

MENGENAL LAMA PENYINARAN MATAHARI SEBAGAI SALAH SATU PARAMETER KLIMATOLOGI

Saipul Hamdi

Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, Lapan

e-mail: saipulh@yahoo.com

RINGKASAN

Lama penyinaran matahari merupakan salah satu dari beberapa unsur klimatologi, dan didefinisikan sebagai kekuatan matahari yang melebihi 120 W/m^2 . Tulisan ini disusun sebagai upaya memperkenalkan besaran lama penyinaran matahari kepada masyarakat umum. Dari beberapa jenis alat ukur yang ada maka *Campbell Stokes Recorder* merupakan alat pengukur lama penyinaran matahari yang secara resmi digunakan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Alat ini terdiri dari sebuah bola kaca berdiameter 10 cm yang berfungsi sebagai lensa cembung, dan kertas pias yang diletakkan di bagian fokus bola kaca. Kekuatan insolasi yang melebihi 120 W/m^2 akan meninggalkan jejak terbakar pada kertas pias yang panjang jejaknya berkaitan dengan lama penyinaran matahari. Pengukuran yang dilakukan oleh Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer di Bandung pada bulan Nopember dan Desember tahun 2013 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan pola penyinaran matahari pada kedua bulan tersebut dan dapat dikaitkan dengan berlimpahnya jumlah uap air di udara. Bulan Desember yang ditandai dengan banyaknya curah hujan memiliki lama penyinaran dominan 0-2 jam/hari sebanyak 12 hari, dan sisanya merupakan lama penyinaran matahari 2-8 jam/hari, sedangkan bulan Nopember memiliki distribusi lama penyinaran matahari yang relatif lebih merata.

1 PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber kehidupan di bumi ini, memancarkan energinya dalam bentuk radiasi yang memiliki rentang panjang gelombang yang sangat lebar. Ilmuwan dunia kemudian bersepakat untuk mengelompokkannya menjadi beberapa pita gelombang, di antaranya adalah pita gelombang ultraviolet, infra merah, dan cahaya tampak. Cahaya tampak ($\lambda = 340 - 7600 \text{ nm}$) tersusun atas banyak pita warna yang berbeda-beda dari merah hingga ke ungu. Gradasi warna dari merah ke ungu dipengaruhi oleh perbedaan panjang gelombangnya. Radiasi matahari pada tiga pita gelombang tersebut dikenal sebagai radiasi global matahari, dan merupakan radiasi yang langsung datang ke permukaan bumi (*direct*) maupun radiasi yang berasal dari hamburan atmosfer (*diffuse*).

Radiasi matahari yang tiba di permukaan bumi per satuan luas dan waktu dikenal sebagai insolasi (berasal dari *insolation = incoming solar radiation*), atau kadang-kadang disebut sebagai *radiasi global*, yaitu radiasi langsung dari matahari dan radiasi yang tidak langsung (dari langit) yang disebabkan oleh hamburan dari partikel atmosfer (Tjasyono, 2004). Insolasi memainkan peranan penting dalam menjaga kelangsungan kehidupan di muka bumi ini dan sangat bergantung pada tempat dan waktu. Tempat merepresentasikan perbedaan lintang serta keadaan atmosfer terutama awan. Insolasi biasanya dinyatakan dalam satuan $\text{Watt/m}^2\text{-detik}$ yang mengandung makna intensitas atau kekuatan. Dalam bentuk yang lain, insolasi juga diukur dalam satuan jam/hari, yaitu lamanya matahari menyinari bumi dalam periode satu hari. Periode satu hari disebut juga

sebagai panjang hari, yaitu lamanya matahari berada pada horizon. Perubahan panjang hari tidak begitu besar pada daerah tropis yang dekat dengan ekuator. Semakin jauh letak tempat dari garis ekuator maka fluktuasi lama penyinaran akan semakin besar (Lakitan, 1994). Berdasarkan definisi yang dikeluarkan oleh WMO bahwa lama penyinaran matahari (LPM) didefinisikan sebagai kekuatan insolasi yang melebihi batas 120 W/m^2 (WMO, 2008).

Klimatologi didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mencari gambaran dan keterangan-keterangan dari sifat-sifat iklim dan hubungannya dengan aktivitas manusia, atau ilmu pengetahuan yang mempelajari macam-macam iklim di muka bumi serta faktor-faktor penentunya (Tjasyono, 2004). Unsur-unsur iklim antara lain suhu udara, kelembapan udara, curah hujan, tekanan udara, angin, dan lama penyinaran matahari. Unsur-unsur ini berbeda dari waktu ke waktu serta dari tempat ke tempat lain disebabkan oleh adanya unsur pengendali-pengendali iklim (Supriyanto, 2010). Tujuan penulisan makalah ini adalah sebagai upaya memperkenalkan besaran *lama penyinaran matahari* kepada masyarakat umum, dilengkapi dengan gambaran alat ukurnya, manfaat pengukuran, dan ditutup dengan contoh hasil kegiatan pengukuran lama penyinaran matahari yang dilakukan oleh Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN.

2 MENGENAL PERALATAN

Pengukuran LPM telah dilakukan sejak ratusan tahun yang lalu menggunakan alat ukur yang berbeda-beda. Beberapa macam alat ukur LPM yang dikenal adalah:

- Marvin recorder (1895)
- Foster recorder (1953)
- Jordan recorder (1885)
- Campbell Stokes recorder (1879)

Di antara keempat *recorder* tersebut maka *Campbell Stokes Recorder* dan *Jordan Recorder* merupakan alat ukur LPM yang paling banyak dipakai di Indonesia (Sutiknjo, 2005). Dan di antara kedua tipe tersebut maka tipe *Campbell Stokes Recorder* adalah yang digunakan secara resmi oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2006) dalam kegiatan pengukurannya sehari-hari. *Campbell Stokes Recorder* pada mulanya dimodifikasi dan dikembangkan oleh Sir G.G. Stokes pada tahun 1879 dengan cara mengubah metode penyisipan kartu khusus di bawah mangkuknya (Coulson, 1975) yang sekarang diganti dengan lempengan logam pipih, dan mulai dipasarkan pada tahun 1890.

Campbell Stokes Recorder memiliki 2 komponen utama, yaitu bola kaca berdiameter 10 cm yang berfungsi sebagai lensa cembung, dan kertas pias. Bola kaca akan mengumpulkan cahaya matahari pada titik fokusnya, dan pada titik fokusnya terdapat sebuah lempengan baja dengan ukuran lebar kira-kira 10 cm tempat meletakkan kertas pias. Jika sinar matahari yang terkumpulkan tersebut memiliki kekuatan lebih dari 120 W/m^2 maka akan membakar kertas pias sehingga meninggalkan jejak-jejak terbakar seperti ditunjukkan pada Gambar 2-1. Jejak-jejak terbakar berkaitan dengan lama waktu penyinaran matahari yaitu semakin panjang jejaknya maka semakin lama juga penyinaran insolasi. Jejak terbakar pada kertas pias dapat berupa lubang panjang/pendek, terputus-putus, atau bintik terbakar.

Kertas pias terdiri dari 3 bentuk, yaitu lengkung pendek, lurus, dan lengkung panjang (Gambar 2-2). Penggunaan ketiga bentuk kertas pias tersebut mengikuti letak lokasi pengukuran terhadap lintang dan waktu (musim) yaitu seperti ditunjukkan pada Tabel 2-1. Kota Bandung misalnya, terletak pada koordinat 7° Lintang Selatan sehingga menggunakan kertas

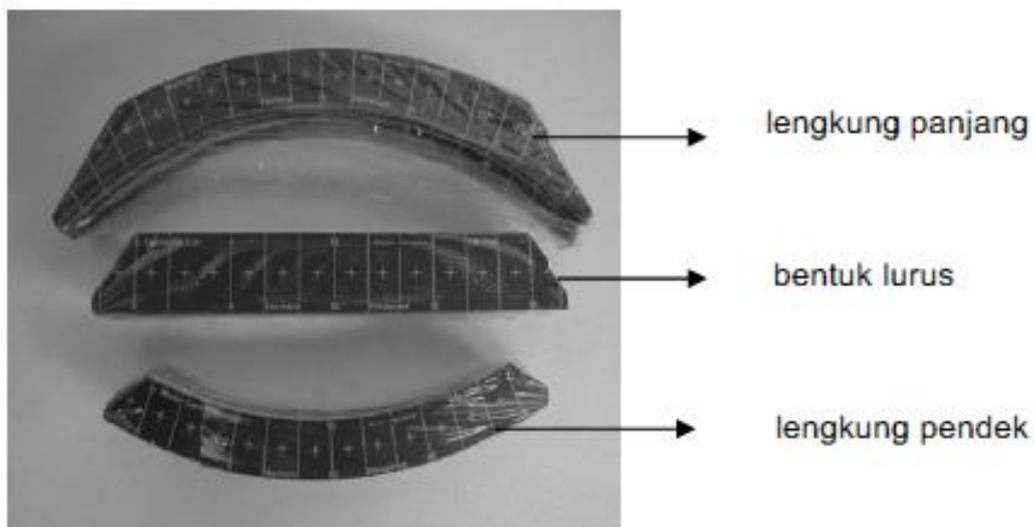
pias dengan metode pemasangan mengikuti belahan bumi selatan. Lengkung panjang digunakan pada tanggal 12 April hingga 2 September, dan lengkung pendek digunakan pada tanggal 15 Oktober hingga 28/29 Februari. Di luar periode tersebut maka digunakan kertas pias lurus. Jumlah satu set kertas pias adalah 366 buah bersesuaian dengan jumlah hari dalam satu tahun. Kertas pias diganti setiap satu hari sekali dan dilakukan pengukuran secara manual panjang jejak terbakar tiap-tiap lembaran kertas. Di dalam kertas pias telah ada ukuran skala yang berkaitan dengan lama penyinaran matahari. 1 skala setara dengan 1 jam lama penyinaran matahari.



Gambar 2-1: Campbell Stokes Recorder (atas) dan kertas pias (bawah). Diunduh dari: <http://www.bom.gov.au/climate/cdo/about/definitions/other.shtml> pada tanggal 7 Mei 2014.

Tabel 2-1: PENGGUNAAN KERTAS PIAS

Macam kertas pias	Belahan bumi utara	Belahan bumi selatan
Lengkung panjang	15 Oktober – 28/29 Februari	12 April – 2 September
Lurus	1 Maret – 11 April 3 September – 14 Oktober	1 Maret – 11 April 3 September – 14 Oktober
Lengkung pendek	12 April – 2 September	15 Oktober – 28/29 Februari



Gambar 2-2: Bentuk kertas pias

3 MANFAAT PENGUKURAN

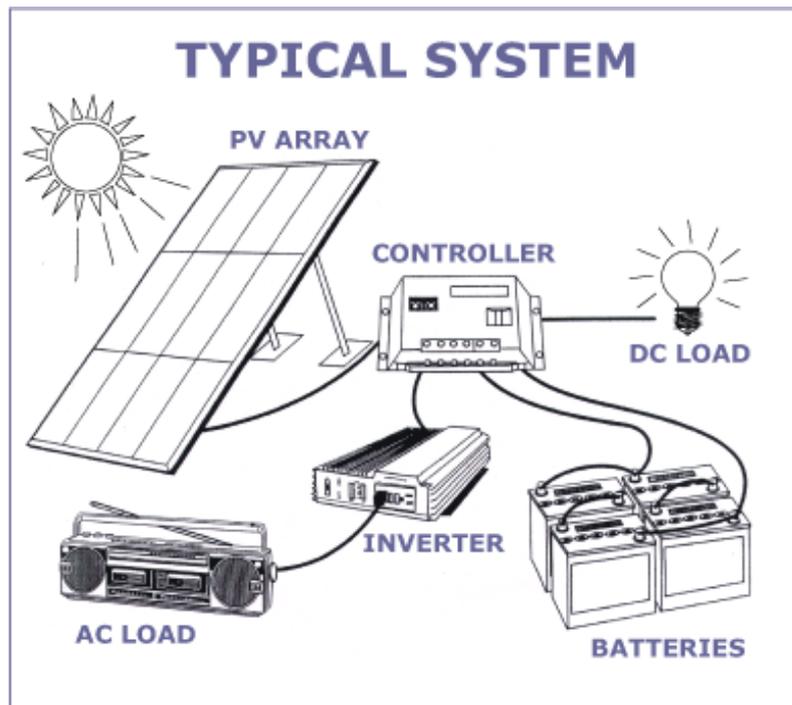
Lama Penyinaran Matahari (LPM) merupakan salah satu indikator yang penting di dalam klimatologi. Sinar matahari akan menggerakkan reaksi-reaksi fotokimia di atmosfer (misalnya reaksi pembentukan ozon), menghasilkan uap air yang sangat dibutuhkan untuk terjadinya hujan, menjaga agar suhu atmosfer tetap hangat, dan lain sebagainya. Penelitian yang dilakukan di Semarang pada tahun 2005-2007 menyimpulkan bahwa peningkatan persentasi lama penyinaran matahari dan penyusutan intensitas radiasi matahari disebabkan oleh efek rumah kaca yang diakibatkan oleh semakin banyaknya gas-gas polutan, serta semakin berkurangnya ruang hijau yang berganti dengan pemukiman dan industri (Yuliatmaja, 2009). Gas-gas polutan dan debu yang mengisi atmosfer dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kekeruhan atmosfer (turbiditas) yang akan menahan laju sinar matahari untuk mencapai permukaan bumi melalui proses penghamburan cahaya dan penyerapan. Berkurangnya lama penyinaran matahari harian, ataupun pengurangan jumlah penyinaran dalam satu tahun dapat mengindikasikan peningkatan jumlah polutan di udara.

Manfaat cahaya matahari adalah sebagai energi yang terbarukan untuk mengatasi krisis energi khususnya minyak bumi. Potensi energi matahari di Indonesia adalah sangat besar yaitu sekitar 4,8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. *Roadmap* yang disusun oleh pemerintah menyebutkan bahwa hingga tahun 2025 kapasitas pembangkit listrik tenaga matahari adalah sebesar 0,87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Untuk mewujudkan hal tersebut maka perlu dilakukan pengkajian terkait dengan lama penyinaran matahari di tempat-tempat yang dianggap strategis. Penelitian akan menghasilkan kesimpulan tentang

potensi energi matahari yang dikaitkan dengan lamanya matahari menyinari bumi dalam satuan jam/hari atau jam/tahun sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan listrik secara maksimal. Untuk memanfaatkan potensi energi matahari maka digunakan 2 macam teknologi, yaitu teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik. Energi surya termal pada umumnya digunakan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan hasil pertanian (perkebunan, perikanan, kehutanan, tanaman pangan) dan memanaskan air.

Energi surya fotovoltaik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin di daerah yang belum terjangkau oleh aliran listrik PLN. Foton sinar matahari akan diubah menjadi arus listrik oleh sel-sel fotovoltaik. Arus listrik kemudian diarahkan menuju *controller* dan dipergunakan untuk mengisi arus baterai sebagai tenaga cadangan ketika energi matahari kurang mencukupi. Selain itu *controller* juga berfungsi agar tegangan yang dihasilkan menjadi stabil pada tegangan kerja yang diharuskan. Energi yang dihasilkan dapat langsung dipergunakan untuk menyalakan peralatan listrik yang membutuhkan arus searah atau DC. Untuk mengoperasikan peralatan listrik yang membutuhkan arus bolak-balik (DC) maka digunakan *converter*. Alur pemanfaatan energi fotovoltaik ditunjukkan pada Gambar 3-1.

Lama penyinaran matahari akan berpengaruh terhadap aktivitas makhluk hidup, yaitu pada manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Penyinaran yang lebih lama akan memberi kesempatan yang lebih besar pada tumbuhan untuk memanfaatkannya melalui proses fotosintesis. Penelitian efek dari lama penyinaran matahari terhadap pertumbuhan rumput laut melalui metode akit apung menyebutkan bahwa lama penyinaran matahari berpengaruh terhadap pertumbuhannya (Triajie, et.al.



Gambar 3-1: Alur pemanfaatan energi fotovoltaik untuk kebutuhan sehari-hari (sumber <http://www.ozkanenerji.com/galeri/2525/fotovoltaiik.html> diunduh tanggal 7 Mei 2014)

2012). Dalam penelitiannya terhadap kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jakarta Utara tahun 1999-2003 dinyatakan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara hari hujan dengan insiden DBD (Sungono, 2004). Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan di Bogor yang menyimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara lama penyinaran matahari dengan insiden DBD (Silaban, 2005). Selanjutnya, Penelitian yang dilakukan oleh Depkes menyimpulkan bahwa intensitas atau lama pencahayaan matahari sangat berpengaruh dengan suhu dan kelembapan yang ada di sekitarnya (Sitorus, 2003).

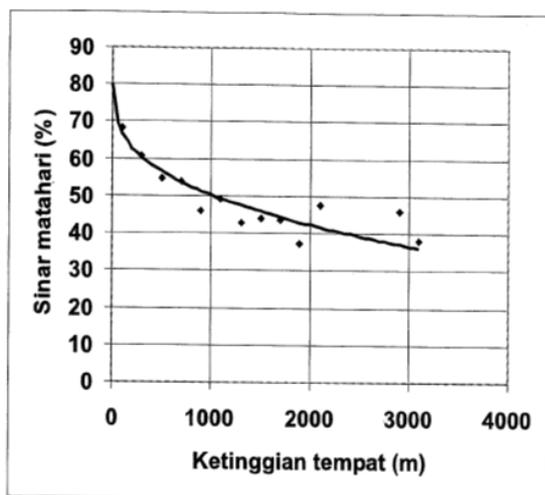
4 KEGIATAN DI LAPAN

Pengukuran Lama Penyinaran Matahari (LPM) dilakukan oleh Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer yang sebelumnya bernama Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, melalui Bidang Komposisi Atmosfer (d.h. Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara) pada beberapa stasiun pengamatan, yaitu di Bandung (sejak 2013), loka Pengamatan Atmosfer Sumedang (sejak 2006), Balai

Pengamatan Dirgantara Watukosek (sejak 2013), dan direncanakan untuk melakukan pengamatan di Balai Pengamatan Dirgantara Pontianak (2014), serta Universitas Sam Ratulangi Manado (2015). Pengamatan LPM yang dilakukan di LPA Sumedang menggunakan *Campbell Stokes Recorder*, sedangkan pengamatan LPM di Bandung dan Watukosek menggunakan peralatan tipe terbaru yang tidak menggunakan kertas pias, demikian juga dengan pengamatan yang akan dilakukan di BPD Pontianak dan Unsrat Manado.

Pengukuran LPM yang dilakukan oleh Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) lebih dititikberatkan pada hubungannya dengan iklim, cuaca, dan polusi udara. Lama penyinaran matahari seringkali dikaitkan dengan musim. Musim penghujan didominasi oleh pendeknya penyinaran matahari harian sedangkan musim kemarau ditandai dengan banyaknya jumlah hari cerah yang berarti lama penyinaran harian yang lebih panjang. Perubahan pola lama penyinaran matahari bisa berdampak terhadap pembentukan uap air dalam rangkaian proses pembentukan awan hujan.

Ketersediaan air (baik kualitas maupun kuantitas) menjadi hal yang sangat penting dalam pembangunan ekonomi dan sosial, termasuk produksi pangan, penyediaan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga, sektor industri dan juga untuk produksi listrik tenaga air. Pada stasiun-stasiun meteorologi yang dikelola oleh BMKG, lama penyinaran matahari hanya dicatat antara pukul 08:00 hingga 16:00 (Rob Van der Weert, 1994) sedangkan pencatatan yang dilakukan oleh Lapan di Bandung dan Watukosek adalah secara otomatis selama 24 jam. Secara rata-rata, persentase penyinaran matahari antara pukul 08:00 dan 16:00 adalah lebih tinggi dibandingkan dengan persentase penyinaran matahari harian. Dari pengolahan data lama penyinaran matahari tiap jam di stasiun Jakarta, Bogor dan Gunung Pangrango, terlihat bahwa rata-rata persentase penyinaran matahari harian akan lebih rendah bila dibandingkan dengan periode antara jam 08:00 dan 16:00. Ketidakteraturan penyebaran sinar matahari pada jam-jam siang hari berhubungan dengan formasi awan cumulus yang menunjukkan keragaman harian yang tegas. Di daratan, pembentukan awan maksimum ini secara normal terjadi setelah tengah hari, sedangkan di laut maksimum pembentukannya sebelum matahari terbit (Schmidt, 1950).

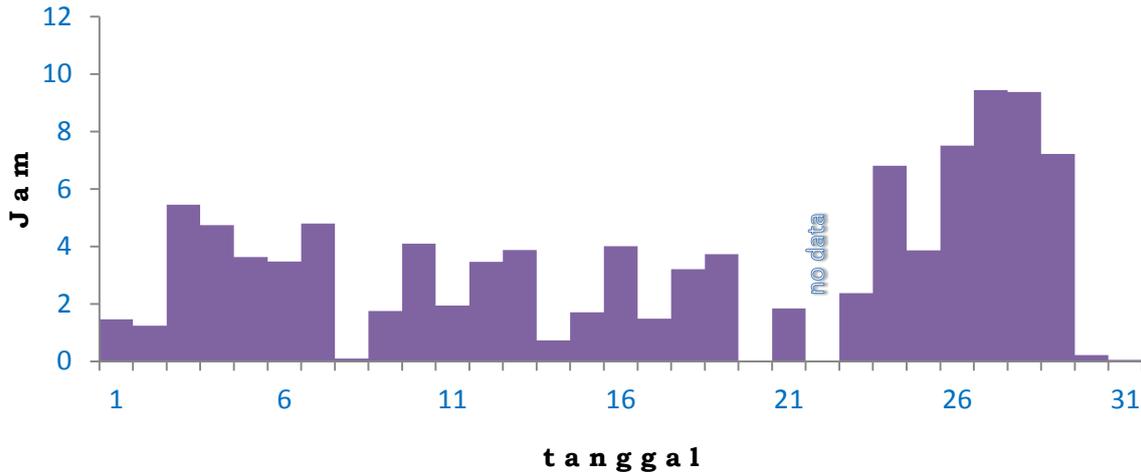


Gambar 4-1: Penyinaran matahari sebagai fungsi dari ketinggian tempat (Schmidt, 1950)

Schmidt (1950) mengelompokkan stasiun pemantauan sinar matahari di Pulau Jawa sesuai dengan kelas ketinggian tempat dan menghasilkan hubungan yang jelas antara persentase penyinaran matahari dengan ketinggian tempat (Gambar 4-1). Dari Gambar 4-1 terlihat bahwa sinar matahari rata-rata menurun tajam sesuai dengan ketinggian tempat. Walaupun di dataran tinggi penurunan ini sedikit dinetralisir oleh kenaikan intensitas radiasi matahari namun sampai ketinggian kurang lebih 2000 meter penerimaan radiasi matahari total adalah menurun, dan di atas ketinggian tersebut adalah tetap.

Gambar 4-2 adalah hasil pengukuran lama penyinaran matahari di Bandung pada bulan Desember 2013. Jumlah hari pengamatan adalah 31 hari namun pada tanggal 22 Desember terjadi kesalahan fungsi pada alat yang digunakan sehingga data yang dihasilkan menjadi tidak benar (di dalam gambar ditandai dengan "no data"). Lama penyinaran pada bulan Desember sangat bervariasi dari 0 jam hingga mencapai 9,7 jam dan dapat dikaitkan dengan keadaan cuaca sehari-hari. Pada tanggal 8, 14, 20, 30 dan 31 penyinaran matahari memiliki durasi yang sangat singkat yaitu kurang dari 1 jam/hari sehingga bisa dipastikan bahwa pada tanggal-tanggal tersebut Kota Bandung ditutupi oleh awan sepanjang hari. Hal yang berbeda terjadi pada tanggal 26 s.d. 29 Desember, yaitu lama penyinaran matahari memiliki durasi 7,2 - 9,4 jam/hari atau lebih dari separuh hari tersinari oleh matahari. Namun demikian, pada hari-hari selain tanggal tersebut, lama penyinaran matahari sangat singkat kurang dari 6 jam dan dapat diasosiasikan dengan cuaca mendung yang menyelimuti kota Bandung.

Lama Penyinaran Matahari, Bandung, Desember 2013



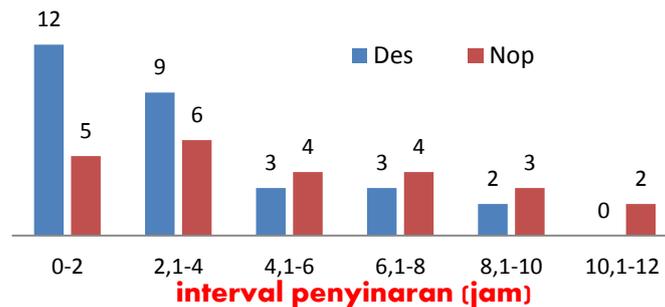
Gambar 4-2: Lama penyinaran matahari di Bandung pada bulan Desember tahun 2013

Statistika lama penyinaran matahari pada bulan Nopember dan Desember 2013 ditunjukkan pada Gambar 4-3. Data pada bulan-bulan tersebut dikelompokkan dalam interval setiap 2 jam sehingga diperoleh 6 kelompok data. Secara umum terlihat pada statistika bulan Desember mengikuti distribusi normal yaitu data sebagian besar terpusatkan pada kelompok data yang lebih kecil. Alat pengukur lama penyinaran matahari Bandung baru terpasang pada awal bulan Nopember, dan memberikan data yang benar mulai tanggal 7 Nopember sehingga tidak ada data lama penyinaran matahari yang tercatat sebelum tanggal 7 Nopember. Hingga tanggal 17 di bulan yang sama lama penyinaran matahari relatif singkat dan kurang dari 5 jam/hari sedangkan tanggal 18-31 Nopember lama penyinaran matahari adalah relatif panjang yaitu lebih dari 5 jam/hari. Hal ini sangat berbeda jika dibandingkan dengan penyinaran matahari pada bulan Desember 2013 yang pada umumnya didominasi oleh lama penyinaran matahari kurang dari 5 jam/hari. Hal ini mengindikasikan bahwa bulan Desember didominasi oleh cuaca yang

mendung dan tertutup oleh awan, bahkan terjadi hujan sepanjang hari. Lama penyinaran yang pendek mengindikasikan bahwa sinar matahari terhalang oleh awan yang tebal sehingga intensitasnya kurang dari 120 watt/m². Analisis yang lebih dalam dapat dilakukan dengan menggunakan data curah hujan yang tersedia, meskipun lama penyinaran matahari dapat menjadi alat untuk praduga awal terjadinya hujan.

Penyinaran matahari pada bulan Desember 2013 didominasi oleh lama penyinaran matahari 0-2 jam/hari yaitu sebanyak 12 hari pengamatan sedangkan lama penyinaran matahari terpanjang adalah 8,1-10 jam/hari yaitu sebanyak 2 hari. Lama penyinaran matahari yang pendek selain disebabkan oleh awan, dapat juga disebabkan oleh polusi udara yang pekat, misalnya asap hasil pembakaran hutan, dan polutan-polutan lain yang berasal dari aktivitas manusia. Karena itu, perubahan pola lama penyinaran matahari dapat menjadi indikasi awal perubahan komposisi atmosfer yang terkait dengan jumlah uap air di udara maupun senyawa-senyawa polutan.

Statistika Lama Penyinaran Matahari



Gambar 4-3: Statistika lama penyinaran matahari di Bandung pada Bulan Nopember dan Desember 2013

5 PENUTUP

Lama penyinaran matahari merupakan salah satu unsur klimatologi yang perlu dipantau secara berkelanjutan karena dapat mengindikasikan terjadinya perubahan iklim. Pengukuran lama penyinaran matahari dapat dilakukan menggunakan beberapa jenis *recorder*, dan *Campbell Stokes Recorder* merupakan alat yang paling umum digunakan di Indonesia, termasuk di Lapan. Alat yang bekerja dengan cara memfokuskan sinar matahari ini merupakan alat yang sangat mudah pengoperasiannya dan hanya memerlukan pengawasan secara harian oleh seorang operator yang telah dilatih. Hasil pengukuran lama penyinaran matahari dapat dikaitkan dengan banyak unsur-unsur cuaca dan iklim lainnya, termasuk polusi udara dan kekeruhan atmosfer, sehingga pengukuran lama penyinaran matahari menjadi penting. Jumlah uap air yang melimpah di udara dalam bentuk awan secara nyata telah memperpendek lama penyinaran matahari seperti pada hasil pengukuran bulan Desember 2013 di Bandung. Dominansi yang pendek dapat menjadi praduga awal mengenai penutupan awan bahkan kejadian hujan yang terjadi di bulan tersebut.

Dari pengamatan yang dilakukan di Bandung pada bulan Nopember dan Desember terlihat bahwa terjadi variasi bulanan yang tidak sama. Secara teori, bulan Nopember dikelompokkan ke dalam bulan peralihan (SON - September Oktober Nopember) dan bulan Desember

dikelompokkan ke dalam bulan basah (DJF - Desember Januari Februari). Bulan Desember yang ditandai dengan banyaknya curah hujan memiliki lama penyinaran dominan 0-2 jam/hari sebanyak 12 hari, dan sisanya merupakan lama penyinaran matahari 2-8 jam/hari, sedangkan bulan Nopember memiliki distribusi lama penyinaran matahari yang relatif lebih merata. Sebagai institusi yang memiliki kompetensi akan perubahan iklim maka Lapan telah melakukan pengukuran lama penyinaran matahari di tiap-tiap stasiun pengukurannya.

DAFTAR RUJUKAN

- BMKG, 2006. Peraturan Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika nomor SK.32/TL.202/KB/BMG-2006.
- Coulson, L. K., 1975. *Solar and Terrestrial Radiation*, Academic Press, USA.
- Lakitan, Benyamin, 1994. *Dasar-dasar Klimatologi*, PT Rajawali Grafindo, Jakarta.
- Rob van der Weert, 1994. *Hydrological Conditions in Indonesia*, Diterjemahkan oleh Hendarti, SMK Grafika Desa Putera, Jakarta.
- Schmidt, F.H., 1950. *On the Distribution of Duration of Sunshine in Java*, Djaw. Meteor, dan Geophys. Verhandelingen No. 40.
- Silaban, D., 2005. *Hubungan Iklim dengan Insiden Demam Berdarah Dengue di Kota Bogor Tahun 2004-2005*, Skripsi, Fakultas

- Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Sitorus, J., 2003. *Hubungan Iklim dengan Kasus Penyakit Demam Berdarah Dengue di Kotamadya Jakarta Timur tahun 1998-2002*, Tesis, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Sungono, V., 2004. *Hubungan Iklim dengan ABJ dan Insiden Demam Berdarah Dengue di Kotamadya Jakarta Utara tahun 1999-2003*, Skripsi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Supriyanto, 2010. *Analisis parameter Klimatologi dalam Tinjauan Konsep Fisika Dasar di Kota Samarinda*, Fisika Mulawarman, Vol 6, No. 2.
- Sutiknjo, Tutut D., 2005. *Petunjuk Praktikum Klimatologi*, Fakultas Pertanian Universitas Kediri, Kediri.
- Tjasyono, B., 2004. *Klimatologi*, ITB. Bandung.
- Triajie, H., Yudhita, P., dan Mahfud Efendy, 2012. *Lama Pencahayaan Matahari terhadap Pertumbuhan Rumput Laut Eucheuma Cottonii dengan Metode Rakit Apung*, Dipresentasikan pada Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi 2012, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura.
- WMO, 2008. *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, WMO-No.8 seventh edition.
- Yuliatmaja, M.R., 2009. *Kajian Lama Penyinaran Matahari dan Intensitas Radiasi Matahari terhadap Pergerakan Semu Matahari Saat Solstice di Semarang (Studi Kasus Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang pada Bulan Juni dan September 2005 sampai dengan 2007)*, Under graduate thesis, Universitas Negeri Semarang.

