

# Penentuan Jenis Kondisi Luminansi Langit dengan Rasio Awan dan Data Lama Penyinaran Matahari di Makassar

Husni Kuruseng<sup>1</sup>, Muhammad Ramli Rahim<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar, 90245

Email address: <sup>2</sup>yb8bri@yahoo.com

## Abstract

This study was evaluated the results of the measurement data from the global light (global illuminance) and diffuse light/reflection (diffuse illuminance), and the sunshine duration in Makassar which become essential components used in various calculations and daylight applications in buildings. Total days of measurement as much as 143 days with the amount of data recorded on as many as 6971 global luminance data (Evg). Daily data processing done for each month of measurement that indicates the data recorded every 15 minutes. Furthermore, every day is equipped with a measurement of each image fluctuations of daily data for a global luminance (Evg) and diffuse (Evg). The results obtained by the number of quality control of data quality control results for the Evg data 6970 or 99.99% of the total data recorded as many as 6971 data. The results of quality control data for 6971 Evg data or 100% of the total data recorded as many as 6971 data. The results of quality control comparison of global luminance data (Evg) and diffuse (Evd) shows the result of 93.44% of the data that pass quality control or as many as 6,499 data from the 6,971 recorded data. Quality control results do show that the results of measurements of global and diffuse luminance held in Makassar in 2010 and is a qualified data that is valid for further analysis under guidelines of the CIE-IDMP. The collected sunshine duration data which include monthly data for the years 1995-2010. From the 16 years of data collected, the average sunshine duration in Makassar was 68% with the highest monthly average by 88% in August and the lowest by 44% in December. The results of the analysis of sky condition by cloud ratio and sunshine duration data methods are relative similar.

**Keywords:** Sky condition, Sky luminance distribution, Cloud ratio, Sunshine duration

## I. Pendahuluan

Sistem pencahayaan adalah salah satu elemen dalam perancangan arsitektur yang berperan dalam penyajian kenyamanan visual (*visual comfort*) di dalam bangunan. Dalam ilmu arsitektur, sistem pencahayaan tersebut dibagi atas sistem pencahayaan alami (*natural lighting system*) dan sistem pencahayaan buatan (*artificial lighting system*). Pencahayaan buatan, memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari pembangkit-pembangkit energi listrik. Sedangkan pencahayaan alami, memanfaatkan ketersediaan cahaya matahari sebagai sumber cahaya. Selain berperan dalam penyajian kenyamanan visual di dalam bangunan, sistem pencahayaan alami juga berperan dalam menghemat konsumsi energi listrik di dalam bangunan, khususnya pada siang hari. Bila dikaitkan dengan kondisi geografis Indonesia yang berada pada jalur lintasan

matahari (khatulistiwa), dengan limpahan cahaya matahari yang tersedia sepanjang tahun, maka pemanfaatan sistem pencahayaan alami di dalam bangunan menjadi suatu keuntungan besar dalam penghematan energi. Limpahan cahaya yang tersedia sepanjang tahun ini seharusnya dimanfaatkan oleh para arsitek sehingga tercipta bangunan yang hemat energi.

Dalam proses perencanaan dan perancangan bangunan disyaratkan memperhatikan kondisi iklim setempat yang terdiri dari faktor-faktor yang akan berpengaruh terhadap: i) kenyamanan bangunan, ii) keselamatan bangunan, dan iii) ketahanan bangunan. Selanjutnya dalam penggunaannya, bangunan harus mampu memberikan kenyamanan (baik psikis maupun fisik) kepada penghuninya dan bahwa bangunan perlu hemat terhadap pemakaian energi. Salah satu kenyamanan adalah kenyamanan penglihatan



(visual comfort) dalam ruangan yang dipengaruhi oleh komponen: luminansi langit, cahaya langsung dan cahaya pantul/difus.

Indonesia yang terletak pada garis katulistiwa dengan iklim tropis menerima energi dan cahaya siang hari yang sangat cukup, gratis dan tersedia sepanjang tahun. Namun kenyataannya, banyak hasil rancangan arsitektur (bangunan) yang masih tergantung pada penggunaan listrik pada siang hari khususnya untuk pencahayaan ruangan. Bangunan yang gagal menghemat dalam pemakaian energi, akan menjadi mahal secara operasional.

Perbedaan tempat dan perubahan kondisi langit yang terjadi sepanjang tahun memberikan kesulitan untuk menetapkan acuan dalam berbagai perhitungan dasar penggunaan pencahayaan alami. Kesulitan tersebut menyebabkan banyak arsitek dan ahli bangunan di Indonesia mengambil jalan pintas dengan membuat asumsi sendiri atau menggunakan hasil penelitian yang berdasarkan data dan acuan ataupun perangkat lunak komputer dari negara lain yang letak geografis dan kondisinya berbeda dengan Indonesia. Analisis dengan asumsi yang berbeda-beda atau pemakaian acuan dari negara lain, tentunya akan memberikan hasil yang tidak optimal dan memperkecil upaya pengembangan acuan baru yang lebih sesuai dengan kondisi Indonesia.

Berdasarkan latar belakang dan urgensi penelitian, permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana jenis kondisi luminansi langit (cerah, berawan, dan mendung) berdasarkan pemisahan data melalui analisis rasio awan (cloud ratio)?, dan bagaimana jenis kondisi luminansi langit (cerah, berawan, dan mendung) berdasarkan pemisahan data melalui analisis lama penyinaran matahari (sunshine duration)?.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1 Luminansi Langit

Luminansi langit dalam aplikasinya pada berbagai perhitungan pencahayaan alami dibagi dalam tiga jenis kondisi langit, yakni: Langit Mendung (*Overcast Sky*), Langit Cerah (*Clear Sky*) dan Langit Berawan (*Intermediate Sky*). Penentuan jenis kondisi langit dapat dilakukan

dengan metode perhitungan nilai luminansi langit, perbandingan/rasio awan dan lama penyinaran matahari. Metode yang digunakan sangat tergantung pada ketersediaan jenis data.

Pada kondisi terdapat nilai/hasil pengukuran nilai luminansi langit, kondisi langit dapat diklasifikasikan dengan rumus yang tersedia. Nilai relatif luminansi langit dari masing-masing kondisi langit dapat dihitung dan dijelaskan dalam berbagai pustaka.

P. Moon dan D.E. Spencer [1] mengajukan konsep tentang distribusi luminansi langit untuk kondisi langit mendung sebagai dasar untuk perancangan pencahayaan alami. Luminansi langit ( $L_0$ ) pada suatu sudut tertentu dengan elevasi di atas horizon ( $\theta$ ) [1]. CIE (Komisi Luminansi International) mengadopsi formula dari Moon-Spencer (dengan  $k = 2$ , tanpa  $k = 1$ ) sebagai standar langit mendung pada tahun 1955 [2].

Nilai relatif distribusi luminansi langit untuk kondisi langit mendung adalah nilai relatif luminansi dari suatu elemen langit ( $L_{roc}$ ) yang dihitung sebagai rasio terhadap luminansi zenit dari ketinggian dari elemen langit ( $\gamma$ ). CIE telah menyetujui kesepakatan awal internasional tentang nilai rata-rata distribusi luminansi langit cerah sebagaimana formula yang diajukan oleh Kittler (1965). Selanjutnya CIE mengadopsi formula dari Kittler dan menetapkan sebagai Standar Langit Cerah (CIE Standard Clear Sky) pada tahun 1973 [3] sebagaimana dalam Publikasi CIE No. 22 tahun 1973 tentang nilai relatif distribusi luminansi langit untuk kondisi langit cerah. Nilai tersebut adalah nilai luminansi relatif pada suatu elemen langit ( $L_{rc1}$ ) yang dihitung sebagai rasio terhadap luminansi zenit dari ketinggian matahari ( $\gamma_s$ ), ketinggian elemen langit ( $\gamma$ ) dan jarak antara matahari dan elemen langit ( $\zeta$ ).

Nilai relatif distribusi luminansi langit berawan diajukan oleh Nakamura dkk. [4, 5] dari suatu pengukuran data yang kontinyu dan disimpulkan bahwa di beberapa area sekitar tropis banyak ditemukan kondisi langit antara langit mendung dan langit cerah dengan nilai yang berbeda [4, 5]. Nilai tersebut adalah nilai luminansi relatif pada suatu elemen langit ( $L_{rin}$ ) yang dihitung sebagai rasio terhadap luminansi



zenit dari ketinggian matahari ( $\gamma_s$ ), ketinggian elemen langit ( $\gamma$ ) dan jarak antara matahari dan elemen langit ( $\zeta$ ).

## II.2 Rasio Awan

Rasio awan ( $C_v$ ,  $C_e$ ) adalah perbandingan antara nilai luminansi global ( $E_{vg}$ ) dan nilai luminansi difus ( $E_{vd}$ ) atau perbandingan antara nilai radiasi global ( $E_{eg}$ ) dan nilai radiasi difus ( $E_{ed}$ ) [6]. Dengan nilai rasio awan, frekuensi terjadinya masing-masing kondisi langit (cerah, berawan dan mendung) dapat ditetapkan.

## II.3 Lama Penyinaran Matahari

Dalam Kamus Pencahayaan Internasional, nilai relatif dari lama penyinaran matahari (*relative sunshine duration*) dijelaskan sebagai rasio dari lama penyinaran matahari yang terjadi terhadap kemungkinan maksimum lama penyinaran matahari dalam waktu/periode tertentudan umumnya nilai tersebut dinyatakan dalam % dengan simbol ( $\sigma$ ).

Metode estimasi kemungkinan terjadinya tiga jenis kondisi langit dikemukakan oleh Nakamura dkk. [4, 5] berdasarkan observasi data meteorologi pada 8 stasiun di Jepang sepanjang tahun 1979-1982 [8]. Setelah melalui berbagai pengujian dari berbagai perhitungan matematika disimpulkan bahwa kemungkinan terjadinya langit cerah 0% bila lama penyinaran surya 0% dan langit mendung 0% bila lama penyinaran matahari sebesar 100%.

Peluang terjadinya ketiga jenis kondisi langit (cerah, berawan dan mendung) pada suatu tempat akan berkaitan dengan kondisi cuaca tahunan. Dalam hal ini, nilai rata-rata lama penyinaran matahari diadopsi sebagai suatu indeks cuaca tahunan. Selanjutnya dengan memasukkan pertimbangan tentang ketinggian matahari, probabilitas tahunan terjadinya ketiga jenis kondisi langit ( $P_{cl}$ ,  $P_{in}$ ,  $P_{oc}$ ) untuk masing-masing ketinggian matahari dapat diestimasi berdasarkan nilai rata-rata tahunan dari lama penyinaran matahari ( $\sigma_y$ ) sebagai fungsi dari ketinggian matahari ( $\gamma_s$ ). Sebagai penyederhanaan, pengaruh dari karakteristik

cuaca dalam hal ini diabaikan dan hanya mempertimbangkan komponen kesesuaian pada variasi harian dari nilai relatif lama penyinaran matahari.

## III. Metode Penelitian

Jenis penelitian adalah eksperimental dengan menggunakan hasil pengukuran data. Pengukuran dilakukan sepanjang hari dengan pengambilan data setiap 15 menit. Data diukur dengan Sunshine sensor tipe BF3 yang diletakkan pada tiang di atas atap plat beton Jurusan Arsitektur dengan ketinggian 15 meter di atas permukaan tanah. Kedudukan tiang/menara beserta sensor diatur sedemikian rupa sehingga tetap dapat menerima sinar matahari sepanjang hari.

Data hasil pengukuran diteruskan ke Data logger GPI yang ditempatkan di Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan. Data dalam data logger akan ditransfer ke penyimpanan data di komputer setiap minggu.

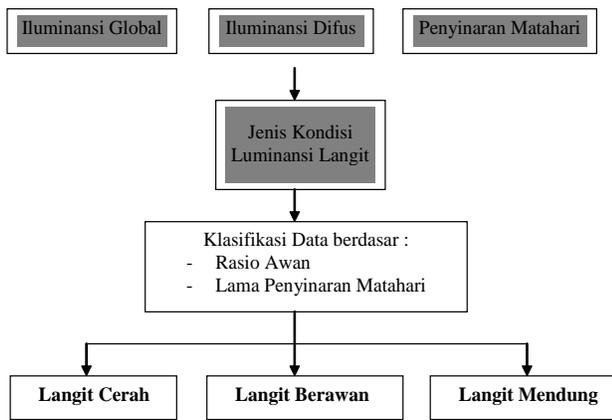
Pengawasan terhadap kinerja peralatan dilakukan tiga kali dalam sehari guna menjaga kualitas pengukuran. Kondisi pelaksanaan pengukuran termasuk pengamatan kondisi cuaca dicatat dalam buku harian pengukuran (log book) dan akan menjadi bahan pendukung dalam pelaksanaan pengolahan dan analisis data.

Untuk keperluan pengolahan dan analisis, dilakukan evaluasi awal dimana semua data yang terekam dicetak dalam bentuk tabel harian untuk setiap komponen data pengukuran. Dari tabel tersebut didapatkan durasi pengukuran yang rinci untuk setiap menit, jam dan harian [9].

Dalam upaya memperoleh hasil pengukuran yang akurat sebelum data dievaluasi dan diolah, diperlukan pemeriksaan data melalui suatu tahapan meliputi: evaluasi awal (quantity control) dan proses kendali mutu (quality control) sesuai dengan pedoman dari IDMP-CIE [10].

Pengolahan data dilakukan sesuai metode pengolahan data dari IDMP dalam format Rata-rata bulanan, standar deviasi, jumlah data, maksimum dan minimum, dalam interval setiap 30 menit (pagi dan sore). Gambar 1 memperlihatkan bagan kerangka pikir penelitian.





Gambar 1. Bagan kerangka pikir penelitian

#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### IV.1 Sumber dan Pengolahan Data

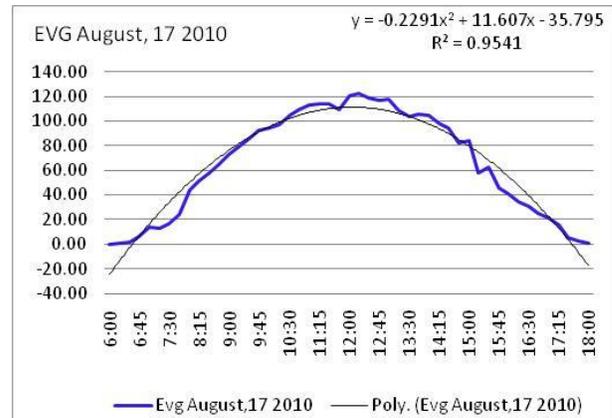
Data pengukuran luminansi global dan luminansi difus telah dilaksanakan pada laboratorium Sains dan Teknologi Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar dari 24 Mei sampai dengan 13 Oktober 2010. Jumlah hari pengukuran sebanyak 143 hari dengan data terekam sebanyak 6.971 data. Perekaman data dilakukan dalam interval 15 menit dengan susunan data: tanggal, jam, luminansi global, luminansi difus, dan lama penyinaran matahari.

Pengolahan data dimulai dengan tabulasi data harian dalam interval 15 menit setiap hari dilengkapi dengan grafik fluktuasi data harian. Pengolahan data dilakukan masing-masing untuk luminansi global (Evg) dan luminansi difus (Evd) setiap hari. Tabulasi data dan pembuatan grafik fluktuasi data harian dimaksudkan untuk kemudahan dalam analisis dan persiapan perbandingan dan pertukaran data secara nasional dan internasional.

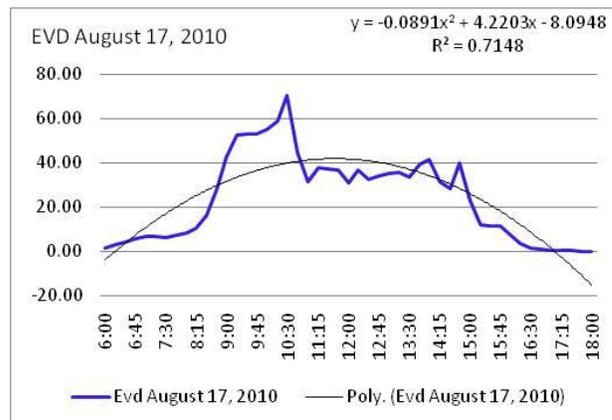
Total hari pengukuran sebanyak 143 hari dengan jumlah data terekam sebanyak 6.971 data. Pengolahan data harian dilakukan untuk setiap bulan pengukuran yang menunjukkan data terekam setiap 15 menit. Total hari pengukuran sebanyak 143 hari dengan jumlah data terekam sebanyak 6.971 data. Pengolahan data harian dilakukan untuk setiap bulan pengukuran yang menunjukkan data terekam setiap 15 menit.

Selanjutnya setiap hari pengukuran dilengkapi dengan masing-masing gambar fluktuasi data

harian untuk luminansi global (Evg) dan difus (Evd). Gambar 1 dan 2 memperlihatkan contoh fluktuasi data harian untuk luminansi global (Evg) dan luminansi difus (Evd) pada tanggal 17 Agustus 2010.



Gambar 2. Fluktuasi Evg 17 Agustus 2010



Gambar 3. Fluktuasi Evg 17 Agustus 2010

##### IV.2 Kendali Mutu

Proses kendali mutu dilakukan sesuai pedoman CIE masing-masing untuk luminansi global (Evg) dan luminansi difus (Evd) Tahap I dan Tahap II. Rekapitulasi hasil kendali mutu data harian luminansi global diperlihatkan dalam tabel 1 dan 2.

Dari hasil kendali mutu yang dilakukan melalui tahap I dan II dapat disimpulkan bahwa data hasil pengukuran yang telah dilakukan merupakan data yang sah dan dapat menjadi dasar dalam berbagai analisis lanjutan dalam berbagai penelitian lanjutan.



**Tabel 1.** Jumlah hari pengukuran, data terekam dan hasil kendali mutu Evg 2010

Bulan	Jumlah Hari Ukur	Jumlah Data Terekam	Data Hasil Kendali mutu	Persentase (%)
Mei	8	368	368	100.00
Juni	30	1,470	1,470	100.00
Juli	31	1,519	1,519	100.00
Agustus	31	1,519	1,519	100.00
September	30	1,470	1,469	99.93
Oktober	13	625	625	100.00
Total/ Rata-rata	143	6.971	6.970	99.99

Sumber: Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan Jur. Arsitektur FTUH

**Tabel 2.** Jumlah hari pengukuran, data terekam dan hasil kendali mutu Evd 2010

Bulan	Jumlah Hari Ukur	Jumlah Data Terekam	Data Hasil Kendali mutu	Persentase (%)
Mei	8	368	368	100.00
Juni	30	1,470	1,470	100.00
Juli	31	1,519	1,519	100.00
Agustus	31	1,519	1,519	100.00
September	30	1,470	1,470	100.00
Oktober	13	625	625	100.00
Total/ Rata-rata	143	6.971	6.971	100.00

**Tabel 3.** Data lama penyinaran matahari di Makassar 1995-2010 (%)

Bulan	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Rata2	Max	Min
Januari	47	46	40	68	49	39	46	45	46	34	46	42	45	68	30	24	45	68	24
Februari	45	45	34	64	49	46	45	51	65	74	64	37	51	64	37	54	52	74	34
Maret	51	77	74	71	49	65	77	65	64	74	64	55	65	71	69	66	66	77	49
April	65	59	74	65	53	64	59	66	67	91	69	63	66	65	67	62	66	91	53
Mei	66	76	91	75	65	67	76	79	50	90	77	63	79	75	82	58	73	91	50
Juni	79	76	90	63	63	50	76	79	82	85	89	61	79	63	86	55	74	90	50
Juli	79	80	85	64	74	82	80	83	82	100	85	73	83	64	73	67	78	100	64
Agustus	83	82	100	80	89	82	80	82	91	89	90	98	91	80	98	67	86	100	67
September	91	87	100	82	93	91	82	87	82	93	99	97	80	82	92	70	88	100	70
Oktober	89	78	93	73	67	65	73	78	73	67	80	98	82	65	83	69	77	98	65
Nopember	64	67	88	45	51	68	45	67	45	51	66	88	73	68	67	73	64	88	45
Desember	41	26	58	41	36	54	41	37	46	42	43	65	45	49	56	30	44	65	26
Rata-rata	67	67	77	66	62	64	65	68	66	74	73	70	70	68	70	58	68	77	58
Maksimum	91	87	100	82	93	91	82	87	91	100	99	98	91	82	98	73	90	100	73
Minimum	41	26	34	41	36	39	41	37	45	34	43	37	45	49	30	24	38	49	24

Sumber: Hasil Analisa dari berbagai sumber, 2012

Data lama penyinaran matahari yang dapat dikumpulkan meliputi data bulanan untuk tahun 1995-2010 seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. Dari koleksi data selama 16 tahun, lama penyinaran matahari di Makassar rata-rata adalah 68%

### IV.3 Penentuan Kondisi Langit dengan Data Lama Penyinaran Matahari

Pengumpulan data lama penyinaran matahari dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jakarta, Perpustakaan BPPT Jakarta dan Perpustakaan LIPI Jakarta [11].

Dalam pengukuran lama penyinaran matahari diperlukan instrumen pendukung untuk merekam data yakni: Campbell Stokes. Data dicatat dengan jalan memusatkan sinar matahari melalui bola gelas hingga fokus sinar matahari tersebut tepat mengenai pias dan meninggalkan pada jejak pias. Jika matahari bersinar sepanjang hari dan mengenai alat ini, maka akan diperoleh jejak pias terbakar yang tak terputus. Tetapi jika matahari bersinar terputus-putus, maka jejak dipiaspun akan terputus-putus. Dengan menjumlahkan waktu dari bagian-bagian terbakar yang terputus-putus akan diperoleh data lama penyinaran matahari.

dengan rata-rata bulanan tertinggi sebesar 88% pada bulan Agustus dan terendah sebesar 44% pada bulan Desember. Dari hasil analisis kondisi langit dengan data lama penyinaran matahari



diperoleh rekapitulasi: langit cerah 7.81 %, langit berawan 74.82 %, dan langit mendung 17.370 %.

#### IV.4 Penentuan Kondisi Langit dengan Data Lama Penyinaran Matahari

Metode rasio awan dilakukan untuk menganalisis kondisi langit yang membandingkan antara nilai fluktuasi harian dari luminansi global (Evg) dan nilai luminansi difus (Evd). Nilai perbandingan pada kondisi langit cerah memberikan pola yang teratur dengan nilai  $\geq 1$  pada pagi hari, mendekati nilai 0 pada siang hari dan kembali pada nilai  $\geq 1$  pada sore hari. Pada kondisi langit berawan nilai perbandingan memperlihatkan pola yang tidak teratur dan nilai berfluktuasi antara nilai  $>0 - \geq 1$ . Sedangkan pada

kondisi langit mendung nilai perbandingan menunjukkan pola yang lebih teratur dengan nilai berfluktuasi pada nilai  $>0.5$  hingga  $\geq 1$  atau lebih [12].

Dari hasil analisis kondisi langit dengan metode rasio awan diperoleh rekapitulasi selama 143 hari pengukuran adalah: langit cerah 12 hari (8.17%), langit berawan 107 hari (75.23%), dan langit mendung 24 hari (16.60%).

#### IV.3 Penentuan Kondisi Langit dengan Data Lama Penyinaran Matahari

Tabel 4 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan jenis kondisi langit dengan metode rasio awan dan data lama penyinaran matahari.

**Tabel 4.** Data lama penyinaran matahari di Makassar 1995-2010 (%)

Bulan	$\sigma_m$	Peluang jenis kondisi langit			Jumlah Hari	Jenis kondisi langit		
		Cerah	Berawan	Cerah		Cerah	Berawan	Mendung
Mei	50	4.87	71.01	24.12	8	0.39	5.68	1.93
Juni	50	4.87	71.01	24.12	30	1.46	21.30	7.24
Juli	64	8.35	76.33	15.32	31	2.59	23.66	4.75
Agustus	67	9.42	76.88	13.70	31	2.92	23.83	4.25
September	70	10.67	77.17	12.16	30	3.20	23.15	3.65
Oktober	65	8.68	76.54	14.78	13	1.13	9.95	1.92
Total/ Rata-rata	61	7.81	74.82	17.37	143	8.17	75.23	16.60

Sumber: Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan Jur. Arsitektur FTUH

Perbandingan hasil analisa dan perhitungan dari kedua metode menunjukkan perbedaan yang sangat kecil. Perbedaan pada kondisi langit cerah sebesar 0,36%, langit berawan sebesar 0.41%, dan langit mendung sebesar 0.77%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua metode sangat baik untuk analisis penentuan jenis kondisi luminansi langit dalam hal tersedia hasil pengukuran data luminansi global dan difus. Hasil lain dari pengolahan data hasil pengukuran menunjukkan bahwa data tersebut sangat valid dan dapat digunakan pada penelitian lainnya yang terkait.

## V. Kesimpulan

### V.1 Kesimpulan

Dari koleksi data selama 16 tahun, lama penyinaran matahari di Makassar rata-rata adalah 68% dengan rata-rata bulanan tertinggi sebesar

88% pada bulan Agustus dan terendah sebesar 44% pada bulan Desember. Dari hasil analisis kondisi langit dengan data lama penyinaran matahari diperoleh rekapitulasi: langit cerah 7.81 %, langit berawan 74.82 %, dan langit mendung 17.370 %.

Hasil analisis kondisi langit dengan metode rasio awan diperoleh rekapitulasi selama 143 hari pengukuran adalah: langit cerah 12 hari (8.17%), langit berawan 107 hari (75.23%), dan langit mendung 24 hari (16.60%).

Perbedaan hasil dari kedua metode menunjukkan hasil yang relatif sama atau selisih yang sangat kecil, pada kondisi langit cerah sebesar 0,36%, langit berawan sebesar 0.41%, dan langit mendung sebesar 0.77%.



## V.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan dengan rumusan masalah penelitian yang akan diungkapkan adalah sebagai berikut:

- Perhitungan nilai luminous efficacy yang memperbandingkan data luminansi dan radiasi matahari pada tahun 2010 dengan tahun 1995-2000.
- Bagaimana hasil monitoring perubahan iklim melalui perbandingan data pengukuran luminansi global (Evg) dan difus (Evd) tahun 2010 dengan tahun 1995-2000.

## Kepustakaan

- [1] P. Moon, D.E. Spencer, "Illumination from a nonuniform sky", *Illum. Eng.*, Vol. 37, 1942, pp. 707-726, 1942.
- [2] CIE Secretariat Committee 3.2, *Proceedings of 13th Session CIE Zurich*, Vol. II, part 3-2, 1955.
- [3] CIE, *Standardization of Luminance Distribution on Clear Skies*, Publ. CIE No. 22 (TC-4.2), 1973.
- [4] H. Nakamura, M. Oki, Y. Hayashi, *Luminance distribution of intermediate sky*, *J. of Light & Vis. Env.*, Vol. 9, No.1, pp. 6-13, 1985.
- [5] H. Nakamura, et al., "Mathematical description of the intermediate sky", *Proc. of CIE 21st Session*, Vol. I, Pub. CIE No. 71, pp. 230-231, 1987.
- [6] T. Matsuzawa, et al., "An investigation on cloud ratio", *Proceeding of Lux Europa 1993*, Edinburgh, pp. 622-629, April 1993.
- [7] K. Matsuura, "Luminance distribution of various reference skies", *CIE Div. 3 TC 3.09 Technical Report*, Complete Draft, 1988.
- [8] M. R. Rahim, dkk., *Aplikasi Distribusi Luminansi Langit dan Tingkat Ketersediaan Luminansi Horizontal dalam Perancangan Pencahayaan Bangunan di Indonesia*, RUT X – Kementerian Riset dan Teknologi dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2003-2005), 2005.
- [9] Baharuddin et al., "Daylight Availability in Hong Kong: Classification into Three Sky Conditions", *Journal Architectural Science Review, ASRE*, Volume 53, pp. 396-407, 2010. (ISSN: 0003-8628 (print), 1758-9622, (online) [www.earthscan.co.uk/journals/asre](http://www.earthscan.co.uk/journals/asre)).
- [10] M. R. Rahim, "International Daylight Measurement Programme", *Makalah pada Workshop Nasional KPDA*, UPT Hujan Buatan-BPPT Jakarta, Maret 1995.
- [11] Badan Meteorologi dan Geofisika, *Climate Information di Beberapa Kota Indonesia*. Juni 2011. (online) <<http://www.meteo.bmg.go.id/klimatologi/infoklimat.htm>>, diakses 8 Mei 2012.
- [12] M. R. Rahim, Baharuddin, R. Mulyadi, "Classification of Daylight and Radiation Data into Three Sky Conditions by Cloud Ratio and Sunshine Duration", *Journal Energy and Buildings, Elsevier*, Volume 36, pp. 660-666, 2004.

