

**LAPORAN PENELITIAN**

**Pengaruh Polusi Udara Terhadap  
Visibilitas di Sekitar Medan Estate  
dengan Metoda Absorpsi Berkas  
Tunggal**



Oleh :  
**Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.**

**LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS MEDN AREA  
JUNI 2008**

**LAPORAN PENELITIAN**

**Pengaruh Polusi Udara Terhadap  
Visibilitas di Sekitar Medan Estate  
dengan Metoda Absorpsi Berkas  
Tunggal**



Oleh :

**Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.**

**LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS MEDN AREA  
JUNI 2008**

## LEMBAR PENGESAHAN HASIL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Pengaruhi Polusi Udara Terhadap Visibilitas di Sekitar Medan Estate dengan Metoda Absorpsi Berkas Tunggal  
b. Bidang Ilmu Penelitian : Teknologi  
c. Kategori Penelitian : Penelitian Awal

2. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.  
b. Jenis Kelamin : Laki-laki  
c. Golongan/Pangkat/NIP : IV.a/Lektor Kepala/131 847 930  
d. Jabatan Fungsional : Pembina  
e. Jabatan Struktural : -  
f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro  
g. Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian UMA

3. Alamat Peneliti

- a. Alamat Kantor : Jl. Kolam No. 1 Medan Estate, Medan 20371  
b. Alamat Rumah : Jl. Legiun Veteran No. 12 Medan Estate, Medan  
c. Jumlah Anggota : -

- Lokasi Penelitian : Medan Estate dan Sekitarnya  
Kerjasama dengan Instansi : -  
Lama Penelitian : 4 (empat) bulan  
Biaya yang diperlukan : Rp 5.500.000,-  
Sumber Dana : Lembaga Penelitian UMA

Mengetahui  
Pembantu Dekan I  
Fakultas Teknik UMA




Ir. Hj. Haniza, MT.  
NIP. 131 667 983

Medan, Juni 2008  
Ketua Peneliti



Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc  
NIP. 131 847 930

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian



Ir. Roeswandy  
NIP. 130 517 460

## Abstrak

Salah satu dampak dari polusi udara adalah adanya pengaruh terhadap penjalaran cahaya di atmosfer, khususnya oleh aerosol (partikulat) yang dapat berakibat berubahnya kejelas pandangan terhadap suatu objek.

Pengukuran kejelas pandangan akibat partikulat yang tersebar di atmosfer dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pertama dengan metoda pengukuran hamburan belakang dari partikulat dengan anggapan partikel elastis sempurna. Kedua adalah dengan metoda absorpsi langsung dengan berkas tunggal.

Dalam penelitian ini ditunjukkan hasil pengukuran kejelas pandangan (visibilitas) dengan menggunakan visibility meter yang menggunakan metoda absorpsi langsung berkas tunggal dengan mengacu kepada hukum Beer Lambert dan Koschmeider.

Hasil pengukuran pada konsentrasi terendah  $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diperoleh kejelas pandangan 24,190 km dan pada konsentrasi tertinggi  $331 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diperoleh kejelas pandangan 13,870 m. Kemudian di daerah Pasar Aksara Jl. Williem Iskandar memiliki nilai kejelas pandangan sekitar 25,59 km di pagi hari dan 26,82 km di siang hari.

Hasil pengukuran di lapangan ada sedikit perbedaan dengan hasil perhitungan hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya sumber cahaya yang digunakan tidak monochromatik sempurna serta karakteristik foto detector yang digunakan belum sesuai dengan sumber cahaya sehingga disarankan agar menggunakan LASER dan fotodetector yang sesuai.

## Kata Sambutan

Alhamdulillah puji syukur penulis sampaikan kepada Allah swt yang telah memberikan petunjuk, kesehatan dan kemampuan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini merupakan upaya untuk memberikan kontribusi kepada pembangunan dalam rangka memberikan informasi tentang kondisi udara di Kota Medan yang mempengaruhi kejelas pandangan.

Penulis sangat berharap hasil penelitian ini dapat diterapkan pada masyarakat yang memerlukannya, karena sampai saat ini di Kota Medan belum ada data tentang kejelas pandangan yang diperlukan dan sangat penting terutama untuk keselamatan penerbangan.

Namun demikian penulis juga berharap adanya masukan dan saran-saran untuk kesempumaan penelitian ini dari pembaca yang budiman dan saya ucapkan banyak terima kasih.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kepada kelancaran penyelesaian penelitian ini terutama kepada Subdis Dikti Dinas Pendidikan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara.

Medan, Juni 2008

Penulis

## Daftar Tabel

Tabel 4.1 Hasil pengukuran kejelas pandangan akibat perubahan konsentrasi asap (dilaboratorium).	18
Tabel 4.2 Hasil pengukuran kejelas pandangan akibat perubahan konsentrasi partikel (dilapangan). Senin, 17 Desember 2007	19
Tabel 4.3 Data Visibilitas hasil pengukuran di daerah Pasar Aksara (Jl. Wiliem Iskandar), Rabu, 19 Desember 2007, jam 08.30 – 11.00	20

## Daftar Gambar

Gambar 2.1	Cahaya yang dilewatkan melalui materi sepanjang $x$ dari $I_0$ menjadi $I$ ( $I < I_0$ )	8
Gambar 2.2	Koefisien absorpsi pada $\lambda = 0,55 \mu\text{m}$ untuk partikel menurut Mie	11
Gambar 2.3	Pengaruh konsentrasi partikel terhadap visibilitas	11
Gambar 4:1	Cara membandingkan penunjukkan dari perangkat ukur yang digunakan	16
Gambar 4.2	Cara pengukuran yang dilakukan di Laboratorium	17
Gambar 4.3	Grafik perbandingan hasil pengukuran di Laboratorium dan perhitungan	18
Gambar 4.4	Perbandingan hasil pengukuran di Lapangan dengan Hasil Perhitungan	19
Gambar 4.5	Grafik hasil pengukuran visibilitas di Jl Willièm Iskandar (Rabu, 19 Desember 2007, jam 08.30 – 11.00)	20

## Daftar Isi

Abstrak	i
Kata Sambutan Peneliti	ii
Daftar Tabel	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Isi	v
Bab I. Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
Bab II. Tinjauan Pustaka	6
2.1 Umum	6
2.2 Serapan dan Penerusan	7
2.3 Proses Terjadinya Serapan dan Penerusan	8
2.4 Bentuk Serapan dan Penerusan	10
2.5 Jenis-jenis Partikel	11
2.6 Karakteristik Partikel	13
2.7 Kejelas-Pandangan	14
2.8 Kekontrasan	14
Bab III. Tujuan dan Manfaat Penelitian	
Bab IV. Metode Penelitian	15
Bab V. Hasil dan Pembahasan	16
4.1 Pengukuran Kejelas Pandangan	16
4.2 Prinsip Pengukuran	16
4.3 Hasil Pengukuran	18
4.4 Pembahasan	21
Bab VI. Kesimpulan dan Saran	22
6.1 Kesimpulan	22
6.2 Saran	22
Daftara Pustaka	23



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara yang meningkat akibat kebakaran hutan, transportasi, industri, perkembangan sosial budaya manusia dan lain-lain akan mengakibatkan dampak negatif. Terlebih letak industri yang tidak terencana dengan baik akan membuang limbah ke udara, sehingga memperburuk kondisi atmosfer yang sangat membahayakan dan mempengaruhi ekosistem kehidupan maupun atmosfer itu sendiri.

Pencemaran udara yang sering terjadi di Indonesia yang pengaruhnya cukup besar adalah saat terjadinya kebakaran hutan di Sumatera dan Kalimantan beberapa tahun yang lalu. Seperti berita yang dikutip dari media cetak Tempo Interaktif berikut ini. Kabut asap yang melanda Riau pada hari Selasa, 21 Juni 2004 jam 17:10 WIB (Tempo Interaktif, 22 Juni 2004) menyebabkan jarak pandang (*visibility*) di Pekanbaru, tinggal 300 meter hingga 400 meter dan berdampak pada terganggunya jadwal 18 penerbangan dari dan ke Pekanbaru.

Kepala Cabang Angkasa Pura II Pekanbaru, Sutrisno, mengatakan pada Selasa pagi mulai pukul 06.00 WIB hingga 08.00 WIB, jarak pandang di Pekanbaru tinggal 300 meter (pukul 06.00 WIB) dan 400 meter (08.00 WIB).

"Mengetahui *visibility* hanya 300-400 meter pada jam 06.00 WIB-08.00 WIB, terpaksa diambil kebijakan untuk menunda penerbangan dari Pekanbaru dan menginformasikan hal itu ke pihak bandara lain untuk mengambil sikap.

Sutrisno mengatakan dengan terjadinya kabut asap itu, penerbangan ke Pekanbaru yang tertunda ada delapan, masing-masing lima penerbangan dari Jakarta, dua penerbangan dari Medan, dan satu penerbangan dari Dumai. Sementara penerbangan yang tertunda dari Pekanbaru antara lain Merpati yang ke Batam dan Malaka, Malaysia, dan Batavia Air ke Jakarta.

"Pesawat Star Air yang berangkat dari Jakarta pada pukul 08.45 dengan tujuan ke Pekanbaru bahkan sempat dua kali berputar-putar di sekitar Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru untuk kemudian akhirnya memilih

mengalihkan dan mendarat sementara di Bandara Polonia Medan menunggu bisa terbang kembali ke Pekanbaru".

Sutrisno menjelaskan, baru sekitar pukul 10.30 WIB jarak pandang membaik menjadi sekitar 500 meter sehingga penerbangan mulai lancar kembali. "Meski mulai membaik hingga 500 meter, *visibility* di Pekanbaru itu masih bisa dikatakan mengkhawatirkan, karena *visibility* yang aman dua kilometer.

Sutrisno menambahkan, jarak pandang sekitar 300 meter-500 meter itu merupakan kondisi terbuk dalam enam tahun terakhir. Dari pantauan di Bandara Sultan Syarif Kasim, sekitar 600 calon penumpang berbagai penerbangan tampak memadati ruang tunggu bandara itu untuk menunggu penerbangan yang ditunda. Bandara itu tampak penuh sesak, karena juga dipenuhi dengan para keluarga maupun relasi penumpang yang kedatangannya juga tertunda ke Pekanbaru.

Sementara itu dari pantauan Satelit NOA yang diperoleh Dinas Kehutanan dan Badan Pengendali Dampak Lingkungan (Bapedal) Riau menunjukkan peningkatan jumlah titik api di daerah ini cukup signifikan menjadi 403 dari 212 titik akhir pekan lalu.

"Dari pantauan Satelit NOA titik api sudah mencapai 403," ujar Kadis Kehutanan Riau, Asral Rachman, se usai pembagian masker gratis di Jalan Jendral Sudirman. Kabut asap itu menyebabkan mata menjadi pedas dan nafas menjadi sesak.

Asral menjelaskan, daerah yang paling banyak terdapat titik api adalah Rokan Hilir yang merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan Sumatera Utara. "Untuk mencegah perluasan kebakaran hutan dan lahan di Riau, Dishut telah menerjunkan tim pemadam kebakaran. Selasa, tim memadamkan titik api di beberapa lahan terbakar di pinggiran Pekanbaru yang sebagian besar merupakan lahan kosong".

Wakil Gubernur Riau Wan Abu Bakar kepada *Tempo* mengatakan, menyikapi asap kabut yang sampai mengganggu penerbangan, Pemda hari Rabu akan melakukan pertemuan dengan instansi terkait dari seluruh kabupaten.

Pencemaran udara yang berbentuk partikel akan mempengaruhi secara langsung kejelas pandangan (*visibility*) yang dapat mengakibatkan timbulnya kecelakaan lalu-lintas, transportasi udara dan lain-lain.

Keadaan udara yang bersih sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia, baik secara jasmaniah maupun rohaniah. Keadaan udara dapat berpengaruh terhadap aktifitas manusia, salah satu diantaranya ialah terhadap penglihatan atau pandangan. Udara yang bersih dalam hal ini diartikan sebagai bebas dari bahan pencemar yang melampaui batas normal, baik gas, aerosol, partikel bermuatan atau bahan pencemar lain. Partikel-partikel debu berpengaruh terhadap kejelas pandangan manusia manakala melebihi ambang normal  $0,015 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (E.D Hinkley, 1976).

Mata manusia yang normal akan berfungsi secara baik dengan melihat suatu benda di sekitarnya tampak jelas dan sempurna, sehingga tidak perlu untuk mengakomodasikan mata dengan kuat atau mendekati benda tersebut. Namun lain halnya apabila di sekitar benda tersebut terdapat partikel-partikel maupun zat (aerosol, gas) yang bertebaran, sehingga beberapa kemungkinan akan terjadi. Di sini akan ada perubahan kejelas pandangan manusia melihat benda tersebut, sehingga tidak akan dapat menduga bentuk dan letak benda tersebut.

Terganggunya kejelas pandangan perlu diidentifikasi secara jelas agar dampak dari polusi terhadap kejelas pandangan bisa dihindari atau dicegah. Untuk menentukan kejelas pandangan selama ini banyak dilakukan secara subjektif. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan identifikasi untuk menentukan kejelas pandangan yang bertitik tolak dari sifat fisis partikel.

Pengukuran kejelas pandangan akibat partikulat yang tersebar di atmosfer dapat dilakukan dengan banyak metoda, dua diantaranya adalah pertama dengan metoda pengukuran hamburan belakang dari partikel dengan anggapan bahwa partikel elastis sempurna, dan yang kedua adalah dengan metoda absorpsi langsung dengan berkas tunggal.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Sumber-sumber yang menyebabkan timbulnya partikel yang bertebaran di udara secara garis besar dapat dibagi dua : pertama, timbul secara alamiah misalnya menguapnya embun dipagi hari, kabut, semburan debu gunung

meletus, asap kebakaran hutan dan lain-lain. Yang kedua timbul secara buatan, misalnya karena asap pabrik/industri, kendaraan bermotor, rokok dan dari akibat kehidupan sosial budaya manusia lainnya.

Bertitik tolak dari keadaan tersebut di atas, maka diperlukan data yang menentukan tingkat kejelas pandangan manusia sehingga dapat diketahui berapa kemampuan jangkauan penglihatan manusia dengan nyata pada berbagai kondisi atmosfer atau udara.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan dalam kajian ini, antara lain :

1. Masih belum tersedianya alat ukur visibility meter (kejelas pandangan)
2. Masih belum tersedianya data dan informasi tentang kejelas pandangan di Kota Medan.
3. Masih terbatasnya penelitian tentang pengaruh polusi udara terhadap kejelas pandangan
4. Belum tersosialisasinya pengaruh atau akibat terganggunya kejelas pandangan terhadap kehidupan manusia.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Kabut asap yang melanda Riau pada hari Selasa, 21 Juni 2004 jam 17:10 WIB (Tempo Interaktif, 22 Juni 2004) menyebabkan jarak pandang (*visibility*) di Pekanbaru, tinggal 300 meter hingga 400 meter dan berdampak pada terganggunya jadwal 18 penerbangan dari dan ke Pekanbaru.

Kepala Cabang Angkasa Pura II Pekanbaru, Sutrisno, mengatakan pada Selasa pagi mulai pukul 06.00 WIB hingga 08.00 WIB, jarak pandang di Pekanbaru tinggal 300 meter (pukul 06.00 WIB) dan 400 meter (08.00 WIB).

"Mengetahui *visibility* hanya 300-400 meter pada jam 06.00 WIB-08.00 WIB, terpaksa diambil kebijakan untuk menunda penerbangan dari Pekanbaru dan menginformasikan hal itu ke pihak bandara lain untuk mengambil sikap.

Sutrisno mengatakan dengan terjadinya kabut asap itu, penerbangan ke Pekanbaru yang tertunda ada delapan, masing-masing lima penerbangan dari Jakarta, dua penerbangan dari Medan, dan satu penerbangan dari Dumai. Sementara penerbangan yang tertunda dari Pekanbaru antara lain Merpati yang ke Batam dan Malaka, Malaysia, dan Batavia Air ke Jakarta.

"Pesawat Star Air yang berangkat dari Jakarta pada pukul 08.45 dengan tujuan ke Pekanbaru bahkan sempat dua kali berputar-putar di sekitar Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru untuk kemudian akhirnya memilih mengalihkan dan mendarat sementara di Bandara Polonia Medan menunggu bisa terbang kembali ke Pekanbaru".

Sutrisno menjelaskan, baru sekitar pukul 10.30 WIB jarak pandang membaik menjadi sekitar 500 meter sehingga penerbangan mulai lancar kembali. "Meski mulai membaik hingga 500 meter, *visibility* di Pekanbaru itu masih bisa dikatakan mengkhawatirkan, karena *visibility* yang aman dua kilometer.

Sutrisno menambahkan, jarak pandang sekitar 300 meter-500 meter itu merupakan kondisi terburuk dalam enam tahun terakhir. Dari pantauan di Bandara Sultan Syarif Kasim, sekitar 600 calon penumpang berbagai penerbangan tampak memadati ruang tunggu bandara itu untuk menunggu

penerbangan yang ditunda. Bandara itu tampak penuh sesak, karena juga dipenuhi dengan para keluarga maupun relasi penumpang yang kedatangannya juga tertunda ke Pekanbaru.

Sementara itu dari pantauan Satelit NOA yang diperoleh Dinas Kehutanan dan Badan Pengendali Dampak Lingkungan (Bapedal) Riau menunjukkan peningkatan jumlah titik api di daerah ini cukup signifikan menjadi 403 dari 212 titik akhir pekan lalu.

"Dari pantauan Satelit NOA titik api sudah mencapai 403," ujar Kadis Kehutanan Riau, Asral Rachman, se usai pembagian masker gratis di Jalan Jendral Sudirman. Kabut asap itu menyebabkan mata menjadi pedas dan nafas menjadi sesak.

Asral menjelaskan, daerah yang paling banyak terdapat titik api adalah Rokan Hilir yang merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan Sumatera Utara. "Untuk mencegah perluasan kebakaran hutan dan lahan di Riau, Dishut telah menerjunkan tim pemadam kebakaran. Selasa, tim memadamkan titik api di beberapa lahan terbakar di pinggiran Pekanbaru yang sebagian besar merupakan lahan kosong".

Wakil Gubernur Riau Wan Abu Bakar kepada *Tempo* mengatakan, menyikapi asap kabut yang sampai mengganggu penerbangan, Pemda hari Rabu akan melakukan pertemuan dengan instansi terkait dari seluruh kabupaten.

## **2.2 Serapan dan Penerusan**

Kondisi udara sering mengalami perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh alam maupun aktifitas manusia. Bebera kondisi yang sering terjadi diantaranya, udara mendung, udara berkabut, udara berembun, udara basah, udara tercemar seperti udara berasap, udara berdebu dan udara yang dipengaruhi oleh adanya gas-gas atau partikel. Tentunya kondisi udara ini, akan mempengaruhi penjalaran cahaya. Demikian juga cahaya dari suatu objek yang sampai ke mata akan terganggu.

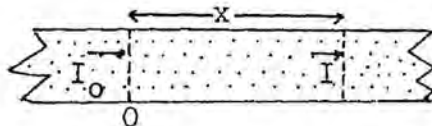
Cahaya yang masuk ke mata lazimnya merupakan cahaya pantul dari objek yang dilihat walaupun ada cahaya langsung yang berasal dari sumber cahaya. Bila cahaya pantul menembus suatu materi yang ada di sekitar benda, yang berbentuk padat, cair maupun gas, maka intensitasnya akan

berkurang atau menurun secara eksponensial terhadap jarak dan koefisien extinction dari materi yang dilaluinya (Beer - Lambert 1729). Dengan demikian materi tersebut akan mempengaruhi intensitas cahaya yang diterima mata. Pengurangan intensitas ini disebabkan karena adanya proses absorpsi maupun hamburan oleh materi yang dilintasinya.

### 2.3 Proses Terjadinya Serapan dan Penerusan

Jika gelombang cahaya mengenai atom atau molekul, maka energi medan listrik yang dibawanya akan menggetatkan dan atau merotasikan muatan listrik yang terdapat dalam atom atau molekul tersebut, yang frekwensinya sama dengan frekwensi gelombang cahaya datang. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan energi cahaya pada jarak tertentu, karena sebagian digunakan untuk kedua kejadian di atas. dengan kata lain energi cahaya yang mengenai partikel sebagian diserap. Jadi serapan merupakan terjadinya proses hilangnya energi setelah melalui suatu materi. Sedangkan energi yang diteruskan atau ditransmisikan merupakan energi sisa yang tidak diserap yang dapat keluar setelah melalui materi tersebut.

Pada Gambar 2.1 diperlihatkan seberkas cahaya yang dilewatkan pada suatu materi penyerap.



Gambar 2.1 Cahaya yang dilewatkan melalui materi sepanjang  $x$  dari  $I_0$  menjadi  $I$  ( $I < I_0$ ).

Intensitas cahaya pada  $x = 0$  adalah  $I_0$  dan ketika gelombang cahaya melewati materi, amplitudo dan intensitasnya mengalami perubahan. Setelah melampaui jarak sepanjang  $x$  dari materi tersebut, intensitasnya berkurang menjadi  $I$ . Bougeur telah memperlihatkan hubungan antara  $I$ ,  $I_0$  dan  $x$ , yang menyatakan bahwa setiap elemen ketebalan dari materi penyerap akan menyerap bagian yang sama dari intensitas cahaya yang jatuh padanya. Misalkan materi itu dibagi-bagi menjadi lapisan vertikal yang mempunyai ketebalan yang sama, maka intensitas yang masuk ke lapisan kedua di

sebelah kanan  $x = 0$ , (setelah masuk ke dalam satu satuan ketebalan penyerap) yaitu  $t_c I_0$ , dengan  $t_c$  adalah bagian yang dikenal sebagai 'koefisien transmisi', maka intensitas yang memasuki lapisan berikutnya berturut-turut adalah  $t_c^2 I_0$ ,  $t_c^3 I_0$ , ... dan seterusnya. Ternyata bagian yang diserap sama besarnya setiap lapisan. Besarnya intensitas  $I$  setelah melewati materi setebal  $x$  menjadi

$$I = I_0 t_c^x \quad (1)$$

Menurut Bouguer koefisien transmisi akan menurun secara eksponensial terhadap koefisien extinction yang mempengaruhinya jadi.

$$t_c = e^{-\alpha} \quad (2)$$

Oleh karena itu, persamaan (1) dapat ditulis sebagai berikut :

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (3)$$

Dimana :

$I$  = Intensitas cahaya setelah melalui materi

$I_0$  = Intensitas cahaya sebelum melalui materi

$\alpha$  = koefisien extinction (koefisien absorpsi dan koefisien hamburan)

$x$  = Jarak yang di lalui cahaya

Hukum yang dinyatakan oleh persamaan (3) pertama-tama diberikan oleh Bouguer tetapi sering disebut hukum Beer-Lambert nama pembaharunya.

Di atmosfer, cahaya yang melintasi akan mengalami peristiwa seperti tersebut di atas, dimana kondisi udara yang bertindak sebagai materi, akan mempengaruhi besar cahaya yang diserap, dihamburkan dan diteruskan. Makin kotor kondisi udara, makin besar koefisien extinctionnya, sebaliknya koefisien transmisifitas akan berkurang.



## 2.4 Bentuk Serapan dan Penerusan

Bentuk-bentuk serapan dan penerusan cahaya sangat dipengaruhi oleh jenis materi yang dilintasinya dan panjang gelombang cahaya yang melaluinya. Serapan oleh partikel padat berbeda dengan partikel cair, begitu juga dengan gas. Di bawah ini akan ditunjukkan bentuk, koefisien absorpsi dari CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan dari partikulat pada panjang gelombang cahaya 0,55 μm. Koefisien absorpsi untuk molekul CO<sub>2</sub> di bawah ketinggian 9 km diberikan oleh Wood dkk adalah :

$$\alpha_{\text{CO}_2} = 1,44 \times 10^{-3} 295/T^{1,5} \exp -(970/T) \ln 10 \text{ cm}^{-1} \quad (4)$$

dan untuk molekul H<sub>2</sub>O diberikan oleh Mc. Coy dkk. adalah :

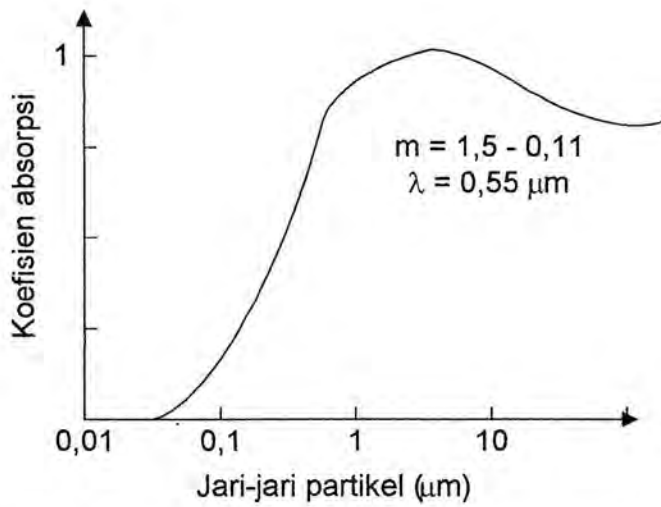
$$\alpha_{\text{H}_2\text{O}} = 4,32 \times 10^{-11} P(P+193) \text{ cm}^{-1} \quad (5)$$

T dan P pada persamaan (4) dan (5) berturut-turut adalah temperatur dan tekanan atmosfer. Masing-masing zat akan mempunyai koefisien extinction yang dapat dicari dari sifat dan diameter partikel atau dengan cara absorpsi langsung.

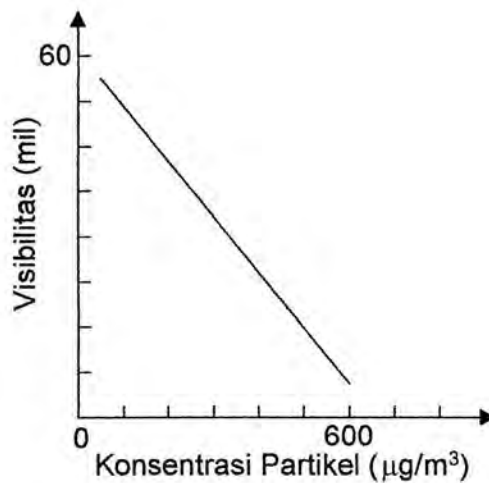
Bentuk koefisien absorpsi untuk partikulat dapat di lihat pada Gambar 2.2.

Ternyata aerosol yang dilintasi cahaya dengan panjang gelombang tersebut mempunyai koefisien absorpsi yang cukup besar, terutama untuk diameter 1,0 μm.

Besar kecilnya koefisien extinction pada jarak tertentu tergantung pada besar kecilnya konsentrasi partikel. Makin besar konsentrasi, maka koefisien extinction akan semakin besar sehingga visibilitasnya akan semakin kecil atau jarak pandang menjadi pendek. Jika konsentrasi kecil koefisien extinction akan kecil, sehingga visibilitasnya besar atau jarak pandang jauh. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.3, yang menunjukkan hubungan antara pengaruh konsentrasi partikel dengan visibilitas (kejelas pandangan).



Gambar 2.2 Koefisien absorpsi pada  $\lambda = 0,55 \mu\text{m}$  untuk partikel menurut Mie



Gambar 2.3. Pengaruh konsentrasi partikel terhadap visibilitas

### 2.5 Jenis-jenis Partikel

Partikel yang tersebar di udara mempunyai bentuk, ukuran dan jenis tertentu. Di bawah ini ditunjukkan beberapa ukuran partikel yang dapat berpengaruh terhadap aktifitas manusia, diantaranya :

1. **Asap** (*smoke*), terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna, partikel berupa zat padat atau zat cair yang mempunyai diameter lebih kecil dari  $1\mu\text{m}$ .
2. **Uap air**, terjadi karena penguapan, bentuk partikel berupa zat cair yang mempunyai diameter lebih kecil dari  $1\mu\text{m}$ , tidak berbau, tidak berwarna dan tidak terlihat.
3. **Embun**, terjadi karena peristiwa perubahan gas menjadi zat cair atau zat padat disebabkan kristal-kristal garam yang naik ke udara dari gelombang laut. Embun ini berdiameter antara  $0,001 - 0,1\mu\text{m}$ . Kristal tersebut dapat melayang di udara cukup lama dan dapat tinggi.
4. **Awan**, awan ini dapat mengakibatkan udara mendung, warnanya kelabu. Kadang-kadang menimbulkan hujan, terjadi karena udara dekat bumi sangat dingin. Merupakan partikel-partikel air yang sangat kecil.
5. **Kabut**, dapat mengakibatkan udara keruh, hingga pemandangan menjadi buruk. Jika keadaan tidak terlalu keruh, dinamakan kabut tipis (lazimnya jarak penglihatan kurang dari 1 km). Kabut tersebut terdiri dari titik air yang sangat kecil, berada dalam suspensi udara terjadi karena kondensasi uap. Kabut ini berdiameter sampai  $100\mu\text{m}$  berada beberapa meter di atas permukaan bumi sampai ratusan meter.
6. **Hujan**, merupakan gabungan titik-titik air yang besar dari anasir-anasir awan, yang tidak dapat menahan alirannya, titik air ini berdiameter maksimum 7 mm.
7. **Debu** (*dust*), terjadi karena proses penghancuran atau kompresi oleh tenaga luar yang bersifat mekanik. Partikelnya berupa zat padat dan berdiameter lebih kecil dari  $1\mu\text{m}$  sampai dengan  $10\mu\text{m}$  dan dapat dipengaruhi gravitasi. Biasanya beterbangan karena hembusan angin.
8. **Smog**, campuran dari asap dan kabut tipis, partikelnya berupa zat padat dan zat cair, mempunyai diameter lebih kecil dari  $1\mu\text{m}$ .

Partikel yang mengambang di udara pada umumnya mempunyai diameter antara  $0,01 - 10\mu\text{m}$ .<sup>16)</sup> Hal ini tidak berarti bahwa partikel dengan diameter yang semakin kecil semakin banyak.

Partikel-partikel dengan diameter lebih kecil dari  $0,01 \mu\text{m}$  pada umumnya akan mengalami penggumpalan karena sifat fisis dan kimia, sehingga tidak mudah dibedakan dari molekul yang besar.

Partikel yang berdiameter diatas  $20 \mu\text{m}$  akan cepat mengendap ke permukaan bumi dikarenakan faktor gravitasi.

## 2.6 Karakteristik Partikel

Sifat-sifat partikel satu dengan yang lainnya berbeda-beda. Sifat ini tergantung dari jenis dan ukuran partikel itu sendiri disamping tergantung dari panjang gelombang cahaya yang diberikan. Di bawah ini ditunjukkan beberapa sifat partikel yang menonjol yang dijelaskan secara fisik diantaranya:

1. Partikel-partikel dapat menyebar ke seluruh daerah tergantung dari kondisi meteorologis disekitarnya.
2. Partikel-partikel menyebar berdasarkan gerak brownian dan memperlihatkan gejala kondensasi antar partikel. (efek kondensasi)
3. Mengakibatkan gejala dispersi cahaya.
4. Mempunyai tanggapan sendiri-sendiri terhadap panjang gelombang cahaya yang diberikan, sehingga dapat mengetahui tanggapan keluaran cahaya yang jatuh padanya untuk diidentifikasi jenisnya.
5. Mudah bermuatan listrik akibat pengaruh gesekan, dan karena radiasi.
6. Partikel-partikel kecil mudah mengendap karena gravitasi diakibatkan sentuhan atau tabrakan dengan uap air di udara.
7. Partikel-partikel yang relative cukup besar, jika arus udara tiba-tiba berubah arah akan memisahkan diri dari arus udara yang mengandung partikel karena tenaga kelembaman.
8. Partikel dalam keadaan mengapung akan mengendap dengan kecepatan pengendapan yang bervariasi terhadap diameter partikel, berat jenis dan sifat higroskopis.

Karakteristik optik untuk setiap jenis partikel tidak sama, hal ini mempersulit dalam menentukan indeks bias, koefisien hamburan dan sebagainya dari sekumpulan partikel tidak homogen.

## 2.7 Visibilitas (Kejelaspandangan)

Kejelas-pandangan sering disebut juga 'visibilitas' yang berarti jarak horizontal maksimum objek yang masih dapat dilihat dengan jelas pada keadaan terang normal oleh mata telanjang. Definisi ini sukar dilakukakan dalam praktek karena identifikasi dari suatu objek sangat bergantung pada pengenalan terhadap sifat objek itu. Juga dari sudut teori hal ini sangat tidak memuaskan. Untuk itu visibilitas didefinisikan sebagai jarak maksimum pada saat suatu objek masih dapat dibedakan atau dilihat terhadap latar belakang.

Visibilitas merupakan hal yang penting dalam bidang transportasi baik udara, darat maupun laut. Untuk penerbangan batas terendah visibilitas adalah 3 mil (menurut ketentuan ICAO), di samping variasi visibilitas terhadap ketinggian. Sedang untuk pengendara mobil visibilitasnya antara 5 - 10 m (Ditlantas komtabes Bandung).

## 2.8 Kekontrasan

Kekontrasan adalah merupakan kecerlangan objek yang masih dapat dilihat karena pengaruh latar belakang. Bila suatu objek dilihat terhadap kaki langit pada suatu jarak tertentu, kecerahannya akan mendekati kecerahan latar belakang, sehingga objek akan tidak tampak lagi.

Perubahan kecerahan suatu objek pada jarak tertentu dari pengamat disebabkan oleh hamburan cahaya ke arah pengamat karena adanya suspensi partikel pada lintasan optic.

Ukuran partikel yang mensuspensi tersebut dapat berbentuk molekul udara sampai dengan kondensasi inti, asap, dan embun. Partikel yang lebih kecil dari panjang gelombang cahaya seperti molekul udara, kondensasi inti dan asap, menghamburkan cahaya biru lebih kuat dari cahaya merah. Hal ini disebabkan intensitas gelombang yang dihamburkan yang paling besar yang sampai pada mata berasal dari gelombang cahaya pada frekvrensi tinggi (biru).

Partikel yang lebih besar dari panjang gelombang cahaya, seperti debu, embun dan endapan menghamburkan cahaya secara acak.

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah merancang alat ukur visibility meter (kejelas pandangan) untuk memperoleh data dan informasi tentang daerah-daerah yang potensial menghasilkan sumber penyebab terjadinya polusi udara.

Kemudian tujuan dari pelaksanaan kajian ini, adalah :

- a. Untuk mengetahui perkembangan polusi udara di Kota Medan.
- b. Untuk mengetahui seberapa jauh polusi udara tersebut sudah mempengaruhi kejelas pandangan.

#### **3.2 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Untuk memperoleh data dan informasi tentang perkembangan polusi udara di kota Medan yang diakibatkan oleh partikel.
2. Sebagai bahan untuk menginformasikan kepada masyarakat tentang batas ambang polusi udara yang mengakibatkan berkurangnya kejelas pandangan.

Dari penelitian ini diharapkan akan memperoleh hasil berupa laporan yang memuat tentang ;

1. Data tentang daerah-daerah potensial sumber polusi udara yang mengakibatkan terganggunya kejelas pandangan.
2. Bahan bagi pemerintah untuk memberikan penyuluhan kepada masyarakat guna mengurangi sumber polusi udara yang akan mempengaruhi terhadap kejelas pandangan.
3. Dasar kebijakan dalam penentuan lokasi bagi pengembangan atau pemekaran kota Medan.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Dalam hal ini pengukuran dilakukan dengan menggunakan teknik optik yang memanfaatkan sifat fisis dari partikel. Pengukuran ini dilakukan secara terus-menerus, kemudian hasil pengukuran ditabelkan. Prinsip deteksi isyarat dilakukan dengan menentukan intensitas yang ditransmisikan melalui media udara.

Dalam pengukuran diketengahkan anggapan bahwa partikel terdistribusi merata dalam ruang ukur, konsentrasi partikel dalam ruang ukur dianggap homogen dan kejelas pandangan atau jarak pandang yang terukur dapat mewakili seluruh daerah ukur ke segala arah. Koefisien extinction diukur dari metode absorpsi langsung.

Penelitian dilakukan untuk beberapa lokasi dengan daerah tempat yang berbeda, yaitu padat penduduk, padat industri dan padat lalu lintas. Masing-masing lokasi dilakukan pengukuran atau pengamatan berdasarkan jarak dari sumber dan waktu pengamatan. Selain itu, dari lokasi penelitian dilakukan pengamatan secara speris terhadap sumber.

Ruang lingkup kegiatan penelitian ini adalah :

1. Merancang alat visibility meter dengan metoda absorpsi langsung berkas tunggal
2. Penentuan lokasi penelitian. Dalam hal ini lokasi penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) lokasi berdasarkan daerah sumber polusi yaitu berdasarkan daerah padat penduduk, daerah industri dan daerah padat lalu lintas.
3. Analisis data menggunakan pendekatan kuantitatif.

#### **Lokasi Penelitian :**

Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan daerah padat penduduk, daerah industri dan daerah padat lalu lintas.

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Pengukuran Kejelas Pandangan

Pengujian seluruh perangkat dilakukan dengan mengukur kejelas pandangan yang diakibatkan oleh kepulan asap yang dimasukkan ke ruang ukur, dan pada saat yang bersamaan konsentrasi asap yang mengisi ruang ukur dideteksi oleh alat ukur lain yaitu Digital Dust Indicator merek Ogawa Seiki, buatan Co, LTD No. 0855750 (lihat lampiran B). Selanjutnya konsentrasi yang terukur dirubah ke jarak pandang dan hasilnya dibandingkan dengan besar nilai yang ditunjukkan oleh Visibility meter.

### 5.2 Prinsip Pengukuran

Untuk menentukan perangkat ukur agar dapat menunjukkan harga atau nilai yang sesuai dengan yang sebenarnya, maka penunjukkan peraga terlebih dahulu harus dibandingkan dengan hasil perhitungan. Hal ini dilakukan dengan cara mengukur besar konsentrasi yang ada di dalam ruang ukur, dan setelah dirubah ke jarak pandang disesuaikan dengan penunjukkan peraga alat ukur dengan cara mengatur tegangan standar. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1 Cara membandingkan penunjukkan dari perangkat ukur yang digunakan

Asap yang melalui ruang ukur sebagian besar terukur oleh DDI (Digital Dust Indicator). Besar yang ditunjukkan dirubah ke jarak pandang dengan menggunakan persamaan 5.1 berikut ini.



$$\frac{\alpha}{m} = 0,87 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \mu\text{g}$$

5.1

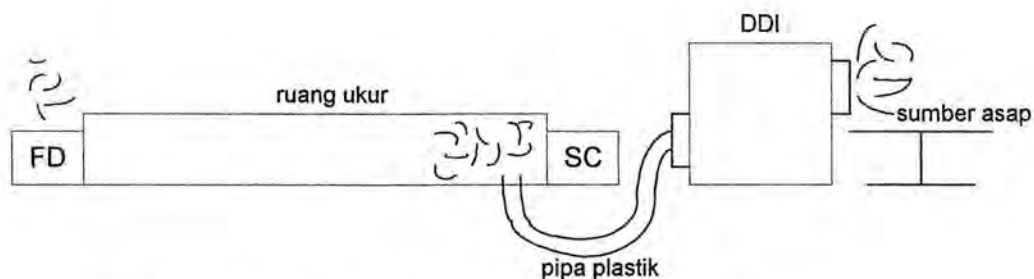
Dimana :  $\alpha$  = koefisien extinction [1/m]

$m$  = konsentrasi partikel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Setelah besar konsentrasi diketahui, koefisien extinction dapat dicari, selanjutnya dengan menggunakan persamaan 5.2 akan diperoleh jarak pandang atau visibilitas dengan anggapan bahwa panjang gelombang  $\lambda$  sumber cahaya  $0,55 \mu\text{m}$  yang dominan.

$$D_m = \frac{3,912}{\alpha} \left( \frac{0,55 \mu\text{m}}{\lambda \mu\text{m}} \right)^2 \quad 5.2$$

Hasil perhitungan ini menjadi acuan pengaturan tegangan standar pada rangkaian pembalik agar dapat menunjukkan angka yang sesuai. Pengukuran ini dilakukan setelah sumber cahaya diberi filter dengan menggunakan plastik transparan bening dengan faktor transmisi 1447. Pengukuran selanjutnya dilakukan dengan cara seperti pada Gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Cara pengukuran yang dilakukan di Laboratorium

Asap yang terisap oleh DDI dikeluarkan melalui pipa plastik dan dimasukkan ke ruang ukur, asap ini akan mempengaruhi penjalaran cahaya, sehingga jarak pandang yang dipengaruhinya akan terukur. Demikian seterusnya dilakukan beberapa kali pengukuran dengan menambah sedikit

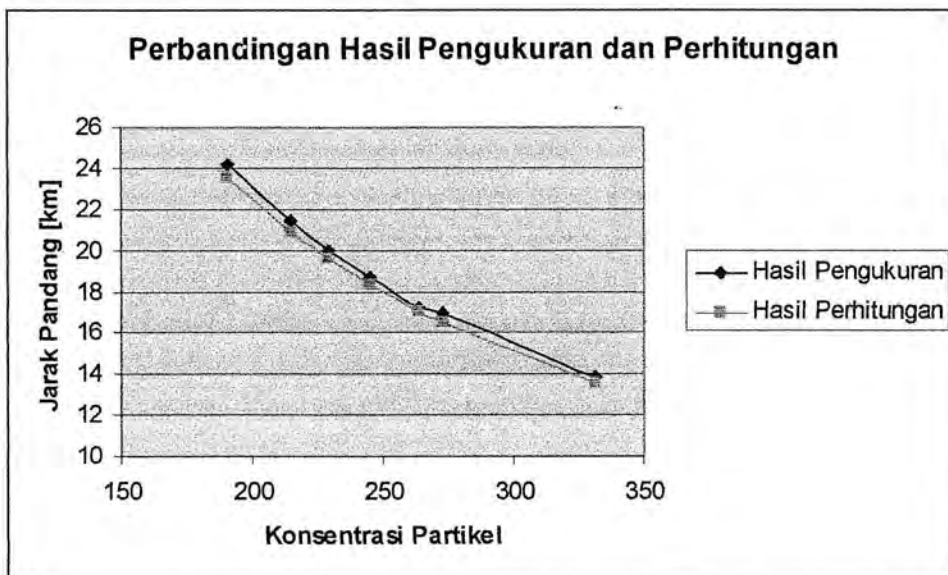
demi sedikit asap yang diisap DDI. Hasil penunjukkan perangkat ukur visibility meter dibandingkan dengan hasil perhitungan.

### 5.3 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran jarak pandang akibat perubahan konsentrasi asap dapat dilihat pada Gambar 5.3. Sedangkan data hasil pengukuran dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.1. Sumbu tegak pada kurvamenyatakan jarak pandang dalam km, sedangkan sumbu mendatar menyatakan besar konsentrasi partikel dalam  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabel 5.1 Hasil pengukuran kejelas pandangan akibat perubahan konsentrasi asap (dilaboratorium).

Konsentrasi [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Jarak Pandang [km]	
	Pengukuran	Perhitungan
191	24.190	23.540
215	21.460	20.914
229	19.980	19.618
245	18.680	18.350
264	17.220	17.032
273	16.990	16.470
331	13.870	13.584



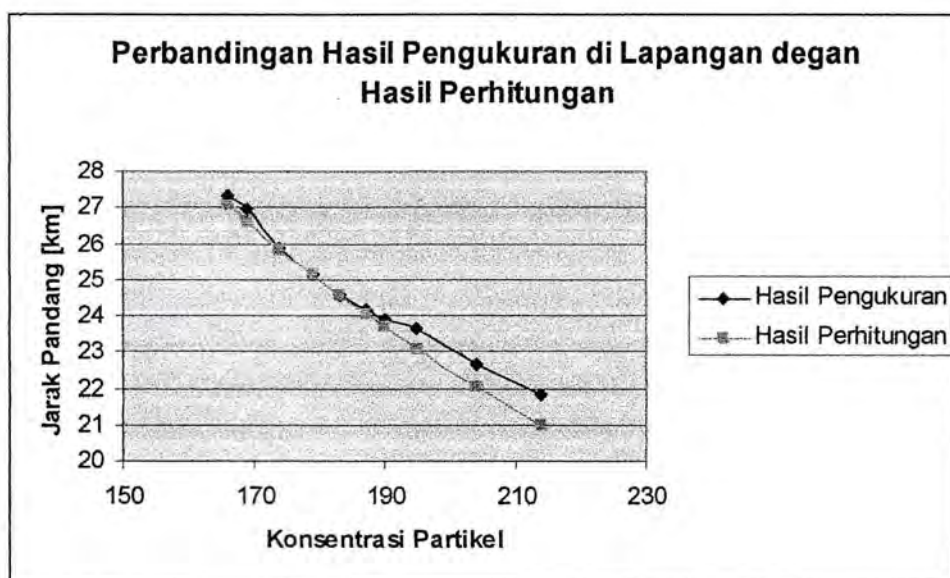
Gambar 5.3 Grafik perbandingan hasil pengukuran di Laboratorium dan perhitungan

Tabel 5.2 Hasil pengukuran kejelas pandangan akibat perubahan konsentrasi partikel (dilapangan). Kamis, 17 April 2008

Konsentrasi [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Jarak Pandang [km]	
	Pengukuran	Perhitungan
166	27.300	27.088
169	26.960	26.606
174	25.890	25.842
179	25.160	25.120
183	24.590	24.571
187	24.180	24.045
190	23.920	23.666
195	23.660	23.059
204	22.630	22.042
214	21.820	21.012

Keterangan :

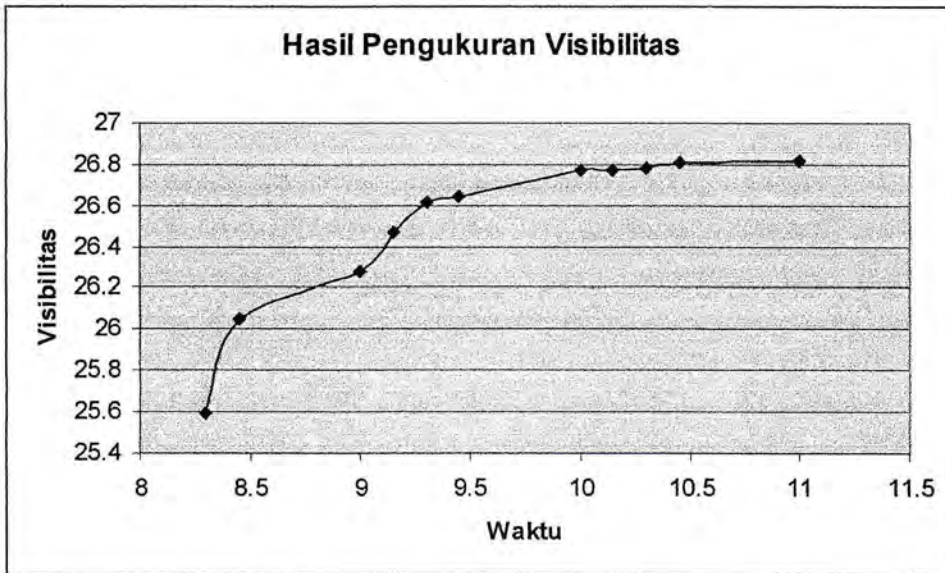
Pengukuran konsentrasi dilakukan dengan menggunakan Digital Dust Indicator yang diletakkan dekat dengan ruang ukur dari perangkat optik kejepas pandangan. Pada saat pengukuran tidak dilakukan pemindahan tempat (tempat pengukuran tetap).



Gambar 5.4 Perbandingan hasil pengukuran di Lapangan dengan Hasil Perhitungan

Tabel 5.3 Data Visibilitas hasil pengukuran di daerah Pasar Aksara (Jl. Willem Iskandar), Sabtu, 19 April 2008, jam 08.30 – 11.00

Waktu	Kecepatan Angin [m/det]	Temperatur [oC]	Jarak Pandang [km]	Kondisi Udara
08.30	0.5	22.5	25.590	Berdebu
08.45	1.0	24.5	26.050	Berdebu
09.00	1.0	34.5	26.280	Cerah
09.15	1.0	35.5	26.470	Cerah
09.30	1.0	33.5	26.620	Cerah
09.45	1.25	34.5	26.640	Cerah
10.00	1.0	37.5	26.770	Cerah
10.15	2.0	37.5	26.770	Cerah
10.30	1.5	38.5	26.780	Cerah
10.45	1.5	36.0	26.810	Cerah
11.00	3.0	34.0	26.820	Cerah



Gambar 5.5 Grafik hasil pengukuran visibilitas di Jl Willem Iskandar (Sabtu, 19 April 2008, jam 08.30 – 11.00)

## 5.4 Pembahasan

Dari kurva Gambar 5.3 dapat diamati bahwa hasil pengukuran visibility meter yang digunakan dan hasil perhitungan menunjukkan hasil yang tidak persis sama. Pada nilai konsentrasi yang sama jarak pandang (visibilitas) hasil perhitungan relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan penunjukkan pada alat ukur. Hal ini berarti bahwa konsentrasi partikel yang terukur lebih besar dari konsentrasi partikel yang mempengaruhi penjalaran sumber cahaya.

Dari hasil pengukuran di lapangan seperti ditunjukkan pada Tabel 5.2 ternyata dengan hasil perhitungan juga terdapat perbedaan. Pada konsentrasi partikel yang sama kurva hasil pengukuran tampak lebih landai jika dibandingkan dengan hasil perhitungan. Hal ini berarti bahwa partikel yang mempengaruhi penjalaran sumber cahaya dengan DDI tidak sama.

Perbedaan dari hasil pengukuran dengan hasil perhitungan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya oleh ketidaksempurnaan alat ukur yang digunakan, dan karena cara pengukuran yang kurang tepat.

Faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan hasil pengukuran yang disebabkan oleh perangkat ukur adalah sumber cahaya yang digunakan kurang sesuai dengan yang diharapkan yaitu monochromatic. Karakteristik Fotodetector yang digunakan kurang sesuai dengan karakteristik sumber cahaya yang digunakan.

Hasil pengukuran pada Tanggal 19 April 2008 di Jl. Williem Iskandar, dekat Pasar Aksara, diperoleh bahwa pada kecepatan angin yang relatif sama diperoleh nilai visibilitas semakin siang semakin jauh. Hal ini berarti konsentrasi partikel semakin rendah.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Metoda absorpsi langsung telah dibuktikan dapat digunakan untuk mengukur jarak pandang manusia di atmosfer.
2. Telah terbukti bahwa semakin tinggi konsentrasi partikel, kejelas-pandangan semakin rendah. Dan semakin rendah konsentrasi, kejelas-pandangan semakin tinggi. Dalam hal ini pada konsentrasi  $331 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kejelas-pandangan adalah  $13,870 \text{ km}$  dan untuk konsentrasi  $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kejelas-pandangan  $24,190 \text{ km}$  (hasil pengukuran di laboratorium). Dari hasil pengukuran lapangan didapatkan, pada konsentrasi  $166 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kejelas-pandangan sebesar  $27,300 \text{ km}$  dan untuk, konsentrasi  $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kejelas-pandangannya sebesar  $21,820 \text{ km}$ .
3. Ketelitian pengukuran tergantung dari sumber cahaya, perangkat elektronik dan detektor.
4. Kesalahan semakin besar bila konsentrasi partikel semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena kemungkinan terjadi hamburan ganda.

#### 6.2 Saran

Hal yang dapat disarankan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih baik yaitu :

1. Agar menggunakan sumber cahaya yang monochromatic, hal ini dapat diusahakan dengan memasang filter yang bermutu tinggi atau menggunakan LASER.
2. Fotodetektor yang dipilih karakteristiknya agar disesuaikan dengan sumber cahaya yang digunakan.
3. Perlu dirancang rangkaian pembalik yang sesungguhnya agar memenuhi persamaan yang digunakan
4. Perlu difikirkan cara pengkalibrasian yang baik sehingga dijamin kebenarannya.
5. Perlu adanya tanda pasti untuk meyakinkan kebenaran praduga kejelas pandangan pengamat.

## Daftar Pustaka

1. TEMPO *Interaktif*, Selasa, 22 Juni 2004, 17:10 WIB
2. TSUJI YOSHIKADO (Kogakuin Univ., JPN) NISHIYAMA TOORU (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., JPN) GOTO KAZUYUKI (Neoaku) MIZUNO AKISATO (Kogakuin Univ., JPN), Development of Integrated-type Visibility Meter for Road Tunnels, Nihon Kikai Gakkai Nenji Taikai Koen Ronbunshu, Vol.2, pp..231-232, 2005.
3. NUMÁTA MINORU (Tohogijutsu Gijutsukaihatsushitsu) OKAMOTO JUN (Yokogawa Denshikiki Co., Ltd., JPN) TASHIRO TOORU (Yokogawadenshikiki Moriokagijutsubu) ITO TAKESHI (Akita Natl. Coll. of Technol.), Basic research on prediction method for short time snowfall and road temperature to which the precipitation division by visibility meter was applied, Proceedings of Cold Region Technology Conference, VOL.17; pp. 673-677, 2001.
4. Toru HAGIWARA, Developing a New Method to Assess Poor Visibility Level on Roads by Digital Image, Journal of The Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 66-76, 2005.