

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat penelitian

a. Motor diesel 4 langkah satu silinder

Dalam penelitian ini, mesin yang digunakan untuk pengujian adalah Motor diesel 4 langkah satu silinder. Adapun spesifikasi mesin uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

Merk/Type	Robin – Fuji DY23D
Jenis	Motor Diesel 1 silinder
Posisi Katup	Di atas
Valve rocker clearance	0,10 mm
Volume Langkah Torak	230 cm ³
Langkah Torak	60 mm
Diameter Silinder	70 mm
Perbandingan Kompresi	21
Torsi Maksimum	10,5 Nm pada 2200 revs/min
Daya Engkol Maksimum	3,5 kW pada 3600revs/min
Putaran Maksimum	3600 revs/min
Waktu Injeksi Bahan Bakar	23° BTDC

Berat

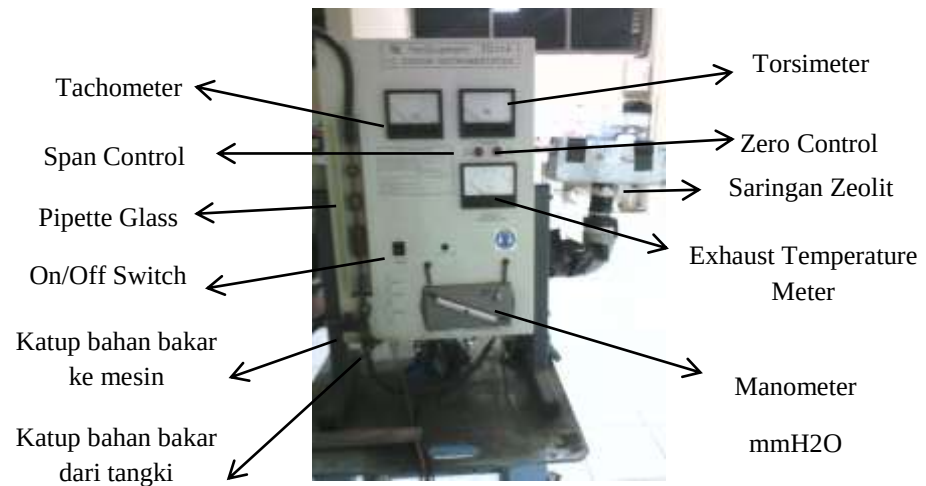
26 kg



Gambar 6. Robin – Fuji DY23D

b. Instrumen Penguji

Instrumen penguji pada penelitian ini adalah sebuah dinamometer hidraulik yang digunakan untuk mengukur torsi, dan unit instrumentasi TD 114 yang merupakan panel hasil pengukuran putaran mesin, torsi, temperatur gas buang, laju pemakaian bahan bakar dan laju pemakaian udara bahan pembakaran. Instalasi peralatan dan instrumen penguji tersebut ditunjukkan pada gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Unit Instrumentasi TD 114

Adapun rangkaian dari motor diesel fuji DY23D dan Unit Instrumentasi TD 114 adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Rangkaian alat uji dan Unit instrumentasi

c. Tachometer

Digunakan untuk mengetahui putaran mesin.



Gambar 9. Tachometer

d. Gelas Ukur 100 ml

Digunakan untuk mengukur volume bahan bakar dan air campuran zeolit yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 10. Gelas Ukur 100 ml

e. Buffer

Buffer adalah larutan yang dapat menjaga (mempertahankan) pH dari penambahan asam atau basa. pH larutan buffer tidak berubah (konstan) setelah penambahan sejumlah asam, basa, maupun air. Larutan buffer mampu

menetralkan penambahan asam maupun basa dari luar. Buffer berfungsi sebagai media kalibrasi pHmeter sebelum digunakan.



Gambar 11. Buffer

f. Cetakan

Cetakan digunakan sebagai alat untuk mencetak hasil campuran zeolit bubuk, aquades dan tapioka yang sebelumnya diaduk.



Gambar 12. Cetakan

g. Kompor Listrik

Digunakan untuk memasak atau memanaskan campuran tepung tapioka dan aquades.



Gambar 13. Kompor Listrik

h. Kompor Gas

Digunakan untuk merebus batu zolit sebelum zeolit dilakukan aktivasi kimia, ini dilakukan supaya pori-pori batu zeolit terbuka dan mudah membersihkannya .



Gambar 14. Kompor Gas

i. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa zeolit yang dibuat menjadi pelet.



Gambar 15. Timbangan Digital

j. Bor

Digunakan untuk mencampur larutan kimia dengan zeolit alami agar pencampurannya merata sempurna, ini merupakan proses aktivasi kimia. Bor yang digunakan seperti yang terlihat pada gambar 16.



Gambar 16. Bor

k. Ayakan Mesh 100

Ayakan *mesh* digunakan untuk menyaring zeolit yang telah menjadi bubuk.



Gambar 17. Ayakan *Mesh* 100

l. Bak Penampung

Digunakan untuk merendam zeolit dengan air, untuk mendapatkan PH air yang mendekati 7. Air hasil rendaman tersebut akan digunakan untuk mencuci zeolit yang telah diaktivasi secara kimia hingga PH zeolit netral.



Gambar 18. Bak Penampung

m. Penumbuk Zeolit

Penumbuk zeolit digunakan untuk menumbuk zeolit sampai menjadi bubuk kemudian diayak dengan menggunakan ayakan *mesh*.



Gambar 19. Penumbuk Zeolit

n. Blender

Digunakan untuk menghaluskan zeolit yang telah ditumbuk agar semakin halus



Gambar 20. Blender

o. Oven

Digunakan untuk mengeringkan zeolit yang telah dibentuk pelet dan digunakan untuk aktivasi fisik.



Gambar 21. Oven

p. Termometer Air Raksa

Termometer air raksa ini digunakan untuk mengetahui temperatur saat pengujian.



Gambar 22. Termometer Air Raksa

q. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu pada saat pengujian.



Gambar 23. *Stopwatch*r. *Filter Udara*

Filter udara ini digunakan sebagai tempat meletakkan zeolit pelet yang digunakan sebagai penyaring udara pada kendaraan. Berikut adalah gambar *frame* bentuk *filter* udara yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 24. Frame Filter Udara

2. Bahan penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Zeolit alam

Zeolit alam yang digunakan untuk pengujian dalam penelitian ini adalah jenis klinoptilolit dengan komposisi kimia 63,37% SiO_2 , 10,93% Al_2O_3 , 1,29% Fe_2O_3 , 0,16% TiO_2 , 18,61% L.O.I., 1,31% CaO , 0,68% MgO , 1,54% K_2O , 0,75% Na_2O (Sumber: CV. Minatama Lampung).

b. Larutan basa NaOH dan KOH

Larutan NaOH dan KOH ini digunakan untuk mengaktivasi zeolit secara kimia pada persiapan bahan. Setiap 1 kg zeolit diaktivasi dengan 1000 ml larutan

NaOH dan larutan KOH dengan perbandingan antara zeolit dengan larutan kimia (1:1).

c. Air rendaman zeolit

Air ini berasal dari air sumur yang direndam dengan zeolit hingga PH air mendekati 7. Air rendaman sebaiknya min memiliki pH 6 agar mudah untuk dinaikkan sampai mendekati pH 7. Air rendaman zeolit fungsinya untuk mencuci zeolit yang telah diaktivasi kimia.

d. Tapioka

Tepung tapioka merupakan pati yang diekstrak dari singkong. Tepung ini memiliki daya rekat yang tinggi yang digunakan sebagai perekat dalam pembuatan zeolit pelet.

B. Persiapan Penelitian

Penelitian menggunakan frame filter zeolit yang telah dimodifikasi (sesuai dengan bentuk filter) sehingga mudah dalam perawatannya. Penelitian ini menggunakan 2 jenis aktivator (NaOH dan KOH) dengan 4 variasi normalitas (1N, 2N, 3N, dan 4N) dan 2 variasi massa (rapat dan renggang). Berikut adalah persiapan dari penelitian ini.

- a. Membuat dimensi dari masing-masing variasi frame filter berukuran panjang 18,5 cm dan lebar 9,5 cm dengan variasi massa rapat (100 %) dan renggang (75 %).
- b. Memotong kawat strimin sesuai ukuran yang diperlukan. Fungsi dari kawat strimin yaitu sebagai rangka pada *frame*. Frame yang sudah

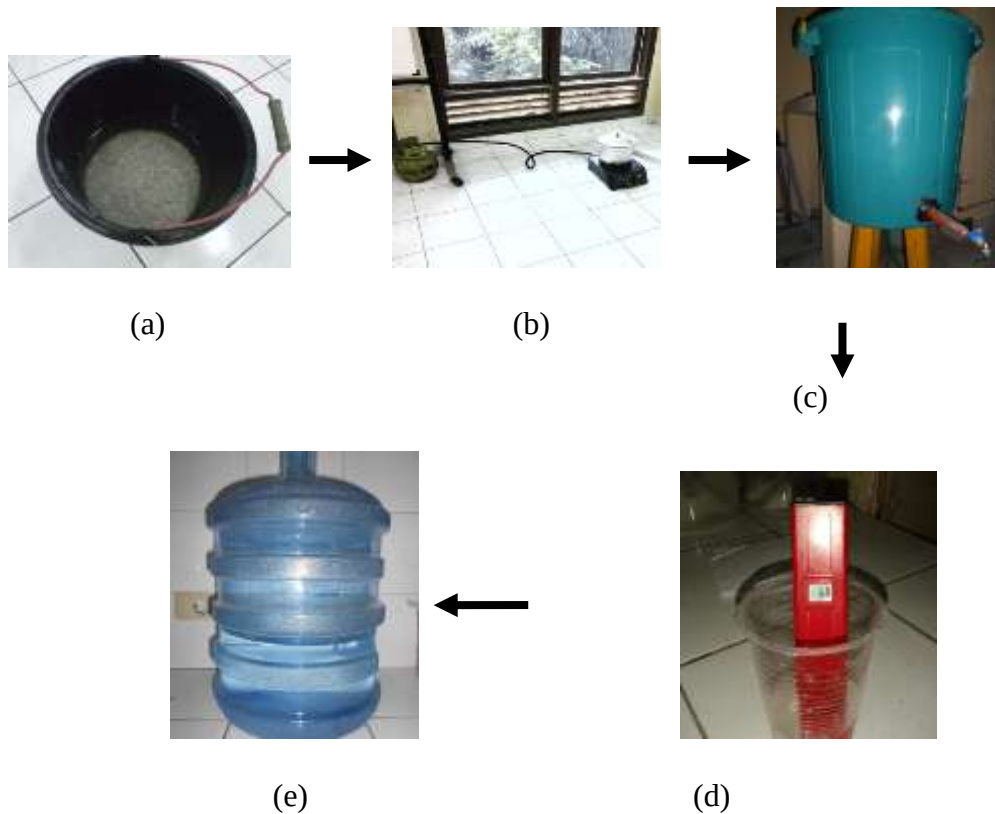
terbentuk sesuai filter kemudian ditempatkan di atas lubang filter udara motor diesel.



Gambar 25. Hasil Pembuatan Filter

1. Pembuatan air rendaman zeolit

Zeolit akan dicuci terlebih dahulu hingga bersih (Gambar 26a), kemudian direbus selama 1 jam (Gambar 26b). Selanjutnya zeolit dicuci kembali sebelum dimasukkan pada air rendaman. Air rendaman merupakan air sumur dengan $\text{pH} > 6$) bertujuan untuk menyerap kandungan mineral yang terdapat dalam air sehingga kadar H_2O meningkat. Perendaman zeolit menggunakan perbandingan 1: 20 (1 kg zeolit direndam dengan 20 liter air sumur) (Gambar 26c). Kemudian dilakukan pengukuran dengan menggunakan pHmeter untuk mendapatkan pH air yang mendekati 7 (Gambar 26d). Hasil rendaman yang memiliki pH mendekati 7 di simpan dalam wadah berupa galon agar tidak terkena udara luar dan kotoran (Gambar 26e).



Gambar 26. Proses perendaman air dengan zeolit

2. Aktivasi basa

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menimbang 1 kg zeolit ukuran P4 lalu zeolit dicuci sampai bersih ± 45 menit kemudian zeolit direbus selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan pencucian zeolit kembali yang telah direbus tersebut. Selanjutnya membuat larutan NaOH dan KOH normalitas 1 dengan perbandingan 1:1 (zeolit 1 kg ditambah dengan larutan basa 40 gr NaOH + 960 gr air untuk NaOH, sedangkan pada KOH larutan basanya 56 gr NaOH + 944 gr air). Kemudian zeolit dan larutan basa diaduk menggunakan bor tangan selama 2 jam supaya pencampuran merata. Kemudian zeolit dicuci dengan air rendaman zeolit (pH 7) hingga menjadi netral (7). Untuk mengetahui pH sudah netral dilakukan pengukuran

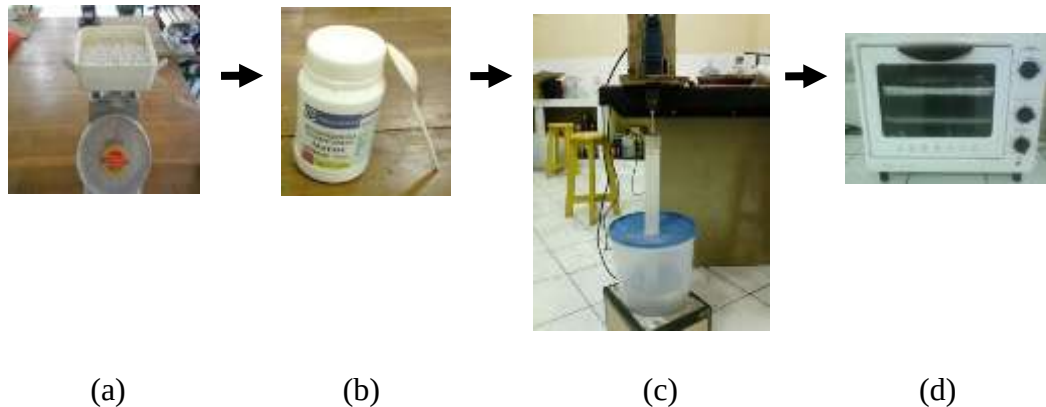
terhadap air cucian zeolit menggunakan pHmeter yang sebelumnya sudah dilakukan kalibrasi di pH 4 menggunakan buffer yang memiliki pH 4. Bila belum didapatkan pH 7 zeolit di cuci lagi selama 30 menit dengan dicampur air sebanyak 5 liter serta dilakukan pengadukan menggunakan bor. Langkah tersebut dilakukan terus sampai mendapatkan air rendaman zeolit pH 7. Setelah itu zeolit tersebut dikeringkan dengan panas matahari selama 3 jam. Kemudian ditimbang kembali dengan tujuan melihat reduksi yang terjadi setelah dilakukan aktivasi, kemudian dipanaskan dengan menggunakan oven selama 10 menit pada suhu 110°C dengan tujuan zeolit benar-benar kering serta mudah dalam penumbukan untuk dijadikan bubuk.

Pada normalitas 2N, 3N dan 4N langkah-langkahnya sama seperti diatas, hanya jumlah NaOH dan KOH nya dalam larutan berbeda, yaitu:

- ❖ Pada 2N sebesar $40\text{ gr} \times 2 = 80\text{ gr}$ (NaOH). Sehingga larutan basanya adalah sebesar $80\text{ gr NaOH} + 920\text{ ml air}$. Sedangkan pada KOH ($56\text{ gr} \times 2 = 112\text{ gr KOH}$) larutan basanya adalah sebesar $112\text{gr KOH} + 888\text{ ml air}$.
- ❖ Pada 3 N sebesar $40\text{ gr} \times 3 = 120\text{ gr}$ (NaOH). Sehingga larutan basanya adalah sebesar $120\text{ gr NaOH} + 880\text{ ml air}$. Sedangkan pada KOH ($56\text{ gr} \times 3 = 168\text{ gr KOH}$) larutan basanya adalah sebesar $168\text{gr KOH} + 832\text{ ml air}$.
- ❖ Pada 4 N sebesar $40\text{ gr} \times 4 = 160\text{ gr}$ (NaOH). Sehingga larutan basanya adalah sebesar $160\text{ gr NaOH} + 840\text{ ml air}$. Sedangkan pada

KOH ($56 \text{ gr} \times 4 = 224 \text{ gr KOH}$) larutan basanya adalah sebesar 224gr KOH + 776 ml air.

Selanjutnya zeolit 1 kg dicampur dengan larutan basa tersebut selama 2 jam. Selanjutnya langkah-langkahnya sama seperti proses di bawah (Gambar 27).

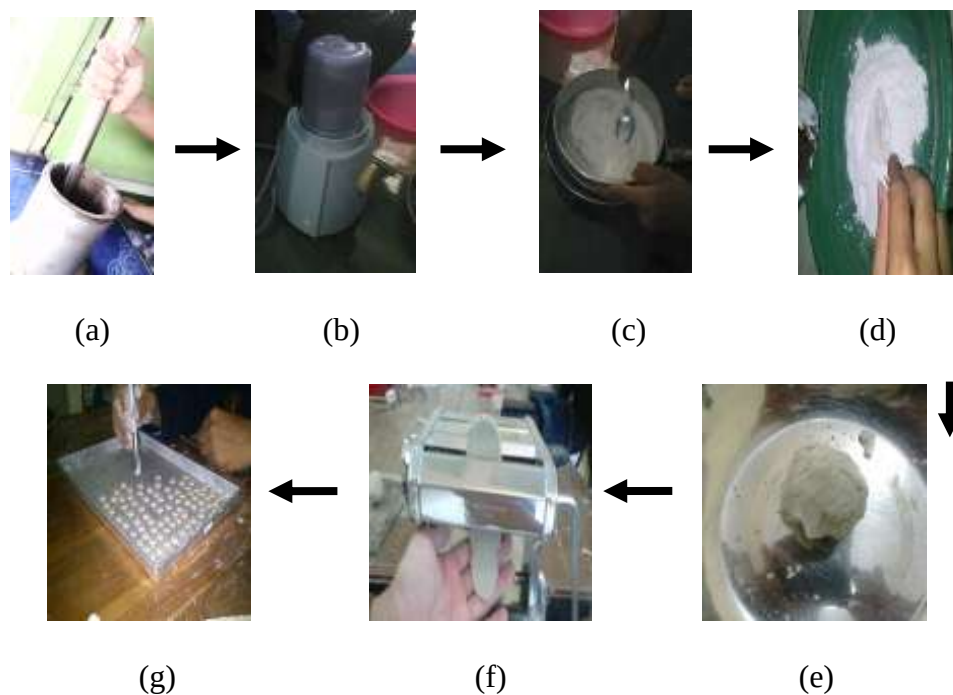


Gambar 27. Proses aktivasi basa

3. Pembuatan Pelet Zeolit

Zeolit yang telah dioven lalu ditumbuk sampai halus (Gambar 28a) kemudian dilanjutkan penumbukan dengan blender agar lebih halus (Gambar 28b), zeolit halus tersebut diayak dengan menggunakan ayakan 100 *mesh* (Gambar 28c). Bubuk zeolit hasil ayakan dicampur dengan tapioka yang telah dimasak dengan campuran air sebesar 20 % sampai mengental dengan perbandingan 74% zeolit, 6% tepung tapioka, dan 20% air (Gambar 28d). Selanjutnya dibuat adonan yang merata dan kalis (Gambar 28e). Setelah jadi adonan maka adonan digiling dengan menggunakan ampia (Gambar 28f) hingga diperoleh ketebalan 3 mm kemudian adonan itu dicetak dengan menggunakan cetakan (Gambar 28g).

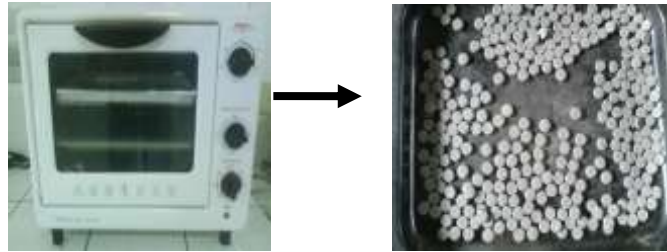
Adapun bentuk dan ukuran yang dibuat zeolit pelet yaitu diameter 10 mm, tebal 3 mm (Gambar 28g). Selanjutnya dilakukan aktivasi fisik dengan cara memasukkan ke dalam oven dengan temperatur 200°C selama 1 jam setelah itu zeolit didinginkan dengan suhu ruangan.



Gambar 28. Proses Pembuatan Pelet Zeolit

4. Aktivasi Fisik

Pelet yang terbentuk, diaktivasi fisik dengan cara dioven dengan variasi temperatur 200°C 1 jam. Setelah selesai diaktivasi pelet dikeluarkan dari oven dan didinginkan di temperatur ruangan (pendinginan alami). Pelet zeolit yang sudah dingin tadi dimasukkan ke dalam plastik kedap udara agar tidak terkontaminasi dengan udara luar.



Gambar 29. Proses Aktivasi Fisik

5. Pembuatan filter zeolit

Frame berfungsi sebagai rangka diletakkannya pelet zeolit. *Frame* dirangkai dengan menggunakan jalinan kawat lembut yang mudah dibentuk (kawat strimin), ukurannya disesuaikan dengan saluran masuk udara. Selanjutnya *frame* dijahit rapi agar susunan pelet tidak berubah. Terdapat 2 bentuk variasi filter zeolit yaitu filter rapat dan filter variasi renggang. Setelah semua terpasang, pelet zeolit siap untuk diuji.

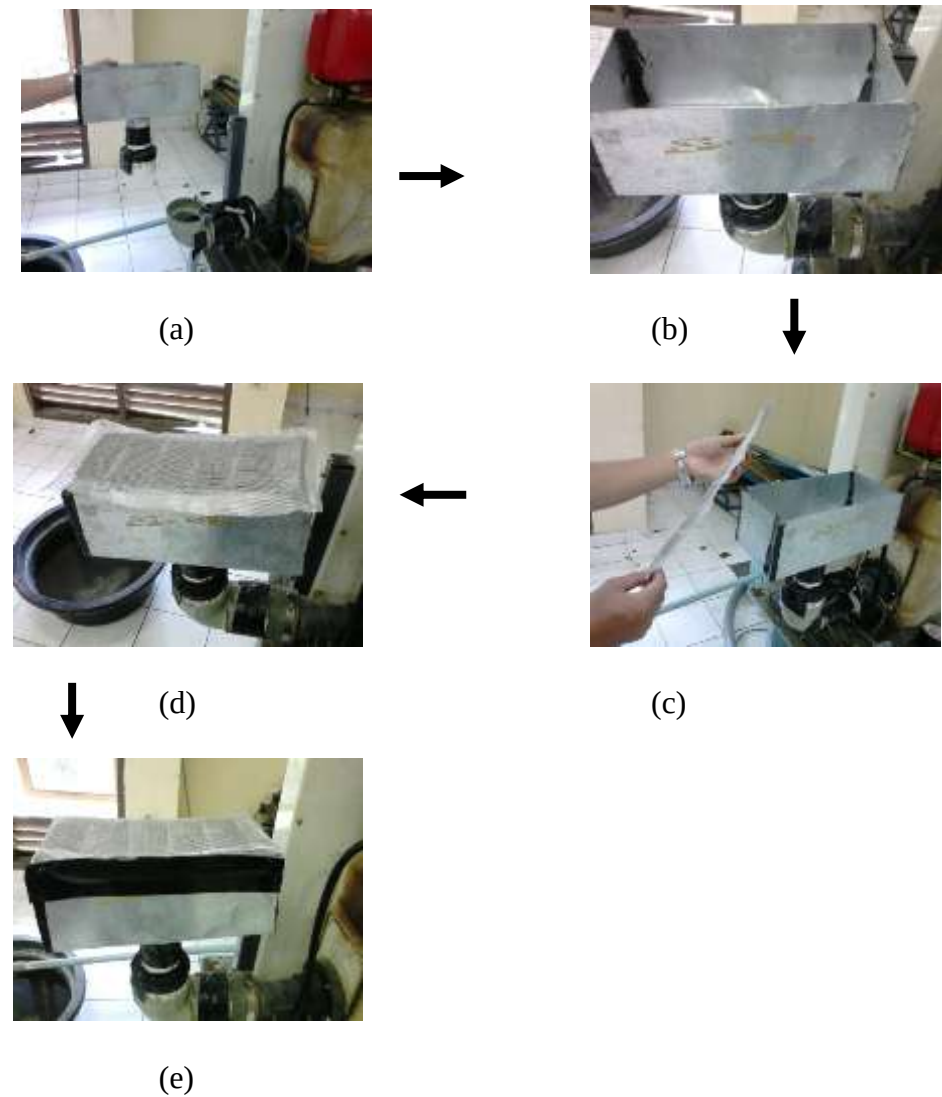


Gambar 30. *Frame* pelet zeolit

6. Pemasangan Filter Zeolit Pada Motor Diesel

Pada pemasangan filter zeolit ini langkah pertama yang dilakukan adalah memasang filter kotak pada saluran udara masuk motor diesel dan merapatkan serta mensolasinya agar tidak ada udara masuk kecuali

melalui frame zeolit, lalu memasang frame zeolit serta mensolasnya. Adapun langkah-langkahnya terdapat pada (Gambar 31).



Gambar 31. Instalasi pemasangan filter zeolit

C. Prosedur Pengujian

Prosedur percobaan yang dilakukan dalam praktikum motor bakar ini adalah sebagai berikut :

1. Pengkalibrasian Torsimeter TD 114

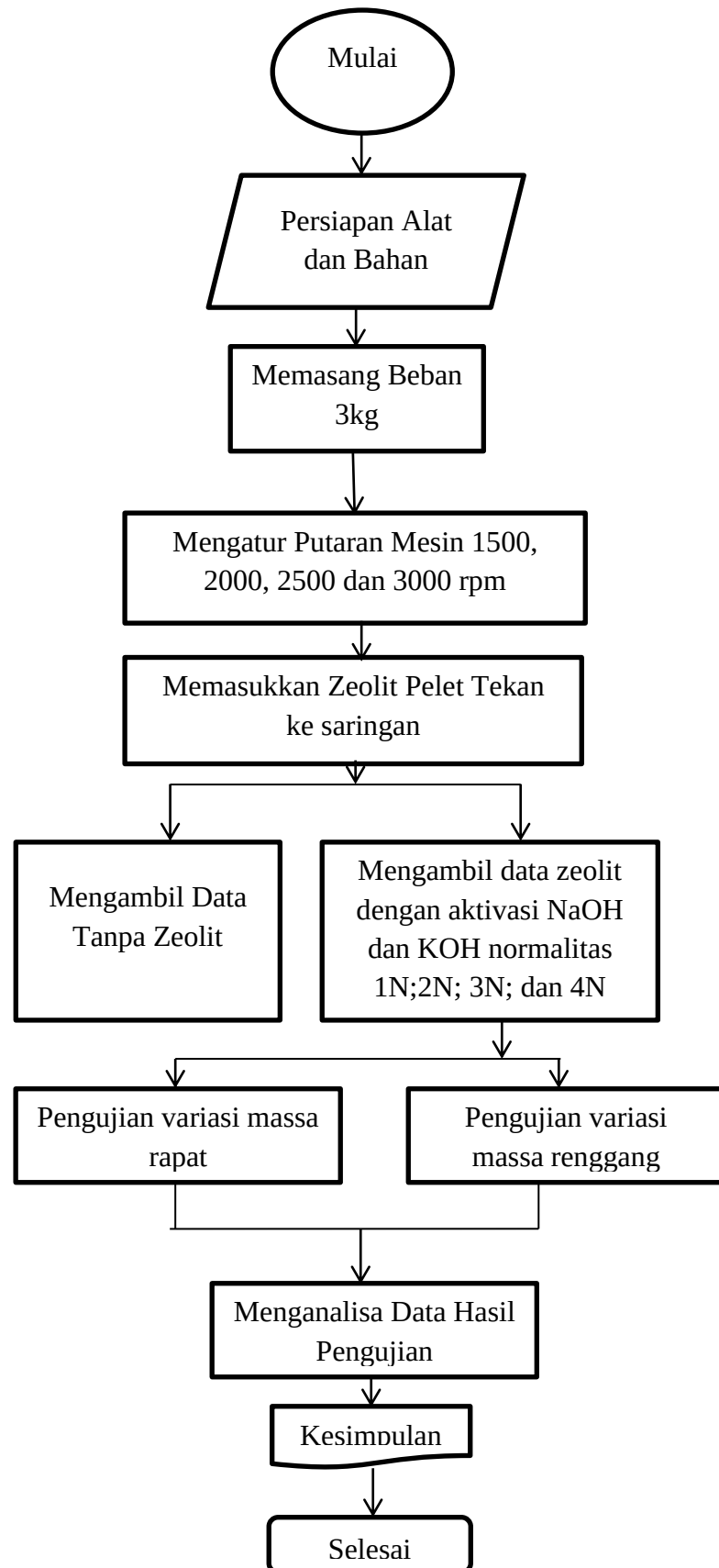
Sebelum melakukan uji mesin, Torsimeter harus di-Nol-kan dan dikalibrasi terlebih dahulu. Adapun caranya adalah sebagai berikut:

- a. Menghubungkan Unit Instrumentasi TD114 ini dengan arus listrik, dan hidupkan unit instrumentasi TD114 ini.
- b. Memutar *span control* hingga posisi maksimum (searah putaran jarum jam).
- c. Mengguncangkan dinamometernya untuk mengatasi kekakuan seal bantalannya. *Vibrasi* terjadi secara otomatis bila mesin berputar.
- d. Memutar *zero control* hingga torsimeter terbaca nol.
- e. Mengguncangkan dinamometer lagi untuk memeriksa keakuratan posisi nol tersebut.
- f. Menggantungkan beban sebesar 3,5 kg pada lengan dinamometer tersebut.
- g. Memutar *span control* hingga torsimeter TD114 menunjukkan bacaan 8,6 Nm.
- h. Mengguncangkan dinamometer lagi hingga pembacaan Torsimeter stabil.
- i. Menyingkirkan beban 3,5 kg tadi, dan ulangi langkah 4 hingga langkah 8 agar penyetelan zero dan span control nya benar-benar akurat.

2. Pengambilan Data

Setelah melakukan proses kalibrasi torsimeter TD 114, mesin dihidupkan selama kurang lebih 15 menit untuk proses pemanasan mesin hingga keadaan stabil. Pengambilan data dimulai dengan meletakkan beban 3kg. Variasi putaran mesin yang digunakan adalah 1500, 2000, 2500, dan 3000 rpm. Zeolit

teraktivasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah NaOH dan KOH dengan normalitas 1N;2N;3N dan 4N. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak tiga tahap dalam putaran yang sama, tahap pertama merupakan pengambilan data tanpa menggunakan zeolit, tahap kedua adalah pengambilan data menggunakan zeolit yang diaktivasi dengan natrium hidroksida (NaOH), dan tahap ketiga adalah pengambilan data menggunakan zeolit yang diaktivasi dengan kalium hidroksida (KOH). Dimana dilakukan pengulangan pengambilan data sebanyak tiga kali. Dalam hal ini zeolit diletakkan di saluran udara masuk sehingga udara yang masuk ke ruang bakar melewati zeolit dan mengalami proses adsorpsi yang dilakukan oleh zeolit, dengan menggunakan laju pemakaian bahan bakar sebesar 16 ml, kemudian setelah torsi stabil maka data dapat dicatat dan pengambilan data dilakukan untuk setiap putaran mesin. Contoh pengambilan data zeolit pelet diaktivasi basa NaOH 1N pada putaran 1500 rpm. Proses pengambilan data adalah sebagai berikut, setelah mesin dihidupkan selama kurang lebih 15 menit, beban digantungkan seberat 3kg, tunggu sampai torsi dan putaran stabil, pertama data yang diambil adalah data tanpa zeolit, kemudian menggunakan zeolit teraktivasi NaOH 1N, setelah torsi dan putaran stabil pada putaran 1500 rpm, lalu memulai proses pengambilan data, untuk data yang pertama kali dicatat adalah data variabel operasi mesin tanpa zeolit, lalu dilanjutkan pengambilan data menggunakan zeolit teraktivasi KOH 1N. Pengambilan berikutnya adalah pada putaran 2000, 2500, 3000 rpm dan diulang sebanyak tiga kali pengulangan. Prosedur pengambilan data dan analisa dapat dijelaskan menggunakan diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 32.



Gambar 32. Diagram Alir Persiapan dan Pengujian Zeolit

D. Analisa Data

Seluruh data hasil pengujian dianalisa dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada pada bab 2 untuk mendapatkan daya engkol yang dihasilkan dan pemakaian bahan bakar spesifik. Analisa data dilakukan dengan menggunakan perbandingan prestasi mesin tanpa zeolit dan prestasi mesin menggunakan zeolit yang diaktivasi dengan NaOH dan KOH dengan variasi normalitas yang berbeda 1N;2N;3N; dan 4N serta variasi rapat dan renggang. Hasil analisa data ditampilkan dalam bentuk grafik, dengan melihat perbandingan nilai pada grafik dapat dilihat prestasi mesin.

Tabel 4. Data hasil pengujian motor diesel.

Ukuran (diameter tebal)	: 10mm, 3mm							Bahan Bakar	: Solar
Temperatur Pemanasan	: 200° C							Spesific Gravity	: 0,84
Waktu Pemanasan	: 1 jam								
Putaran Mesin, rpm	: 1500,2000,2500,3000							Nilai Kalor Bahan Bakar	: 42000 kJ/kg
Aktivator	: NaOH & KOH 1N Rapat							Tekanan udara ruangan	: 101325 Pa = 1,013 bar
Hasil Pengamatan	Data 1								
Nomer Pengujian	1	2	3	4	5	6	7	8	
a) Jumlah Zeolit, gram	0	NaOH	KOH	0	NaOH	KOH	0	NaOH	
b) Temperature Udara ruangan, °C									
c) Putaran Mesin, rpm									
d) Beban Tergantung, kg									
e) Torsi , Nm									
f) Waktu Pemakaian Bahan Bakar, detik									
g) Laju Pemakaian Udara, mm H2O									
h) Temperature gas Buang, °C									