

#### 4.10. Perbandingan Konsentrasi Teoritis dengan Konsentrasi Lapangan

##### 4.10.1. Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Lapangan (Februari 2004)

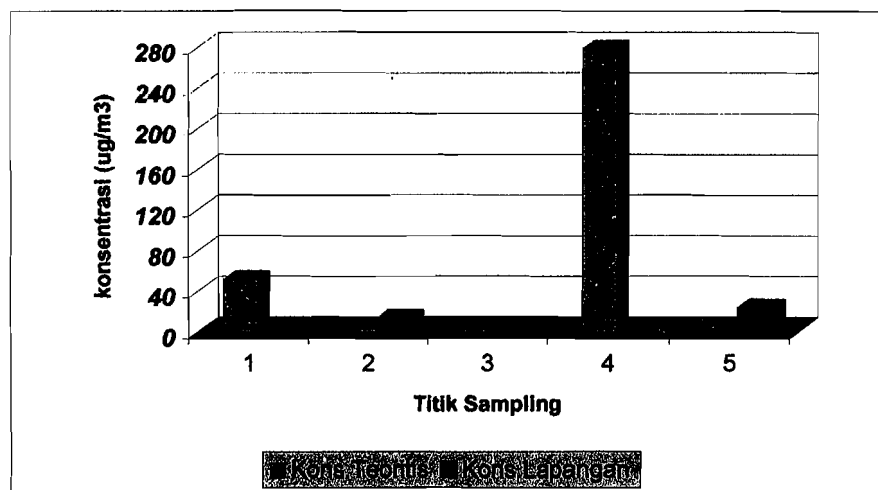
Untuk membandingkan antara perhitungan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> teoritis dengan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> lapangan hasil pengukuran, digunakan data konsentrasi yang telah dikonversikan ke dalam waktu standar (24 jam) melalui rumus Canter. Adapun data perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.35. dan Tabel 4.36. berikut :

TABEL 4.36.

Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub> Pengukuran (Februari 2004)

Lokasi <i>Sampling</i>	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Teoritis	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Lapangan
Titik 1	52,05542	2,018478
Titik 2	3,924644	12,65459
Titik 3	2,804586	2,164183
Titik 4	278,5036	2,23624
Titik 5	2,99E-15	23,21161

Sumber : Data primer hasil perhitungan.

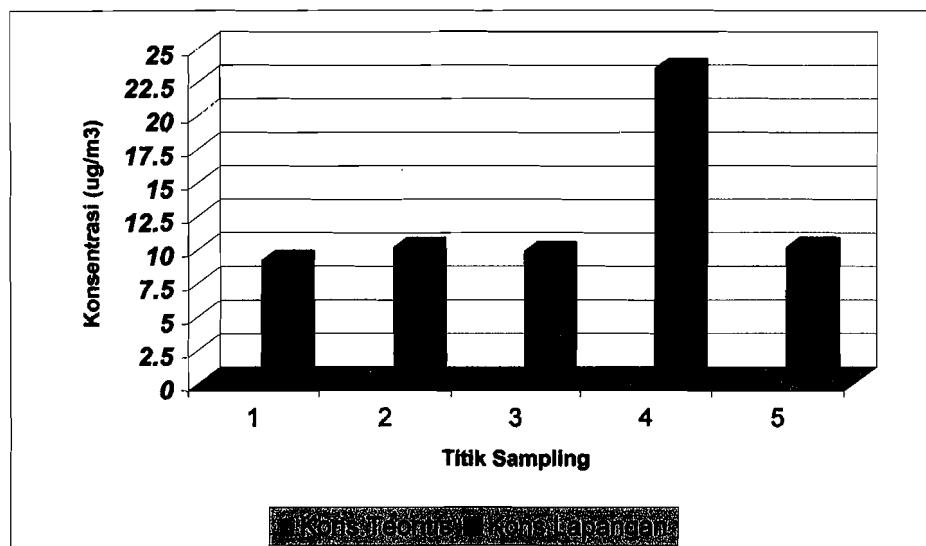


Gambar 4.3. Perbandingan konsentrasi SO<sub>2</sub> teoritis – pengukuran

**TABEL 4.37.**  
**Perbandingan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Pengukuran**  
**(Februari 2004)**

Lokasi <i>Sampling</i>	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Teoritis	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Lapangan
Titik 1	0,017248	9,134254
Titik 2	0,016906	10,10953
Titik 3	0,025555	9,793611
Titik 4	0,008307	23,45221
Titik 5	2,38E-56	10,1197

Sumber : Data primer hasil perhitungan.



Gambar 4.4. Perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> teoritis - pengukuran

Berdasarkan grafik perbandingan pada Gambar 4.3. dan Gambar 4.4. dapat dilihat bahwa perbedaan antara konsentrasi teoritis dengan konsentrasi lapangan pada saat penelitian memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Hal tersebut dapat disebabkan antara lain karena :

- a). Data emisi cerobong yang digunakan merupakan data hasil *sampling* terakhir oleh divisi K3LH PT. Krakatau Steel, yaitu data enam bulan terakhir sebelum penelitian.

- b). Pengukuran kondisi meteorologi yang kurang akurat, dalam hal ini adalah data kecepatan angin. Kecepatan angin yang digunakan seharusnya adalah kecepatan angin pada ketinggian 10 meter, sedangkan di dalam penelitian, karena keterbatasan alat, maka dilakukan pengukuran pada ketinggian 2 meter.
- c). Adanya faktor bangunan pada area sekitar lokasi penelitian yang dapat mempengaruhi sebaran konsentrasi. Sedangkan pada penelitian kali ini, pengaruh faktor bangunan diabaikan.

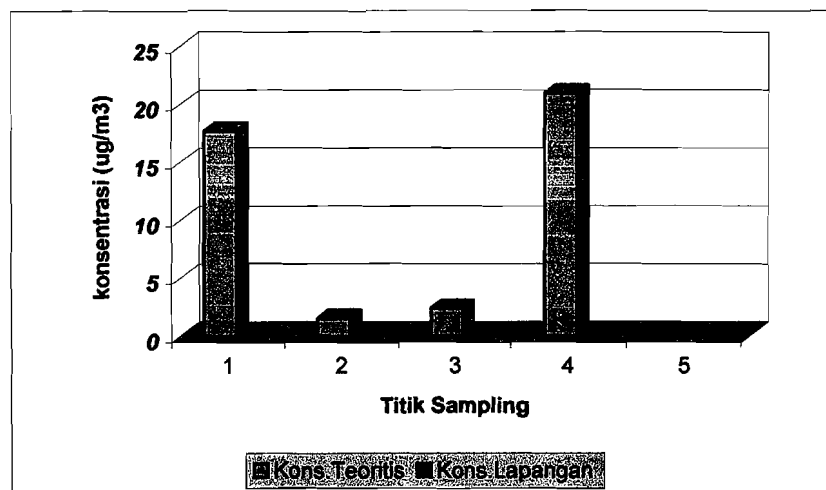
#### 4.10.2. Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Lapangan (Oktober 2003)

Untuk membandingkan antara perhitungan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> teoritis dengan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> lapangan hasil pengukuran pada periode oktober 2003, digunakan data konsentrasi yang telah dikonversikan ke dalam waktu standar (24 jam) melalui rumus Canter. Adapun data perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.37. dan Tabel 4.38. berikut :

**TABEL 4.38.**  
**Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub> Pengukuran (Oktober 2003)**

Lokasi Sampling	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Teoritis	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Lapangan
Titik 1	17,70357	0,076713
Titik 2	1,572672	0,016124
Titik 3	2,413798	0,016124
Titik 4	20,93499	0,012215
Titik 5	4,58E-23	0,02492

Sumber : Data primer hasil perhitungan dan dokumen div.K3LH PT.K.S.



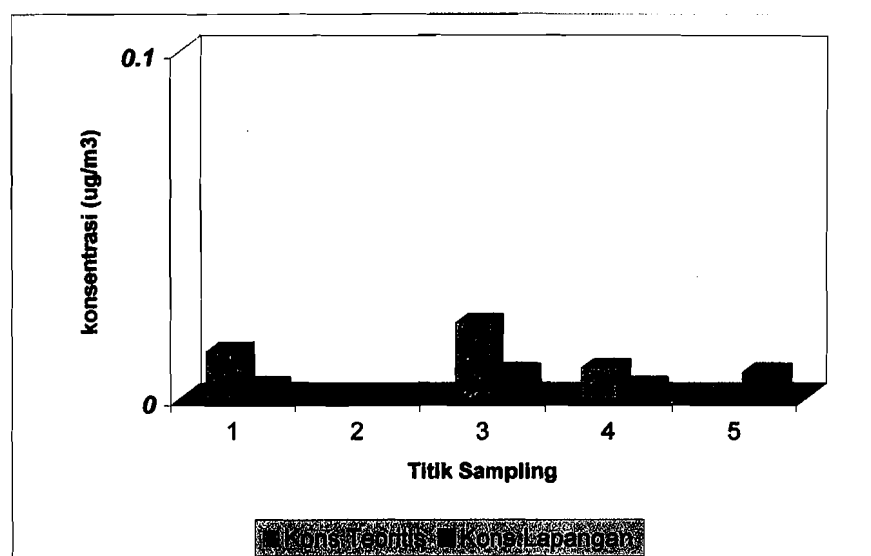
Gambar 4.5. Perbandingan konsentrasi SO<sub>2</sub> teoritis – pengukuran

TABEL 4.39.

Perbandingan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Pengukuran  
(Oktober 2003)

Lokasi Sampling	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
	Teoritis	Lapangan
Titik 1	0,013505	0,00342
Titik 2	0,014331	0,001466
Titik 3	0,021792	0,007329
Titik 4	0,008795	0,00342
Titik 5	4,15E-25	0,007329

Sumber : Data primer hasil perhitungan dan dokumen div.K3LH PT.K.S.



Gambar 4.6. Perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> teoritis - pengukuran

Berdasarkan grafik perbandingan pada Gambar 4.5. dan Gambar 4.6. dapat dilihat bahwa perbedaan antara konsentrasi teoritis dengan konsentrasi lapangan pada periode Oktober 2003 memiliki perbedaan yang cukup signifikan, sama halnya seperti pada saat penelitian. Namun untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara konsentrasi teoritis dengan konsentrasi lapangan pada saat penelitian (Februari 2004) dan periode Oktober 2003, selanjutnya dilakukan analisa statistik.

#### **4.11. Analisa Statistik Perbandingan Konsentrasi Teoritis dengan Konsentrasi Lapangan.**

Analisa statistik yang digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara konsentrasi teoritis dengan konsentrasi lapangan pada saat penelitian (Februari 2004) dan periode Oktober 2003 ialah dengan menggunakan *software* SPSS, yaitu dengan metode uji-t untuk dua sampel independen (*independent sample t-test*).

##### **4.11.1. Analisa Statistik Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Lapangan (Februari 2004)**

Berikut ini adalah hasil output analisa statistik untuk membandingkan antara perhitungan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> teoritis dengan konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> lapangan hasil pengukuran :

**TABEL 4.40.**  
**Output SPSS Analisa Konsentrasi SO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub>**  
**Lapangan (Februari 2004)**

**T-Test FEBRUARI 2004 (SO<sub>2</sub>)**

*Group Statistics*

	KONSENTRASI	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SO <sub>2</sub>	konsentrasi teoritis	5	67.4577	119.94230	53.63983
	konsentrasi lapangan	5	8.4570	9.42165	4.21349

*Independent Samples Test*

		KONSENTRASI	
		<i>Equal variances assumed</i>	<i>Equal variances not assumed</i>
<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>	F	5.372	
	Sig.	.049	
<i>t-test for Equality of Means</i>	t	1.097	1.097
	df	8	4.049
	Sig. (2-tailed)	.305	.334
	Mean Difference	59.0006	59.0006
	Std. Error Difference	53.80506	53.80506
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-65.07406 183.07532

Sumber : Data primer hasil analisa output SPSS.

**Keputusan :**

- a). Terlihat bahwa F hitung dengan *equal variance assumed* (diasumsi kedua varians sama atau menggunakan *pooled variance t-test*) adalah 5,372 dengan probabilitas 0,049. Oleh karena probabilitas < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak, atau kedua varians benar-benar berbeda. Perbedaan yang nyata tersebut membuat penggunaan varians untuk

membandingkan rata-rata menggunakan dasar *equal variance not assumed* (diasumsi kedua varians tidak sama).

- b). Dari output terlihat pada baris *mean difference* adalah sebesar 59,0006. Angka ini berasal dari :

rata-rata konsentrasi teoritis – rata-rata konsentrasi lapangan

$$64,4577 - 8,4570 = 59,0006 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

- c). Dari F-test pada bahasan sebelumnya didapat bahwa uji perbedaan rata-rata dilakukan dengan *equal variance not assumed*, maka analisa untuk keterangan 95% *Confidence Interval of Means* dan kolom *equal variance not assumed* diperoleh hasil :

Pada baris lower (perbedaan rata-rata bagian bawah) = -89,67073

Pada baris upper (perbedaan rata-rata bagian bawah) = 207,67199

Hal tersebut berarti perbedaan konsentrasi teoritis dan lapangan berkisar antara -89,67073  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sampai 207,67199  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan perbedaan rata-rata sebesar 59,0006  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**TABEL 4.41.**

**Output SPSS Analisa Konsentrasi NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Lapangan (Februari 2004)**

**T-Test FEBRUARI (NO<sub>2</sub>)**

*Group Statistics*

	KONSENTRASI	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
NO <sub>2</sub>	konsentrasi teoritis	5	.0138	.00975	.00436
	konsentrasi lapangan	5	12.5219	6.12335	2.73844

Independent Samples Test

		KONSENTRASI	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	7.003	
	Sig.	.029	
t-test for Equality of Means	t	-4.568	-4.568
	df	8	4.000
	Sig. (2-tailed)	.002	.010
	Mean Difference	-12.5083	-12.5083
	Std. Error Difference	2.73845	2.73845
	95% Confidence Interval of the Difference		
		Lower Upper	-18.82313 -6.19339

Sumber : Data primer hasil analisa output SPSS.

Keputusan :

- a). Terlihat bahwa F hitung dengan *equal variance assumed* (diasumsi kedua varians sama atau menggunakan *pooled variance t-test*) adalah 7,003 dengan probabilitas 0,029. Oleh karena probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, atau kedua varians benar-benar berbeda. Perbedaan yang nyata tersebut membuat penggunaan varians untuk membandingkan rata-rata menggunakan dasar *equal variance not assumed* (diasumsi kedua varians tidak sama).
- b). Dari output terlihat pada baris *mean difference* adalah sebesar -12,5083. Angka ini berasal dari :  
rata-rata konsentrasi teoritis – rata-rata konsentrasi lapangan  
 $0,0136 - 12,5219 = -12,5083 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- c). Dari F-test pada bahasan sebelumnya didapat bahwa uji perbedaan rata-rata dilakukan dengan *equal variance not assumed*, maka analisa



untuk keterangan 95% *Confidence Interval of Means* dan kolom *equal variance not assumed* diperoleh hasil :

Pada baris lower (perbedaan rata-rata bagian bawah) = -3,86812

Pada baris upper (perbedaan rata-rata bagian bawah) = 20,85969

Hal tersebut berarti perbedaan konsentrasi teoritis dan lapangan berkisar antara -3,86812  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sampai 20,85969  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan perbedaan rata-rata sebesar 8,4958  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**TABEL 4.43.**

**Output SPSS Analisa Konsentrasi NO<sub>2</sub> Teoritis dengan Konsentrasi NO<sub>2</sub> Lapangan (Oktober 2003)**

**T-Test OKTOBER 2003 (NO<sub>2</sub>)**

Group Statistics

	KONSENTRASI	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
NO <sub>2</sub>	konsentrasi teoritis	5	.0088	.00930	.00416
	konsentrasi lapangan	5	.0046	.00262	.00117

Independent Samples Test

		KONSENTRASI	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
<b>Levene's Test for Equality of Variances</b>	F	4.761	
	Sig.	.061	
<b>t-test for Equality of Means</b>	t	.978	.978
	df	8	4.632
	Sig. (2-tailed)	.357	.376
	Mean Difference	.0042	.0042
	Std. Error Difference	.00432	.00432
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-.00573 .01419

Sumber : Data primer hasil analisa output SPSS.

Keputusan :

a). Terlihat bahwa F hitung dengan *equal variance assumed* (diasumsi kedua varians sama atau menggunakan *pooled variance t-test*) adalah 4,761 dengan probabilitas 0,061. Oleh karena probabilitas  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima, atau kedua varians sama. Oleh karena tidak ada perbedaan yang nyata tersebut membuat penggunaan varians untuk membandingkan rata-rata menggunakan dasar *equal variance assumed* (diasumsi kedua varians sama).

b). Dari output terlihat pada baris *mean difference* adalah sebesar 0,0042.

Angka ini berasal dari :

rata-rata konsentrasi teoritis – rata-rata konsentrasi lapangan

$$0,0088 - 0,0046 = 0,0042 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

c). Dari F-test pada bahasan sebelumnya didapat bahwa uji perbedaan rata-rata dilakukan dengan *equal variance assumed*, maka analisa untuk keterangan *95% Confidence Interval of Means* dan kolom *equal variance assumed* diperoleh hasil :

Pada baris lower (perbedaan rata-rata bagian bawah) = -0,00573

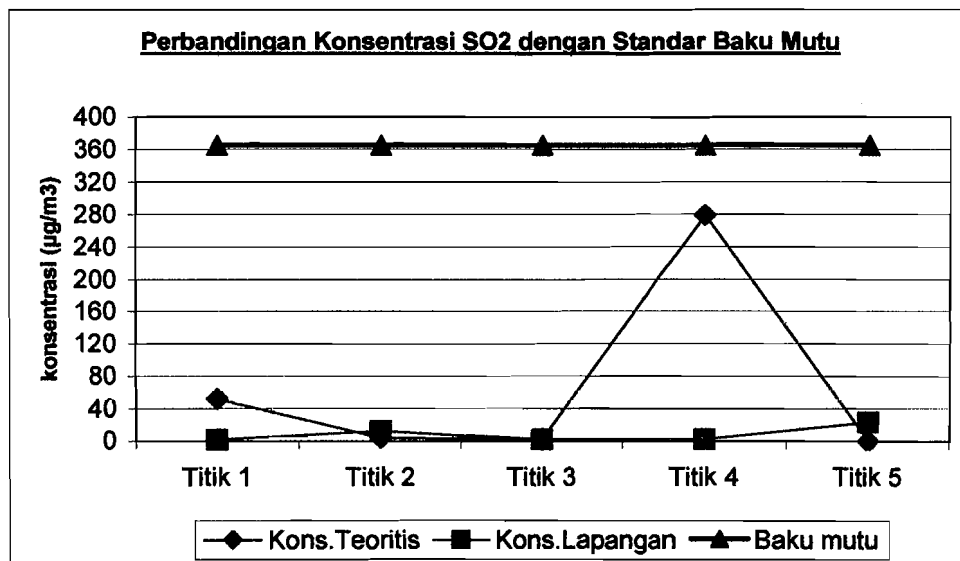
Pada baris upper (perbedaan rata-rata bagian bawah) = 0,01419

Hal tersebut berarti perbedaan konsentrasi teoritis dan lapangan berkisar antara  $-0,00573 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sampai  $0,01419 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dengan perbedaan rata-rata sebesar  $0,0042 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.12. Perbandingan Konsentrasi Udara *Ambient* dengan Baku Mutu

Untuk membandingkan konsentrasi udara *ambient* ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  dan TSP) pada saat penelitian, digunakan data konsentrasi setelah dikonversikan ke dalam waktu standar (24 jam) yang kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu udara *ambient* menurut PP.No.41 Tahun 1999, Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

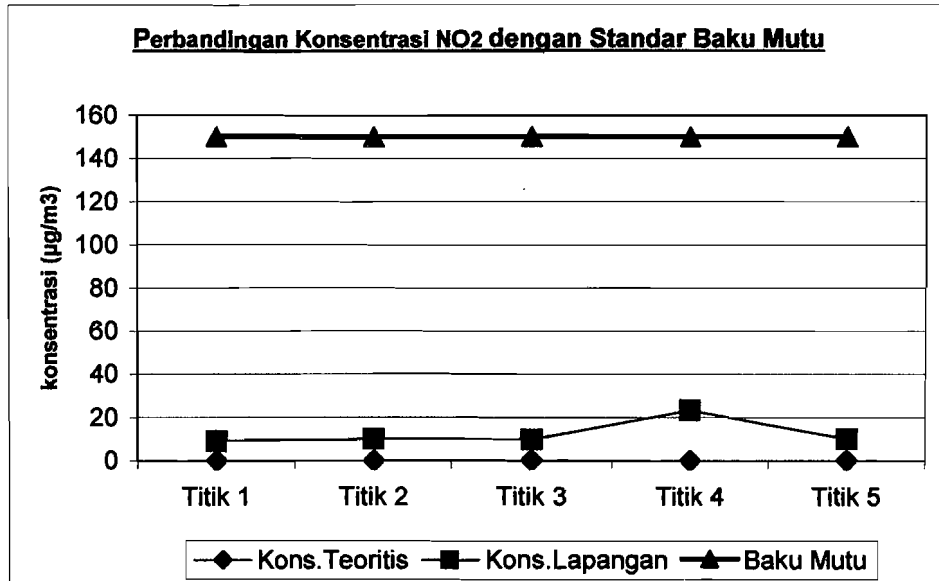
##### 4.12.1. Perbandingan Konsentrasi $\text{SO}_2$ dengan Baku Mutu



Gambar 4.7. Perbandingan konsentrasi  $\text{SO}_2$  dengan standar baku mutu.

Berdasarkan grafik tersebut diatas, dapat dianalisa bahwa konsentrasi  $\text{SO}_2$  teoritis maupun konsentrasi  $\text{SO}_2$  di lapangan, masih berada dibawah nilai standar baku mutu udara *ambient* untuk waktu pengukuran 24 jam, yaitu sebesar  $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi  $\text{SO}_2$  pada kelima titik *sampling* pada saat penelitian, belum dapat menimbulkan dampak yang berarti bagi lingkungan disekitar lokasi *sampling*.

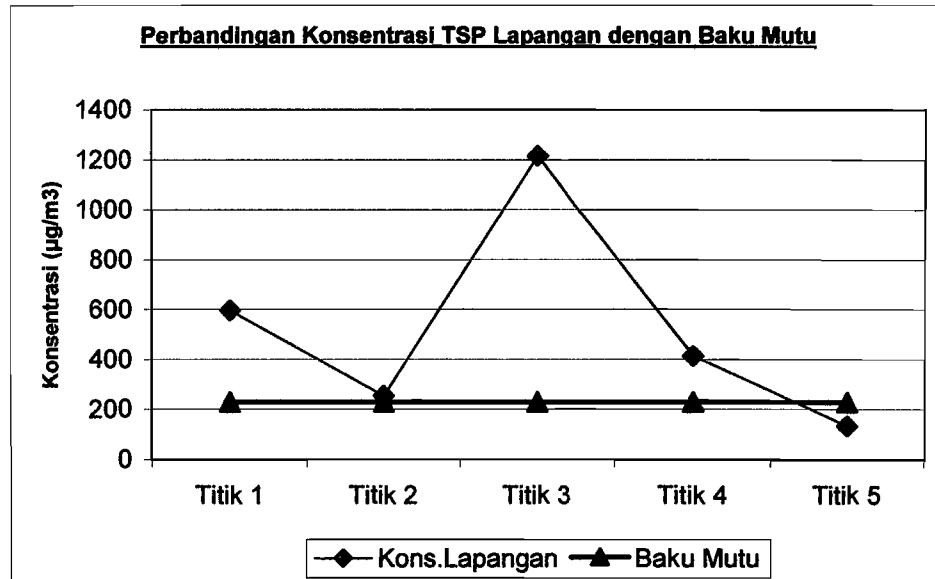
#### 4.12.2. Perbandingan Konsentrasi NO<sub>2</sub> dengan Baku Mutu



Gambar 4.8. Perbandingan konsentrasi NO<sub>2</sub> dengan standar baku mutu.

Berdasarkan grafik tersebut diatas, dapat dianalisa bahwa konsentrasi NO<sub>2</sub> teoritis maupun konsentrasi NO<sub>2</sub> di lapangan, masih berada dibawah nilai standar baku mutu udara *ambient*, yaitu sebesar 150 µg/m<sup>3</sup>. Sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi NO<sub>2</sub> pada kelima titik *sampling* pada saat penelitian, belum dapat menimbulkan dampak yang berarti bagi lingkungan disekitar lokasi *sampling*.

#### 4.12.3. Perbandingan Konsentrasi TSP dengan Baku Mutu



Gambar 4.9. Perbandingan konsentrasi TSP dengan standar baku mutu.

Berdasarkan grafik tersebut diatas, dapat dianalisa bahwa konsentrasi Partikel debu / *Total Suspended Particulate* (TSP) pada beberapa lokasi titik *sampling*, berada di atas nilai standar baku mutu udara *ambient*, yaitu sebesar  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi TSP tersebut bukanlah sepenuhnya berasal dari emisi *stack* yang terdapat di dalam kawasan PT. Krakatau Steel. Untuk menganalisa sebaran TSP, dapat diketahui melalui persamaan Gauss. Namun pada penelitian kali ini data-data dari konsentrasi TSP emisi dari tiap *stack* tidak diperoleh, sehingga sulit untuk dilakukan analisa sebarannya. Faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi TSP pada beberapa titik *sampling* lebih besar dari standar baku mutu tersebut adalah sebagai berikut :

- a). Titik *sampling* 1 (area per-empatan *Work Shop*), titik 2 (area WWTP WRM), dan titik 3 (depan masjid SSP) yang terletak di pinggir jalan

dengan aktivitas yang cukup tinggi, dimana jalan tersebut sering dilalui *container* pengangkut *scrab* (besi-besi tua) dan juga mengangkut hasil produksi. Dari gambaran kondisi tersebut, maka dapat dianalisa bahwa tingginya konsentrasi TSP pada area titik *sampling* 1, titik 2, dan titik 3 bukan sepenuhnya berasal dari kegiatan proses produksi, melainkan berasal dari debu jalan akibat aktivitas di lingkungan sekitar lokasi *sampling*.

- b). Titik *sampling* 4 (area MH DR), berlokasi dekat dengan area penyimpanan biji besi (*pellet*) yang sebelumnya diangkut melalui *conveyor*. Gambaran tersebut memungkinkan bahwa debu *ambient* pada area titik 4 bukan sepenuhnya berasal dari *stack* yang terdapat pada kawasan PT. Krakatau Steel, melainkan dari aktivitas di lingkungan sekitar.

Selain itu, analisa lain untuk mengetahui bahwa konsentrasi TSP yang melebihi baku mutu bukan sepenuhnya disebabkan oleh emisi dari *stack* adalah dengan melihat Tabel 4.3. tentang sumber bahan bakar yang digunakan dari setiap *stack*.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa sumber bahan bakar yang banyak digunakan adalah *natural gas* (gas alam) dan solar. Kedua bahan bakar tersebut tidaklah rentan untuk menimbulkan debu emisi, lain halnya dengan bahan bakar batu bara yang rentan untuk menimbulkan debu emisi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

- a). Hasil pengukuran konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di lapangan pada saat penelitian, masih berada dibawah standar baku mutu udara *ambient* menurut PP.No.41 Tahun 1999. Konsentrasi SO<sub>2</sub> tertinggi pada titik 1 (area per-empatan WS) adalah sebesar 23,21161 µg/m<sup>3</sup>. Sedangkan untuk konsentrasi NO<sub>2</sub> tertinggi pada titik 4 (area MH DR) adalah sebesar 23,45221 µg/m<sup>3</sup>. Hasil pengukuran pada saat penelitian terhadap konsentrasi debu *ambient* / TSP pada titik 1 adalah sebesar 595,8738 µg/m<sup>3</sup>, titik 2 sebesar 254,807 µg/m<sup>3</sup>, titik 3 sebesar 1214,249 µg/m<sup>3</sup>, titik 4 sebesar 414,4751 µg/m<sup>3</sup> melebihi nilai Baku Mutu Udara *Ambient* (BMUA). Sedangkan pada titik 5 konsentrasi TSP hasil pengukuran adalah sebesar 135,0326 µg/m<sup>3</sup>, dibawah nilai BMUA
- b). Perbedaan rata-rata konsentrasi teoritis dan lapangan pada saat penelitian (Februari 2004) lebih besar nilainya dibandingkan dengan konsentrasi pada periode Oktober 2003. Beda rata-rata konsentrasi SO<sub>2</sub> pada periode Februari 2004 adalah sebesar 59,0006 µg/m<sup>3</sup>, dan beda

rata-rata untuk periode Oktober 2003 adalah sebesar  $8,4958 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Untuk beda rata-rata konsentrasi  $\text{NO}_2$ , pada saat penelitian memiliki perbedaan sebesar  $12,5083 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan untuk periode Oktober 2003 dengan varians yang sama, memiliki nilai beda rata-rata yang lebih rendah yaitu sebesar  $0,0042 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## 5.2. Saran

- a). Dalam melakukan analisa terhadap distribusi sebaran polutan sebaiknya menggunakan data emisi terbaru sesuai dengan waktu pelaksanaan penelitian, apabila tidak memungkinkan juga dapat digunakan data rata-rata emisi *stack* dari beberapa kali *sampling*.
- b). Data-data meteorologi sebaiknya diukur secara akurat, agar hasil analisa dapat mendekati hasil pengukuran di lapangan.
- c). Untuk penelitian selanjutnya diharapkan *sampling* udara *ambient* dilakukan lebih dari satu kali untuk setiap titik *sampling*, agar didapatkan hasil yang lebih akurat. Selain itu lama waktu *sampling* sebaiknya dilakukan lebih lama, sesuai dengan standar yang ada.
- d). Data-data mengenai debu emisi yang dikeluarkan dari tiap *stack* diperlukan untuk melakukan analisa sebaran, sehingga diharapkan pemantauan terhadap emisi *stack* harus dilakukan secara kontinyu.
- e). Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) seperti *masker* dianjurkan bagi para karyawan, terutama yang bekerja pada daerah lokasi sekitar titik *sampling* yang konsentrasi *Total Suspended Particulate*-nya berada di atas nilai baku mutu.
- f). Sebaiknya dilakukan penambahan area penghijauan disekitar lokasi dengan konsentrasi TSP yang melebihi nilai baku mutu.
- g). Untuk penelitian selanjutnya diharapkan memasukkan faktor adanya bangunan di daerah lokasi penelitian.

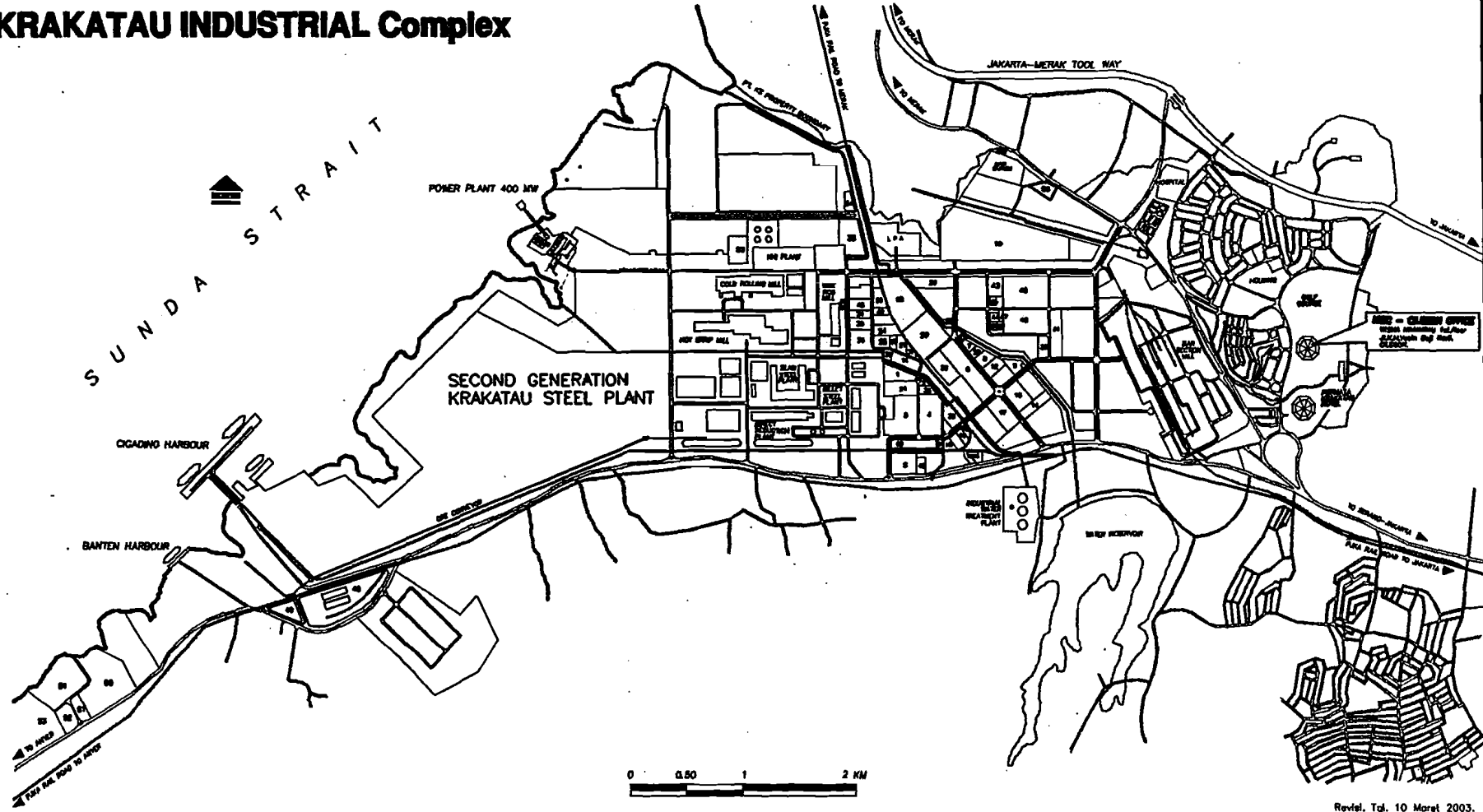
## DAFTAR PUSTAKA

- Alcances, 1983, *Environmental Impact Assessment Handbook*, NEPC, Philliphines.
- Anonim, 1999, Peraturan Pemerintah RI No. 41 Th. 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Anonim, 1999, Petunjuk Praktikum Laboratorium Lingkungan, ITB, Bandung.
- Anonim, 2002, *Kursus Teknik Pemantauan Kualitas Gas Emisi dan Udara Ambient*, LIPI, Bandung.
- Anonim, 2004, Data-Data Dokumen Divisi K3LH PT.Krakatau Steel, Cilegon, Banten.
- Anonim, 2004, Data-Data Meteorologi Bulan Januari 2003-Februari 2004, Badan Meteorologi dan Geofisika, Serang, Banten.
- Anonim, 1986, Environmental Protection Agency.
- Boltz, D.F., 1958, *Colorometric Determination of Non Metal*, London.
- Braker, William, Allan L. Mossman and David Siegel, 1977, *Effect of Exposure to Toxic Gases, First Aid and Medical Treatment*, New Jersey.
- Bruce-Turner, D., 1967, *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates* (U.S. Departement of Health, Education and Welfare, Public Health Service, National Center for Air Pollution Control, Publication No. 999-AP-28), Washington, DC: U.S. Government Printing Office, p.6.
- Faith, W.L. , 1959, *Air Pollution Control*, John Willey and Son Inc., NewYork.
- Fardiaz, Srikandi., 1992. *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Gifford, F. A., 1976, *Turbulent diffusion-typing schemes: A review*, Nuclear Safety, 17, pp.68-85.
- Godish, Thad., 1991, *Air Quality*, Lewis Publisher, Michigan.
- Hartati S., Sri, 1986, *Faktor Lokasi Sumber Emisi dan Sifat Atmosfer terhadap Pencemaran Udara pada Sumbernya*, KLH, Jakarta.

Data-Data Sekunder Penelitian

# LAMPIRAN 1

# KRAKATAU INDUSTRIAL Complex



Revisi. Tgl. 10 Maret 2003.

**KETERANGAN**

- |   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PT. MUI Eubindo Gentong.</li> <li>2. PT. Saradara Ferra Engineering.</li> <li>3. PT. Dynalor Indonesia.</li> <li>4. PT. LaUnusa</li> <li>5. PT. Krakatau Engineering. ( Ex PT. MPH )</li> <li>6. PT. Cigading Hubcom Centre.</li> <li>7. PT. Amisa Gas Industri.</li> <li>8. PT. Cahaya Anugrah Tama ( Ex Duta Westika Baja )</li> <li>9. PT. Chicago Bridge and Iron Indonesia.</li> <li>10. PT. Korusia Barca Indonesia.</li> <li>11. PT. Koprindo Sentana Baja.</li> <li>12. PT. Barata Indonesia.</li> <li>13. PT. Krakatau Prima Utama Sentana.</li> <li>14. PT. Tjakra Putra Parada.</li> <li>15. PT. Indonesia Aesi Refractories.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>16. PT. Sevana Mula Indah</li> <li>17. PT. Siemens Indonesia</li> <li>18. PT. Doya Sankosia Cipta.</li> <li>19. PT. Seamless Pipe Indonesia Jaya.</li> <li>20. PT. Sumingra Utama.</li> <li>21. Wawa House PT. Krakatau Steel.</li> <li>22. PT. KEC ( Unit Castlok Factory )</li> <li>23. PT. Cobol Chemical.</li> <li>24. PT. Norblan - Walker Refractories.</li> <li>25. PT. Doehyang Indah Heavy Industri.</li> <li>26. PT. Ab Liska Indonesia.</li> <li>27. PT. Commonwealth Steel Indonesia.</li> <li>28. PT. B H P Steel Indonesia.</li> <li>29. PT. Britolama Anugrah</li> <li>30. PT. Argonasa Bajalana.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>31. PT. Mrengsa Pascolama.</li> <li>32. PT. Bala Cigugur Agung.</li> <li>33. PT. Citra Industri Logam Mesin Parada.</li> <li>34. PT. Amisa Sentana Baja.</li> <li>35. PT. Sanurisation Cable System Ind.</li> <li>36. PT. Rubin and Hose Company Indonesia.</li> <li>37. PT. KEC ( Unit Blending Plant )</li> <li>38. PT. Yasa Injap Jajap.</li> <li>39. PT. Citra Industri Parisa.</li> <li>40. PT. Teknokratika Indonesia.</li> <li>41. PT. Petrojaya Berat Plastikboard.</li> <li>42. PT. Kelud Kaba Indonesia.</li> <li>43. PT. Triana Prodigia.</li> <li>44. PT. Dreamer Road ( S F B Type. B )</li> <li>45. PT. Mu-lalanda. ( S F B Type. A )</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>46. PT. B A S F</li> <li>47. PT. Projomita Intarnasa.</li> <li>48. PT. Indocement Tunggal Prakasa Tbk.</li> <li>49. PT. Santika Pramesti.</li> <li>50. PT. Asahimas Chemical.</li> <li>51. PT. Louisa Utama Chemical.</li> <li>52. PT. Dong An Indonesia.</li> <li>53. PT. Tripolyta Indonesia.</li> <li>54. Gunung Sugh</li> <li>55. PT. KEC ( Insulator )</li> <li>56. PT. KEC ( Depo Pelhamas )</li> <li>57. PT. Muearaya Putramandiri.</li> <li>58. Masjid Al I'timam</li> <li>59. PT. Doehyang Indah Heavy Industri. ( Partusan )</li> <li>60. PT. Muearaya Putramandiri ( Partusan )</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>61. PT. KEC ( Puja Sera )</li> <li>62. ( S F B Tahap 1 &amp; Tahap 2 )</li> </ol> |
|---|--|---|--|--|

**DATA SUHU DAN CUACA STASIUN METEOROLOGI SERANG  
BULAN : JANUARI 2003 s/d FEBRUARI 2004**

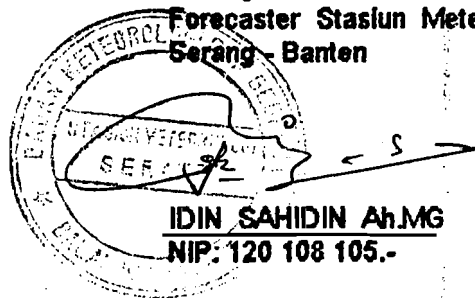
10.	BULAN	SUHU UDARA RATA-RATA ( Dalam °C )	TEKANAN UDARA ( Dalam mb )	CUACA	KETERANGAN
1	2	4		7	8
1.	Januari	27.3	1013.3	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl.1,23,26,29,30
2.	Februari	26.6	1012.2	Berawan banyak	Hujan sebulan penuh kecuali tagl: 6,7,10,25.
3.	Maret	27.0	1012.3	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl: 2,4,12,13,14,25,26,29.
4.	April	27.4	1012.0	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl: 3,10,14,15,18,23,25,29,30.
5.	Mei	27.5	1012.0	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl: 1,2,5-10,19,22,30.
6.	Juni	29.4	1012.8	Berawan	Hujan tgl: 5,20,21,23
7.	Juli	26.6	1013.5	Berawan	Hujan tgl: 13,14,15.
8.	Agustus	26.8	1013.6	Berawan	Hujan tgl: 20,28,29.
9.	Septembr	27.0	1013.9	Berawan	Hujan tgl: 13,15,16.
10.	Oktober	27.1	1013.1	Berawan	Hujan tgl: 6,17,18,20,29,30
11.	Nopember	27.3	1012.2	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl: 1,5,14,16,18,20,23,24,26.
12.	Desember	26.3	1012.6	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl: 2,4,6,10,13,14,18a/d,24,26a/d,31
13.	Januari '04	26.7	1012.5	Berawan dan berawan banyak	Hujan tgl: 1,3,5,7,8,9,12,14,16a/d,22,25a/31.
14.	Februari '04	26.4	1012.7	Berawan banyak	Hujan sebulan penuh kecuali tagl: 11,16,22.
	<b>JUMLAH</b>	<b>379.4</b>	<b>14178.7</b>		
	<b>RATA-RATA</b>	<b>27.1</b>	<b>1012.8</b>		

**Keterangan :**

- KCR = Kecepatan rata2
- ATB = Arah Terbanyak
- KCT = Kecepatan Tertinggi.
- ARH = Arah
- LPM = Lamanya Penyinaran Matahari.

Serang, 27 Maret 2004

Forecaster Stasiun Meteorologi  
Serang - Banten



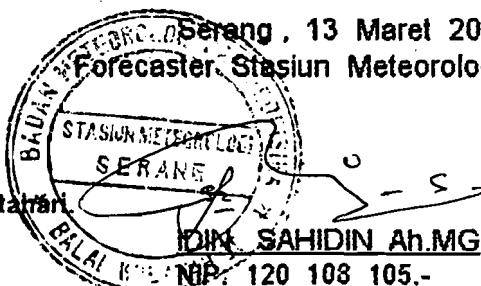
**IDIN SAHIDIN Ah.MG**  
NIP: 120 108 105.-

**DATA ANGIN DAN RADIASI MATAHARI STASIUN METEORLOGI SERANG  
BULAN JANUARI 2003 S/D FEBRUARI 2004**

NO.	BULAN	ANGIN (Knots)				L P M (dalam Jam)	KETERANGAN
		KCR	ATB	KCT	ARH		
		(Knots)	( <sup>o</sup> )	(Knots)	( <sup>o</sup> )		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Januari	4	270°	22	270°	4.6	
2.	Februari	3	270°	14	270°	2.5	
3.	Maret	2	360°	18	280	4.5	
4.	April	2	360°	20	060	5.3	
5.	Mei	2	360°	12	360°	5.8	
6.	Juni	2	090°	14	090	6.3	
7.	Juli	1.5	360°	10	360°	6.8	
8.	Agustus	2	360°	14	360°	6.8	
9.	Septembr	2	360°	20	360°	6.0	
10.	Oktober	2	360°	10	360°	4.4	
11.	Nopember	2	360°	10	270°	4.3	
12.	Desember	3	270°	15	270°	3.0	
13.	Januari '04	3	270°	20	270°	4.3	
14.	Februari '04	2	270°	14	270°	2.1	
	JUMLAH	32.5		213		66.6	
	RATA-RATA	2.3	360°	14.9	270°	5.0	

**Keterangan :**

KCR = Kecepatan rata2  
 ATB = Arah Terbanyak  
 KCT = Kecepatan Tertinggi.  
 ARH = Arah  
 LPM = Lamanya Penyinaran Matahari



Serang, 13 Maret 2004.  
 Forecaster, Stasiun Meteorologi Serang Banten



**PT KRAKATAU STEEL**  
DIVISI K3LH DINAS LAB & P. LINGKUNGAN  
Telp : 7.1096 - 7.1092 - 7.1310

**HASIL ANALISA DEBU DAN GAS AMBIENT**

Lokasi : Work Shop II  
Tanggal : 17 - Oktober - 2003

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL ANALISA	KETERANGAN
1	NH <sub>3</sub>	μgr / M <sup>3</sup>	1360	0,011	
2	NO <sub>2</sub>	μgr / M <sup>3</sup>	400	0,007	
3	SO <sub>2</sub>	μgr / M <sup>3</sup>	900	0,157	
7	TSP (debu)	μgr / M <sup>3</sup>	230	1,68	

- Standard untuk parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Debu sesuai dengan peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999

Cilegon, 21 - Oktober - 2003

  
**Kamarul Hajar**  
Manager



**PT KRAKATAU STEEL**  
DIVISI K3LH DINAS LAB & P. LINGKUNGAN  
Telp : 7.1096 - 7.1092 - 7.1310

**HASIL ANALISA DEBU DAN GAS AMBIENT**

Lokasi : Timbangan WRM  
Tanggal : 17 - Oktober - 2003

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL ANALISA	KETERANGAN
1	NH <sub>3</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	1360	0,011	
2	NO <sub>2</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	400	0,003	
3	SO <sub>2</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	900	0,033	
7	TSP (debu)	µgr / M <sup>3</sup>	230	9,5	

- Standard untuk parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Debu sesuai dengan peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999

Cilegon, 21 - Oktober - 2003

**Kamarul Hajar**  
Manager





**PT KRAKATAU STEEL**  
DIVISI K3LH DINAS LAB & P. LINGKUNGAN  
Telp : 7.1096 - 7.1092 - 7.1310

**HASIL ANALISA DEBU DAN GAS AMBIENT**

Lokasi : Kantor SSP & Hyperkes  
Tanggal : 17 - Oktober - 2003

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL ANALISA	KETERANGAN
1	NH <sub>3</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	1360	0,014	
2	NO <sub>2</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	400	0,015	
3	SO <sub>2</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	900	0,033	
7	TSP (debu)	µgr / M <sup>3</sup>	230	0,34	

- Standard untuk parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Debu sesuai dengan peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999

Cilegon, 21 - Oktober - 2003

**Kamarul Halar**  
Manager



**PT KRAKATAU STEEL**  
DIVISI K3LH DINAS LAB & P. LINGKUNGAN  
Telp : 7.1096 - 7.1092 - 7.1310

**HASIL ANALISA DEBU DAN GAS AMBIENT**

Lokasi : MMH DR  
Tanggal : 17 - Oktober - 2003

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL ANALISA	KETERANGAN
1	NH <sub>3</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	1360	0,009	
2	NO <sub>2</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	400	0,007	
3	SO <sub>2</sub>	µgr / M <sup>3</sup>	900	0,025	
7	TSP (debu)	µgr / M <sup>3</sup>	230	0,18	

- Standard untuk parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Debu sesuai dengan peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999

Cilegon, 21 - Oktoberber - 2003

  
**Kamarul Halar**  
Manager



**PT KRAKATAU STEEL**  
DIVISI K3LH DINAS LAB & P. LINGKUNGAN  
Telp : 7.1096 - 7.1092 - 7.1310

**HASIL ANALISA DEBU DAN GAS AMBIENT**

Lokasi : Masjid CRM  
Tanggal : 17 - Oktober - 2003

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL ANALISA	KETERANGAN
1	NH <sub>3</sub>	μgr / M <sup>3</sup>	1360	0,011	
2	NO <sub>2</sub>	μgr / M <sup>3</sup>	400	0,015	
3	SO <sub>2</sub>	μgr / M <sup>3</sup>	900	0,051	
7	TSP (debu)	μgr / M <sup>3</sup>	230	0,28	

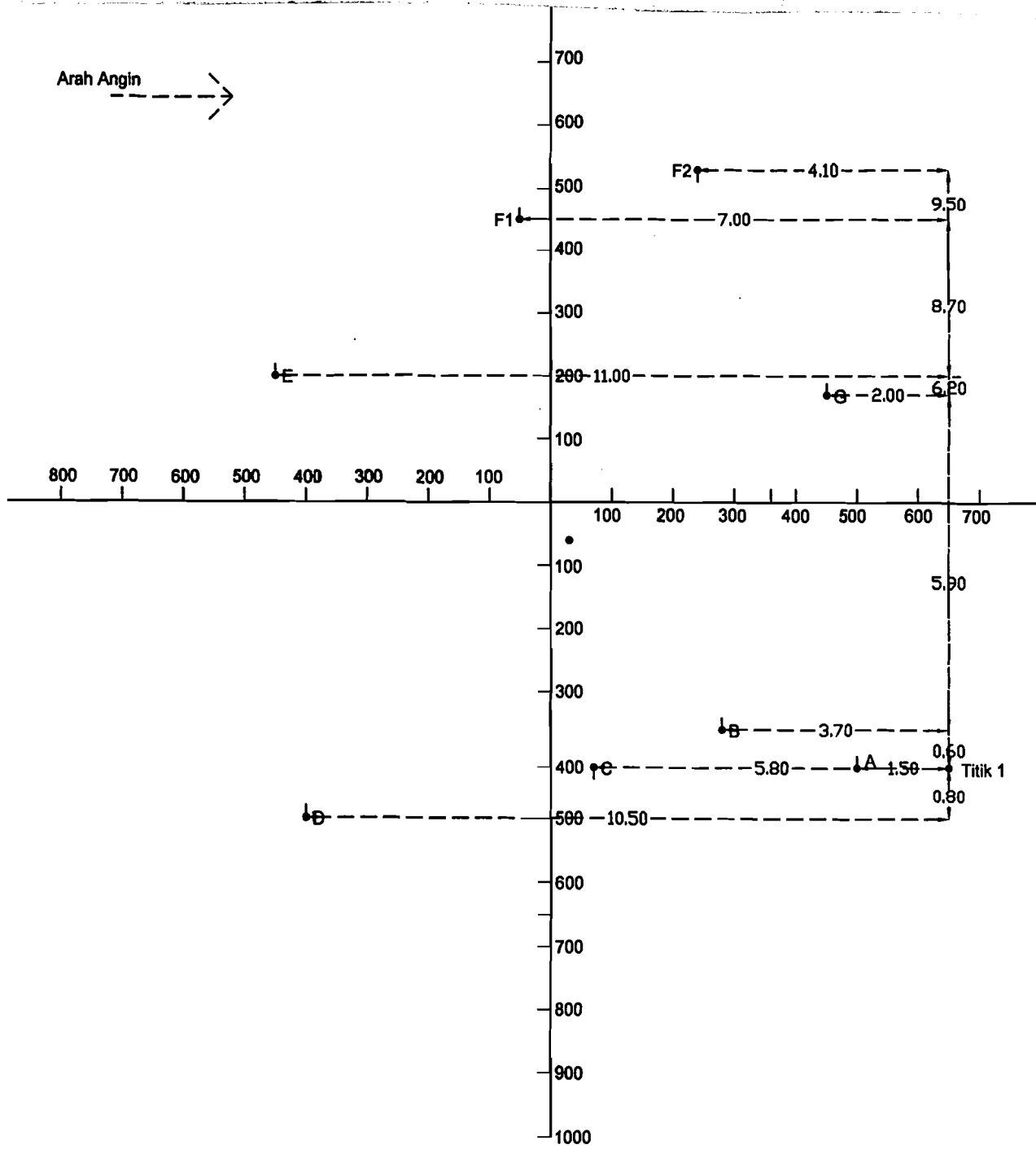
- Standard untuk parameter NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Debu sesuai dengan peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999

Cilegon, 21 - Oktober - 2003

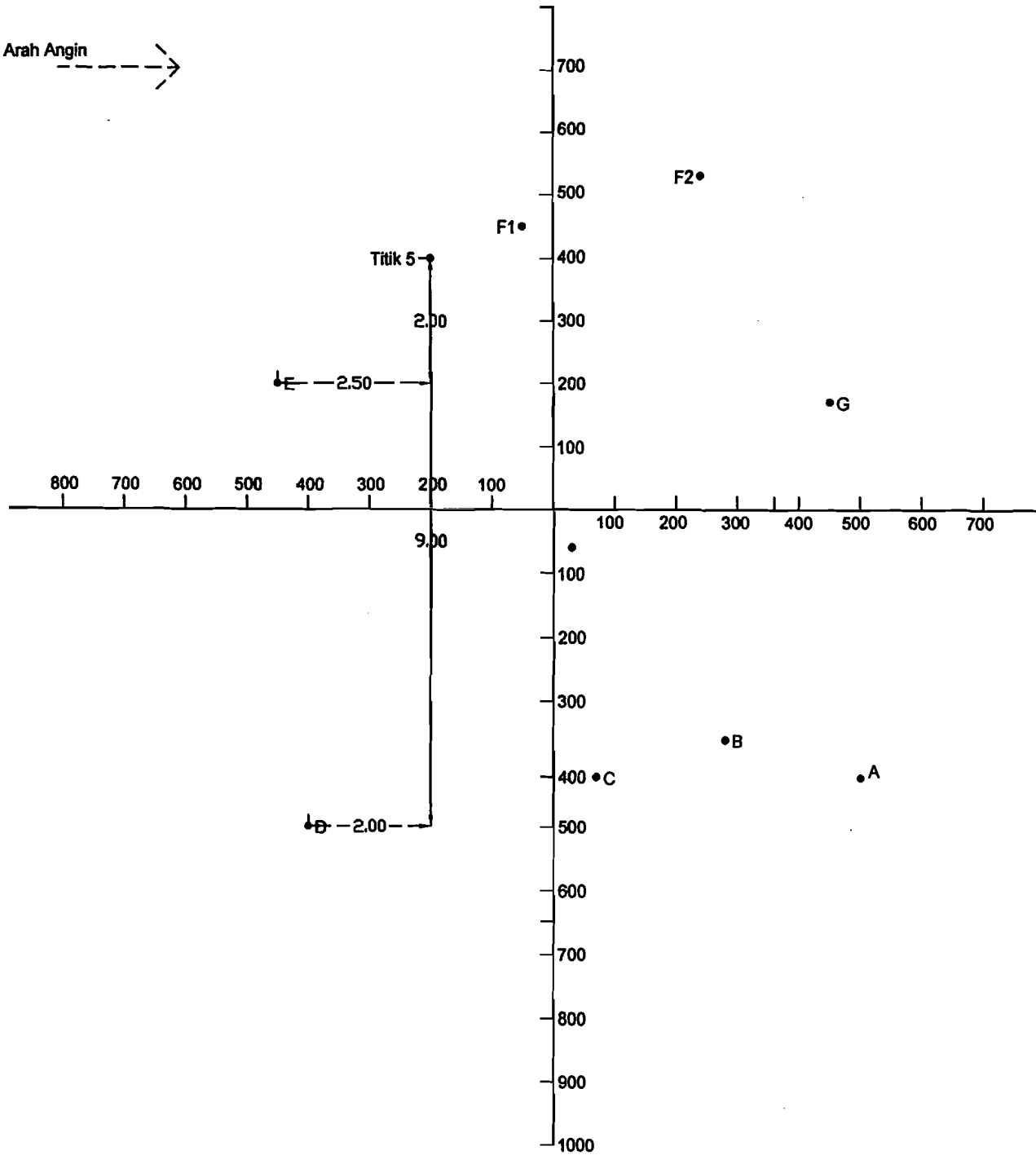
**Kamarul Hajar**  
Manager

Gambar Penentuan Jarak Downwind dan Crosswind

## LAMPIRAN 2



Arah Angin →



## **LAMPIRAN 3**

**Contoh Perhitungan Teoritis  
Dengan Menggunakan Excel**

**Perhitungan teoritis antara titik I dng masing-masing stack (Hari/tgl. Sampling titik 1: Selasa/17 Februari 2004)**

STACK	diameter (m)	kec.emisi (m/s)	cons.SO2 (ppm)	cons.NO2 (ppm)	Q (m3/dt)	cons.SO2 (mg/m3)	cons.NO2 (mg/m3)	deb.emisi SO2 (g/det)	deb.emisi NO2 (g/det)
A	1,4	92,6	4	0	142,47	10,45	0	1,49	0
B	0,7	92,6	0	0	35,62	0	0	0	0
C	0,7	76,3	4	0	29,35	10,45	0	0,31	0
D	2,2	148,8	0	1	565,35	0	1,88	0	1,06
E	2,4	85,5	237	0	386,60	619,10	0	239,34	0
F1	0,7	92,6	4,39mg/m3	0,04mg/m3	35,62	4,39	0,04	0,16	0,00142
F2	2,3	92,6	601	0	384,54	1569,96	0	603,70	0
G	1,12	63,3	15	0	62,33	39,18	0	2,44	0

**KETERANGAN :**

- \*. Untuk mencari nilai Q,  $Q = 1/4 * \pi * D^2 * Vs \dots \dots (m^3/s)$
- \*. Untuk konversi cons.SO2 (ppm  $\rightarrow$  mg/m3),  $mg/m^3 = ppm * BM/24,5 \dots \dots (BM \text{ SO}_2=64 \ \& \ \text{NO}_2=46)$
- \*. Untuk mengetahui debit emisi tiap stack.  $Q_a = cons.(SO_2 \text{ or } NO_2) * Q/1000 \dots \dots (g/s)$

**Data dimensi stack dan hasil perhitungan kondisi meteorologi pada saat sampling.**

stack	H stack (m)	Diameter (m)	V stack (m/s)	V.angin (m/s)	Z sampling (m)	Nilai P	U (m/s)	Tek.Udr (Mb)	Ta (K)	Ts (K)
A	25	1,4	92,6	2,85	2	0,1	3,67	999	302	393
B	38	0,7	92,6	2,85	2	0,1	3,83	999	302	393
C	38	0,7	76,3	2,85	2	0,1	3,83	999	302	393
D	80	2,2	148,8	2,85	2	0,1	4,12	999	302	773
E	53	2,4	85,5	2,85	2	0,1	3,96	999	302	823
F1	20	0,7	92,6	2,85	2	0,1	3,59	999	302	348
F2	22	2,3	92,6	2,85	2	0,1	3,62	999	302	473
G	19	1,12	63,3	2,85	2	0,1	3,57	999	302	493



**KETERANGAN :**

- \*. Kecepatan angin (V angin) adalah hasil pengukuran dengan anemometer pada saat sampling.
- \*. Z sampling adalah ketinggian anemometer pada saat sampling.
- \*. Nilai P didapat dari tabel formula Slade untuk menentukan U (kec.angin pada ketinggian stack), dimana sebelumnya diketahui kelas stabilitas atmosfer pada saat sampling adalah C.
- \*. U adalah kec.angin pada ketinggian stack dengan menggunakan formula Slade (1968) :  $U = U_i * (Z/Z_i)^P$   
 dimana :  $U_i$  : kec.pada  $Z_i$   
 $U$  : kec. pada ketinggian  $Z$ .  
 $P$  : eksponen P dapat dilihat pada tabel-kelas stabilitas atmosfer.

**Perhitungan dengan persamaan Gauss.**

stack	$\Delta H$ (m)	H (m)	$S_y$ (m)	$S_z$ (m)	x down-wind (km)	y cross-wind (km)	C(SO2) (g/m3)	C(NO2) (g/m3)	C(SO2) (ug/m3)	C(NO2) (ug/m3)
A	47,53	72,53	19,07	10,83	0,150	0	1,15E-13	0	1,15E-07	0
B	11,39	49,39	42,76	24,66	0,370	0,060	0	0	0	0
C	9,39	47,39	63,91	37,14	0,580	0	4,77E-06	0	4,77E+00	0
D	167,89	247,89	108,64	63,77	1,050	0,080	0	6,20E-09	0	6,20E-03
E	119,63	172,63	113,25	66,53	1,100	0,620	8,83E-05	0	8,83E+01	0
F1	12,15	32,15	75,61	44,08	0,700	0,870	3,19E-06	2,91E-08	3,19E+00	2,91E-02
F2	129,93	151,93	46,87	27,08	0,410	0,950	6,08E-09	0	6,08E-03	0
G	21,37	40,37	24,67	14,08	0,200	0,590	1,03E-05	0	1,03E+01	0
<b>Konsentrasi kumulatif =</b>									<b>106,5358</b>	<b>3,53E-02</b>

**KETERANGAN :**

- \*.  $\Delta H = (V_s * D / U) * (1,5 + (2,68 * 0,001 * \text{Tek.Udara})) * ((T_s - T_a) / T_s) * D$
- \*.  $H = \Delta H + H_{\text{stack}}$
- \*.  $S_y = a * X^{0,894}$ .....dimana nilai a diperoleh melalui tabel. (diketahui kelas stab. C maka nilai a=104)
- \*.  $S_z = c * X^d + f$ .....dimana nilai c,d,f diperoleh melalui tabel yang sama.
- \*. X merupakan jarak downwind antara titik sampling (titik I) dengan masing-masing stack.
- \*. C (SO2/NO2) merupakan nilai cons. Teoritis melalui persamaan umum Gauss, :  
 $C = ((\text{debit emisi}) / (3,14 * S_y * S_z * U)) * (\text{EXP}(-1/2 * ((y^2) / (S_y^2)))) * (\text{EXP}(-1/2 * ((H^2) / (S_z^2))))$
- \*. g/m3 ---> ug/m3 = .....g/m3 \* 10^6

## Perhitungan Teoritis Pada Titik 1.

### a). Perhitungan Debit Emisi (Q) Untuk Stack A.

$$Q = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times Vs$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (1,4)^2 \times 92,6 \\ &= 142,47 \text{ m}^3/s \end{aligned}$$

### b). Konversi konsentrasi SO<sub>2</sub> (ppm → mg/m<sup>3</sup>)

$$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times \frac{\text{BM}}{24,5}$$

$$\begin{aligned} \text{mg/m}^3 &= 4 \times \frac{64}{24,5} \\ &= 10,45 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

### c). Perhitungan Konsentrasi Emisi (E).

$$E = \text{kons.SO}_2 \times \frac{Q}{1000}$$

$$\begin{aligned} E &= 10,45 \times \frac{142,47}{1000} \\ &= 1,49 \text{ g/s} \end{aligned}$$

### d). Perhitungan Kecepatan Angin Pada Ketinggian Stack (U).

$$U = U_i \times \left( \frac{Z}{Z_i} \right)^p$$

$$\begin{aligned} U &= 2,85 \times \left( \frac{25}{2} \right)^{0,1} \\ &= 3,67 \text{ m/s} \end{aligned}$$