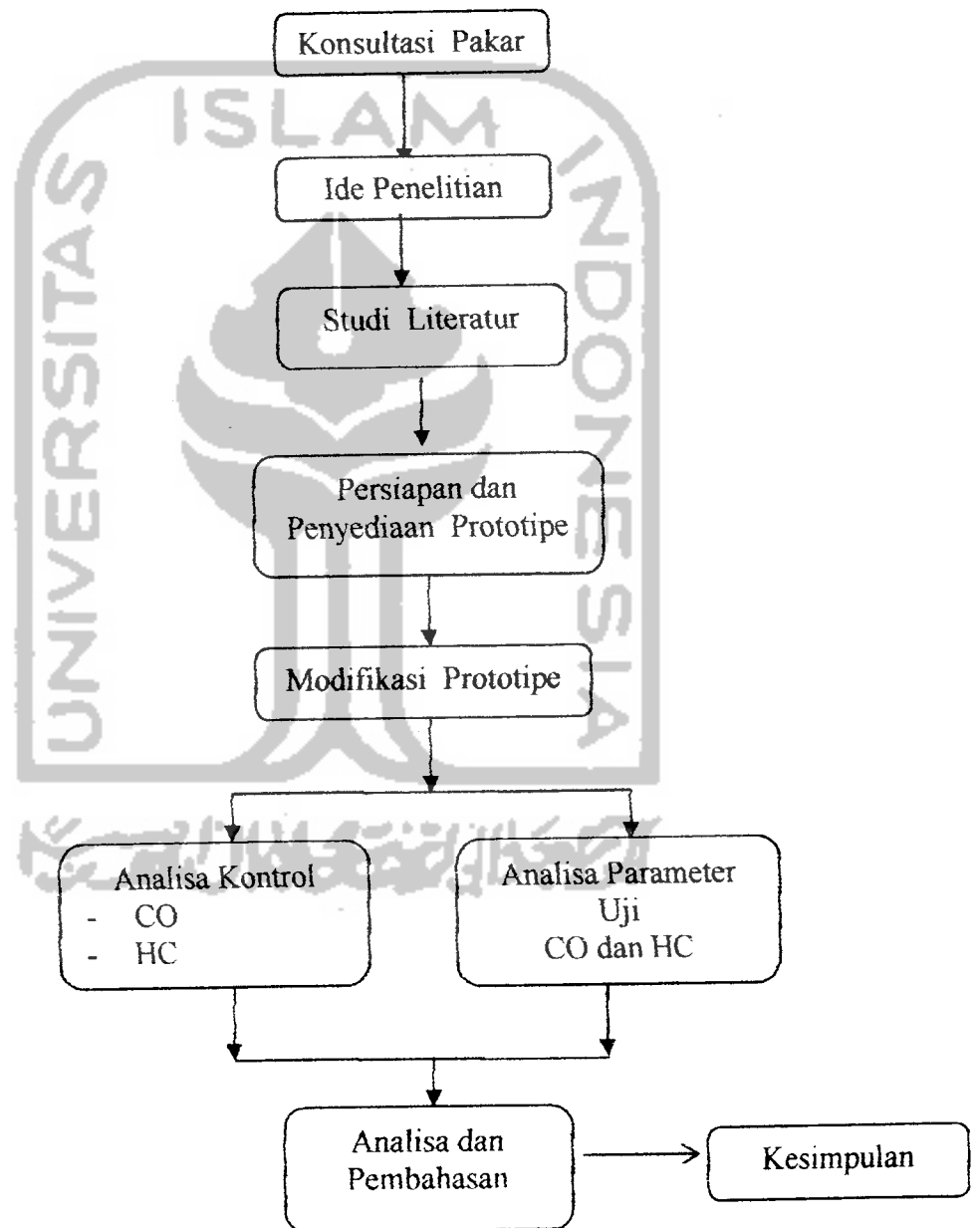


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Pengembangan, riset, dan modifikasi 3 buah reaktor LPTD (Lucutan Plasma Terhalang Dielektrik) yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan di P3TM (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju) BATAN (Badan Tenaga Atom Nasional) Pada Balai Tekno Fisikokimia, Sub-Bidang Fisika Plasma, Jl. Babarsari P.O. Box 1008, Jogjakarta 55010. Sedangkan untuk analisis parameter kualitas udara dilakukan di laboratorium Kualitas Udara pada Kampus II Sekolah Tinggi Teknologi Lingkungan (STTL) "YLH" (Yayasan Lingkungan Hidup) Jogjakarta, Winong, Tinalan, Kotagede, Jogjakarta. Gas buang CO dan HC yang digunakan sebagai objek penelitian berasal dari sepeda motor empat langkah.

3.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan yang terdiri dari tahap konsultasi pakar, ide penelitian, persiapan dan penyediaan prototipe, modifikasi prototipe, analisa kontrol dan analisa uji laboratorium, analisa data dan penyusunan laporan.

3.4 Parameter Penelitian

Pada penelitian ini ditekankan pada data parameter-parameter mencakup sebagai berikut:

Tabel 3.1 Parameter Penelitian

NO.	PARA-METER	SATUAN	BAKU MUTU EMISI	METODE UJI
1.	CO	%	4.5	Gas analyzer
2.	HC	ppm	2400	Gas analyzer

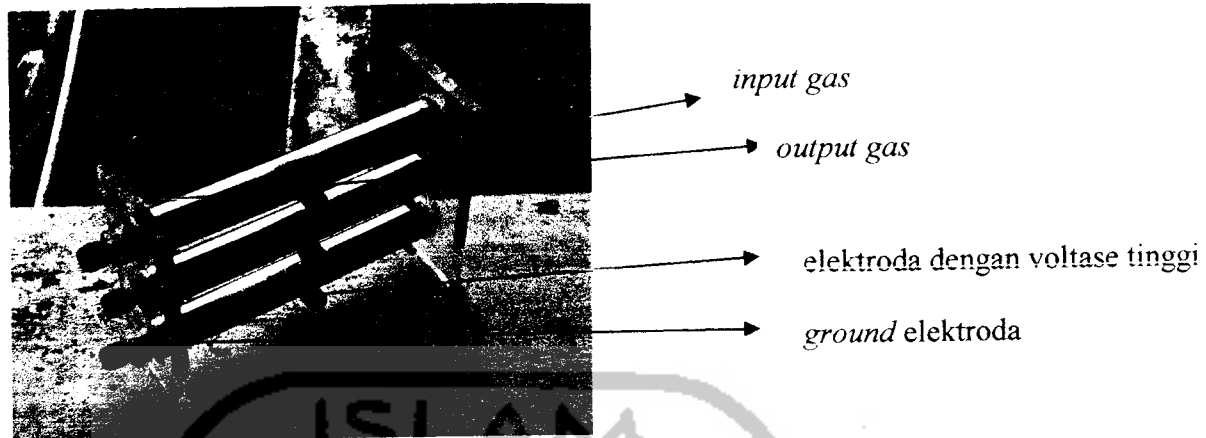
(Sumber : Kep.Gubernur D.I. Y no 167 tahun 2003)

3.5 Desain Reaktor Lucutan Plasma Terhalang Dielektrik (LPTD)

Reaktor yang digunakan adalah mesin ozonizer, namun setelah dilakukan pengembangan dan modifikasi pada mesin tersebut untuk difungsikan sebagai mesin plasma untuk penguraian gas buang. Input pada mesin ozonizer yang berfungsi menangkap oksigen (O_2) di udara ambien, diubah menjadi penangkap gas buang yang dihasilkan dari sepeda motor empat langkah. Rencana modifikasi pada mesin ozonizer beserta semua komponen pendukungnya sehingga dapat digunakan sebagai reaktor plasma non-termal untuk penguraian gas buang adalah sebagai berikut:

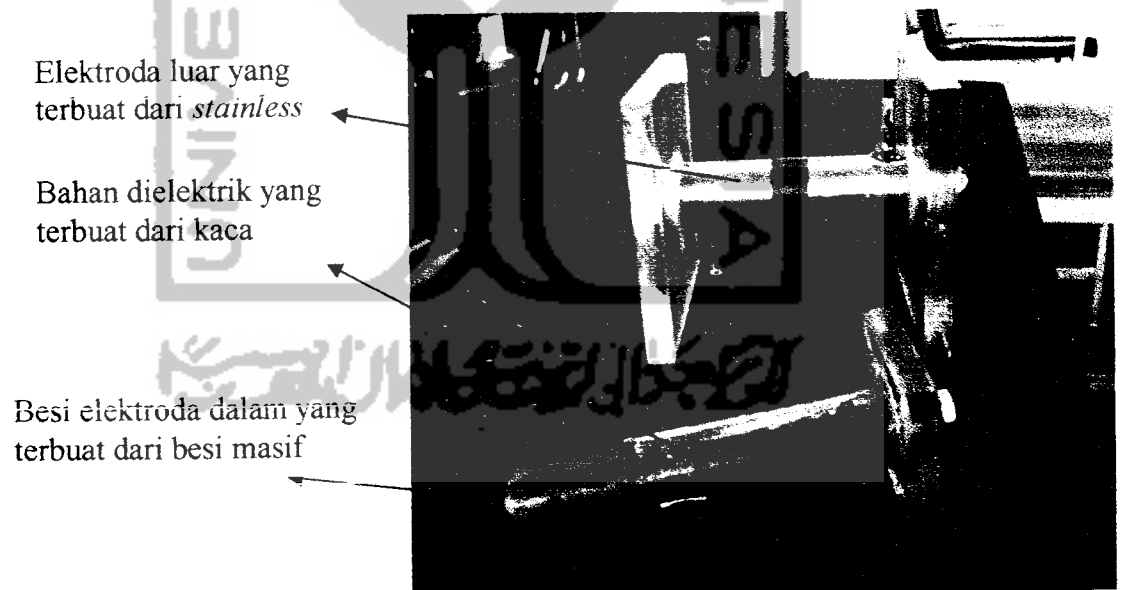
1. Reaktor LPTD (Lucutan Plasma Terhalang Dielektrik)

Penelitian ini menggunakan 3 buah reaktor LPTD yang dibuat dan didesain secara khusus oleh P3 TM BATAN, namun dalam penelitian ini, tabung yang digunakan hanya satu tabung yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3.2 Tabung Reaktor LPTD yang digunakan dalam penelitian

Dalam reaktor LPTD ini terdapat tiga bagian utama, yaitu elektroda luar, elektroda dalam dan lapisan dielektrik. Berikut ini adalah gambar 3.3 yang menunjukkan sebuah tabung reaktor LPTD tanpa penutup (elektroda luar) sehingga terlihat lapisan dielektrik dan elektroda bagian dalam :



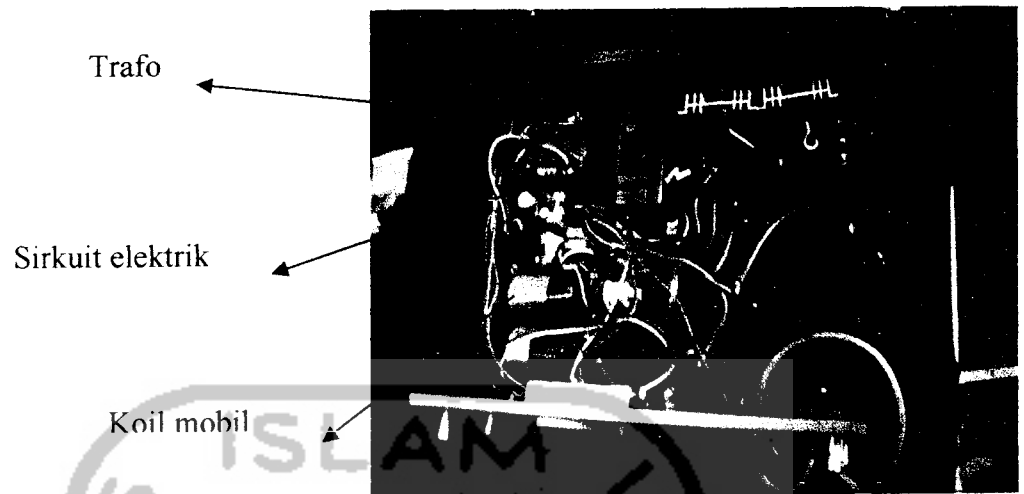
Gambar 3.3 Tabung Reaktor LPTD tanpa penutup elektroda luar sehingga terlihat lapisan dielektrik dan elektroda sebelah dalam

Dimana untuk spesifikasi dari masing masing tabung reaktor LPTD adalah sebagai berikut :

- Luas permukaan setiap tabung 157 cm^2
- Celah (*gap*) antara lapisan dielektrik dengan tabung elektroda luar 2 mm.
- Ketebalan lapisan dielektrik yang terbuat dari kaca bening 1 mm
- Ketebalan elektroda luar 0,5 mm yang terbuat dari *stainless steel*
- Diameter elektroda dalam 1,5 cm yang terbuat dari besi masif
- Panjang tabung LPTD 18 cm.

2. Catu Daya Reaktor LPTD

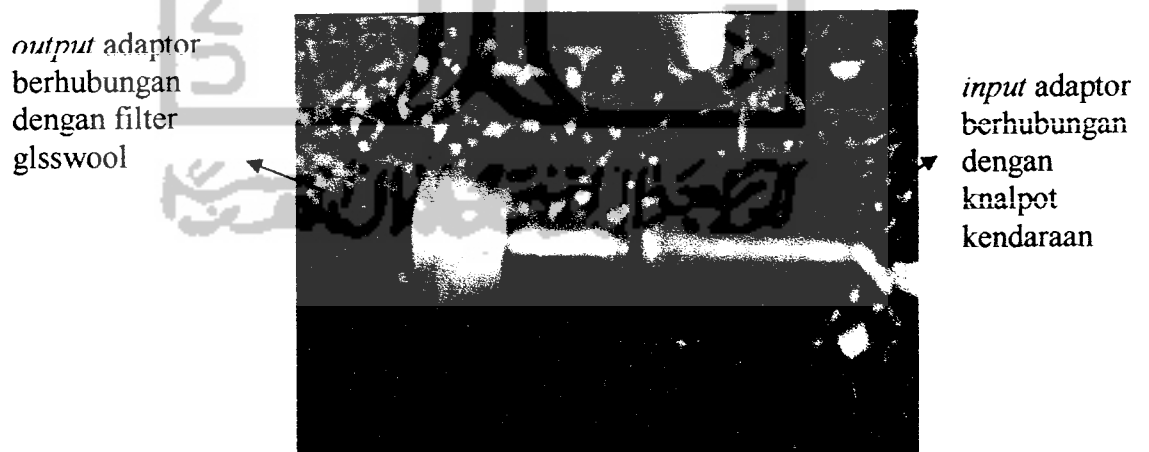
Reaktor LPTD memerlukan sumber arus listrik AC tegangan tinggi. Untuk setiap tabung LPTD, memerlukan voltase sebesar 30 kVA (kilo Volt Ampere) dengan arus listrik sebesar 16 watt, yang dihubungkan dengan sumber arus listrik PLN 220 V. P3TM BATAN pada Balai Tekno Fisikokimia pada Sub - Bidang Fisika Plasma, mendesain suatu alat khusus untuk digunakan sebagai catu daya listrik reaktor LPTD. Bagian utama dari alat ini adalah travo, sirkuit elektrik dan 3 buah koil mobil yang masing masing mempunyai tegangan 30 kVA. Berikut ini adalah Gambar 3.3 yang menunjukkan catu daya yang digunakan sebagai sumber energi reaktor plasma non-termal.



Gambar 3.4 Catu daya listrik sebagai sumber listrik reaktor LPTD

3. Adaptor Penghubung antara Knalpot dengan Tabung Filter

knalpot pada sepeda motor yang digunakan sebagai objek penelitian memerlukan adaptor penghubung dengan tabung filter yang berisi glasswool. Dimensi adaptor ini mengikuti output dari knalpot kendaraan dan input dari tabung filter. Berikut ini adalah gambar 3.5 yang menunjukkan dimensi dari adaptor tersebut :



Gambar 3.5 Adaptor penghubung knalpot kendaraan dengan tabung filter *glasswool*

Fungsi adaptor adalah sebagai penghubung, berikut ini adalah rangkaian adaptor dengan tabung filter :



Gambar 3.6 Pemasangan adaptor dengan tabung filter *glasswool*

4. Tabung Filter *Glaswooll*

Tabung filter digunakan sebagai tempat peletakan *glasswool* yang digunakan sebagai penyaring partikulat gas buang yang dilepaskan oleh knalpot sepeda motor. *Glasswool* ini diberikan variasi sebesar 25, 50, dan 75 gram, dimana peletakan *glasswool* ini disebar secara merata di dalam tabung knalpot. Tabung filter ini terbuat dari aluminium dengan diameter mm dan panjang mm.

Tabung filter ini dilengkapi dengan nipel pada ujungnya. Nipel ini dihubungkan dengan selang karet menuju reaktor plasma. Tabung filter dilakukan modifikasi dengan pemasangan nipel pada ujung tabung agar semua gas buang yang keluar dari knalpot kendaraan tidak ada yang terbang ke udara bebas. Dari nipel inilah semua gas buang yang keluar dari tabung filter disalurkan menuju reaktor plasma.



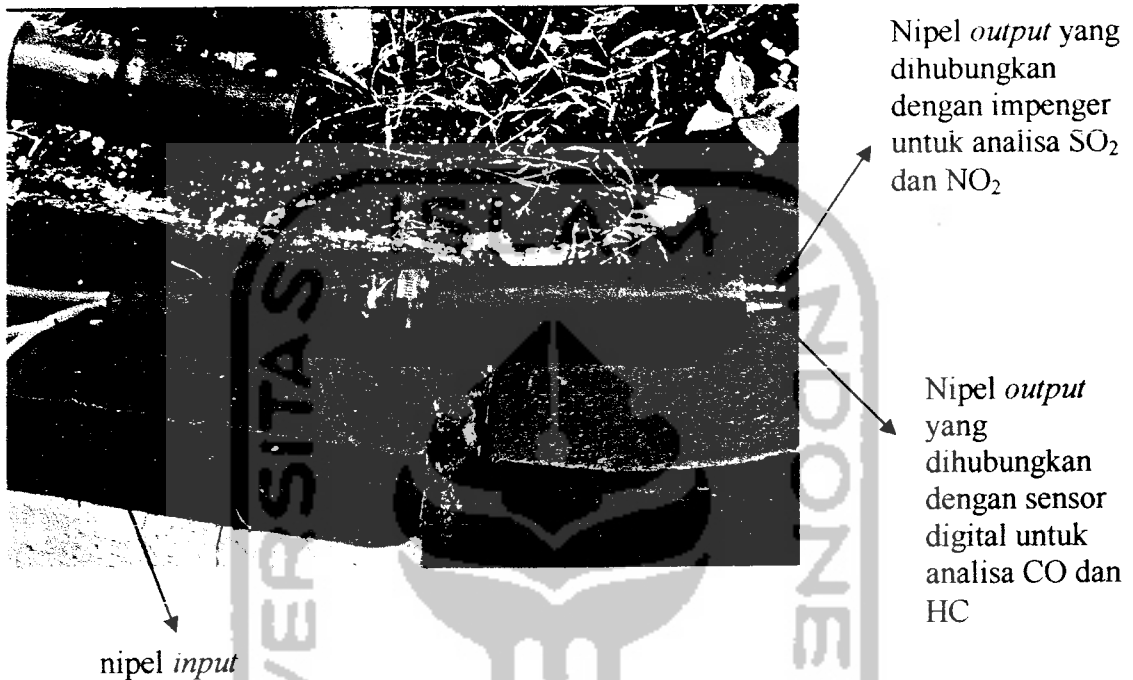
Gambar 3.7 Nipel pada ujung tabung filter yang dihubungkan dengan selang dan selanjutnya selang ini menuju reaktor plasma

5. Saluran Pembagi Gas Buang

Dalam penelitian reduksi gas buang dengan teknologi plasma non-termal menggunakan 4 parameter yaitu penurunan SO_2 , NO_2 , CO (Karbonmonoksida), dan HC (Hidrokarbon). Penelitian berjalan dalam satu waktu, berarti dalam satu kali sampling udara harus diambil empat gas sekaligus. SO_2 dan NO_2 diambil dengan menggunakan *impenger*, sedangkan CO dan HC menggunakan sensor digital khusus untuk gas buang kendaraan motor bensin. Dengan adanya dua alat analisa yang digunakan secara sekaligus, maka diperlukan suatu saluran pembagi dari tabung reaktor plasma, agar setiap alat analisa memperoleh beban gas buang yang sama.

Tabung pembagi ini dilengkapi tiga buah nipel *input* dan dua buah nipel *output*. Setiap nipel dihubungkan dengan selang karet. Untuk nipel *input*, disambungkan dengan nipel *output* dari reaktor plasma, sedangkan untuk nipel *output* pada tabung pembagi dihubungkan dengan *impenger* dan nipel lainnya dihubungkan dengan

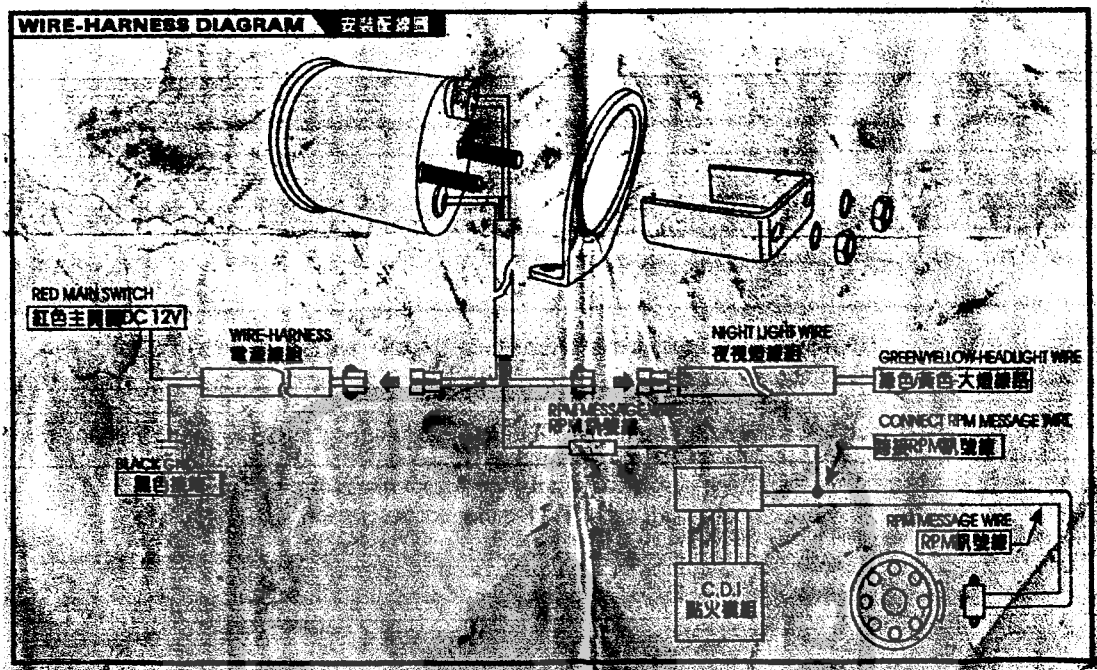
sensor CO dan HC. Tabung pembagi ini terbuat dari baja dengan diameter *input* 40 mm, diameter *ouput* 35 mm dan panjang 300 mm. Saluran *input* dilengkapi dengan empat nipel, sedangkan saluran *ouput* dilengkapi dengan dua nipel.



Gambar 3.8 Tabung pembagi yang dilengkapi dengan nipel pada kedua ujungnya

6. RPM Sistem Digital

Sepeda motor yang digunakan sebagai objek penelitian tidak dilengkapi dengan indikator mesin RPM. Oleh karena itu sepeda motor diberi kelengkapan tambahan dengan sebuah RPM digital. Adapun rangkaian pemasangan RPM ini terkoreksi dengan sistem kelistrikan sepeda motor melalui CDI, yang ditunjukkan dalam Gambar 3.9 berikut ini :



Gambar 3.9 Skematik pemasangan RPM digital pada sistem kelistrikan sepeda motor

RPM digital ini menggunakan model pembacaan model penunjuk jarum, yang ditunjukkan pada Gambar 3.10 berikut ini :



Gambar 3.10 RPM digital dengan model pembacaan penunjuk jarum

3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel berubah yaitu :
 - RPM (Rotation Per Minute) mesin motor pada kisaran 2000, 2500, dan 3000 RPM.
 - Berat Glass Wool yang digunakan sebagai filter partikulat seberat 25, 50, dan 75 gr
2. Variabel tetap yaitu parameter CO dan HC dalam gas buang yang dikeluarkan sepeda motor dan tegangan pada unit LPTD sebesar 16 watt.

3.7 Metode Pelaksanaan Penelitian

3.7.1 Prosedur Pengujian/pengukuran Gas Buang

Pengujian gas buang mesin dimaksudkan untuk mengukur kadar polutan yang dikeluarkan oleh asap kendaraan bermotor yang dihasilkan oleh pembakaran dalam mesin. Gas buang kendaraan bermotor terdiri atas zat yang tidak beracun seperti : Nitrogen (N_2), Karbon dioksida (CO_2), dan uap air (H_2O). Sedangkan zat yang beracun adalah Karbon monoksida, (CO), Hidrokarbon (HC), Oksida Nitrogen (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x) dan Partikulat lainnya. Prosedur persiapan dalam pengujian dilakukan dalam tiga tahap yang meliputi sebagai berikut :

a. Kondisi tempat uji

Kondisi suhu luar untuk pengujian kendaraan dan peralatan ukur (uji) berada sekitar 0 sampai $40^{\circ}C$.

1. Tempat alat uji gas analyzer di atas stand dan letakkan pada tempat yang rata.

2. Jaga jarak antara bagian belakang analyzer dan dinding atau penghalang lain minimal 30 cm, agar sistem pendingin tidak terganggu.
3. Jangan menempatkan gas analyzer dekat sumber polusi/debu, sinar matahari langsung. Misal : Bakaran sampah, oven, kompor, pengujian lapangan tanpa ada penghalang (atap).

b. Kondisi motor

1. Kendaraan yang diuji berada di tempat yang rata.
2. Segel pada mesin harus sesuai dengan spesifik pabrik.
3. Sistem gas buang tidak boleh ada yang bocor, terlebih dahulu diperbaiki.
4. Semua alat tambahan kecuali perlengkapan operasi standard mesin harus dimatikan dan posisi tanpa beban.
5. Kendaraan dengan transmisi biasa posisi gigi harus pada posisi netral N dan kopling pada posisi bebas.
6. Kendaraan dengan transmisi otomatis, posisi tuas pemindah harus netral N atau parkir P.
7. Motor Penggerak terlebih dahulu dipanaskan hingga mencapai suhu kerja normal (80°C).
8. Choke (jika ada) keadaan tidak bekerja.
9. Putaran idling motor penggerak harus stabil.
10. Bahan bakar yang digunakan harus memenuhi persyaratan pemerintah.

c. Instruksi kerja pengukuran gas bahan bakar bensin (*Gasoline*)

1. Nyalakan tombol ON pada alat uji, tunggu pemanasan alat selama 70°C menit.

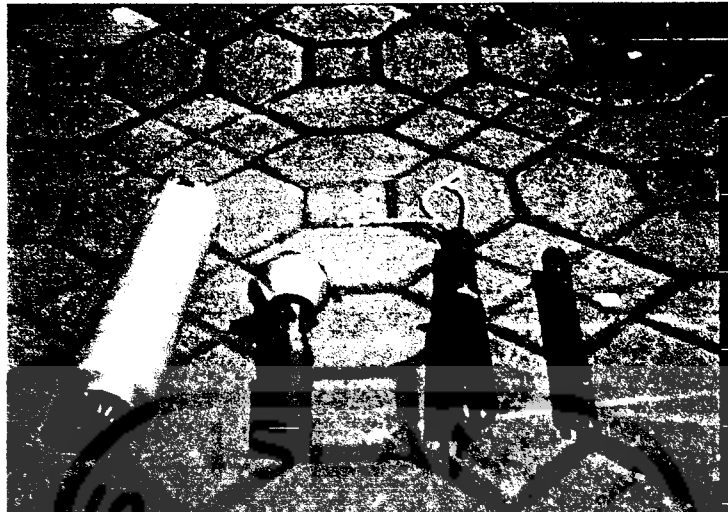
2. Setelah masa pemanasan berlangsung usai, tekan tanda tombol petrol (bensin) untuk pengujian pengambilan sampel.
3. Pilih tombol pengujian *Official Measurement* (OM) untuk memasukkan nomor kendaraan dan spesifikasi kendaraan.
4. Tekan tanda panah >>> untuk melanjutkan ke proses penyimpanan data pilih tombol 'SAVE'.
5. Tunggu selama 30 detik proses *Tester is Stabilizing*.
6. Masukkan probe ke dalam knalpot (saluran buang) kendaraan ± 30 cm tunggu pengambilan sampel untuk mendapatkan data polutan akurat yang dikeluarkan dari knalpot selama 30 detik.
7. Setelah data didapatkan, print data maka dengan sendirinya alat akan mengeluarkan hasil data tersebut dengan tampilan pada LCD yang sama.
8. Lakukan langkah-langkah di atas untuk melakukan pengujian selanjutnya.

3.7.2 Persiapan Peralatan

Persiapan penelitian ini dilakukan dalam empat tahap yang meliputi:

a. **Penyiapan Perangkat keras**

Penyiapan perangkat keras berupa : tabung penghubung knalpot dengan tabung filter *glasswool*, tabung filter *glasswool*, tabung pembagi gas buang yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 berikut ini :



Gambar 3.11 Perangkat keras (dari kiri ke kanan) berupa tabung filter *glasswool*, saluran penghubung / adaptor, saluran pembagi dan saluran untuk sensor elektronik CO dan HC

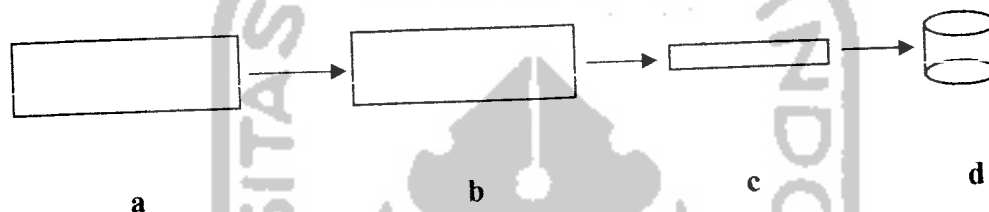
1. Tabung knalpot aluminium yang dimodifikasi dengan enam nipel pada *outlet*-nya sebanyak satu buah, yang dilengkapi dengan tiga lubang baut tipe "L". Tabung ini digunakan sebagai tabung filter *glasswool*.
2. Pembuatan pipa baja khusus, yang digunakan sebagai saluran penghubung antara tabung filter *glasswool* dengan knalpot motor sebanyak satu buah. saluran penghubung ini dilengkapi dengan tiga ulir baut tipe "L" dengan diameter \varnothing 5 mm. Pipa ini disebut sebagai pipa adaptor.
3. *Glasswool* khusus gas buang yang digunakan sebagai filter partikulat sebanyak :
 - 25 gr x 27 buah
 - 50 gr x 27 buah
 - 75 gr x 27 buah
4. Selang karet bening \varnothing lima milimeter sepanjang 1,5 m.

5. Baut tipe "L" \varnothing 5 mm sebanyak 3 buah untuk mengunci saluran penghubung/adaptor dari knalpot sepeda motor dengan tabung filter *glasswool*.
 6. Pembuatan saluran pembagi yang terbuat dari baja, yaitu pipa baja satu inci, dengan panjang sepuluh cm yang pada ujungnya dimodifikasi dengan diberi dua nipel *output* , dan empat nipel *input*.
 7. Klem besi satu buah
 8. Karet bekas ban dalam sepeda motor sebagai isolator kebocoran knalpot sebanyak satu buah.
- b. Penyiapan unit LPTD sebagai reaktor untuk menguraikan gas buang :
1. Satu set LPTD yang terdiri dari tiga tabung LPTD dipasang secara paralel
 2. Koil mobil bensin tiga buah.
 3. Satu set alat catu daya listrik khusus untuk LPTD sebesar 220 V .
 4. Kabel listrik sepuluh meter.
 5. Selotip isolator satu buah.
- c. Pemasangan unit LPTD dengan perangkat keras :
1. Satu set unit LPTD secara lengkap.
 3. Karet ban dalam sepeda motor sebagai penyekat gas.
 4. Selang karet bening dengan ukuran \varnothing 5 mm panjang 1 m.
- d. Pemasangan unit LPTD, perangkat keras, dengan alat analisa gas buang (*impenger*) sebagai tabung analisa sampel :
1. 1 set unit LPTD yang terpasang dengan perangkat keras.
 2. Karet ban dalam sepeda motor sebagai penyekat gas.

3. Selang karet bening dengan ukuran ϕ 5 mm panjang 1 m.
4. Saluran penangkap satu buah.
5. Tabung analisa sampling (*impenger*) delapan buah.

3.7.3 Tahap Pelaksanaan Percobaan

Percobaan dilaksanakan sesuai dengan alur pengambilan sampel sebagai berikut :

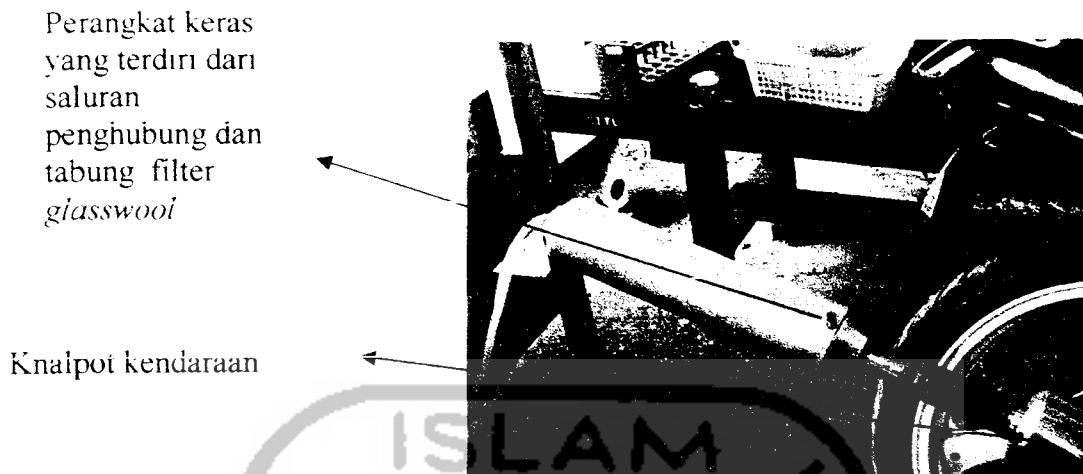


Gambar 3.12 Alur Pengambilan Sampel

Keterangan :

- a. Knalpot
- b. Perangkat Keras (saluran penghubung, tabung filter)
- c. LPTD
- d. Saluran Penangkap

1. Kendaraan (motor) dipanaskan selama lima menit untuk mengkondisikan ruang bakar mesin dalam keadaan langsam (sekitar 1500 RPM).
2. Salah satu bagian dari perangkat keras yaitu saluran penghubung dan tabung filter *glasswool* dipasangkan pada knalpot motor, yang ditunjukkan pada Gambar 3.14 dibawah ini :



Gambar 3.13 Salah satu bagian dari perangkat keras yang dipasangkan dengan knalpot kendaraan

3. LPTD dihubungkan dengan perangkat keras, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.15 berikut ini :



Gambar 3.14 LPTD yang dihubungkan dengan bagian perangkat keras

4. Semua selang tabung LPTD dihubungkan dengan *nipel* pada saluran pembagi, dan saluran pembagi dihubungkan dengan saluran penangkap gas buang.

5. LPTD dihubungkan dengan catu daya listrik, dan segera diaktifkan. Gas buang yang dihasilkan knalpot kendaraan masuk ke dalam tabung filter *glasswool*, kemudian menuju tabung reaktor LPTD, dilanjutkan ke saluran pembagi, dan berakhir di saluran penangkap untuk parameter SO_2 dan NO_x serta saluran sensor elektronik untuk parameter CO dan HC, yang ditunjukkan pada Gambar 3.15 berikut ini :



Gambar 3.15 Catu daya reaktor LPTD diaktifkan, knalpot motor mengeluarkan gas, dan menuju tabung LPTD.

6. Untuk pengambilan sampel tanpa perlakuan (sampel kontrol) gas buang diambil pada knalpot melewati tabung filter tanpa *glasswool* dan tanpa reaktor LPTD.
- Untuk pengambilan sampel pada variabel bebas RPM maka setiap RPM dilakukan variasi dengan variabel bebas lainnya. Contohnya adalah pada keadaan variabel bebas 2000 RPM dilakukan variasi :
- Glass wool* 25 gr dengan tegangan 16 watt.
 - Glass wool* 50 gr dengan tegangan 16 watt.
 - Glass wool* 75 gr dengan tegangan 16 watt.

7. Dihubungkan dengan corong penangkap gas buang.
8. Dari corong penangkap gas buang dihubungkan dengan alat penangkap gas yang akan diukur kadar CO dan HC dengan alat digital gas analyzer, yang ditunjukkan pada Gambar 3.16 berikut ini :



Gambar 3.16 Alat Gas Analyzer

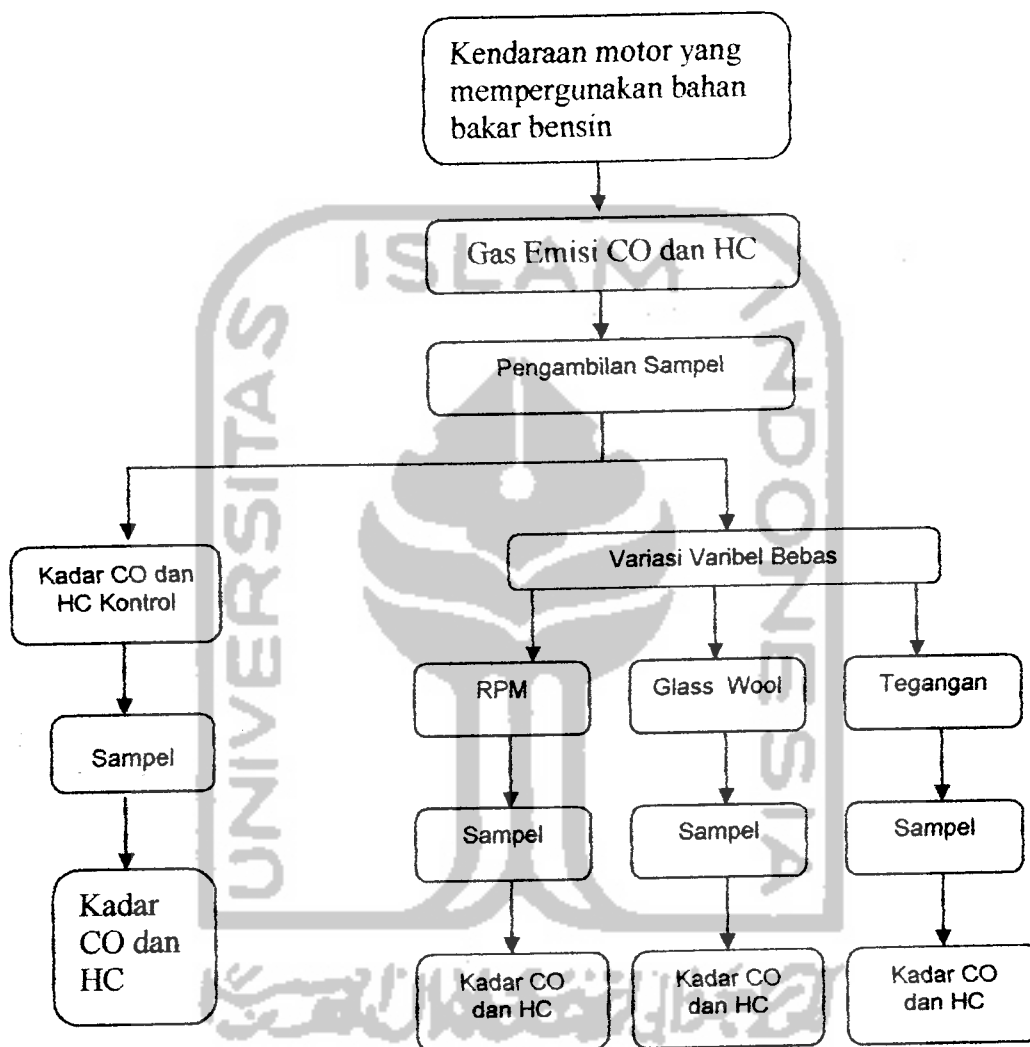
9. Kendaraan didinginkan selama lima belas menit sebelum dilakukan pergantian variasi variabel bebas.
10. Dilakukan pengulangan sebanyak dua kali.

3.7.4 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan Percobaan

Tahap pelaksanaan percobaan dipersiapkan untuk mempermudah langkah-langkah dalam melakukan penelitian. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.17 dan diagram alir pelaksanaan percobaan pada gambar 3.18



Gambar 3.17 Diagram Alir Tahap Persiapan



Gambar 3.18 Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan

3.8 Rancangan Penelitian

Berikut ini adalah tabel rancangan penelitian pengambilan sampel awal, sebagai berikut :

Contoh Tabel Pengambilan Sampel Awal

Variabel kontrol	Kadar HC		Rata2	Kadar CO (%)		Rata2
	(PPM)					
tanpa filter	I	II		I	II	
dgn Variabel RPM						
2000 RPM						
2500 RPM						
3000 RPM						

3.9 Analisa Data

Dalam menganalisa data dilakukan dengan cara mengelompokkan hasil data yang diperoleh selama penelitian ke dalam tabel pengamatan untuk selanjutnya dilakukan analisa data. Dari hasil tersebut dibahas dan ditarik suatu kesimpulan. Analisa data ini tidak menggunakan stastistik data dikarenakan data yang diambil tidak memenuhi syarat untuk menggunakan statistik data.