

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

3.1.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

PT. Krakatau Steel adalah merupakan salah satu industri baja terbesar di Asia Tenggara. Perusahaan milik negara ini berlokasi di Kawasan Industri Krakatau, Cilegon – Banten, Indonesia, yang menempati areal seluas ± 270 Ha.

Secara garis besar proses produksi baja di Krakatau Steel berlangsung melalui dua tahapan utama, yaitu *iron making* dan *steel making*. *Iron Making* adalah tahap pembuatan besi *spons* yang berlangsung di pabrik besi *spons*. Disini bahan baku berupa butiran-butiran bijih besi sebesar kelereng yang disebut dengan *pellet* direduksi secara langsung (*direct reduction*) di dalam reaktor-reaktor yang menggunakan gas alam sebagai reduktornya. *Pellet* yang telah mengalami reduksi ini disebut besi *spons* atau *pig iron* yang siap digunakan sebagai bahan baku proses *steel making*.

Steel Making adalah proses pembuatan baja. Tahap ini terjadi di Pabrik Billet Baja dan Pabrik Slab Baja. Pada kedua pabrik ini, besi *spons* sebagai bahan baku dilebur pada suhu 1600-1660 derajat

celcius didalam tungku busur listrik (*Electric Arc Furnace*). Bersama-sama dengan bahan tambahan lain. Baja cair ini kemudian dituang ke dalam cetakan-cetakan slab atau billet di pabrik yang sesuai untuk menghasilkan slab baja dan billet baja.

Proses selanjutnya adalah proses rolling. Proses ini terjadi di pabrik-pabrik batang kawat (*Wire Rod Mill*), baja lembaran panas (*Hot Strip Mill*) dan baja lembaran dingin (*Cold Rolling Mill*). Di ketiga pabrik ini proses utamanya adalah proses mekanik.

Bahan baku berupa billet baja dan slab baja di pabrik-pabrik terkait (batang kawat dan baja lembaran panas) terlebih dahulu dipanaskan sampai lunak di dalam tungku busur listrik pada suhu sekitar 1200 derajat celcius, kemudian digiling pada mesin rolling sampai diameter atau ketebalan tertentu yang diinginkan.

Pabrik batang kawat akan menghasilkan batang kawat dari billet baja dan pabrik baja lembaran panas akan menghasilkan baja lembaran (*coils*) dari slab baja. Baja lembaran (*coils*) selanjutnya dapat diproses menjadi lembaran yang lebih tipis tanpa menggunakan pemanasan, tapi dengan penggilingan dan penarikan di pabrik baja lembaran dingin (*Cold Rolling Mill*).

3.1.2. Unit-Unit Produksi PT. Krakatau Steel

PT. Krakatau Steel mempunyai beberapa unit-unit produksi, antara lain :

a). Pabrik Besi Spon (*Direct Reduction Plant*)

Besi Spon merupakan bahan baku untuk membuat baja. Bahan baku besi spon adalah *pellet* yaitu butiran besi sebesar kelereng yang dibuat dari bijih besi yang berbentuk seperti *pellet* juga. Pabrik ini mulai beroperasi pada tahun 1978 terdiri dari 4 buah modul dengan kapasitas terpasang masing-masing 500.000 ton/tahun.

b). Pabrik Baja Slab (*Slab Steel Plant*) / 2 buah

Pabrik Baja Slab ini beroperasi tahun 1983. Pabrik ini menggunakan besi spon sebagai bahan baku utama untuk dijadikan slab yang spesifikasinya sebagai berikut :

- tebal slab 150 – 200 mm
- lebar slab 600 – 2080 mm
- panjang slab max 12000 mm
- berat slab 30 ton

kapasitas produksi yang terpasang 1.000.000 ton/tahun.

c). Pabrik Baja Billet (*Billet Steel Plant*)

Berbeda dengan pabrik baja slab, pabrik baja billet menghasilkan baja batangan. Pabrik ini mempunyai empat dapur yang masing-masing berkapasitas 65 ton dan mesin *continuous casting*. Kapasitas yang terpasang 500.000 ton.tahun. Pabrik Baja

Billet mampu memproduksi billet baja dengan berbagai jenis ukuran, antara lain:

- Penampang : 110 x 110 mm², 100 x 100 mm², 120 x 120 mm²
- Standar : 6 m, 10 m, 12 m

d). Pabrik Plat Baja Canai Panas (*Hot Strip Mill*)

Hasil produksi slab baja di *Slab Steel Plant* (SSP), selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pabrik baja lembaran panas (HSM) yang akan diproses menjadi baja lembaran. HSM ini mulai beroperasi pada tahun 1983 dengan kapasitas terpasang 1.000.000 ton/tahun. Baja lembaran panas (dalam bentuk gulungan dan plat) dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Tebal : 18 – 25 mm
- Lebar : 650 – 2080 mm
- Berat max : 30 ton per gulungan

e). Pabrik Plat Baja Canai Dingin (*Cold Rolling Mill*)

Pabrik lembaran dingin ini memperoleh bahan baku dari pabrik HSM. Di pabrik lembaran dingin ini terjadi proses penipisan lembaran baja dengan ketebalan sesuai permintaan konsumen. Hasil produksi dari pabrik ini terpasang dengan kapasitas 850.000 ton/tahun.

f). Pabrik Batang Kawat (*Wire Rod Mill*)

Pabrik batang kawat PT. Krakatau Steel mulai berproduksi pada tahun 1979. Kapasitas yang terpasang di pabrik ini adalah 600.000 ton/tahun. Variasi produksi batang kawat antara lain :

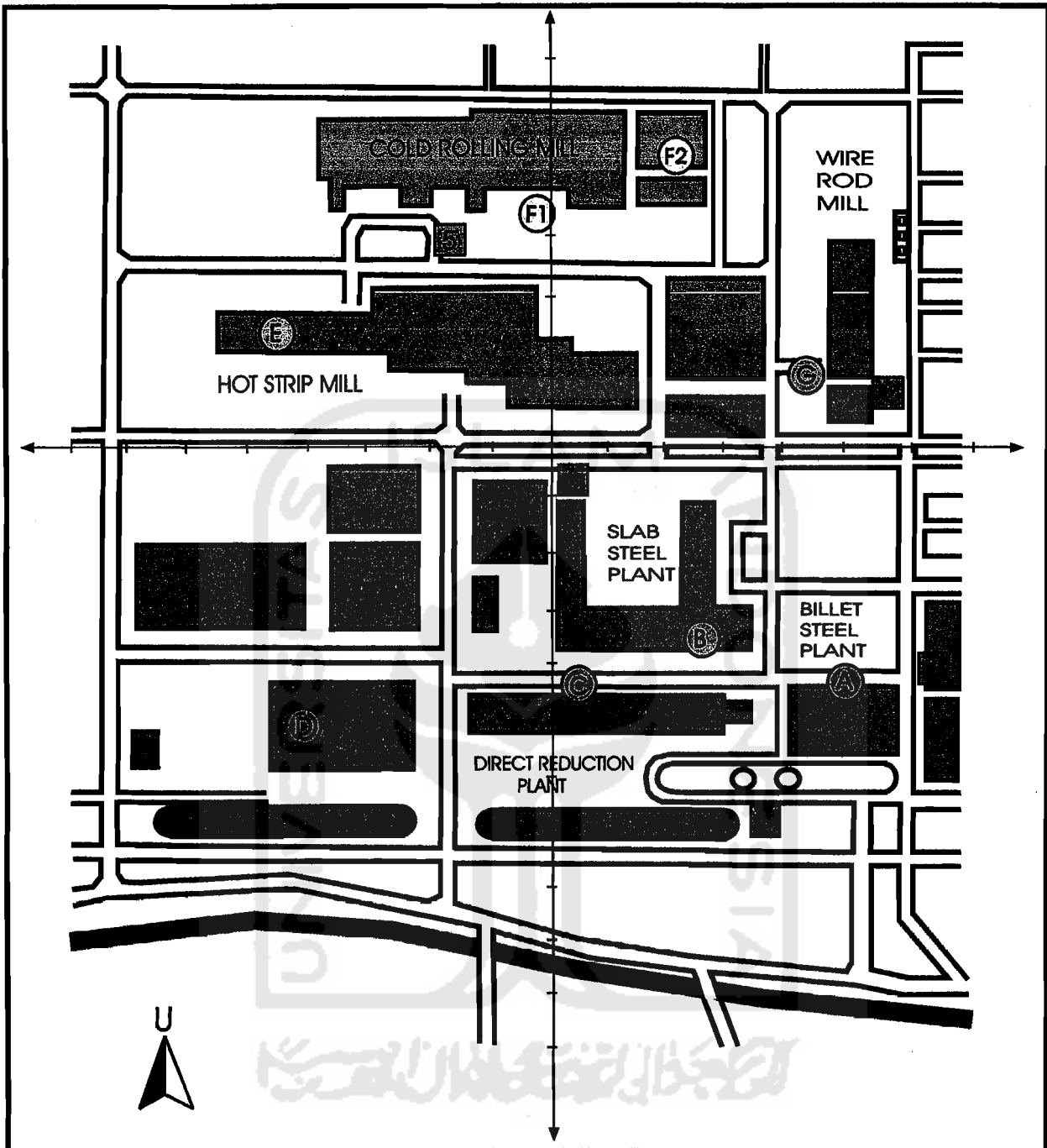
- Batang kawat karbon rendah.
- Batang kawat untuk elektrode las.
- Batang kawat bahan mur dan baut (*Cold Heading*).

Diameter kawat yang dihasilkan adalah 5.5 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, dan 20 mm.

Untuk mengoperasikan ketujuh pabrik tersebut dari seluruh kegiatannya, PT. Krakatau Steel mempekerjakan 6000 orang karyawan tetap dan dibantu oleh sekitar 4000 orang tenaga kerja kontrak yang disediakan oleh beberapa perusahaan penerah tenaga kerja (*labour supplier*) yang ada di wilayah Cilegon dan sekitarnya. Produk Krakatau Steel selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri dan pembangunan di dalam negeri, juga diekspor ke manca negara.

3.1.3. Lokasi *Sampling* Penelitian

Pada penelitian kali ini, lokasi *sampling* yang digunakan untuk menganalisa gas dan debu *ambient* akan dilakukan pada kawasan PT.Krakatau Steel. Adapun lokasi *sampling* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1. berikut :



Gambar 3.1. Peta lokasi sampling

Keterangan :

● Cerobong / stack

■ Titik Sampling

— 100 meter

3.2. Obyek Penelitian

Adapun obyek penelitian kali ini adalah kualitas udara *ambient* (SO₂, NO₂ dan TSP) untuk masing-masing titik *sampling* yang berada pada kawasan PT.Krakatau Steel.

Tabel 3.1.

Obyek Penelitian

Parameter	Satuan	Metode Analisa	BMUA*
SO ₂	µg/Nm ³	Pararosanilin	365 µg/Nm ³
NO ₂	µg/Nm ³	Saltzman	150 µg/Nm ³
TSP	µg/Nm ³	Gravimetric	230 µg/Nm ³

Ket.: * BMUA = Baku Mutu Udara *Ambient* (untuk waktu pengukuran 24 jam).

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian kali ini meliputi :

a). Data primer.

1. Didapat dari hasil *monitoring* kualitas udara *ambient* di lapangan pada saat penelitian yaitu data konsentrasi dari tiap parameter serta data-data meteorologi yang meliputi arah angin, kecepatan angin, tekanan udara, dan suhu udara *ambient* pada masing-masing lokasi titik *sampling* yang berada di dalam kawasan PT. Krakatau Steel.
2. Jarak antara lokasi *sampling* dengan cerobong.

b). Data sekunder.

1. Data hasil *monitoring* pada periode sebelumnya.
2. Data-data meteorologi (arah angin, kecepatan angin, tekanan udara, dan suhu udara *ambient*).
3. Data-data dimensi cerobong yang berada di dalam kawasan PT. Krakatau Steel (debit emisi yang dikeluarkan, kecepatan udara yang dikeluarkan, diameter *stack*, suhu *stack*).
4. Peta lokasi yang meliputi lokasi penempatan titik *sampling* dan cerobong yang terdapat di dalam kawasan PT. Krakatau Steel.
5. Standar Baku Mutu Udara *Ambient* Nasional.

3.4. Metode *Sampling* dan Analisa Laboratorium

3.4.1. Sulfur Dioksida (SO₂)

3.4.1.1. Prinsip Pengukuran

Dalam proses ini reaksi gas SO₂ dengan TCM (Tetra Chloro Mercurate) membentuk senyawa kompleks dikloro sulfida merkurat, yang tahan terhadap oksigen di udara. Kompleks ini kemudian direaksikan dengan pararosanilin dan formaldehid yang selanjutnya akan membentuk kompleks berwarna merah ungu, yaitu asam pararosanilin metil sulfonat. Intensitas warna yang timbul selanjutnya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm.

3.4.1.2. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk *sampling* gas SO_2 *ambient* adalah sebagai berikut :

a). Alat yang diperlukan :

1. Spektrofotometer.
2. Perangkat pompa dan impinger.
3. Peralatan gelas.
4. *Stopwatch*.

b). Bahan kimia yang digunakan :

1. Kalium Iodida.
2. Natrium tiosulfat kristal.
3. Natrium karbonat.
4. Natrium bikarbonat.
5. Natrium sulfit.
6. Merkuri klorida.
7. EDTA.
8. Kalium klorida.
9. Asam sulfat.
10. Formaldehid.
11. Pararosanilin.
12. n-Butanol.
13. Asam klorida.
14. Indikator kanji.

3.4.1.3. Pembuatan Reagen.

a). Larutan I_2 0,01 N.

1.27 gram I_2 dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml, tambahkan larutan KI (4 gram dalam 2,5 ml akuadest), encerkan hingga tanda batas).

b). Larutan $Na_2S_2O_3$ 0,01 N.

2,5 gram $Na_2S_2O_3 \cdot 9H_2O$ dilarutkan dalam 1 liter akuadest yang telah dipanaskan hingga mendidih, kemudian tambahkan 0,5 gram Na_2CO_3 ke dalam larutan ini. Biarkan 1 malam, kemudian standarisasi dengan larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,01 N.

c). Larutan amyllum 0,2 %.

2 gram amyllum dengan 0,01 gram HgI_2 dalam sedikit akuadest, lalu suspensi ini kemudian dimasukkan perlahan-lahan ke dalam 1 liter akuadest yang sudah mendidih. Panaskan terus hingga larutan ini jernih.

d). Larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,01 N.

Timbang 0,49 gram $K_2Cr_2O_7$ dan kemudian dilarutkan dalam 1 liter akuadest.

e). Larutan induk SO_2 .

0,5 gram Na_2SO_3 dilarutkan dalam 500 ml akuadest.

f). Larutan penyerap TCM 0,04 M.

10,86 gram HgCl_2 ditambah 0,66 gram Na-EDTA ditambah 0,6 gram KCl, dilarutkan dalam akuadest hingga 1000 ml. pH larutan diharapkan = 4.

g). Larutan asam sulfamat 0,6 %.

0,6 gram kristal asam sulfamat dilarutkan hingga volume 100 ml. pH larutan diatur = 4 dengan NaOH.

h). Larutan formaldehid 0,2 %.

5 ml formaldehid (36-38 %) dicencerkan dengan 1000 ml akuadest.

i). Larutan induk pararosanilin.

0,4 gram pararosanilin diekstrak dengan 150 ml larutan HCl 2 N : n-butanol (1:1). Pisahkan pararosanilin yang terlarut dalam fase air (pararosanilin-HCl). Lakukan ekstraksi minimal 3 kali dengan n-butanol @ 50 ml. Pindahkan pararosanilin yang telah diekstrak ke dalam labu ukur, encerkan sampai 200 ml dengan HCl 2 N.

j). Larutan kerja pararosanilin.

40 ml larutan induk pararosanilin dimasukkan ke dalam labu takar 500 ml. Kemudian tambahkan 80 ml H_3PO_4 27 %, lalu tambahkan dengan HCl 2 N.

k). Larutan induk SO_2 – TCM.

0,5 ml larutan induk SO_2 diencerkan dengan TCM (Tetra Chloro Mercurate) 0,04 M hingga 100 ml. Larutan ini dibuat segera setelah standarisasi larutan induk.

3.4.1.4. Cara Kerja

a). Standarisasi larutan tiosulfat.

1. Ambil 25 ml larutan $K_2Cr_2O_7$, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian tambahkan 2 gram KI dan 10 ml HCl 1 N. Titrasi larutan ini dengan larutan tiosulfat (pada point b diatas).
2. Tambahkan indikator kanji, titik akhir didapatkan pada saat terjadi warna hijau terang.
3. Normalitas larutan induk tiosulfat dihitung sebagai berikut :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2 \quad \text{--- (III.1)}$$

Dimana : V_1 = volume awal $K_2Cr_2O_7$

N_1 = normalitas $K_2Cr_2O_7$

V_2 = volume tiosulfat

N_2 = normalitas tiosulfat

b). Standarisasi larutan SO_2 .

1. Pipet masing-masing 50 ml larutan Iodine 0,01 N masukkan ke dalam erlenmeyer A (berisi 25 ml akuadest sebagai blanko) dan erlenmeyer B (berisi larutan SO_2).
2. Tutup kedua erlenmeyer. Kemudian titrasi dengan larutan tiosulfat yang telah diketahui konsentrasinya dengan kanji sebagai indikator. Titik akhir didapatkan pada saat warna biru tepat hilang.

3. Konsentrasi SO_2 dihitung sebagai berikut :

$$\mu\text{g SO}_2/\text{ml} = \frac{(A-B) \cdot (N) \cdot 32.000}{V} \quad (\text{III.2})$$

Dimana :

A = volume tiosulfat terpakai pada blanko

B = volume tiosulfat terpakai pada SO_2

N = normalitas SO_2 (dihitung sebagai sulfit)

V = volume SO_2

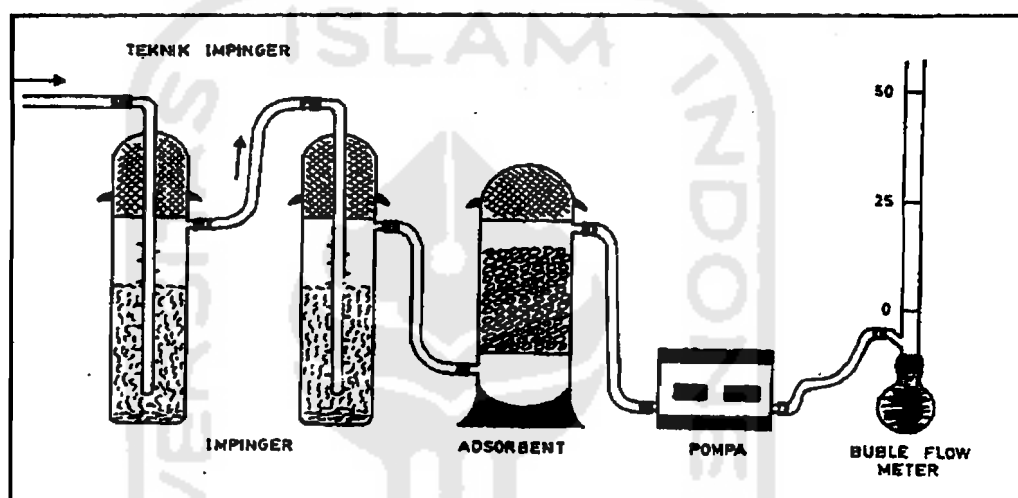
32.000 = faktor perkalian berat ekuivalen sulfit menjadi μg

c). Pembuatan kurva standar.

1. Ke dalam 6 buah labu ukur 25 ml dimasukkan masing-masing 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 ml larutan kerja SO_2 – TCM.
2. Tambahkan masing-masing 10 ml larutan penangkap TCM 0,04 M.
3. Tambahkan masing-masing 1 ml asam sulfamat 0,6 %.
4. Tambahkan masing-masing 2 ml larutan formaldehid.
5. Tambahkan pula masing-masing 1 ml larutan kerja pararosanilin jadikan volume 25 ml dengan akuadest.
6. Diamkan selama 30 menit agar pembentukan warna yang terjadi lebih maksimal.
7. Ukur absorban tersebut dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm.
8. Buat kurva kalibrasi standar dengan mem-plotkan nilai antara absorban dan konsentrasi.

d). Prosedur pengerjaan sampling SO_2 *ambient*.

Metode *sampling* yang digunakan untuk menentukan gas-gas dalam udara *ambient*, dalam hal ini ialah gas SO_2 dan NO_2 pada penelitian kali ini ialah dengan menggunakan metode impinger. Adapun susunan peralatan *sampling* dengan impinger dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Susunan peralatan metode impinger

Berikut adalah prosedur pengerjaan untuk *sampling* SO_2 *ambient* :

1. Ke dalam tabung impinger masukkan 10 ml larutan penangkap TCM 0,04 M.
2. Kemudian susun peralatan *sampling* impinger seperti gambar diatas, namun sebelumnya tabung impinger tersebut ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah penguraian oleh sinar matahari.
3. Lakukan penarikan gas selama 30 – 60 menit dengan laju aliran udara pompa adalah sebesar 0,5 – 2,5 l/menit. Pada *sampling* kali ini

waktu *sampling* yang digunakan adalah 30 menit dan laju aliran udara pompa adalah sebesar 1,5 l/menit.

4. Setelah *sampling* selesai, segera dilakukan analisa laboratorium.
5. Pindahkan larutan sampel ke dalam labu ukur 25 ml secara kuantitatif, bilas impinger dengan akuadest.
6. Tambahkan 1 ml larutan asam sulfamat 0,6 %.
7. Tambahkan 2 ml larutan formaldehid.
8. Tambahkan 1 ml larutan kerja pararosanilin jadikan volume 25 ml dengan akuadest.
9. Diamkan selama 30 menit, agar pembentukan warna lebih maksimal.
10. Ukur absorban tersebut dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm.
11. Tentukan konsentrasi SO_2 dengan membandingkan pada kurva kalibrasi standar.

3.4.2. Nitrogen Dioksida (NO_2)

3.4.2.1. Prinsip Pengukuran

Dalam proses ini larutan griess bereaksi gas NO_2 membentuk warna ungu yang selanjutnya diukur serapannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm.

3.4.2.2. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk *sampling* gas NO_2 *ambient* adalah sebagai berikut :



a). Alat yang diperlukan :

1. Spektrofotometer.
2. Perangkat pompa dan impinger.
3. Peralatan gelas.
4. *Stopwatch*.

b). Bahan kimia yang digunakan :

1. N- (1- naphthyl) etilen diammonium dichloride.
2. Asam sulfanilat.
3. Asam asetat glasial.
4. NaNO_2 .

3.4.2.3. Pembuatan Reagen

a). Larutan induk N- (1- naphthyl) etilen diammonium dichloride 0,1 %.

Timbang $\pm 0,1$ gram N- (1- naphthyl) etilen diammonium dichloride.

Larutkan dengan sedikit air, masukkan ke dalam labu takar 100 ml, bilas sampai bersih dan kemudian encerkan hingga tanda batas.

b). Pereaksi Griess (pengabsorpsi).

1. Timbang 5 gram asam sulfanilat, larutkan dalam ± 800 ml akuadest (untuk mempercepat pelarutan bisa dipanaskan kemudian didinginkan).
2. Setelah larutan tersebut dingin, tambahkan 140 ml asam asetat glasial lalu diaduk.

3. Tambahkan pula kedalamnya 20 ml larutan induk N- (1- naphthyl) etilen diammonium dichloride, lalu diaduk, kemudian encerkan dengan akuadest sampai 1 liter.
 4. Simpan dalam botol berwarna coklat yang dibalut dengan *aluminium foil* dan tutup rapat-rapat untuk mencegah kontak udara.
- c). Larutan standar NaNO_2 1,5 gram/liter (1000 ppm NO_2^-).
1. Timbang 1,5 gram NaNO_2 , larutkan dengan sedikit air, kemudian pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu takar 1000 ml.
 2. Encerkan dengan akuadest hingga tanda batas.
- d). Larutan standar NaNO_2 0,15 gram/liter (100 ppm NO_2^-).
- Pipet 10 ml larutan standar NaNO_2 1,5 gram/liter, masukkan ke dalam labu takar 100 ml, kemudian encerkan dengan akuadest hingga tanda batas.
- e). Larutan standar NaNO_2 0,015 gram/liter (10 ppm NO_2^-).
- Pipet 10 ml larutan standar NaNO_2 0,15 gram/liter, masukkan ke dalam labu takar 100 ml, kemudian encerkan dengan akuadest hingga tanda batas (larutan standar ini yang dipakai untuk pembuatan kurva kalibrasi dan harus dibuat segar).

3.4.2.4. Cara Kerja

a). Pembuatan kurva standar.

1. Pipetkan ke dalam 6 buah labu ukur 50 ml dimasukkan masing-masing 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 ml larutan standar NaNO_2 yang berkonsentrasi 0,015 gram/liter (10 ppm NO_2^-).
2. Tambahkan kedalamnya masing-masing 10 ml larutan pengabsorpsi (larutan griess), kemudian encerkan dengan akuadest hingga tanda batas.
3. Diamkan selama 15 menit untuk pembentukan warna yang sempurna.
4. Ukur absorban tersebut dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm.
5. Buat kurva kalibrasi standar dengan mem-plotkan nilai antara absorban dan konsentrasi.

b). Prosedur pengerjaan *sampling* NO_2 *ambient*.

1. Ke dalam tabung impinger masukkan 10 ml larutan pengabsorpsi (larutan griess).
2. Kemudian susun peralatan *sampling* impinger seperti gambar 3.2. diatas, namun sebelumnya tabung impinger tersebut ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah penguraian oleh sinar matahari.
3. Lakukan penarikan gas selama 30 – 60 menit dengan laju aliran udara pompa adalah sebesar 0,5 – 2,5 l/menit. Pada *sampling* kali ini

waktu *sampling* yang digunakan adalah 30 menit dan laju aliran udara pompa adalah sebesar 1,5 l/menit.

4. Setelah *sampling* selesai, segera dilakukan analisa laboratorium.
5. Pindahkan larutan sampel ke dalam labu ukur 50 ml secara kuantitatif, bilas impinger dengan akuadest, kemudian encerkan hingga tanda batas.
6. Diamkan selama 15 menit untuk pembentukan warna yang sempurna.
7. Ukur absorban tersebut dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm.
8. Tentukan konsentrasi NO_2 dengan membandingkan pada kurva kalibrasi standar.

3.4.3. Partikel Debu/*Total Suspended Particulate* (TSP)

3.4.3.1. Prinsip Pengukuran

Dalam proses ini, debu yang terdapat dalam udara *ambient* dihisap dengan menggunakan alat *High Volume Sampler* (HVS) yang dilengkapi dengan *filter* debu jenis selulosa ester, yang sebelumnya telah ditimbang beratnya. *Filter* tersebut kemudian disimpan dalam desikator dan kemudian ditimbang dengan neraca analitis hingga didapatkan berat yang konstan.

3.4.3.2. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk *sampling* debu *ambient* adalah sebagai berikut :

1. *High Volume Sampler* (HVS).
2. *Filter* debu (sellulosa ester).
3. Oven.
4. Desikator.
5. Neraca analitis.

3.4.3.3. Cara Kerja

- a). Masukkan *filter* debu sellulosa ester ke dalam oven dengan temperatur $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 10 menit.
- b). Masukkan ke dalam desikator selama 20 menit untuk mendapatkan berat yang konstan.
- c). Timbanglah *filter* debu tersebut pada neraca analitis kemudian kita catat beratnya (berat awal; W_i gram).
- d). *Filter* debu tersebut kemudian kita pasang pada alat *High Volume Sampler*.
- e). Kemudian lakukan penghisapan debu udara *ambient* selama 1 jam.
- f). Setelah *sampling* dilakukan, kemudian kita masukkan sampel *filter* debu tersebut ke dalam oven dengan temperatur $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 10 menit.
- g). Masukkan ke dalam desikator selama 20 menit.
- h). Timbanglah *filter* debu tersebut pada neraca analitis kemudian kita catat beratnya (berat akhir; W_r gram).

3.4.3.4. Perhitungan Kadar Debu *Ambient*

Untuk menghitung kadar debu *ambient* dari sampel *filter* tersebut diatas dapat digunakan persamaan berikut :

$$P = \frac{(W_r - W_i) \times 10^6}{V} \quad (III.3)$$

- Dimana :
- P = kadar debu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
 - W_i = berat awal *filter* (gram).
 - W_r = berat akhir *filter* (gram).
 - V = volume udara yang *disampling* (L).
 - 10^6 = konversi dari gram ke μg .

3.5. Pengukuran Data Meteorologi di Lapangan

3.5.1. Arah Angin

Penentuan arah angin pada saat *sampling* sangatlah diperlukan didalam menganalisa distribusi sebaran polutan. Adapun penentuan arah angin di lapangan pada saat *sampling* dapat dilakukan dengan cara :

1. Melihat arah asap yang keluar dari cerobong.
2. Melihat arah tertipnya dedaunan pada tanaman.

3.5.2. Kecepatan Angin

Kecepatan angin pada saat *sampling* dibutuhkan didalam penentuan kelas stabilitas atmosfer di lapangan, selain itu juga didalam analisa distribusi sebaran polutan melalui persamaan umum Gauss. Kecepatan angin diukur dengan menggunakan *anemometer* beserta statif dengan ketinggian ± 2 meter.

Pengukuran ini dilakukan pada daerah yang terbuka. Adapun pengukuran kecepatan angin ini dilakukan dengan cara menempatkan *anemometer* sesuai dengan arah angin dengan waktu tertentu. Kemudian kita dapat mengetahui kecepatan angin dengan membaca skala pada *anemometer*, dengan membagi nilai skala terhadap waktu. Penentuan kecepatan angin ini dilakukan 3 kali, dan kemudian kita ambil nilai rata-ratanya.

3.5.3. Temperatur Udara *Ambient*

Temperatur udara *ambient* diperlukan juga didalam analisa distribusi sebaran polutan dengan persamaan umum Gauss. Adapun untuk mengukur temperatur udara *ambient* ini adalah dengan menggunakan *termometer digital*. Dalam pengukurannya *termometer digital* tersebut kita diamkan hingga didapatkan suhu udara *ambient* yang stabil.

3.5.4. Tekanan Udara *Ambient*

Tekanan udara *ambient* dapat diukur dengan menggunakan *barometer digital* lapangan, dimana pengukurannya adalah dengan cara membiarkan *barometer digital* lapangan tersebut hingga beberapa saat hingga stabil. Tekanan udara yang diperoleh adalah tekanan udara dalam satuan milibar. Data tekanan udara ini juga diperlukan untuk analisa distribusi sebaran melalui persamaan umum Gauss.

3.5.5. Kondisi Cuaca

Selain digunakan untuk menganalisa distribusi sebaran polutan, kondisi cuaca pada saat *sampling* juga diperlukan didalam penentuan kelas stabilitas atmosfer.

3.6. Metode Analisa Data

3.6.1. Perhitungan Debit Emisi *Stack*

Dari data-data dimensi *stack* yang diperoleh, seperti diameter, kecepatan emisi, dan konsentrasi polutan, maka dapat ditentukan nilai debit emisi yang dikeluarkan dari suatu *stack* melalui persamaan :

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V
 \end{aligned}
 \quad \text{--- (III.4)}$$

Dimana : Q = debit emisi (m^3/s)
 A = luas penampang *stack* (m^2)
 D = diameter *stack* (m)
 V = kecepatan emisi (m/s)

3.6.2. Perhitungan Konsentrasi Emisi *Stack*

Konsentrasi polutan yang dikeluarkan melalui suatu *stack*, dapat dihitung melalui persamaan :

$$E = \frac{k \cdot Q}{1000}
 \quad \text{--- (III.5)}$$

Dimana : E = konsentrasi emisi polutan (g/s)
 k = konsentrasi polutan (mg/m^3)
 Q = debit emisi (m^3/s)
 1000 = konversi $\text{mg} \rightarrow \text{g}$

3.6.3. Perhitungan Kondisi Meteorologi

Data-data kondisi meteorologi yang diperoleh di lapangan (temperatur udara *ambient*, tekanan udara, cuaca, kecepatan dan arah angin), sangatlah diperlukan di dalam menganalisa distribusi sebaran polutan melalui persamaan umum Gauss. Oleh karenanya teknik-teknik pengukurannya harus dilakukan dengan cermat. Untuk menghitung kecepatan angin pada ketinggian *stack* dapat kita gunakan *formula* Slade (Pers. II.11.)

3.6.4. Perhitungan Distribusi Sebaran

3.6.4.1. Perhitungan Model Gauss

Setelah data-data dari dimensi *stack* serta data meteorologi sudah ditentukan, selanjutnya dapat dihitung distribusi sebaran polutan dengan menggunakan persamaan umum Gauss (Pers. II.6).

3.6.4.2. Perhitungan Koefisien Dispersi

Untuk menghitung nilai koefisien dispersi horizontal (S_y) dan nilai koefisien dispersi vertikal (S_z) dapat kita gunakan cara grafis melalui Gambar 2.4. dan Gambar 2.5. Selain itu juga dapat ditentukan melalui persamaan II.7. dan II.8. Kedua metode tersebut diatas dapat digunakan, namun untuk ketelitian sebaiknya menggunakan persamaan II.7. dan II.8. dimana sebelumnya kelas stabilitas atmosfernya kita tentukan terlebih dahulu.

3.6.4.3. Perhitungan Tinggi Efektif *Stack*

Untuk menentukan nilai tinggi efektif *stack* digunakan persamaan II.9. Sedangkan untuk menentukan nilai tinggi semburan digunakan persamaan II.10.

3.6.5. Perbandingan Dengan Analisa Statistik

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*). Adapun langkah-langkah analisa yang digunakan di dalam statistik ini adalah sebagai berikut :

a). Analisa dengan menggunakan uji-F.

Hipotesis.

H_0 = Kedua varians populasi adalah identik (variens populasi konsentrasi teoritis dan konsentrasi lapangan adalah sama)

H_i = Kedua varians populasi adalah tidak identik (variens populasi konsentrasi teoritis dan konsentrasi lapangan adalah berbeda)

b). Analisa dengan menggunakan uji-t.

Hipotesis.

H_0 = Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata populasi konsentrasi teoritis dan konsentrasi lapangan adalah sama)

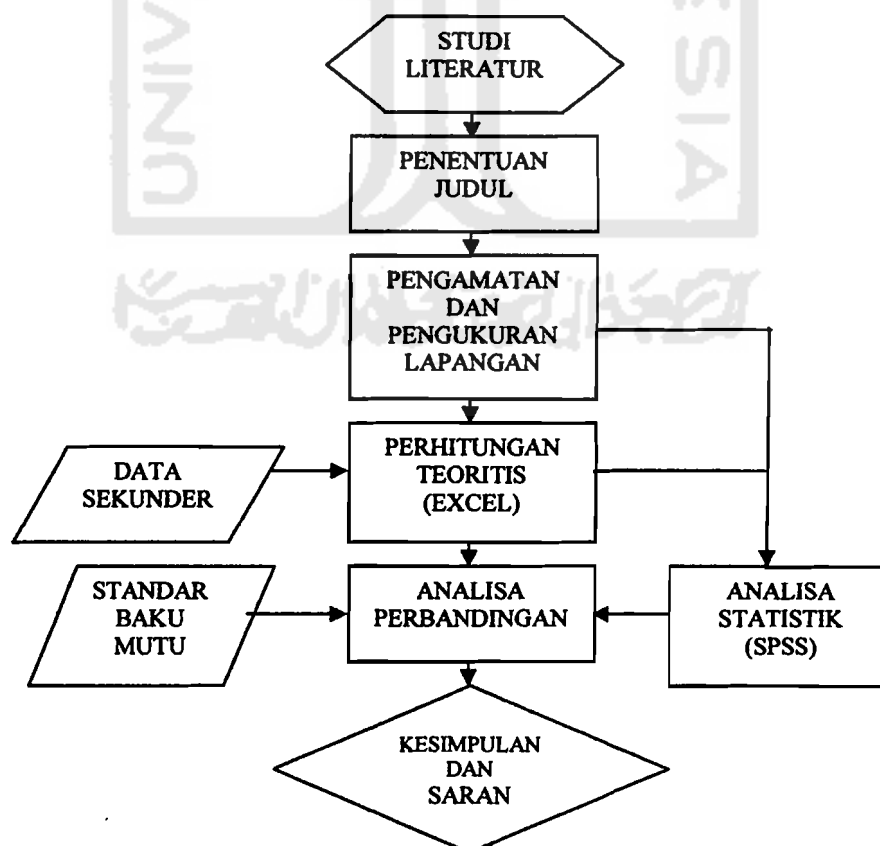
H_i = Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata populasi konsentrasi teoritis dan konsentrasi lapangan adalah berbeda)

Pengambilan Keputusan.

1. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.
 2. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.
- c). Mengetahui perbedaan rata-rata (*mean difference*).

Setelah dilakukan uji-F dan uji-t, dan diketahui penggunaan *Equal variance assumed* dan *Equal variance not assumed*, serta diketahui ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi teoritis dan konsentrasi lapangan, langkah selanjutnya adalah mengetahui seberapa besar perbedaan tersebut melalui *mean difference*.

DIAGRAM ALIR METODE PENELITIAN



Gambar 3.3. Diagram alir metode penelitian.