



Hak cipta© 2019, Divisi Publikasi, Center of Technology (CoT)
Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

ISSN 1411-6243

Penggandaan atau Penerjemahan Sebagian/Seluruh Bagian Dari Jurnal Ilmiah ini
harus seijin Divisi Publikasi, Center of Technology (CoT)
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Alamat Sekretariat:

Redaksi Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)
Lantai 1, Gedung Center of Technology (CoT)
Kampus Fakultas Teknik Gowa, Universitas Hasanuddin (UNHAS)
Jl. Poros Malino, Km. 6, Bontomarannu
Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia
E-mail : jpe@unhas.ac.id
Website : www.cot.unhas.ac.id
Telp/Fax : (0411) 586015



Staf Redaksi

- Penanggungjawab : **Dekan Fakultas Teknik, UNHAS**
Dr. Ir. Arsyad Thaha, MT
- Pengarah : **Wakil Dekan Bidang Perencanaan, Keuangan, dan Sumber Daya**
Dr.Eng. Muhammad Rusman, ST., MT
- Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni**
Dr.Eng. Mukti Ali, ST., MT
- Pemimpin Umum : **Wakil Dekan Bidang Akademik dan Pengembangan**
Prof. Dr. Baharuddin Hamzah, ST., M.Arch
- Pemimpin Redaksi : Dr.Eng. Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng
- Dewan Redaksi : Prof. Dr. H. Hammada Abbas
Prof. Dr. Ir. M. Ramli Rahim, M.Eng
Prof. Dr.-Ing. Ir. Herman Parung
Prof. Dr.rer.nat. Ir. Imran Umar
Dr. Ir. Rhiza S. Sadjad, MS.EE
Dr. Ir. Dipl.-Ing. Ganding Sitepu
- Redaktur Pelaksana : Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT
Ir. Zaenab Muslimin, MT
Dr. Merna Baharuddin, ST., M.TelEng
Wahyuddin, ST., MT
Muhammad Zubair Muis Alie, ST., MT., Ph.D
Dr.Eng. Adi Maulana, ST., M.Phil
Abdul Mufti Radja, ST., MT., Ph.D
- Staf Kesekretariatan : Haris, SE., MM
Jumadil, ST., MM.
Dirham Abdillah
Juliana Palambean
Nur Fitriani Seilah



Dewan Penilai Karya Ilmiah

Prof. David Victor Thiel	CWMA, Griffith University, Australia
Prof. Dr. Eko Tj. Rahardjo	UI, Indonesia
Prof. Dr. Adit Kurniawan	ITB, Indonesia
Prof. Dr. Januarsyah Haroen	ITB, Indonesia
Prof. Dr. Moch. Ashari	ITS, Indonesia
Prof. Dr. Mauridhi H Purnomo	ITS, Indonesia
Prof. Dr. Muhammad Asvial	UI, Indonesia
Dr. Amin Abbosh, M.Sc	University of Queensland, Australia
Dr. Fitri Yuli Zulkifli, M.Sc	UI, Indonesia
Dr. Ir. Purwanto, M.Eng	UI, Indonesia
Dr. Ir. Edi Lukito, M.Sc	UGM, Indonesia
Prof. Mazlina Esa	UTM, Malaysia
Ass. Prof. Anton S Prabuwono	UKM, Malaysia
Prof. Josaphat T. S. Sumantyo	Chiba University, Japan
Prof. Dr. Deo Prasad	UNSW, Australia
Prof. Stephen SY Lau	Univ. of Hong Kong, Hong Kong
Ass. Prof. Stephen K Wittkopf	NUS, Singapore
Ass. Prof. Dr-Ing. Eka Sediadi	UTM, Malaysia
Dr. Feng Yang	Tongji University, PR China
Dr. Agung Murti Nugroho	University of Brawidjaya, Indonesia
Dr. Rahmi Andarini	ITS, Indonesia
Prof. Dr. Abraham L. Kitano	UPN, Indonesia
Dr. Arifudin Idrus	UGM, Indonesia
Prof. Akirai Imai, Ph.D	Akita University, Japan
Dr. Bambang Priadi	ITB, Indonesia
Prof. Prio Suprobo	ITS, Indonesia
Ir. Ekaputra, M.Eng., Ph.D	UGM, Indonesia
Prof. Gunawan Tjahyono, Ph.D	UI, Indonesia
Dr. Jumain Appe, M.Sc	BPPT, Indonesia
Prof. Sofia W. Alisyahbana	Universitas Bakrie, Indonesia
Prof. Dr. Daniel M. Rosyid	ITS, Indonesia
Prof. Dr. I Ketut B. Aryana	ITS, Indonesia
Prof. Dr. Adi Maimun	UTM, Malaysia
Prof. Dr. Soenaryo	UI, Indonesia
Prof. Dr.-Ing. Nandy S.J. Putra	UI, Indonesia
Prof. Dr. Imam Reksowardoyo	ITB, Indonesia
Prof. Dr. Keigo Watanabe	Okayama University, Japan
Prof. Dr. Okamura Mitsuo	Ehime University, Japan
Prof. Satrio S. Brodjonegoro	ITB, Indonesia



Kata Pengantar Redaksi

Assalamu Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh
Salam Hormat,

Di pertengahan tahun 2019 ini, tim redaksi Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE) kembali mengucapkan syukur dan kegembiraan atas terbitnya JPE Volume 23 Nomor 1, edisi bulan Mei 2019. Edisi kali ini berisi 12 (dua belas) makalah yang membahas berbagai macam topik penelitian dan permasalahan yang menarik dan mutakhir dalam bidang ilmu rekayasa. Untuk menjamin kualitas dari setiap makalah, maka review baik dari segi konten maupun dari segi format telah dilakukan oleh tim redaksi dengan bantuan beberapa reviewer (mitra bestari) seperti pada edisi-edisi sebelumnya.

Dari 12 makalah yang terbit kali ini, makalah terbanyak yakni sebanyak 5 (lima) makalah membahas tentang arsitektur bangunan dan ruangan antara lain tentang makna ruang Pangrampak dalam arsitektur Toraja, pengaruh pembayangan di rumah tinggal, fitur dan fasilitas mesjid berbasis potensi fitrah anak, efektivitas ruang terbuka publik, dan strategi pengembangan infrastruktur energi listrik di kota Makassar. Selain itu, sebanyak 3 (tiga) makalah membahas tentang kekuatan dan sistem dalam kapal yakni tentang kekuatan struktur dermaga setelah perkuatan, sistem refrigerated sea water (RSW) pada kapal ikan pelat datar, dan kebutuhan listrik untuk keadaan darurat pada kapal Feri Ro-Ro.

Selanjutnya, terdapat juga 3 (tiga) makalah lain yang berkaitan dengan teknik sipil yakni tentang pemenuhan prasarana jalan dan drainase pemukiman, evaluasi mutu beton dengan beton inti berdiameter kecil, dan pengaruh energi rapid impact compaction terhadap kepadatan tanah timbunan. 1 (satu) makalah lain berhubungan dengan transportasi darat yakni tentang estimasi kendaraan truk pada jalan poros Malino, kabupaten Gowa.

Semoga hasil-hasil riset inovatif yang terbit di edisi kali dapat bermanfaat bagi pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi serta umat manusia. Terima kasih kami ucapkan kepada para penulis yang berkontribusi untuk periode penerbitan Edisi Bulan Mei 2019 ini dan juga semua pihak yang telah membantu dalam penerbitan jurnal edisi ini.

Salam Hangat

TIM REDAKSI



DAFTAR ISI

Staf Redaksi	i
Dewan Penilai Karya Ilmiah	ii
Kata Pengantar Redaksi	iii
Daftar Isi	iv
Evaluasi Kekuatan Struktur Dermaga setelah Perkuatan di Pelabuhan Ambon untuk Proses <i>Unloading Container Crane</i> <i>Denny Christian Somalinggi, Mudrikah, Mislih Idrus</i>	1
Makna Ruang <i>Pangrampak</i> dalam Arsitektur Toraja <i>Lexsi Yosua Masseleng, Muh. Mochsen Sir, Victor Sampebulu</i>	6
Pengaruh Pembayangan terhadap Kenyamanan Termal pada Rumah Tinggal di Perumahan Bukit Baruga Antang Makassar <i>Jumriya, Rosady Mulyadi, Baharuddin Hamzah</i>	17
Estimasi Kendaraan Truk pada Jalan Poros Malino Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan <i>Mukhtar Lutfie, Lawalenna Samang, Sakti Adji Adisasmata, Muhammad Isran Ramli</i>	24
Pemenuhan Prasarana Jalan dan Drainase Permukiman Kelurahan Tanah Kongkong Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan <i>Sunandar Syamsuddin, Suharman Hamzah, M. Asad Abdurrahman</i>	30
Desain Sistem <i>Refrigerated Sea Water</i> (RSW) pada Kapal Ikan Pelat Datar 10 GT <i>Zulkifli, Baharuddin, Andi Husni Sitepu, Muhammad Farid</i>	39
Kebutuhan Listrik untuk Keadaan Darurat pada Kapal Ferry Ro-Ro KMP. Tuna 600 GRT <i>Faisal Mahmuddin, Musnadi Natsir, Baharuddin</i>	45
Fitur dan Fasilitas Masjid Berbasis Potensi Fitrah Anak <i>Salmiah, Ria Wikantari, Afifah Harisah</i>	52
Efektivitas Ruang Terbuka Publik pada Klaster Perumahan Komunitas Berpagar (Perumahan Bukit Baruga Kota Makassar) <i>Wahyudi Hasfi, Shirly Wunas, Idawarni Asmal</i>	66
Evaluasi Mutu Beton Menggunakan Beton Inti Diameter Kecil <i>Yulius Rakhman, Herman Parung, Rita Irmawaty</i>	74



Strategi Pengembangan Infrastruktur Energi Listrik untuk Mewujudkan Makassar Sustainable City <i>Ichsan Caesar Pratama, Muhammad Yamin Jinca, Yashinta Kumala D. Sutopo</i>	79
Uji Pengaruh Energi Rapid Impact Compaction terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Timbunan <i>Rokhman, Lawalenna Samang, Tri Harianto</i>	91



Evaluasi Kekuatan Struktur Dermaga setelah Perkuatan di Pelabuhan Ambon untuk Proses *Unloading Container Crane*

Denny Christian Somalinggi*¹, Mudrikah², Misliah Idrus¹

¹Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

²Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: denny.somalinggi@yahoo.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.01

Abstrak

Perkuatan Dermaga VI Pelabuhan Ambon dilakukan untuk meningkatkan kapasitas terpasang Terminal Petikemas Ambon untuk mendukung kegiatan bongkar muat petikemas, PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) telah mengadakan 1 (satu) unit Container Crane (CC 01) dimana saat ini dalam proses persiapan unloading dari kapal ke dermaga, Penelitian ini menyajikan evaluasi terhadap kapasitas elemen struktur dermaga meliputi tiang pancang (steel pipe), balok dan pelat lantai. Evaluasi ini dilakukan dengan mengitung kapasitas terpasang dermaga dengan metode elastis dan ultimate serta menggunakan pendekatan secara Teknis yang dapat diterima secara umum dengan mengacu pada ketentuan baku diantara SNI (Standard Nasional Indonesia) dan OCDI (Overseas Coastal Development Institute of Japan). Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan program SAP 2000 V16, dimana model struktur dermaga dibuat sedemikian rupa mendekati kondisi struktur terpasang dengan beban roda didistribusi mengikuti pola rencana kegiatan unloading. Hasil evaluasi menunjukkan besarnya momen pada posisi balok melintang 86,44 Tm dengan stress ratio 0,713 masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kapasitas terpasang yaitu 121,25 Tm, balok Listplank 171,74 Tonm dengan stress ratio 0,9 masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kapasitas terpasang yaitu 220,06 Tm, pelat lantai 9,36 Tonm dan stress ration pada tiang pancang 0,798 masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kapasitas terpasang yaitu 10,39 Tm.

Abstract

Strength Evaluation of Pier after Restengthening at Ambon Port for Unloading Container Crane Process. Strengthening Pier VI of Ambon Port is done to increase the installed capacity of Ambon Container Terminal to support container loading and unloading activities, PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) has held 1 (one) Container Crane unit (CC 01) which is currently in the process of unloading preparations from ships to jetty, This study presents an evaluation of the capacity of quay structural elements including steel pipes, beams and floor plates. This evaluation is done by calculating the installed dock capacity with elastic and ultimate methods and using a technical approach that is generally accepted by referring to the standard provisions between SNI (Indonesian National Standard) and OCDI (Overseas Coastal Development Institute of Japan). Structural modeling is carried out using the SAP 2000 V16 program, where the pier structure model is made in such a way as to approach the condition of the installed structure with the load of the distributed wheel following the pattern of un-loading activity plan. The evaluation results show the magnitude of the moment in the position of the transverse beam 86.44 Tm with a stress ratio of 0.713 is still smaller when compared to the installed capacity of 121.25 Tm, Listplank beam 171.74 Ton.m with a stress ratio of 0.9 is still smaller when compared to the installed capacity is 220.06 Tm, 9.36 Tm floor plate and stress ratio at 0.798 piles is still smaller than the installed capacity of 10.39 Tm.

Kata Kunci: Container crane, dermaga ambon, kekuatan struktur

1. Pendahuluan

Pelabuhan Ambon merupakan pintu gerbang ekonomi di kawasan Ambon, sehingga harus didukung dengan sarana dan prasarana yang memadai. Dalam Rencana Induk Pelabuhan Nasional, Pelabuhan Ambon merupakan pelabuhan utama yang memegang peranan

penting dalam mobilisasi penumpang dan barang antar pelabuhan sekitarnya [1]. Dermaga Pelabuhan Ambon segmen VI merupakan hasil pembangunan dengan menggunakan Sumber Dana Internal Perseroan, dimana saat ini telah dioperasikan untuk kegiatan bongkar muat petikemas dengan menggunakan crane darat maupun crane kapal.



Arus petikemas yang terus mengalami peningkatan yang ditandai dengan pertumbuhan dari tahun ke tahun rata-rata sebesar 5% berdasarkan data historis lima tahun terakhir, menunjukkan bahwa dibutuhkan penambahan peralatan bongkar muat untuk meningkatkan kapasitas terpasang sehingga proses bongkar muat dapat berjalan dengan lancar.

Dermaga segmen VI yang ada telah didesain untuk kegiatan operasional petikemas, sehingga PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) mendatangkan 1 unit *Container Crane*. dalam rangka kegiatan *unloading Container Crane* tersebut, diperlukan perhitungan struktur dermaga sehingga proses *unloading* maupun saat beroperasi dapat berjalan dengan aman.

Evaluasi dilakukan terhadap kapasitas elemen struktur dermaga meliputi tiang pancang (steel pipe), balok dan pelat lantai. Evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan secara Teknis yang dapat diterima secara umum dengan mengacu pada ketentuan baku diantara SNI (Standar Nasional Indonesia) dan OCDI (Overseas Coastal Development Institute of Japan). Adapun data-data yang digunakan berasal dari spesifikasi teknis, gambar disain, *As-built drawing*, data teknis dari *Container Crane*, data stratigrafi tanah dasar dan sumber-sumber terkait lainnya.

Adapun hasil akhir dari analisis ini adalah membandingkan antara kapasitas dari setiap elemen struktur dengan beban yang akan bekerja diatasnya, dimana diharapkan kapasitas dari setiap elemen struktur dermaga harus lebih besar dari beban kerja.

2. Metode Penelitian

2.1. Data Penelitian

Data struktur yang digunakan adalah model dermaga segmen VI yang telah dilakukan perkuatan (*Restrengthening*) yaitu sebagai berikut :

- Ukuran : 62,5 x 25 m
- Konstruksi : Beton bertulang
- Pondasi : *Steel Pipe*

Perhitungan Analisa terhadap kekuatan dermaga dihitung dengan menggunakan data-data

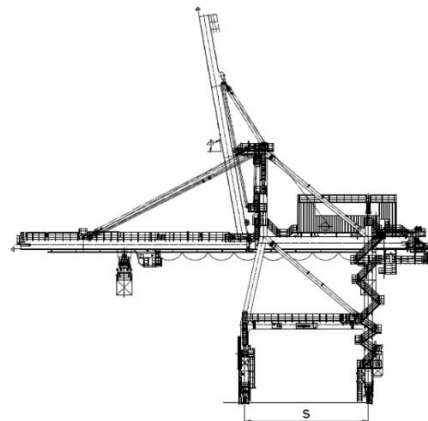
hasil pembangunan/*As Built Drawing* sesuai kondisi di lapangan dengan memperhitungkan beban-beban yang akan bekerja pada saat proses *unloading Container Crane* atau juga pada saat peralatan tersebut telah beroperasi di dermaga VI Pelabuhan Ambon.

Data Komponen struktur dermaga dapat dilihat pada Tabel 1 [2].

Tabel 1. Dimensi properties struktur dermaga

No	Uraian	Desain
1	Propertis Material	
	1. Tiang Baja	$f_y = 235 \text{ Mpa}$
	2. Baja Tulangan	$f_y = 400 \text{ Mpa}$
	3. Beton Struktur	K-400 ($\sigma_{bk}' = 40 \text{ kg/cm}^2$)
2	Dimensi Struktur	
	1. Balok Crane	140x180
	2. Balok Memanjang	80x100
	3. Balok Melintang	80x100
	4. Balok Listplank	120x160
	5. Pelat Lantai	35cm
	6. Pile Cap Balok Crane	200x170x150
	7. Pile Cap Ganda	190x450x130
	8. Pile Cap lainnya	150x150x130
	9. Pipa Baja Crane	Dia. 914,4 mm, t. 14,3mm Dia. 711,4mm, t. 12,7 mm Dia. 609,6mm, t. 12,7 mm

Beban diperoleh dari spesifikasi alat *Container Crane*, dimana berat sendiri struktur sekitar 800 ton, dimana beban tersebut didistribusikan secara merata ke masing-masing roda yang berjumlah sebanyak 32 buah. Khusus pada saat kegiatan un-loading yang difungsikan hanya 16 buah roda sehingga masing-masing roda akan memikul beban sebesar 50 ton. Gambaran alat *Container Crane* yang akan beroperasi serta spesifikasinya dapat terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Tampak samping container crane



Gambar 2. Konfigurasi roda *container crane*

Dari Gambar 2 diatas, maka konfigurasi berat dan roda alat sebagai berikut [3]:

- Rail Span (S) = 16 m
- Berat total crane = 800 ton
- Jumlah roda = 32 roda
- Jarak minimum antar crane = 10 m

2.2. Analisis Data

• Metode Ultimate

Untuk menghitung komponen struktur terhadap beban lentur dan aksial didasarkan pada terpenuhinya kondisi seimbang dan kompatibilitas regangan yang berlaku serta asumsi berikut [4] :

- Regangan dalam tulangan dan beton harus diasumsikan berbanding lansung dengan jarak dari sumbu netral.
- Regangan maksimum yang dapat digunakan pada serat beton tekan terluar harus diasumsikan sama dengan 0,003.
- Tegangan dalam tulangan dibawah kuat leleh yang ditentukan f_y untuk mutu tulangan yang digunakan harus diambil sebesar E dikalikan dengan regangan baja. Untuk regangan yang lebih besar dari regangan yang memberikan f_y tegangan pada tulangan harus dianggap tidak tergantung pada regangan dan sama dengan f_y .
- Dalam perhitungan lentur beton bertulang, kuat tiori beton harus diabaikan.
- Hubungan antara distribusi tegangan tekan beton dan regangan beton boleh diasumsikan berbentuk persegi, trapesium, parabola, atau bentuk lain yang menghasilkan perkiraan kekuatan yang cukup baik bila dibandingkan dengan hasil pengujian yang lebih menyeluruh.
- Boleh dianggap dipenuhi oleh suatu distribusi tegangan beton persegi ekuivalen yang didefinisikan sebagai berikut :
 - a) Tegangan beton sebesar $0,85f_c'$ harus diasumsikan terdistribusi secara merata

pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = \beta_1.c$ dari serat dengan regangan tekan maksimum.

- b) Jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut.
- c) Faktor β_1 harus diambil sebesar 0,85 untuk kuat tekan beton f_c' hingga atau sama dengan 30 Mpa. Untuk kekuatan diatas 30 Mpa, β_1 harus direduksi secara menerus sebesar 0,008 untuk setiap kelebihan 1 Mpa diatas 30 Mpa, tetapi β_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

$$\beta_1 = 0,85 \text{ untuk } 0 < f_c' \leq 30 \text{ Mpa}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,008(f_c' - 30) \text{ untuk } 30 < f_c' \leq 55 \text{ Mpa}$$

$$\beta_1 = 0,65 \text{ untuk } f_c' > 55 \text{ MPa}$$

• Metode Elastis

Dalam segala hal, modulus elastisitas sekan beton tidak boleh diambil kurang angka-angka yang didapat dari persamaan berikut :

- Pada pembebanan tetap

$$E_b = 6.400\sqrt{\sigma'}bk \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (1)$$

- Pada pembebanan sementara

$$E_b = 9.600\sqrt{\sigma'}bk \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (2)$$

Tegangan tarik dipikul sepenuhnya oleh baja tulangan, dengan kata lain tegangan tarik pada beton diabaikan. Setiap satuan luas baja tulangan dapat dianggap ekuivalen dengan “n” satuan luas beton dalam hal memikul tegangan. Besaran “n” tersebut disebut angka ekuivalensi dan ditentukan dengan persamaan berikut :

$$n = \frac{E_a}{E_b} \quad (3)$$

E_a = modulus elastisitas baja (kg/cm^2)

E_b = modulus sekan beton (kg/cm^2)

Evaluasi kapasitas elemen struktur dermaga dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

- Evaluasi dimensi struktur dermaga



- Perhitungan kapasitas penampang beton bertulang dengan metode ultimate dan metode elastis
- Perhitungan kapasitas tiang pancang
- Perhitungan kapasitas tanah dasar

Perhitungan kapasitas penampang beton dihitung dengan metode Elastis dan Metode Ultimate. Struktur dermaga yang dilakukan peninjauan kekuatan yaitu balok CC, balok memanjang, balok melintang, balok listplank dan plat. Dari hasil perhitungan kekuatan struktur maka akan digunakan perhitungan dengan nilai terkecil antara metode ultimate dan metode elastis untuk dibandingkan dengan hasil analisis dengan menggunakan program SAP 2000 yang disimulasi dengan memperhitungkan gaya eksternal yang bekerja.

Kasus masalah struktur yang dapat diselesaikan secara manual dapat dipakai sebagai pembandingan dengan hasil solusi computer [5]. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan program SAP 2000, dimana model struktur dermaga dibuat sedemikian rupa mendekati kondisi struktur terpasang dengan beban roda didistribusi mengikuti pola rencana kegiatan un-loading. Model pembebanan kondisi ekstrim dibuat pada elemen balok melintang, pelat lantai dan tiang pancang yang akan dilalui saat kegiatan un-loading untuk mendapatkan informasi gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur tersebut.

2.3. Perhitungan Kapasitas Tanah Dasar

Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Hasil Standard Penetration Test (SPT) dengan Metode Luciano Decourt [6] maka Harga N di bawah muka air tanah harus di koreksi menjadi N' berdasarkan perumusan sebagai berikut:

$$N' = 15 + 0,5(N - 15) \tag{4}$$

dimana:

- N = Jumlah pukulan kenyataan di lapangan untuk di bawah muka air tanah
- N' = Narga N terkoreksi karena N dibawah muka air tanah

Kapasitas daya dukung tanah dasar dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s \tag{5}$$

dimana:

Q_u = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi

Q_p = Daya dukung pada dasar pondasi

Q_s = Daya dukung akibat lekatan latera

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan kapasitas penampang beton yang dihitung dengan metode Elastis dan Metode Ultimate pada struktur dermaga yaitu balok CC, balok memanjang, balok melintang, balok listplank dan plat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kapasitas penampang beton bertulang (Momen Lentur)

Struktur	Lokasi	Metode Elastis (Ton-m)	Metode Ultimate (Ton-m)
Balok CC	Lapangan	427,53	396,57
	Tumpuan	427,53	396,57
Balok Memanjang	Lapangan	131,22	121,25
	Tumpuan	131,22	121,25
Balok Melintang	Lapangan	131,22	121,25
	Tumpuan	131,22	121,25
Balok Lisplank	Lapangan	233,90	220,06
	Tumpuan	233,90	220,06
Pelat	Lapangan	103,87	108,15
	Tumpuan	103,87	108,15

Hasil perhitungan metode elastis dan ultimate untuk perhitungan gaya geser dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Kapasitas penampang beton bertulang (Gaya Geser)

Struktur	Lokasi	Metode Elastis (kg)	Metode Ultimate (kg)
Balok CC	Lapangan	481,5	483,6
	Tumpuan	481,5	483,6
Balok Memanjang	Lapangan	144,2	144,1
	Tumpuan	144,2	144,1
Balok Melintang	Lapangan	144,2	144,1
	Tumpuan	144,2	144,1
Balok Lisplank	Lapangan	363,6	364,9
	Tumpuan	363,6	364,9
Pelat	Lapangan	47,2	45,7
	Tumpuan	47,2	45,7

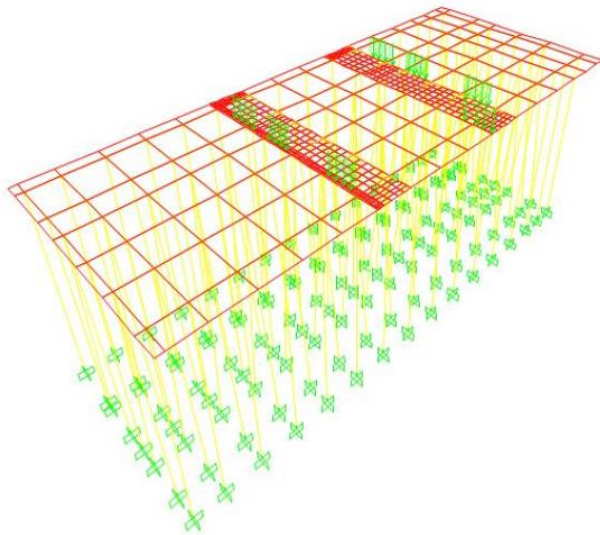


Dari hasil perhitungan momen lentur dan gaya geser tersebut maka digunakan hasil metode ultimate untuk membandingkan dengan perhitungan komputerisasi (SAP 2000).

Evaluasi terhadap kapasitas elemen tiang pancang diperoleh melalui perhitungan SAP 2000 sebagai berikut :

Digunakan baja SKK 400, dengan nilai $\sigma = 1400 \text{ kg/cm}^2$ ---> setara ASTM 252 Grade -2

Reaksi CC Pada Tiang	157,38 Ton
Beban-beban lainnya	47,21 Ton
Beban total	204,59 Ton
Momen yang terjadi	12,19 Ton.m (SAP 2000)
Beban lain-lain	3,65 Ton
Beban total	15,84 Ton



Gambar 3. Permodelan beban container crane pada dermaga

a. Balok Melintang

- Posisi Lapangan
Gaya geser : $38,95 < 144,10$
(Stress Ratio = $0,270 < 1,00$ OK)
Momen : $56,64 < 121,25$
(Stress Ratio = $0,467 < 1,00$ OK)
- Posisi Tumpuan
Gaya geser : $95,20 < 144,10$
(Stress Ratio = $0,661 < 1,00$ OK))

Momen : $86,44 < 121,25$
(Stress Ratio = $0,713 < 1,00$ OK))

b. Balok Listplank

- Gaya geser Tumpuan : $107,30 < 363,61$
(Stress Ratio = $0,295 < 1,00$ OK)
- Momen posisi Tumpuan : $171,74 < 220,06$
(Stress Ratio = $0,780 < 1,00$ OK)

c. Pelat Lantai

- Momen posisi Lapangan : $3,67 < 10,39$
(Stress Ratio = $0,353 < 1,00$ OK)
- Momen posisi Tumpuan : $9,36 < 10,39$
(Stress Ratio = $0,900 < 1,00$ OK)

d. Tiang Pancang

Stress Ratio = $0,798 < 1,00$ OK

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan tersebut diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

- a. Secara umum elemen struktur Dermaga Terminal Petikemas Ambon **Cukup Kuat** memikul beban-beban kerja akibat kegiatan unloading container crane (CC) 01.
- b. Perlu dilakukan perkuatan dan perlindungan pada beberapa elemen struktur, utamanya
- c. Permukaan beton lantai dermaga, kansteen yang berpotensi cacat akibat beban titik (crane dan hydraulic jack) pada saat proses unloading dengan memakai plat baja dan karet pada sisi-sisi beton dermaga.

Referensi

- [1] RIP Pelabuhan Ambon, 2018.
- [2] PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero), 2017, *As Built Drawing Restrengthening* Dermaga VI Pelabuhan Ambon.
- [3] PT Glory Kasih, 2018, Spesifikasi Teknis Container Crane Jiangsu Gangyi Heavy Machinery Co Ltd.
- [4] Dipohusodo, I, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 544 pp
- [5] Wiryanto Dewobroto, 2013. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP 2000*, Jakarta.
- [6] Bowles, J, E, 1991. *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi Keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta.



Makna Ruang *Pangrampak* dalam Arsitektur Toraja

Lexsi Yosua Masseleng^{1*}, Muh. Mochsen Sir¹, Victor Sampebulu¹

¹Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: wafxtermania@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.02

Abstrak

Pangrampak sebagai simbol berupa ruang tentu memiliki suatu makna dalam arsitektur toraja. Makna merupakan alat untuk memahami dan mengartikan lambang atau simbol, dimana makna dapat terungkap secara verbal melalui bahasa dan non-verbal melalui benda atau tanda. Makna adalah salah satu unsur yang terdapat dalam Arsitektur Nusantara yang berisi pesan dari sebuah hasil karya arsitektur. Penelitian tentang makna dapat dipelajari berdasarkan dari pengalaman dan pemahaman seseorang tentang ruang dan tempat. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh makna *Pangrampak* sebagai bagian dari Arsitektur Toraja melalui peran dan fungsinya dalam kehidupan keseharian, maupun dalam adat-istiadat Masyarakat Toraja. Penelitian ini menggunakan metode penelitian Kualitatif dengan pendekatan fenomenologi, dimulai dengan pengambilan data awal dilanjutkan dengan observasi lapangan serta konfirmasi data dengan kenyataan di lapangan, kemudian mereduksi data, menyajikan data, dan mengambil kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan *Pangrampak* memiliki dua makna. Makna *Pangrampak* dalam Keseharian (Informal) *Pangrampak* merupakan ruang komunal tempat interaksi sosial rumpun keluarga dengan masyarakat luas yang berfungsi sebagai tempat melaksanakan berbagai kegiatan pengembangan kehidupan masyarakat. Makna *Pangrampak* dalam adat-istiadat (Formal) yaitu merupakan ruang sakral yang menjadi tempat pelaksanaan berbagai prosesi dalam suatu ritual upacara adat.

Abstract

The Meaning of Pangrampak Space in Architecture of Toraja. *Pangrampak* as a symbol in the form of space certainly has a meaning in the toraja architecture. Meaning is a tool to understand and interpret sign or symbols, where meaning can be expressed verbally through language and non-verbal through objects or signs. Meaning is one of the elements contained in Nusantara Architecture which contains a message from an architectural work. Research on meaning can be learned based on one's experience and understanding of space and place. The purpose of this study is to obtain the meaning of *Pangrampak* as part of Toraja Architecture through its role and function in daily life, as well as in the customs of the Toraja people. This study uses a qualitative research method with a phenomenological approach, starting with initial data retrieval followed by field observations and confirmation of data with reality in the field, then reducing data, presenting data, and drawing conclusions. The results showed *Pangrampak* has two meanings. The meaning of *Pangrampak* in Daily Life (Informal) is a communal space that functions as a place for social family activities and interactions with the wider community. The meaning of *Pangrampak* in customs (Formal) is a sacred space which is the place for carrying out various processions in a traditional ceremonial ritual.

Kata Kunci: Makna arsitektur, pangrampak, tongkonan, Toraja

1. Pendahuluan

Tongkonan sendiri merupakan Bangunan yang sifatnya multifungsi selain sebagai tempat tinggal, *Tongkonan* juga merupakan pusat aktivitas dalam berbagai prosesi upacara adat di Toraja. Oleh karena itu *Tongkonan* merupakan salah satu titik sentral dalam pembahasan mengenai perkembangan budaya dalam kehidupan Suku Toraja dari generasi ke generasi.

Tongkonan berasal dari kata *Tongkon* dan *Ongan*. *Tongkon* yang berarti duduk dan *Ongan* yang berarti tempat bernaung [1]. Dalam hal ini, tempat untuk duduk, mendengar, membicarakan, dan menyelesaikan masalah yang penting yang berpotensi mengganggu kehidupan masyarakat di dalam wilayah adat *Tongkonan* tersebut., termasuk penyusunan aturan dan ketentuan adat yang dibutuhkan dalam mengatur masyarakat. *Tongkonan* Berasal dari kata *Tongkon* yang artinya duduk. *Tongkonan* adalah tempat duduk,



yang artinya duduk mendengarkan perintah dan duduk mendengar penerangan serta duduk menyelesaikan persoalan-persoalan [2].

Kehadiran *Tongkonan* tidak dapat dipisahkan dengan *Alang* (lambung padi). Berdasarkan filosofi Suku Toraja, *Tongkonan* adalah Ibu dan *Alang* adalah bapak, sehingga kehadiran kedua bangunan tersebut tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Kata *Tongkonan* dapat mewakili dua makna yang berbeda, yang pertama yakni kata *Tongkonan* yang merujuk pada bangunan rumah tradisional suku toraja, dan yang kedua adalah kata *Tongkonan* sebagai suatu kawasan/lingkungan/kompleks rumah tinggal suku toraja, yang terdiri dari rumah *Tongkonan* (Rumah Tinggal), *Pangrampak* (Ruang Terbuka), *Alang* (Lambung Padi).

Pangrampak adalah ruang demarkasi atau ruang pembatas antara ruang yang bersifat publik dan ruang yang bersifat privat. Ruang publik diperuntukkan bagi masyarakat umum, seperti tamu undangan, kerabat bukan keluarga, aparat pemerintah, pemuka agama, pemuka adat, dan sebagainya. Sedangkan ruang privat diperuntukkan bagi keluarga dekat-jauh [3]. Ruang publik yang dimaksud disini adalah *Alang*, sedangkan ruang privat yang dimaksud disini adalah *Tongkonan*. Dalam kehidupan sehari-hari *Pangrampak* berfungsi sebagai tempat bekerja, menjemur padi, dan tempat bermain anak-anak. Sedangkan pada saat ritual upacara adat, *Pangrampak* menjadi tempat pelaksanaan ritual upacara adat Rambu Solo' (Kedukaan) dan Rambu Tuka' (Syukuran/Hajatan).

Pangrampak sebagai ruang terbuka bersifat multifungsi baik dalam keseharian maupun sebagai prosesi Ritual Upacara Adat, seperti Rambu Tuka' (Hajatan/Syukuran) dan Rambu Solo' (Dukacita). Dengan demikian *Pangrampak* merupakan sebuah Ruang Publik, yang hanya diperuntukkan bagi suatu komunitas/kelompok masyarakat tertentu, atau yang disebut Ruang Komunal. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh makna *Pangrampak* sebagai bagian dari Arsitektur Toraja melalui peran dan fungsinya dalam kehidupan keseharian, maupun dalam adat-istiadat Masyarakat Toraja.

Objek penelitian yang diambil berada di Kabupaten Toraja Utara dengan pemilihan

beberapa titik *Tongkonan*, yaitu *Tongkonan Rante Limbong*, dan *Tongkonan Pong Munda'* di Kecamatan Tallunglipu, serta *Tongkonan Punt Mendila*, dan *Tongkonan Pata'angka'* di Kecamatan Sa'dan. Adapun beberapa alasan mengapa peneliti mengambil lokasi ini, yaitu :

1. Letaknya yang berada tepat di pusat Kota Rantepao.
2. Berada di wilayah adat dan letak geografis yang berbeda, namun memiliki keseragaman.
3. *Tongkonan* telah berumur lebih dari satu abad.
4. Lokasi *Tongkonan* yang cukup strategis, yakni berada di tepi jalan raya.

Hingga saat ini penelitian mengenai Arsitektur Toraja, dalam hal ini *Tongkonan* dan *Alang* sudah cukup banyak dapat kita temukan. Namun penelitian mengenai Ruang *Pangrampak* belum pernah dilakukan, padahal *Pangrampak* merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari suatu *Tongkonan*.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode Fenomenologi. Fenomenologi merupakan suatu pemikiran yang tidak hanya memandang segala sesuatu dari luarnya saja tetapi berusaha untuk menggali makna apa yang ada dibalik gejala itu [4]. Peneliti dalam pandangan fenomenologis berusaha memahami arti peristiwa dan kaitan-kaitannya terhadap orang-orang yang berada dalam situasi-situasi tertentu. Metode fenomenologi berusaha menggambarkan makna dari pengalaman hidup beberapa individu mengenai konsep fenomena yang dialaminya dan berusaha mempelajari struktur kesadaran dalam pengalaman individu [5]. Berdasarkan pengertian diatas, peneliti bermaksud mendapatkan semua informasi mengenai *Pangrampak*, dengan cara berinteraksi secara langsung dengan informan yaitu masyarakat Toraja yang kemudian digunakan dalam menganalisis fenomena yang terjadi. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dokumentasi, studi kepustakaan. Jenis data penelitian adalah kualitatif, data yang dinyatakan dalam kata-kata, kalimat, narasi, uraian dan berbagai bentuk pemahaman lainnya.



3. Hasil dan Pembahasan

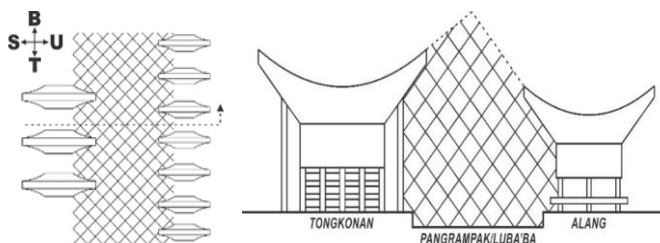
3.1. Deskripsi sampel penelitian

Teknik pemilihan lokasi sampling adalah teknik *Purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel untuk tujuan tertentu. Lokasi sampling yakni beberapa titik *Tongkonan* yang berada di Kabupaten Toraja Utara, antara lain *Tongkonan Rante Limbong* dan *Tongkonan Pong Munda* di Kecamatan Tallunglipu, serta *Tongkonan Punt Mendila* dan *Tongkonan Pata'angka* di Kecamatan Sa'dan.

3.2. Deskripsi sampel penelitian

Penentuan pembangunan suatu *Tongkonan* sama saja dengan memulai suatu peradaban baru. Oleh karena itu sebelum memulai proses penentuan lokasi, pada zaman dahulu masyarakat Toraja memilah-milah lokasi untuk pembangunan *Tongkonan* sembari menunggu Ilham dari Sang Pencipta dan Roh Leluhur, agar ditunjukkan lokasi untuk pembangunan *Tongkonan* sebagai tempat permukiman yang baru bagi suatu rumpun keluarga [6].

Tata letak *Tongkonan* membentuk jalur menurut pola timur-barat. Jadi dasar perkampungan adat mengikuti orientasi pola *Mataallo–Matampu* (Timur-Barat) dengan pengaturan *Tongkonan* dan *Alang* yang saling berhadapan. Tata letak *Tongkonan* bersumber dari ajaran *Aluk Todolo*, dimana perkampungan secara konsepsional senantiasa mengikuti empat penjuror mata angin (Utara-Selatan dan Timur-Barat), kemudian *Tongkonan* secara konsepsional pula mengikuti model perkampungan yaitu segi empat [7].



Gambar 1. Ilustrasi tongkonan

Pola penataan *Tongkonan-Pangrampak-Alang* didasarkan dari *Banua Tongkonan*. *Tongkonan* memiliki tiga ruangan, yaitu *Tangdo* (Utara), *Sali* (Tengah), dan *Sumbung* (Selatan). *Tangdo* sebagai ruangan untuk laki-laki, *Sali* sebagai ruangan untuk berkegiatan, dan *Sumbung* sebagai ruangan untuk perempuan. Jika diproyeksikan secara makro menjadi *Tongkonan-Pangrampak-Alang*, maka sejalan dengan pemahan bahwa *Tongkonan* sebagai Ibu, dan *Alang* sebagai Ayah. Begitu pula dengan *Sali* yang merupakan Ruang Kegiatan di dalam Rumah *Tongkonan* dan *Pangrampak* yang merupakan Ruang Kegiatan dalam suatu *Tongkonan* [8].

3.3. Pelaku, Jenis, dan Daftar Kegiatan

Peneliti membagi pelaku kegiatan menjadi dua kategori, yaitu keluarga (orang yang tinggal di *Tongkonan*), dan Tamu (orang tidak tinggal di *Tongkonan*). Kegiatan yang paling dominan adalah kegiatan sosial. Peneliti membagi Kegiatan sosial tersebut kedalam dua kegiatan, yaitu kegiatan keseharian (Informal) dan kegiatan Adat-istiadat/Ritual Upacara Adat (Formal). Kegiatan Adat-istiadat/Ritual Upacara Adat yang dimaksud disini adalah *Aluk Rambu Solo* (Ritual Upacara Adat Kematian) dan *Aluk Rambu Tuka* (Hajatan/Syukuran).

- Kegiatan Keseharian (Informal)
Kegiatan Informal adalah Kegiatan yang dilakukan setiap hari, mulai dari pagi hari sampai malam hari. Berikut ini adalah daftar Kegiatan keseharian.

Tabel 1. Kegiatan informal di pangrampak

No	Kegiatan	Waktu
1	Mengurus hewan ternak	Pagi Hari (05.00-12.00)
2	menaruh barang/material untuk sementara waktu	
3	Memarkir kendaraan	Siang Hari (12.00-18.00)
4	Bersosialisasi	
5	Bermain	Malam Hari (18.00-22.00)
6	-	

Tabel 2. Kegiatan informal di pangrampak pada tongkonan rante limbong dan tongkonan pong munda', kecamatan tallunglipu, kabupaten toraja utara

Tong-Konan	Mapping	Keterangan
Tongkonan Rante Limbong	   	<ul style="list-style-type: none"> ● Area yang paling sering digunakan anak-anak bermain ● Area yang paling sering dikunjungi orang dewasa □ Area yang paling sering digunakan untuk menjemur ternak ayam (sesekali digunakan untuk area menjemur ternak kerbau) □ Area yang paling sering digunakan untuk menjemur ternak kerbau □ Area yang paling sering digunakan untuk parkir kendaraan □ Area yang paling sering digunakan untuk penyimpanan barang sementara
Tongkonan Pong Munda'	   	<ul style="list-style-type: none"> ● Area yang paling sering digunakan anak-anak bermain ● Area yang paling sering dikunjungi orang dewasa □ Area yang paling sering digunakan untuk menjemur ternak kerbau □ Area yang paling sering digunakan untuk parkir kendaraan

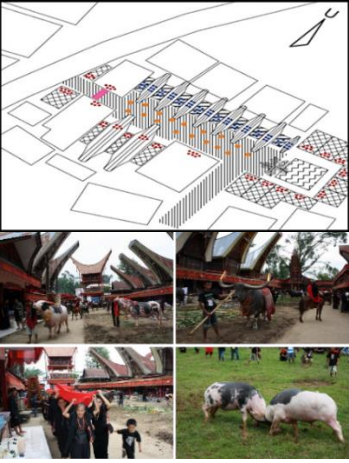
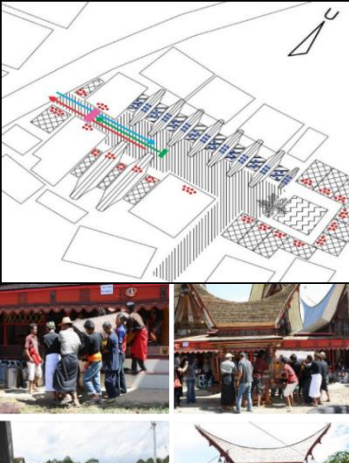

Berdasarkan Mapping untuk Kegiatan informal di atas, *Pangrampak* sering digunakan oleh anak-anak untuk bermain. Hal ini dikarenakan himbauan dari orang tua sehingga mudah dipantau oleh orang tua dan berada jauh dari jalan raya. Sedangkan orang dewasa memanfaatkan *Pangrampak* untuk mengurus hewan ternak, tempat parkir kendaraan, dan penyimpanan barang/material bangunan untuk sementara waktu.

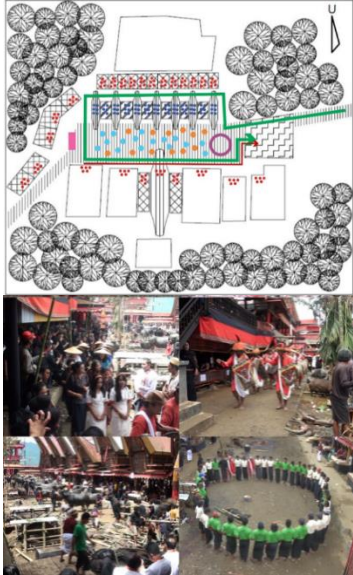
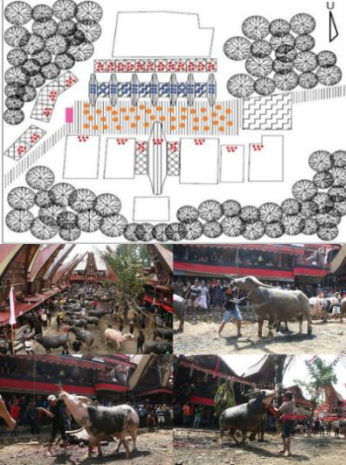

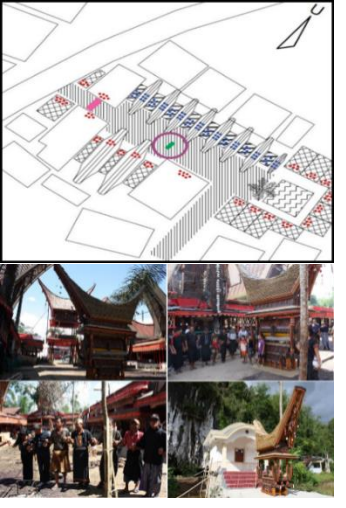


- Kegiatan Adat-istiadat (Formal)
Kegiatan Formal adalah Kegiatan yang dilakukan pada saat dilangsungkannya Kegiatan yang berkaitan dengan upacara adat. Berikut ini adalah daftar Kegiatan saat pacara Adat-Istiadat.
- *Aluk Rambu Solo'* (Ritual Upacara Adat Kematian)
Istilah *Aluk Rambu Solo'* terbangun dari tiga kata, yaitu *Aluk* (keyakinan), *Rambu* (asap atau sinar), dan *Solo'* (turun). Dengan demikian, *Aluk Rambu Solo'* dapat diartikan sebagai upacara yang dilaksanakan pada waktu sinar matahari mulai turun (terbenam). Sebutan lain untuk upacara ini adalah *aluk Rampe Matampu'*. *Aluk* artinya keyakinan atau aturan, *Rampe* artinya sebelah atau bagian, dan *Matampu'* artinya barat. Jadi, *Makna Aluk Rampe Matampu'* adalah upacara yang dilaksanakan di sebelah barat dari rumah atau *Tongkonan* [2].

Tabel 3. Kegiatan formal rambu solo' (upacara adat kematian) di pangrampak

No.	Kegiatan	Waktu dan Keterangan
1	<i>Ma'parokko Alang</i>	Pagi-Siang 10.00-14.00 (1-2 Hari Sebelumnya, Memindahkan jenazah dari Banua <i>Tongkonan</i> ke <i>Alang</i>)
2	<i>Ma'pasa' Tedong Tongkonan Rante Limbong</i>	Pagi-Siang 10.00-16.00 (Hari ke-1, Mengumpulkan Kerbau yang akan



No.	Kegiatan	Waktu dan Keterangan	No.	Kegiatan	Waktu dan Keterangan
	 <p><i>Tongkonan Pong Munda'</i></p>	<p>dikurbankan pada Upacara Adat Pemakaman) Keterangan: ● Anggota keluarga (Dewasa, Remaja, Anak-anak) ● Pemangku Adat dan masyarakat ● Kerbau yang dipersiapkan untuk prosesi Upacara Adat Kematian. ■ <i>Lakkian</i>, menara tempat menaruh peti jenazah (tidak permanen). ▨ <i>Lantang</i>, Pondok untuk tempat tinggal keluarga selama prosesi Upacara Adat berlangsung (tidak permanen). ▩ Ruang Tamu untuk menjamu rombongan tamu yang datang untuk menghadiri Upacara Adat Pemakaman (tidak permanen).</p>		 <p><i>Tongkonan Pong Munda'</i></p>	<p>Keterangan: ← → Jalur sirkulasi saat Peti Jenazah diarak dari (panah merah) dan kembali (panah biru) ke lokasi <i>Tongkonan</i> → Jalur sirkulasi saat Peti Jenazah akan di tempatkan ke atas <i>Lakkian</i></p>
3	<p><i>Ma'palao Tongkonan Rante Limbong</i></p>	<p>Pagi-Siang 10.00-14.00 (Hari ke-2, Mengarak jenazah keluar dari <i>Tongkonan</i> sesuai rute yang telah ditentukan)</p>	4	<p><i>Mantarima Tamu Tongkonan Rante Limbong</i></p> 	<p>Pagi-Siang 09.00-15.00 (Hari ke-3, Menerima dan melayani tamu yang membawa hewan kurban Kerbau atau Babi yang datang ke Upacara adat Pemakaman) Keterangan: ● Kerbau (Oranye) dan Babi (Biru Muda) yang dibawa ke Upacara Adat</p>

No.	Kegiatan	Waktu dan Keterangan	No.	Kegiatan	Waktu dan Keterangan
	<p><i>Tongkonan Pong Munda'</i></p> 	<p><i>Rambu Solo'</i> oleh rombongan tamu ○ Area tempat orang-orang berkumpul untuk melakukan tarian Ma'Badong ➔ Jalur sirkulasi rombongan tamu yang baru datang menuju ke Ruang Tamu ➔ Jalur sirkulasi rombongan keluarga yang akan menjamu rombongan tamu yang baru datang</p>			
5	<p><i>Mantunu Tedong Tongkonan Rante Limbong</i></p> 	<p>Pagi-Siang 13.00-17.00 (Hari Menyesuaikan), Menyembelih Kerbau dikurbankan pada Upacara Adat Pemakaman) Keterangan: ○ Kerbau yang dikurbankan untuk prosesi Upacara Adat Kematian. ■ Lakkian, menara tempat menaruh peti jenazah (tidak permanen).</p>	6	<p><i>Ma'kaburu' Tongkonan Rante Limbong</i></p> 	<p>Pagi-Siang 10.00-16.00 (Hari Menyesuaikan, Kegiatan mengarak jenazah menuju Pekuburan) Keterangan: ○ Area tempat orang-orang berkumpul untuk melakukan tarian Ma'Badong ■ Jenazah</p>
	<p><i>Tongkonan Pong Munda'</i></p> 			<p><i>Tongkonan Pong Munda'</i></p> 	

Berdasarkan Mapping untuk Kegiatan formal di atas, *Pangrampak* menjadi ruang yang hanya digunakan untuk ritual upacara adat. Pada saat ritual upacara adat berlangsung, kendaraan tidak diperkenankan memasuki *Pangrampak*. Pada kegiatan *Rambu Solo'* di atas, objek utama yaitu Jenazah yang berada di *Lakkian* berada di sebelah Barat *Banua Tongkonan*. Hal ini sejalan dengan penjelasan *Sampebulu'*, bahwa keluarga melakukan ritual *Rambu Solo'* bagi leluhur yang telah meninggal untuk mengganti statusnya menjadi *Todolo* yang bersemayam di *Puya* yang berada di sebelah barat *Tongkonan*. *Puang Matua* (Sang Pencipta), *Deata-deata* (Dewa-dewa), dan *Todolo* (Roh Leluhur) dipercaya melindungi manusia yang hidup dalam dunia.

- *Aluk Rambu Tuka'* (Hajatan/Syukuran) *Rambu Tuka'* adalah kata dalam Bahasa Toraja yang secara harafiah berarti asap yang naik atau arahnya ke atas, artinya asap persembahan itu naik ke langit sebelum matahari mencapai zenit. *Rambu Tuka'* sering juga disebut *aluk rampe matallo*, ritus-ritus di sebelah timur. Persembahan-persembahan tersebut dialamatkan kepada para dewa dan kepada para leluhur yang sudah menjadi dewa, yang sekarang dipercaya mendiami langit sebelah timur laut. Ritus-ritus dalam *Rambu Tuka'* dimaknai sebagai sebuah bentuk permohonan untuk mendapatkan berkat dan segala kebutuhan hidup di dunia ini [9]. Salah satu yang termasuk dalam Upacara *Rambu Tuka'* adalah *Mangrara banua/Merok* (Syukuran/Hajatan telah selesai membangun atau merenovasi *Banua Tongkonan*).

Salah satu yang termasuk dalam Upacara *Rambu Tuka'* adalah *Mangrara banua/Merok* (Syukuran/Hajatan telah selesai membangun atau merenovasi *Banua Tongkonan*). Pada kegiatan *Rambu Tuka'* di atas, objek utama yaitu *Kadinge'*/Kerbau muda yang disembelih di sebelah Timur *Banua Tongkonan* yang melaksanakan Syukuran/Hajatan sebagai persembahan kepada *Deata* (Dewa-dewa) sebagai satu dari tiga pelindung yang dipercaya melindungi manusia yang hidup dalam dunia.

Tabel 4. Kegiatan formal rambu tuka' (syukuran/hajatan) di pangrampak

Kegiatan	Waktu dan Keterangan
<i>Ma'patama Gandang</i>	Sore Hari 15.00-17.00 (1 Bulan-1 Minggu Sebelum Acara, Memasukkan gendang ke <i>Pangrampak</i> untuk latihan Menari menjelang Ritual Upacara Adat)
<i>Ma'pairu'</i> <i>Tongkonan Puntimendila</i>	Pagi-Sore 07.00-15.00 (Hari ke-1, Kegiatan Tari-tarian sebagai wujud sukacita Keluarga besar) Keterangan: ● Para perempuan penari ■ Gendang untuk mengiringi penari
<i>Tongkonan Pata'angka'</i>	
<i>Mantunu kadinge'</i> dan <i>Ma'rumpun Bai</i> <i>Tongkonan Puntimendila</i>	Pagi-Siang 07.00-14.00 (Hari ke-2, Menyembelih seekor kerbau muda yang dikurbankan pada saat Ritual Upacara Adat dan mempersiapkan babi yang akan dikurbankan pada saat Ritual Upacara Adat) Keterangan: ● <i>Kadinge'</i> /Kerbau muda yang dipersiapkan untuk prosesi Upacara Adat ● Orang yang menyembelih <i>Kadinge'</i> ■ <i>Lempo/Lettoan</i> , kandang babi
<i>Tongkonan Pata'angka'</i>	
<i>Mantunu bai/Bambangan Lempo</i> <i>Tongkonan Puntimendila</i>	Pagi-Siang 07.00-14.00



Kegiatan	Waktu dan Keterangan	Dampak Keseharian (Informal)	Aspek	Dampak Adat-Istiadat (Formal)
 <p><i>Tongkonan Pata'angka'</i></p> 	<p>(Hari ke-3, Menyembelih babi yang telah dipersiapkan keluarga untuk Ritual Upacara Adat)</p> <p>Keterangan: ● Babi yang telah disembelih disusun saat prosesi Ritual Upacara Adat</p>	<p>Memudahkan tuan rumah dan masyarakat sekitar untuk berinteraksi sosial</p> <p>Tersedia ruang terbuka yang dapat digunakan anak-anak untuk bermain, namun tetap dekat dari pengawasan orang tua</p> <p>Tersedia ruang untuk merawat hewan-hewan ternak</p> <p>Tersedianya tempat untuk pemasaran hewan-hewan ternak maupun barang dagangan</p>	<p>Sosial</p> <p>Ekonomi</p>	<p>Jalur sirkulasi manusia dan hewan yang sangat leluasa</p> <p>Ruang Sakral tempat dilaksanakannya sebagai Ritual Upacara Adat</p> <p>Menjadi salah satu simbol status sosial suatu <i>Tongkonan</i></p> <p>Menjadi salah satu faktor pendukung pelestarian Budaya Toraja</p> <p>Menjadi tempat interaksi sosial antara keluarga dan tamu yang hadir</p> <p>Mempererat tali persaudaraan dalam rumpun keluarga</p> <p>Menjadi salah satu faktor pendukung perputaran uang yang meningkat karena transaksi jual-beli hewan yang digunakan pada suatu Ritual Upacara Adat</p> <p>Menjadi salah satu faktor pendukung untuk meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) melalui Pajak Hewan</p> <p>Menjadi salah satu faktor pendukung untuk</p>

3.4. Dampak Pangrampak

Dengan adanya *Pangrampak* sebagai ruang komunal tentu ada dampak yang ditimbulkan. Berdasarkan pengamatan peneliti di lapangan, terdapat dampak dalam hal Arsitektur, Sosial, dan Ekonomi.

Tabel 5. Dampak pangrampak dalam kehidupan masyarakat toraja

Dampak Keseharian (Informal)	Aspek	Dampak Adat-Istiadat (Formal)
Ruang terbuka hijau dalam suatu pemukiman	Arsitektur	Ruang terbuka multifungsi dalam suatu pemukiman
Tersedia ruang terbuka yang dapat digunakan bersama		Ruang terbuka yang memungkinkan penambahan massa bangunan untuk pelaksanaan ritual Upacara Adat
Meningkatkan nilai estetika suatu <i>Tongkonan</i>		Ruang terbuka yang memungkinkan penambahan massa bangunan untuk generasi berikutnya
Jalur sirkulasi manusia, hewan dan kendaraan yang sangat leluasa		Massa antar bangunan menjadi kompak karena memiliki orientasi yang sama yakni memusat



Dampak Keseharian (Informal)	Aspek	Dampak Adat-Istiadat (Formal)
		meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) melalui Pariwisata
		Menjadi salah satu faktor pendukung meningkatkan popularitas daerah bagi kalangan wisatawan

jawab bersama segenap anggota rumpun keluarga dalam *Tongkonan* tersebut.



Gambar 2. Aspek-aspek vernakularitas: aspek teknis, aspek budaya, dan aspek lingkungan, pada kedua ranah dan unsur [10]

3.5. Hubungan *Pangrampak* dengan Teori Makna dan Arsitektur Vernakular

Menurut Turan Meter Dalam Mentayani, Ikaputra, dan Muthia [10], Arsitektur vernakular adalah arsitektur yang tumbuh dan berkembang dari arsitektur rakyat yang lahir dari masyarakat etnik dan berakar pada tradisi etnik, serta dibangun oleh tukang berdasarkan pengalaman (trial and error), menggunakan teknik dan material lokal serta merupakan jawaban atas setting lingkungan tempat bangunan tersebut berada dan selalu membuka untuk terjadinya transformasi.

Makna merupakan alat untuk melihat, memahami dan mengartikan lambang atau simbol, dimana makna dapat terungkap secara verbal (bahasa) atau melalui kata-kata dan non-verbal melalui benda atau tanda. Unsur makna sebagai pesan yang ingin disampaikan dan simbol sebagai media fisiknya [10].

Arsitektur vernakular memiliki dua ranah dan unsur, yaitu: Bentuk dan Makna. Unsur Bentuk berada dalam ranah Fisik, sedangkan unsur Makna berada dalam ranah Abstrak. Baik unsur Bentuk maupun unsur Makna, masing-masing memiliki 3 (tiga) aspek vernakularitas, yaitu: Teknis, Budaya, dan Lingkungan [10].

Aspek teknis pada *Pangrampak* dalam hal ini mengenai proses terbentuknya ruang *Pangrampak* melalui pola tata massa yang bersumber dari ajaran *Aluk Todolo* antara *Banua Tongkonan* dan *Alang* sebagai pembatasnya. Aspek Budaya pada *Pangrampak* menyangkut tempat pelaksanaan berbagai prosesi kegiatan Adat-istiadat, merupakan milik bersama dan menjadi tanggung

Aspek Lingkungan pada *Pangrampak* dalam hal ini sebagai ruang terbuka dalam *Tongkonan* yang mendukung berbagai kegiatan pengembangan kehidupan masyarakat Toraja yang sebagian besar bekerja di sektor pertanian dan peternakan.

3.6. Hubungan *Pangrampak* dengan Teori Ruang dan Tempat

Ruang (*Space*) lebih didefinisikan sebagai sebuah hal yang abstrak, sedangkan tempat (*Place*) diartikan sebagai sebuah entitas unik, *a special ensemble*, yang memiliki sejarah dan makna [11]. Dengan demikian, dalam konteks kegiatan keseharian, *Pangrampak* merupakan sebuah ruang, karena yang sifatnya multifungsi dan batasan yang tidak jelas sehingga kondisinya menjadi abstrak. Sedangkan dalam konteks kegiatan adat-istiadat, *Pangrampak* merupakan sebuah tempat yang memiliki batasan yang jelas, karena adanya penambahan massa berupa pondok-pondok yang menjadi pembatas ruang dan terdapat kondisi tertentu dalam ruang tersebut, dalam hal ini pelaksanaan ritual upacara adat yang memiliki sejarah dan makna dalam kehidupan masyarakat Toraja.

Pangrampak mencakup sisi samping *Banua Tongkonan* dan sisi samping *Alang* akan tetapi bagian ruang *Pangrampak* tersebut lebih sering dijadikan jalur sirkulasi pada saat kegiatan keseharian. Pada saat kegiatan Adat-istiadat, sisi samping *Banua Tongkonan* dan *Alang* ditutup dengan mendirikan pondok-pondok yang disebut *Ongan* pada saat kegiatan *Rambu Tuka'* dan disebut *Lantang* pada kegiatan *Rambu Solo'*, yang



berfungsi sebagai tempat bagi Pemangku Adat, Tamu, dan Keluarga jauh [6].

3.7. Peran, Fungsi, dan Makna *Pangrampak* dalam Arsitektur Toraja

Peran *Pangrampak* dibagi menjadi dua, yakni peran fungsional dan peran spasial. Peran fungsional antara lain, menjadi tempat untuk melaksanakan Kegiatan keseharian untuk pengembangan kehidupan masyarakat, dan menjadi tempat pelaksanaan Ritual Upacara Adat, baik *Rambu Tuka'* (Hajatan) maupun *Rambu Solo'* (Kedukaan). Peran spasial *Pangrampak* adalah menjadi ruang pengikat antar massa bangunan dalam *Tongkonan*, menjadi ruang demarkasi yang menjaga privasi pihak keluarga dan tamu, dan menjadi pusat orientasi massa bangunan dalam *Tongkonan*.

Fungsi *Pangrampak* dalam kegiatan Keseharian (Informal) yakni merupakan ruang komunal tempat interaksi sosial rumpun keluarga dengan masyarakat luas yang juga berfungsi sebagai tempat dilaksanakan berbagai kegiatan pengembangan kehidupan masyarakat dan interaksi sosial. Dalam kegiatan Adat-istiadat (Formal) *Pangrampak* merupakan ruang sakral yang menjadi sentral pelaksanaan berbagai prosesi dalam suatu ritual upacara adat.

Arsitektur vernakular memiliki dua ranah dan unsur, yaitu: Bentuk dan Makna, yang keduanya memiliki tiga aspek vernakularitas, yaitu: Teknis, Budaya, dan Lingkungan. Jika ketiga aspek tersebut dijadikan acuan untuk menggali makna *Pangrampak* dari dua sisi, yakni kegiatan keseharian dan kegiatan adat-istiadat, maka makna *Pangrampak* dalam kegiatan keseharian (Informal) adalah merupakan ruang terbuka di dalam suatu *Tongkonan* yang bersifat ruang komunal, sehingga dapat dikondisikan sifat pemakaian, pemeliharaan, dan pengawasannya, karena merupakan milik bersama, dan *Pangrampak* menjadi tempat interaksi sosial serta tempat melaksanakan berbagai kegiatan pengembangan kehidupan masyarakat. Sedangkan makna *Pangrampak* dalam kegiatan Adat-istiadat (Formal) adalah merupakan ruang terbuka dalam suatu *Tongkonan*, tempat penambahan massa bangunan yang akan digunakan dalam suatu ritual upacara adat,

Pangrampak menjadi sakral karena merupakan tempat dilaksanakannya semua prosesi dalam suatu ritual upacara adat yang selalu melibatkan masyarakat dalam jumlah besar dalam suatu wilayah adat.

3.8. *Pangrampak* dalam Arsitektur Nusantara

Arsitektur nusantara mengenal ruang komunal sebagai bagian dari kearifan lokal, dengan bukti konkretnya dapat terlihat pada pola ruang di berbagai rumah tradisional di Indonesia. *Pangrampak* sebagai bagian dari *Tongkonan* merupakan kearifan lokal yang menunjukkan keseragaman dengan kearifan lokal lain di wilayah nusantara dari aspek arsitektur sebagai ruang komunal. Ruang Komunal menjadi solusi bagi cara hidup masyarakat nusantara yang berpegang teguh pada prinsip gotong-royong.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data maka diperoleh kesimpulan bahwa Peran *Pangrampak* memiliki peran fungsional dan peran spasial. Peran fungsional antara lain, menjadi tempat untuk melakukan Kegiatan keseharian untuk pengembangan kehidupan masyarakat, dan menjadi tempat pelaksanaan Ritual Upacara Adat, baik *Rambu Tuka'* (Hajatan) maupun *Rambu Solo'* (Kedukaan). Peran spasial *Pangrampak* adalah menjadi ruang pengikat antar massa bangunan dalam *Tongkonan*, menjadi ruang demarkasi yang menjaga privasi keluarga dan tamu, dan menjadi pusat orientasi massa bangunan dalam *Tongkonan*.

Fungsi *Pangrampak* dalam kegiatan Keseharian (Informal) yakni merupakan ruang komunal tempat interaksi sosial rumpun keluarga dengan masyarakat luas yang juga berfungsi sebagai tempat dilaksanakan berbagai kegiatan pengembangan kehidupan masyarakat dan interaksi sosial. Dalam kegiatan Adat-istiadat (Formal) *Pangrampak* merupakan ruang sakral yang menjadi sentral pelaksanaan berbagai prosesi dalam suatu ritual upacara adat.

Makna *Pangrampak* dalam kegiatan keseharian (Informal) adalah merupakan ruang terbuka di dalam suatu *Tongkonan* yang bersifat ruang komunal, sehingga dapat dikondisikan sifat pemakaian, pemeliharaan, dan pengawasannya,



karena merupakan milik bersama, dan menjadi tempat interaksi sosial serta tempat melaksanakan berbagai kegiatan pengembangan kehidupan masyarakat. Sedangkan makna *Pangrampak* dalam kegiatan Adat-istiadat (Formal) adalah ruang terbuka dalam suatu *Tongkonan*, tempat penambahan massa bangunan untuk digunakan dalam ritual upacara adat, *Pangrampak* menjadi sakral karena merupakan tempat dilaksanakannya prosesi upacara adat yang melibatkan masyarakat di suatu wilayah adat.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Saharuddin, S.Sos. dan Pak Haerul Muayyar, S.Sos, selaku Staff Pascasarjana Departemen Arsitektur, Universitas Hasanuddin atas arahannya selama ini. Terima kasih juga kepada Narasumber *Tomina* Semuel Barumbun, Bapak Sismay Eliata Tulungallo, dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Referensi

- [1] Bararuallo, Frans. 2010. *Kebudayaan Toraja*. Yogyakarta: Pohon Cahaya.
- [2] Tangdilintin, L.T., 1975. *Tongkonan dengan Seni dan Koleksinya*. Tana Toraja: YALBU.
- [3] Sampebulu, Victor. 2010. *The Meaning of Tongkonan in Belief and Customs of Aluk Todolo*. Makassar.
- [4] Wirawan. 2012. *Teori-teori Sosial Dalam Tiga Paradigma*. Jakarta: KENCANA.
- [5] Moleong, Lexy J. 2016. *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi Revisi*. Jakarta: Remaja Rosdakarya.
- [6] Barumbun, Semuel. 2018. *Arsitektur Toraja*. Rantepao. 90 mins.
- [7] Lullunlangi, M, Sampebua'. 2003. *Arsitektur Tradisional Toraja Merupakan Ekspresi Aluk Todolo*, 9(3), 300-308.
- [8] Tulungallo, Sismay Eliata. 2019. *Arsitektur Toraja dan Aluk Todolo*. Rantepao. 60 mins.
- [9] Kobong, Theodorus. 2008. *Injil dan Tongkonan*. Jakarta: BPK Gunung Mulia.
- [10] Mentayani, Ikaputra, dan Muthia. 2017. *Menggali Makna Arsitektur Vernakular: Ranah, Unsur, dan Aspek-Aspek Vernakularitas*. Temu Ilmiah IPLBI 2017.
- [11] Roihanah, Ita. 2015. *Ruang Dan Tempat Urban: Antara Lokalitas Dan Universalitas*. Makassar.



Pengaruh Pembayangan terhadap Kenyamanan Termal pada Rumah Tinggal di Perumahan Bukit Baruga Antang Makassar

Jumriya^{1*}, Rosady Mulyadi¹, Baharuddin Hamzah¹

¹Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: jumriya04@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.03

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur kenyamanan termal alami dan mengetahui seberapa besar pengaruh tanaman peneduh terhadap kenyamanan termal alami didalam rumah tinggal. Rumah tinggal dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu rumah tinggal yang ada tanaman peneduh dan rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh. Data pengukuran statis dilakukan dengan beberapa variabel kenyamanan berupa suhu, kelembaban, dan kecepatan angin kemudian diukur menggunakan alat HOBO temp/RH logger dengan waktu pengukuran dari pukul 06.00-18.00 WITA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata temperatur tertinggi untuk rumah tinggal yang ada tanaman peneduh 30,2 °C dan rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh 31,3 °C. Kemudian rata-rata kelembaban tertinggi rumah tinggal yang ada tanaman peneduh 73% dan yang tidak ada tanaman peneduh 73%, dengan ini kelembaban berada pada zona yang nyaman. Sedangkan hasil rata-rata 0,19 m/s untuk kecepatan angin tertinggi rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh dan 0,65 m/s rumah tinggal yang ada tanaman peneduh. Hasil survey kenyamanan penghuni menunjukkan sebagian responden masih merasa nyaman namun tetap mengharapkan kondisi kenyamanan termal yang lebih sejuk lagi. Responden beradaptasi dengan kondisi lingkungannya dengan cara memilih pakaian yang nyaman dan tipis serta mengurangi kegiatan yang menimbulkan banyak keringat.

Abstract

The Effect of Shade on Thermal Comfort in Residential Houses in Bukit Baruga Antang Makassar. This research was conducted by measuring natural thermal comfort and knowing how much influence the shade plants have on natural thermal comfort in the house. Dwellings are grouped into two groups namely dwellings with shade plants and dwellings with no shade plants. Static measurement data is carried out with several comfort variables in the form of temperature, humidity, and wind speed and then measured using a HOBO temp / RH logger tool with measurement time from 06.00-18.00 WITA. The results showed that the average highest temperature for houses with shade plants was 30.2 ° C and houses without shade plants were 31.3 ° C. Then the highest average humidity of residential houses with 73% shade plants and 73% without shade plants, with this humidity is in the comfort zone. While the average yield of 0.19 m / s for the highest wind speed of houses without shade plants and 0.65 m/s of shade houses. The results of the occupants comfort survey show that some respondents still feel comfortable but still expect cooler conditions of thermal comfort. Respondents adapt to environmental conditions by choosing comfortable and thin clothing and reducing activities that cause a lot of sweat.

Kata Kunci: Kenyamanan termal, rumah tinggal, responden penghuni, tanaman peneduh

1. Pendahuluan

Makassar adalah salah satu kawasan strategis yang mengalami pertumbuhan yang sangat pesat diberbagai sektor dan menjadi penyebab tingginya pertumbuhan pembangunan perumahan. Bagi manusia rumah tinggal adalah tempat dimana mereka dapat beraktifitas sebebaskan mungkin oleh karena itu mereka membutuhkan kenyamanan untuk mengendalikan kondisi pribadi. Kenyamanan termal yaitu respon yang dirasakan

oleh sensor perasa kulit terhadap suhu di lingkungan sekitarnya berupa sensasi panas atau dingin. Menurut Olgay [1], kondisi iklim di sekitar dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan manusia. Tingkat produktivitas dapat mencapai titik maksimum jika kondisi iklim (seperti suhu udara, kelembaban, angin, hujan, dsbnya) memenuhi kebutuhan fisik manusia.

Ketidaknyamanan termal dapat diakibatkan karena suhu udara yang terlalu panas dan dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari yang



tinggi. Pembayangan adalah salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan untuk meminimalkan ketidaknyamanan termal akibat radiasi matahari langsung di ruang terbuka [2]. Seperti yang dikatakan oleh Wong dkk [3], dengan adanya vegetasi dapat menjadi peranan penting bagi iklim perkotaan dan iklim mikro didalam bangunan. Vegetasi selain memberikan kontribusi dalam menciptakan kenyamanan ruang didalam bangunan juga dapat memberi penghematan energi. Tanaman peneduh yang sudah dewasa biasanya memiliki percabangan yang tingginya lebih 3-4 meter dengan lebar tajuk yang dapat memberi keteduhan bagi penggunanya.

Berdasarkan penelitian Santoso dan Eddy Imam [4], suhu udara dalam ruangan dapat turun dengan ditempatkan penahan sinar matahari dari vegetasi yang ditempatkan secara vertical maupun horisontal. Tanaman peneduh dapat dipertimbangkan dalam pencapaian kenyamanan termal yang dapat dimanfaatkan dalam proses adaptasi manusia terhadap lingkungannya.

Standar kenyamanan termal yang dapat digunakan di Indonesia yaitu SNI T-14-1993-03, untuk temperature: Sejuk nyaman $20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $22,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Nyaman optimal $22,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, Hampir nyaman $25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $27,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Untuk kelembaban, sejuk nyaman kelembaban relatif 50%-80%, Nyaman optimal kelembaban relatif 70%-80%, hampir nyaman kelembaban relatif

60% - 70%. Tingkat aliran udara yang baik sebesar 0,25 - 1,5 m/s [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kenyamanan termal alami dan perilaku adaptif rumah tinggal pada kondisi yang nyata dengan mengetahui kenetralan kondisi termal, keterterimaan kondisi termal, dan preferensi kondisi termal penghuni dan penghuni saat merespon kondisi lingkungannya. Berdasarkan uraian diatas maka dianalisis perbedaan antara kondisi termal pada rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh dan rumah-rumah tinggal yang ada tanaman peneduh dengan dilakukan pengukuran temperatur, kelembaban dan kecepatan angin.

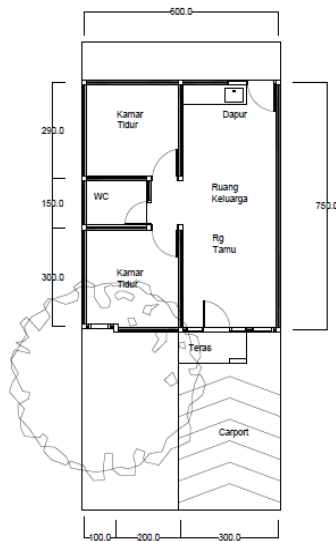
2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif merupakan metode penelitian yang lebih menekankan pada pengukuran secara objektif dan yang kualitatif adalah hasil akhir yang berupa angka dari persepsi penghuni yang diambil dan dimasukkan kedalam kategori kata-kata. Lokasi penelitian terletak di kawasan perumahan Bukit Baruga Antang, Kecamatan Manggala, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Bukit Baruga Antang

Penelitian dilakukan pada rumah-rumah tinggal yang dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu rumah tinggal yang ada tanaman peneduh dan rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh, dengan karakteristik luas lantai bangunan $\leq 54\text{m}^2$, tinggi plafon $\leq 3,5$ m. Tanaman peneduh dengan kriteria memiliki ketinggian batang sekitar $\pm 4\text{m}$ dari permukaan tanah, dengan kanopi berdiameter sekitar $\pm 6\text{m}$ dan jarak ± 3 meter dari dinding terluar bangunan. Untuk rumah tinggal yang ada tanaman peneduhnya, tanaman peneduhnya berada di bagian depan rumah tinggal (Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi tanaman peneduh

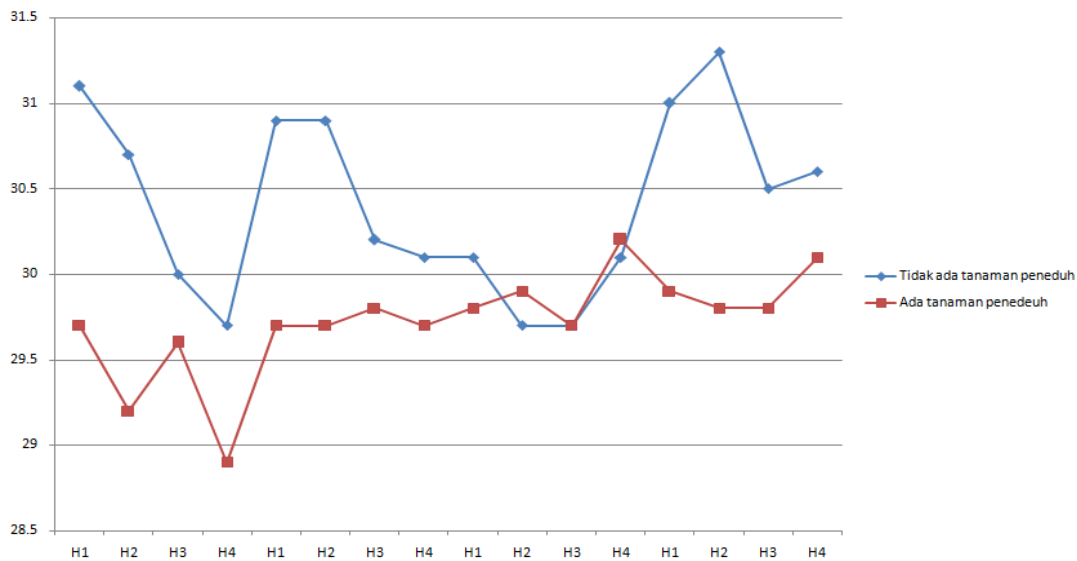
Kemudian data yang diukur yaitu kenyamanan termal yaitu temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin di dalam rumah tinggal. Ruang yang dilakukan pengukuran pada rumah tinggal yaitu ruang tamu, ruang keluarga, dan ruang tidur. Orientasi rumah diambil dengan kondisi orientasi yang berbeda-beda pada satu lingkungan perumahan. Adapun data penghuni yang diambil

menggunakan kuesioner yang diisi bersamaan saat pengukuran dilakukan yaitu mengenai tingkat kenyamanan yang dirasakan penghuni.

Hasil penelitian terbagi menjadi dua yaitu data kuantitatif yang dilakukan dengan melakukan pengukuran secara langsung dengan menggunakan alat ukur HOBO temp/RH logger terhadap 3 variabel kenyamanan termal alami yaitu temperatur, kelembaban, kecepatan angin dan data kualitatif adalah hasil penelitian dari data kuesioner yang dibagikan kepada pengguna bangunan rumah tinggal sehingga dapat diketahui sensasi termal yang dirasakan di dalam rumah tinggal oleh penghuni.

3. Hasil dan Pembahasan

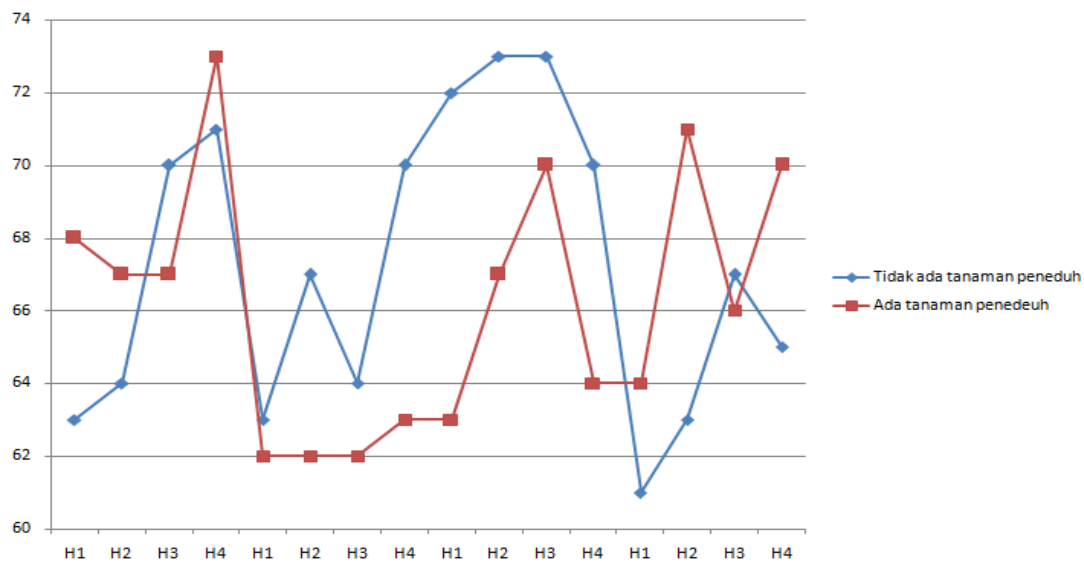
Hasil pengukuran temperature dapat dilihat pada Gambar 3, dimana temperatur udara dalam rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh pada tanggal 15-30 November 2018 dari pukul 06.00:18.00 WITA menunjukkan rata-rata $30,39\text{ }^\circ\text{C}$ dengan nilai maksimum $31,27\text{ }^\circ\text{C}$ dan nilai minimum $29,72\text{ }^\circ\text{C}$. Sedangkan rumah-rumah tinggal yang ada tanaman peneduh pada tanggal 01-16 Desember 2018 menunjukkan rata-rata $29,72\text{ }^\circ\text{C}$ dengan nilai maksimum $30,15\text{ }^\circ\text{C}$ dan nilai minimum $28,96\text{ }^\circ\text{C}$. Dari hasil yang ditunjukkan temperatur pada rumah-rumah tinggal tersebut jauh diatas zona nyaman dan dapat disimpulkan bahwa kondisi kenyamanan termal untuk rumah tinggal di Perumahan Bukit Baruga Antang diatas zona nyaman yaitu $>27,1\text{ }^\circ\text{C}$, jika dibandingkan dengan standar kenyamanan termal SNI T-14-1993-03 yaitu hampir nyaman $25,8\text{ }^\circ\text{C} - 27,1\text{ }^\circ\text{C}$. Dari hasil uji t dapat disimpulkan kelompok rumah tinggal memiliki temperatur yang tidak sama.



Gambar 3. Hasil pengukuran temperatur (°C) rumah tinggal

Dalam makalah ini, perhitungan stabilitas kapal lebih ditekankan pada stabilitas statis pada kondisi intact (tidak ada kerusakan/gangguan pada kapal) dan Hasil penelitian kelembaban udara dapat dilihat pada Gambar 2, kelembaban udara dalam rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh menunjukkan rata-rata 67% dengan nilai maksimum 73% dan nilai minimum 61%. Sedangkan rumah-rumah tinggal yang ada tanaman peneduh menunjukkan rata-rata 65% dengan nilai maksimum 73% dan nilai minimum

61%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kelembaban udara rumah-rumah tinggal di Perumahan Bukit Baruga Antang sudah cukup nyaman karena berada pada zona nyaman jika dibandingkan dengan standar SNI T-14-1993-03 menunjukkan kelembaban relatif zona sejuk nyaman 50% - 80%. Dari hasil uji t dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan kelembaban yang signifikan pada rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh dan yang ada tanaman peneduhnya.

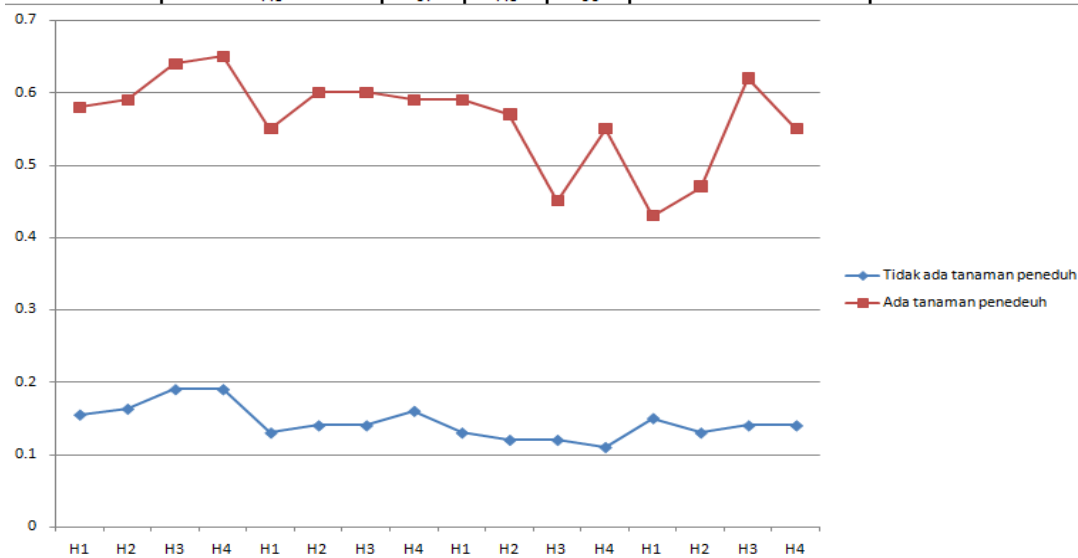


Gambar 4. Hasil pengukuran kelembaban (%) rumah tinggal



Hasil penelitian kecepatan aliran udara dapat dilihat pada Gambar 3, kecepatan aliran udara dalam rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh menunjukkan rata-rata 0,15 m/s dengan nilai maksimum 0,19 m/s dan nilai minimum 0,11 m/s. Sedangkan rumah-rumah tinggal yang ada tanaman peneduh menunjukkan rata-rata 0,58 m/s dengan nilai maksimum 0,65 m/s dan nilai minimum 0,43 m/s. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa kondisi kenyamanan

termal untuk rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh berada dibawah zona nyaman dan kondisi kenyamanan termal rumah tinggal yang ada tanaman peneduh sudah berada di zona nyaman jika dibandingkan dengan standar kecepatan aliran udara (0,25 - 1,5m/s menurut Lippsmeir [5]). Dari hasil uji t dapat disimpulkan terdapat perbedaan kecepatan angin pada rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh dan yang ada tanaman peneduhnya.



Gambar 5. Hasil pengukuran Kecepatan aliran udara rumah tinggal

4. Hasil Survei Responden

Hasil survei dari persepsi kenetralan termal dapat dilihat pada tabel 1, diukur menggunakan nilai yang terbagi menjadi 7 kriteria yang disesuaikan dengan standar skala ASHRAE yaitu dingin (-3), sejuk (-2), agak sejuk (-1), netral (0), agak hangat (1), hangat (2), panas (3). Berdasarkan hasil yang didapat pada tabel 1 secara umum responden pada kelompok rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh sebesar 75 % dan sebagiannya lagi memilih netral nyaman dengan persentase sebesar 25%. Sedangkan untuk kelompok rumah tinggal yang ada tanaman peneduhnya responden memilih 91,1 % untuk kondisi netral nyaman, 7,1 % untuk kondisi agak hangat dan 1,8 % memilih kondisi agak sejuk. Sehingga dapat disimpulkan responden pada rumah tinggal yang ada tanaman peneduh sudah cukup merasa nyaman pada kondisi kenetralan

termal mereka berbeda untuk responden pada rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh lebih memilih kondisi yang agak hangat.

Tabel 1. Data kenetralan termal

Kriteria dan nilai		Tidak ada tanaman peneduh (%)	Ada tanaman peneduh (%)
Dingin -3	-3	0	0
Sejuk -2	-2	0	0
Agak sejuk -1	-1	0	1,8%
Netral nyaman 0	0	25%	91,1%
Agak hangat 1	1	75%	7,1%
Hangat 2	2	0	0
Panas 3	3	0	0

Hasil survei preferensi termal dapat dilihat pada Tabel 2, rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh terlihat 95,8% memilih lebih



sejuk dan 4,2% memilih tidak ada perubahan, sedangkan rumah tinggal yang ada tanaman peneduhnya 91,1% memilih lebih sejuk dan 8,9% memilih tidak ada perubahan.

Tabel 2. Data preferensi termal

Kriteria dan nilai		Tidak ada tanaman peneduh (%)	Ada tanaman peneduh (%)
Lebih sejuk	-1	95,8%	91,1%
Tidak ada perubahan	0	4,2%	8,9%
Lebih hangat	1	0	0

Sedangkan hasil survei untuk keterterimaan termal dapat dilihat pada tabel 3, responden yang memilih sudah sesuai dengan kondisi tubuhnya sebanyak 31,9% dan yang memilih tidak sesuai sebanyak 68,1% untuk rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh, sedangkan untuk rumah-rumah tinggal yang ada tanaman peneduh yaitu 69,6 % memilih ya sudah sesuai dan 30,4% memilih tidak sesuai.

Tabel 3. Data keterterimaan termal

Kriteria dan nilai		Tidak ada tanaman peneduh (%)	Ada tanaman peneduh (%)
Ya (sudah sesuai)	0	31,9%	69,6%
Tidak sesuai	1	68,1%	30,4%

Hasil survei kondisi kecepatan aliran udara dapat di lihat pada tabel 4, Pada penilaian kondisi angin terdapat 5 nilai yaitu lebih sangat sesuai (-2), cukup sesuai (-1), sudah sesuai (0), tidak sesuai (1), sangat tidak sesuai (2). Semakin ke arah positif nilainya maka dapat diartikan penghuni cenderung merasa tidak sesuai, sedangkan apabila hasilnya negatif berarti penghuni cenderung merasakan kondisi aliran angin yang lebih sesuai. Pada tabel 4 menyatakan bahwa rumah-rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh sebesar 8,3 % memilih cukup sesuai, 59,7% memilih sudah sesuai dan 31,9% memilih tidak sesuai. Sedangkan untuk rumah-rumah tinggal yang ada tanaman peneduh 100% memilih sudah sesuai. Namun para penghuni

rumah tinggal di perumahan bukit baruga ini tetap masih mengharapkan lebih banyak aliran udara lagi.

Tabel 4. Data kecepatan aliran udara

Kriteria dan nilai		Tidak ada tanaman peneduh (%)	Ada tanaman peneduh (%)
Sangat sesuai	-2	0	0
Cukup sesuai	-1	8,3%	0
Sudah sesuai	0	59,7%	100%
Tidak sesuai	1	31,9%	0
Sangat tidak sesuai	2	0	0

Hasil survei kondisi kelembaban rumah tinggal dapat dilihat pada tabel V, Pada penilaian kondisi kelembaban terdapat 5 nilai yaitu sangat lembab (-2), sedikit lembab (-1), sudah pas (0), agak kering (1), sangat kering (2). Semakin ke arah positif nilainya maka dapat diartikan penghuni cenderung merasakan terlalu kering, sedangkan apabila hasilnya negatif berarti penghuni cenderung merasakan kondisi sangat lembab. Pada tabel 5 menunjukkan untuk rumah tinggal yang tidak ada tanaman peneduh responden memilih kondisi kelembaban yang sudah pas sebanyak 97,2% dan 2,8% untuk kondisi yang agak kering, sedangkan pada rumah tinggal yang ada tanaman peneduh 100% responden memilih kondisi kelembaban sudah pas. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa kondisi kelembaban pada rumah-rumah tinggal di Perumahan Bukit Baruga Antang sudah cukup nyaman.

Tabel 5. Data kondisi kelembaban

Kriteria dan nilai		Tidak ada tanaman peneduh (%)	Ada tanaman peneduh (%)
Sangat lembab	-2	0	0
Sedikit lembab	-1	0	0
Sudah pas	0	97,2%	100%
Agak kering	1	2,8	0
Sangat kering	2	0	0

Nilai tingkat aktivitas penghuni rata-rata 1, karena para penghuni lebih sering menghabiskan waktu mereka di rumah dengan bersantai seperti



berbaring, menonton, duduk, membaca dan tidur. Kegiatan-kegiatan tersebut nilai tingkat aktivitasnya sama dengan 1. Adaptasi yang dilakukan para penghuni untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yaitu mereka lebih sering memilih jenis pakaian yang cukup nyaman, tidak terlalu tebal dan mengurangi penggunaan pakaian yang berlapis. Penyesuaian di dalam rumah juga dilakukan dengan mengurangi aktivitas yang memicu banyak keringat.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dapat kita simpulkan untuk dua kelompok rumah tinggal perbedaan yang dapat dilihat pada temperatur dan kecepatan angin. Untuk hasil penelitian kecepatan angin pada rumah tinggal yang ada tanaman peneduhnya berada pada zona nyaman yaitu sebesar 0,65 m/s, hal ini dikarenakan salah satu manfaat dari tanaman peneduh yaitu dapat memaksimalkan angin dan mengarahkan angin kedalam bangunan. Sedangkan untuk temperatur menunjukkan selisih yang masih sangat kecil sekitar 0,67 °C. Hasil dari penelitian kelembaban untuk kedua kelompok rumah tinggal sudah mencapai standar yaitu berkisar pada 60-80%. Dengan demikian pengaruh pembayangan dari tanaman peneduh mempengaruhi kecepatan angin pada rumah tinggal yang ada tanaman peneduhnya dan kondisi kelembaban masih berada pada zona yang nyaman.

Meskipun dari hasil penelitian menunjukkan hasil temperatur yang tinggi, namun secara keseluruhan responden masih merasakan kondisi yang nyaman dan mereka masih mengharapkan kondisi kenyamanan termal yang lebih baik lagi, kemungkinan responden masih dapat menerima kondisi saat ini karena sudah terbiasa terhadap kondisi yang mereka rasakan. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut agar hasil pengaruh tanaman peneduh terhadap kenyamanan termal lebih akurat lagi.

Referensi

- [1] Olgyay, V. 1963. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princenton University Press, New Jersey, USA.
- [2] Lexi, Alex, 2008. Pengaruh Pembayangan Massa Bangunan terhadap Radiasi Panas Matahari di Ruang Terbuka Kawasan Tropis yang terletak pada Garis lintang 7° LS, Yogyakarta.
- [3] Wong, N.H, A.Y.K. Tan, Tan P.Y, Chiang K, and Wong N.C. 2010. *Accoustics Evaluation of Vertical Greenery System for Building Walls*. Building and Environment.
- [4] Santoso, Eddy Imam, "Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan Di Daerah Beriklim Tropis Lembab", Dalam *Jurnal Indonesia Green Teknologi* Vol. No.1, 2012.
- [5] Lippsmeier, George, 1994. *Bangunan Tropis*. (S. Nasution Penerjemah). Jakarta, Erlangga.



Estimasi Kendaraan Truk pada Jalan Poros Malino Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

Mukhtar Lutfie^{1,2*}, Lawalenna Samang², Sakti Adji Adisasmita², Muhammad Isran Ramli²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Luwuk
Jalan K.H. Ahmad Dahlan No. 79 Luwuk Banggai

²Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: mukhtarluwuk09@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.04

Abstrak

Seiring bertambahnya kendaraan truk mempunyai peran signifikan dalam pengangkutan material bangunan untuk kebutuhan pembangunan infrastruktur di wilayah Sulawesi Selatan. Namun demikian, pengoperasian truk pada jaringan jalan perkotaan untuk kegiatan tersebut, telah membawa isu permasalahan dampak lingkungan berupa peningkatan emisi kendaraan. Sebagai studi terhadap permasalahan ini, maka makalah ini berfokus untuk menganalisis komposisi truk terhadap lalu lintas pada jalan Poros Malino Gowa-Makassar. Studi ini telah melakukan survei pencacahan volume lalu lintas kendaraan truk selama 12 jam dari pukul 06:00 hingga pukul 18:00. Hasil survei tersebut diekstraksi untuk mendapatkan estimasi kendaraan truk dalam sehari. Analisis lebih lanjut terhadap komposisi jenis truk sepanjang hari dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis statistik untuk melihat fenomena dominasi jenis truk yang disurvei. Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa tingkat komposisi jenis kendaraan truk Engkel Tunggal 2,68%, Engkel Ganda 84,00%, Trintin 0,00%, Tronton 12,64%, dan Trinton 0,38%. Hasil analisis memperlihatkan bahwa persentase jenis truk tertinggi jumlahnya dan mendominasi truk lainnya adalah kendaraan truk Engkel Ganda.

Abstract

Truck Vehicle Estimation on the Malino Axis Road, Gowa Regency, South Sulawesi. As more trucks have a significant role in transporting building materials for infrastructure development needs in South Sulawesi. However, truck operations on the urban road network for these activities have brought environmental issues of increased vehicle emissions. As a study of this problem, this paper focuses analyzing composition of truck traffic on Poros Malino road Gowa-Makassar. This study has conducted an enumeration survey of traffic volume of truck vehicles for 12 hours from 06:00 to 18:00. The survey results were extracted to obtain the composition of truck vehicles in a day. Further analysis of the composition of truck types throughout the day was conducted using a statistical analysis approach to see the dominant phenomena of the types of trucks surveyed. Based on the above data it can be seen that the level composition of truck type Single Engkel 2.68%, Engkel Double 84.00%, Trintin 0.00%, Tronton 12.64%, and Trinton 0.38%. The analysis shows that the highest percentage of truck types and dominates other trucks is the double crank truck.

Kata Kunci: Estimasi, poros Malino, Sulawesi Selatan, truck percentage

1. Pendahuluan

Perkembangan transportasi sejalan dengan pertumbuhan penduduk, kenaikan pendapatan, pertumbuhan kepemilikan kendaraan, perluasan kota, serta peningkatan aktifitas ekonomi maupun sosial. Di sisi lain, terdapat kondisi yang tidak sebanding antara laju pertumbuhan kendaraan dengan penambahan pembangunan jalan di setiap tahunnya, tiap tahun jumlah kendaraan terus

bertambah terutama kendaraan berat pengangkut barang dan materil atau kendaraan truk.

Perkembangan transportasi sejalan dengan pertumbuhan penduduk, kenaikan pendapatan, pertumbuhan kepemilikan kendaraan, perluasan kota, serta peningkatan aktifitas ekonomi maupun sosial. Di sisi lain, terdapat kondisi yang tidak sebanding antara laju pertumbuhan kendaraan dengan penambahan pembangunan jalan di setiap tahunnya, sehingga dapat mengakibatkan



meningkatnya kecelakaan, kemacetan, dan tundaan di jalan.

Rekomendasi pasca mediasi antara Pemerintah Kota Makassar dan Pemerintah Kabupaten Gowa, seharusnya ditindaklanjuti dengan serius berupa kajian komprehensif terkait operasional truk 10 roda. Kepala Laboratorium Riset Rekayasa Sistem Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, mengungkapkan bahwa sampai saat ini belum ada kajian menyeluruh terkait hal itu. Ia pesimis hal ini bisa dilakukan oleh kedua daerah.

Muatan truk 10 roda memang harus dijadikan pertimbangan evaluasi, terutama dampaknya bagi kemacetan kota dan pertimbangan ekonomi. Makanya, jika hasil kajian usai, maka bisa saja memang ada pengecualian antara truk yang hanya melintas dengan truk yang bolak-balik dalam kota.

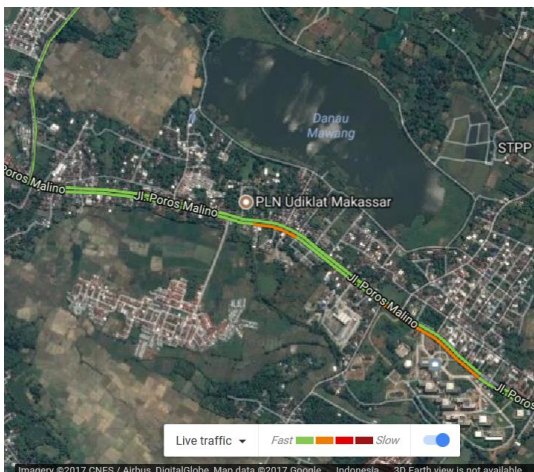
Lutfie, dkk. [1] menjelaskan bahwa komposisi truk terhadap volume lalu lintas yang ada cukup kecil: 0,381% s/d 8,67%, di mana tingkat distribusi frekuensinya sepanjang hari tidak sama untuk semua jalan arteri di Kota Makassar

Atas dasar itu, maka perlu untuk melakukan penelitian tentang estimasi dan proporsi persentase kendaraan truk di ruas jalan Poros Malino Gowa Sulawesi Selatan.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Data primer diperoleh dari lokasi studi penelitian ini terletak pada ruas jalan Poros Malino Gowa yang terdiri dari dua arah jalan.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Klasifikasi jenis kendaraan truk berdasarkan konfigurasi sumbu yang diteliti pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Klasifikasi kendaraan truk berdasarkan konfigurasi sumbu

Jenis Truk	Jumlah Sumbu	Jumlah Ban	Konfigurasi
Truk Engkel Tunggal	2	4	1 - 1
Truk Engkel Ganda	2	6	1 - 2
Truk Trintin	3	8	1.1 - 2
Truk Tronton	3	10	1 - 2.2
Truk Trailer Engkel	4	14	1.2 - 2.2

Sumber: Wikipedia [2]

2.2. Persamaan Persentase

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan persentase truk adalah sebagai berikut [3]:

$$\%truk = \frac{n}{\sum n} \times 100 \quad (1)$$

2.3. Studi Sebelumnya

Sebagai studi awal sebelumnya terhadap permasalahan, telah dilakukan analisis komposisi truk terhadap lalu lintas pada jaringan jalan perkotaan dengan studi kasus di Kota Makassar. Hasil analisis memperlihatkan bahwa komposisi truk terhadap volume lalu lintas yang ada cukup kecil: 0,381% s/d 8,67%, dimana tingkat distribusi frekuensinya sepanjang hari tidak sama untuk semua jalan arteri di Kota Makassar.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2016 di ruas Jalan Poros Malino Gowa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey untuk mendapatkan data volume kendaraan truk yang mendominasi saat melintas di ruas jalan. Survey lapangan kinerja lalu lintas mencakup volume kendaraan yang melintas berdasarkan jenis kendaraan truk di ruas jalan tersebut.

Studi ini telah melakukan survei pencacahan volume lalu lintas selama 12 jam dari pukul 06:00 hingga pukul 18:00 pada ruas jalan Poros Malino Gowa. Hasil survei tersebut diekstraksi untuk mendapatkan komposisi jenis kendaraan truk

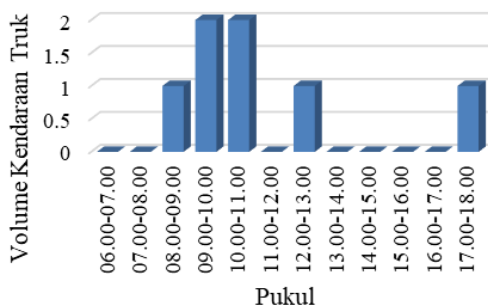


terhadap volume lalu lintas yang ada. Analisis lebih lanjut terhadap komposisi truk sepanjang hari dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis statistik deskriptif untuk melihat fenomena kendaraan truk yang mendominasi sepanjang hari pada ruas jalan perkotaan yang disurvei.

Proses analisa data dilakukan untuk mengetahui volume dan persentase jenis kendaraan truk dan yang dominan melewati ruas jalan Poros Malino pada interval waktu pagi, siang, dan sore dilakukan dengan menggunakan analisis statistik melalui program *Mic. Excel 2013 for windows*.

3. Hasil dan Pembahasan

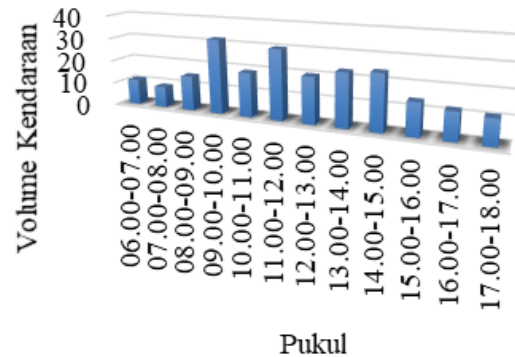
Dari data truk yang diambil, maka dapat diperoleh analisis dan pembahasan sebagai berikut:



Gambar 2. Volume engkel tunggal

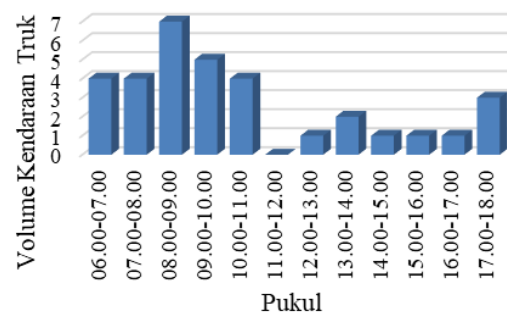
Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa Volume kendaraan Engkel Tunggal tertinggi yang melewati jalan Poros Malino yaitu pada pukul 09.00 – 11.00 dengan jumlah masing-masing 2 kendaraan perjam sedangkan volume terendah pada waktu pagi berada pada pukul 06.00 – 08.00, waktu siang pada pukul 11.00 – 12.00 dan pukul 13.00 – 14.00 sedangkan pada waktu sore pada pukul 14.00 – 17.00 dengan jumlah kendaraan 0.

Volume kendaraan Engkel Ganda tertinggi yang melewati jalan Poros Malino terletak pada pukul 09.00 – 10.00 dengan jumlah sebanyak 32 kendaraan sedangkan jumlah volume terendah yang berjalan pada waktu pagi pada pukul 07.00 – 08.00 dengan jumlah 9 kendaraan.



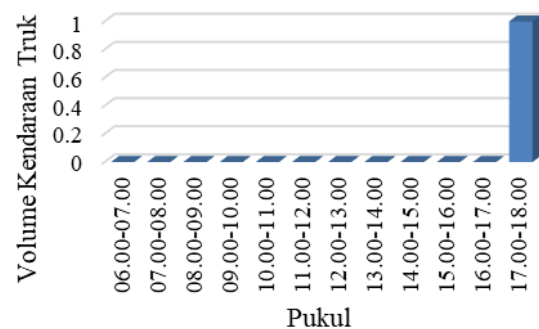
Gambar 3. Volume engkel ganda

Volume kendaraan Trinton tidak terlihat melewati jalan Poros Malino Gowa-Makassar.



Gambar 4. Volume trinton

Volume kendaraan Trinton tertinggi yang melewati jalan Poros Malino berada pada pukul 08.00 – 09.00 dengan jumlah 7 kendaraan sedangkan volume terendah terjadi pada waktu pagi pukul 11.00 – 12.00 pasalnya tidak ada kendaraan ini yang berjalan pada waktu tersebut.



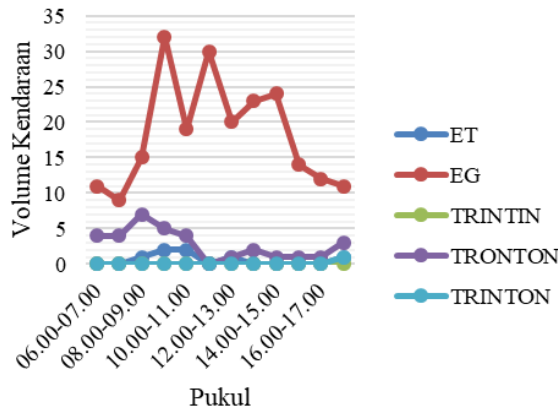
Gambar 5. Volume trinton

Volume kendaraan Trinton yang melewati jalan Poros Malino hanya berjumlah satu buah truk yang berjalan pada pukul 17.00 – 18.00, artinya kendaraan ini tidak terlihat berjalan pada pukul 06.00 – 17.00.



Dari empat jenis klasifikasi kendaraan, volume kendaraan truk yang paling dominan adalah Engkel Ganda (84%), di mana volume kendaraan ini, tertinggi di Jalan Poros Malino Gowa pada waktu pagi pukul 09.00 – 10.00 (39 unit/jam) dan terendah (13 unit/jam) pada waktu pagi pukul 07.00 – 08.00.

Analisis estimasi jenis kendaraan truk diambil berdasarkan hasil survei yang telah dihitung volume kendaraan, jumlah persentase kendaraan dan kendaraan truk dominan yang melewati ruas jalan Poros Malino sehingga dapat disajikan dalam bentuk tabel dan *chart* seperti di bawah ini:



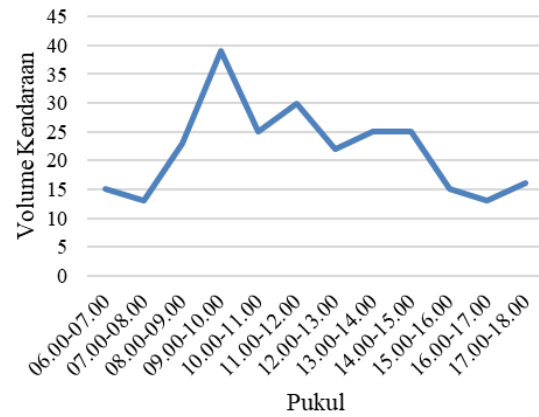
Gambar 6. Volume jenis kendaraan truk

Untuk mengetahui volume jenis kendaraan truk pada ruas jalan Poros Malino, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Volume total jenis kendaraan truk

Pukul (WITA)	Volume Kendaraan Per Jam
06.00-07.00	15
07.00-08.00	13
08.00-09.00	23
09.00-10.00	39
10.00-11.00	25
11.00-12.00	30
12.00-13.00	22
13.00-14.00	25
14.00-15.00	25
15.00-16.00	15
16.00-17.00	13
17.00-18.00	16
Total	261

Untuk mengetahui volume total seluruh jenis kendaraan truk pada saat jam tertinggi sampai terendah, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Volume total seluruh jenis kendaraan truk

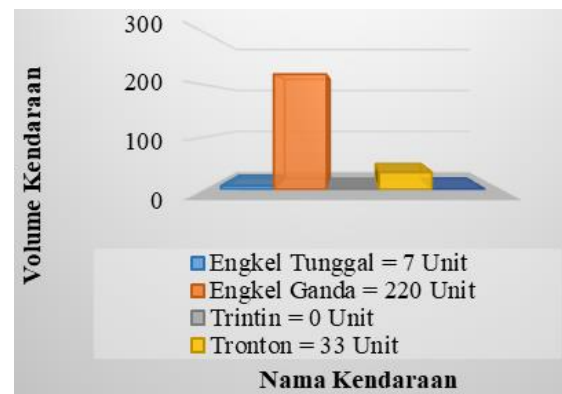
Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa volume seluruh kendaraan truk pada ruas jalan Poros Malino tertinggi jumlahnya berada pada pukul 09.00 – 10.00 dengan jumlah 39 kendaraan truk sedangkan volume kendaraan truk dengan jumlah terendah pada waktu pagi pukul 07.00 – 08.00 dan waktu sore pukul 16.00 – 17.00 dengan jumlah 13 truk.

Dari hasil pengambilan data, dapat diketahui volume kendaraan truk pada ruas jalan Poros Malino, seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Volume jenis kendaraan truk

Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan Perhari
Engkel Tunggal	7
Engkel Ganda	220
Trintin	0
Tronton	33
Trinton	1
Total	261

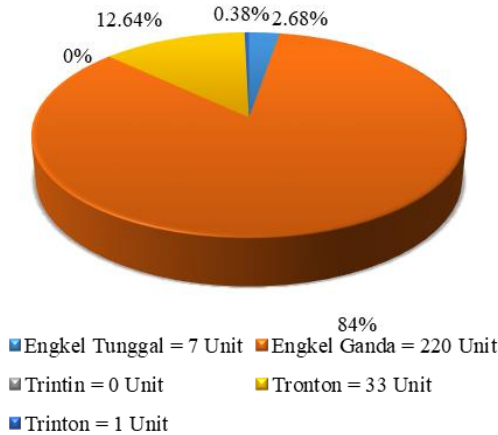
Sedangkan dalam bentuk gambar, volume kendaraan truk, dapat dilihat seperti di bawah ini:



Gambar 8. Volume jenis kendaraan truk



Dari gambar tersebut memperlihatkan bahwa bahwa kendaraan truk Engkel Ganda mendominasi kendaraan truk lainnya dengan jumlah 220 unit atau sebesar 84%. Persentase volume truk tertinggi sampai terendah, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9. Persentase jenis kendaraan truk

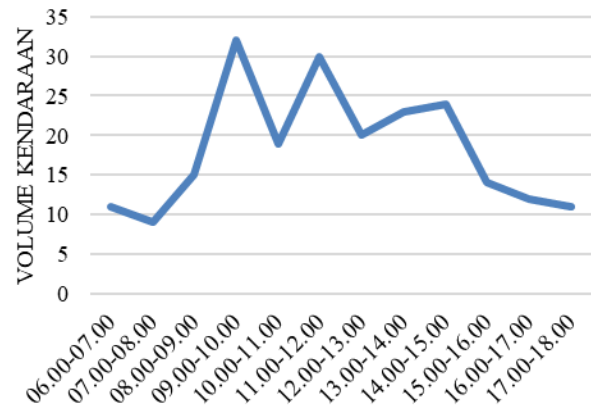
Dari Gambar di atas memperlihatkan bahwa bahwa persentase kendaraan Engkel Tunggal sebesar 2,68%, kendaraan Engkel Ganda sebesar 84%, kendaraan Trintin sebesar 0%, kendaraan Tronton sebesar 12,64% dan kendaraan Trintin sebesar 0,26%. Volume kendaraan truk tertinggi jumlahnya pada kendaraan Engkel Ganda Sedangkan kendaraan truk dengan volume terendah terdapat pada kendaraan Trintin.

Untuk mengetahui volume kendaraan Engkel Ganda sebagai kendaraan truk paling dominan pada ruas jalan Poros Malino, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Volume kendaraan engkel ganda

Pukul (WITA)	Volume Kendaraan Engkel Ganda PerJam
06.00-07.00	11
07.00-08.00	9
08.00-09.00	15
09.00-10.00	32
10.00-11.00	19
11.00-12.00	30
12.00-13.00	20
13.00-14.00	23
14.00-15.00	24
15.00-16.00	14
16.00-17.00	12
17.00-18.00	11
Total	220

Untuk mengetahui volume kendaraan Engkel Ganda pada saat jam tertinggi sampai terendah, dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 10. Volume kendaraan engkel ganda

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis hasil maka kesimpulan dari hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa persentase kendaraan Engkel Tunggal sebesar 2,68%, kendaraan Engkel Ganda sebesar 84%, kendaraan Trintin sebesar 0%, kendaraan Tronton sebesar 12,64% dan kendaraan Trintin sebesar 0,26%.

Volume Engkel Ganda merupakan jenis truk yang mendominasi kendaraan truk yang melewati jalan Poros Malino Gowa yaitu 84%. Volume kendaraan Engkel Ganda tertinggi melewati jalan Poros Malino yaitu pada pukul 09.00 – 10.00 dengan jumlah sebanyak 32 kendaraan dan Volume kendaraan Engkel Ganda terendah melewati jalan tersebut yaitu pada pukul 07.00 – 08.00 dan pukul 16.00-17.00 dengan jumlah sebanyak 13 kendaraan.

Hasil-hasil pada studi ini telah memberikan gambaran awal terhadap estimasi komposisi truk pada ruas jalan Poros Malino Gowa, dan lebih jauh dapat digunakan untuk menentukan jenis kendaraan truk dan waktu pengambilan data saat pagi, siang, dan sore hari pada studi emisi truk secara dinamis yang akan dilakukan pada studi-studi lanjutan di masa mendatang.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih, yang sebesar-besarnya atas dukungan Kementerian Riset dan Teknologi



Dikti, Universitas Muhammadiyah Luwuk, Universitas Hasanuddin Makassar dan Koordinator Perguruan Tinggi Swasta (Kopertis) Wilayah IX di Makassar. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang ikut membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- [1] Lutfie, M., Samang, L., Sakti A, Ramli, I. 2014. Analisis Komposisi Truk Pada Jaringan Jaringan Jalan Perkotaan Di Kota Makassar. *Prosiding, 17th FSTPT International Symposium Jember University, 22-24 Agustus 2014*. Jember, Indonesia. Hal. 394-404.
- [2] <https://id.wikipedia.org/wiki/Truk>.
- [3] Sugiyono. 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta.



Pemenuhan Prasarana Jalan dan Drainase Permukiman Kelurahan Tanah Kongkong Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan

Sunandar Syamsuddin^{1*}, Suharman Hamzah¹, M. Asad Abdurrahman¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: nandarsyam@gmail.com

DOI: DOI: 10.25042/jpe.052019.05

Abstrak

Pertumbuhan penduduk di Kelurahan Tanah Kongkong semakin meningkat sehingga kebutuhan akan penyediaan prasarana jalan dan drainase permukiman meningkat pula. Isu tentang prasarana jalan adalah masih ada wilayah yang belum ada jalan, jalan pemukiman sempit dan jalan setapak yang kurang. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa dan mengevaluasi pemenuhan prasarana jalan dan drainase permukiman di kelurahan Tanah Kongkong Kabupaten Bulukumba. Penelitian ini menggunakan desain penelitian evaluatif dengan pendekatan kuantitatif-dekriptif. Pengambilan data primer melalui survey, observasi dan kuesioner pada pengguna jalan dan drainase. Data survey diolah dengan menampilkan existing prasarana jalan dan drainase. Data kuesioner diolah dengan metode *Importance Performance Indikator* (IPA) untuk menampilkan informasi berkaitan dengan faktor-faktor pelayanan yang menurut responden sangat mempengaruhi kepuasan mereka serta faktor-faktor pelayanan yang saat ini belum memuaskan responden sehingga harus ditingkatkan. Sedangkan metode *Customer Satisfaction Index* (CSI) digunakan untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna jalan dan drainase secara menyeluruh. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kepuasan masyarakat menggunakan metode *Customer Satisfaction Index* (CSI) diperoleh nilai CSI sebesar 69% artinya masyarakat **Puas** dengan kinerja prasarana jalan. Terhadap evaluasi prasarana drainase persentase jumlah masyarakat yang terlayani drainase adalah sebesar 79,69% telah melebihi standar minimal, Analisa tingkat kepuasan dengan menggunakan metode *Customer Satisfaction Index* (CSI) diperoleh nilai sebesar 61,60% yang berarti masyarakat **Cukup Puas** dengan kinerja prasarana drainase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja pelayanan prasarana jalan dan drainase yang ada masih perlu ditingkatkan lagi.

Abstract

Provision of Road Infrastructure and Settlement Drainage in Tanah Kongkong Village, Bulukumba Regency, South Sulawesi Province. The increasing of population growth in Tanah Kongkong sub-district makes the need for the provision on road infrastructure and drainage habitation also increased. Issues on road infrastructure are the limitation of road availability on certain areas, narrow residential roads, and less of pathways. This research is carried out in order to analyze and evaluate the fulfillment of road infrastructure and drainage habitation at Tanah Kongkong Bulukumba regency. The design of this research is evaluative research with descriptive quantitative approach. The retrieval of primary data on this research employed techniques of survey, observation, and questioner which taken from the road users and drainage. Data which taken from survey is analyzed and presented on existing road infrastructure and drainage mode, meanwhile the data which taken from questioner is analyzed use *Importance Performance Indikator* (IPA) method in order to explain the information related to service factors which according to respondents, it greatly affect their satisfaction and those factors are not satisfactory at this moment, therefore it should be improved. Another method called *Customer Satisfaction Index* (CSI) is administered to find out the satisfactory level in overall of the road users and drainage. The results of this research reveal that level community satisfaction which measured using the method of *Customer Satisfaction Index* (CSI) obtained CSI value on 69% means people **Satisfied** with the performance of road infrastructure. For evaluation of drainage infrastructure, the percentage of the number of people used drainage is 76.69% means it has exceed the minimum standard. The satisfaction rate analysis using the *Customer Satisfaction Index* (CSI). obtained CSI value on 61.60% which means people **Fairly Satisfied** with the performance of drainage infrastructure. This results indicate that the performance of infrastructure on road and drainage services still needs to be improved.

Kata Kunci: Drainase pemukiman, evaluasi, kinerja, prasarana jalan



1. Pendahuluan

Pemerintah melalui Undang Undang Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman dalam konsiderannya menyatakan bahwa setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, yang merupakan kebutuhan dasar manusia [1]. Dalam Permendagri Nomor 9 tahun 2009 tentang Pedoman Penyerahan Prasarana, Sarana dan Utilitas Perumahan dan Permukiman di Daerah pada pasal 8 disebutkan bahwa prasarana perumahan dan permukiman antara lain adalah Jaringan jalan, dan jaringan saluran pembuangan air hujan (*drainase*) [2].

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air serta di atas permukaan air [3]. Sedangkan sistem drainase adalah rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal yang terdiri dari saluran penerima (*interseptor drain*), saluran pengumpul (*colector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*) [4].

Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah nomor 534/KPTS/M/2001 tentang standar pelayanan minimal bidang penataan ruang, perumahan, permukiman dan pekerjaan umum menetapkan standar pelayanan minimal untuk jaringan jalan Kota sebesar 0,6 km/1.000 penduduk dengan ratio luas jalan 5% dari luas wilayah, jalan lingkungan sebesar 40-60 m/ha dan jalan setapak sebesar 50-110 m/ha [5]. Selanjutnya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 01/PRT/M/2014 tentang standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang menjelaskan indikator penyediaan jalan untuk melayani kebutuhan masyarakat adalah persentase tingkat kondisi jalan baik dan sedang minimal sebesar 60%. Tingkat kondisi jalan dinilai berdasarkan nilai *International Roughness Index*

(IRI) yang dapat diperoleh menggunakan metode visual (*Road Condition Index/ RCI*) [6].

Jumlah penduduk di Kelurahan Tanah Kong Kong tiap tahun semakin meningkat. Seiring dengan itu kebutuhan prasarana permukiman jalan dan drainase meningkat pula. Isu yang berkembang dimasyarakat adalah masih ada wilayah yang belum ada jalan, sebagian jalan permukiman sempit dan jalan setapak yang masih kurang. Sementara itu banjir pada tanggal 28 Mei 2017 membuat sebagian masyarakat mempertanyakan tentang ketersediaan saluran drainase dan bagaimana pelayanan saluran drainase yang ada. Dengan demikian dibutuhkan suatu analisa terhadap existing prasarana jalan dan drainase serta menganalisa tingkat kepuasan masyarakat sehingga dapat diketahui evaluasi pemenuhan prasarana jalan dan drainase permukiman di Kelurahan Tanah Kongkong kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi dan Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kelurahan Tanah Kongkong Kabupaten Bulukumba dengan menggunakan desain penelitian evaluatif melalui pendekatan kuantitatif-dekriptif. Jenis penelitian yang digunakan adalah survey dan observasi untuk mengetahui kondisi existing prasarana jalan dan drainase sedangkan penyebaran kuesioner untuk mengetahui tingkat kepuasan masyarakat terhadap kinerja pelayanan jalan dan drainase.

2.2. Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh kepala keluarga di Kelurahan Tanah Kongkong. Sampel sebanyak 93 orang yang mewakili kepala keluarga terdistribusi di 4 lingkungan yang ada di Kelurahan Tanah Kongkong.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dimulai dengan survey terhadap kondisi existing prasarana jalan dan drainase. Data panjang jalan dan drainase diukur dengan alat pengukur jarak termasuk ukuran jalan dan drainase yang masih baik ataupun



yang telah rusak sedangkan untuk mengukur nilai RCI jalan dilakukan dengan survey visual terhadap setiap poros jalan yang ada di Kelurahan Tanah Kongkong. Pengumpulan data selanjutnya dilakukan dengan penyebaran kuesioner untuk mengukur tingkat kepuasan terhadap kinerja pelayanan jalan dan drainase.

2.4. Analisis Data

Data survey terhadap kondisi existing jalan diolah untuk mendapatkan panjang jalan dan drainase yang ada serta panjang jalan dan drainase yang rusak dan tidak berfungsi, termasuk pengolahan data jumlah rumah dan jiwa yang tidak terlayani sistem drainase. Selanjutnya data *Road Condition Index* (RCI) hasil survey visual di analisa untuk mendapatkan nilai *International Roughness Index* (IRI).

Data hasil kuesioner terhadap prasarana jalan dan drainase dilakukan uji validitas dan realibilitas dengan menggunakan SPSS Versi 25 termasuk pengolahan data karakteristik dari sampel. Selanjutnya data di analisa dengan menggunakan metode *Importance Performance Analysis* (IPA). Analisis ini digunakan untuk membandingkan antara penilaian konsumen terhadap tingkat kepentingan dari kualitas layanan (*importance*) dengan tingkat kinerja kualitas layanan (*performance*) [7].

Hasil analisa metode *Importance Performance Analysis* (IPA) mengelompokkan atribut jalan dan drainase yang prioritas namun berkinerja rendah, atribut yang kinerjanya perlu dipertahankan, atribut yang berkinerja baik namun tidak begitu penting bagi masyarakat dan atribut yang dianggap berlebihan oleh masyarakat. Selanjutnya data diolah lagi dengan metode *Costumer Satisfaction Index* (SCI) untuk mengetahui tingkat kepuasan masyarakat secara umum terhadap kinerja pelayanan jalan dan drainase.

3. Hasil

Tabel 1 memperlihatkan karakteristik responden yang menjadi sampel penelitian ini dimana jumlah responden laki-laki sebanyak 50 orang atau 53,8% sedangkan perempuan berjumlah 43 orang atau 46,2%. Responden dengan tingkat

pendidikan S1 menjadi jumlah responden terbanyak atau sebesar 48,4%, sementara itu responden sudah bermukim lebih dari 5 tahun di kelurahan Tanah Kongkong sebesar (61,3%). Responden yang berpenghasilan 1 - 3 juta rupiah sebesar 44,10% merupakan responden mayoritas.

Tabel 1. Karakteristik responden

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase
Laki-Laki	50	53,8 %
Perempuan	43	46,2 %
Total	93	100 %
Tingkat Pendidikan	Jumlah	Persentase
SD	4	4,3 %
SMP	15	16,1 %
SMA	24	25,8 %
S1	45	48,4 %
S2	5	5,4 %
Total	93	100 %
Tingkat Pendapatan	Jumlah	Persentase
< 1 Juta	30	32,30 %
1 – 3 Juta	41	44,10 %
>3 Juta	22	23,70%
Total	93	100 %

Tabel 2. Capaian existing jalan

Indikator	Standar Kepmen Permukiman dan Praswil. No. 534/KPTS/M/2001 [5]	Capaian Existing Jalan
Jalan Kota	Panjang jalan/Jumlah Penduduk	0,88 Km/1000 Penduduk
	Luas jalan/Luas Kota	2,69% dari Luas Wilayah
Perumahan/ Lingkungan	Ratio panjang Jalan dengan Luas Wilayah	45,78 Meter /Ha
	Ratio panjang Jalan dengan Luas Wilayah	30,45 Meter / Ha

Tabel 2 memperlihatkan bahwa untuk jalan kota rasio panjang jalan dengan jumlah penduduk adalah 0,88km/1000 penduduk. Sementara itu rasio luas jalan berbanding luas kota menghasilkan nilai sebesar 2,69%, selanjutnya hasil analisa



terhadap jalan perumahan/lingkungan terkait rasio panjang jalan dengan luas wilayah mendapatkan rasio 45,78 meter/ha dan untuk jalan setapak rasio panjang jalan dengan luas wilayah mendapatkan hasil sebesar 30,45 meter/ha.

Tabel 3. Panjang jalan yang kondisi baik, sedang dan rusak

Panjang jalan total (M)	Panjang jalan kondisi baik (M)	Panjang jalan kondisi sedang (M)	Panjang jalan kondisi rusak (M)
13.223	4.969,2	4.526,9	3.726,6

Khusus evaluasi kondisi jalan yang dibahas tuntas pada Tabel 3 dengan menggunakan formula dibawah ini didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SPM \text{ Kondisi Jalan} &= \frac{\sum \text{akhirrahunpencapaianSPM Panjang jalan memenuhi kondisi jalan baik dan sedang}}{\sum \text{eksisting Panjang Jalan}} \\
 &= \frac{9.496,1}{13.223,1} \\
 &= 0.7181 \text{ atau } 71,81\%
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 3 memperlihatkan jalan yang dalam kondisi rusak sepanjang 3.726,6 meter.

Tabel 4 memperlihatkan analisa hasil kuesioner dengan metode *Importance Performance Analysis* (IPA) yang terdistribusi ke dalam 4 kuadran pada kuadran kartesius sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa :

a) Pada kuadran A, terdapat atribut prasarana jalan yang belum memuaskan masyarakat dan

perlu untuk di prioritaskan peningkatan pelayanannya yaitu :

- 1) Kondisi drainase jalan yang baik (7)
- 2) Ada perhatian dari pemerintah untuk perbaikan jalan dan drainase yang rusak (12).

b) Pada kuadran B, terdapat atribut prasarana jalan yang perlu dipertahankan kualitasnya. Atribut tersebut dianggap penting oleh masyarakat dan kinerjanya telah memenuhi harapan masyarakat, yaitu :

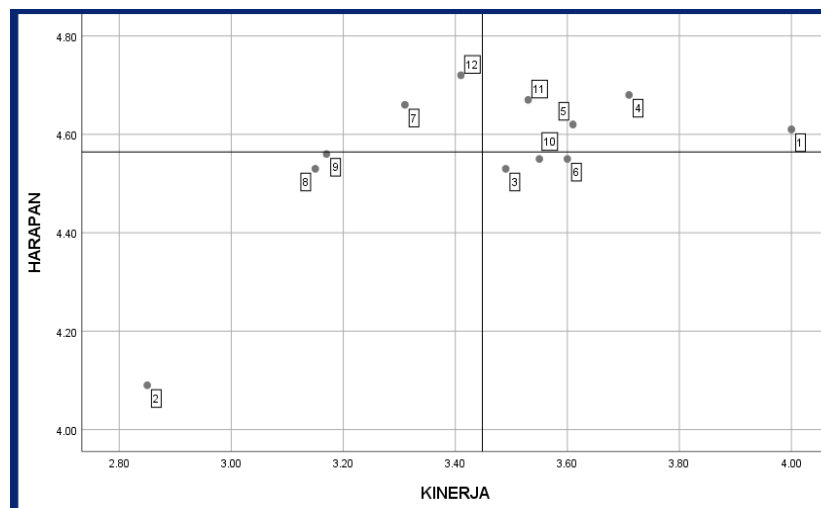
- 1) Tersedianya jaringan jalan untuk berbagai aktivitas (1)
- 2) Kondisi jalan yang baik dan tidak berlubang (4).
- 3) Jalan tidak sempit untuk dilalui (5)
- 4) Sistem penerangan dimalam hari baik (11)

c) Pada kuadran C, terdapat atribut prasarana jalan dengan tingkat kinerja rendah dan dianggap kurang begitu penting, yaitu:

- 1) Tersedianya jaringan jalan penghubung antar moda darat, laut dan udara (2).
- 2) Terdapat jalur pejalan kaki (8).
- 3) Marka dan rambu jalan lengkap sesuai standar (9)

d) Kuadran D, terdapat atribut prasarana jalan dengan tingkat kinerjanya tinggi namun dianggap kurang begitu penting menurut penilaian masyarakat, yaitu :

- 1) Terdapat drainase di sisi kanan kiri jalan (3)
- 2) Waktu perjalanan tidak terlalu lama (8).
- 3) Kondisi jalan yang tidak licin (10).



Gambar 1. Diagram kartesius pengkategorian kualitas pelayanan prasarana jalan dengan *Importance Performance Analysis* (IPA)



Tabel 4. Analisis tingkat kinerja dan harapan prasarana jalan dengan metode Importance Performance Analysis (IPA)

Atribut	Aksesibilitas				Kenyamanan				Keselamatan			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rata-Rata Tingkat Kinerja	4,00	2,85	3,49	3,71	3,61	3,60	3,31	3,15	3,17	3,55	3,53	3,41
Rata-Rata Tingkat Harapan	4,60	4,06	4,49	4,63	4,57	4,48	4,58	4,44	4,46	4,44	4,55	4,59

Untuk mengetahui besarnya nilai *Costumer Satisfaction Index* (CSI) hasil perhitungan pada Tabel 5 dimasukkan di dalam formula :

$$CSI = \frac{\sum_{i=1}^P WSi}{HS} \times 100\%$$

sehingga mendapatkan nilai sebesar 69%.

Tabel 5. Perhitungan tingkat kepuasan masyarakat terhadap prasarana jalan dengan metode Costumer Satisfaction Index (CSI)

No.	Indikator dan Atribut	$\sum Y_i$	n	MIS (Formula 10)	MPS	WF (Formula 11)	WS (Formula 12)
A Aksesibilitas							
1	Tersedianya jaringan jalan untuk berbagai aktivitas	428	93	4,60	4	8,54%	0,34
2	Tersedianya jaringan jalan penghubung antar moda darat,Laut dan udara	378	93	4,06	2,85	7,53%	0,21
3	Terdapat drainase di sisi kanan kiri jalan	418	93	4,49	3,49	8,33%	0,29
B Kenyamanan							
1	Kondisi jalan yang baik dan tidak berlubang Lubang	431	93	4,63	3,71	8,59%	0,32
2	Jalan tidak sempit untuk dilalui	425	93	4,57	3,61	8,48%	0,31
3	Waktu perjalanan tidak terlalu lama	417	93	4,48	3,6	8,31%	0,30
4	Kondisi drainase jalan yang baik	426	93	4,58	3,31	8,50%	0,28
5	Terdapat Jalur Pejalan kaki	413	93	4,44	3,15	8,24%	0,26
C Keselamatan							
1	Marka dan rambu jalan lengkap sesuai standar	415	93	4,46	3,17	8,28%	0,26
2	Kondisi jalan yang tidak licin	413	93	4,44	3,55	8,24%	0,29
3	Sistem penerangan di malam hari baik	423	93	4,55	3,53	8,44%	0,30
4	Ada perhatian dari pemerintah untuk perbaikan jalan dan drainase jalan yang rusak	427	93	4,59	3,41	8,52%	0,29
JUMLAH				53,89	41,38	100%	3,46

Tabel 6. Kondisi existing prasarana drainase di kelurahan tanah kongkong

No	Lingkungan	Kondisi existing prasarana drainase				
		Panjang saluran drainase (meter)	Saluran drainase yang rusak		Saluran drainase yang tidak berfungsi karena tertimbun seluruhnya	
			Panjang (M)	Persentase terhadap panjang total drainase (%)	Panjang (M)	Persentase terhadap panjang total drainase (%)
1	Tepponege	2.554	120	0,68	82	0,46
2	Kasuara Lama	4.184	244	1,38	289	1,63
3	Kasuara Baru	6.984	79	0,45	381	2,15
4	Sungai Teko	3.988	95	0,54	390	2,20
TOTAL		17.711	538	3,04	1.142	6,45



Tabel 6 memperlihatkan panjang saluran drainase di kelurahan Tanah Kongkong sepanjang 17.711 meter yang tersebar di 4 lingkungan. Dari keseluruhan panjang drainase tersebut terdapat drainase yang rusak sepanjang 538 meter atau sebesar 3,04% dari total panjang saluran drainase, saluran drainase yang tidak berfungsi karena tertimbun tanah yaitu sepanjang 1.142 meter atau sebesar 6,45% dari total panjang saluran drainase.

Tabel 7. Jumlah penduduk yang belum terlayani saluran drainase di kelurahan tanah kongkong

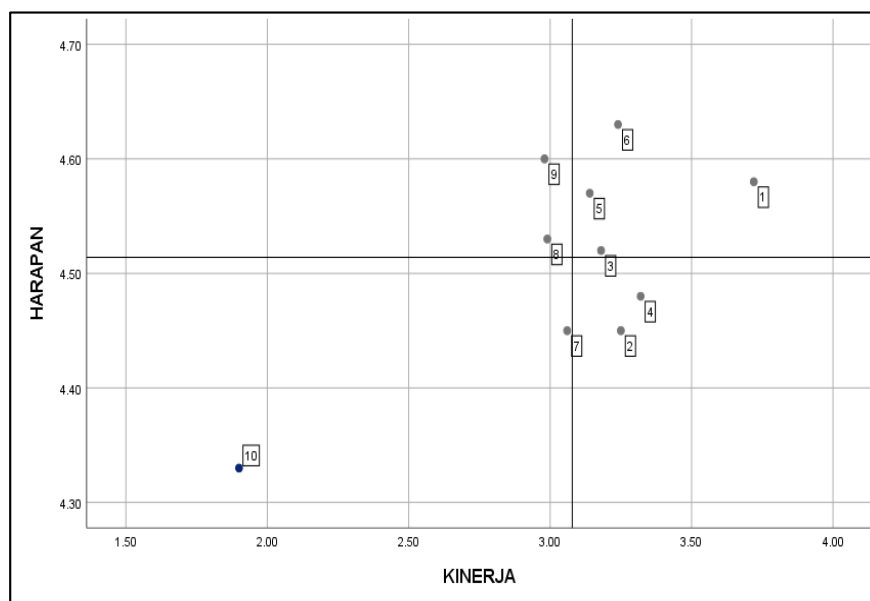
No	Lingkungan	Jumlah Penduduk	Jumlah Penduduk yang belum terlayani drainase
1	Tepponege	603	18
2	Kasuara Lama	1462	567
3	Kasuara Baru	1874	204
4	Sungai Teko	1031	220
TOTAL		4.970	1.009

Berdasarkan data pada Tabel 7 terdapat 1.009 jiwa yang belum terlayani saluran drainase dari 4.970 jiwa jumlah penduduk di kelurahan Tanah Kongkong atau sebesar 20,30%.

Untuk mengukur standar pelayanan minimal berdasarkan Permen PU Nomor 01/PRT/M/2014 digunakan formula sebagai berikut :

$$SPM = \frac{\text{Jumlah Penduduk yang Terlayani (A)}}{\text{Jumlah Penduduk Seluruh Kota (B)}} \times 100\%$$

Jumlah penduduk yang terlayani = 4.970 – 1.009 = 3.961 jiwa sehingga capaian Standar Pelayanan Minimal drainase existing adalah 79,69%.



Gambar 2. Diagram kartesius pengkategorian kualitas pelayanan prasarana Drainase dengan Importance Performance Analysis (IPA)

Tabel 8. Analisis tingkat kinerja dan harapan prasarana drainase dengan metode Importance Performance Analysis (IPA)

Atribut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rata-Rata Tingkat Kinerja	3,72	3,25	3,18	3,32	3,14	3,24	3,06	2,99	2,98	1,90
Rata-Rata Tingkat Harapan	4,57	4,43	4,48	4,44	4,52	4,57	4,38	4,44	4,51	4,23



Pada Tabel 8 memperlihatkan analisa hasil kuesioner dengan metode *Importance Performance Analysis* (IPA) yang terdistribusi ke dalam 4 kuadran didalam kuadran kartesius sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa :

- a) Kuadran A, terdapat atribut prasarana drainase yang menjadi prioritas utama namun belum memuaskan masyarakat dan perlu untuk di prioritaskan peningkatan pelayanannya yaitu :
 - 1) Saluran drainase selalu di bersihkan secara rutin. (8)
 - 2) Masyarakat terlibat langsung membersihkan Drainase (9).
- b) Kuadran B, terdapat atribut prasarana drainase yang perlu dipertahankan kualitasnya. Atribut tersebut dianggap penting oleh masyarakat dan kinerjanya telah memenuhi harapan masyarakat yaitu :
 - 1) Tersedianya jaringan Drainase didaerah permukiman dan jalan (1)
 - 2) Kondisi Saluran Drainase tidak rusak (3).
 - 3) Tidak ada drainase yang meluap (5)

- 4) Ada perhatian dari pemerintah untuk perbaikan drainase yang rusak (6)
- c) Kuadran C, terdapat atribut prasarana drainase dengan tingkat kinerja rendah dan dianggap kurang begitu penting yaitu :
 - 1) Drainase dilengkapi dengan bangunan pelengkap (Gorong-gorong) yang berfungsi dengan baik. (7)
 - 2) Terdapat iuran masyarakat dalam pemeliharaan drainase (10).
- d) Kuadran D terdapat atribut prasarana drainase dengan tingkat kinerjanya tinggi namun dianggap kurang begitu penting menurut penilaian masyarakat yaitu :
 - 1) Drainase mengalirkan air dengan lancar (2)
 - 2) Tidak ada genangan air di permukiman setinggi > 30 Cm selama > 2 jam setelah hujan (2).

Sebagaimana pada perhitungan tingkat kepuasan masyarakat diatas dengan metode *Costumer Satisfaction Index* (CSI) dengan memperhatikan hasil Tabel 9 didapat nilai kepuasan masyarakat sebesar 61,60%.

Tabel 9. Perhitungan tingkat kepuasan masyarakat terhadap prasarana drainase dengan metode *Costumer Satisfaction Index* (CSI)

No.	Atribut	$\sum Y_i$	n	MIS	MPS	WF	WS
1	Tersedianya jaringan Drainase didaerah permukiman dan jalan	426	93	4,58	3,72	10,15%	0,38
2	Drainase mengalirkan air dengan lancar	414	93	4,45	3,25	9,86%	0,32
3	Kondisi Saluran Drainase tidak rusak	420	93	4,52	3,18	10,01%	0,32
4	Tidak ada genangan air di permukiman setinggi >30Cm selama >2 jam setelah hujan	417	93	4,48	3,32	9,92%	0,33
5	Tidak ada drainase yang meluap	425	93	4,57	3,14	10,12%	0,32
6	Ada perhatian dari pemerintah untuk perbaikan drainase yang rusak	431	93	4,63	3,24	10,26%	0,33
7	Drainase dilengkapi dengan bangunan pelengkap (Gorong-gorong) yang berfungsi dengan baik.	414	93	4,45	3,06	9,86%	0,30
8	Saluran drainase selalu di bersihkan secara rutin	421	93	4,53	2,99	10,04%	0,30
9	Masyarakat terlibat langsung membersihkan Drainase	428	93	4,60	2,98	10,19%	0,30
10	Terdapat iuran masyarakat dalam pemeliharaan drainase	403	93	4,33	1,90	9,59%	0,18
Total				45,14	30,78	100%	3,08



4. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2 terhadap standar capaian Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarwil No.534/KPTS/M/2001 untuk jalan kota rasio panjang jalan dengan jumlah penduduk didapat 0,88km/1000 penduduk menunjukkan bahwa rasio tersebut melebihi standar pelayanan minimal jalan kota yang dipersyaratkan sebesar 0,6 km/1000 penduduk. Sementara itu rasio luas jalan berbanding luas kota dengan standar minimal 5% tidak terpenuhi dimana rasio yang didapat di Kelurahan Tanah Kongkong hanya sebesar 2,69%, sehingga diperlukan penambahan luas jalan di beberapa ruas jalan yang sudah ada. Untuk evaluasi terhadap jalan perumahan/lingkungan terkait rasio panjang jalan dengan luas wilayah memberikan hasil terpenuhi dengan rasio 45,78 meter/ha dimana standar pelayanan minimal adalah 40-60 meter/ha.

Evaluasi untuk jalan setapak terutama rasio panjang jalan dengan luas wilayah mendapatkan hasil sebesar 30,45 meter/ha. Nilai tersebut jauh lebih kecil dari standar pelayanan minimal yaitu sebesar 50 -110 meter/ha. Sehingga untuk jalan setapak di Kelurahan Tanah Kongkong rasionya tidak terpenuhi.

Evaluasi standar pelayanan minimal kondisi existing jalan dengan menggunakan standar yang diterbitkan Permen PU No. 01/PRT/M/2014 sebesar sebesar 60%. Sehingga hasil 71,81 % telah melebihi standar artinya kondisi jalan di Kelurahan Tanah Kongkong telah memenuhi syarat tingkat kondisi jalan minimal.

Hasil analisa *Importance Performance Analysis* (IPA) menuntut perhatian serius terhadap atribut kondisi drainase jalan yang baik dan ada perhatian dari pemerintah untuk perbaikan jalan dan drainase yang rusak disebabkan kedua atribut ini sangat diprioritaskan oleh masyarakat namun kinerjanya masih belum optimal.

Nilai *Costumer Satisfaction Index* (CSI) yang didapat sebesar 69% sesuai Panduan survey kepuasan pelanggan PT.Sucofindo dalam Aditiawarman (2000) masuk kedalam kategori rentang 66%-80% artinya masyarakat puas atas kinerja pelayanan jalan namun nilai tersebut masih jauh dari nilai akhir 80% dikategori puas sehingga harus ditingkatkan untuk mencapai 0,81 atau 81%.

Sehingga jalan yang dalam kondisi rusak sepanjang 3.726,6 meter sebagaimana pada Tabel 3 dapat diprogramkan untuk dilakukan perbaikan [8].

Hasil pencapaian pelayanan drainase existing sebesar 79,69% bila di dibandingkan dengan standar minimal pada Permen PU Nomor 01/PRT/M/2014 sebesar 50% maka pelayanan drainase yang ada telah memenuhi standar minimal.

Sementara itu analisa hasil kuesioner dengan metode *Importance Performance Analysis* (IPA) atribut prasarana drainase yang menjadi prioritas utama peningkatan pelayanannya adalah saluran drainase selalu di bersihkan secara rutin dan masyarakat terlibat langsung membersihkan drainase.

Nilai *Costumer Satisfaction Index* (CSI) yang didapat sebesar 61,60% sesuai Panduan survey kepuasan pelanggan PT. Sucofindo dalam Aditiawarman (2000) masuk kedalam kategori rentang 51% - 65% artinya masyarakat cukup puas atas kinerja pelayanan drainase namun nilai tersebut masih jauh dari puas sebesar 66% sehingga harus ditingkatkan untuk mencapai 0,66 atau 66% . Sehingga drainase yang dalam kondisi rusak sepanjang 538 meter atau sebesar 3,04% dari total panjang saluran drainase dan saluran drainase yang tidak berfungsi karena tertimbun tanah yaitu sepanjang 1.142 meter atau sebesar 6,45% dari total panjang saluran drainase sebagaimana pada Tabel 6 dapat diprogramkan untuk dilakukan perbaikan [8].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa secara umum prasarana jalan dan drainase permukiman di Kelurahan tanah kongkong sudah memenuhi sebagian besar standar minimal yang telah ditetapkan kecuali rasio luas jalan berbanding luas kota dan rasio panjang jalan dengan luas wilayah yang belum memenuhi standar minimal. Sedangkan untuk tingkat kepuasan masyarakat terhadap kinerja pelayanan jalan dan drainase sudah puas dan cukup puas. Namun demikian tingkat pemenuhan dan tingkat kepuasan tersebut hanya sedikit diatas standar minimal sehingga Pemerintah Daerah Kabupaten Bulukumba diharapkan membuat sistem



pengelolaan prasarana jalan dan drainase yang terintegrasi dengan melibatkan multi stakeholder yang didalamnya ada master plan pengembangan dan pemeliharaan prasarana jalan dan drainase.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Tanah Kongkong untuk itu diucapkan terimakasih kepada pemerintah Daerah Kabupaten Bulukumba terkhusus Lurah, perangkat kelurahan serta masyarakat. Tak lupa juga diucapkan terimakasih kepada Bapak-bapak komisi penasehat penelitian ini karena dengan bantuan beliau penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Referensi

- [1] Republik Indonesia, 2011. Undang Undang Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman.
- [2] Kementerian Dalam Negeri. 2009. Peraturan Menteri dalam Negeri Nomor 09 Tahun 2009 tentang *Pedoman Penyerahan Prasarana, Sarana, Dan Utilitas Perumahan dan Permukiman di Daerah*.
- [3] Adisasmita, S. A. *Transportasi dan Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011b.
- [4] Grigg, N. Dan Fontane, D. G. 2000, *Infrastructure System Management & Optimazation Internasional* Civil Engineering Departement Diponegoro University
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum. 2001, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 534/PRT/M/2001 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Penataan Ruang, Perumahan, Permukiman dan Pekerjaan Umum.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum. 2014, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 01/PRT/M/2014 tentang *Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang*.
- [7] Tjiptono dan Chandra (2011) *Service, Quality and Satisfaction* (Ed 3). Yogyakarta. Andi.
- [8] Aditiawarman, B.R. 2000. Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelayanan (Studi Kasus : Saving And Leading Unit Kopsucopindo). Skripsi Pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.



Desain Sistem Refrigerated Sea Water (RSW) pada Kapal Ikan Pelat Datar 10 GT

Zulkifli¹, Baharuddin^{1*}, Andi Husni Sitepu¹, Muhammad Farid¹

¹Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: baharmarine@yahoo.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.06

Abstrak

Desain sistem RSW dalam penelitian ini ditujukan untuk penerapan di kapal ikan Pelat Datar berlisensi berkapasitas 10 GT. Desain badan kapal ini merupakan sebuah terobosan baru karena badan/lambung kapal dibuat tanpa ada lekukan pelat samasekali. Badan kapal terbuat dari baja dengan proses pembuatan terbilang singkat, berbiaya murah sehingga layak digunakan oleh nelayan lokal/tradisional di Indonesia. Refrigerated Sea Water (RSW) adalah sebuah sistem pendingin dengan sistem sirkulasi air laut yang didinginkan oleh refrigerator. Komponen utama RSW terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator dan refrigeran. Hasil desain RSW untuk kapal ikan pelat datar meliputi; penentuan ketebalan dan jenis isolasi palka, pemilihan sistem dan jenis refrigeran, perancangan dan pemilihan komponen utama RSW, penentuan keyplan serta layout sistem RSW. Hasil desain RSW ditujukan untuk mempertahankan suhu ruangan palka ikan sebesar 5 °C, bobot muatan ikan sekitar 12,276 ton ikan tuna dengan durasi operasi selama 24 jam.

Abstract

Refrigerated Sea Water (RSW) System Design on a 10 GT Flat Plate Fishing Boat. The RSW system design in this study is intended for the application of 10 GT licensed Flat Plate fishing vessels. The design of the ship's body is a new breakthrough because the body / hull of the ship is made without any plate curves at all. The ship's body made of steel with a manufacturing process is fairly short, low cost so that it is suitable for use by local / traditional fishermen in Indonesia. Refrigerated Sea Water (RSW) is a cooling system with a circulation system of seawater cooled by a refrigerator. The main components of RSW consist of a compressor, condenser, evaporator and refrigerant. RSW design results for flat plate fishing vessels include; determination of thickness and type of hold insulation, system selection and type of refrigerant, design and selection of RSW main components, determination of keyplan and RSW system layout. The RSW design was intended to maintain the temperature of the fish hold room at 5 °C, the weight of the fish load around 12.276 tons of tuna with a duration of operation for 24 hours.

Kata Kunci: Beban pendinginan, komponen RSW, kapal ikan, pelat datar berlisensi

1. Pendahuluan

Kapal perikanan adalah kapal yang digunakan dalam kegiatan perikanan yang mencakup penggunaan atau aktivitas penangkapan atau mengumpulkan sumber daya di perairan laut, serta penggunaan dalam beberapa aktivitas seperti riset, training dan inspeksi sumber daya perairan.

Beragam sistem pendinginan muatan pada kapal ikan kerap dijumpai mulai dari sistem tradisional yakni menggunakan campuran es balok sampai kepada sistem pendinginan yang lebih modern. Tujuan diadakan sistem pendingin pada palka (*chilling storage*) kapal ikan untuk menjaga mutu ikan selama proses penangkapan

maupun proses transportasi ikan hasil tangkapan ke darat [1].

Salah satu sistem pendingin yang banyak digunakan saat ini adalah *Refrigerated Sea Water* (RSW). *Refrigerated sea water* (RSW) adalah sebuah sistem pendingin dengan sistem sirkulasi air laut yang didinginkan oleh refrigerator. Komponen utama RSW terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator dan refrigeran [2]. Sistem RSW secara umum adalah mengalirkan *refrigerant* untuk mendinginkan air laut yang berfungsi sebagai media pendingin utama di ruang muat kapal.



Pertimbangan paling mendasar dalam penggunaan sistem pendingin ini ialah volume palka dapat dimaksimalkan karena tidak membutuhkan volume yang besar untuk komponen sistem RSW-nya, serta penurunan suhu ikan akan berlangsung lebih cepat karena suhu permukaan ikan dapat berkontak langsung dengan media pendingin.

2. Metode

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah kapal ikan Pelat Datar berlisensi dengan kapasitas 10 GT. Desain badan kapal ini merupakan sebuah terobosan karena bodi/lambung kapal dibuat tanpa ada lekukan pelat samasekali. Badan kapal terbuat dari baja dengan proses pembuatan terbilang singkat, berbiaya murah serta layak digunakan oleh nelayan lokal/tradisional di Indonesia.

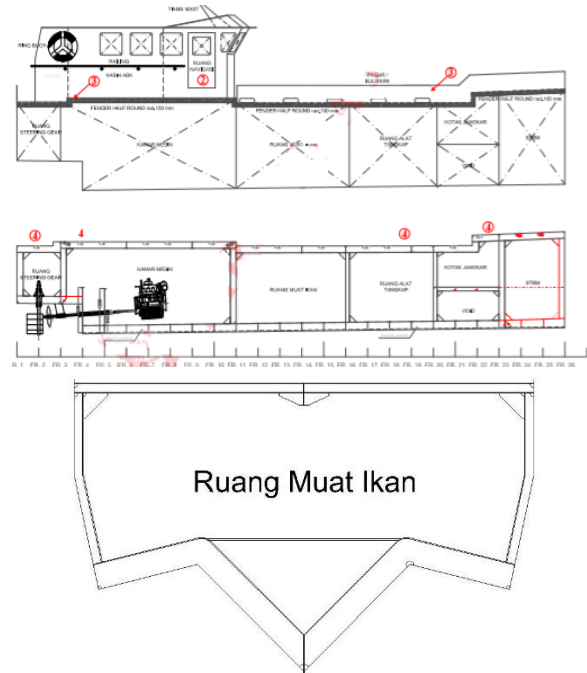
Tabel 1. Utama kapal pelat datar 10 GT

Ukuran	Nominal
Panjang (LOA)	15 m
Lebar (B)	4,075 m
Tinggi (H)	2,39 m
Sarat (T)	1,2 m
Kecepatan (V)	7-9 Knot

Disain sistem pendingin *Refrigerated Sea Water* (RSW) dilakukan dengan mempertimbangkan beban kalor dari muatan ikan serta beban pendingin dari air laut itu sendiri.

Secara umum desain RSW meliputi tahapan-tahapan;

- Menghitung beban kalor palka
- Pemilihan sistem dan refrigeran
- Perancangan serta pemilihan komponen,
- Menggambar *keyplan* sistem atau diagram alur
- Mendesain layout sistem RSW



Gambar 1. Ruang palka kapal ikan pelat datar

3. Desain *Refrigerated Sea Water* (RSW)

3.1. Penentuan Kapasitas Ruang Muat

Jika volume ruang muat palka adalah :

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Luas Ruang Muat} \times \text{Panjang Palka} \\
 &= 5,4560 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} \\
 &= 16,368 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

dengan *stowage factor* 0,75 untuk ikan tuna maka kapasitas ruang muat palka:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas} &= \text{Volume Palka} \times \text{Stowage Factor} \\
 &= 16,368 \text{ m}^3 \times 0,75 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 12,276 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3.2. Pemilihan Isolasi Palka

Isolasi ini berfungsi untuk mempertahankan suhu ruangan palka dengan mencegah adanya kalor yang masuk dan keluar dari palka. *Polyuretane* dianggap sebagai isolasi paling baik karena memiliki konduktivitas termal yang kecil.

Tabel 2. Karakteristik polyurethane

Material	Expanded Polyurethane
Densitas (Kg/m ²)	40
Kond. Thermal (Kkal/m jam °C)	0,02
Kekedapan	Baik
Keamanan dari Api	Jelek
Kekukatan kompresi (Kg/m ²)	3000
Harga	Sedang
Biaya Pasang	Tinggi

Penggunaan dan susunan bahan isolasi ruang palka akan menentukan kemampuan palka dalam mengisolasi keluar masuknya kalor.

Tabel 3. Susunan dinding palka

Nama Bahan	Konduktivitas Thermal (kcal/m s °C)	Tebal Bahan (m)	X/K
Pelat Baja	110 x10 ⁻⁴	0,005	0,45
Polyurethane	0,06x10 ⁻⁴	0,05	8333,33
Alumunium	500 x10 ⁻⁴	0,003	0,06

Beban kalor palka terdiri dari beban transmisi, radiasi, infiltrasi, perorangan maupun beban produk. Perhitungan luas permukaan yang terkena beban transmisi diperoleh 16,5139 m², maka transmisi yang diterima oleh dinding utama palka sebesar 0,06 kkal/s atau sebesar 0,16 kW.

Jika luas permukaan yang terkena beban radiasi sebesar 20,09 m², serta koefisien perpindahan panas sebesar:

$$\begin{aligned}
 U &= 0,00012 \text{ Kkal/m}^2 \text{ s} \\
 Q_2 &= 0,00012 \text{ Kkal/m}^2 \text{ s} \times 20,8094 \text{ m}^2 \\
 &\quad \times (34-5) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 0,06 \text{ Kkal/s}
 \end{aligned}$$

Maka selanjutnya diperoleh beban radiasi pada dinding palka sebesar 0,06 kKal/s atau sebesar 0,25 kW.

Beban panas produk ikan adalah beban kalor yang terdapat dalam tubuh ikan, dimana ikan Tuna yang memiliki panas jenis sebesar 3,43 °C kJ/kg [3], maka beban panas ikan:

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= 3,43 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 12276 \text{ kg} \times (28 - 5) \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 968453,64 \text{ KJ} \\
 &= 269,01 \text{ KJ/s}
 \end{aligned}$$

Jadi, Beban kalor produk yaitu beban kalor yang diserap oleh ikan tuna ialah sebesar 269,01 kW.

Selanjutnya diperoleh beban kalor keseluruhan dari akumulasi beban-beban di atas sebesar;

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\
 &= 0,16 + 0,25 + 269,01 \\
 &= 269,43 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pertimbangan karakteristik beberapa jenis *refrigerant*, pilihan diatuhkan pada *refrigerant* R22 yang memiliki efek refrigerasi yang tinggi serta harga yang murah [4].

Besarnya daya kompresor dipengaruhi oleh laju aliran massa dan suhu yang akan dicapai pada palka sebesar 5 °C, serta laju aliran massa (ṁ) pada pipa 3/4” di 0 °C (1282 kg/m³) pada kecepatan 4 m/s berada pada rentang 0,13904 kg/s sampai 1.4102 kg/s.

Jika nilai kerja kompresor pada kecepatan 4 m/s dengan h₁ = 405 kJ/kg pada suhu 0 °C dan tekanan 4,98 bar, dan nilai h₂ = 457 kJ/kg pada suhu 83 °C dan tekanan 13 bar [5]. Maka kerja kompresor adalah;

$$\begin{aligned}
 W &= (0.564)(405 - 457) \\
 &= -29.30 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Panas yang dibuang kondensor dengan h₃ = 416.5 kJ/kg pada tekanan 13 bar dengan suhu 35 °C. Maka nilai Q cond adalah:

$$\begin{aligned}
 Q &= (0.564)(416.5 - 457) \\
 &= -26.48 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Pengaruh karakteristik *refrigerant* menyebabkan variasi kalor yang dibuang ke kondensor yakni sebesar 2,93 kW sampai dengan 47,69 kW.



Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada pipa evaporator akan mempengaruhi dimensi evaporator. Jika suhu evaporator dari rentang 5 °C s/d 0 °C, maka $Q_{\text{evaporator}}$ dihitung dengan menggunakan persamaan:

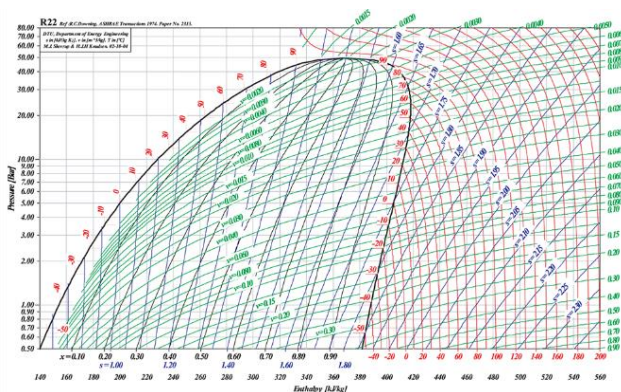
$$Q_{\text{evaporator}} = M_{\text{SW}} \cdot C_{p\text{SW}} (T_{\text{awal}} - T_{\text{akhir}})$$

$Q_{\text{evaporator}}$ dengan rentang suhu pada 0 °C s/d 5 °C yakni sebesar 107,35 kW sampai dengan 130,62 kW, dan estimasi panjang pipa evaporator diperoleh antara 11,513 m s/d 14,008 m.



Gambar 2. Bentuk dan panjang pipa evaporator pada palka

Untuk *refrigerant* R22 dengan efek refrigerasi sebesar 162,67 kJ/kg, maka nilai entalpi dan tekanan sebagaimana pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram pressure dan entalpi *refrigerant* R22

Tingkat keadaan *refrigerant* R22 pada kondisi operasi sistem sebagai berikut:

- $T_{\text{eva}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $h_1 = 405 \text{ kJ/kg}$
- $T_{\text{cond}} = 83 \text{ } ^\circ\text{C}$ $h_2 = 457 \text{ kJ/kg}$
- $P_{\text{eva}} = 4,98 \text{ bar}$ $h_3 = 416,5 \text{ kJ/kg}$
- $P_{\text{cond}} = 13 \text{ bar}$ $h_4 = 416,5 \text{ kJ/kg}$

Berdasarkan spesifikasi di atas maka jenis kompresor tipe Dorin H32H743CC dengan spesifikasi

Tabel 4. Spesifikasi kompresor H32H743CC

Temp. Condensor °C	Kerja Kompresor Q (W)		Daya Kompresor P (kW)	
	T= 0 °C	T= 5 °C	T= 0 °C	T= 5 °C
35	25040	29660	7,10	7,58
45	21890	26110	7,62	8,14

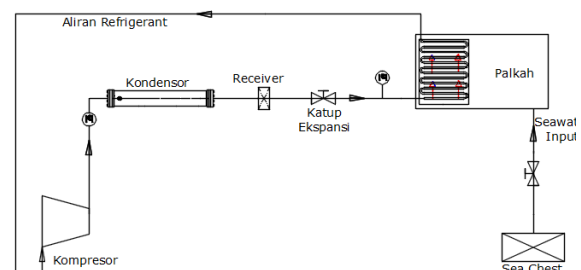
Pemilihan kondensor berdasarkan karakteristik suhu input yang mampu diterima, tekanan kerja, laju aliran *refrigerant* serta kapasitas daya kondensor. Berdasarkan parameter diatas maka dipilih kondensor *Bluecold 61614H*.

Terdapat dua pompa yang dibutuhkan, yakni pompa untuk pendinginan kondensor dan pompa air laut untuk pemindahan air laut ke dalam palka. Dengan laju aliran yang sebesar 5,18 m³/jam dengan head total 2,586 m serta efisiensi 0,75 maka dipilih pompa AZCUE MO11/10 80-A dengan daya 0,5 kW.

Dalam pemilihan pompa air laut, diasumsikan bahwa ruang palka akan terisi sampai 0,25% volume palka atau sebesar 4,855 m³ dan dalam waktu 30 menit. Maka pilihan pompa yang tepat adalah AZCUE MO11/10 80-A dengan daya 0,5 kW.

3.3. Keyplan Sistem

Perencanaan keyplan sistem didasarkan pada pemilihan komponen dengan rangkaian masing-masing komponen sehingga terbentuk sebuah sistem pendingin RSW sebagaimana pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Keyplan sistem RSW



Sistem RSW secara umum adalah mengalirkan *refrigerant* untuk mendinginkan air laut. Kerja pertama dilakukan oleh kompresor untuk mengeluarkan udara panas bertekanan tinggi menuju ke kondensor. Setelah itu katup ekspansi dibuka sehingga *refrigerant* dari receiver dilepas untuk menuju ke evaporator sehingga *refrigerant* cair bertekanan tinggi berubah menjadi *refrigerant* cair bertekanan rendah.

Setelah itu *refrigerant* cair tersebut masuk ke dalam evaporator dan mengambil panas dari air laut atau udara sehingga *refrigerant* cair berubah menjadi uap bertekanan rendah. *Refrigerant* dalam bentuk uap bertekanan rendah ini lalu dikompresikan dengan kompresor sehingga berubah bentuk menjadi gas bertekanan tinggi. Lalu *refrigerant* yang berbentuk gas bertekanan tinggi ini lalu bersirkulasi di kondensor dengan air sehingga *refrigerant* tersebut berubah menjadi cairan bertekanan tinggi.

Setelah mengalami proses pendinginan di kondensor *refrigerant* kemudian dialirkan ke *receiver*. Dari *receiver* *refrigerant* melewati katup ekspansi menuju ke evaporator dalam bentuk cairan dengan suhu yang sangat rendah. Selanjutnya di evaporator *refrigerant* berinteraksi dengan air laut sehingga terjadi proses perpindahan panas. Suhu *refrigerant* yang awalnya rendah naik menjadi kurang lebih 5°C sedangkan suhu air laut turun dari 28 °C menjadi 5 °C. *Refrigerant* kemudian dialirkan kembali ke kompresor dalam bentuk uap yang bertekanan rendah.

Air laut yang telah didinginkan didalam palka oleh *refrigerant* kemudian siap untuk mendingin ikan. Suhu di dalam palka dapat terjaga sesuai suhu yang diinginkan karena proses pendinginan air laut menggunakan *refrigerant* berlangsung secara terus menerus.

4. Pembahasan

Kapal ikan pelat datar ini beroperasi di sekitar laut Sulawesi. Kapal bergerak dari pelabuhan Dede Kab. Toli-toli menuju ke arah laut Sulawesi sebagai *fishing ground* sejauh 50-60 mil. Dengan kecepatan 9 knot maka kapal akan sampai ke *fishing ground* dalam waktu 5-6 jam. Sedangkan waktu penangkapan di *fishing ground*

diasumsikan 10-12 jam. Dengan demikian maka waktu operasi mencapai satu hari satu malam.

Sistem RSW pada kapal pelat datar akan memenuhi kebutuhan beban pendingin yang dibutuhkan agar suhu ikan di dalam palka terjaga. Jika beban pendingin harus sama dengan beban panas, dapat diketahui bahwa sistem RSW yang direncanakan ini membutuhkan waktu selama 2,5 jam untuk mendinginkan ruangan palka menjadi 5 °C.

Kesebandingan antara beban pendingin dengan beban panas berada pada nilai 143,14:107,353. hal ini menunjukkan bahwa beban pendingin yang dihasilkan oleh *refrigerant* mampu mendinginkan air laut menjadi 5 °C.

Jika beban pendingin $Q_{\text{evaporator}}$ sebesar 107,353 kW sedangkan Q_{palka} sebesar 269,43 kW, maka dalam memenuhi kebutuhan pendingin palka dibutuhkan waktu kurang lebih 2,1 sampai dengan 2,5 jam.

Nilai-nilai yang diperoleh di atas menunjukkan bahwa sistem pendingin RSW yang di rencanakan pada kapal pelat datar dapat berfungsi dengan baik untuk mendinginkan muatan yang ditampung di dalam palka dan terjaga pada suhu 5 °C.

5. Kesimpulan

Pada penelitian, sebuah sistem Refrigerated Sea Water dirancang. Dari desain sistem *Refrigerated Sea Water* (RSW) pada kapal ikan pelat datar 10 GT, dapat diketahui bahwa desain yang dibuat membutuhkan palka atau ruang muat ikan yang dapat menjaga suhu muatan ikan sampai dengan suhu 5 °C.

Referensi

- [1] Suganda. 2017. Desain Sistem Pendingin Slurry Ice Pada Kapal Perikanan 30 GT. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Riyadi, Mamat., Budiarto, Untung., dan Budi Santosa, Ari Wibawa. 2016. Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Sistem Pendingin Refrigerated Sea Water (RSW) Pada Kapal Ikan Tradisional. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [3] Siagian, Saut. 2017. Perhitungan Beban Pendingin Pada Cold Storage Untuk Penyimpanan Ikan Tuna Pada PT.X. Jakarta Selatan: UPN Veteran Jakarta.
- [4] Andhik Kurniawan, Mochammad., Baheramsyah, Alam., dan WA, Soemartojo. 2014. Desain Sistem Spray RSW



(Refrigerated Sea Water) Untuk Ruang Palka Kapal Purse Seine 40 GT. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[5] Effendi, Rifki. Perancangan Refrigerated Sea Water (Rsw) Sistem Kering Pada Kapal Ikan Kayu Lapis Fiber 58 GT Dengan Kapasitas Palka 45 m³. Jakarta: Universitas Muhammadiyah.



Kebutuhan Listrik untuk Keadaan Darurat pada Kapal Ferry Ro-Ro KMP. Tuna 600 GRT

Faisal Mahmuddin^{1*}, Musnadi Natsir¹, Baharuddin¹

¹Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: f.mahmuddin@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.07

Abstrak

Keselamatan merupakan prioritas utama dalam hukum pelayaran, maka perlu dirancang sedemikian rupa termasuk kebutuhan listrik untuk keadaan darurat/emergency di kapal. Dalam hal kelistrikan, sangat dibutuhkan sistem-sistem yang mendukung pengoprasian menyangkut peralatan apa saja yang harus beroperasi pada kondisi darurat/emergency di kapal. Perencanaan dan pemilihan kapasitas generator harus mampu memenuhi kebutuhan dan harus memperhatikan keefektifan daya generator yang dipilih karena akan berhubungan dengan masalah investasi atau harga yang dikeluarkan. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan perhitungan ulang kapasitas generator dan juga melakukan perencanaan/penggambaran ulang diagram kelistrikan (wiring diagram) berdasarkan keadaan di lapangan dan dibandingkan dengan daya output dari generator untuk kondisi darurat/emergency. Dari penelitian ini, dapat dibuktikan secara teoritis bahwa perencanaan sistem kelistrikan di kapal dapat diterapkan secara nyata dan sesuai dengan ketentuan berlaku sehingga pada saat pemasangan instalasi listrik di kapal dan di masa yang akan datang dapat diandalkan demi kepuasan bagi pemilik kapal.

Abstract

Electricity Needs for Emergency Condition on 600 GRT Ro-Ro Ferry of KMP Tuna. Safety is the main priority in shipping law, so it needs to be designed in such a way including electricity needs for emergencies on the ship. In the case of electricity, the electrical systems are needed to support the operation of all equipment which must be operated in an emergency condition on the ship. Planning and selection of generator capacity must be able to meet the needs and must pay attention to the effectiveness of the selected generator power because it will relate to investment matters or the price incurred. Therefore, this research recalculates the capacity of the generator as well as re-plans/redraws the ship electrical (wiring diagram) based on the real situation in the field and compares it with the output power of the generator for emergencies. From this research, it can be proven theoretically that the electrical system planning on the ship can be implemented in a real and in accordance with the applicable provisions so that when installing electrical installations on the ship and in the future can be relied upon for the satisfaction of the ship owner.

Kata Kunci: Generator, kapal feri, kondisi darurat, sistem kelistrikan

1. Pendahuluan

Kecelakaan dapat terjadi pada kapal baik dalam pelayaran, saat berlabuh ataupun saat sedang melakukan kegiatan bongkar muat di pelabuhan meskipun sudah dilakukan usaha untuk menghindarinya. Manajemen dan pengoperasi kapal harus memperhatikan ketentuan yang diatur untuk melindungi pelaut dan mencegah segala resiko dalam melakukan aktifitas di atas kapal terutama yang menyangkut keselamatan kerja, baik dalam keadaan normal maupun darurat.

Kondisi normal pelayaran adalah suatu kondisi dimana sistem pada kapal seperti permesinan,

layanan kelistrikan, usaha maupun sistem propulsi mampu mengendalikan pelayaran dengan aman. Aman yang dimaksudkan adalah aman dari kebocoran dan kebakaran. Selain itu, komunikasi internal dan eksternal, jalan penyelamatan darurat dan winch sekoci telah sesuai dengan rancangan berada dalam kondisi memuaskan dan bekerja dengan baik dan berfungsi normal [1].

Sedangkan kondisi darurat adalah suatu kondisi dimana kebutuhan pelayaran untuk beroperasi normal tidak bekerja dengan baik akibat kegagalan pasokan dari sumber listrik utama. Pada kondisi darurat ini, satu atau lebih generator



digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk menjamin jalannya sistem keselamatan kemaritiman di kapal. Terutama pada alat-alat keselamatan yang membutuhkan supply listrik, sehingga alat keselamatan berfungsi sebagaimana fungsinya masing-masing [2].

Untuk menjamin berlangsungnya supply listrik secara baik pada kondisi darurat ini maka sebuah kapal feri Ro-Ro yang beroperasi pada rute Bajoe-Kolaka yang diberi nama KMP Tuna melakukan penambahan sebuah generator darurat. Hanya saja, karena generator darurat ini merupakan peralatan tambahan maka peralatan ini belum diupdate kedalam sistem kelistrikan (*wiring diagram*) dari kapal yang dimaksud. Untuk itu perlu sebuah usaha untuk merencanakan ulang atau menggambar ulang wiring diagram dari KMP. Tuna sehingga sistem kelistrikan kapal dapat bekerja dengan aman dan handal.

2. Generator

Generator adalah mesin listrik yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip induksi magnet. Sedangkan yang dimaksud dengan prinsip induksi magnet adalah saat sebuah konduktor digerakkan pada medan magnet sehingga gerakan konduktor memotong flux magnetik. Pada kapal biasanya digunakan generator AC atau lebih dikenal dengan istilah alternator.

Baik pada generator DC maupun AC, konstruksi dasarnya berupa konduktor sebagai penghasil tegangan dan sebuah bagian yang menghasilkan medan magnet. Sebagai representasi dari kedua bagian tersebut, setiap generator pasti memiliki rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang berputar dan stator merupakan bagian yang diam. Pada generator DC, penghasil tegangan adalah rotor sedangkan pada generator AC, baik rotor maupun stator dapat menghasilkan tegangan.

Untuk generator AC dengan rotor sebagai penghasil tegangan, konstruksi hampir sama DC dengan generator, hanya saja tegangan yang dihasilkan tidak diserahkan dengan komutator, melainkan langsung dialirkan melalui slipring dan arus penguat dialirkan menuju bagian stator. Generator dengan tipe seperti ini biasanya digunakan untuk memasok kebutuhan listrik yang

tidak besar. Sedangkan untuk generator AC dengan stator sebagai penghasil tegangan, arus penguat dialirkan menuju rotor sehingga saat rotor berputar, terjadi medan putar. Keuntungan sistem ini adalah tegangan yang dihasilkan dapat langsung dihubungkan dengan beban listrik dan dapat mengurangi resiko short circuit karena tidak menggunakan slip ring ataupun sikat arang sebagai pengalir tegangan yang dihasilkan, karena slip ring dan sikat arang merupakan komponen yang sulit untuk diisolasi [3].

Pada kapal KMP. Tuna sumber listrik generator set daya output berupa arus AC dan baterai daya output berupa arus DC. Sumber listrik baterai digunakan hanya untuk peralatan yang membutuhkan sistem pengaktifan dari arus DC dan dalam keadaan darurat seperti pada alat navigasi, alat komunikasi dan peralatan lainnya. Dan untuk sumber listrik generator (AC) di kapal, tapi tidak semua peralatan di kapal memerlukan arus AC untuk system pengaktifannya. Maka perlu di rancang sedemikian rupa agar sumber arus listrik AC yang masuk diubah menjadi arus DC agar peralatan yang memerlukan system pengaktifannya bisa digunakan sebagaimana mestinya.

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Ferry Bajoe-Kolaka dan waktu pengambilan data yaitu pada bulan Maret 2013.

3.2. Metode Pengambilan Data

Penelitian dilakukan langsung di lapangan atau lokasi penelitian dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti untuk mendapatkan data utama maupun data pendukung yang dibutuhkan.

3.3. Data Kapal

- Data Umum
 - Nama Kapal: KMP.Tuna
 - Jenis Kapal: Ferry Ro-Ro
 - Kebangsaan: Indonesia
 - Tahun Pembuatan: 1992



- Tempat Pembuatan: Surabaya
- Trayek: Bajoe-Kolaka
- Ukuran Utama
 - LOA: 45.30 m
 - Lbp: 38.50 m
 - B: 14 m
 - H: 3.50 m
 - T: 2.10 m
 - V: 11.5 Knot
- Data Mesin dan Generator
 - Main Engine: NIGATA 6NSC-M, 900 HP x 1000 RPM, 2 buah
 - Generator Utama: PERKINS TG.3544 100 HP, 1500 RPM, 2 buah, Capacity : 80 KVA / 64 kW, Faktor daya (Cosv) : 0.8
 - Generator emergency: PERKINS MODEL YEARA 2008, Capacity 31 kW, Faktor daya (Cosv) : 0.8
- Data Peralatan dan Penerangan

Tabel 1. Peralatan penerangan

No	Nama Peralatan	Unit	Daya (W)/ Unit
1	Musthead Light	2	40
2	Side Light	2	40
3	Stern Light	1	40
4	Anchor Light	1	40
5	Morse Signal Light	1	40
6	Search Light	1	500
7	Chart Table Light	1	15
8	Double Fluorescent Light	48	20x2
9	Single Fluorescent Light	8	20
10	Ceiling Light (Non Water Tight)	10	20
11	Desk Light (Non Water Tigth)	10	10
12	Berth Light (Non Water Tight)	17	10
13	Exhaust Fan	13	75
14	Supply Fan	15	75
15	Projector Light	4	200
16	White Light	3	5
17	Red Light	4	5
18	Green Light	3	5
19	Incandescent lamp, Non Watertight untuk penerangan tangga.	6	40

Tabel 2. Peralatan pada kamar mesin

No	Nama Peralatan	Unit	Daya (kW)/ Unit
1	Bilge / Ballast Pump	2	3.7
2	Sea Water Hydrophore Pump	1	0.375
3	Fresh Water Hydrophore Pump	1	0.375
4	Fuel Oil Transfer Pump	1	1.1
5	Sewage Pump	1	3.7
6	Oil Bilge Pump	1	1.5
7	Oil Water Separator	1	0.4
8	Air Compressor	1	3
9	Stand-by L.O Pump for Main Engine	1	2.2
10	Stand-by Lubrication Oil Pump for Gear Box	1	2.2
11	Pompa Hidrophore Mesin Jangkar/Pintu pendarat depan	1	18.5
12	Pompa Hidrophore Pintu pendarat belakang	1	15
13	Pompa Hidrophore Mesin Kemudi	1	5
14	Peralatan Radio, Telephone, SSB, Radar, dan lain-lain.	1	1
15	Fan Kamar ABK, Mes, dan lain-lain.	1	0.75
16	Exhaust/Fan Dapur, WC	1	0.6
17	Fan Ruang Penumpang	2	2.2
18	Ventilasi Kamar Mesin	2	2.2

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Penentuan Kebutuhan Generator Darurat

Dalam penentuan kapasitas generator yang akan digunakan untuk melayani kebutuhan listrik diatas kapal, baik itu kapal beroperasi dalam kondisi normal ataupun dalam kondisi emergency, maka analisa beban dibuat untuk menentukan jumlah daya yang dibutuhkan. Dalam hal ini dimaksudkan untuk mengetahui daya maksimum yang dibutuhkan untuk setiap kondisi.

4.1.1 Daya untuk Keadaan Normal (DN)

Adapun peralatan-peralatan pada kapal ferry Ro-Ro KMP. Tuna yang membutuhkan listrik



sebagai tenaga penggeraknya terbagi atas alat pemersinan dan alat penerangan yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Dari Tabel 4, dapat dilihat total daya yang dibutuhkan oleh penerangan yang ada pada Tabel 1.

Tabel 3. Total daya alat pemersinan untuk kondisi normal

No	Nama Peralatan	Unit	Daya (kW)/ Unit	Total Daya (kW)
1	Bilge/Ballast Pump	2	3.7	7.4
2	Sea Water Hydrophore Pump	1	0.375	0.375
3	Fresh Water Hydrophore Pump	1	0.375	0.375
4	Fuel Oil Transfer Pump	1	1.1	1.1
5	G.S. Fire Pump	1	5.5	5.5
6	Sewage Pump	1	3.7	3.7
7	Oil Bilge Pump	1	1.5	1.5
8	Oil-Water Separator	1	0.4	0.4
9	Air Compressor	1	3	3
10	Stand-by L.O. Pump for Main Engine	1	2.2	2.2
11	Stand-by L.O. Pump for Gear Box	1	2.2	2.2
12	Pompa Hidrophore Mesin Jangkar/ Pintu pendarat depan	1	18.5	18.5
13	Pompa Hidrophore Pintu pendarat belakang	1	15	15
14	Pompa Hidropohore Mesin Kemudi	1	5	5
15	Peralatan Radio, Telephone, SSB, Radar, dll.	1	1	1
16	Fan Kamar ABK, Mess, dll.	1	0.75	0.75
17	Exhaust Fan Dapur, KM / WC	1	0.6	0.6
18	Fan Ruang Penumpang	2	2.2	4.4
19	Ventilasi Fan Kamar Mesin	2	2.2	4.4
Total				26.8

Tabel 4. Total daya alat penerangan pada kapal

No	Nama Peralatan	Unit	Daya (W)/ Unit	Total Daya (W)
1.	Musthead Light	2	40	80
2.	Side Light	2	40	80
3.	Stern Light	1	40	40
4.	Anchor Light	1	40	40
5.	Morse Signal Light	1	40	40
6.	Search Light	1	500	500
7.	Chart Table Light	1	15	15
8.	Double Fluorescent Light	48	20x2	1920
9.	Single Fluorescent Light	8	20	160
10.	Ceiling Light (Non Water Tight)	10	20	200
11.	Desk Light (Non Water Tigth)	10	10	100
12.	Berth Light (Non Water Tight)	17	10	170
13.	Exhaust Fan	13	75	975
14.	Supply Fan	15	75	1125
15.	Lampu Projector	4	200	800
16.	White Light (Pada MCB)	3	5	15
17.	Red Light (Pada MCB)	4	5	20
18.	Green Light (Pada MCB)	3	5	15
19.	Incandescent lamp, Non Water Tight untuk penerangan tangga.	6	40	240
Total				6575

Jadi total penggunaan listrik untuk kondisi normal (DN) adalah

$$DN = \text{daya alat pemersinan} + \text{daya alat penerangan} = 26.8 + 6.575 = 33.375 \text{ kW}$$

4.1.2 Daya untuk kondisi emergency

Sesuai dengan peraturan BKI (BKI Volume 1V, Rules for Electrical Installation Section 2, "Instalation of electrical Equipment") [4], menjelaskan tentang alat-alat apa saja yang harus beroperasi pada saat kondisi darurat/emergency menjadi patokan dalam perhitungan beban listrik dan bisa menjadi acuan dalam pemilihan generator yang bisa dipertimbangkan dari segi ekonomisnya.



Adapun data penelitian diperoleh berdasarkan hasil studi lapangan dan studi literatur, selanjutnya dilakukan pengolahan data berupa perhitungan kebutuhan daya listrik di kapal, baik itu dalam kondisi normal maupun dalam kondisi darurat. Untuk kondisi darurat, sebelumnya sudah dijelaskan bahwa penyebab kegagalan sistem listrik utama hanya diasumsikan dan tidak dibahas lebih lanjut sedangkan kondisi emergency yang dimaksud pada saat generator utama dalam kondisi blackout. Adapun letak generator emergency tersebut terletak pada kamar yang ada pada deck kendaraan.

Kondisi emergency kapal harus mempertimbangkan beban apa saja yang harus disuplai listrik dalam waktu yang singkat. Daya terbesar yang terjadi pada kondisi darurat adalah pada saat starting. Adapun peralatan permesinan dan alat penerangan yang harus disupply berdasarkan referensi yang ada dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Peralatan dan penerangan untuk kondisi emergency (DE)

No	Nama Peralatan	Unit	Daya (kW)/ Unit	Total Daya (kW)
1	Bilge/Ballast Pump	2	3.7	7.4
2	Pompa Dinas Umum/Kebakaran	1	3.3	3.3
3	General Service/Fire Pump	1	5.5	5.5
4	Pendant Light (Water Tight), Emergency Lamp	23	0.010	0.23
5	Pendant Light (Non Water Tight), Emergency Lamp	21	0.010	0.21
6	Musthead Light	2	0.040	0.08
7	Side Light	2	0.040	0.08
8	Stern Light	1	0.040	0.04
9	Anchor Light	1	0.040	0.04
10	Morse Signal Light	1	0.040	0.04
11	Search Light	1	0.5	0.5
12	Peralatan Radio, Telephone, SSB, Radar, dan lain-lain.	1	1	1
13	Incandescent Lamp, (Non Water Tight), Lampu Penerangan Tangga	6	0.04	0.24
Total				18.58

Jadi total daya untuk keadaan emergency (DE) adalah 18.58 kW.

4.2. Presentase Pemakaian Generator

Perhitungan presentase pemakaian generator untuk peralatan permesinan dan penerangan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan atau dapat dirumuskan sebagai berikut [5]:

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

dimana:

- η = Presentase pemakaian
- P_o = Daya peralatan yang dibutuhkan
- P_i = Daya generator generator yang tersedia

Untuk presentase pemakaian generator utama didapatkan nilai efisiensi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{33.375 \text{ kW}}{64 \text{ kW}} \times 100\% \\ &= 52.15\% \end{aligned}$$

Sedangkan presentase pemakaian generator emergency adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{18.58}{31.3} \times 100\% \\ &= 59.36\% \end{aligned}$$

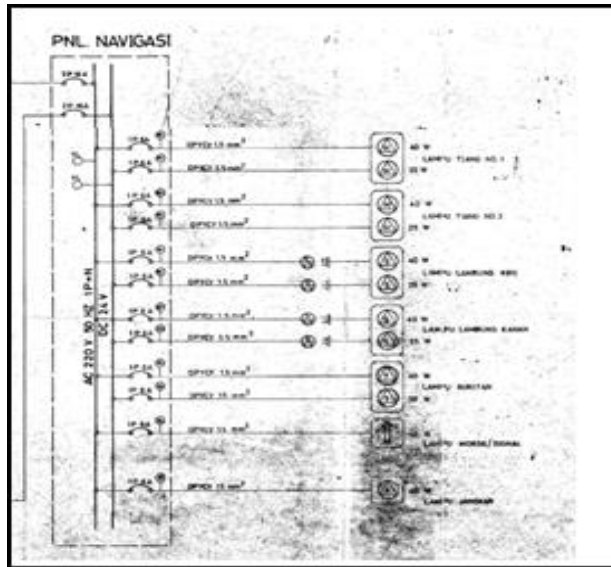
Dilihat dari presentase daya kebutuhan listrik untuk kondisi darurat / emergency efisiensi yang di dapat sebesar 59.36 %. Dari nilai presentase ini, terlihat bahwa banyak daya yang terbuang (tidak difungsikan), sehingga dapat dianggap tidak efisien dari segi ekonomisnya.

Untuk memenuhi daya listrik untuk kebutuhan darurat/emergency dari perhitungan daya sebesar 18.58 kW, dapat direkomendasikan generator yang efektif untuk KMP. Tuna dari segi ekonomis yang ada di pasar yaitu PERKINS 404D-22G dengan kapasitas daya sebesar 20.3kW agar daya generator tidak banyak yang terbuang sehingga pemakaian generator lebih efektif dan efisien.

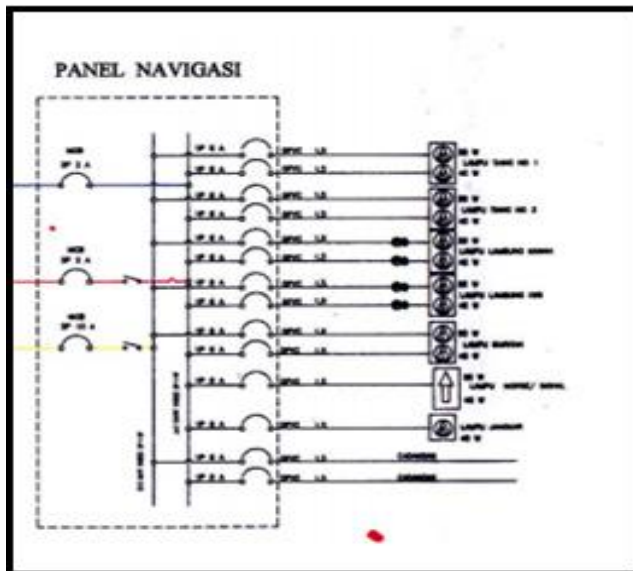


4.3. Update Wiring Diagram

Akibat penambahan generator, maka diagram kelistrikan (*wiring diagram*) dari kapal KMP. Tuna juga harus dirubah atau digambar ulang. Adapun wiring diagram yang dan yang baru dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2, masing-masing.



Gambar 1. Wiring diagram sebelum pemasangan generator emergency



Gambar 2. Wiring diagram setelah pemasangan generator emergency

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa KMP. Tuna sebelumnya hanya memiliki 4 sumber listrik. Dimana generator dipakai untuk sumber listrik dalam keadaan normal sedangkan battery digunakan untuk kondisi emergency. Adapun gambar wiring diagram listrik tersebut setelah adanya penambahan dapat dilihat pada Gambar 2.

Untuk sistem emergency di kapal, BKI Rules Volume 4 Rules for Electrical Installation, Section 2 “Instalation of Electrical Equipment” menyatakan dibutuhkan generator emergency untuk menopang kinerja seluruh peralatan yang diperlukan pada saat kondisi emergency. Sebelumnya sudah dijelaskan peralatan apa saja yang harus diaktifkan pada kondisi emergency. Dan dilihat pada gambar wiring diagram terdapat warna yang dapat mempermudah pembaca. Dimana diantaranya sebagai berikut :

- Biru adalah sumber listrik dari generator utama
- Merah adalah sumber listrik dari generator emergency
- Kuning adalah sumber listrik dari battery

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa generator darurat yang ditambahkan di wiring diagram dapat mendukung layanan kelistrikan saat kondisi darurat tanpa mengganggu sistem kelistrikan pada kondisi normal.

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan penganalisaan pada dan dengan memperhatikan tiap kondisi kapal, maka ditarik beberapa kesimpulan

- Dari hasil perhitungan kebutuhan daya operasional tiap kondisi, dinyatakan masih cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik pada kapal. Adapun nilai-nilai yang dimaksud adalah sebagai berikut :
 - Kondisi Normal :33.375 kW
 - Kondisi Emergensi :18.58 kW
- Nilai presentase pemakaian generator tiap kondisi adalah sebagai berikut :
 - Kondisi Normal : 52.15 %
 - Kondisi Emergensi : 59.36 %

Sehingga diketahui bahwa daya generator yang tersedia memenuhi baik pada kondisi normal maupun kondisi darurat/emergency.

Referensi

- [1] International of Maritime Organization (IMO), SOLAS (Safety of Life at Sea) Chapter 2, 2004.
- [2] Harrington, Roy, "Marine Engineering", SNAME, 1992, New York.
- [3] Watson, George Opli Phant, "Marine Electrical Practice" Butterworth & Co, 1983, London.
- [4] BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), Volume IV Rules for Electrical Instalation", Section 2, BKI, Jakarta.
- [5] Watkins A. J, "Perhitungan Instalasi Listrik", diterjemahkan oleh Ir. Zulkifli Harahap, 2004.



Fitur dan Fasilitas Masjid Berbasis Potensi Fitrah Anak

Salmiah^{1*}, Ria Wikantari¹, Afifah Harisah¹

¹Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: dcore.indonesia@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.08

Abstrak

Penelitian ini bertujuan; (1) mengidentifikasi fitur dan fasilitas anak di masjid-masjid di Kota Makassar, (2) mengeksplorasi fitur dan fasilitas masjid berbasis potensi fitrah anak. Penelitian dilakukan di Makassar, menggunakan metode kualitatif dengan menggunakan data kualitatif dan kuantitatif melalui daftar pertanyaan, survey serta wawancara orang tua dan anak pada komunitas parenting dan komunitas da'wah di Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) fitur area salat untuk anak adalah area yang terpisah jika memungkinkan namun tetap terkoneksi dengan area salat utama dengan pengawasan orang tua atau *volunteer* yang memiliki kedekatan dengan anak. Area salat anak dilengkapi dengan poster (doa anak, bacaan salat, serta adab di masjid), karpet warna-warni, perlengkapan ibadah anak (mukena, peci, alqur'an, sajadah), rak perlengkapan ibadah anak, dan kebutuhan anak yang lain seperti air minum gallon. Sedangkan fasilitas rekreasi anak di masjid-masjid di Kota Makassar belum pernah ditemukan, yang ada adalah masjid sebagai tempat anak-anak belajar Al-Qur'an. Masjid-masjid di Makassar perlu meningkatkan fasilitas yang ada seperti perpustakaan anak, fasilitas olahraga, tempat wudhu/toilet anak, ruang laktasi, teras yang lapang. (2) Fasilitas masjid berbasis potensi fitrah anak : (0-2 tahun) ruang laktasi, (3-6 tahun) Taman Pendidikan Al-Qur'an, perpustakaan anak, sarana bermain anak, tempat wudhu anak (7-10) fasilitas olahraga.

Abstract

Features and Facilities of Mosque Based on Children's Fitrah. The aims of this study; (1) identifying children's features and facilities in mosques at Makassar City, (2) exploring mosque's features and facilities based on children's fitrah. The study was conducted in Makassar, using qualitative method with qualitative and quantitative data through questionnaires, survey and interview of parents and children in the parenting community and da'wah community in Makassar. The results showed that: (1) the features of the prayer area for children are separate areas if possible but still connected to the main prayer area under the supervision of parents or volunteers who have close relations with children. Children's prayer area is equipped with posters (children's prayers, prayer readings, and manners in the mosque), colorful carpets, children's worship equipment (mukena, cap, quran, prayer mat), shelves for children's worship equipment, and other children's needs such as gallon drinking water. While children's recreational facilities in mosques in Makassar City have never been found, but mosque as a place for children to learn the Qur'an. The mosques in Makassar need to improve existing facilities such as children's libraries, sports facilities, children's toilets/ablution, lactation rooms, spacious terraces. (2) Mosque facilities based on children's fitrah: (0-2 years) lactation room, (3-6 years) Al-Qur'an Education Park, children's library, children's play facilities, children's toilets/ablution (7-10) sports facilities.

Kata Kunci: Fasilitas, fitur, fitrah anak, masjid, ramah anak

1. Pendahuluan

Menurut Nugroho [1] Tahun 2005 Kementerian Negara Pemberdayaan Perempuan pertama kali memperkenalkan istilah Kota Layak Anak lewat kebijakan Kota Layak Anak yang kemudian berkembang menjadi Kabupaten atau Kota Layak Anak dan disingkat menjadi KLA. Dalam Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Perempuan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2009 disebutkan prinsip-prinsip kota layak anak, yaitu

non diskriminasi, kepentingan terbaik untuk anak, hak untuk hidup, kelangsungan hidup dan penghargaan terhadap anak.

Makassar sejak 22 September 2014 sudah mendapatkan predikat Kota Layak Anak dengan tujuan untuk membangun inisiatif pemerintah kota agar mengarah pada kebijakan, program, strategi dan kegiatan pembangunan yang mengutamakan hak anak menurut penelitian yang dilakukan oleh Hamudi [2]. Upaya yang dilakukan Kota Makassar untuk memenuhi kriteria sebagai KLA



adalah menyediakan taman bermain anak yang nyaman di 18 kecamatan, peningkatan jumlah Ruang Terbuka Hijau (RTH). Upaya yang dilakukan Kota Makassar dalam memenuhi kriteria sebagai KLA belum menjadikan masjid sebagai target program ramah anak, padahal masjid tidak kalah pentingnya karena masjid merupakan pusat perawatan dan penumbuhan fitrah anak khususnya fitrah keimanan yang merupakan dasar dari bertumbuhnya fitrah-fitrah anak yang lain. Menurut Suratkom [3] dalam penelitiannya yang berjudul *Fitur dan Fasilitas Masjid Ramah Perempuan* menyebutkan bahwa hampir seluruh responden mengharapkan adanya fasilitas anak di Masjid.

KLA tidak hanya berlaku di lingkungan keluarga, sekolah, maupun di lingkungan sosial, akan tetapi juga berlaku di lingkungan tempat ibadah, seperti masjid, gereja, pura, vihara, dan lain-lain menurut Ngaderi [4]. Dalam hal ini masjid juga harus menjadi tempat yang berorientasi pada pemenuhan hak anak dalam perawatan dan penumbuhan fitrahnya. Arsitektur masjid harus hadir kembali memenuhi perannya sebagai pusat pembangunan masyarakat islam, sebagai yang dicontohkan Rasulullah SAW dalam membangun peradaban umat islam sebelumnya.

Dalam hadist disebutkan, Abu Daud (no. 495) dan Ahmad (6650) telah meriwayatkan dari Amr bin Syu'aib, dari bapaknya dari kakeknya, dia berkata, "Rasulullah shallallahu alaihi wa sallam bersabda, "Perintahkan anak-anak kalian untuk melakukan shalat saat usia mereka 7 tahun, dan pukullah mereka saat usia 10 tahun. Dan pisahkan tempat tidur mereka." (Dishahihkan oleh Al-Albany dalam *Irwa'u Ghalil*, no. 247)

Melaksanakan perintah shalat tidak serta merta terjadi begitu saja pada anak. Kebiasaan ini perlu ditumbuhkan sejak dini, sehingga kelak ketika mereka sudah baligh (dewasa) mereka sudah terpaut hatinya dengan masjid, melakukan shalat tanpa diperintahkan karena sudah terbangun kebiasaan sejak usia dini.

Menurut Utaberta [5] warisan dari masjid adalah fungsinya, bukan bentuknya dimasa lampau. Ada 5 program yang harus terakomodasi di Masjid yaitu : program pendidikan, program sosial, program ekonomi, program kesejahteraan

masyarakat, program peradilan syari'ah dan berbagai program tambahan seperti program untuk anak-anak.

Berdasar pada Al-Qur'an dan Hadist, Permen PPA Nomor 11 Tahun 2011 serta historiografi fungsi masjid di jaman Rasulullah SAW, seharusnya anak-anak juga menjadi salah satu pelaku utama kegiatan pada bangunan masjid, mereka juga memiliki hak dan harus diwadahi aktivitasnya di masjid sebagai tempat merawat, membangkitkan dan menumbuhkan potensi fitrah mereka dengan memenuhi persyaratan kenyamanan, keamanan, keselamatan, dan kesehatan.

Besarnya harapan terhadap anak-anak pembawa misi peradaban ke depannya yang hari ini terdidik dengan baik di lingkungan keluarga, di lingkungan sekolah, dan di lingkungan sosial khususnya di masjid, sangat penting untuk melakukan penelitian awal tentang "Fitur dan Fasilitas Masjid Berbasis Potensi Fitrah Anak".

Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi fitur dan fasilitas untuk kebutuhan anak di Masjid menurut pendapat orang tua dan anak, dan untuk mengeksplorasi fitur dan fasilitas masjid yang berorientasi pada perawatan dan penumbuhan fitrah keimanan anak.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif dengan metode deskriptif menggunakan paradigma positivisme dengan menggunakan data kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini dilaksanakan di Kota Makassar, akan tetapi tidak fokus pada masjid tertentu sebagai studi kasus karena tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Jika fokus pada masjid tertentu sebagai studi kasus, besar kemungkinan pengunjung masjid yang dijadikan informan tidak memahami fitrah anak baik pada tataran konsep maupun aplikasi, sehingga data yang diharapkan tidak sesuai dengan jawaban informan. Subjek dalam penelitian ini yang bertindak sebagai informan adalah para orang tua dalam komunitas parenting. Adapun teknik penentuan informan pada penelitian ini adalah non probability sampling. Teknik non probability sampling yang digunakan dalam penentuan informan pada penelitian ini



adalah teknik *purposive sampling*. Menurut Sugiono [6] *purposive sampling* adalah teknik penentuan sample dengan kriteria tertentu. Adapun kriteria-kriteria informan yang ditetapkan antara lain :

- Orang tua muslim/muslimah baik yang berdomisili di Makassar ataupun tidak, namun pernah berkunjung ke masjid-masjid di Makassar.
- Memiliki anak umur 0-10 tahun.
- Menerapkan pendidikan berbasis fitrah pada anak dalam keluarganya.

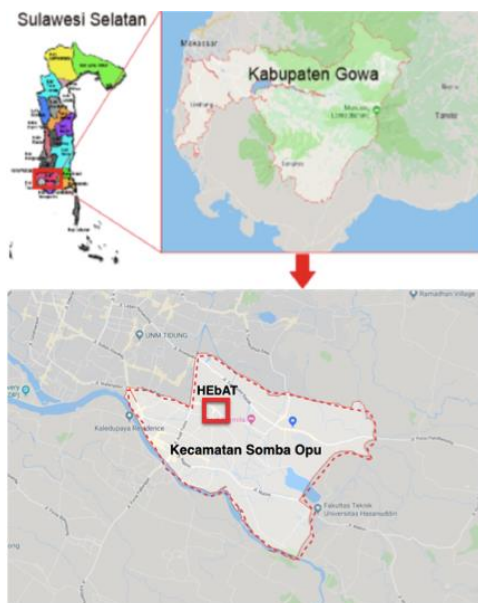
Jumlah informan yang terjaring melalui link dokumen google sebanyak 58 orang, 40% informan berjenis kelamin laki-laki dan 60% berjenis kelamin perempuan dengan rincian sebagai berikut :

- Komunitas HEbAT (Home Education Based on Talent and Akhlaq) sebanyak 30 orang.
- Komunitas IIP (Institut Ibu Profesional) sebanyak 9 orang.
- Komunitas ICATT (Ikatan Cendekiawan Alumni Timur Tengah) sebanyak 8 orang.
- Komunitas lain-lain sebanyak 11 orang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Khusus Subjek Penelitian

- Komunitas HEbAT (*Home Education based on Akhlaq and Talents*)



Gambar 1. Peta komunitas HEbAT

Komunitas HEbAT (Home Education based on Akhlaq and Talents) adalah grup diskusi dan berbagi mulai dari konsep pendidikan berbasis akhlaq dan potensi (fitrah), sampai kepada praktik dan menjalin kerjasama jaringan di lapangan. Kekuatan konsep pendidikan berbasis potensi ini ada pada keluarga dan jaringan komunitas, baik untuk pemagangan, keteladanan maupun kemandirian.

Program inti komunitas adalah CBE (Community Based Education) dan CBB (Community Based Bisnis). Untuk program CBE dibagi berdasarkan usia :

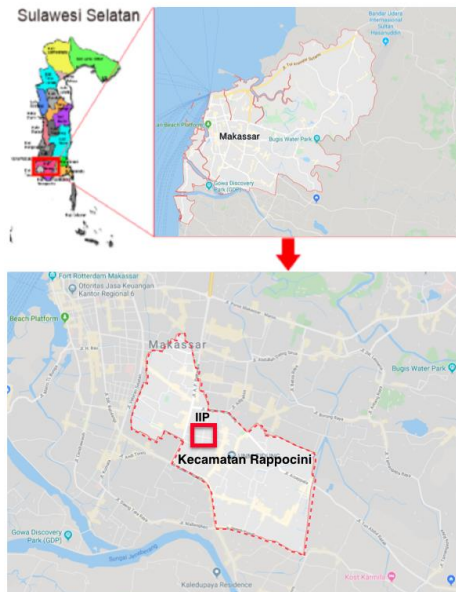
- Kelompok usia di bawah 7 tahun (Belajar bersama alam, mengenal kearifan lokal, dan bahasa ibu).
- Kelompok usia 7-12 tahun (Project Based Learning, ekpedisi, dan riset).
- Kelompok usia 11-17 tahun (Talent Development, pemagangan, sertifikasi dll).
- Program CBE for Parents (Fatherhood Forum, Kuliah FBE, workshop dll).

Sedangkan program CBB adalah merancang dan membangun unit usaha bersama, sebagai bentuk dukungan operasional untuk kegiatan komunitas. Adapun peran pemberdayaan yang dilakukan adalah bersedianya komunitas HEbAT dalam berperan sebagai influencer/katalisator bagi upaya pemberadaban anak bangsa melalui pendidikan berbasis rumah dengan memfasilitasi elemen berbasis komunitas manapun (Posyandu, PKK dsb.), untuk mengembangkan pendidikan berbasis rumah, baik melalui konsep, program, pembelajaran maupun SDM.

- IIP (*Institut Ibu Komunitas Profesional*)

Ibu profesional adalah komunitas para ibu dan calon ibu yang ingin meningkatkan kualitas dirinya dalam menjalankan perannya sebagai seorang perempuan, ibu dan istri yang dibanggakan oleh suami dan anak. Definisi kata profesional berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah memerlukan kepandaian khusus untuk menjalankannya. Berdasar dari definisi profesional ini sehingga untuk menjalankan peran sebagai perempuan, ibu dan istri diperlukan sikap profesional (bersungguh-sungguh) dalam belajar

sehingga mampu memberi manfaat kepada diri, keluarga, dan masyarakat.



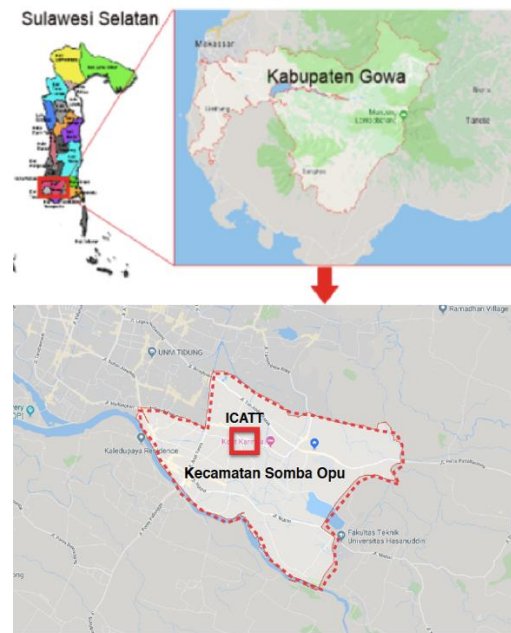
Gambar 2. Peta komunitas IIP

Untuk menuju menjadi ibu profesional tentunya bukan hal yang instan, sehingga diperlukan keputusan untuk memulai langkah pertama. Adapun tahapan-tahapan menuju ibu profesional adalah:

- Bunda sayang
 Pada tahapan bunda sayang ini para ibu akan dibekali dengan ilmu-ilmu untuk meningkatkan kualitas ibu dalam mendidik anak-anak, sehingga mampu menjadi guru pertama dan utama bagi anak-anaknya
- Bunda Cekatan
 Setelah para ibu berhasil menyelesaikan tahapan bunda sayang maka mereka bisa melanjutkan ke tahapan selanjutnya yaitu bunda cekatan. Pada tahapan bunda cekatan para ibu dibekali dengan ilmu-ilmu untuk meningkatkan kualitas ibu dalam mengelola rumah tangga dan keluarganya sehingga menjadi keluarga yang unggul.
- Bunda Produktif
 Ketika para ibu berhasil menerapkan ilmu yang didapatkan pada tahapan bunda sayang dan bunda cekatan maka tahapan selanjutnya adalah bagaimana membekali para ibu untuk meningkatkan rasa percaya dirinya, dengan cara berproses menentukan misi spesifik

hidupnya. Dengan menemukan misi spesifik hidup maka para ibu mampu produktif dengan bahagia, tanpa harus meninggalkan anak dan keluarganya.

- Bunda Saleh
 Pada tahapan ini para bunda dibekali dengan ilmu-ilmu dalam meningkatkan perannya sebagai agen pembawa perubahan di masyarakat, sehingga keberadaannya bermanfaat bagi banyak orang.
- Komunitas ICATT (Ikatan Cendekiawan Alumni Timur Tengah)



Gambar 3. Peta lokasi sekretariat komunitas ICATT Sulawesi

Ikatan Cendekiawan Alumni Timur Tengah (ICATT) Indonesia adalah wadah yang menghimpun alumni yang pernah belajar di kawasan Timur Tengah yang meliputi Mesir, Sudan, Suriah, Maroko, Tunisia, Arab Saudi dan Pakistan. Jumlah alumni Timur Tengah yang telah kembali ke Indonesia dan berkiprah di dalam berbagai bidang jumlahnya telah mencapai ribuan. Khusus di Sulawesi Selatan jumlahnya sekitar 500-an. Akan tetapi jumlah tersebut belum terdata seluruhnya karena keterbatasan informasi yang detail mengenai keberadaan dan aktifitas para alumni tersebut.

- Komunitas lain-lain

Informan lainnya dari komunitas rumah inspirasi, rumah main anak dan lainnya belajar parenting dari buku-buku parenting, seminar parenting dan majelis ilmu agama.

3.2. Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan pada 3 masjid di Makassar yaitu Masjid Al-Markas Al-Islami Makassar, Masjid Fatimah Bukit Baruga, dan Masjid Baabuttaubah.

- Masjid Al-Markas Al-Islami Makassar

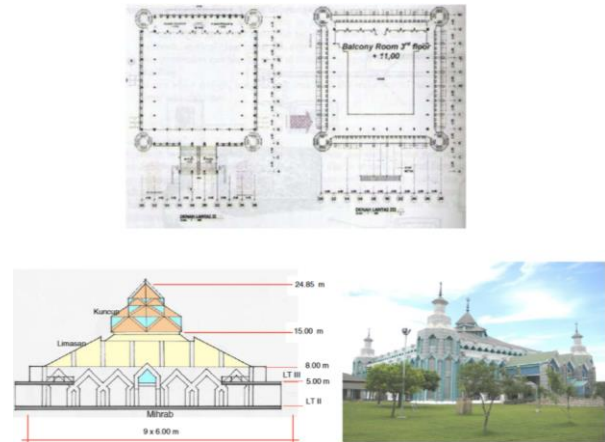


Gambar 4. Site Plan Al-Markas Al-Islami dan Fasilitas Anak

Masjid Al-Markas Al-Islami dibuat untuk melayani masyarakat muslim Kota Makassar. Masjid ini letaknya di Jalan Sunu. Survey dilakukan pada sore hari sebelum salat ashar dan setelah salat ashar. Tampak anak-anak usia 7-10 tahun main bola di area jalan, dan pada saat salat ashar tidak tampak adanya jamaah anak-anak di area ikhwan maupun akhwat. Masjid ini dilengkapi dengan fasilitas anak di lantai 1 yaitu Taman Kanak-Kanak dengan area bermain anak di halaman masjid, sedangkan ruangan kelas berada di masjid lantai 1. Adapun teras masjid yang lapang dimanfaatkan anak-anak mengaji.

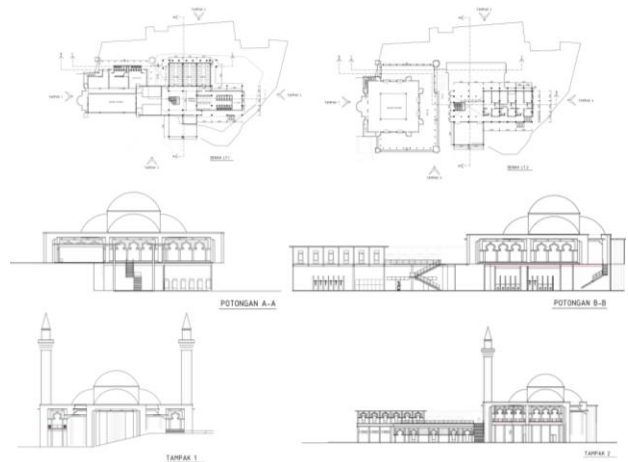


Gambar 5. Area bermain anak

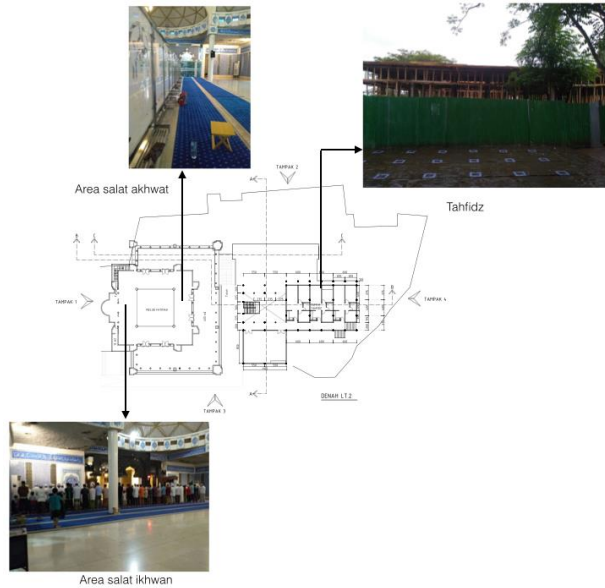


Gambar 6. Denah, tampak dan potongan Masjid Al-Markas Al-Islami dan Fasilitas Anak [7]

- Masjid Fatimah Baruga



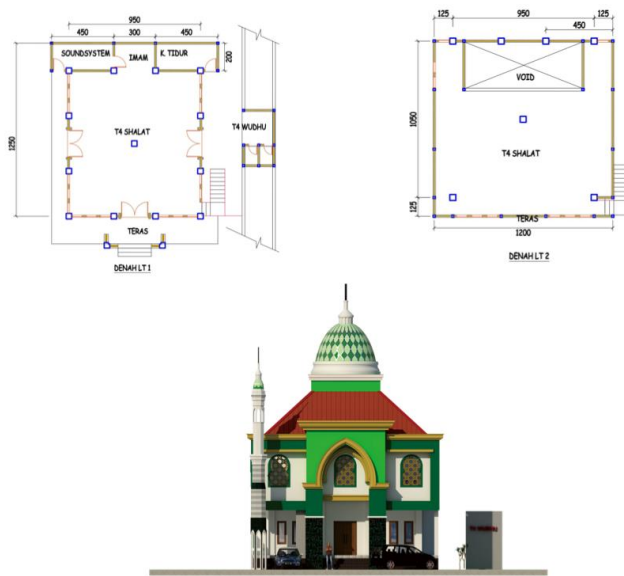
Gambar 7. Denah, tampak dan potongan Masjid Fatimah Baruga



Gambar 8. Ruang salat dan tahfidz Masjid Fatimah Baruga

Masjid Fatimah Baruga terletak di kompleks perumahan Bukit Baruga Antang, Masjid ini dibangun untuk melayani aktivitas ibadah warga, masjid ini dilengkapi dengan fasilitas pesantren tahfidz untuk anak. Adapun fasilitas tahfidz saat ini sementara dibangun di area yang berdampingan dengan area salat di lantai 2. Survey dilakukan di sore hari menjelang salat magrib.

• Masjid Baabuttaubah



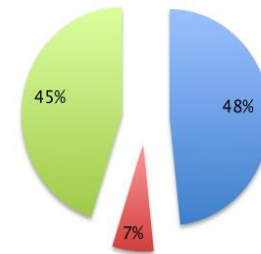
Gambar 9. Ruang salat dan tahfidz Masjid Fatimah Baruga

Sedangkan kondisi masjid Baabuttaubah yang terletak di Kompleks Perumahan Minasaupa, digunakan oleh anak-anak mengaji setiap hari senin sampai hari jumat. Aktivitas mengaji dilakukan di area salat lantai 1.

3.3. Karakteristik Informan

• Frekuensi Kunjungan Informan ke Masjid

■ Membawa anak ■ Tidak membawa anak ■ Kadang-kadang



Gambar 10. Frekuensi informan membawa anak ke masjid

• Tujuan Orang Tua Membawa Anak ke Masjid

Tabel 1. Tujuan orang tua membawa anak ke masjid berdasarkan urutan

No	Tujuan Membawa Anak ke Masjid
1	Mengenalkan salat jamaah 5 waktu (wajib laki-laki)
2	Mengenalkan dan belajar tata cara ibadah
3	Mengikat hati dan mencintai masjid
4	Mengenalkan masjid sejak usia dini
5	Ikut Ayah/Bunda (tarbiyah/ta'lim)
6	Mengenalkan adab di Masjid
7	Bersosialisasi dengan teman sebaya

Tujuan orang tua membawa anak ke masjid berturut-turut berdasarkan urutan jawaban terbanyak adalah mengenalkan salat jamaah wajib 5 waktu untuk laki-laki, akan tetapi untuk anak perempuan salat jamaah bukan hal yang wajib. Tujuan lainnya adalah agar anak-anak mengenal salat dan belajar ibadah dengan cara melihat, mengenal masjid lebih dini sebelum memasuki usia diperintahkan salat yaitu umur 7 tahun agar kelak tumbuh menjadi pribadi yang terikat hatinya dan mencintai masjid. Mereka juga berada di Masjid karena ikut serta Ayah/Bundanya dalam

aktivitas menuntut ilmu, agar anak bersosialisasi dan mengenalkan adab di Masjid. Semua tujuan ini merupakan upaya-upaya yang dilakukan oleh orang tua sebagai perawatan dan penumbuhan fitrah pada anak-anak mereka.

Hal ini menunjukkan bahwa para orang tua secara sadar akan tujuan kenapa mereka membawa serta anak nya ke masjid. Mereka berharap bahwa masjid adalah rumah kedua yang memberikan kenyamanan dan keamanan bagi anak-anak mereka.

3.4. Fitur dan Fasilitas Anak pada Masjid-Masjid di Kota Makassar

- **Fitur Area Salat**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua informan belum pernah menemukan perlengkapan ibadah untuk anak pada masjid-masjid di Kota Makassar. Hal ini menandakan bahwa anak belum menjadi subjek dalam mendesain masjid-masjid di Makassar.

Area salat pada masjid adalah sumber utama konflik antara orang dewasa yang ingin beribadah secara khusus dengan fitrah anak yang belajar dengan cara bermain. Penggalan pendapat ini bertujuan agar konflik bisa dikurangi atau dihilangkan agar kedua kepentingan bisa terwadahi tanpa harus menjauhkan anak dari masjid terlebih menciderai fitrah mereka lewat verbal ataupun fisik.

Hasil penelitian ini menunjukkan harapan orang tua bahwa keberadaan anak di Masjid perlu diwadahi secara spesifik walaupun mereka belum diwajibkan melakukan perintah salat. Usia diperintahkan untuk salat adalah 7 tahun, tidak serta merta anak-anak bisa melakukan perintah salat ini tanpa pembiasaan sejak usia dini, yaitu pembiasaan diumur 7 tahun ke bawah. Adapun hasil penggalan pendapat fitur tambahan pada area salat disajikan pada Tabel 2.

Harapan orang tua, area ibadah anak jika memungkinkan dipisahkan dengan area salat utama. Pada area ini didesain secara spesifik untuk anak, seperti ruangan dengan karpet warna-warni yang anti slip dengan hiasan dinding poster tata cara salat anak, doa-doa dan adab di Masjid. Area ibadah anak ini dilengkapi dengan perlengkapan ibadah khusus anak dan kebutuhan

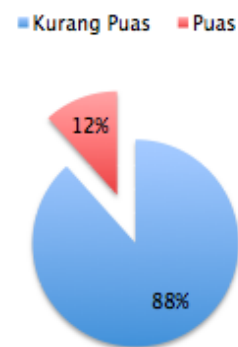
anak yang lain seperti air minum galon. Menurut informan area ibadah ini tentunya perlu pendampingan oleh orang dewasa. Pendampingan bisa dilakukan oleh orang tua atau volunteer.

Tabel 2. Fitur tambahan pada area salat menurut pendapat informan berdasarkan urutan

No	Fitur Tambahan
1	Area ibadah anak
2	Gambar tata cara ibadah, doa-doa dan adab anak di masjid
3	Rak perlengkapan ibadah anak
4	Karpet anti slip
5	Air galon

Para orang tua sangat ingin melatih dan melakukan pembiasaan ke anak sejak dini ke Masjid akan tetapi masih terkendala dengan masjid yang kurang ramah anak dan arah pengambilan keputusan yang belum pro ke anak. Sehingga para orang tua merasakan ketidaknyamanan dan ketidakleluasaan saat membawa anak, mereka masih khawatir ada jamaah yang menegur dan merasa terganggu dengan kehadiran anak. Begitupun sebaliknya keseganan jamaah menegur anak yang belum terbiasa dengan adab di masjid, sehingga hal ini menjadi rawan konflik.

- **Fasilitas**



Gambar 11. Pendapat informan terhadap ketersediaan fasilitas anak di masjid

Hampir semua informan mengatakan kurang puas terhadap fasilitas anak di masjid, hanya sedikit informan mengatakan puas karena masjid saat ini sudah dijadikan pusat pendidikan Al-

Qur'an. Informan yang kurang puas ini mengatakan bahwa fasilitas anak ada akan tetapi masih kurang dan tidak memperhatikan keamanan anak, pendapat lain mengatakan bahwa jarang menemukan fasilitas anak yang umur 5 tahun ke bawah karena yang diwadahi adalah pendidikan baca tulis alqur'an saja. Ada juga informan yang berpendapat bahwa tidak pernah menemukan fasilitas khusus untuk anak kecuali teras masjid yang selalu dijadikan anak-anak untuk bermain.

Pendapat orang tua menunjukkan bahwa masjid saat ini sudah menjadi Taman Pendidikan Al-Qur'an walaupun kurang dilengkapi dengan sarana dan prasarana khusus anak dalam belajar. Aktivitas belajar Al-Qur'an ini masih dilakukan di area salat utama atau memanfaatkan teras masjid. Sedangkan perpustakaan anak belum ditemui sama sekali di masjid manapun informan berkunjung.

Besarnya persentase informan yang menyatakan kurang puas dengan fasilitas anak di Masjid, ini menandakan bahwa ada nya harapan besar agar masjid-masjid di Makassar menyediakan dan meningkatkan fasilitas khusus anak pada masjid terutama fasilitas rekreasi untuk anak karena saat ini masjid-masjid pada umumnya sudah menjadi pusat pendidikan Al-Qur'an untuk anak.

Agar masjid menjadi pusat pembangunan masyarakat muslim maka harus mewadahi semua usia, bukan hanya untuk orang dewasa saja akan tetapi termasuk anak-anak. Menurut Utaberta [5] bahwa ada dua fasilitas anak yang ada pada masjid yaitu fasilitas pendidikan berbasis islam dan fasilitas rekreasi anak. Adapun fasilitas pendidikan seperti Taman Pendidikan Al-Qur'an dan perpustakaan anak. Sedangkan fasilitas rekreasi yaitu sarana bermain anak (perosotan, ayunan dll) serta taman.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa semua informan menyetujui adanya fasilitas pendidikan dan fasilitas rekreasi anak di Masjid. Kedua fasilitas ini dianggap sangat penting untuk diadakan di masjid. Hal ini menunjukkan bahwa proses belajar, bernalar dan bermain adalah tidak bisa dipisahkan.



Gambar 12. Pendapat informan terhadap fasilitas pendidikan dan fasilitas rekreasi anak di masjid

Adapun penggalian pendapat terhadap fasilitas tambahan selain fasilitas pendidikan berbasis islam dan fasilitas rekreasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Fasilitas tambahan menurut pendapat informan berdasarkan urutan

No	Fasilitas Tambahan
1	Perpustakaan anak
2	Fasilitas olahraga
3	Taman edukasi
4	Tempat wudhu/toilet anak
5	Ruang laktasi
6	Teras lapang

Fasilitas tambahan di atas disajikan berdasarkan urutan jumlah terbanyak, perpustakaan merupakan pendapat terbanyak. Selain perpustakaan anak disusul pendapat fasilitas olahraga, taman edukasi, tempat wudhu/toilet anak serta ruang laktasi. Sedangkan teras yang lapang merupakan hal yang tidak menjadi prioritas informan untuk diadakan.

Adapun penggalian pendapat terhadap anak terkait lingkungan masjid sebagai berikut :

“Saya ke masjid salat, kalau sudah salat langsung pulang tidak main, tapi itu kakak-kakak kalau sudah salat langsung tahambur, lari-lari di masjid. Saya harus pulang ke rumah karena mau makan”. (Aisyah 4 tahun).

Aisyah anak usia 4 tahun ke masjid bersama abinya, akan tetapi tidak diberi kebebasan untuk berada di Masjid setelah aktivitas salat karena segera dibawa pulang ke rumah. Orang tuanya mendidik Aisyah dengan sangat hati-hati menjaga

lingkungan anaknya. Anak-anak tidak pernah salah dalam meniru, ketika melihat anak yang lain berlari ke sana kemari setelah salat, maka anak yang lain pun semakin ramai melakukan hal yang sama walaupun awalnya mereka tenang karena sebelum ke Masjid orang tua sudah membekali dengan adab-adab ketika berada di Masjid. Anak usia 4 tahun belum dikenai kewajiban melakukan perintah salat sehingga di Masjid tidak perlu berlama-lama jika sudah mengganggu jamaah lain, setelah salat fardu, jamaah masih membutuhkan suasana yang tenang agar bisa khusus' berdzikir dan salat sunnah.

Penggalian pendapat juga dilakukan pada anak yang bernama Opick yang berumur 6 tahun, respon awal adalah melihat masjid sebagai tempat salat dan mengaji saja. Selain aktivitas salat dan mengaji tidak diperbolehkan. "Masjid untuk salat dan mengaji, tidak boleh main-main" (Opick, 6 Tahun).

Sedangkan penggalian pendapat pada Aira yang berumur 9 tahun sepakat jika di Masjid ada area salat khusus anak dan sarana bermain anak. "Kalau ada area salat anak, saya mau salat di situ. Tidak salat di area salat ibu-ibu." (Aira, 9 tahun).

Anak-anak membutuhkan area yang spesifik dalam melakukan aktivitas, selain area serba guna pada area salat utama. Begitupun dengan Opick yang awalnya bersikeras bahwa masjid tempat salat dan ngaji bukan tempat main, semakin digali pendapatnya bahwa tempat main di luar bukan di dalam ruang salat, aira dan opick sepakat bahwa kalau begitu boleh bermain di Masjid dan saya suka.

"Saya mau main perosotan, ayunan di Masjid. Kalau salat mau di tempat anak-anak, tidak ikut di tempat Abi' lagi." (Opick, 6 tahun).

3.5. Analisis Fitur dan Fasilitas Masjid yang Mampu Merawat dan Menumbuhkan Fitrah Keimanan Anak

- Merawat dan Menumbuhkan Fitrah Keimanan Anak Melalui Interaksi Masjid

Bagaimana merawat dan menumbuhkan fitrah keimanan anak tidak terlepas dari pendidikan. Pendidikan adalah katalisator dari tumbuhnya fitrah anak secara utuh. Pendidikanlah yang

menumbuhkan semua potensi fitrah menuju misi penciptaan manusia baik misi secara individu maupun misi secara komunitas.

Menurut Syantut [8] dalam bukunya merawat fitrah anak laki-laki disebutkan bahwa ada 4 pilar pendidikan anak yaitu:



Gambar 13. 4 (empat) pilar pendidikan dasar anak [8]

Rumah adalah tempat pertama yang menerima kehadiran anak di dunia ini, di rumahlah tempat anak menghabiskan waktu terbanyak dan dirumahlah mereka memiliki panutan yaitu Ayah dan Bundanya. Olehnya itu rumahlah yang menjadi pilar utama, pilar terpenting, dan pilar yang paling berpengaruh pada peradaban.

Anak sejak lahir ia terlahir dengan fitrah, rumahlah yang menentukan apakah akan merawat dan menumbuhkan fitrah nya atau sebaliknya memudarkannya atau bahkan merusaknya. Di mana tempat terbaik merawat dan menumbuhkan fitrah keimanan anak setelah rumah? Hal ini bergantung pada di mana kesadaran beragama muncul, apakah dari masjid atau dari rumah. Di beberapa wilayah kesadaran agama muncul dari sekolah atau kampus-kampus. Akan tetapi saat ini, jika membandingkan keduanya masjid lebih mudah di dapatkan keberadaannya dibanding dengan keberadaan sekolah yang berbasis islam.

Sadar atau tidak, masjid dan sekolah dijadikan sebagai media penyebaran paham sekuler untuk menghancurkan generasi muslim. Hal ini terlihat dari pergeseran fungsi masjid sebagaimana yang telah dipaparkan pada latar belakang bahwa masjid cenderung hanya sebagai tempat salat 5 waktu. Di luar waktu salat masjid sepi dengan aktivitas. Kita harus menjadikan masjid sebagai tempat pendidikan kedua setelah rumah dan sebelum mengenalkan anak dengan sekolah.

Bagaimana cara anak belajar? Montessori dalam Scott [9] membagi ke dalam 4 tahap pengembangan :



- Umur 0-6, pikiran penyerap; menyerap dari lingkungan, budaya dan bahasa.
- Umur 6-12, pikiran yang beralasan; pemikiran dan imajinasi abstrak.
- Umur 12-18 pikiran humanis; bertanya tentang masyarakat dan keseluruhan
- Umur 18-24 pikiran spesialis; prihatin dengan peran mereka dalam keseluruhan

Di usia 0-6 tahun merupakan masa kanak-kanak awal (pra- tamyiz) ibarat sebuah bangunan ini adalah masa penanaman pondasi. Pondasi yang kuat akan mampu menahan tantangan yang besar di masa-masa yang akan datang. Menurut Risman [10] besarnya tantangan orang tua di era digital ini, jika tidak ada susah payah di masa kanak-kanak awal maka orang tua akan disusahi oleh anaknya ketika dewasa nanti.

Elitazari dalam Scott [9] usia 0-6 tahun ini anak-anak belajar dengan menyerap pengalaman dari lingkungan sekitarnya melalui semua inderanya kemudian diolah melalui otak. Akan tetapi di usia 0-3 tahun anak-anak menyerap namun tidak disadarinya, sedangkan usia 3-6 tahun anak-anak menyerap lingkungannya secara sadar dan memiliki tujuan.

Oleh karena itu pentingnya menjaga indera anak di fase kanak-kanak awal ini. Pada fase kanak-kanak awal perhatikan, dengarkan hal-hal yang baik, hal-hal yang indah, hal-hal yang menyenangkan. Penuhi pengalamannya dengan imaji-imaji positif bukan sebaliknya. Golden age fitrah keimanan adalah pada masa anak-anak, sehingga tempat terbaiknya setelah rumah adalah masjid.

- **Fitur Ruang Salat Ramah Anak**

Berdasarkan hasil survey tujuan utama orang tua membawa anak ke masjid adalah mengenalkan dan belajar salat 5 waktu sejak dini agar kelak hatinya terikat dan mencintai masjid.

Area salat merupakan sumber konflik utama kehadiran anak-anak di masjid, terjadi konflik kepentingan antara orang dewasa yang ingin beribadah secara khusyu' dan anak-anak yang ingin belajar beribadah sejak usia dini.

Orang tua sebagai pendidik pertama dan utama dalam keluarga yang bertanggung jawab

terhadap pendidikan anaknya, seringkali dilema ketika hadir di masjid dan membawa anak. Dilema antara keinginan mengenalkan masjid setelah lingkungan rumah sejak usia dini atau menunggu kondisi ideal anak dan lingkungan masjid menerima kehadiran anak di Masjid.

Bagaimana agar konflik ini tidak terjadi lagi? Orang dewasa tetap bisa beribadah secara khusyu' dan anak-anak tidak dihalangi tujuan utama orang tuanya membawanya ke masjid.

Keberadaan anak di masjid bukan inti masalahnya, yang bermasalah adalah perilaku anak, berteriak sehingga menimbulkan suara bising, berlari ke sana ke mari di depan saf salat dan berbagai aktivitas anak yang menimbulkan ketidaknyamanan jamaah.

Aktivitas ibadah adalah salah satu aktivitas yang sifatnya privat, aktivitas yang sifatnya privat butuh ruang yang tidak bising. Sehingga sebaiknya ruang salat dibuat ruang khusus. Ruang khusus ibadah buat anak, terpisah dari ruang salat utama namun tetap terkoneksi dengan ruang salat utama.

Apa yang membuat ruang salat anak harus berbeda dengan ruang salat utama? Menurut Montessori dalam Scott [8] anak-anak membutuhkan ruang khusus yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Hal ini berkaitan dengan tingkat stress pada anak, ada korelasi antara tingkat stress anak dengan ruangan yang memiliki fungsi sebguna. Ruang yang terlalu besar dan digunakan untuk beberapa kegiatan dapat menyebabkan kebisingan dan kebingungan, namun ruangan yang terlalu kecil dapat menimbulkan tingkat stres dan kecemasan yang lebih tinggi. Moore dalam Scott [9] pada buku yang berjudul *Architecture For Children* menyebutkan bahwa luas yang ideal adalah 42-50 kaki persegi per anak.

Ruang salat khusus anak di desain dengan pendekatan anak, dilengkapi dengan perlengkapan ibadah khusus anak seperti mukena anak, sajadah anak, peci anak, Al-Qur'an anak dll. Agar anak-anak tetap aman, nyaman dan sehat maka elemen-elemen interior ruang salat anak harus disesuaikan dengan kebutuhan anak.



Tabel 4. Deskripsi elemen desain pada ruang salat anak

No.	Elemen Desain	Deskripsi
1	Lantai	Material lunak seperti karpet tebal dan puzzle mat GRC panel sebagai peredam bising pada dinding non struktur, cat
2	Dinding	dinding kidsproof technology, transparan, dinding sebagai media belajar (sticker tata cara salat, adab di masjid dll) Plafond akustik dengan
3	Langit-langit	menggunakan gypsum board dan atraktif. Ketinggian plafond 2,5 meter
4	Jendela	Sliding wall, transparan
5	Perabot ruang	Rak perlengkapan ibadah anak (menyesuaikan proporsi tubuh anak)

Jika fitur pada area salat menerapkan elemen-elemen desain berdasarkan deskripsi di atas maka anak-anak akan merasa aman, nyaman dan sehat selama beraktivitas di Masjid khususnya di area salat. Desain pada area salat anak harus merespon perilaku anak yang menyukai tantangan, tidak suka duduk teratur seperti orang dewasa. Mereka tidak hanya berjalan, tetapi juga melompat, merangkak, dan berlari. Kesemua penerapan elemen desain di atas sebagai upaya menjaga kenyamanan, keselamatan dan keamanan anak saat beraktivitas.

- Fasilitas Anak di Masjid Berdasarkan Fitrah Perkembangan Anak

- Usia 0-2 Tahun

Di usia 0-6 bulan kebutuhan pokok anak adalah Air Susu Ibu (ASI). ASI yang didapatkan dari ibu kandungnya. Menurut Rebel dalam Syantut [8] disebutkan bahwa dalam diri seorang anak usia dini, terdapat kebutuhan naluri untuk selalu dekat dengan ibunya. Jika seorang ibu dapat memberikan kebutuhan tersebut, ia telah membantu anaknya berkembang secara optimal.

Sejak lahir anak sudah membawa pokok kebaikan (innate goodness) untuk menjalani peran spesifiknya menuju maksud penciptaan manusia yaitu untuk beribadah sebagai Hamba Allah dan sebagai Khalifah di muka bumi ini.

Ini tahap penguatan fitrah keimanan dengan memberikan ASI secara eksklusif, menghadirkan

hati, perhatian, sentuhan, pandangan dan sebagainya ketika menyusui. Inilah tahap penguatan awal Tauhid Rubbubiyatullah.

Tauhid rubbubiyatullah adalah keyakinan bahwa tidak ada pencipta kecuali Allah, dan Allah lah satu-satunya yang mencipta, mengatur, menghidupkan, mematikan, memberikan rezeki kepada makhluk-makhluk yang ada di langit dan di bumi.

Jadi, tatkala seseorang mengaku beriman kepada Allah, berarti dia harus meyakini bahwa hanya Allah sajalah satu-satunya yang menciptakan, mengatur, dan memberikan rezeki di alam ini.

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَكُمْ ثُمَّ رَزَقَكُمْ ثُمَّ يُمِيتُكُمْ ثُمَّ يُحْيِيكُمْ هَلْ مِنْ شُرَكَائِكُمْ مَنْ يَفْعَلُ مِنْ ذَلِكَ شَيْئًا سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى عَمَّا يُشْرِكُونَ

Artinya :

Allahlah yang menciptakan kamu, kemudian memberimu rezki, kemudian mematikanmu, kemudian menghidupkanmu (kembali). Adakah di antara yang kamu sekutukan dengan Allah itu yang dapat berbuat sesuatu dari yang demikian itu? Maha Sucilah Dia dan Maha Tinggi dari apa yang mereka persekutukan. (QS Ar-Rum [30]: 40)

Berdasarkan hasil observasi lebih dari separuh informan mengunjungi masjid setiap dan lebih dari separuh informan juga berjenis kelamin perempuan, dan hampir separuhnya setiap ke Masjid membawa anak. Ini menandakan bahwa frekuensi Ibu berada di Masjid cukup tinggi. Mereka sekedar singgah salat, ataupun tujuan lain seperti kegiatan pengajian. Jika durasi pengajian rata-rata 2 jam, maka ruang laktasi pada masjid merupakan hal yang penting untuk diadakan.

- Usia 3-6 Tahun

Pada usia 3-6 tahun merupakan tahap merawat fitrah keimanan dengan membangun imaji-imaji keindahan tentang Allah, tentang Rasulullah SAW, tentang Islam dan kebaikan lainnya sehingga melahirkan kesan dan cinta yang



mendalam. Cinta sebelum Islam, Iman sebelum Amal.

Adanya larangan merusak imaji-imaji anak pada usia 3-6 tahun tentang indahnya al-Haq. Para ulama meminta untuk menunda menceritakan tentang neraka, perang akhir zaman, Dajjal, qiyamat dan seterusnya, sampai benar benar fitrahnya kuat untuk menerima informasi itu, yaitu usia anak 7 tahun ke atas. Dilarang mendidik adab dengan memaksa, menyakitkan hatinya, dan seterusnya, agar tidak membenci adab, namun selalu berupaya dengan adab yang berkesan indah.

Pada tahap ini sepenuhnya tentang cinta, namun tidak memperturutkan hal yang tidak baik. Ceritakanlah hal hal indah yang membuat ananda sangat tergugah, berkesan mendalam dan antusias pada kebenaran.

Suasanakanlah keshalihan dalam setiap momen dan kesempatan tanpa terasa dan formal. Ini tahap emas untuk mengenalkan Allah, Rasulullah SAW dan kebaikan Islam. Anak sedang pada puncak imaji dan abstraksinya, alam bawah sadarnya masih terbuka lebar, maka mengenalkan apapun ttg kebaikan apalagi dengan cara berkesan akan masuk ke dalam alam bawah sadarnya dan menguatkan fitrahnya.

Penting mengkontekstkan semua peristiwa baik dengan Allah dalam setiap kesempatan. Teladankan kebaikan tanpa pasang target untuk segera diikuti.

Hindari semua bentuk formal dan penerapan disiplin yang membuatnya jadi membenci kebaikan itu sendiri. Ingat bahwa sholat baru diperintah saat usia 7 tahun, jadi di bawah 7 tahun sholat diimajikan indah bukan dipaksa tertib gerakan, tertib bacaan, tertib waktu. Misalnya penting setiap azan berkumandang, wajah bunda menjadi sumringah dan tersenyum seindah mungkin, bahkan memeluk dan mengucapkan kata kata indah di telinga ananda. Dahulukan amar ma'ruf daripada nahi munkar. Misalnya jika ananda naik ke atas meja, katakan saja "nak meja untuk makan, kaki untuk ke masjid atau ke taman" daripada panik dan menyebut keburukan.

Pada usia 3-6 tahun masih dalam fase pra latih menuju pelaksanaan perintah salat. Pada tahap ini masih merupakan konsepsi fundamental merawat

fitrah anak melalui kecintaan keluarga. Cara belajar anak pada usia ini anak menyerap dari lingkungan secara sadar dan punya tujuan. Fitrah belajar anak melalui keteladanan dan atmosfer kesalihan, sedangkan interaksi terbaiknya adalah kitabullah.

Pada fase ini anak sudah antusias mengenal dan menyebut nama Allah di usia 3 tahun, sehingga kelak di usia 7 tahun, pada saat diperintahkan salat anak menerimanya dengan suka cita. Pada usia 3-6 tahun adalah masa emas bagi mendidik fitrah keimanan, dengan menguatkan konsep Allah sbg Robb, melalui imaji-imaji indah yang melahirkan kecintaan kpd Allah, Rasulullah SAW, Islam.

Perkembangan fisik (motorik) anak pada usia 3-6 tahun senang meniru gerakan, mampu melompat, melempar, menari, naik turun tangga dengan berpegangan atau memanjat, mengendarai sepeda, senang bermain air dan pasir, dan aktivitas ini dilakukan secara terkoordinasi.

Sedangkan secara kognitif kemampuan anak di umur 3-6 tahun sudah mampu melakukan social play, mampu bekerjasama, berbagi, bereksplorasi serta mampu mengikuti arahan bermain.

Aktivitas fisik di atas sangat mengganggu jika dilakukan di area salat utama, dengan melihat kemampuan kognitif dan kemampuan sosial anak di usia ini maka perlu diwadahi fasilitas rekreasi seperti area permainan yang sesuai seperti lapangan kecil dengan ayunan, perosotan, jungkat-jungkit, lompat jauh, lapangan pasir dan rumput dan lain sebagainya.

Pada usia 3-6 tahun ini anak-anak tidak bisa dipaksa tenang mengikuti gerakan salat, tepat waktu dan tepat bacaan. Olehnya pada usia ini masih dalam pendampingan penuh orang tua sehingga fasilitas rekreasi anak berdampingan dengan area salat utama di mana orang tua beraktivitas paling banyak.

- Usia Anak 7-10 Tahun

Ini adalah tahap menumbuhkan dan menyadarkan tauhid mulkiyatullah. Tauhid Pada tahap ini anak sedang sangat kritis (fitrah belajar dan bernalar pada puncaknya), mereka juga mulai bergeser dari ego sentris ke sosio sentris, mereka mulai memahami adanya keteraturan di alam dan



di kehidupan. Inilah tahap yang tepat untuk menumbuhkan dan menyadarkan bahwa Allahlah Sang Maha Pengatur, Sang Maha Pembuat Hukum, Zat Yang harus dita'ati.

Fitrah keimanannya ditumbuhkan dengan membaca alam dan mentadaburi keteraturan ciptaan Allah di alam semesta. Fitrah keimanan tumbuh baik dengan menginteraksikannya pada kenyataan adanya keteraturan yang indah dan sempurna alam semesta. Keimanannya mulai berbunga menjadi keinginan kuat memahami keteraturan itu dan mencintai Sang Maha Pengaturnya. Keimanan tidak bisa lagi lewat kisah kisah menjelang tidur, namun harus dialami langsung dengan interaksi di alam.

Fitrah Keimanan yang tumbuh paripurna akan berujung kepada peran peradaban berupa gairah dan antusias menyeru kepada Tauhidullah. Inilah adab tertinggi kepada Allah sebagaimana yang ditugaskan kepada para Nabiullah Alaihimusalaam sepanjang sejarah.

Pada usia 7-10 tahun kecepatan dan kehalusan motoriknya meningkat sehingga sangat aktif dan energik, semakin meningkat kesenangannya dengan aktivitas fisik yang sifatnya kejar-kejaran, mereka membutuhkan ruang gerak aman tanpa pengawasan akan tetapi menantang, sehingga fasilitas yang cocok pada usia ini adalah fasilitas olahraga.

Tabel 5. Fasilitas anak di masjid berdasarkan fitrah perkembangan anak

Usia Anak	Ruang	Fasilitas
0-2	Ruang laktasi	Fasilitas Pendukung
3-6	Taman Pendidikan Al-Qur'an	Fasilitas Pendidikan
	Perpustakaan anak	Fasilitas Pendidikan
	Sarana bermain anak	Fasilitas Rekreasi
	Tempat wudhu anak	Fasilitas Pendukung
7-10		Fasilitas olahraga

4. Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini antara lain:

- Fitur dan fasilitas anak pada masjid-masjid di Makassar belum memuaskan, perlu

ditingkatkan. besarnya harapan orang tua agar masjid-masjid lebih ramah anak dan meningkatkan fasilitas anak di Masjid.

- Fitur dan fasilitas masjid yang berbasis potensi fitrah anak akan menjadi faktor penarik anak-anak agar nyaman dan betah berada di Masjid. Dengan anak-anak betah dan nyaman berada di Masjid mencegah mereka berkunjung ke tempat-tempat lain yang memberikan kenyamanan namun berbahaya bagi masa depan mereka. Besarnya tantangan orang tua dalam mendidik anak di era digital ini, akan menjadikan support yang kuat terhadap orang tua dalam mendidik anaknya ketika masjid menjadi rumah kedua bagi anak-anak. Masjid yang menjadi rumah kedua bagi anak-anak, kelak anak-anak terpaut hatinya dengan masjid, sehingga anak-anak sangat siap dengan segala kewajiban yang melekat pada dirinya di usia baligh.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dapat dilakukan berkat dukungan dari banyak pihak. Ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada informan dalam penelitian ini yaitu komunitas HEbAT, IIP, dan ICATT.

Referensi

- [1] F. A. Nugroho, "Realitas Anak Jalanan Di Kota Layak Anak Tahun 2014(Studi Kasus Anak Jalanan di Kota Surakarta)", Universitas Sebelas Maret, April 2014.
- [2] M. I. A. Hamudi, "Upaya Mewujudkan Kota Layak Anak di Surakarta dan di Makassar", Jurnal Bina Praja, Vol.7, No.2, April 2015, pp.149-160.
- [3] A. Suratkom, dkk, "Woman Friendly Mosque, Features and Facilities: A Case Study on Masjid Sultan Ibrahim, Universiti Tun Hussein On Malaysia", International Conference on Architecture and Civil Engineering, 2017.
- [4] T. B. Ngaderi, diakses melalui <https://www.kompasiana.com/m.trimanto/5959dcb6c222bde30a27bc6d/masjid-layak-anak?page=all>, pada 8 April 2019.
- [5] N. Utaberta, A. Nayeem. "Masjid, The Spiritual and Physical Hub for Community Development", UPM: WARIS Research Group, 2016.
- [6] Sugiono, "Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D". Bandung: Alfabeta, 2010.



- [7] Imriyanti, "Mosque Architecture as A Sustainable Building In Urban (Case Study: Al Markas Al Islamic Mosque Makassar)", *Journal of Islamic Architecture*, Volume 2 Issue, 2013.
- [8] K. Syantut, "Merawat Fitrah Anak Perempuan", Tejemahan oleh Iman Matin, Cet. Ke-1, Jakarta Selatan: Maskana Media, 2019.
- [9] S. Scott, "Architecture for children", Acer Press: Australia, 2010.
- [10] E. Risman, "Peran Keluarga Dalam Membangun Insan Berkarakter", Auditorium BKKBN, pptx, 27 April, 2015.



Efektivitas Ruang Terbuka Publik pada Klaster Perumahan Komunitas Berpagar (Perumahan Bukit Baruga Kota Makassar)

Wahyudi Hasfi^{1*}, Shirly Wunas¹, Idawarni Asmal¹

¹Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: wahyudihhasfi@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.09

Abstrak

Komunitas Berpagar (*Gated Community*) merupakan kawasan permukiman dengan akses terbatas membuat ruang publik menjadi privat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi dan ketersediaan serta efektivitas ruang terbuka publik yang ada pada permukiman berkarakter *Gated Community* di Kota Makassar berdasarkan pengguna dan aktivitasnya dengan menggunakan metode campuran (*mix methode*) untuk mengamati dan menganalisis data. Teknik analisis data dilakukan dengan metode GPSI (*Good Public Space Index*). Hasil Penelitian dapat disimpulkan bahwa : (1) Ketersediaan Ruang Terbuka Publik dalam Perumahan Bukit Baruga khususnya dalam Klaster Borneo telah memenuhi standar dengan luas 1.190 m² dengan jumlah warga 628 orang (Syarat minimal 1 m²/orang, berdasarkan Permen PU Nomor 05/PRT/M/2008); (2) Efektivitas penggunaan ruang terbuka publik berdasarkan analisis GPSI dari variabel Intensitas dan Durasi Penggunaannya adalah tidak efektif, sedangkan berdasarkan variabel Penggunaannya secara Berkelompok, Keragaman Penggunaannya, serta Keragaman Karakteristik Penggunaannya adalah efektif. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan evaluasi ruang terbuka pada komunitas berpagar sehingga efektivitas penggunaan ruang terbuka dapat tercapai secara maksimal.

Abstract

The Effectiveness of Public Open Space in Gated Community Housing Cluster. This study aims to explain in depth the physical conditions, the availability and The Effectiveness of Public Open Spaces in Gated Community Housing Cluster towards the users and their activities uses a mixed method to analyze and to explain data comprehensively. Data collection techniques utilized the method of verification through GPSI (Good Public Space Index). This research found that: (1) the availability of Public Open Space in Bukit Baruga Housing especially in the Borneo Cluster with 628 citizens has already fulfilled the standard of open space with the providing 1,190 m² while minimum open space of 1 m²/citizen (Permen PU Nomor 05/PRT/M/2008); (2) The effectiveness of the use of public open space is seen to be ineffective based on Intensity of Use and People's Duration Of Stay; it seems effective based on the Intensity of Social Use, Variety of Use and Diversity Of Use. This research is expected to be a reference in evaluating open space in gated communities so that the more effective implementation in utilizing open space can be achieved.

Kata Kunci: Efektifitas, GPSI, komunitas berpagar, ruang terbuka publik

1. Pendahuluan

Ruang terbuka publik merupakan sarana umum yg digunakan warga untuk saling berinteraksi yang parameter keberhasilannya adalah pemanfaatannya, sedangkan pemanfaatan dan kepopuleran sebuah ruang publik tergantung kondisi lingkungan dan detail dalam rancangannya. Dalam hal ini keduanya harus lebih terkomunikasikan yaitu keterkaitan antara rancangan tata lingkungan dengan pemanfaatan ruang publik, sehingga ruang publik tersebut memiliki daya tarik tersendiri bagi

masyarakat untuk memanfaatkan dan beraktivitas di dalam ruang publik tersebut.

Isu yang diangkat pada penelitian ini adalah perencanaan ruang terbuka publik pada perumahan berkarakter *gated community*. Klaster dalam perumahan bukit baruga adalah pemukiman yang dihuni oleh komunitas yang cenderung homogen dalam taraf pendapatan yang menginginkan akses terbatas pada lingkungannya serta menjadikan sebuah ruang publik menjadi privat demi mewujudkan visi bersama dalam komunitas yaitu keamanan. Akses dalam klaster perumahan ini dikendalikan dan dibatasi oleh pembatas fisik serta



gerbang dan penjaganya. Penelitian dalam klaster ini diharapkan dapat memberi gambaran mengenai kondisi dan efektivitas ruang terbuka publik dalam perumahan komunitas berpagar di Kota Makassar.

Untuk mengetahui hal tersebut, maka perlu dilakukan proses observasi berdasarkan ketersediaan fasilitas dan indeks GPSI. Menurut Carmona [1], Ruang kota harus menyediakan ruang publik yang cukup untuk memelihara interaksi antar penghuninya. Ruang publik ini sendiri terbentuk dari lingkungan alami dan buatan dengan kemudahan akses sebagai persyaratan yang utama. Pengamatan dan analisis terhadap kondisi dan pengguna ruang luar dapat dikembangkan sebagai salah pendekatan dalam kajian ruang publik terutama untuk menilai respon pengguna ruang terhadap kualitas dan efektivitas ruang terbuka publik. Menurut Carr [2], ruang terbuka publik yang baik harus memiliki tiga nilai intrinsik yaitu demokratis, bermakna dan responsif.

Aspek penting dalam ruang publik yang demokratis adalah tersedianya aksesibilitas yang baik. Dengan aksesibilitas yang baik, akan mendorong pemanfaatan ruang publik oleh pengguna yang beragam. Keberagaman pengguna ini dapat diukur dari keberagaman gender, usia dan beberapa karakteristik lainnya. Sebagai ruang yang responsif, ruang publik harus dapat memberi kenyamanan dan keleluasaan bagai pemanfaatan dan kegiatan yang beragam. Pada akhirnya, keberadaan interaksi sosial melalui terbentuknya kelompok pengguna ruang, intensifnya penggunaan ruang dan adanya aktivitas yang beragam dapat menjelaskan bagaimana ruang publik bermakna bagi masyarakat.



Gambar 1. (a) Citra Satelit area Klaster Borneo pada kawasan Perumahan Bukit Baruga, (b) Area lokasi

Perumahan bukit baruga direncanakan untuk menjadi kota mandiri yang berdiri di atas lahan seluas kurang lebih 300 Ha yang terdiri dari beberapa klaster. Salah satu Klaster yang paling awal dibangun adalah klaster borneo.

2. Metode

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode Campuran (*mix method*), metode kuantitatif untuk menganalisis data angka dari pengguna serta aktivitasnya kemudian metode deskriptif/kualitatif untuk mendiskripsikan dan menjelaskan kondisi, ketersediaan serta data angka yang dihasilkan.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di Perumahan Bukit Baruga, Jalan Tirtamaya, Antang, Kec. Manggala, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Waktu penelitian berlangsung pada akhir Bulan Agustus hingga Akhir Bulan September.

2.3. Analisis Data

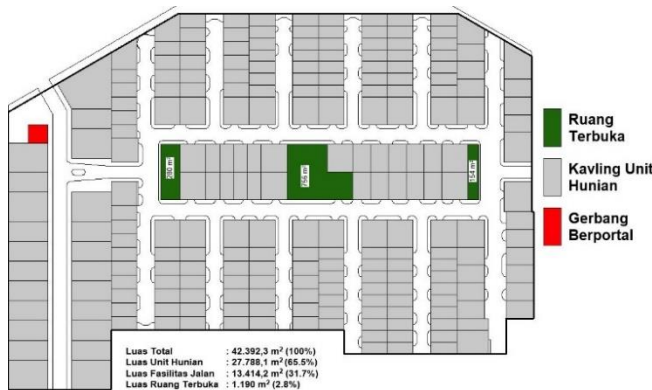
Analisis data yang digunakan adalah deskriptif yang sifatnya memaparkan dan menjelaskan temuan hasil penelitian. Data diperoleh dari observasi atas ketersediaan dan kondisi dari ruang terbuka publik serta dari penggunanya yang akan diolah berdasarkan metode GPSI. Berdasarkan metode tersebut, beberapa informasi yang dibutuhkan, antara lain: (1) Intensitas Penggunaan Ruang Terbuka Publik, (2) Intensitas Penggunaan Secara Sosial (Bersama). (3) Durasi Penggunaan, (4) Keberagaman Aktivitas, serta (5) Karakteristik pengguna ruang luar (Mehta, 2007) [3]. Informasi-informasi di atas akan diolah menjadi data masukan untuk memperoleh index hasil yang akan memperlihatkan efektivitas ruang terbuka publik.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini mengenai (1) kondisi fisik fasilitas dalam ruang terbuka publik klaster borneo, (2) efektivitas ruang terbuka publik yang berdasarkan pengamatan dan pengumpulan data secara umum terhadap pengguna ruang terbuka. Adapun hasil tersebut dijelaskan dalam sub-bab berikut.

3.1. Ketersediaan Ruang Terbuka Publik dalam Klaster Borneo

Ketersediaan fasilitas ruang terbuka publik pada perumahan bukit baruga khususnya di klaster borneo sudah memenuhi peraturan jika ditinjau pada aspek ketersediaan fasilitas, pada gambar dibawah, dapat dilihat luas total klaster borneo adalah 42.392,3 m², sedangkan luas ruang terbuka publik yang disediakan adalah 1190 m². Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 [4], proporsi penyediaan ruang terbuka untuk lingkungan RT di kawasan perkotaan berdasarkan jumlah penduduk adalah minimal 1 m²/warga. Dengan demikian dalam klaster borneo yang berpenduduk 628 orang warga harus menyediakan ruang paling tidak seluas 628 m² sebagai ruang terbuka publik. Sehingga dapat dikatakan bahwa klaster borneo telah memenuhi standar yang disyaratkan oleh pemerintah dalam hal penyediaan ruang terbuka publik.



Gambar 2. Letak dan ketersediaan ruang terbuka publik pada klaster borneo

3.2. Kondisi fisik fasilitas ruang terbuka publik

Berdasarkan pengamatan pada aspek penggunaan maka ketersediaan fasilitas penunjang pada lokasi penelitian dinilai cukup memadai untuk sebuah ruang terbuka bertaraf taman RT. Fasilitas penunjang pada ruang terbuka ini dilengkapi dengan berbagai fasilitas olahraga yang cukup mendukung pengunjung dalam beraktivitas.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Peta letak fasilitas dalam ruang terbuka, (b) Kondisi fasilitas dalam ruang terbuka klaster borneo

Gambar 1-4 merupakan area lapangan bulutangkis, tempat ini adalah lokasi favorit oleh semua warga untuk berkumpul dan melakukan berbagai aktivitas. Beberapa kali dalam setahun area ini digunakan oleh warga untuk melakukan kegiatan-kegiatan individual, hingga kegiatan bersama seperti perayaan kemerdekaan yang diisi dengan banyak perlombaan. Terlihat pada Gambar 2 & 3 terdapat 2 tempat duduk di sisi lapangan bulu tangkis, kondisi fasilitas ini masih baik dan terawat. Selain Tempat duduk di sisi Barat lapangan bulu tangkis, juga terdapat tempat duduk di sisi timur yang terbuat dari potongan batang kayu dalam kondisi cukup baik terlihat pada Gambar 4.

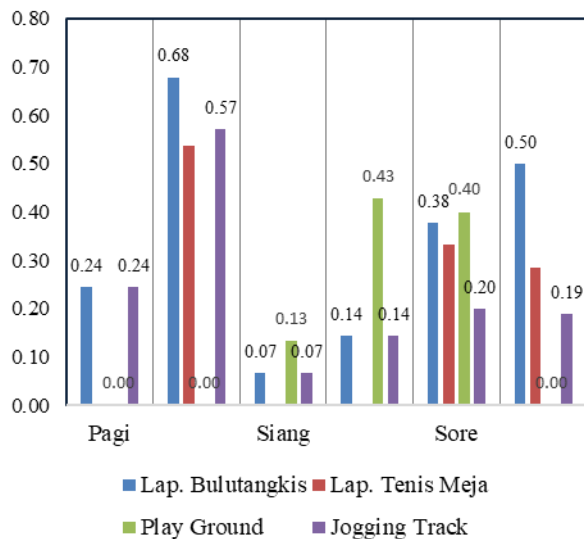
Gambar 5 area *Jogging Track* di dalam RTP klaster ini terlihat masih layak meskipun di beberapa bagian telah mengalami keretakan. Warga masih sering menggunakan fasilitas ini, selain untuk *jogging*, anak-anak sering menggunakannya untuk naik sepeda.

Gambar 6 Area lapangan tenis meja dalam klaster ini sebenarnya merupakan kavling rumah warga yang belum dibangun, kondisi lapangan masih baik dan terawat, meskipun dindingnya dipenuhi coretan. Fasilitas ini dilengkapi dengan atap kanopi sebagai peneduh. Gambar 7 Area *Play Ground* di dalam RTP klaster ini tidak begitu besar, hanya terdapat ayunan di dalamnya dan masih cukup baik kondisinya.

3.3. Efektifitas Ruang Terbuka Publik dalam *Gated Community*

Hasil penelitian berdasarkan efektifitas ruang terbuka terbagi atas 5 analisis yaitu : analisis Intensitas penggunaan, penggunaan secara berkelompok, durasi pengguna, keragaman aktifitas, dan keragaman karakteristik pengguna. Berikut adalah hasil analisis tersebut :

3.3.1. Intensitas Penggunaan

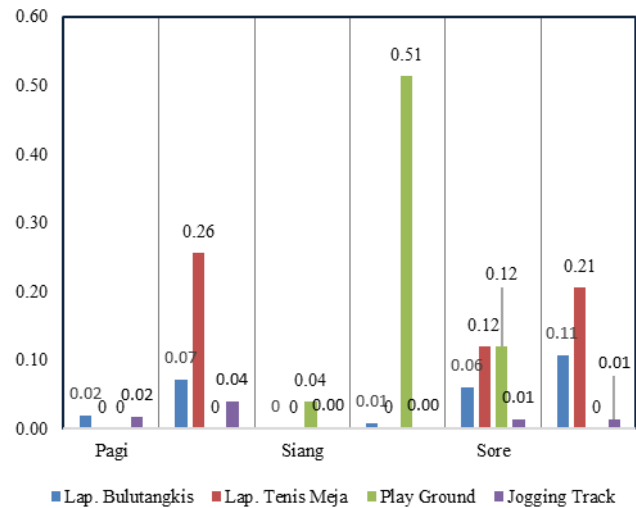


Gambar 4. Intensitas penggunaan berdasarkan aktifitas

Berdasarkan intensitas penggunaan terbagi atas 2 yaitu hari kerja (Senin-jumat) dan hari libur (Sabtu-minggu). Pada Gambar 4 Jumlah pengguna tertinggi hari kerja berdasarkan aktifitas berada

pada sore hari di lapangan Bulu tangkis dengan nilai 0,38. Sedangkan untuk jumlah pengguna terendah berada pada pagi dan siang hari di lapangan tenis meja dan play ground dengan nilai 0 pengguna. Hal ini menunjukkan pengguna ruang terbuka di hari kerja lebih banyak menggemari lapangan bulu tangkis dibandingkan fasilitas lain dalam ruang terbuka yang tersedia.

Pada Gambar 4 diatas dapat terlihat dengan menggunakan indeks kualitas tertinggi (mendekati 1) yaitu Jumlah pengguna tertinggi hari libur berdasarkan aktifitas berada pada pagi hari di Lapangan Bulu Tangkis dengan nilai 0.68, sedangkan untuk jumlah pengguna terendah berada pada lap. Tennis meja dengan nilai 0 di siang hari dan *jogging track* dengan nilai 0 dalam 2 waktu, yaitu pagi dan sore hari. Hal ini menunjukkan bahwa Lapangan Bulu Tangkis masih tetap sebagai ruang terbuka yang paling populer dan diminati untuk digunakan terutama pada hari libur karena penggunanya yang kebanyakan anak-anak sekolah remaja dan para pekerja yang sedang libur.



Gambar 5. Intensitas penggunaan berdasarkan luas ruangan

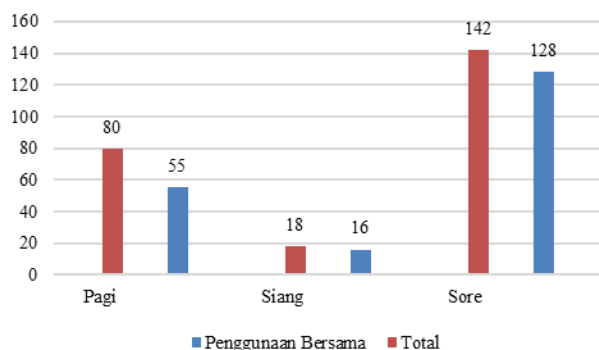
Pada Gambar 5 diatas dapat terlihat dengan menggunakan indeks kualitas tertinggi (mendekati 1) yaitu Jumlah pengguna tertinggi hari kerja berdasarkan luas ruang terbuka berada pada sore hari di Lapangan bulu tangkis dengan nilai 0,112, sedangkan untuk jumlah pengguna terendah berada pada siang hari di lapangan tenis meja dengan nilai 0,005. Hal ini menunjukkan bahwa Lapangan bulu

tangkis sebagai ruang terbuka masih lebih populer dibandingkan dengan ruang terbuka lain, terlebih lagi pada sore hari ketika pengguna pulang dari aktifitas bekerja dan sekolah.

Pada Gambar 5 juga dapat dilihat secara signifikan analisis jumlah pengguna berdasarkan luas ruang pada hari libur jauh lebih efektif dibandingkan dengan hari kerja, pada hari kerja nilai hanya berkisar 0,005 – 0,112 sedangkan pada hari libur berkisar 0,03 – 0,514. Pada hari libur jumlah pengguna tertinggi berdasarkan penggunaan ruangnya terdapat pada *Play ground* dengan nilai 0,514, sama halnya dengan pada analisis jumlah pengguna berdasarkan aktifitas, pada analisis jumlah pengguna berdasarkan luas ruang menunjukkan *Play ground* cukup banyak digunakan pada hari libur terutama anak – anak yang libur sekolah sebagai sarana hiburan.

3.3.2. Penggunaan Secara Berkelompok

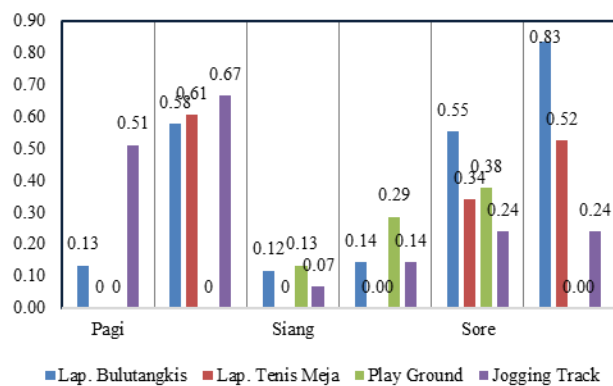
Berdasarkan analisis Gambar 6 diperoleh nilai ISU (*Intensity of Social Use*) yaitu 0,83 dan juga dapat kita lihat bahwa mayoritas fasilitas dalam ruang terbuka ini sangat dominan digunakan secara bersama. Hampir semua fasilitas dalam ruang terbuka ini, seperti Lapangan Bulu Tangkis, Tenis Meja dan *Playground* memang dibuat untuk digunakan secara berkelompok kecuali *Jogging Track* yang kebanyakan penggunaannya adalah penggunaan secara individu. Hal ini menunjukkan efektifitas ruang terbuka terbukti efektif jika ditinjau berdasarkan penggunaan berkelompok, dalam artian interaksi sosialpun dalam ruang terbuka telah terjalin dengan baik.



Gambar 6. Penggunaan secara berkelompok

3.3.3. Durasi Pengguna

Pada Gambar 7 diatas dapat terlihat pada hari kerja tingkat efektifitas penggunaan ruang terbuka dalam Klaster *Gated community* Perumahan Bukit Baruga cukup rendah yaitu berkisar 0 – 0,552 berdasarkan indeks 0 – 1 terutama pada siang hari. Nilai terendah terdapat pada pagi dan siang hari pada lapangan tenis meja, pagi hari pada *play ground*, dan siang hari pada area *jogging track* dengan nilai 0 yang berarti tidak terdapat pengguna pada ruang terbuka tersebut. Hal ini dikarenakan pengguna sedang melakukan aktivitas diluar *Gated community* baik itu bekerja ataupun bersekolah bagi anak – anak.



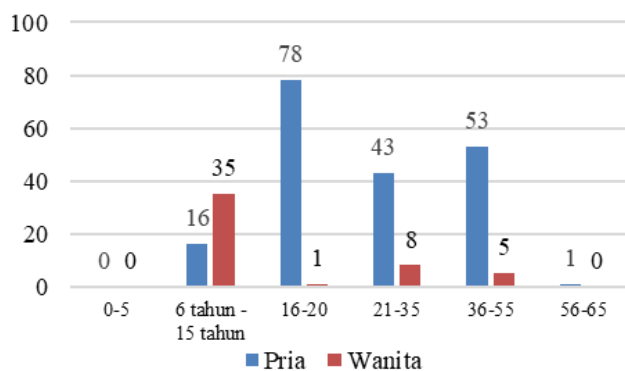
Gambar 7. Durasi pengguna

Sedangkan pada Gambar 7 diatas yaitu pada hari libur dapat terlihat pada analisis efektifitas ruang terbuka *Gated Community* Perumahan Bukit Baruga berdasarkan durasi kegiatan pada hari libur dapat dilihat penggunaan ruang terbuka cukup efektif yaitu berkisar antara 0 – 0.605 meskipun rata-rata keseluruhan menunjukkan index yang masih rendah. Nilai tertinggi terdapat pada sore hari di Lapangan Bulutangkis, hal ini menunjukkan bahwa olahraga dan lapangan Bulutangkis sangat diminati, sedangkan untuk nilai terendah terdapat pada pagi dan sore hari di fasilitas *Play ground*.

Waktu penggunaan ruang terbuka publik dipengaruhi oleh apa yang ditawarkan tempat tersebut pada waktu tertentu. Rendahnya indeks kualitas pada tiap ruang terbuka publik berdasarkan waktu kegiatan disebabkan oleh tidak adanya peneduh untuk menangkal sinar matahari di siang hari pada tiap ruang terbuka publik tersebut. Sehingga sangat jarang penghuni perumahan yang

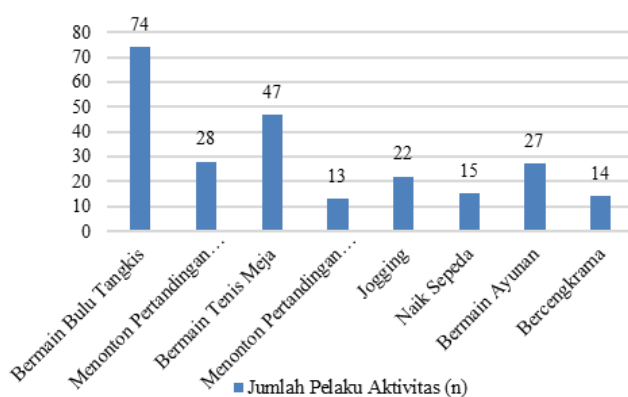
menggunakan ruang terbuka publik pada siang hari terutama pada fasilitas yang tidak memiliki peneduhan.

Kurangnya nilai indeks variabel ini, disebabkan oleh pada waktu Hari Kerja dan waktu siang hari tidak ada aktivitas yang dilakukan pada tiap ruang terbuka publik tersebut. Menurut Carmona [1], bahwa lamanya waktu seseorang berada pada suatu ruang terbuka publik menunjukkan adanya kenyamanan dalam menggunakan ruang tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ruang terbuka publik pada tiap perumahan belum cukup nyaman untuk melakukan kegiatan pada setiap waktu.



Gambar 8. Keragaman aktifitas pengguna

3.3.4. Keragaman Aktifitas Pengguna



Gambar 9. Keragaman karakteristik pengguna

Pada Gambar 8 efektifitas ruang terbuka hijau ditinjau berdasarkan keragaman aktifitas dengan menggunakan rumus *Simpson's Index of Diversity* yaitu :

$$D = \frac{\text{Text } n(n-1)}{N(N-1)}$$

Simpson's Index of Diversity = (1 - D)

dimana:

- n = Jumlah pelaku aktifitas
- N = Total (n) jumlah pelaku aktifitas

Berdasarkan rumus diatas diperoleh nilai *Simpson's Index of Diversity* yaitu 0,83. Nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan ruang terbuka hijau cukup efektif jika ditinjau berdasarkan keragaman aktifitas pengguna. Pada Gambar 8 itu pula terlihat terdapat 8 jenis kegiatan yang dilakukan pengguna pada ruang terbuka yaitu Bermain bulu tangkis, menonton pertandingan bulu tangkis, bermain tenis meja, menonton pertandingan tenis meja, jogging, naik sepeda, Bermain ayunan, dan bercengkrama.

Pada Gambar 8 dapat terlihat bahwa kegiatan bermain bulu tangkis adalah kegiatan dengan jumlah pelaku tertinggi yaitu 74 orang, pada analisis ini kegiatan olahraga bulu tangkis adalah yang paling banyak digunakan karena banyaknya kelompok dalam komunitas ini yang meminatinya. Kegiatan yang dilakukan tidak selalu tergantung pada fasilitas yang disediakan [5]. Hal ini terlihat pada ruang terbuka publik di klaster borneo perumahan baruga yang indeks kualitas berdasarkan keragamannya sangat tinggi mendekati indeks 1. Jenis kegiatan tidak hanya bergantung pada jumlah fasilitas yang disediakan menyebabkan indeks pada variable ini tinggi.

3.3.5. Keragaman Karakteristik Pengguna

Seperti halnya pada analisis sebelumnya, pada analisis efektifitas ruang terbuka berdasarkan keragaman karakteristik pengguna ini juga menggunakan nilai *Simpson's Index of Diversity* dan diperoleh nilai yaitu 0,78. Berdasarkan indikator indeks 0 – 1, nilai ini menunjukkan penggunaan ruang terbuka cukup efektif jika ditinjau berdasarkan keragaman karakteristik penggunaannya.

Pada tabel ini pula dapat terlihat bahwa pengguna tertinggi adalah pria, sedangkan pengguna terendah adalah wanita. Sangat jelas bahwa pengguna wanita pada ruang terbuka ini



sangat rendah. Pada tabel ini pula dapat terlihat bahwa berdasarkan usia pengguna tertinggi adalah pria berusia antara 16–20 tahun, 21-35 tahun dan 36-55 tahun.

Dari data di atas menunjukkan bahwa pria lebih sering beraktifitas di ruang terbuka dibandingkan dengan wanita, terlebih untuk pria berusia remaja dan dewasa. Pengguna ruang terbuka pada usia remaja ataupun pelajar cukup mendominasi karena masih banyaknya memiliki waktu dan energi untuk berinteraksi, namun jika pengguna usia dewasa yaitu usia 21-35 dan usia 36-55 di jumlahkan, maka kita dapat melihat bahwa pengguna usia dewasa adalah yang terbanyak, diketahui bahwa kalangan usia tersebut adalah inisiator dan donatur terbanyak dalam pembangunan ruang terbuka publik tersebut yang awalnya hanya berfungsi sebagai ruang terbuka hijau.

Karakteristik pengguna turut mempengaruhi penilaian kualitas ruang terbuka publik. Sebuah ruang terbuka publik yang dapat memwadhahi berbagai jenis pengguna (Laki-laki, perempuan, anak-anak, dewasa muda, dan dewasa tua) akan menunjukkan tingkat kualitas ruang terbuka yang baik [5]. Berdasarkan variabel karakteristik pengguna, diperoleh indeks kualitas ruang terbuka publik yang cukup tinggi.

4. Kesimpulan

1) Ketersediaan Ruang Terbuka Publik dalam Perumahan Bukit Baruga, khususnya dalam Klaster Borneo telah memenuhi standar dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan pemanfaatan Ruang Terbuka di kawasan perkotaan, yaitu penyediaan ruang terbuka minimal 1 m²/ kapita. Klaster Borneo memiliki jumlah warga yang cukup banyak yaitu 620 orang warga, sehingga ruang terbuka minimal yang disyaratkan adalah 620 m², sementara ruang terbuka yang disediakan adalah 1.190 m² yang sudah melebihi standar yang disyaratkan pada sebuah pemukiman dalam perkotaan. Kondisi fasilitas di dalam gated community tersebut juga diakui oleh para warga masih sangat baik dan rutin digunakan.

2) Berdasarkan analisis data primer dan sekunder menggunakan metode GPSI, didapatkan temuan-temuan mengenai efektivitas ruang terbuka publik dalam Perumahan Bukit Baruga Klaster Borneo yang menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian :

- a. Berdasarkan Intensitas Penggunaan pada hari kerja, index efektivitas menghasilkan nilai rata-rata 0,175, sedangkan pada hari libur, index efektivitas menghasilkan nilai rata-rata 0.290. Index skala tersebut menunjukkan ruang terbuka publik dalam klaster tersebut tidak efektif ditinjau dari intensitas penggunaannya.
- b. Berdasarkan Penggunaannya secara Berkelompok atau Bersama, index efektivitas menghasilkan nilai 0.83. Index skala tersebut menunjukkan ruang terbuka publik dalam klaster tersebut efektif ditinjau dari penggunaannya secara berkelompok.
- c. Berdasarkan Durasi Penggunaan pada hari kerja, index efektivitas menghasilkan nilai rata-rata 0.205, sedangkan pada hari libur, index efektivitas menghasilkan nilai rata-rata 0.334. Index skala tersebut menunjukkan ruang terbuka publik dalam klaster tersebut tidak efektif ditinjau dari durasi penggunaannya.
- d. Berdasarkan Keragaman Penggunaannya, index efektivitas menghasilkan nilai 0.825. Index skala tersebut memperlihatkan ruang terbuka publik dalam klaster tersebut efektif ditinjau dari keragaman aktivitas pengguna di dalamnya.
- e. Berdasarkan keragaman karakteristik penggunaannya, index efektivitas menghasilkan nilai 0.79. Index skala tersebut menunjukkan ruang terbuka publik dalam klaster tersebut efektif ditinjau berdasarkan keragaman karakteristik penggunaannya.

Berdasarkan 5 analisis tingkat penggunaan efektivitas ruang terbuka publik pada *Gated Community* terlihat bahwa penggunaan ruang terbuka efektif pada penggunaan secara berkelompok, keragaman aktivitas penggunaannya, dan keragaman karakteristik penggunaannya. Sedangkan terlihat tidak efektif pada intensitas penggunaannya dan durasi penggunaannya.



Daftar pustaka

- [1] Carmona M., Magalhaes S., Hammond L. 2008. Architectural Press. Public space, the management dimension, Routledge, Taylor and Francis Group, London and New York.
- [2] Carr, Stephen. 1992. Public Space. Cambridge : Cambridge University Press Carmona, Matthew, et al. (2003). Public Space Urban Space : The Dimension of Urban Design . London: Architectural Press.
- [3] Kementrian PU. 2009. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2009 No.12/PRT/M/2009 Tentang Pedoman Ruang Terbuka Non Hijau Di Wilayah Kota/Kawasan perkotaan. Jakarta.
- [4] Mehta, Vikas. 2007. A Tool kit for Performance Measures of Public Space . 43rd ISOCARP Congress.
- [5] Whyte, W. H. 1979. The Social Life of Small Urban Spaces. Washington: The Conservation Foundation.



Evaluasi Mutu Beton Menggunakan Beton Inti Diameter Kecil

Yulius Rakhman*¹, Herman Parung¹, Rita Irmawaty¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: yuliussurabaya@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052019.10

Abstrak

Salah satu penyebab keterbatasan pengambilan sampel beton inti karena keberadaan tulangan pada struktur beton. Jika digunakan diameter core besar, dapat menurunkan kapasitas struktur beton dengan adanya tulangan yang terpotong. Oleh karena itu, dilakukan studi penggunaan core beton diameter kecil untuk memprediksi kuat tekan beton diameter kecil terhadap silinder beton diameter standar. Benda uji berupa (a) silinder beton berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm; (b) 2 plat beton berdimensi 45cm x 45cm x 13cm; dan (c) 4 balok beton berdimensi 70cm x 30cm x 15cm. Metode pengambilan sampel core diameter 2 inchi dan 1 inchi dengan arah sejajar dan tegak lurus arah pengecoran. Ada 2 variasi mutu beton yaitu 20 MPa dan 30 Mpa dengan MSA masing-masing 10 mm dan 20 mm. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton dilakukan, serta uji normalitas beton inti untuk mengevaluasi kecukupan benda uji. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton inti 2 inchi dengan pengambilan benda uji sejajar dan tegak lurus arah pengecoran memenuhi syarat uji normalitas, sehingga dapat direkomendasikan dengan jumlah sampel 25 buah, sedangkan untuk sampel berdiameter 1 inchi jumlah sampelnya perlu ditambah.

Abstract

Correlation of Concrete by Using Small Core Diameter. One of the causes of limited sampling on concrete structures is that there are reinforcement in the concrete structure, so that when using a large diameter drill core, can damage the concrete structure. Therefore a study of small diameter concrete was conducted to predict the compressive strength of cylindrical concrete. Test specimens in the form of concrete cylinders with dimension 10 cm x 20 cm, 2 concrete plates with dimension 45cm x 45cm x 13cm and 4 concrete beams with dimensions 70 cm x 30 cm x 15 cm by taking concrete using a drill core diameter of 2" and 1". Two concrete slabs and two concrete beams with concrete strength (f_c) 20 MPa (MSA 20mm and 10mm) while two concrete concrete slabs and two concrete beams with concrete strength (f_c) 30 MPA (MSA 20mm and 10mm). Types of tests carried out include testing the compressive strength of concrete, core concrete normality test, modulus of elasticity and compressive strength of the core concrete. From test results, can be concluded that the compressive strength of core concrete with sample in the direction of casting for a diameter of 2 inches and concrete strength of 20 MPa (MSA 20 mm and 10 mm) meets the requirements and can be recommended with number samples of 25, whereas for diameter 1" the number of samples must be added.

Kata Kunci: Beton inti, core drill, kuat tekan

1. Pendahuluan

Beton menurut ASTM C125-06a [1] "Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates" didefinisikan sebagai bahan komposit dengan penyusun utamanya berupa partikel atau fragmen berbentuk agregat yang saling mengikat dan melekat. Kualitas beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh material penyusunnya, komposisi campuran, cara pengerjaan, dan perawatan. ASTM C42-16 "Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Core and Sawed Beams of Concrete" [2]

menetapkan ukuran standar sampel beton inti yaitu berdiameter minimum 4 inci (100 mm).

Pada kenyataannya beton inti dengan diameter lebih kecil sering digunakan karena lebih mudah dalam pengerjaan, perawatan, dan penyimpanan, serta lebih cepat dibandingkan dengan ukuran standar. Beton inti berdiameter kecil juga lebih meminimalkan kerusakan struktur seperti tidak memotong tulangan yang ada pada suatu struktur dengan tulangan yang rapat dan menghasilkan lubang yang lebih kecil untuk dilakukan perbaikan. Permasalahan yang muncul kemudian adalah nilai kuat tekan dari beton inti berdiameter



kecil mempunyai nilai koefisien variasi yang besar sehingga agak sulit untuk menentukan nilai kuat tekan yang sebenarnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yamamoto, dkk [3] penggunaan spesimen beton inti berdiameter kecil pada uji kuat tekan elemen struktur merupakan teknologi yang memberikan sedikit kerusakan pada struktur saat pengambilan sampel dilakukan. Namun, variasi hasil uji kuat tekan beton inti berdiameter kecil menjadi besar dan sulit untuk mengevaluasi secara tepat nilai kekuatan tekannya dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yamamoto, dkk [4], kekuatan tekan inti berdiameter kecil cenderung lebih besar jika kadar volume agregat kasar dari spesimen lebih tinggi.

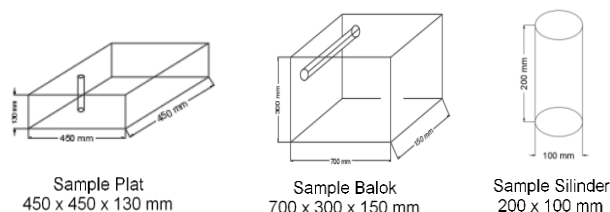
2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Pengambilan dan Pembuatan Sampel menggunakan Core Drilled Test ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

2.2. Desain Penelitian

Benda uji yang dibuat di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin adalah berbentuk plat ukuran 450 x 450 x 130 mm, balok ukuran 700 x 300 x 150 mm dan silinder ukuran 200 x 100 mm dengan 2 (dua) mutu yang berbeda ($f'c$ 20 Mpa dan $f'c$ 30 Mpa) dan 2 (dua) agregat kasar dengan MSA yang berbeda (MSA 10 mm dan MSA 20 mm). Gambar 1 menunjukkan desain benda uji.



Gambar 1. Desain benda uji

2.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibantu oleh teman-teman mahasiswa S1 di Laboratorium Struktur dan Bahan departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Data yang diambil di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin adalah data dari hasil core drill Ø 2 inci, Ø 1 inci dengan metode pengambilan arah sejajar (plat beton) dan tegak lurus pengecoran (balok beton) serta beton silinder dengan cara pengujian kuat tekan, pengujian uji normalitas sampel beton inti, pengujian modulus elastisitas, dan evaluasi kuat tekan beton inti yaitu mencari faktor korelasi antara beton inti dengan beton silinder. Sampel yang diambil di laboratorium terbagi jadi 4 variasi yaitu variasi A ($f'c$ 20 MPa dan MSA 20 mm), Variasi B ($f'c$ 20 MPa dan MSA 10 mm), Variasi C ($f'c$ 30 MPa dan MSA 20 mm), Variasi D ($f'c$ 30 MPa dan MSA 10 mm).

3. Hasil Penelitian

3.1. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh faktor air semen, sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (workability), perawatan (curing) beton dan umur beton [5-7]. Kuat tekan benda uji beton inti dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana:

$f'c$ = kuat tekan (MPa)

P = beban uji maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Dari hasil rata-rata test nilai kuat tekan dari beton silinder usia 28 hari dengan nilai ditiap variasi adalah sebagai berikut variasi A 21,25 MPa, variasi B 24,27 MPa, variasi C 33,82 MPa, variasi D 34,67 MPa.

Tabel 1 menunjukkan hasil kuat tekan dari beton inti pengambilan sampel sejajar arah pengecoran dengan diameter 2 inci dan 1 inci adalah sebagai berikut untuk diameter 2 inci variasi A 22,18 MPa, variasi B 26,98 MPa, variasi

C 31,70 MPa, variasi D 33,06 MPa sedangkan untuk diameter 1 inci variasi A 20,06 MPa, variasi B 24,00 MPa, variasi C 27,15 MPa, variasi D 28,61 MPa dan hasil kuat tekan dari beton inti pengambilan sampel tegak lurus arah pengecoran dengan diameter 2 inci dan 1 inci adalah sebagai berikut untuk diameter 2 inci variasi A 20,44 MPa, variasi B 26,27 MPa, variasi C 29,25 MPa, variasi D 30,36 MPa sedangkan untuk diameter 1 inci variasi A 17,94 MPa, variasi B 23,94 MPa, variasi C 24,92 MPa, variasi D 27,70 MPa.

Tabel 1. Nilai kuat tekan beton inti dan beton silinder

Sampe l	Beton Silinde r (Mpa)	Beton Inti (Mpa)			
		Pengambilan sejajar arah pengecoran		Pengambilan tegak lurus arah pengecoran	
		Ø 2 inci	Ø 1 inci	Ø 2 inci	Ø 1 inci
A	21.25	22.18	20.06	20.44	17.94
B	24.27	26.98	24.00	26.27	23.94
C	33.82	31.70	27.15	29.25	24.92
D	34.67	33.06	28.61	30.36	27.70

3.2. Pengujian Normalitas Beton Inti

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian normalitas beton inti dapat dilihat apakah dapat mencukupi atau tidak jumlah pengujian sebanyak 25 sampel disetiap variasi untuk menentukan nilai kuat tekan.

Tabel 2. Pengujian normalitas beton inti

Sampel	Beton Inti (Mpa)			
	Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran		Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran	
	Ø 2 inci	Ø 1 inci	Ø 2 inci	Ø 1 inci
A	√	√	√	x
B	√	x	x	x
C	√	√	x	x
D	√	x	√	x

3.3. Pengujian Modulus Elastisitas

Modulus elastistas beton menurut ASTM C469-02 adalah nilai tegangan regangan beton dalam kondisi elastis, pada saat tegangan menjadi 40% dari kuat tekan maksimum. Pengujian

modulus elastisitas ini bertujuan untuk menentukan mutu beton yang disyaratkan modulus elastisitas dari sampel beton pada umur 28 hari. Rumus modulus elastisitas secara eksperimental dihitung dengan rumus:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,0005} \quad (2)$$

dimana:

- E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)
- S_1 = Tegangan pada saat regangan longitudinal $\epsilon_1 = 0,00005$ (MPa)
- S_2 = Tegangan pada saat 40% beban maksimum (MPa)
- ϵ_2 = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat S_2

Rumus modulus elastisitas secara teoritis dihitung dengan rumus :

$$E_c = 4700\sqrt{f'c} \quad (3)$$

dimana:

- E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)
- $f'c$ = Kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

Sementara untuk beton dengan nilai 1442 kg/m^3 sampai 2563 kg/m^3 , dihitung dengan rumus :

$$E_c = W_c 1,5 0,043\sqrt{f'c} \quad (4)$$

dimana :

- E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)
- $f'c$ = Kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)
- W_c = Berat volume beton (kg/m^3)

Tabel 3. Pengujian modulus elastisitas

Sampel	Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran			
	Ø 2 inci		Ø 1 inci	
	Teoritis	Eksperim ental	Teoritis	Eksperim ental
A	18,029.46	20,505.74	20,060.37	22,607.79
B	21,963.27	23,141.00	20,441.29	24,481.08
C	23,500.80	25,150.04	22,443.55	27,197.69
D	24,509.61	26,382.03	23,795.06	28,202.56

Tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil pengujian modulus elastisitas adalah untuk melihat nilai



modulus elastisitas secara eksperimental apakah lebih kecil atau lebih besar dari modulus elastisitas secara teoritis.

Tabel 4. Pengujian modulus elastisitas

Sampel	Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran			
	Ø 2 inci		Ø 1 inci	
	Teoritis	Eksperim ental	Teoritis	Eksperi mental
A	19,242.49	21,230.93	19,666.21	20,213.23
B	21,631.84	18,012.28	21,510.18	43,798.21
C	25,001.87	-	24,582.99	26,395.20
D	20,685.74	31,183.00	26,457.50	39,214.54

3.4. Pengujian Kuat Tekan Beton Inti

Evaluasi kuat tekan beton inti dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan antara beton inti berdiameter 2 inci dan 1 inci serta beton standar diameter 10 cm. ASTM C42-12 mengatur dimensi penampang beton inti tidak boleh kurang dari dua kali MSA sedangkan pada BS-EN 12504-1:2000 menerangkan rasio MSA dalam beton terhadap diameter beton inti memiliki pengaruh signifikan terhadap kuat tekan apabila nilainya lebih besar dari 1:3. Beton inti dengan MSA yang lebih kecil memiliki nilai kuat tekan yang lebih mendekati kuat tekan beton standar.

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian Evaluasi Kuat Tekan Beton Inti adalah untuk melihat Faktor Korelasi beton inti terhadap beton silinder.

Tabel 5. Faktor korelasi kuat tekan beton inti

Sampel	Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran		Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran	
	Ø 2 inci	Ø 1 inci	Ø 2 inci	Ø 1 inci
	A	1.0364	1.1801	1.1013
B	1.0205	1.1536	1.0815	1.1944
C	1.0364	1.1801	1.1013	1.3104
D	1.0205	1.1536	1.0815	1.1944

4. Pembahasan

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus maupun sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 1 inci lebih kecil dibandingkan dengan beton inti berdiameter 2 inci. Hal ini menunjukkan bahwa

beton inti dengan diameter 1 inci memerlukan faktor koreksi yang lebih besar dibandingkan dengan beton inti berdiameter 2 inci.

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus maupun sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 1 inci dan 2 inci untuk agregat dengan MSA 20 mm lebih kecil dibandingkan dengan beton inti berdiameter 1 inci dan 2 inci untuk agregat dengan MSA 10 mm.

Untuk pengambilan sampel secara sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa lebih besar dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm sedangkan untuk beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 30 MPa, beton inti berdiameter 1 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa dan $f'c$ 30 MPa lebih kecil dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm.

Untuk pengambilan sampel secara sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa lebih besar dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm sedangkan untuk beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 30 MPa, beton inti berdiameter 1 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa dan $f'c$ 30 MPa lebih kecil dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm.

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa (variasi B) lebih besar dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm sedangkan untuk beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa (variasi A), beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu $f'c$ 30 MPa, beton inti berdiameter 1 inci untuk mutu $f'c$ 20 MPa dan $f'c$ 30 MPa lebih kecil dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm.

Untuk pengambilan sampel secara sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa faktor korelasi untuk beton inti 2 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,0364, untuk MSA 10 mm sebesar 1,0205, sedangkan faktor korelasi untuk beton inti 1 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,1801, dan untuk MSA 10 mm sebesar 1,1536 untuk menyamakan dengan nilai kuat tekan beton



silinder 10 cm untuk mutu beton antara 20 MPa hingga 30 MPa.

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus arah pengecoran, menunjukkan bahwa faktor korelasi untuk beton inti 2 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,1013, untuk MSA 10 mm sebesar 1,0815, sedangkan faktor korelasi untuk beton inti 1 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,3104, dan untuk MSA 10 mm sebesar 1,1944, untuk menyamakan dengan nilai kuat tekan beton silinder 10 cm untuk mutu beton antara 20 MPa hingga 30 MPa.

5. Kesimpulan dan Saran

Kami menyimpulkan bahwa yang memenuhi dan direkomendasikan untuk mewakili kuat tekan beton inti adalah pengambilan sejajar dengan diameter 2 inci (f'_c 20 MPa dengan MSA 20 mm dan MSA 10 mm) dengan jumlah sampel 25 buah, sedangkan untuk yang lainnya harus ditambah jumlah sampel untuk lebih mendekati dan saran yang dapat diberikan sebagai pertimbangan dalam penelitian lebih lanjut adalah perlu dipertimbangkannya jumlah benda uji yang lebih banyak dengan mengambil variasi ukuran benda uji bentuk plat dan balok.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada staf Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin serta para mahasiswa yang turut membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- [1] American Society for Testing and Material. Annual Book of ASTM Standart: Volume 04.02, Concrete and Aggregate. US and Canada. 2003. American Society for Testing and Material. *ASTM Standart: C125-06a, Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.*
- [2] American Society for Testing and Material. *ASTM Standart: C42-16, Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Core and Sawed Beams of Concrete.*
- [3] Yamamoto, Daisuke., Hamada, Hidenori., Sagawa, Yasutaka., Hiromitsu, Toshiumi. Evaluation of Compressive Strength of Concrete Using Small Diameter Core. Journal 3rd International Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies – SCMT3. Kyoto Research Park, Kyoto, Japan: 2013.
- [4] Yamamoto, Daisuke., Hamada, Hidenori., Sagawa, Yasutaka. Variation and Its Suppression Method of Compressive Srength Obtained by Small Diameter Core Specimen. Journal 40th Conference on Our World in Concrete & Structures. Singapore: 2015.
- [5] SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- [6] SNI 03-3403-1994 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran.
- [7] SNI 03-2492-2002 tentang Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti.



Strategi Pengembangan Infrastruktur Energi Listrik Untuk Mewujudkan Makassar Sustainable City

Ichsan Caesar Pratama^{1*}, Muhammad Yamin Jinca¹, Yashinta Kumala D. Sutopo¹
¹Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km.6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171
*Email: pratamaic15d@student.unhas.ac.id

DOI: 10.25042/jpe.112019.11

Abstrak

Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan yang memiliki aktivitas perekonomian yang padat. Peningkatan ekonomi sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk sehingga penggunaan energi yang dibutuhkan meningkat secara signifikan. Penelitian ini bersifat riset and development dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan ketersediaan infrastruktur energi listrik di Kota Makassar dan memberikan strategi pengembangan energi baru terbarukan untuk mewujudkan sustainable city di Kota Makassar. Metode pengumpulan data dilakukan dengan studi dokumen, observasi, wawancara, dan pengisian kuesioner. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis laju pertumbuhan penduduk dan ekonomi untuk mengetahui arah pembangunan Kota Makassar. Analisis pertumbuhan pengguna listrik dan forecasting supply-demand untuk mendapatkan total pengguna serta kebutuhan listrik. Analisis spasial dan penyediaan energi terbarukan untuk mengetahui lokasi dan kapasitas serta efektivitas sumber energi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan karakteristik kebutuhan energi listrik Kota Makassar terdiri dari sektor rumah tangga, bisnis, publik, dan industri. Kota Makassar memiliki kapasitas pembangkit sebesar 1.686 MW, terdiri dari energi konvensional sebesar 60% dan energi baru terbarukan sebesar 40% dengan efektivitas penggunaan sebesar 94,84%. Tahun 2018 energi listrik mengalami defisit sebesar 125,99 MW dan 5.759,56 MW pada tahun 2037. Untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan yang melebihi persediaan energi listrik dilakukan strategi pengembangan pemenuhan energi jangka panjang. Periode (2017-2022) dibutuhkan pembangkit listrik sebesar 12,8%, periode (2022-2027) sebesar 18,8%, periode (2027-2032) sebesar 27,7%, dan periode (2032-2037) sebesar 40,7%. Strategi pengembangan energi terbarukan dilakukan dengan transformasi energi konvensional menjadi energi baru terbarukan menjadi 80%. Strategi penerapan energi baru terbarukan yang digunakan yaitu energi gas alam, biomassa, dan energi ombak.

Abstract

Electricity Infrastructure Development Strategy to Realize Makassar Sustainable City. Makassar is one of the metropolitan cities with dense economic activity. The economic improvement is in line with the increasing optimization so that the use of the energy needed increases significantly. This study aimed to identify the needs and availability of electrical energy infrastructure in the city of Makassar and to provide a strategy for developing renewable energy to realize a sustainable business in Makassar. The method of data collection is done by literature study, field survey, interview by questionnaire. The type of research is quantitative and qualitative using descriptive approaches. The analytical method used population data and economic growth rates to determine the direction of city development of Makassar. The analysis of customer growth and supply-demand forecasting are applied to get total users and electricity demand. Spatial analysis and supply of renewable energy to determine the location and capacity and effectiveness of energy sources. The results of this study indicate the characteristics of the electrical energy needs of Makassar City, consisting of the household, business, public, and industrial sectors. Makassar City has a generating capacity of 1,686 MW, consisting of conventional energy at 60% and renewable energy at 40% with effective use of 94.84%. In 2018 electric energy experienced a deficit of 125.99 MW and 5,759.56 MW in 2037. To anticipate that the increase in demand exceeded the supply of electrical energy then applied to the long-term energy development strategy. Period (2017-2022) electricity generation is needed at 12.8%, period (2022-2027) at 18.8%, period (2027-2032) at 27.7 %, and period (2032-2037) at 40.7%. The renewable energy development strategy is carried out by transforming conventional energy into renewable energy to 80%. The renewable energy application strategies used are gas energy, biomass, and wave energy.

Kata Kunci: Energi baru terbarukan, kota Makassar, listrik, strategi pengembangan



1. Pendahuluan

Salah satu masalah penting dalam pembangunan berkelanjutan adalah pengelolaan sumber energi yang mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan pelestarian lingkungan. Pembangunan berkelanjutan yang tidak memperhatikan kapasitas sumber daya alam dan lingkungan akan menyebabkan permasalahan pembangunan dikemudian hari. Pada saat yang sama pembangunan harus berlandaskan efisiensi dan pemanfaatan lingkungan secara bertanggung jawab.

Menurut Outlook Energi Indonesia (OEI) 2018 tahun 2016-2018, pemanfaatan listrik terus berkembang mengingat inovasi teknologi berbasis listrik tumbuh pesat dan digunakan hampir semua sektor, terutama sektor rumah tangga dan komersial. Kebutuhan listrik meningkat sebesar 6% per tahun 2050 atau menjadi 7,4 kali lipat dari konsumsi 2016. Energi listrik digunakan pada sektor industri, komersial dan rumah tangga [1].

Pembangunan berkelanjutan difokuskan dalam peningkatan aktivitas ekonomi dan pembaruan teknologi. Pembangunan berkelanjutan membutuhkan energi yang sangat besar dalam memulai proses tersebut. Sulawesi Selatan memiliki potensi energi baru terbarukan yang sangat besar yaitu energi gas alam, air, dan angin. Energi Baru Terbarukan (EBT) menjadi tren utama untuk penggunaan energi dalam konsep pembangunan berkelanjutan.

Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan yang memiliki aktivitas perekonomian yang padat. Peningkatan ekonomi sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk sehingga penggunaan energi yang dibutuhkan meningkat secara signifikan. Kebutuhan energi listrik di Kota Makassar yang sangat besar untuk aktivitas siang hari berada pada sektor komersial dan industri. Sedangkan untuk aktivitas malam hari berada pada sektor permukiman.

Kota Makassar memiliki persediaan energi yang masih sangat bergantung pada energi konvensional. Energi digunakan sebagai pembangkit listrik dalam memenuhi kebutuhan rumah tangga, komersial, industri, dan fasilitas umum dalam kota. Ketergantungan ini disebabkan oleh kurangnya kemampuan Kota Makassar dalam membangun infrastruktur dan

secara mandiri. Suplai listrik dalam kota hanya mengandalkan pembangkit listrik yang berada pada wilayah hinterland sekitarnya. Hal ini disebabkan minimnya infrastruktur energi yang dibangun secara mandiri.

- 1) Bagaimana karakteristik kebutuhan (*Demand*) energi listrik di Kota Makassar?
- 2) Bagaimana karakteristik penyediaan (*Supply*) energi listrik di Kota Makassar?
- 3) Bagaimana strategi pengembangan infrastruktur listrik Kota Makassar untuk mewujudkan *Sustainable City*?

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah sebelumnya maka tujuan penelitian ini yaitu, 1) Mengidentifikasi kebutuhan infrastruktur energi listrik di Kota Makassar, 2) Mengidentifikasi penyediaan infrastruktur energi listrik di Kota Makassar, 3) Membuat Konsep Energi Baru Terbarukan untuk mewujudkan *Sustainable City* di Kota Makassar.

2. Kajian Pustaka

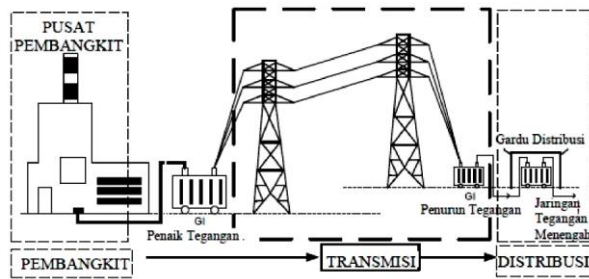
Energi listrik merupakan bagian mendasar dari alam semesta dan salah satu bentuk energi yang paling banyak digunakan. Listrik sebenarnya merupakan sumber energi sekunder, yang disebut sebagai pembawa energi. Hal ini berarti bahwa kita mendapatkan listrik dari konversi dari sumber energi lainnya, seperti batu bara, nuklir, atau matahari yang disebut sebagai sumber primer. Sumber energi listrik yang kita gunakan dapat terbarukan atau tak terbarukan.

Infrastruktur listrik adalah fasilitas-fasilitas fisik yang dikembangkan atau dibutuhkan oleh publik umum untuk dalam penyediaan tenaga listrik untuk memfasilitasi tujuan-tujuan sosial dan ekonomi yang ada saat ini. Listrik merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari manusia zaman sekarang karena hampir semua peralatan yang menunjang aktivitas manusia menggunakan listrik sebagai dayanya.

Komponen umum infrastruktur listrik meliputi proses listrik dari hulu ke hilir yaitu dari produksi listrik ke konsumen (pengguna). Komponen listrik terdiri dari pembangkit listrik (main component), jaringan listrik (transmisi dan distribusi), gardu listrik (secondary component), dan konsumen listrik (primary component).



Berikut adalah gambar skema komponen listrik:



Gambar 1. Komponen infrastruktur listrik

Sumber energi konvensional merupakan sumber energi yang belum tersentuh oleh teknologi yang ada atau belum diubah menjadi energi yang praktis, energi ini merupakan energi dalam bumi yang jumlahnya terbatas dan tidak dapat diperbarui lagi. Sumber energi ini cepat atau lambat akan habis dan berbahaya bagi lingkungan. Disebutkan bahwa energi ini tidak dapat diperbarui maksudnya adalah energi ini tidak dapat di regenerasi dalam waktu yang singkat. Lalu berbahaya bagi lingkungan karena menimbulkan polusi udara, air dan tanah yang berdampak pada kelangsungan makhluk hidup. Indonesia sendiri memiliki sumber energi konvensional berupa, dalam bentuk cairan (minyak), gas (gas alam) dan padat (batubara dan uranium). Saat ini ketersediaan sumber energi konvensional berupa minyak sudah terbatas, gas alam yang cukup dan batubara yang masih sangat melimpah.



Gambar 2. Energi konvensional batubara [2]

Energi baru terbarukan merupakan energi yang dapat diperbarui dalam waktu singkat atau secara umum dikenal sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diperbarui secara alami.

Selain waktu regenerasinya juga pada energi konvensional tidak tersentuh oleh teknologi sedangkan pada energi terbarukan melalui teknologi contohnya pembuatan aki, baterai, solar cell dan sejenisnya. Memang pada dasarnya energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari alam, hanya saja energi ini diolah kembali sehingga menjadi energi yang lebih praktis dan siap digunakan. Beberapa alternatif pengembangan sumber energi terbarukan yang tujuannya digunakan untuk mengganti sumber energi konvensional.



Gambar 3. Energi terbarukan cahaya matahari [3]

Tenaga listrik yang didistribusikan ke pelanggan (konsumen) digunakan sebagai sumber daya untuk bermacam-macam peralatan yang membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Peralatan tersebut umumnya bisa berupa lampu (penerangan), beban daya (untuk motor listrik), pemanas, dan sumber daya peralatan elektronik.

Tabel 1. Kategori pengguna listrik [4]

No	Golongan tarif	Batas daya
1	R-1/TR	1.300 VA
2	R-1/TR	2.200 VA
3	R-2/TR	3.500 VA s.d 5.500 VA
4	R-3/TR	6.600 VA keatas
5	B-2/TR	6.600 VA s.d 200 kVA
6	B-3/TM	Diatas 200 kVA
7	I-3/TM	Diatas 200 kVA
8	I-4/TT	30.000 VA ke atas
9	P-1/TR	6.600 VA s.d 200 kVA
10	P-2/TM	Diatas 200 kVA
11	P-3/TR	-
12	L/TR	-

Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, secara garis besar, ragam beban dapat diklasifikasikan menjadi sektor rumah tangga, sektor bisnis/komersial, sektor industri, sektor umum/publik, dan sektor lainnya.

Prakiraan kebutuhan energi listrik dijelaskan bahwa perencanaan untuk sistem daya optimum dapat dibagi menjadi tiga yaitu: prakiraan jangka panjang, jangka menengah, dan jangka pendek.

Perhitungan kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh jumlah pengguna listrik, pengguna listrik yang dimaksud adalah penduduk yang melakukan aktivitas dengan menggunakan energi listrik. Proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan rumus proyeksi geometri

Proyeksi geometri digunakan karena laju pertumbuhan penduduk di Kota Makassar memiliki angka yang konstan.

$$P_n = P_o (1 + r)^{(n)} \quad (1)$$

dimana:

- P_n = Proyeksi penduduk tahun tertentu
- P_o = Penduduk awal tahun
- 1 = konstanta
- r = angka pertumbuhan penduduk
- n = rentang tahun

Elastisitas adalah sebuah ukuran berapa banyak pembeli atau penjual respon terhadap perubahan-perubahan kondisi pasar. Elastisitas permintaan merupakan ukuran derajat kepekaan permintaan suatu barang terhadap perubahan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Elastisitas permintaan tenaga listrik yaitu perbandingan pertumbuhan penjualan energi listrik (kWh) dengan pertumbuhan ekonomi (PDRB).

$$e = \frac{\text{Pertumbuhan energi listrik}}{\text{Pertumbuhan PDRB}} \quad (2)$$

Faktor pelanggan yaitu perbandingan antara jumlah pelanggan dan pertumbuhan ekonomi (PDRB) [5].

$$CF = \frac{\text{Jumlah pelanggan}}{\text{Pertumbuhan ekonomi (PDRB)}} \quad (3)$$

Karakteristik penyediaan energi listrik terbagi menjadi energi baru terbarukan dan energi konvensional. Energi baru terbarukan merupakan energi yang dapat digunakan secara terus menerus dan dapat diolah kembali.



Gambar 4. Software LEAP [6]

LEAP (*Long-range Energi Alternatives Planning system*) adalah suatu *software* yang dapat digunakan untuk melakukan analisa dan evaluasi kebijakan dan perencanaan energi. Modul key assumption, adalah untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada modul Demand, misalnya adalah jumlah penduduk, PDRB, dan sebagainya. Modul Demand adalah menghitung permintaan energi. Permintaan energi didefinisikan sebagai perkalian antara aktivitas dan intensitas pemakaian energi.

Proyeksi kebutuhan dan penyediaan energi listrik dilakukan dengan *software* LEAP dengan merincikan persamaan seperti berikut;

Rumus Forecasting jumlah pengguna :

$$P_{(sektor)} = P_{(sektor)-1} \left(1 + C_{(sektor)} \times \frac{g_{(sektor)}}{100} \right) \quad (4)$$

dimana:

- $P_{(Sektor)}$ = Jumlah Pelanggan Sektor
- $P_{(Sektor)-1}$ = Jumlah Pelanggan Sektor Tahun Sebelumnya
- $C_{(Sektor)}$ = Faktor Pelanggan Sektor
- $g_{(Sektor)}$ = Pertumbuhan PDRB Sektor

Rumus Forecasting kebutuhan energi :

$$E_{(sektor)} = E_{(sektor)-1} \left(1 + e_{(sektor)} \times \frac{g_{(sektor)}}{100} \right) \quad (5)$$

dimana:

- $E_{(Sektor)}$ = Jumlah energi listrik sektor
- $E_{(Sektor)-1}$ = Jumlah energi listrik sektor tahun sebelumnya
- $e_{(Sektor)}$ = Elastisitas energi sektor
- $g_{(Sektor)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor



3. Metode Penelitian

Penelitian bersifat *riset and development* dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dan kuantitatif yang disajikan dengan deskripsi, tabel, peta-peta, diagram, dan grafik menekankan proses penelusuran data atau informasi untuk diinterpretasikan.

Lokasi penelitian dilaksanakan diseluruh wilayah administrasi Kota Makassar meliputi 14 kecamatan tidak termasuk wilayah kepulauan. Kota Makassar dipilih dengan pertimbangan memiliki kawasan yang menjadi bangkitan penggunaan energi listrik dan berlandaskan visi misi Kota Makassar sebagai Kota Dunia.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode studi dokumen, observasi, wawancara, dan kuesioner. Sedangkan teknik analisis yang digunakan antara lain:

1. Analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif: mengukur kondisi fisik dan non fisik yang berkaitan terhadap infrastruktur energi listrik.
2. Pertumbuhan Ekonomi: mengetahui arah pembangunan Kota Makassar dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan sektor ekonomi yang mengalami peningkatan.
3. Proyeksi Penduduk: menggunakan metode *geometric rate of growth*
4. Pertumbuhan Pengguna Listrik: menganalisa kebutuhan energi listrik sesuai sektor pengguna dan berbasis terhadap pengguna listrik sektor rumah tangga sebagai hitungan acuan dasar.
5. Analisis *Forecasting Supply-Demand*: peramalan kebutuhan energi listrik semua sektro pengguna dengan memperhatikan indikator kunci yaitu jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, jumlah rumah tangga, dan sumber daya energi terbarukan yang tersedia. Menganalisa kesenjangan kebutuhan energi listrik yang akan datang dengan persediaan energi yang telah ada.
6. Analisis Spasial: penentuan lokasi energi baru terbarukan, menganalisa lokasi pertumbuhan pengguna energi serta aktivitas pengguna energi listrik yang berada pada pusat kegiatan.
7. Analisis Penyediaan Energi Baru Terbarukan: mengidentifikasi persediaan kapasitas dan bentuk energi baru terbarukan serta menginterpretasikan pembangunan

infrastruktur energi sesuai dengan rencana tata ruang ataupun rencana energi.

4. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Kebutuhan energi listrik di Kota Makassar dikelompokkan sesuai dengan jenis/sektor pengguna. Pengguna energi listrik Kota Makassar dibagi menjadi sektor rumah tangga, komersial/bisnis, industri, dan umum/publik.

Penggunaan listrik kota Makassar mulai tahun 2012-2017 terus mengalami peningkatan. Adapun peningkatan produksi listrik tertinggi terjadi mulai tahun 2015-2016 dengan jumlah peningkatan produksi sebesar 238.213.189 KWh, dan pada tahun 2017 meningkat menjadi 2.484.838.178 KWh

Peningkatan jumlah pelanggan listrik Kota Makassar pada tahun 2012 sampai 2015 mengalami peningkatan yang konstan karena jumlah permintaan energi mencakup penambahan daya kelistrikan. Tahun 2015-2016 hampir tidak mengalami peningkatan karena hanya mencakup penambahan instalasi listrik.

Tabel 2. Kategori pengguna listrik [7]

Tahun	Daya terpasang (MW)	Produksi listrik (Juta kWh)	Listrik terjual (Juta kWh)	Listrik terbuang (Juta kWh)	%
2012	1.423	1.641	1.528	112	7,36
2013	1.620	1.736	1.569	166	10,62
2014	1.622	1.872	1.674	198	11,84
2015	1.629	2.110	1.719	391	22,76
2016	1.668	2.348	2.207	140	6,38
2017	1.686	2.484	2.360	124	5,26

Produksi energi listrik Kota Makassar pada tahun 2017 sebesar 2.484 juta KWh dan energi terjual sebesar 2.360 juta KWh. Efektivitas penggunaan energi listrik Kota Makassar yaitu 94,84%.

Tabel 3. Kategori pengguna listrik [7]

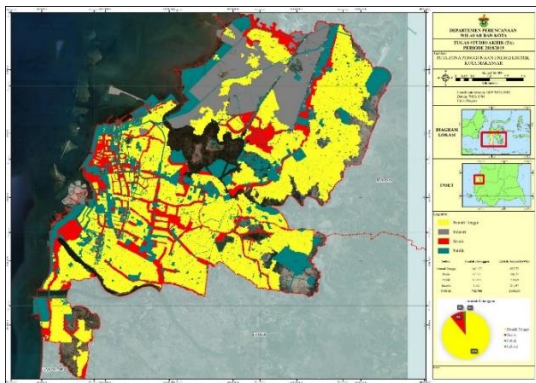
Sektor	Jumlah Pelanggan	Listrik Terjual (Juta kWh)
Rumah tangga	661.437	832,72
Komersial	67.382	596,72
Publik	12.854	719,69
Industri	1.027	211,47
Total	742.700	2.360,60

Jumlah pelanggan berdasarkan sektor layanan energi listrik di Kota Makassar terbagi menjadi



empat kelompok, yaitu rumah tangga, komersial, publik, dan industri. Kebutuhan listrik tertinggi terjadi pada kelompok rumah tangga dengan jumlah pelanggan sebanyak 661.437 dalam persen yaitu 89% dan terjual sebesar 832,72 Juta KWh. Sedangkan jumlah pelanggan terendah terjadi pada sektor layanan industri dengan jumlah pelanggan sebanyak 1.027 pelanggan dalam persentase 0,3% dan terjual sebesar 211,47 Juta KWh. Hal ini disebabkan karena sebagian besar pelaku industri lebih memilih menggunakan energi listrik mandiri (produksi sendiri) daripada menggunakan layanan kelistrikan dari pemerintah.

Klasifikasi ekonomi rumah tangga di Kota Makassar tersebar di beberapa titik. Kategori Ekonomi Tinggi bermukim di lokasi yang dekat dengan pusat-pusat kegiatan, kategori ekonomi menengah bermukim di permukiman dengan kepadatan sedang, dan kategori ekonomi rendah bermukim di sub-urban dan beberapa pinggiran kanal.



Gambar 5. Peta penggunaan energy listrik Kota Makassar [8]

Pengguna energi listrik Kota Makassar di sektor komersial yaitu pasar modern, mall, usaha dagang, ruko-ruko, perbankan, perhotelan dan pertokoan. Penggunaan terbesar energi listrik untuk sektor komersial terdapat di kawasan CBD dan beberapa pusat kegiatan ekonomi serta tersebar di beberapa jalan arteri primer dan sekunder.

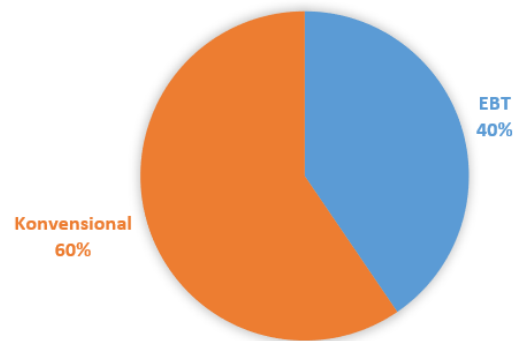
Penggunaan energi sektor industri terdapat di Kawasan Industri Makassar dan beberapa industri kecil. Penggunaan energi industri juga termasuk kawasan pergudangan. Untuk industri yang beroperasi di Kota Makassar belum semua

terintegrasi dengan energi listrik yang disediakan oleh PLN. Industri di KIMA masih menggunakan energi listrik sendiri yang dihasilkan oleh mesin diesel perusahaan pribadi.

Pelanggan sektor publik yaitu pemerintahan, PJU, pendidikan, peribadatan, taman kota, dan pelayanan sosial. Konsumsi terbesar pada sektor publik terdapat pada pelayanan sosial dan bidang pemerintahan. Pelayanan sosial tersebut adalah rumah sakit yang memiliki aktivitas 24 jam dan bidang pemerintahan yang memiliki aktivitas ± 12 jam.

Karakteristik persediaan kelistrikan kota Makassar terbagi menjadi dua kategori yaitu EBT dan Konvensional. Untuk kategori EBT dibagi menjadi tiga jenis yaitu air, angin dan gas, pada Kota Makassar sumber pembangkit energi listrik memiliki kapasitas tertinggi pada EBT jenis air dengan kapasitas 260 MW. Sedangkan untuk kategori konvensional terbagi menjadi dua jenis yaitu Batubara dan BBM dengan sumber pembangkit energi listrik tertinggi menggunakan Batubara dengan kapasitas 250 MW.

Kapasitas Pembangkit (MW)



Gambar 6. Rasio pembangkit konvensional dan terbarukan [7]

Perbandingan besar kapasitas penggunaan sumber pembangkit energi listrik di Kota Makassar yang terbagi menjadi dua kategori yaitu EBT dan Konvensional terdapat selisih yang sangat besar yakni 60% untuk konvensional dan 40% untuk EBT. Hal ini menjadi landasan pembangunan energi berkelanjutan yang ramah terhadap lingkungan, dengan meningkatkan sumber pembangkit tenaga listrik kategori EBT menjadi 80%.

Kota Makassar memiliki supply energi listrik 16 pembangkit, terdiri dari energi konvensional dan energi baru terbarukan. Infrastruktur kelistrikan Kota Makassar terdiri dari sumber pembangkit listrik, jaringan transmisi, jaringan distribusi, gardu induk, dan konsumen listrik.

Proyeksi penduduk Kota Makassar menggunakan data laju rata-rata pertumbuhan penduduk sebesar 0,072% dan elastisitas pertumbuhan penduduk 2,71. Berikut hasil proyeksi penduduk dengan target kebutuhan energi 20 tahun ke depan.

Tabel 4. Hasil proyeksi penduduk kota makassar 2017-2037

Periode Pencapaian	Tahun	Jumlah Penduduk
Periode 1	2017	1.495.490
	2018	1.521.835
	2019	1.548.645
	2020	1.548.645
	2021	1.603.688
	2022	1.631.939
Periode 2	2023	1.660.688
	2024	1.689.944
	2025	1.719.714
	2026	1.750.010
	2027	1.780.839
	2028	1.812.211
Periode 3	2029	1.844.135
	2030	1.876.622
	2031	1.909.682
	2032	1.943.323
	2033	1.977.558
Periode 4	2034	2.012.395
	2035	2.047.846
	2036	2.083.922
	2037	2.120.633

Proyeksi penduduk dari tahun 2017-2037 mengalami peningkatan sebesar 625.143 jiwa atau 41,8% dari jumlah penduduk pada tahun 2017. Hasil proyeksi penduduk Kota Makassar digunakan untuk menganalisis jumlah penggunaan energi Kota Makassar dengan asumsi penggunaan energi listrik individu pada tahun 2017 dengan landasan jumlah penduduk ditahun yang sama dan hasil survei tahun 2017.

Tabel 5. Hasil proyeksi penduduk Kota Makassar 2017 – 2037

Laju PDRB Kota Makassar 2014-2017					
Tahun	2014	2015	2016	2017	Rata-rata (%)
Rumah tangga	4,96	4,65	5,48	6,12	5,30
Industri	7,78	6,77	7,85	6,38	7,20
Perdagangan	7,58	7,05	9,26	10,34	8,56
Pemerintahan	1,7	6,64	3,15	1,53	3,26
Jasa-jasa	7,43	7,06	9,36	9,42	8,32

Laju rata-rata PDRB Kota Makassar terbesar yaitu sektor perdagangan. Laju sektor perdagangan searah dengan pengembangan pembangunan Kota Makassar yang terfokus kepada peningkatan perekonomian wilayah. Konsumsi PDRB untuk rumah tangga memiliki rata-rata laju pertumbuhan ekonomi sebesar 5,30%. Hal ini tidak searah dengan peningkatan jumlah penduduk yang mengalami peningkatan signifikan setiap tahunnya. Sektor industri mengalami penurunan laju pertumbuhan ekonomi pada tahun 2017, menyebabkan aktivitas perindustrian Kota Makassar mengalami penurunan dan mempengaruhi jumlah energi yang digunakan dalam aktivitas industri.

Hasil proyeksi jumlah penduduk untuk 20 tahun mendatang (tahun 2037) sebanyak 2.120.633 jiwa. Sehingga untuk perhitungan energi, sesuai dengan kebutuhan energi individu sebanyak 170 Wh/orang/hari, maka diperkirakan kebutuhan energi listrik untuk 20 tahun mendatang mencapai 138.053.226 KWh. Konsumsi pada tahun awal perencanaan (2017) sampai dengan kebutuhan energi listrik pada tahun target perencanaan (2037) mengalami peningkatan kebutuhan listrik sebesar 40.696.821 KWh. Perbandingan yang sangat besar terhadap konsumsi listrik sektor rumah tangga pada tahun 2017 (832.720.000 Kwh) dengan kebutuhan listrik berdasarkan penggunaan individu pada tahun 2017 (97.356.405 KWh) yaitu 90 : 10 persen.

Setelah melakukan perhitungan, didapatkan hasil proyeksi jumlah penduduk untuk 20 tahun mendatang (tahun 2037) ialah sebanyak 2.120.633 jiwa. Sehingga untuk perhitungan energi, sesuai dengan kebutuhan energi per kapita sebanyak 1.279 KWh/orang/tahun, maka



diperkirakan kebutuhan energi listrik untuk 20 tahun mendatang mencapai 2.712.289.952 KWh. Konsumsi pada tahun awal perencanaan (2017) sampai dengan kebutuhan energi listrik pada tahun target perencanaan (2037) mengalami peningkatan kebutuhan listrik sebesar 799.558.123 KWh. Perbandingan yang sangat besar terhadap konsumsi listrik sektor rumah tangga pada tahun 2017 (832.720.000 Kwh) dengan kebutuhan listrik berdasarkan penggunaan per kapita pada tahun 2017 (1.912.731.829 KWh) yaitu 30 : 70 persen.

Tabel 6. Analisis elastisitas energi dan faktor pelanggan

Sektor	Laju jumlah pelanggan	Laju PDRB	Laju energy listrik	Elastisitas	CF
Rumah tangga	4,58	3,92	8,02	2,04	1,17
Komersial	4,58	8,56	8,02	0,94	0,54
Publik	4,58	8,32	8,02	0,96	0,55
Industri	4,58	7,20	8,02	1,11	0,64

Menunjukkan hasil elastisitas sektor rumah tangga memiliki nilai yang tinggi dan elastisitas sektor komersial memiliki nilai yang sangat rendah, hal ini mempengaruhi prakiraan konsumsi atau penggunaan energi dari sektor masing-masing. Hasil faktor beban rumah tangga yang tinggi dan faktor beban pelanggan komersial yang rendah mempengaruhi prakiraan jumlah pelanggan terhadap sektor masing-masing.

Jumlah proyeksi pelanggan selama 20 tahun rencana yaitu 1.079.421 pelanggan. Sektor rumah tangga merupakan sektor dengan pengguna terbesar dengan persentase 89%. Kemudian disusul oleh pelanggan sektor komersial, publik, dan industri. Dengan rata-rata pertumbuhan pelanggan setiap tahun sebesar 4,6%.

Berdasarkan Gambar 7, kebutuhan energi listrik Kota Makassar pada tahun 2017 sebanyak 2.360,60 juta KWh, setelah diproyeksikan kebutuhan energi listrik selama 20 tahun yaitu tahun 2037 sebesar 11.014,93 juta KWh. Sektor rumah tangga memiliki persentase 35%, sektor publik memiliki persentase 30%, sektor komersial memiliki persentase 26%, dan sektor industri memiliki persentase 9%.

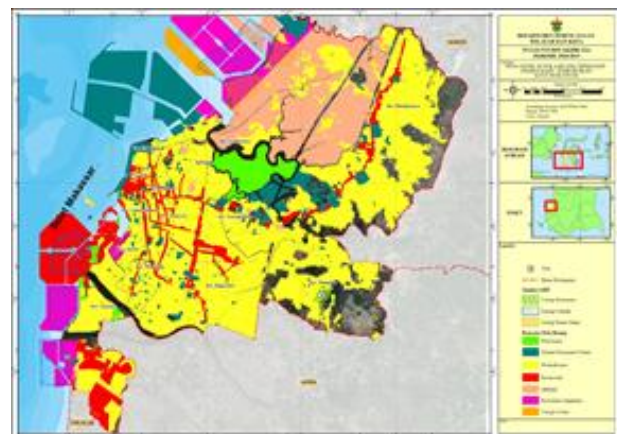
Tabel 7. Proyeksi pelanggan energi listrik 2017-2037

Tahun	Sektor (ribuan)				Total
	Rumah tangga	Komersial	Publik	Industry	
2017	661.437	67.382	12.854	1.027	742.700
2018	691.773	70.496	13.442	1.074	776.786
2019	723.501	73.755	14.057	1.124	812.437
2020	756.683	77.164	14.701	1.176	849.724
2021	791.388	80.731	15.373	1.230	888.722
2022	827.684	84.463	16.077	1.287	929.510
2023	865.645	88.367	16.813	1.346	972.170
2024	905.347	92.451	17.582	1.408	1.016.788
2025	946.870	96.725	18.387	1.473	1.063.454
2026	990.297	101.196	19.228	1.541	1.112.262
2027	1.035.716	105.874	20.108	1.612	1.163.309
2028	1.083.218	110.768	21.028	1.686	1.216.700
2029	1.132.899	115.888	21.990	1.764	1.272.540
2030	1.184.858	121.244	22.996	1.845	1.330.944
2031	1.239.200	126.849	24.049	1.930	1.392.028
2032	1.296.035	132.712	25.149	2.019	1.455.916
2033	1.355.476	138.847	26.300	2.112	1.522.735
2034	1.417.644	145.265	27.504	2.209	1.592.622
2035	1.482.663	151.980	28.762	2.311	1.665.716
2036	1.550.664	159.005	30.078	2.418	1.742.164
2037	1.621.783	166.355	31.455	2.529	1.822.121

Proyeksi Kebutuhan Listrik Kota Makassar



Gambar 7. Diagram total kebutuhan proyeksi listrik [8]



Gambar 8. Overlay pola ruang terhadap energi terbarukan [9]

Peta overlay untuk energi baru terbarukan jenis ombak terletak pada Kecamatan Tamalate dan Kecamatan Tamalanrea dengan peruntukan rencana tata ruang yaitu kawasan campuran, kawasan energi center, dan kawasan komersial. Energi ombak melayani sektor yang berada pada sekitar kawasan pembangkit yaitu sektor komersial, pariwisata, campuran, publik, dan permukiman.

Energi baru terbarukan jenis gas alam terletak pada Kecamatan Tamalanrea dan Kecamatan Biringkanaya dengan peruntukan rencana tata ruang yaitu kawasan campuran, industri, dan energi center. Energi gas alam melayani sektor industri (KIMA Park), permukiman, dan publik (pelayanan umum).

Energi baru terbarukan jenis biomassa terletak pada Kecamatan Manggala dengan peruntukan rencana tata ruang yaitu kawasan permukiman. Energi biomassa melayani sektor rumah tangga dan publik.

Tabel 8. Kapasitas energi terbarukan Kota Makassar

No.	Jenis energy	Lokasi	Kapasitas (MW)
1	Energi ombak	Tamalanrea-Sektor 1	15
2	Energi ombak	Tamalate-Sektor 1	10
3	Energi ombak	Tamalate-Sektor 2	10
4	Energi ombak	Tamalate-Sektor 3	7.5
5	Energi gas alam	Biringkanaya-Sektor 1	250
6	Energi gas alam	Tamalanrea Sektor 1	300
7	Energi gas alam	Manggala-Sektor 1	30

Total energi terbarukan yang ada di Kota Makassar sebesar 622,5 MW, adapun pembagiannya yaitu energi ombak sebesar 42,5MW, energi gas alam sebesar 550 MW, dan energi biomassa sebesar 30 MW. Energi ombak terletak di dua kecamatan yaitu Kecamatan Tamalanrea dan Kecamatan Tamalate dengan pembagian empat sekto kerja. Energi gas alam terletak pada dua kecamatan yaitu Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Tamalanrea dengan pembagian dua setor kerja. Energi biomassa terletak pada Kecamatan Mangga dan memiliki satu sektor kerja.



Gambar 9. Diagram penyediaan dan kebutuhan listrik [8]

Berdasarkan hasil analisis forecasting supply-demand didapatkan disparitas konsumsi energi listrik terhadap penyediaan energi listrik, sehingga dilakukan penambahan kapasitas energi untuk pemenuhan kebutuhan energi listrik setiap tahunnya. Periode 1 (2017-2022) dibutuhkan energi tambahan sebesar 739,24 MW untuk memenuhi kebutuhan listrik selama lima tahun pertama, periode 2 (2023-2027) dibutuhkan energi tambahan sebesar 1.086,49 MW, periode 3 (2028-2032) dibutuhkan energi tambahan sebesar 1.596,86 MW, dan periode 4 (2033-2037) dibutuhkan energi tambahan sebesar 2.346,97 MW.

Berdasarkan tabel komparasi energi konvensional dan energi terbarukan terhadap kelebihan dan kekurangan berdasarkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Komparasi energi konvensional menunjukkan kecenderungan negatif terhadap penggunaan energi yang memiliki kekurangan pada sektor sosial dan lingkungan, sedangkan energi konvensional menunjukkan kecenderungan positif terhadap penggunaan energi yang memiliki keunggulan pada sektor sosial dan lingkungan. Faktor lingkungan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap penilaian penggunaan energi konvensional dan energi terbarukan untuk menilai langsung terhadap masyarakat. Faktor ekonomi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pembangunan dan investasi yang dilakukan oleh pemerintah untuk menjalankan program energi terbarukan.



Tabel 9. Komparasi energi konvensional dan energi terbarukan

Indikator	Energi		Potensi energy
	Energi Konvensional	Energi baru terbarukan	
Sosial	Akibat polusi yang dihasilkan menyebabkan terganggunya kesehatan masyarakat, membuka lapangan kerja yang besar terhadap masyarakat	Membuka lapangan kerja yang baru terhadap masyarakat sekitar dan meningkatkan pengetahuan masyarakat terhadap kesadaran lingkungan	
Ekonomi	Memiliki biaya pembangunan dan operasional yang murah	Memiliki biaya pembangunan dan operasional yang sangat mahal, sumber energi yang gratis	Energi biomassa, energi ombak, dan energi gas alam
Lingkungan	Menyebabkan kerusakan lingkungan pada saat pengolahan bahan bakar dan pada saat proses produksi energi	Penggunaan energi yang bersih dan gratis serta buangan yang dihasilkan berupa konversi energi yang dapat diolah kembali dan dilepaskan ke alam.	

Tabel 10. Penambahan daya produksi 2017-2037

Periode	Tahun	Kebutuhan daya tambahan	Jenis rencana pembangkit
Periode I	2017	0,00	-
	2018	125,99	
	2019	136,08	PLT Ombak
	2020	146,97	Sektor 1,2,3
	2021	158,74	Tamalate
	2022	171,45	
Periode II	2023	185,18	PLT Ombak
	2024	200,00	Sektor 1
	2025	216,01	Tamalanrea
	2026	233,31	+ PLT
	2027	251,99	Biomassa
Periode III	2028	272,16	
	2029	293,95	PLT Gas
	2030	317,49	alam Sektor 1
	2031	342,90	

Periode	Tahun	Kebutuhan daya tambahan	Jenis rencana pembangkit
Periode IV	2032	370,36	
	2033	400,01	
	2034	432,03	PLT Gas
	2035	466,62	alam Sektor 2
	2036	503,98	
	2037	544,33	

Sumber: Hasil analisis pribadi

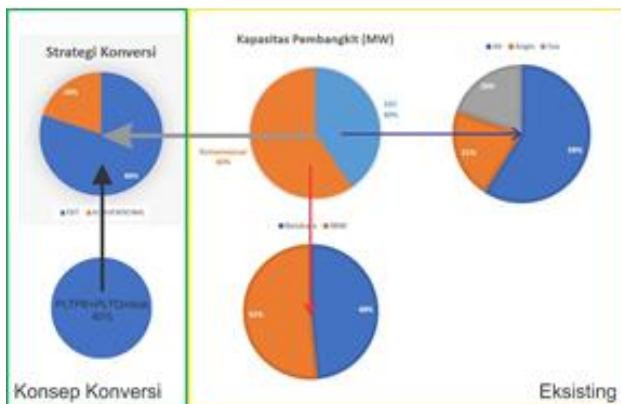
Tabel 11. Penambahan daya produksi 2017-2037

Sektor	Indikator strategi	Strategi pengembangan
Rumah tangga	Kebutuhan	Total kebutuhan sasaran tahun 2017-2022 sebesar 390,63 juta KWh, tahun 2023-2027 sebesar 573,89 juta KWh, tahun 2028-2032 sebesar 843,60 juta KWh, dan tahun 2033-2037 sebesar 1.238,61 juta KWh
	Bauran Energi	Memanfaatkan sumber energi biomassa dan energi ombak (untuk permukiman wilayah pesisir)
	Teknologi Pembangkit	PLT Biomassa (20 MW) dan PLT Ombak (15 MW)
Komersial	Lokasi	Pembangkit biomassa dibangun pada TPA Antang dan pembangkit ombak di Selat Makassar
	Kebutuhan	Total kebutuhan sasaran tahun 2017-2022 sebesar 281,94 juta KWh, tahun 2023-2027 sebesar 415,16 juta KWh, tahun 2028-2032 sebesar 611,32 juta KWh, dan tahun 2033-2037 sebesar 900,15 juta KWh
	Bauran Energi	Memanfaatkan sumber energi ombak (untuk komersial wilayah pesisir dan pusat kota)
Publik	Teknologi Pembangkit	PLT Ombak (10 + 10 MW)
	Lokasi	Pembangkit ombak di Selat Makassar dan tanjung bunga
	Kebutuhan	Total kebutuhan sasaran tahun 2017-2022 sebesar 337,15 juta KWh, tahun 2023-2027 sebesar 495,08 juta KWh, tahun 2028-2032 sebesar 727,01 juta KWh, dan tahun 2033-2037 sebesar 1.067,58 juta KWh
	Bauran	Memanfaatkan sumber



Sektor	Indikator strategi	Strategi pengembangan
	Energi	energi biomassa dan energi ombak (untuk pelayanan umum wilayah pesisir dan pusat kota)
	Teknologi Pembangkit	PLT Ombak (15 + 10 MW)
	Lokasi	Pembangkit ombak di Selat Makassar
Industri	Kebutuhan	Total kebutuhan sasaran tahun 2017-2022 sebesar 99,13 juta KWh, tahun 2023-2027 sebesar 145,60 juta KWh, tahun 2028-2032 sebesar 213,86 juta KWh, dan tahun 2033-2037 sebesar 314,11 juta KWh
	Bauran Energi	Memfaatkan sumber energi gas alam dan energi ombak
	Teknologi Pembangkit	PLTPB (250 MW) dan PLT Ombak (10 MW)
	Lokasi	Pembangkit tenaga gas alam dibangun pada pesisir Kecamatan Tamalanrea dan pembangkit ombak di Selat Makassar

Strategi pengembangan energi terbarukan dilakukan dengan transformasi energi konvensional sebesar 40% dari 60% menjadi energi baru terbarukan menjadi 80%. Perencanaan infrastruktur pembangkit energi berdasarkan potensi energi baru terbarukan di Kota Makassar yaitu energi gas alam, energi ombak, dan energi biomassa.



Gambar 10. Strategi pengembangan konversi energi baru terbarukan

5. Kesimpulan dan Saran

- 1) Karakteristik kebutuhan energi listrik Kota Makassar terdiri dari sektor rumah tangga, sektor bisnis, sektor publik, dan sektor industri. Konsumsi energi listrik Kota Makassar tahun 2017 yaitu 2.360,60 juta KWh, konsumsi energi terbesar untuk sektor rumah tangga (35%) dengan jumlah pelanggan 661.437 dan konsumsi energi listrik terendah untuk sektor industri (9%) dengan jumlah pelanggan 1.027. Konsumsi energi listrik terbesar Kota Makassar pada aktivitas siang hari terjadi pada sektor komersial dan industri (34%), sedangkan pada aktivitas malam hari yaitu sektor rumah tangga dan sektor publik (54%).
- 2) Kebutuhan listrik Kota Makassar tahun 2037 sebesar 11.014,93 juta KWh, untuk sektor rumah tangga memiliki kebutuhan energi listrik tertinggi dengan persentase 35%, hal ini terjadi akibat peningkatan pertumbuhan penduduk, modernisasi teknologi, dan pengembangan Kawasan permukiman sangat pesat. Kebutuhan energi listrik terendah untuk sektor industri dengan persentase 10%, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan teknologi belum efisien, produksi industri rendah, dan penggunaan energi pribadi perusahaan.
- 3) Kota Makassar memiliki kapasitas pembangkit energi listrik sebesar 1.686 MW, terdiri dari energi konvensional sebesar 60% dan energi baru terbarukan sebesar 40%. Energi konvensional bersumber dari batu bara dan bahan bakar minyak, sedangkan pembangkit energi baru terbarukan bersumber dari air, angin, dan gas. Sumber energi konvensional terbesar untuk Kota Makassar yaitu PLTU Jeneponto dengan persentase 15% dan sumber energi baru terbarukan yaitu PLTA Poso dengan persentase 15%. Produksi energi listrik Kota Makassar pada tahun 2017 sebesar 2.484 juta KWh dan energi terjual sebesar 2.360 juta KWh. Efektivitas penggunaan energi listrik Kota Makassar yaitu 94,84%.
- 4) Pertumbuhan kebutuhan energi listrik Kota Makassar mengalami peningkatan setiap tahun. Pada tahun 2018 mengalami defisit energi listrik sebesar 125,99 MW dan



5.759,56 MW pada tahun 2037. Untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan yang melebihi persediaan energi listrik maka dilakukan perencanaan secara bertahap. Perencanaan penambahan pembangkit dimulai pada tahun 2020, perencanaan periode pertama (2017-2022) dibutuhkan pembangkit listrik dengan energi sebesar 739,24 MW, periode kedua (2022-2027) dibutuhkan sebesar 1.086,49 MW, periode ketiga (2027-2032) dibutuhkan sebesar 1.596,86 MW, dan periode terakhir (2032-2037) dibutuhkan sebesar 2.346,97 MW.

- 5) Untuk mewujudkan Kota Makassar *sustainable city*, jumlah penggunaan energi terbarukan harus ditingkatkan. Strategi pengembangan energi terbarukan dilakukan dengan transformasi energi konvensional sebesar 40% dari 60% menjadi energi baru terbarukan menjadi 80%. Perencanaan infrastruktur pembangkit energi berdasarkan potensi energi baru terbarukan di Kota Makassar yaitu energi gas alam, energi ombak, dan energi biomassa.

Berdasarkan arahan dan pengembangan energi konvensional menjadi energi terbarukan, berikut saran yang dapat direkomendasikan dalam implementasinya :

- 1) Laporan perencanaan ini hanya berfokus pada kebutuhan dan penyediaan energi listrik oleh pemerintah. Perencanaan ini kurang memperhatikan faktor-faktor penting dalam peningkatan kebutuhan energi pada setiap sektor. Konversi terhadap energi konvensional menjadi energi terbarukan hanya menggunakan faktor sosial, ekonomi dan lingkungan dalam perencanaan kebutuhan energi. Diharapkan perencana selanjutnya dapat merincikan secara detail faktor-faktor terkait energi.

- 2) Pihak pengelola energi listrik (Perusahaan Listrik Negara) sebaiknya bekerja sama dengan seluruh stakeholder dalam pengembangan sumber energi terbarukan, seperti bekerja sama dengan pemerintah dalam putusan kebijakan, bekerja sama dengan akademisi dalam mengkaji potensi terbarukan serta teknologinya, dan bekerja sama dengan pihak swasta dalam investasi dan pembiayaan peningkatan infrastruktur kelistrikan yang efisien.
- 3) Masyarakat sebagai pengguna dapat melakukan penghematan energi dan menggunakan peralatan yang hemat energi serta ramah terhadap lingkungan. Perilaku penggunaan energi listrik yang ramah dapat menekan peningkatan akan kebutuhan energi listrik dan perencanaan dapat difokuskan terhadap konversi energi terbarukan.

Referensi

- [1] Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi. 2018. *Outlook Energi Indonesia 2018. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)* ISBN 978-602-1328-05-7. Available at <http://bppt.go.id> (akses terakhir 15 Januari 2019).
- [2] www.tirto.id (akses terakhir 9 Januari 2019).
- [3] www.gheothermalindonesia.id (akses terakhir 15 Januari 2019).
- [4] Permen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik. PT PLN (PERSERO).
- [5] Kassa, Deryanus dkk. 2015. *Ketersediaan Energi Listrik Sulawesi Utara Sampai Tahun 2020*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 4, No.1 (2015). e-ISSN: 2685-368X (akses terakhir 6 Desember 2018).
- [6] <https://www.energycommunity.org/> (akses terakhir 15 Januari 2019).
- [7] Dokumen Laporan Tahunan Tenaga Listrik PLN Wilayah Sulselrabar. 2018. PLN Wilayah Sulselrabar: Makassar.
- [8] Analisis Aplikasi LEAP.
- [9] Analisis Overlay Menggunakan ArcGIS.



Uji Pengaruh Energi *Rapid Impact Compaction* terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Timbunan

Rokhman^{1*}, Lawalenna Samang¹, Tri Harianto¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km.6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: rokhmansoq@yahoo.co.id

DOI: 10.25042/jpe.052019.12

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh energi pemadatan metode *Rapid Impact Compaction* (RIC) terhadap karakteristik pemadatan pada tanah timbunan. Metode yang digunakan adalah model alat RIC hasil pengembangan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Hasanuddin dimana alat ini di kendalikan secara elektro-mekanis. Proses pemadatan dilakukan dengan memvariasikan jumlah tumbukan untuk variasi energi pemadatan. Dimana berat beban penumbuk 70 kg dan tinggi jatuh 15 cm. Untuk uji elemen menggunakan mould berdiameter 15 cm dan tinggi 25 cm sedangkan uji model menggunakan bak uji berdiameter 80 cm dan tinggi 120 cm. Untuk menguji tingkat kepadatan menggunakan DCP Test, CBR Test dan Sandcone Test. Hasil pengujian mendapatkan adanya pengaruh energi pemadatan terhadap nilai CBR dan berat isi kering tanah. Hubungan antara perbandingan energi pemadatan RIC terhadap energi pemadatan *standard proctor* memenuhi persamaan $Y_{d\text{RIC}} = 0,0915 (\text{ESP}) + 1,046$. Dari grafik didapatkan titik perpotongan yang merupakan titik optimum energi RIC untuk mendapatkan kepadatan sesuai energi pemadatan proctor. Dalam pengujian ini didapatkan titik optimum energinya sebesar 2.01 ESP terhadap pemadatan *standard proctor* dan 3.32 ESP terhadap *modified proctor*. Pada pengujian pemadatan RIC model pada kumulatif jumlah tumbukan sebanyak 90 kali tanah tidak mengalami penurunan. Evaluasi kinerja hasil pemadatan RIC didapat nilai *Relatif Compaction* (Rc) sebesar 95 %.

Abstract

The Influence of Rapid Impact Compaction to the Level of Soil Density. This research is intended to analyze the effect of compaction energy method of Rapid Impact Compaction (RIC) on the compaction characteristics of embankment soil. The method used is the RIC tool model developed from the Hasanuddin University Soil Mechanics Laboratory where this tool is controlled electro-mechanically. The compaction process is carried out by varying the number of collisions for the variation of compaction energy. Where the poulder weight is 70 kg and the height falls 15 cm. To test the elements using molds with a diameter of 15 cm and a height of 25 cm, to test the density level using the DCP Test, CBR Test and Sandcone Test. The test results get the effect of compaction energy on the CBR value and the dry weight content of the soil. The relationship between the comparison of RIC compaction energy with proctor standard compaction energy meets the equation $Y_{d\text{RIC}} = 0.0915 (\text{ESP}) + 1.046$. From the graph, the point of intersection which is the optimum point of RIC energy to get the density according to the proctor compaction energy. In this test, the optimum energy point of 2.01 ESP was obtained against compaction of the standard proctor and 3.32 ESP of the modified proctor. In the compaction testing of the RIC model, the cumulative number of collisions is 90 times that the soil does not decrease. Evaluation of the performance of the RIC compaction results obtained Relative Compaction (Rc) of 95%.

Kata Kunci: Berat isi kering, kepadatan tanah, rapid impact compaction

1. Pendahuluan

Salah satu metode pemadatan dinamis lapisan timbunan tebal yang dikenal saat ini diantaranya adalah *Rapid Impact Compaction*. Metode ini adalah pemadatan tanah secara dinamis dengan konsep *Low Energi Dynamic Compaction*. Peralatan utama *Rapid Impact Compaction* berupa massa penumbuk yang di jatuhkan dari ketinggian

tertentu. Hal yang membedakan metode ini dengan *Dynamic Compaction* adalah penggunaan massa penumbuk yang lebih ringan, tinggi jatuh yang lebih rendah namun dengan frekuensi tumbukan yang lebih tinggi, sehingga total kumulatif energi yang dihasilkan pada metode RIC lebih besar daripada metode *Dynamic Compaction* (DC) dalam satuan waktu yang sama [1, 2].



Dilaboratorium pengaruh usaha pemadatan umumnya di uji menggunakan *standard proctor* maupun *modified proctor* dengan mengacu pada kurva hasil pemadatan. Telah umum di ketahui bahwa jika energi usaha pemadatan persatuan volume tanah berubah maka kecenderungannya adalah kurva pemadatan juga akan berubah dengan meningkatnya usaha pemadatan dengan parameter utamanya adalah berat volume kering dan kadar air [3].

Menurut *Proctor*, ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang dipadatkan sebagaimana persamaan (1) dalam hal ini w = persentase kadar air; γ = berat volume tanah. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya terdapat suatu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya, kepadatan kering pada kadar air optimum didefinisikan sebagai kepadatan kering maksimum. Berdasarkan Persamaan (1) setiap peningkatan kadar air yang melebihi kadar air optimum cenderung mengurangi kepadatan kering [3].

$$\gamma d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \quad (1)$$

Selain kadar air dan jenis tanah, faktor penting lainnya yang mempengaruhi pemadatan adalah energi per satuan volume. Energi pemadatan per satuan volume yang digunakan untuk uji Proctor ditentukan oleh jumlah tumbukan per lapisan (N); jumlah lapisan per mould (l); berat penumbuk (W) dan tinggi jatuh penumbuk (h) persatuan volume mould (V) yang dapat dinyatakan dengan Persamaan (2) [3].

$$E = \frac{N \cdot l \cdot W \cdot h}{V} \quad (2)$$

Meningkatkan usaha pemadatan akan meningkatkan kepadatan maksimum namun akan mengurangi kadar air optimum. Kurva pemadatan secara umum memperlihatkan bahwa rasio void udara tetap sama pada kepadatan maksimum, sehingga pada kadar air yang tinggi, hanya ada sedikit penambahan kepadatan yang diperoleh

dengan meningkatkan usaha pemadatan. Tanah lempung memiliki kandungan air optimum yang jauh lebih tinggi, akibatnya menurunkan kepadatan kering maksimum. Efek meningkatkan upaya pemadatan juga jauh lebih besar dalam kasus tanah lempung [4].

Peralatan *Rapid Impact Compaction*, RIC terdiri atas tiga komponen utama yaitu alas penumbuk; alur penumbuk, dan penumbuk [5]. Pada metode pemadatan *rapid impact compaction*, penumbuk dijatuhkan secara tetap pada alas penumbuk yang ditempatkan diatas permukaan tanah dengan frekuensi tumbukan antara 30-60/menit sebagai ciri metode *rapid compaction*, [6]. Parameter energi pemadatan metode, RIC ditentukan oleh berat penumbuk (*compactor*); berat dan luas geometri landasan penumbuk (anvil); frekuensi tumbukan dan kumulatif total tumbukan dalam satu siklus pemadatan pada titik tumbukan yang sama.

Peralatan *Rapid Impact Compaction*, RIC terdiri atas tiga komponen utama yaitu alas penumbuk; alur penumbuk dan penumbuk. Peralatan penumbuk ditautkan ke hydraulic excavator sebagai perangkat penopang mekanik yang dapat mengatur frekuensi tumbukan antara 40-60/menit sebagai ciri metode *rapid compaction*, [7]. Pada metode *dynamic compaction*, maka total energi E tumbukan per luas bidang kontak alas penumbuk (kJ/m^2), dihitung dengan Persamaan (3), dalam hal ini E adalah kumulatif total energi yang dikenakan kN.m (kJ), A adalah luas bidang tumbuk dari alas penumbuk (m^2), dan N adalah jumlah tumbukan [6].

$$E = \frac{1}{2} (W_H + W_F) \cdot V_F^2 \left(\frac{N}{A} \right) \quad (3)$$

2. Metode Penelitian

2.1. Material

Contoh tanah yang digunakan masuk klasifikasi sebagai tanah lanau plastisitas tinggi (MH) sesuai dengan sistem klasifikasi tanah USCS. Adapun sifat fisik contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini dirangkum dalam Tabel 1.

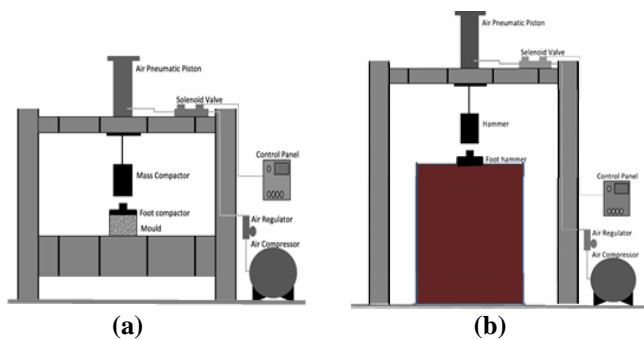


Tabel 1. Sifat fisik material tanah pengujian

Sifat fisik	Nilai
Berat Volume Basah, γ	1,03 gr/cm ³
Kadar air rata-rata, ω	38,36 %
Spesific gravity, G	2,73
Berat isi	1.03 gr/cm ³
Batas Cair, LL	55,89 %
Batas Plastis, PL	47,48 %
Indeks Plastisitas, IP	8,41 %

2.2. Peralatan Pengujian

Dalam penelitian ini digunakan peralatan pengujian *repetead load* dampak berbasis air pneumatik pressure sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1. Adapun komponen utama peralatan tersebut terdiri dari kompresor udara; *piston double acting*; *valve selenoid*, panel kendali controller, massa penumbuk dan landasan tumbukan, alat ini sebagaimana di uraikan secara rinci dalam [7].



Gambar 1. Set-up peralatan: a. uji RIC elemen; b. Uji RIC Model

Digunakan massa penumbuk yang terbuat dari material baja seberat 70 kg yang ditautkan pada ujung batang piston yang berfungsi sebagai kait beban. Beban tersebut dapat di jatuhkan pada ketinggian sesuai dengan setting ketinggian pada panel kontrol. Untuk pengujian di gunakan mould dengan ukuran diameter dalam 15cm, tigggi 25 cm, volume cetakan 0,0044 m. Untuk proses pemadatan, mold di lengkapi dengan alas pemadat yang ukurannya disesuaikan dengan diameter cetakan. Alas tumbukan terbuat dari pelat baja diameter 15 cm.

2.3. Rancangan Pengujian

- **Persiapan Sampel Tanah.**
Tanah dalam tabung silinder untuk kompaksi diperoleh dari sampel yang dibentuk kembali. Untuk menyiapkan sampel ini, sejumlah berat tanah yang sebelumnya telah kering oven dicampur dengan sejumlah air mendapatkan kadar air yang sesuai dengan target kadar air rencana pengujian yaitu 15%-35%, dimana rentang kadar air ini sebelumnya telah di uji menggunakan pemadatan proctor. Tanah yang telah di atur kadar air diambil seberat 4,6 kg dan di isikan dalam tabung silinder tanpa dilakukan pemadatan dengan mengontrol kepadatan gemburnya sebesar 1,03 gr/cm³.
- **Proses Pemadatan RIC elemen**
Upaya pemadatan dengan *Rapid Impact Compaction* dilakukan pada mould berukuran diameter 15 cm dan tinggi 25 cm. Untuk mengetahui pencapaian nilai kepadatan dilakukan uji DCP dan CBR. Pemadatan dilakukan menggunakan berbagai tingkat energi dengan menerapkan berbagai usaha dampak yang digunakan. Penumbuk yang berbentuk persegi dengan berat 70 kg dijatuhkan dari ketinggian 15 cm dengan variasi jumlah pukulan 5, 15, 25 dan 35 m lihat Gambar 1(a).
- **Proses Pemadatan RIC Uji Model**
Upaya pemadatan dengan *Rapid Impact Compaction* pada bak uji silinder dengan ukuran diameter 80 cm dan tinggi 120 cm. yang diisi tanah sampai penuh sebanyak 621 kg. Pemadatan dilakukan menggunakan peralatan RIC dengan berat penumbuk 70 kg, tinggi jatuh 15 cm dna geometri alas tumbukan berdiameter 30 cm. Proses pemadatan dilakukan sampai dengan tanah tidak mengalami penurunan lagi. Untuk mengetahui pencapaian nilai kepadatan dilakukan uji CBR, uji DCP dan uji Sandcone lihat Gambar 1(b).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Energy Proctor Compaction dan Rapid Impact Compaction

Hasil perhitungan Energy Proctor Compaction dan Rapid Impact Compaction serta rasio perbandingannya dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 2. Energy Proctor Compaction dan Rapid Impact Compaction serta rasio perbandingannya

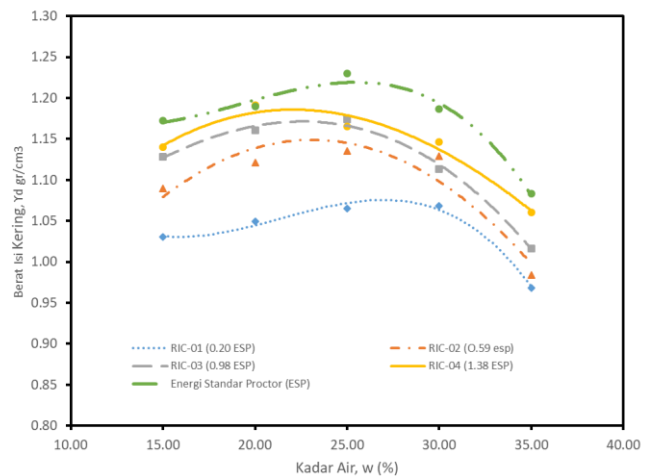
Type Pemadatan	Berat Penumbuk (kg)	Jumlah Tumbukan Per Lapis	Energi Pemadatan (kJ/m ³)	Rasio Energi Standar
Standard Proctor	2,5	25	592	1,00
Modified Proctor	4,54	25	2695	4,54
RIC-01	70	5	117	0,20
RIC-02	70	15	351	0,59
RIC-03	70	25	585	0,98
RIC-04	70	35	819	1,38

Energy pemadatan baik metode *standard proctor* maupun *modified* di dasarkan pada usaha pemadatan yang dilakukan dalam sebuah mould pemadatan berdiamater 101.6 mm dan tinggi 116,43 mm yang memiliki volume 944 cm³. Pada pengujian *standard proctor* besarnya energi pemadatan adalah 592 kJ/m³, sementara untuk *modified proctor* adalah 2.695 kJ/m³. Sementara untuk model *Rapid Impact Compaction* besarnya didapatkan dengan memvariasikan jumlah tumbukan 5 kali, 15 kali, 25 kali dan 35 kali dengan berat beban penumbuk yang digunakan sebesar 70 kg, tinggi jatuh 15 cm dan 1 lapis tanah.

Semua proses pemadatan dilakukan hanya menggunakan 1 lapisan pada mould berdiameter 15 cm dan tinggi 25 cm dengan volume 0.0044 m³. Sehingga dari proses pemadatan RIC ini besarnya energi usaha pemadatan bervariasi antara 111 kJ/m³ untuk yang terkecil dan 1.365 kJ/m³ untuk energi yang terbesar atau jika dibandingkan terhadap energi *standard proctor* bervariasi antara 0,20-1.38 kali.

3.2. Kepadatan Kering dan Kadar Air Optimum pada Tingkat Energi Berbeda

Untuk menjelaskan hubungan variabel kepadatan kering, kadar air optimum pemadatan dan tingkat energi dari usaha pemadatan, maka dilakukan pengamatan dengan hubungan ketiga variabel tersebut, dalam hal ini hubungan tersebut dinyatakan sebagai perbandingan terhadap energi metode *standard proctor* yaitu 592 kJ/m³ terhadap perubahan kadar air setiap mould pemadatan sesuai besarnya energi *Rapid Impact Compaction* yang diberikan lihat Gambar 2.



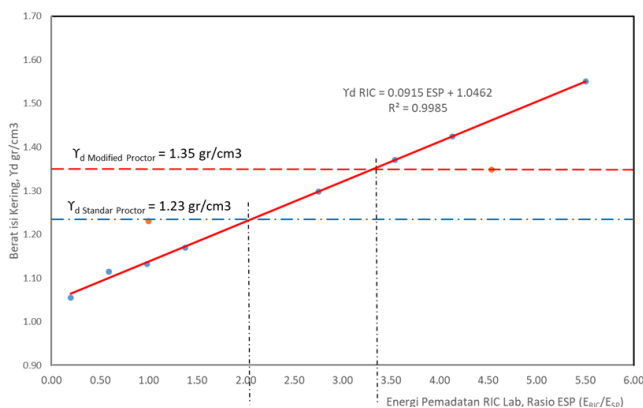
Gambar 2. Hubungan antara energi RIC dan kadar air terhadap berat isi kering (Yd)

Kecenderungan berat isi kering dipengaruhi oleh tingkat energi usaha pemadatan dan kadar air seperti yang terlihat pada Gambar 2. Terlihat bahwa setiap tingkat energi yang diberikan akan menghasilkan kadar air optimum untuk menghasilkan berat isi kering tanah maksimum. Dimana hasilnya memperlihatkan bahwa penambahan energi cenderung mengurangi besarnya nilai kadar air optimum. Untuk energi terbesar pada RIC ini kadar air optimum didapat 20 %. Bila di dibandingkan hasil pemadatan *standard proctor* maka berat isi kering yang dihasilkan masih dibawah *standard proctor*. Untuk mencapainya tentunya harus menaikkan energi RIC menyamai bahkan lebih dari energi *standard proctor*.



3.3. Hubungan Energi Pematatan RIC dan Energi Pematatan Proctor terhadap Berat Isi Kering

Untuk energi yang sama dengan *standard proctor* ($1.00 \text{ ESP} = 592 \text{ kJ/m}^3$) dihasilkan berat isi kering sebesar 1.14 gr/cm^3 atau sebesar 92.68% terhadap berat isi kering hasil pematatan *standard proctor* (1.23 gr/cm^3). Agar berat isi kering hasil pematatan RIC sama dengan berat isi kering tanah *standard proctor* maka energi RIC harus ditingkatkan sampai dengan 2.01 ESP atau sebesar 1190 kJ/m^3 lihat Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara energi pematatan RIC, standard proctor dan modified proctor terhadap berat kering

Dari Gambar 3 diperoleh persamaan berat isi kering tanah hasil pematatan RIC yaitu :

$$Yd_{RIC} = 0.0915 \text{ ESP} + 1.0462 \quad (4)$$

dimana :

Yd_{RIC} = berat isi kering tanah hasil pematatan *Rapid Impact Compaction* (RIC)

ESP = rasio perbandingan antara Energi RIC terhadap Energi *Standard Proctor* (E_{RIC}/E_{SP})

Kadar air optimum untuk mendapatkan berat isi kering maksimum untuk energi pematatan *standard proctor* adalah sebesar 25% Sedangkan kadar air optimum untuk mendapatkan berat isi kering maksimum pada pematatan RIC adalah sebesar 20% sesuai hasil pengujian pada sejumlah tingkat energi yang berbeda.

Hubungan antara garis berat isi kering hasil pematatan RIC (Yd_{RIC}) dan berat isi kering hasil pematatan *standard proctor* ($Yd_{Standard Proctor}$) terjadi perpotongan di titik 2.01 ESP , artinya dengan energi RIC dinaikan sampai dengan 2.01 kali energi *Standard Proctor* ($2.01 \times 592 \text{ kJ/m}^3 = 1190 \text{ kJ/m}^3$) maka berat isi kering yang dihasilkan bisa mencapai 1.23 gr/cm^3 sama dengan berat isi kering hasil pematatan *standard proctor* lihat Gambar 3. Untuk menghasilkan energi sebesar 1190 kJ/m^3 bila menggunakan alat RIC dengan berat penumbuk 70 kg , tinggi jatuh 15 cm dan diameter alas tumbukan 15 cm maka dibutuhkan jumlah tumbukan sebanyak 51 kali.

Hubungan antara garis berat isi kering hasil pematatan RIC (Yd_{RIC}) dan berat isi kering hasil pematatan *Modified Proctor* ($Yd_{Modified Proctor}$) terjadi perpotongan di titik 3.32 ESP , artinya dengan energi RIC dinaikan sampai dengan 3.32 kali energi *Standard Proctor* ($3.32 \times 592 \text{ kJ/m}^3 = 1965 \text{ kJ/m}^3$) maka berat isi kering yang dihasilkan bisa mencapai 1.35 gr/cm^3 sama dengan berat isi kering hasil pematatan *Modified Proctor* lihat Gambar 3. Untuk menghasilkan energi sebesar 1965 kJ/m^3 bila menggunakan alat RIC dengan berat penumbuk 70 kg , tinggi jatuh 15 cm dan diameter alas tumbukan 15 cm maka dibutuhkan jumlah tumbukan sebanyak 85 kali.

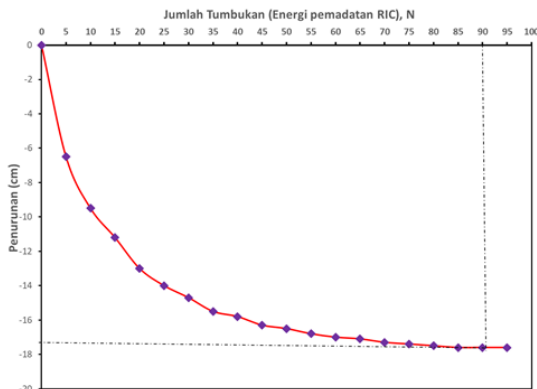
Titik perpotongan garis hubungan antara berat isi kering hasil pematatan RIC dan *Standard Proctor* maupun *Modified Proctor* adalah sebagai acuan untuk mendapatkan energi optimum agar hasil pematatannya (berat isi kering tanah) yang diperoleh sama dengan kepadatan tanah hasil pematatan *Standard Proctor* maupun *Modified Proctor*.

3.4. Hubungan antara Jumlah Tumbukan (Energi Pematatan RIC Uji Model) terhadap Penurunan

Hasil pematatan RIC uji model dapat diketahui bahwa pada awal penumbukan terjadi penurunan yang cukup dalam. Namun pada penumbukan selanjutnya penurunannya berkurang dan akhirnya pada kumulatif jumlah pukulan 90 kali tanah tidak mengalami penurunan lagi. Hal ini sejalan dengan



teori yang mengatakan bahwa salah satu syarat dihentikan penumbukan pada pemadatan RIC salah satunya adalah bila kumulatif jumlah tumbukkan sudah mencapai 90 kali.



Gambar 4. Hubungan antara Nilai CBR dan kedalaman tanah

3.5. Evaluasi kinerja pemadatan RIC dengan Analisa *Relatif Compaction*, R_c

Untuk mengevaluasi hasil pemadatan RIC di lapangan maka dilakukan uji model. Pengujian ini dilakukan pada bak uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 80 cm dan tinggi 120 cm. Sehingga volume drum tersebut adalah $0,603 \text{ m}^3$ kemudian diisi tanah dengan berat isi $1,03 \text{ gr/cm}^3$ sampai penuh atau sebanyak 621 kg. Berat penumbuk *Rapid Impact Compaction* yang digunakan adalah 70 kg dengan tinggi jatuh 15 cm dan diameter alas 30 cm serta jumlah tumbukan sebanyak 90 kali. Setelah proses pemadatan selesai maka dilakukan pengujian tingkat kepadatan menggunakan Sandcone test untuk mendapatkan berat isi kering tanah (γ_d) dan juga dilakukan pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Test untuk mendapatkan nilai CBR lapangan.

Untuk kriteria kinerja hasil pemadatan tersebut diukur dengan nilai *Relatif Compaction* (R_c) yaitu membandingkan hasil pencapaian kepadatan kering hasil pemadatan RIC terhadap kepadatan kering hasil pemadatan *standard proctor*, sesuai Persamaan (5) yang dinyatakan dalam prosentase. Nilai ini menyatakan pencapaian kepadatan tanah hasil pemadatan RIC terhadap kepadatan tanah hasil pemadatan *standard proctor*. Dari hasil pengujian pemadatan RIC pada uji model dengan sandcone

test maka diperoleh berat isi kering (γ_d) = $1,174 \text{ gr/cm}^3$. Sehingga nilai *Relatif Compaction* (R_c) dapat diperoleh sebesar 95.46%.

$$R_c = \frac{\gamma_d \text{ RIC Model}}{\gamma_d \text{ Standar Proctor}} \quad (5)$$

Dengan demikian dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa pemadatan RIC dapat menghasilkan kinerja pemadatan yang baik, sehingga pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) dapat diterapkan di lapangan.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Adanya hubungan antara besarnya energi pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) dan kadar air terhadap besarnya berat isi kering tanah. Semakin besar energi pemadatan maka berat isi kering tanah juga akan meningkat, yang dibarengi dengan kadar optimum kecenderungannya semakin berkurang.
- Besarnya energi pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) mempengaruhi karakteristik pemadatan tanah yaitu berat isi kering. Semakin besar energi pemadatan RIC kecenderungannya akan menghasilkan berat isi kering tanah yang lebih besar.
- Besarnya energi pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) berdasarkan kumulatif jumlah tumbukan berpengaruh terhadap penurunan tanah. Penurunan tanah awalnya cukup besar tetapi lama kelamaan berkurang dan sampai tidak terjadi penurunan lagi. Penurunan tidak terjadi pada jumlah kumulatif pukulan mencapai 90 kali. Artinya pemadatan RIC dapat dihentikan jika kumulatif jumlah tumbukan sudah mencapai 90 kali.
- Untuk mengevaluasi kinerja pemadatan *Rapid Impact Compaction* (RIC) di lapangan maka dapat digunakan Analisa *Relatif Compaction* yaitu perbandingan antara berat isi kering hasil pemadatan RIC terhadap berat isi kering hasil *standard proctor*. Dari hasil pengujian didapat nilai R_c sebesar 95% ini berarti pemadatan RIC dapat digunakan di lapangan.



Referensi

- [1] P. J. Becker (2011) "Assessment of *rapid impact compaction for transportation infrastructure applications*" Graduate Theses and Dissertations. Paper 10261, Iowa State University.
- [2] M. M. Mohammed, H. Roslan, and S. Firas (2013), "Assessment of *rapid impact* compaction in ground improvement from in-situ testing," *Journal of Central South University*, vol. 20, pp. 786–790.
- [3] B. M. Das, (2010). *Principles of Geotechnical Engineering*, 7 th. Cengage Learning 200 First Stamford Place, Suite 400 Stamford, CT 06902 USA.
- [4] C. Rajasekhar, A. Naga Sai baba, and M. Kameswara Rao, (2016) "To Develop a Correlation Between CBR and Dynamic Cone Penetration Value," *Int. J. Technol. Res. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–16.
- [5] B. Arifin, L. Samang, T. Harianto, and A. B. Muhiddin, (2017) "Pengembangan Alat Uji *Pneumatic Rapid Impact Compaction*," *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 11, Universitas Tarumanagara, Jakarta*, pp. 75–80.
- [6] F. Falkner, C. Adam, I. Paulmichl, D. Adam, and J. Fürpass, (2010) "*Rapid Impact Compaction for Middle-Deep Improvement of the Ground – Numerical and Experimental Investigations*," *From Res. to Des. Eur. Pract.*, no. June, pp. 2–11.
- [7] D. Adam and I. Paulmichl, (2007) "*Rapid Impact Compactor - An Innovative Dynamic Compaction Device for Soil Improvement*," in *Improvement of Soil Properties*, pp. 183–193.

