

## Penentuan Indeks Kecerahan Atmosfer Perkotaan Berdasarkan Data Series Pengukuran Intensitas Radiasi Global Harian (Studi Kasus Kota Surabaya, Indonesia)

Abdu F. Assomadi<sup>1</sup>, Basuki Widodo<sup>2</sup>, Joni Hermana<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS Surabaya<sup>1\*,3</sup>  
Email: [assomadi@its.ac.id](mailto:assomadi@its.ac.id)\*

Jurusan Matematika FMIPA-ITS Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

### Abstrak

Kecerahan atmosfer menentukan besaran intensitas radiasi yang diterima permukaan bumi area kota. Banyak proses permukaan dipengaruhi besaran intensitas ini, seperti degradasi polutan udara, penyerapan CO<sub>2</sub> oleh tumbuhan, reaksi fotokimia dan sebagainya. Di sisi lain, kecerahan atmosfer bervariasi karena perubahan opasitas atmosfer yang dipengaruhi tutupan awan, adanya aerosol, komposisi atmosfer, sudut radiasi matahari, adanya polutan gas maupun partikulat, dan lain-lain. Pada penelitian ini dihasilkan nilai rata-rata karakteristik opasitas atmosfer perkotaan yang dinyatakan dalam indeks kecerahan. Nilai indeks ini disusun berdasarkan 1) data-data rekaman 1 tahun, pengukuran intensitas matahari meteorologi harian di Taman Prestasi Kota Surabaya, Indonesia dan 2) estimasi intensitas radiasi ekstraterestial yang dihitung secara astronomi teoritis. Perbandingan keduanya menghasilkan indeks kecerahan atmosfer. Nilai indeks ini dapat digunakan untuk menilai tingkat polusi di atmosfer perkotaan, ketika faktor-faktor meteorologi dipilih dengan asumsi seragam.

Hasil penelitian menunjukkan karakteristik indeks kecerahan atmosfer kota Surabaya adalah (CI) untuk atmosfer Kota Surabaya tahun 2010 sebesar 0,2– 0,8 dengan rata-rata 0,41; dan nilai CI terpengaruh pencemaran udara sebesar 0,05 – 1,3 dengan rata-rata 0,6; menunjukkan kecerahan atmosfer Kota Surabaya berada pada klasifikasi keruh..

**Kata kunci:** opasitas atmosfer, polutan udara, intensitas radiasi, tingkat polusi udara,

### 1. Pendahuluan

Intensitas radiasi yang diterima bagian-bagian atmosfer bumi sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter astronomi antara lain sudut radiasi yang dihitung dari sudut zenith matahari, sudut jam, sudut deklinasi, dan jarak matahari ke bumi. Parameter-parameter ini berubah dengan berubahnya waktu dan latitude. Perubahan intensitas ini pada latitude tertentu (15<sup>0</sup> LU – 15<sup>0</sup> LS) berbentuk harmonik atau berupa deret Fourier (Utomo, Haen, & Hoesin, 2004). Sedangkan intensitas radiasi ( $I_M$ ) yang diterima permukaan bumi suatu wilayah, selain dipengaruhi hal tersebut di atas, juga dipengaruhi proses selama spektrum radiasi melewati atmosfer. Proses tersebut antara lain hamburan, penyerapan dan pantulan oleh komponen-komponen atmosfer (partikel padat, gas terlarut, debu, awan, polutan, dan sebagainya). Dengan demikian intensitas radiasi yang diterima pada permukaan bumi lebih kecil dari intensitas radiasi ekstraterestial ( $I_A$ ) atmosfer bumi. Perbandingan intensitas radiasi permukaan dengan intensitas radiasi ekstraterestial dapat dinyatakan sebagai indeks kecerahan (*clearness index*), dirumuskan (Tan, Sahin, & Sen, 2001):

$$CI = \frac{I_M}{I_A} \quad (1)$$

Pada persamaan 1 tersebut M dan A merujuk pada efek meteorologi (efek troposfer seperti aerosol, partikulat, uap air, awan) dan efek astronomi (tanpa efek troposfer). Dalam penerapannya, intensitas radiasi (M dan A) merupakan nilai rata-rata radiasi matahari pada interval waktu tertentu dan lokasi tertentu.

Untuk negara tropis seperti Indonesia, iklim mempunyai pola yang relatif homogen yaitu musim kemarau dan musim penghujan (Utomo, Haen, & Hoesin, 2004), bergantian dengan interval tertentu. Namun kondisi lokal sangat berpengaruh terhadap sifat meteorologi atmosfer setempat. Perbedaan iklim lokal ini ditambah dengan tingkat polusi udara di suatu wilayah mengakibatkan perbedaan karakteristik indeks kecerahan atmosfernya. Hasil penelitian Utomo, dkk tahun 2004 menunjukkan bilangan kecerahan atmosfer Bandung berkisar antara 0.3 – 0.7 artinya bahwa kondisi atmosfer Bandung berawan-keruh, pada kurun waktu data 1993-2002.

Analisis nilai indeks kecerahan pada atmosfer suatu wilayah dapat menggambarkan opasitas atmosfer dan potensi besaran intensitas yang diterima oleh permukaan di wilayah tersebut. Nilai indeks ini juga menggambarkan proses-proses pengurangan intensitas oleh kondisi meteorologi dan adanya polutan. Sehingga, jika analisis dilakukan pada kondisi meteorologi yang diasumsikan seragam, maka indeks kecerahan dapat dikorelasikan dengan tingkat polutan di atmosfer suatu kota. Dengan menggunakan persamaan 1 nilai kecerahan atmosfer di suatu area dapat dilakukan jika tersedia data pengukuran radiasi permukaan secara berkala.

Kota Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang berpotensi mengalami pencemaran udara tinggi. Estimasi nilai indeks kecerahan atmosfer di kota ini akan berguna untuk menilai tingkat resiko dan tingkat polusi udara yang terjadi. Data-data pengukuran radiasi yang tersedia di kota ini cukup lengkap untuk tujuan tersebut. Pada penelitian ini telah diestimasi nilai indeks kebeningan atmosfer kota Surabaya berdasarkan data pengukuran radiasi global Januari – Desember tahun 2010, dan perhitungan nilai radiasi teoritis. Nilai indeks kecerahan yang dihasilkan menggambarkan potensi opasitas meteorologi dan tingkat polusi di Kota Surabaya. Hasil ini dapat dimanfaatkan untuk menilai tingkat polusi global dari berbagai sumber yang terjadi di Kota tersebut, baik transportasi, domestik, maupun industri. Polutan yang tercakup dalam hal ini terutama yang berefek pada opasitas atmosfer.

## 2. Metode yang diterapkan

Indeks kecerahan atmosfer di Kota Surabaya dihitung menggunakan persamaan 1. Acuan perhitungan dalam penelitian ini adalah

1. hasil analisis matematis dan persamaan-persamaan teoritis seperti dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1: Persamaan-persamaan matematis penentuan intensitas radiasi matahari

No	Parameter dihitung	Persamaan	Keterangan
1	Sudut zenith ( $\theta_0$ )	$\cos \theta_0 = \sin \lambda \sin \delta + \cos \lambda \cos \delta \sin h$	latitude ( $\lambda$ ), deklinasi matahari ( $\delta$ ), sudut jam (h)
2	Sudut-jam matahari (h)	$\Delta h = \frac{180}{t_{sg}} = \frac{180}{(t_{tg} - t_{tb})}; \quad h = t_h * \Delta h$	panjang waktu siang hari ( $t_{sg}$ ), waktu tenggelam ( $t_{tg}$ ) – waktu terbita ( $t_{tb}$ ), dan $t_h$ adalah umur siang
3	Sudut deklinasi matahari ( $\delta$ )	$\delta = 23,45 * \sin \left( 360 * \frac{n - 81}{365} \right)$	n = hari ke-n dalam setahun
4	Jarak matahari ke bumi dinyatakan dalam perbandingan $dm/d$	$\left( \frac{d_m}{d} \right)^2 = 1 + 0,033 * \cos \left( \frac{360 * n}{365} \right)$	Nilai $(dm/d)^2$ berada dalam rentang 1,0343 (3 Januari) sampai 0,9674 (5 Juli).
5	Kuat radiasi ( $S_0$ ) (Fu, 2003)	$S_0 = S \left( \frac{d_m}{d} \right)^2 \cos \theta_0$	intensitas radiasi yang diterima permukaan datar di bumi ( $S_0$ )
6	Koreksi intensitas radiasi ( $S_s$ )	$AM = \sqrt{1 + (\tan^{-1} \theta_0)^2}; \quad S_s \sim \frac{S_0}{AM}$	Panjang bayangan (s) dan tinggi benda tegak (h)

2. Data pengukuran global radiasi kota Surabaya periode waktu Januari – Desember 2010. Data-data tersebut diolah dengan dua metode, yaitu i) analisis total data 1 tahun untuk menggambarkan indeks kecerahan rata-rata tahunan, dan ii) analisis data terpilih dengan asumsi kondisi meteorologi sama, untuk menggambarkan indeks kecerahan atmosfer yang dipengaruhi oleh polutan udara rata-rata setahun.
3. Data geoposisi Kota Surabaya, berada pada latitude ( $\lambda$ ) = -7,23 atau 7,23 LS, longitude = 112,74 atau 112,74 BT, altitude rata-rata = 5-10 m, intensitas radiasi standar matahari global (S) = 1367 W/m<sup>2</sup> (Okogbue, Adedokun, & Holmgren, 2009), Waktu Global : +7 UTC atau GMT +7

Dalam pelaksanaannya indeks kecerahan atmosfer Kota Surabaya, dihitung dengan beberapa langkah yaitu i) mengestimasi besaran intensitas radiasi global menggunakan persamaan-persamaan pada Tabel 1 dan data geoposisi Kota Surabaya, ii) memilah data global radiasi hasil pengukuran pada waktu yang sama dengan estimasi pada langkah i, dan iii) membandingkan nilai dari langkah ii dengan nilai pada langkah i. Hasil perbandingan ini sesuai dengan persamaan 1, dan merupakan estimasi rata-rata CI (*clearnes index*).

Evaluasi harga indek kecerahan atmosfer mengacu pada nilai-nilai pada Tabel 2 berikut:

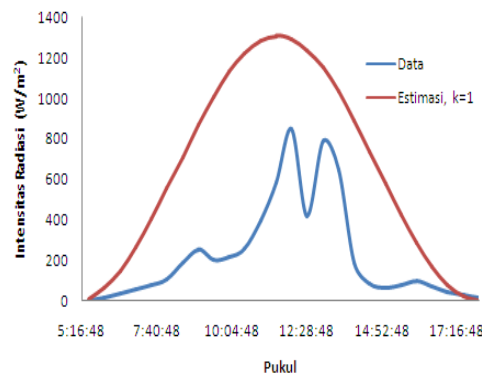
Tabel 2 Variasi nilai indeks kecerahan atmosfer dan keadaan atmosfer (Utomo, Haen, & Hoesin, 2004)

Rentang nilai CI	Keadaan Atmosfer
0 – 0,5	Berawan
0,5 – 0,7	Keruh
0,7 – 0,9	Biru Buram
0,9 – 1,1	Biru
1,1 – 1,3	Biru sekali

Jika kondisi meteorologi dapat diabaikan pada data-data terpilih, maka nilai indeks kecerahan yang kurang dari 1 menunjukkan kondisi atmosfer yang terpolusi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Model perubahan intensitas radiasi matahari pada atmosfer Kota Surabaya diestimasi menggunakan persamaan dan prinsip-prinsip pada Tabel 1 di atas. Sebagai inputan awal, dimasukkan data geoposisi Kota Surabaya, sebagai satu titik yang mewakili perhitungan global. Data Geoposisi tersebut adalah latitude ( $\lambda$ ) = -7,23 atau 7,23 LS, longitude = 112,74 atau 112,74 BT, altitude rata-rata = 5-10 m, intensitas radiasi standar matahari global (S) = 1367 W/m<sup>2</sup> (Okogbue, Adedokun, & Holmgren, 2009), Waktu Global : +7 UTC atau GMT +7. Contoh hasil perhitungan tersebut untuk tanggal 1 Januari 2010 dan data pengukuran dicantumkan dalam Tabel 3 dan Gambar 1.



Gambar 1. Intensitas radiasi hasil perhitungan model dan data pada 1 Januari 2010

Tabel 3. Perhitungan estimasi dan pengukuran intensitas radiasi matahari 1 Januari 2010

Jam	$t_h$ (jam)	$h(^{\circ})$	$\theta (^{\circ})$	$(dm/d)^2$	$S_0$ (watt/m <sup>2</sup> )	(AM)	$S_s$ (watt/m <sup>2</sup> )	pengukuran (W/m <sup>2</sup> )
6:00:00	0:43:18	10,4	77,7	1,033	301	4,68	64	15,5
6:30:00	1:13:18	17,5	71,1	1,033	458	3,08	149	34,9
7:00:00	1:43:18	24,7	64,5	1,033	609	2,32	263	58,4
7:30:00	2:13:18	31,9	57,9	1,033	751	1,88	400	75
8:00:00	2:43:18	39,1	51,3	1,033	883	1,60	552	104
8:30:00	3:13:18	46,3	44,8	1,033	1001	1,41	710	186
9:00:00	3:43:18	53,5	38,5	1,033	1106	1,28	866	251
9:30:00	4:13:18	60,6	32,3	1,033	1193	1,18	1009	201
10:00:00	4:43:18	67,8	26,5	1,033	1264	1,12	1131	215
10:30:00	5:13:18	75,0	21,4	1,033	1315	1,07	1225	254
11:00:00	5:43:18	82,2	17,5	1,033	1347	1,05	1285	396
11:32:35	6:15:53	90,0	15,8	1,033	1359	1,04	1308	581
12:00:00	6:43:18	96,6	17,0	1,033	1351	1,05	1292	849
12:30:00	7:13:18	103,7	20,6	1,033	1322	1,07	1238	419
13:00:00	7:43:18	110,9	25,6	1,033	1274	1,11	1149	788
13:30:00	8:13:18	118,1	31,3	1,033	1207	1,17	1032	643
14:00:00	8:43:18	125,3	37,4	1,033	1122	1,26	891	185
14:30:00	9:13:18	132,5	43,7	1,033	1021	1,38	738	84
15:00:00	9:43:18	139,7	50,2	1,033	904	1,56	579	65
15:30:00	10:13:18	146,8	56,7	1,033	775	1,82	425	78
16:00:00	10:43:18	154,0	63,3	1,033	634	2,23	285	97
16:30:00	11:13:18	161,2	69,9	1,033	485	2,91	166	71,5
17:00:00	11:43:18	168,4	76,5	1,033	329	4,29	77	44,5
17:30:00	12:13:18	175,6	83,1	1,033	169	8,36	20	23,9

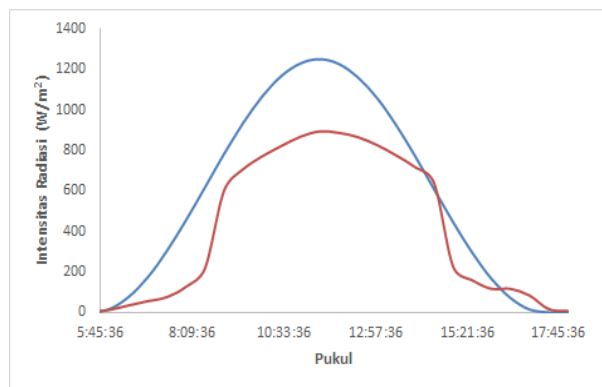
Perhitungan BLH Kota Sby

Data pengukuran intensitas menunjukkan nilai yang lebih kecil dari hasil estimasi pada waktu yang sama. Perbedaan ini disebabkan adanya proses-proses reduksi intensitas radiasi di atmosfer yang terjadi selama radiasi menembusnya. Proses-proses tersebut antara lain keberadaan awan (tutupan mendung), partikel tersuspensi atau koloid lainnya, gas-gas pencemar yang mempengaruhi opasitas atmosfer, proses perpendaran, pemantulan, dan lain-lain.



Gambar 2. Intensitas radiasi matahari estimasi (atas), data (tengah), dan nilai CI (bawah), tahun 2010  
Perbedaan nilai estimasi dan data pada Tabel 3 dan Gambar 1 dapat dinyatakan dalam indeks kecerahan (CI). Semakin besar perbedaan nilai intensitas radiasi estimasi dengan data akan menghasilkan nilai CI semakin kecil, yang berarti indeks kecerahan semakin kecil. Nilai tersebut menunjukkan atmosfer yang semakin keruh, opasitas yang tinggi, atau banyak tutupan mendung.

Ringkasan hasil lengkap estimasi besaran intensitas radiasi matahari, data hasil pengukuran, dan hasil perhitungan indeks kecerahan pada periode Januari – Desember dengan interval waktu 7 hari ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil pengukuran intensitas radiasi memberikan nilai yang lebih kecil dari hasil estimasi. Secara prinsip, estimasi besaran intensitas radiasi adalah menghitung besaran intensitas radiasi total yang diterima atmosfer per meter kuadrat, tanpa efek meteorology. Sedangkan besaran yang ditunjukkan data merupakan resultan besaran intensitas radiasi yang diterima permukaan bumi setelah mengalami reduksi karena proses meteorology dan polutan di atmosfer yang dilaluinya. Dengan demikian selisih kedua nilai ini menggambarkan proses reduksi yang terjadi di atmosfer, yang dinyatakan dalam CI. Nilai CI global pada tahun 2010 untuk atmosfer Kota Surabaya yang dominan berkisar antara 0,2– 0,8 dengan rata-rata 0,41 atau keruh.



Gambar 2. Intensitas radiasi hasil perhitungan model dan data pada 1 September 2010

Untuk keperluan pengelolaan pencemaran udara, nilai CI diestimasi pada kondisi asumsi tutupan mendung yang minimal atau nol. Kondisi asumsi ini ditujukan untuk menggambarkan nilai CI yang dominan dipengaruhi komposisi dan sifat serapan gas-gas atau partikel di atmosfer. Jika komposisi atmosfer adalah parameter tetap dan seragam untuk seluruh waktu, maka perubahan nilai CI pada kondisi terpilih ini menjadi dominan dipengaruhi oleh perubahan sifat serapan gas dan partikel (pencemar). Kondisi-kondisi tersebut diperoleh dari analisis data pengukuran intensitas radiasi terhadap waktu yang membentuk kurva normal atau mendekati normal. Salah satu data tersebut terjadi pada 1 September 2010 seperti pada Gambar 2.

Data-data terpilih lain adalah data pengukuran pada 1 Februari, 15 Februari, 15 Maret, 15 Juli, dan 15 Agustus 2010. Hasil pengukuran pada tanggal-tanggal tersebut ditampilkan pada Tabel 4. Semua data tersebut jika digambarkan dalam grafik memberikan bentuk kurva yang mendekati normal, mengindikasikan pengaruh atmosfer yang relative seragam pada pengurangan intensitas radiasi matahari yang menembusnya. Analisis lebih lanjut pada intensitas radiasi matahari dilakukan dengan menghitung estimasi intensitas radiasi maksimum yang dapat terukur pada waktu yang sama dengan data terpilih di atas. Hasil analisis tersebut adalah perubahan nilai intensitas radiasi terhadap waktu, mulai terbit sampai tenggelamnya matahari. Analisis ini diperlukan untuk menghitung nilai indeks kecerahan (CI) terpengaruh pencemar udara.

Hasil perbandingan data intensitas radiasi dengan estimasi radiasi maksimum mengindikasikan nilai indeks kecerahan (CI) terpengaruh pencemaran udara, dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk menyederhanakan analisis nilai-nilai CI yang terlalu besar (>1,5) diabaikan. Nilai-nilai ini terjadi pada waktu dekat terbit dan tenggelam matahari, Pada waktu-waktu tersebut nilai pengukuran sangat dipengaruhi adanya sumber cahaya lain, seperti menyalnya lampu-lampu disekitar sensor analisis, sehingga memberikan nilai yang jauh lebih besar dari intensitas radiasi matahari yang seharusnya masih sangat lemah.

Tabel 4. Estimasi dan pengukuran intensitas radiasi matahari, asumsi tutupan mendung minimum

Pukul	Intensitas Radiasi (W/m <sup>2</sup> ) (Estimasi-Data)											
	1-Feb		15-Feb		15-Mar		15-Jul		15-Agust		1-Sep	
5:30:00	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0
6:00:00	34	23	26	20	19	23	1	5	6	11	16	12
6:30:00	105	55	93	47	81	55	28	22	49	29	76	34
7:00:00	211	79	197	79	184	73	93	37	130	52	173	55
7:30:00	345	131	333	94	319	91	189	53	245	110	303	75
8:00:00	500	233	490	106	479	145	310	66	383	136	455	126
8:30:00	667	291	661	130	652	497	445	70	536	174	618	218
9:00:00	834	453	834	242	827	561	585	248	692	327	783	601
9:30:00	993	513	998	622	993	642	719	599	839	494	936	707
10:00:00	1132	567	1142	814	1139	871	837	652	968	481	1067	771
10:30:00	1244	686	1259	876	1254	879	930	716	1069	682	1168	822
11:00:00	1322	717	1340	745	1331	924	992	723	1135	741	1230	868
11:30:00	1364	955	1385	882	1368	935	1018	779	1161	778	1251	894
12:00:00	1357	983	1378	887	1355	934	1005	783	1144	828	1228	887
12:30:00	1312	757	1333	656	1300	925	955	770	1088	697	1162	866
13:00:00	1229	619	1247	890	1204	899	871	739	995	746	1060	827
13:30:00	1112	479	1126	869	1074	783	761	681	872	633	927	776
14:00:00	969	708	978	819	918	757	631	554	728	674	773	718
14:30:00	808	590	813	714	746	458	492	200	573	610	608	639
15:00:00	640	259	640	616	570	280	354	77	419	192	445	225
15:30:00	475	28	470	513	402	303	227	65	276	127	294	158
16:00:00	322	26	315	287	252	143	122	58	155	125	166	116
16:30:00	192	17	183	49	131	72	46	75	65	85	71	116
17:00:00	91	9	83	48	47	77	6	33	12	59	14	83
17:30:00	26	6	21	31	5	41	0	13	0	23	0	16
18:00:00	0	3	0	18	0	13	0	5	0	5	0	6

Dari hasil perhitungan estimasi nilai indeks kecerahan (CI) pada waktu-waktu terpilih tersebut diperoleh nilai CI untuk atmosfer Kota Surabaya berada dalam rentang 0,05 – 1,3 dengan rata-rata 0,6. Nilai 0,6 ini menunjukkan kecerahan atmosfer Kota Surabaya berada pada klasifikasi keruh sesuai pada variasi nilai indeks kecerahan pada Tabel 2. Dugaan awal dari hasil perhitungan CI ini, memberikan indikasi pencemar udara di Kota Surabaya cukup signifikan mempengaruhi opasitas atau kecerahan atmosfer. Nilai-nilai indeks kecerahan atmosfer dapat dijadikan acuan global analisis rata-rata pencemaran udara yang terjadi di atmosfer Kota Surabaya.

Penelitian selanjutnya akan difokuskan pada verifikasi dan validasi nilai indeks kecerahan atmosfer dengan data-data pemantauan kualitas udara (ISPU) pada rentang waktu yang sama. Pengaruh-pengaruh lain seperti perubahan suhu, kelembaban, atau adanya kabut akan dipertimbangkan untuk mempertajam analisis. Hasil akhir analisis ini adalah hubungan indeks kecerahan atmosfer dengan nilai ISPU yang dapat dinyatakan secara kuantitatif, berdasarkan rata-rata data pengukuran di Kota Surabaya pada rentang waktu tertentu.

Tabel 5. Estimasi indeks kecerahan (CI) dengan asumsi tutupan mendung minimum

Pukul	CI					
	1-Feb	15-Feb	15-Mar	15-Jul	15-Agust	1-Sep
5:30:00						
6:00:00	0.67647	0.76923				0.75
6:30:00	0.52381	0.50538	0.67901	0.78571	0.59184	0.44737
7:00:00	0.37441	0.40102	0.39674	0.39785	0.4	0.31792
7:30:00	0.37971	0.28228	0.28527	0.28042	0.44898	0.24752
8:00:00	0.466	0.21633	0.30271	0.2129	0.35509	0.27692
8:30:00	0.43628	0.19667	0.76227	0.1573	0.32463	0.35275
9:00:00	0.54317	0.29017	0.67836	0.42393	0.47254	0.76756
9:30:00	0.51662	0.62325	0.64653	0.8331	0.5888	0.75534
10:00:00	0.50088	0.71278	0.76471	0.77897	0.4969	0.72259
10:30:00	0.55145	0.69579	0.70096	0.76989	0.63798	0.70377
11:00:00	0.54236	0.55597	0.69421	0.72883	0.65286	0.70569
11:30:00	0.70015	0.63682	0.68348	0.76523	0.67011	0.71463
12:00:00	0.72439	0.64369	0.6893	0.7791	0.72378	0.72231
12:30:00	0.57698	0.49212	0.71154	0.80628	0.64063	0.74527
13:00:00	0.50366	0.71371	0.74668	0.84845	0.74975	0.78019
13:30:00	0.43076	0.77176	0.72905	0.89488	0.72592	0.83711
14:00:00	0.73065	0.83742	0.82462	0.87797	0.92582	0.92885
14:30:00	0.7302	0.87823	0.61394	0.4065	1.06457	1.05099
15:00:00	0.40469	0.9625	0.49123	0.21751	0.45823	0.50562
15:30:00	0.05895	1.09149	0.75373	0.28634	0.46014	0.53741
16:00:00	0.08075	0.91111	0.56746	0.47541	0.80645	0.6988
16:30:00	0.08854	0.26776	0.54962	1.63043	1.30769	
17:00:00	0.0989	0.57831				
17:30:00	0.23077					
18:00:00						

#### 4. Kesimpulan

Penentuan nilai indeks kecerahan atmosfer sebagai karakteristik atmosfer perkotaan di verifikasi dengan data seri pengukuran intensitas radiasi tahunan yang dipilih dengan asumsi pengaruh tutupan mendung dan opasitas minimal. Data seri dipilih dengan acuan sebaran intensitas radiasi sepanjang hari mengikuti atau mendekati kurva sebaran normal. Asumsi ini digunakan untuk mendapatkan nilai indeks kecerahan (CI) terpengaruh tingkat pencemaran udara secara global. Hasil analisis menunjukkan nilai CI untuk atmosfer Kota Surabaya tahun 2010 sebesar 0,2– 0,8 dengan rata-rata 0,41, dan nilai CI terpengaruh pencemaran udara sebesar 0,05 – 1,3 dengan

rata-rata 0,6. Hal ini menunjukkan kecerahan atmosfer Kota Surabaya berada pada klasifikasi keruh.

## 5. Penghargaan

Penelitian ini berjalan atas pendanaan dari Kemendiknas Dikti 2012-2015 dan Kemenristek Dikti, 2015 serta penyediaan data sekunder dari Badan Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya.

## 6. Pustaka

- Bird, R., & Hulstrom, L. R. (1980). *Direct Insolation Models*. Colorado, 1536 Cole Boulevard Golden: Solar Energy Research Institute and US Department of Energy.
- Fu, Q. (2003). Radiation (Solar). *Elsevier Science Ltd*, 1859-1863.
- Okogbue, E. C., Adedokun, J. A., & Holmgren, B. (2009). Review Hourly and Daily Clearness Index and Diffuse Fraction at a Tropical Station, Ile-Ife, Nigeria. *International Journal of Climatology, Royal Meteorology Society*, 29, 1035 - 1047.
- Tan, E., Sahin, A. D., & Sen, Z. (2001). Atmospheric Clearness Index Evaluatuon by Solar Radiation Sunshine Duration Polygons. Istanbul Turkey: Meteorology Department, Ucak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Istanbul Technical University Energy Group, Maslak 80626.
- Utomo, Y. S., Haen, I., & Hoesin, H. (2004). Pemodelan Matematis untuk Analisis Radiasi Surya di Permukaan Bumi Daerah Khatulistiwa (15 LS - 15 LU). *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN 1411-4216* (pp. I-15-1:I-15-7). Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fak Teknik Universitas Diponegoro.