

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa bahan dan alat untuk membantu pengukuran dan pengambilan data saat melakukan pengujian. Adapun bahan dan alat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

3.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan di dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Minyak Pelumas

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan tiga jenis minyak pelumas yang berbeda yaitu minyak pelumas mineral dengan merek MPX 1, minyak pelumas *semi synthetic* dengan merek Shell Advance AX7, dan minyak pelumas *full synthetic* dengan merek Federal Racing. Adapun perinciannya adalah sebagai berikut:

- a. Minyak pelumas/oli *AHM OIL* MPX 1 jenis mineral SAE 10W-30. Oli MPX 1 merupakan oli rekomendasi dari pabrikan sepeda motor Honda. Sampel oli mineral yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Oli MPX 1

- b. Minyak pelumas/oli Shell Advance AX7 jenis *semi synthetic* SAE 10W-40. Sampel oli *semi synthetic* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Oli Shell Advance AX7

- c. Minyak pelumas/oli Federal Racing jenis *full synthetic* SAE 10W-40. Sampel oli *full synthetic* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Oli Federal Racing

Tabel 3.1 Spesifikasi Minyak Pelumas

No.	Merek	Volume	Deskripsi		
			Jenis Pelumas	Klasifikasi SAE	Klasifikasi API
1	AHM OIL MPX 1	1000 ml	Mineral	10W-30	SL-JASO MA
2	Shell Advance AX7	1000 ml	<i>Semi synthetic</i>	10W-40	SM-JASO MA2
3	Federal Racing	1000 ml	<i>Full synthetic</i>	10W-40	SL-JASO MA2

Tabel 3.1 menunjukkan perbandingan spesifikasi minyak pelumas yang digunakan dalam penelitian ini. Minyak pelumas yang diuji memiliki jenis dan klasifikasi yang berbeda-beda. Minyak pelumas jenis *semi* dan *full synthetic* memiliki SAE yang sama yaitu 10W-40, sedangkan minyak pelumas mineral MPX 1 yang merupakan rekomendasi dari pabrikan sepeda motor Honda memiliki SAE lebih rendah yaitu 10W-30.

2. Bahan bakar pertamax RON 92

**Gambar 3.4** Bahan bakar pertamax

Gambar 3.4 merupakan bahan bakar pertamax dengan nilai oktan 92. Bahan bakar ini digunakan untuk pengujian *dynotest* dan *road test*.

3.1.2 Alat

Alat-alat yang dibutuhkan di dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Sepeda motor Honda CB150R

Pada penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda CB150R keluaran 2013. Gambar 3.5 menunjukkan sepeda motor yang digunakan untuk pengujian. Adapun perincian spesifikasi sepeda motor yang diuji adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5 Sepeda motor Honda CB150R 2013

Dimensi

Panjang × lebar × tinggi	: 2.008 × 719 × 1.061 mm
Jarak sumbu roda	: 1.290 mm
Jarak terendah ke tanah	: 148 mm
Ketinggian tempat duduk	: 792 mm
Sudut putar kemudi	: R 450 L 450
Radius putar minimum	: 1.980 mm
Berat kosong	: 131 kg
Kapasitas tangki bahan bakar	: 12 liter

Mesin

Tipe mesin	: 4-langkah, DOHC, 4-katup, dan silinder tunggal
Tipe transmisi	: 6 kecepatan
Pola pengoperan gigi	: (1-N-2-3-4-5-6)
Rasio perpindahan gigi, Gigi 1	: 3,083
Gigi 2	: 1,941
Gigi 3	: 1,500
Gigi 4	: 1,227
Gigi 5	: 1,041
Gigi 6	: 0,923
Sistem pendinginan	: Pendingin cairan (radiator) dengan kipas elektrik otomatis
Sistem suplai bahan bakar	: Injeksi (<i>Programmed Fuel Injection/PGM-FI</i>)
Diameter × langkah	: 63,5 × 47,2 mm
Volume langkah	: 149,48 cc
Perbandingan kompresi	: 11:1
Daya maksimum	: 12 kW (16,3 PS)/10.000 rpm
Torsi maksimum	: 12,6 Nm (1,28 kgf.m)/8.000 rpm
Kopling	: <i>Manual, Wet Multiplate Clutch with Coil Spring</i>
Kapasitas minyak pelumas	: 1 liter pada penggantian periodik
<i>Starter</i>	: Pedal dan Elektrik

Rangka

Tipe rangka	: <i>Diamond (Innovative Truss Frame/Trellis)</i>
Tipe suspensi depan	: Teleskopik
Tipe suspensi belakang	: Lengan ayun dengan suspensi tunggal (Sistem suspensi <i>prolink</i>)
Ukuran ban depan	: 80/90 – 17M/C 44P (<i>tubeless</i>)
Ukuran ban belakang	: 100/80 – 17M/C 52P (<i>tubeless</i>)

Rem depan	: Cakram Hidrolik, dengan piston ganda
Rem belakang	: Cakram Hidrolik, dengan piston tunggal
Aki	: MF 12V – 5,0 Ah
Sistem pengapian	: <i>Full transisterized</i>

2. *Viscometer* NDJ-8S

Viscometer NDJ-8S ini digunakan untuk mengukur viskositas atau tingkat kekentalan dari sampel minyak pelumas. *Viscometer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *viscometer* digital dengan tipe *rotary*, dapat dilihat pada gambar 3.6. Alat ini didukung dengan teknologi mekanik, proses manufaktur, dan teknologi *control* dengan komputer mikro modern, serta pembacaan data melalui tampilan layar LCD berwarna biru dengan tingkat kecerahan yang tinggi sehingga data yang ditampilkan dapat terlihat jelas. Alat pengujian viskositas ini memiliki beberapa fitur-fitur unggul antara lain:

- Tingkat akurasi tinggi.
- Pengukuran yang terbaca pada layar *display* stabil.
- Pengoperasian dan pembacaan data hasil pengujian cukup mudah.



Gambar 3.6 *Viscometer* NDJ-8S

Prinsip kerja *viscometer* ini dikendalikan oleh motor yang berputar pada kecepatan tertentu dan dikendalikan oleh program di mana hasilnya akan terlihat pada *display*. Alat ini akan bekerja melalui sensor torsi yang akan mendorong rotor standar untuk berputar. Rotor terpasang pada momen torsi dan besingungan dengan viskositas zat cair sehingga terjadi *viscose histeris* cair. Pada saat itu sensor akan mengukur torsi kemudian diubah menjadi viskositas lalu akan di tampilkan pada layar.

Viscometer NDJ-8S ini memiliki beberapa bagian penting seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Bagian-bagian *viscometer* NDJ-8S

Keterangan:

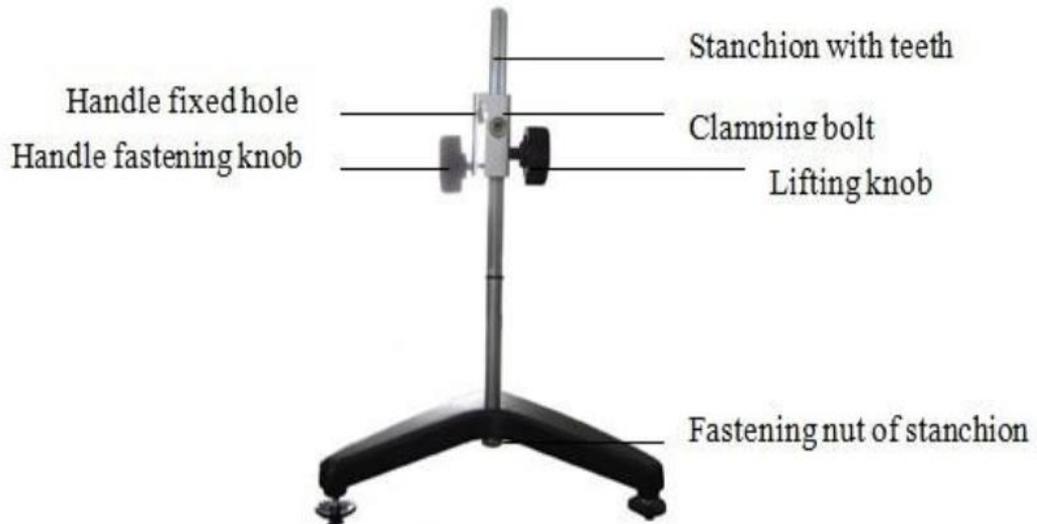
- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1. <i>Level indicator</i> | 8. Rotor |
| 2. LCD | 9. Pengatur keseimbangan |
| 3. <i>Housing</i> | |
| 4. Pelindung | |
| 5. Dudukan (<i>base</i>) | |
| 6. Tombol pengoperasian | |
| 7. Rotor <i>connector</i> | |

Adapun spesifikasi dan pemakaian *viscometer* NDJ-8S ini adalah sebagai berikut:

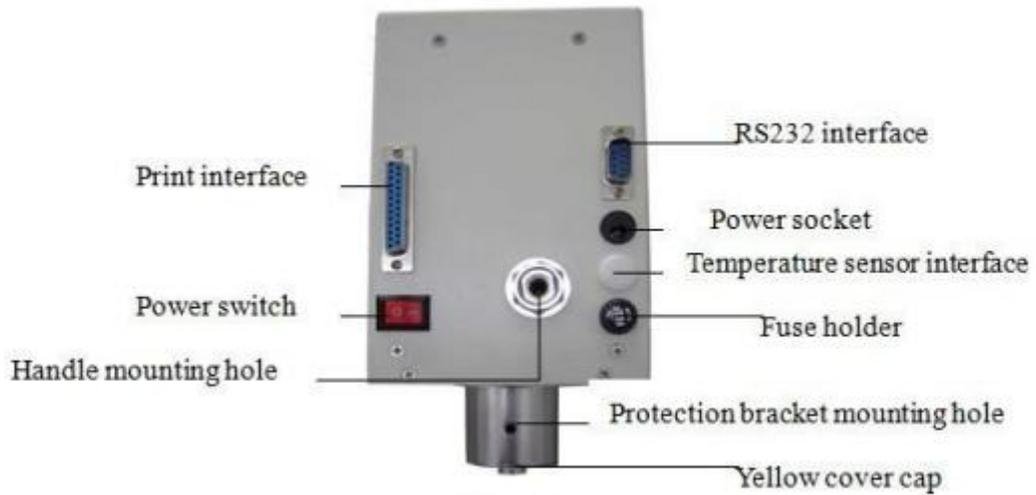
- a. Rentang pengukuran : $10^{-2} \times 10^6$ MPa.s
- b. Jenis rotor : rotor no. 1, 2, 3, dan 4
- c. Kecepatan putar rotor : 0,3; 0,6; 1,5; 3; 6; 12; 30; dan 60 rpm
- d. Mode operasi : manual dan otomatis
- e. Kesalahan pengukuran : $\pm 5\%$
- f. Dimensi : 370 mm \times 325 mm \times 280 mm
- g. Berat bersih : 6,8 kg
- h. Suhu *ambient* : 5°C ~ 35°C
- i. Kelembaban relatif (RH) : Kurang dari 80%
- j. *Power Supply* : 220 V, 50 Hz

Dalam menggunakan alat *Viscometer* NDJ-8S ini terdapat prosedur pemasangan komponen agar hasil data yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan. Adapun beberapa prosedur yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- a. Periksa arus listrik yang akan digunakan pada *viscometer* NDJ-8S. Pastikan arus listrik sudah memenuhi persyaratan kapasitas instrumen dengan ketentuan yang sudah ditetapkan.
- b. Pastikan tidak ada gas korosif, tidak ada gangguan elektromagnetik di sekitarnya, dan tidak ada getaran saat pengujian berlangsung.
- c. Pasang *clamping bolt* pada *stanchion* sampai ketinggian tertentu dengan cara menstabilkan di gigi *stanchions*, kemudian *knob* dikunci untuk menghindari adanya kelonggaran (lihat gambar 3.8).
- d. Sesuaikan baut penjepit untuk membuat instrumen bergerak ke atas dan bawah, untuk melindungi *drop down* dan *stanchions*.
- e. Kendurkan dan ambil penutup berwarna kuning pada bagian bawah *viscometer* NDJ-8S (lihat gambar 3.9).
- f. Pasang stik *support* di *handle mounting hole* yang terlihat pada gambar 3.9.
- g. Gabungkan stik *support* yang sudah dipasang ke *handle fixed hole* kemudian kencangkan dengan kuat agar menghindari kelonggaran (lihat gambar 3.10).



Gambar 3.8 Komponen penyangga pada *viscometer* NDJ-8S



Gambar 3.9 Bagian kepala *viscometer* NDJ-8S

- h. Pastikan gelembung yang berada di atas kepala *viscometer* NDJ-8S tepat berada di tengah lingkaran agar hasil data lebih akurat (lihat gambar 3.11).



Gambar 3.10 *Support stick* pada viscometer NDJ-8S



Gambar 3.11 Gelembung (*bubble*)

- i. Setelah semua siap, mesin sudah dapat dioperasikan.

3. *Hot plate stirrer*

Hot plate stirrer dalam penelitian ini berfungsi sebagai pemanas minyak pelumas dengan menggunakan gelas ukur 500 ml sampai pada suhu tertentu. Dengan menggunakan alat ini diharapkan suhu minyak pelumas yang dicapai dapat stabil (lihat gambar 3.12).



Gambar 3.12 *Hot plate stirrer* dengan gelas ukur

Hot plate stirrer ini juga dilengkapi dengan magnet pengaduk yang berfungsi untuk meratakan kenaikan suhu minyak pelumas. Ketika akan memanaskan minyak pelumas, magnet pengaduk hanya dimasukkan saja ke dalam gelas ukur. Magnet pengaduk ini selanjutnya akan bergerak seiring berjalannya kecepatan putar pada *hot plate*, yaitu dengan cara mengontrol putaran yang berada di sebelah kanan. Sedangkan tombol yang berada di sebelah kiri berfungsi untuk menaikkan suhu.

4. *Thermocouple thermometers*

Jenis *thermocouple* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *thermocouple thermometers digital LCD tipe K with hold*. *Thermocouple* ini berfungsi sebagai alat pengukur suhu minyak pelumas. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 *Thermocouple thermometers* tipe K

5. Tisu

Tisu dalam penelitian ini berfungsi untuk membersihkan minyak pelumas bekas atau sisa-sisa minyak pelumas yang sudah tidak terpakai. Contoh tisu yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Tisu

6. Gelas Ukur

Gelas ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur dengan kapasitas 500 ml. Gelas ukur ini berfungsi sebagai tempat sampel minyak pelumas yang akan diuji dan tempat sampel minyak pelumas hasil pengujian. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Gelas ukur

7. *Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit*

Penelitian ini menggunakan alat *Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit* yang berfungsi untuk mengetahui nilai konduktivitas termal minyak pelumas. Alat ini dikeluarkan oleh P.A. Hilton Ltd H111H. Alat ini terdiri dari dua bagian utama yaitu *Heat Transfer Unit* (HTU) dan *heater*.

a. *Heat Transfer Unit*

Heat transfer unit atau HTU digunakan untuk mendeteksi temperatur dari *heater* melalui alat pengukur temperatur berupa *thermocouple* yang dihubungkan dari *heater* ke HTU. Alat ini juga digunakan untuk mengatur tegangan yang terjadi. Pada HTU terdapat ‘selektor’ T1 untuk mengetahui temperatur *plug* dan ‘selektor’ T2 untuk mengetahui temperatur *jacket*. Selain itu, dalam alat ini juga

terdapat tiga *display* yaitu *display* temperatur, *display* arus listrik (ampere), dan *display* tegangan (volt), dapat dilihat pada gambar 3.16.



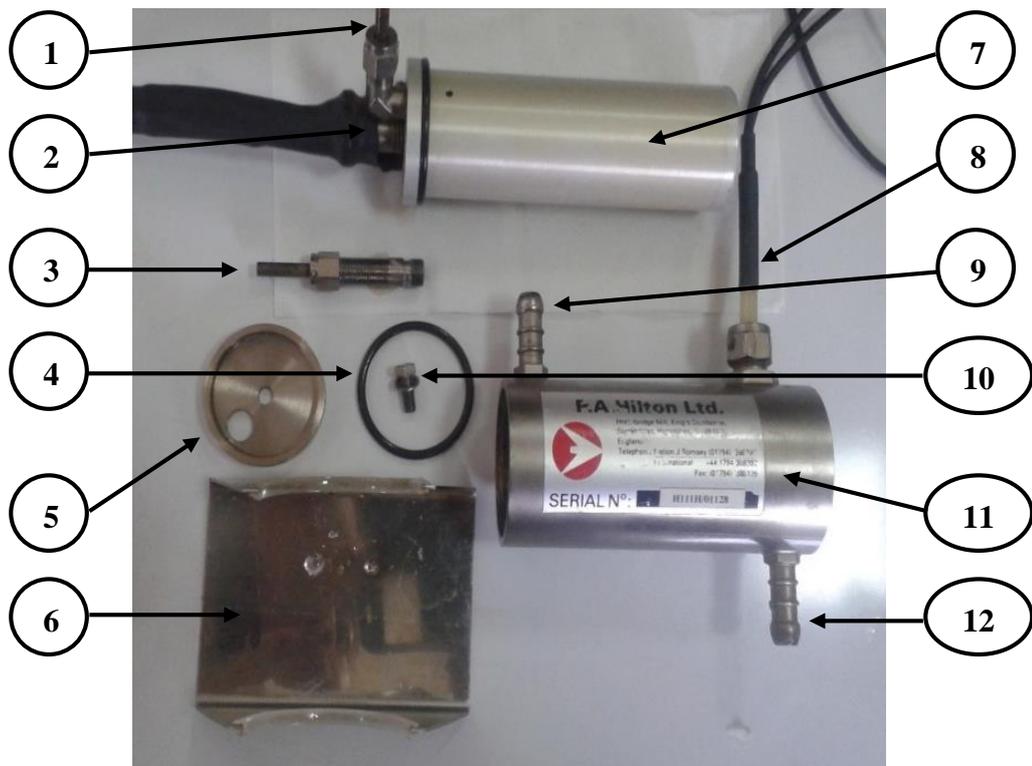
Gambar 3.16 Bagian-bagian HTU

Keterangan:

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>Display</i> temperatur | 6. <i>Display</i> arus listrik |
| 2. Tombol <i>power</i> | 7. T1 & T2 <i>selector</i> |
| 3. Sekring | 8. <i>Display</i> tegangan |
| 4. <i>Power plug</i> | 9. A & V <i>control</i> |
| 5. <i>Thermocouple</i> | |

b. *Heater*

Heater dalam penelitian ini berfungsi sebagai pemanas untuk minyak pelumas yang akan diuji. *Heater* mempunyai dua *thermocouple* yaitu *thermocouple plug* dan *jacket* yang akan terbaca oleh *heat transfer unit*. Minyak pelumas yang akan diuji masuk ke dalam *heater* melalui celah di antara *plug* dan *jacket*. Gambar 3.17 merupakan bagian-bagian *heater* yang belum dirakit.



Gambar 3.17 Bagian-bagian *heater*

Keterangan:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Test fluid vent</i> | 7. <i>Plug</i> |
| 2. <i>Thermocouple plug (T1)</i> | 8. <i>Thermocouple jacket (T2)</i> |
| 3. <i>Test fluid inlet</i> | 9. <i>Cooling water in</i> |
| 4. <i>O-ring</i> | 10. <i>Baut pengunci</i> |
| 5. <i>Penutup heater</i> | 11. <i>Jacket</i> |
| 6. <i>Penyangga heater</i> | 12. <i>Cooling water out</i> |

Adapun perincian ukuran pada komponen *heater* yaitu sebagai berikut:

- | | |
|------------------------|------------|
| Diameter <i>plug</i> | = 39 mm |
| Diameter <i>jacket</i> | = 39,6 mm |
| Diameter <i>heater</i> | = 108,6 mm |

8. *Adaptor*

Adaptor berfungsi untuk mengubah arus *Alternating Current* (AC) yang memiliki tegangan tinggi menjadi arus *Direct Current* (DC) yang memiliki tegangan rendah. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Adaptor

9. Radiator digunakan sebagai alat bantu pendinginan minyak pelumas yang telah menjadi panas setelah melalui saluran *water jacket*. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.19.
10. *Flowmeter* digunakan untuk mengukur laju aliran fluida yang berperan sebagai pendingin minyak pelumas. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.19 Radiator



Gambar 3.20 *Flowmeter*

11. Wadah penyimpanan air digunakan sebagai tempat penyimpanan air yang berperan untuk menurunkan temperatur minyak pelumas dari *heater*. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Wadah penyimpanan air

12. *Spet* (suntikan) digunakan untuk memasukkan sampel minyak pelumas ke dalam selang *heater* dan untuk membuang sampel setelah pengujian konduktivitas termal. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.22.
13. Selang infus digunakan sebagai jalan masuk sampel minyak pelumas ke dalam *heater*. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.23.
14. *Display dynotest* digunakan untuk menampilkan data torsi dan daya pada pengujian *dynotest*. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.24.
15. *Roller dynotest* digunakan sebagai penunjang roda sepeda motor agar didapatkan nilai torsi dan daya pada pengujian *dynotest*. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.25.
16. Sensor *dynotest* digunakan untuk memberikan efek sensitivitas terhadap kinerja mesin saat diuji dan berfungsi juga sebagai *controller*. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.22 *Spet*



Gambar 3.23 Selang infus



Gambar 3.24 *Display dynotest*



Gambar 3.25 *Roller dynotest*



Gambar 3.26 *Sensor dynotest*

17. *Thermohygrometer* digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban ruangan. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.27.
18. *Tire pressure gauge* digunakan untuk mengukur tekanan udara pada ban sepeda motor. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.28.
19. Tutup oli variasi digunakan sebagai alat bantu untuk memudahkan pendataan temperatur minyak pelumas. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.29.

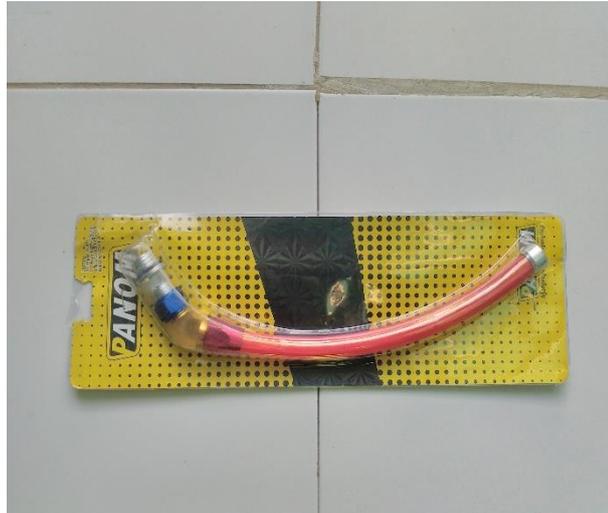
20. Buret digunakan sebagai alat pengukur volume bahan bakar minyak hasil pengujian *road test*. Buret yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kapasitas volume 50 ml. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.30.



Gambar 3.27 *Thermohygrometer*



Gambar 3.28 *Tire pressure gauge*



Gambar 3.29 Tutup oli variasi



Gambar 3.30 Buret

21. Jeriken digunakan untuk menampung bahan bakar minyak sementara. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.31.
22. Kunci *shock* digunakan untuk melepas/memasang baut dan mur yang berada di bagian bawah bak minyak pelumas. Alat ini dapat dilihat pada gambar 3.32.
23. *Handphone* dengan aplikasi Geo Tracker digunakan untuk mengukur jarak tempuh dan kecepatan sepeda motor serta rute yang telah dilalui. Aplikasi Geo

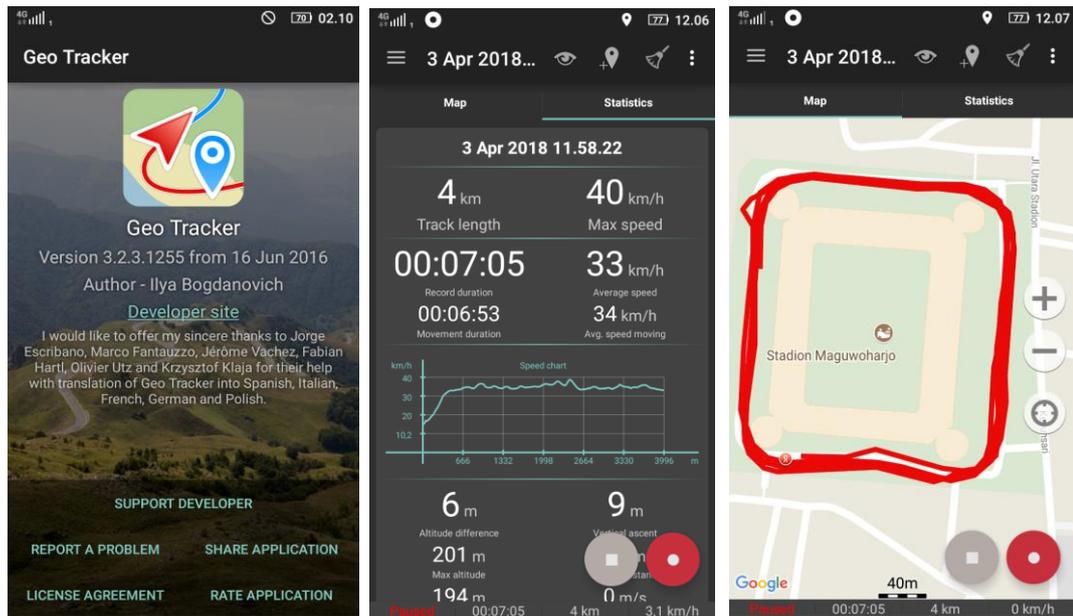
Tracker yang digunakan adalah versi 3.2.3.1255. Contoh tampilan aplikasi ini dapat dilihat pada gambar 3.33.



Gambar 3.31 Jeriken



Gambar 3.32 Kunci *shock*



Gambar 3.33 Tampilan aplikasi Geo Tracker

3.2 Tempat Penelitian

1. Pengujian viskositas dan konduktivitas termal

Pengujian viskositas dan konduktivitas termal minyak pelumas dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tepatnya berada di gedung G6 UMY. Gambar 3.34 merupakan tampak depan dari Laboratorium Teknik Mesin yang berada di gedung G6 UMY.



Gambar 3.34 Tempat pengujian viskositas dan konduktivitas termal minyak pelumas

2. Pengujian torsi dan daya

Pengujian torsi dan daya pada sepeda motor Honda CB150R tahun 2013 dengan bahan bakar pertamax dilakukan di HMMC (*Hendriansyah Margo Motor Center*) yang beralamat di Ruko Permai Parangtritis 4-5, Jalan Parangtritis Km. 3.3, Bangunrejo, Sewon, Bantul, DIY 55188. Gambar 3.35 merupakan tampak depan dari tempat pengujian torsi dan daya.



Gambar 3.35 Tempat pengujian torsi dan daya

3. Pengujian konsumsi bahan bakar minyak

Pengujian konsumsi bahan bakar minyak pada sepeda motor Honda CB150R tahun 2013 dengan bahan bakar pertamax dilakukan di Stadion Maguwoharjo yang beralamat di Dusun Jenengan, Jalan Kepuhsari, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kab. Sleman, DIY 55584. Gambar 3.36 merupakan tampak atas dari Stadion Maguwoharjo.



Gambar 3.36 Tempat pengujian konsumsi bahan bakar minyak

3.3 Prosedur Penelitian

Dalam melakukan suatu penelitian, tentu ada prosedur atau langkah kerja yang harus dilaksanakan. Dalam prosedur penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa pembahasan. Adapun pembahasan tersebut meliputi prosedur penelitian untuk pengujian keseluruhan, pengujian viskositas, pengujian konduktivitas termal, pengujian torsi dan daya, serta pengujian konsumsi bahan bakar minyak.

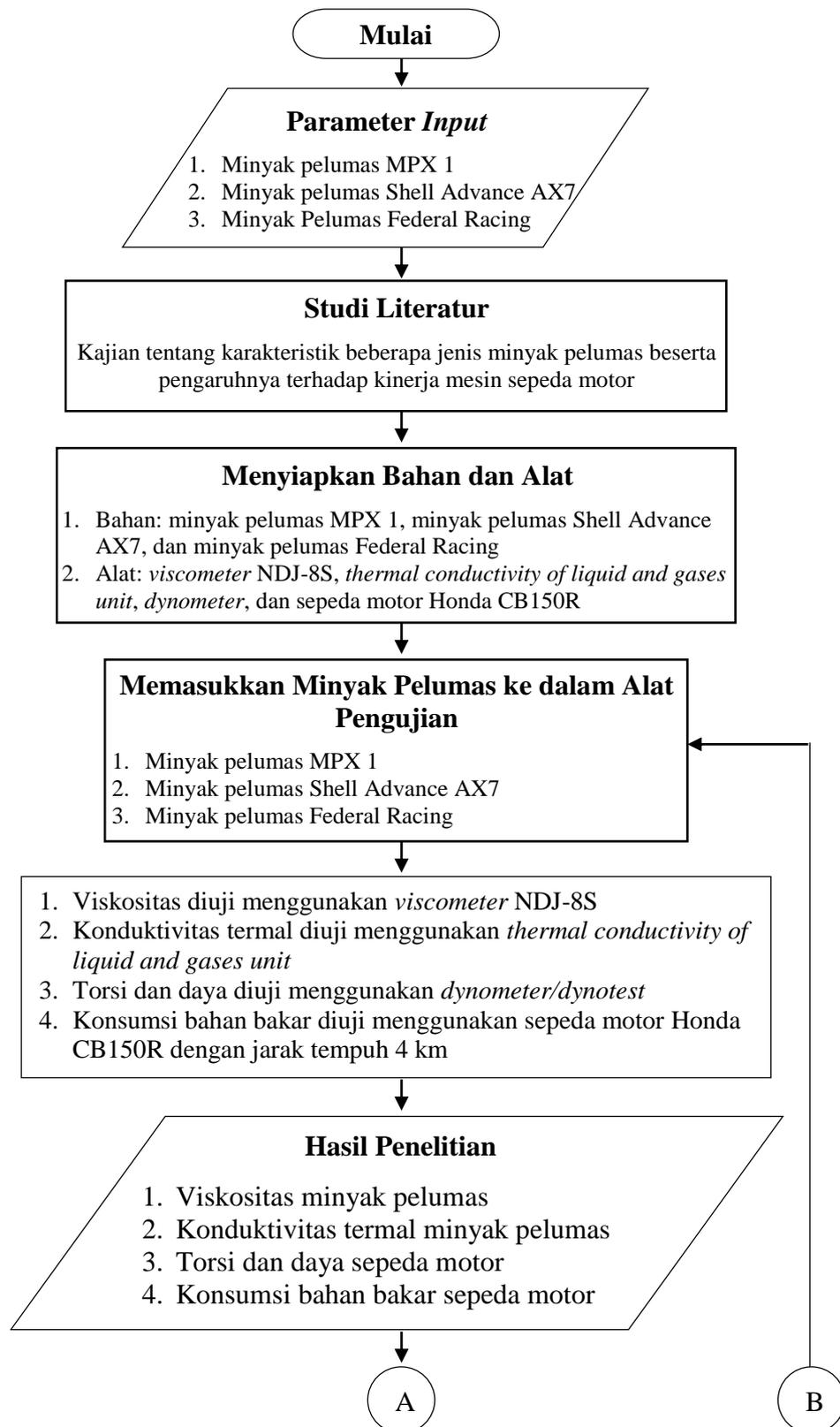
3.3.1 Pengujian secara Keseluruhan

Diagram alir ini dibuat sebagai acuan dalam melakukan pengujian pengaruh karakteristik viskositas dan konduktivitas termal tiga produk minyak pelumas terhadap kinerja sepeda motor Honda CB150R tahun 2013 dengan bahan bakar pertamax. Diagram alir ini digunakan untuk mempermudah dalam melakukan pengujian. Adapun langkah-langkah pengujian secara garis besar dapat dilihat pada gambar 3.37.

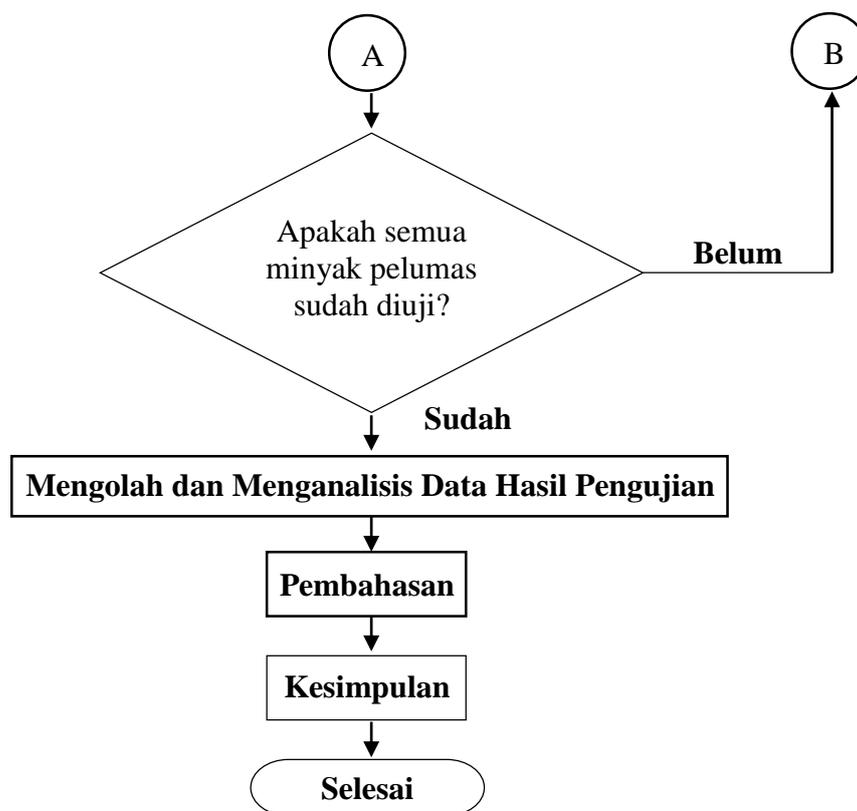
3.3.2 Pengujian Viskositas

Uji viskositas dilakukan menggunakan alat *viscometer digital* NDJ-8S dengan tipe *rotary*. Fungsi alat ini adalah untuk mengukur tingkat kekentalan/viskositas dari tiga sampel minyak pelumas yang akan diuji.

Adapun untuk alur pengujian viskositas dapat dilihat pada gambar 3.40. Gambar 3.40 menunjukkan *flow chart* pengujian viskositas pada tiga sampel minyak pelumas dengan jenis yang berbeda, mulai dari MPX 1 (*mineral oil*), Shell Advance AX7 (*semi synthetic oil*), dan Federal Racing (*full synthetic oil*) yang dilakukan secara bertahap.



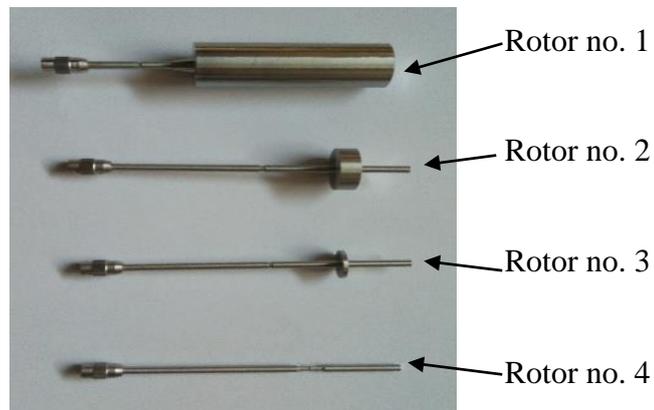
Gambar 3.37 Diagram alir penelitian



Gambar 3.37 Diagram alir penelitian (lanjutan)

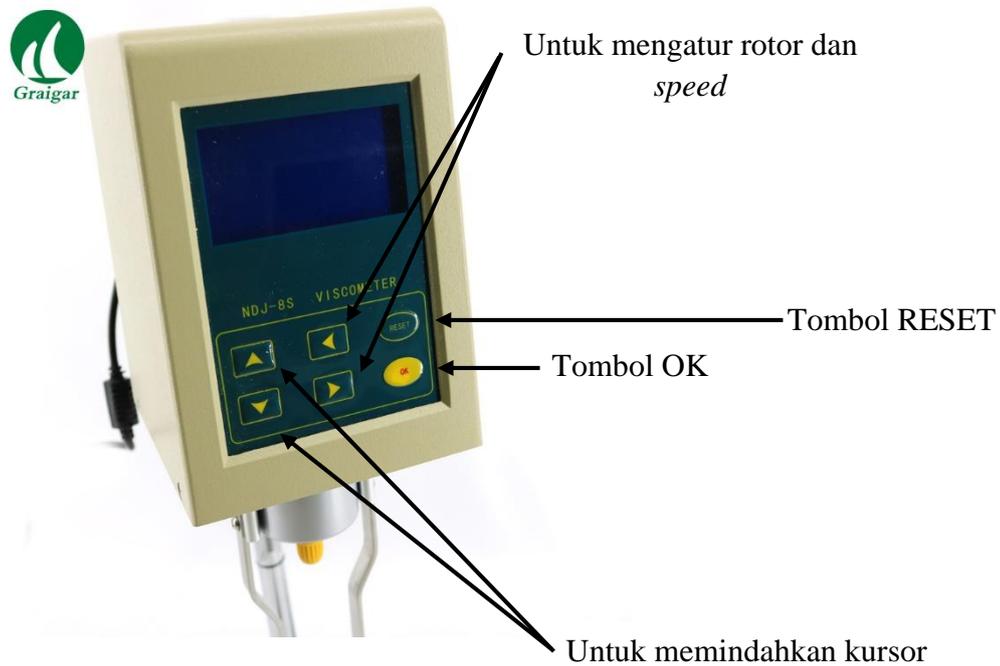
Pada pengujian viskositas ini, ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan/sampel yang akan diuji, berupa minyak pelumas MPX 1, Shell Advance AX7, dan Federal Racing.
2. Menyiapkan alat-alat yang menjadi *support* dalam penelitian ini meliputi:
 - a. *Viscometer* NDJ-8S
 - b. Gelas ukur 500 ml
 - c. *Hot plate*
 - d. *Thermocouple type K*
3. Memasukkan sampel minyak pelumas pada gelas ukur hingga mencapai ± 500 ml (untuk yang pertama, *setting* minyak pelumas pada temperatur 20°C).
4. Meletakkan gelas ukur di bawah rotor (rotor yang digunakan yaitu rotor nomor 1, lihat gambar 3.38), kemudian rotor dimasukkan ke dalam minyak pelumas hingga $\frac{3}{4}$ bagian memenuhi rotor.



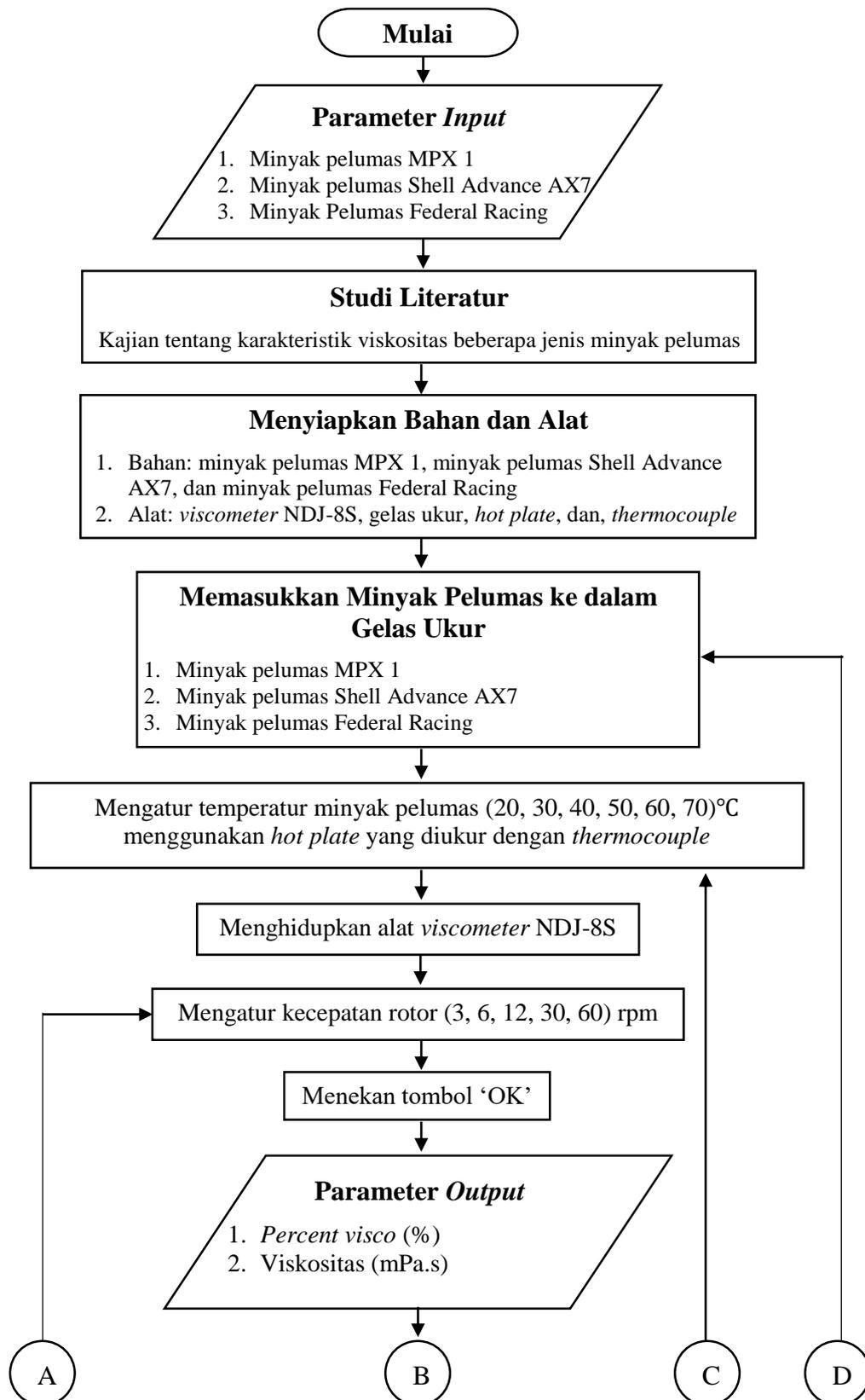
Gambar 3.38 Jenis-jenis rotor

5. Menghubungkan *viscometer* NDJ-8S dengan *power supply* lalu menghidupkan mesin
6. Mengatur 'settingan' jenis rotor dan kecepatan putar rotor pada *control panel*. Kecepatan putar rotor yang digunakan adalah 3, 6, 12, 30, dan 60 rpm.
7. Memilih kecepatan putar pertama pada 3 rpm lalu menjalankan rotor dengan menekan tombol "OK" (lihat gambar 3.39).
8. Menunggu sampai proses pengukuran selesai, kemudian mencatat hasil data yang ditampilkan pada "*display*" meliputi nilai *percent* dan *viscosity*. Setelah itu mencatat temperatur menggunakan alat *thermometer*.
9. Menekan kembali tombol "OK" karena setiap kecepatan rotor masing-masing memiliki tiga kali percobaan.
10. Mengganti kecepatan putar rotor pada 6 rpm dan seterusnya. Pastikan setiap kecepatan putar rotor telah dilakukan percobaan sampai tiga kali hingga pada kecepatan putar rotor yang terakhir.
11. Menaikkan temperatur minyak pelumas menggunakan *hot plate* hingga mencapai temperatur yang telah ditentukan.

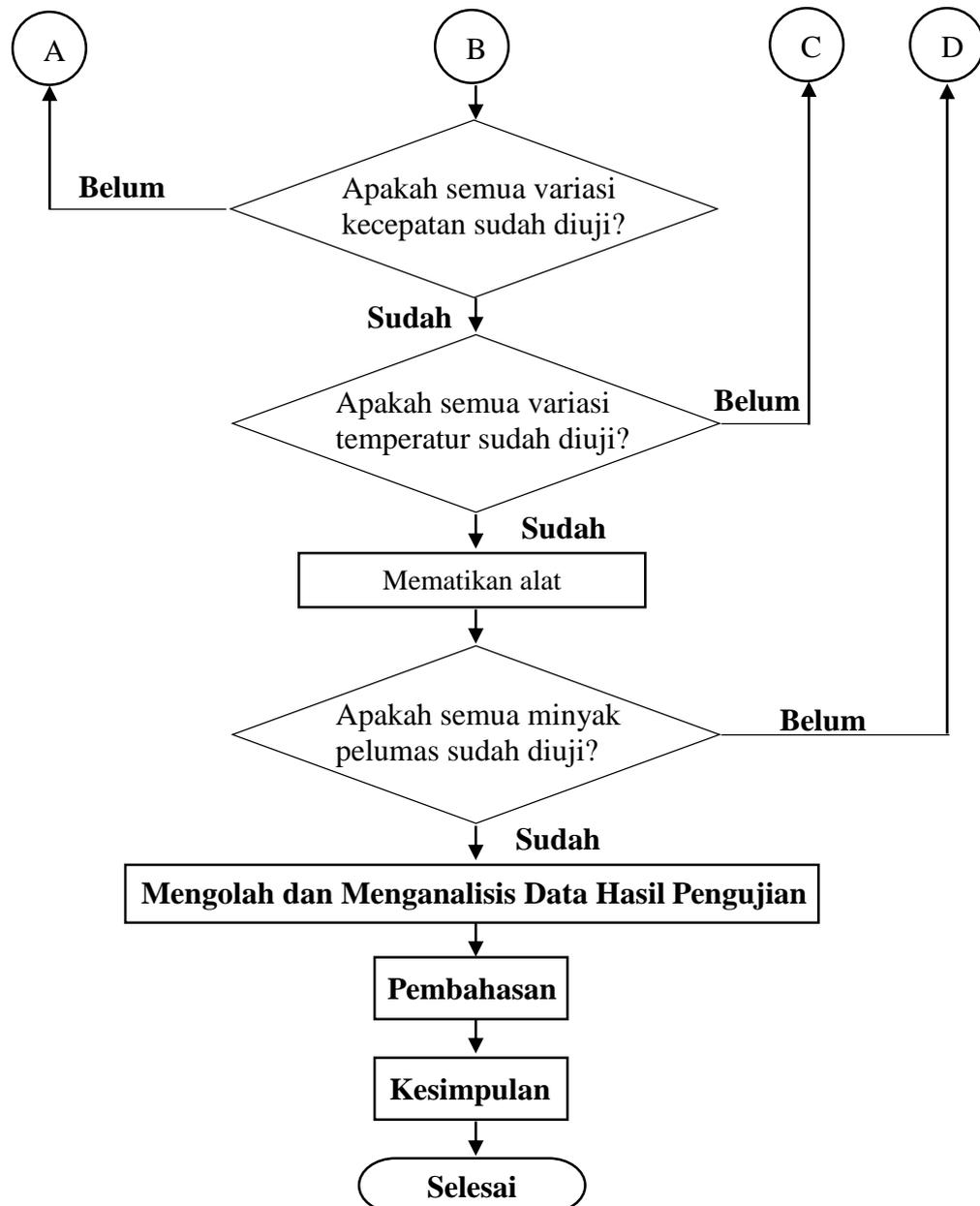


Gambar 3.39 Tombol pada *viscometer* NDJ-8S

12. Setelah temperatur minyak pelumas $\pm 30^{\circ}\text{C}$ (dapat diketahui dengan mencelupkan *thermometer* pada saat memanaskan), kemudian mengulangi langkah 6 sampai 10.
13. Mengulangi langkah 6 sampai 11 untuk temperatur $\pm 40^{\circ}\text{C}$, $\pm 50^{\circ}\text{C}$, $\pm 60^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 70^{\circ}\text{C}$.
14. Setelah satu sampel minyak pelumas selesai diuji. Kemudian dilanjutkan dengan sampel minyak pelumas yang lain dan mengulangi langkah 3 sampai 13 untuk setiap sampel minyak pelumas.
15. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat, bersihkan gelas ukur dan rotor menggunakan tisu setiap penggantian sampel minyak pelumas.
16. Setelah semua sampel minyak pelumas selesai diuji, mesin dimatikan kemudian bersihkan gelas ukur, rotor, dan mengembalikan alat-alat seperti semula.



Gambar 3.40 Diagram alir pengujian viskositas



Gambar 3.40 Diagram alir pengujian viskositas (lanjutan)

Beberapa kendala yang sering muncul dalam pengujian viskositas adalah sebagai berikut:

1. Temperatur minyak pelumas tidak bisa stabil sesuai yang diinginkan. Setelah minyak pelumas selesai dipanaskan menggunakan *hot plate* kemudian dibiarkan maka temperatur minyak pelumas akan cepat mengalami penurunan.

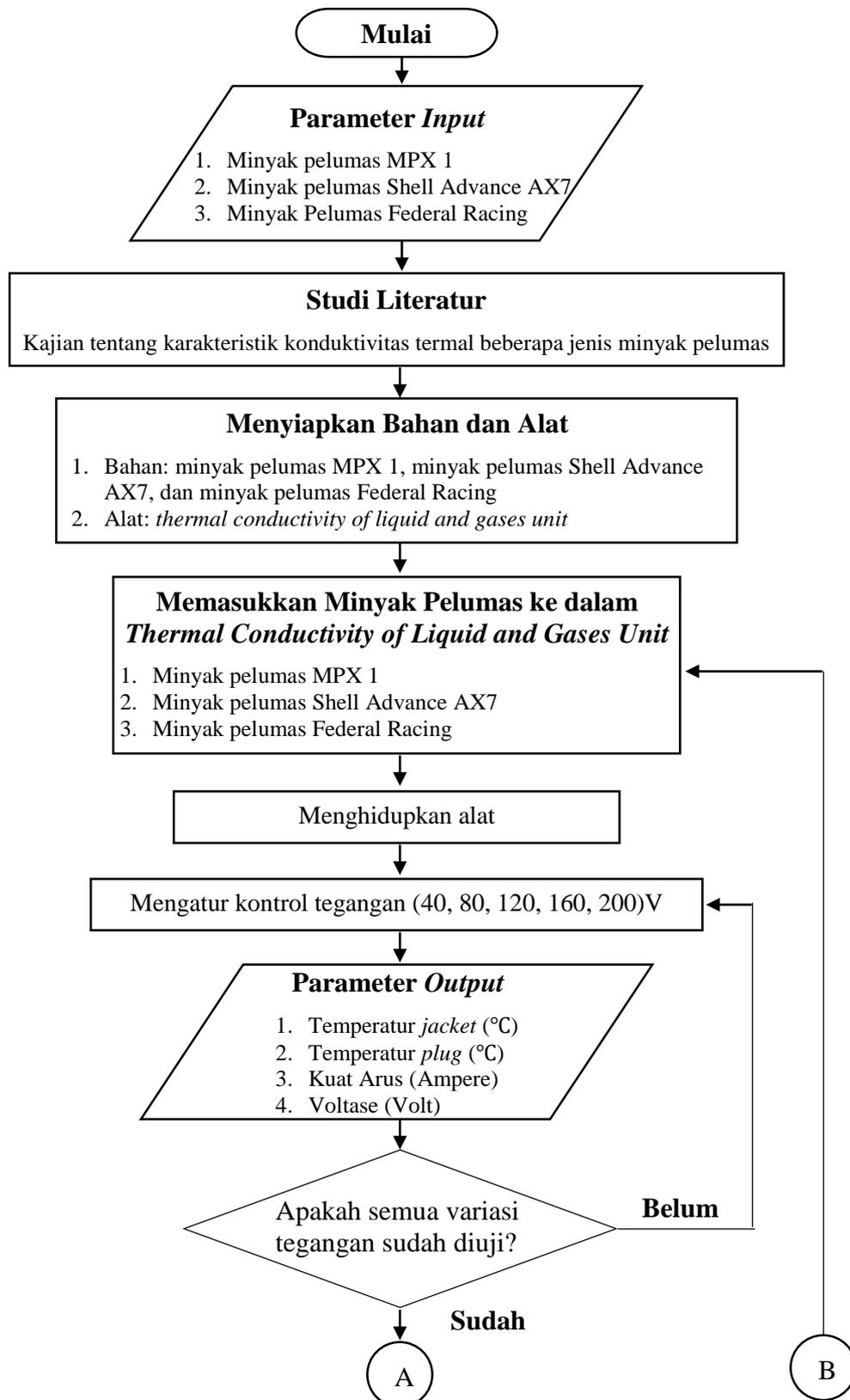
Jika tidak diambil tindakan secara tanggap maka data yang didapatkan menjadi kurang valid.

2. Alat *viscometer* NDJ-8S yang ada di Lab. terkadang *error* jika dipakai dalam waktu lebih dari enam jam. Hal ini mengakibatkan data yang didapat menjadi tidak valid sehingga pemakaian alat dibatasi tidak lebih dari enam jam.
3. Adanya getaran yang disebabkan oleh bergesernya benda-benda yang ada di sekitar alat *viscometer* NDJ-8S akan berpengaruh terhadap rotor sehingga data yang diperoleh menjadi kurang valid. Di samping itu, indikator *bubble* menjadi tidak simetris lagi sehingga perlu dikalibrasi ulang sebelum memulai pengujian.

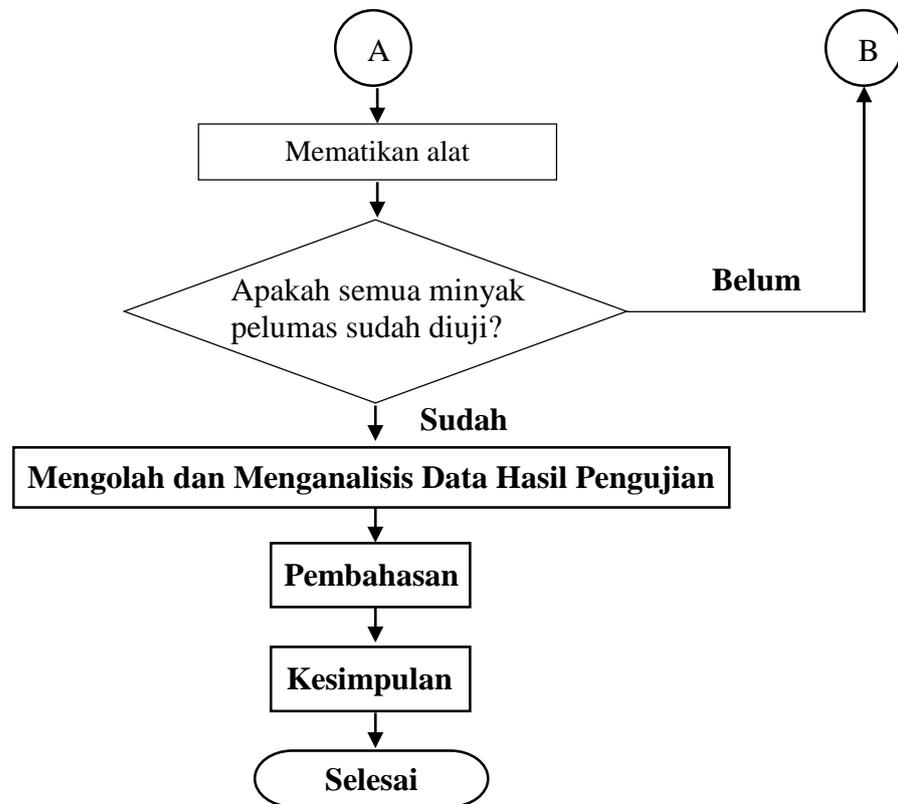
3.3.3 Pengujian Konduktivitas Termal

Pada pengujian konduktivitas termal, metode yang digunakan adalah *steady state cylindrical cell*. Dengan menggunakan alat *thermal conductivity of liquid and gases unit* P.A. Hilton Ltd H111H yang berfungsi untuk mengetahui nilai konduktivitas termal baik pada fluida cair maupun gas. Dalam pengujian ini, fluida yang diuji nilai konduktivitas termalnya yaitu minyak pelumas. Pengukuran konduktivitas termal berdasarkan pada perbedaan temperatur dari minyak pelumas yang ada pada ruang berbentuk *annular (radial clearance)*. Minyak pelumas akan masuk ke celah *plug* yang dipanaskan menggunakan *catride* yang dihasilkan oleh *voltmeter* dan *amperemeter* yang terpasang pada panel. *Plug* dan *jacket* terbuat dari aluminium yang berfungsi untuk mengurangi kelembaban termal dan temperatur. Terdapat sebuah elemen pemanas berbentuk silinder yang memiliki resistensi pada suhu kerja.

Adapun untuk alur pengujian konduktivitas termal dapat dilihat pada gambar 3.41 berikut:



Gambar 3.41 Diagram alir pengujian konduktivitas termal



Gambar 3.41 Diagram alir pengujian konduktivitas termal (lanjutan)

Gambar 3.41 menunjukkan *flow chart* pengujian konduktivitas termal pada tiga sampel minyak pelumas, mulai dari MPX 1, Shell Advance AX7, dan Federal Racing yang dilakukan secara bertahap. Pengujian ini dilakukan berdasarkan variasi kuat arus (Ampere) dan tegangan (Volt). Kapasitas minyak pelumas yang dibutuhkan untuk masing-masing sampel dalam pengujian ini sebesar ± 50 ml. Variasi tegangan adalah kelipatan 40, dimulai dari tegangan 40 hingga 200V sedangkan arus listrik mengikuti besarnya tegangan.

Pada pengujian konduktivitas termal ini, ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan dan alat, baik alat kelengkapan *thermal conductivity of liquid and gases unit* maupun alat-alat *support*. Pastikan peralatan sudah terpasang dengan benar dan sempurna. Bahan yang diuji berupa sampel minyak pelumas sekitar 15 – 20 ml.

2. Mengalirkan air pendingin dari wadah penampungan air menggunakan selang yang melewati *heater* pada *thermal conductivity of liquid and gases unit* dengan ukuran debit air sebesar 1 liter/menit
3. Memasukkan sampel minyak pelumas ke dalam *heater* melalui selang menggunakan suntikan.
4. Mengunci saluran *output* pada selang, untuk menghindari terjadinya kebocoran saat *heater* beroperasi.
5. Menghubungkan *heat transfer unit*, *adaptor*, dan pompa yang ada di wadah penampungan air dengan sumber listrik, kemudian dihidupkan.
6. Mengatur 'settingan' posisi kontrol tegangan pada kelipatan 40, mulai dari tegangan 40 hingga 200 V.
7. Menunggu sampai temperatur *heater* stabil dengan melihat pada *display* temperatur.
8. Mencatat hasil pengukuran berupa T1 (temperatur *plug*), T2 (temperatur *jacket*), arus listrik, dan voltase yang ditampilkan oleh *display*.
9. Mengulangi langkah nomor 6, 7 dan 8 dengan posisi *control* tegangan pada variasi 1, 2, 3, 4, 5.
10. Mematikan sumber listrik pada *heat transfer unit*, *adaptor*, dan pompa yang ada di wadah penampungan air.
11. Mengeluarkan sampel minyak pelumas yang terdapat di dalam selang *heater* menggunakan suntikan.
12. Mengganti sampel minyak pelumas.
13. Mengulangi langkah nomor 3 sampai 11 untuk sampel minyak pelumas yang lain.
14. Membersihkan alat pengujian.

Beberapa kendala yang sering muncul dalam pengujian konduktivitas termal adalah sebagai berikut:

1. Tegangan dan arus listrik susah stabil. Waktu yang dibutuhkan agar tegangan dan arus listrik menjadi *steady* juga tidak konstan sehingga tidak dapat memastikan waktunya.

2. Pada bagian *heater* sudah mulai mengalami kebocoran sehingga apabila terjadi kebocoran maka metode perpindahan kalornya akan menjadi perpindahan kalor konveksi.
3. Debit air pendingin tidak konstan atau sering berubah-ubah. Hal ini akan berpengaruh terhadap hasil dari pengujian konduktivitas termal. Jika volume air yang ada di wadah penampungan air berkurang atau bahkan habis maka mesin dapat mengalami *overheating*.

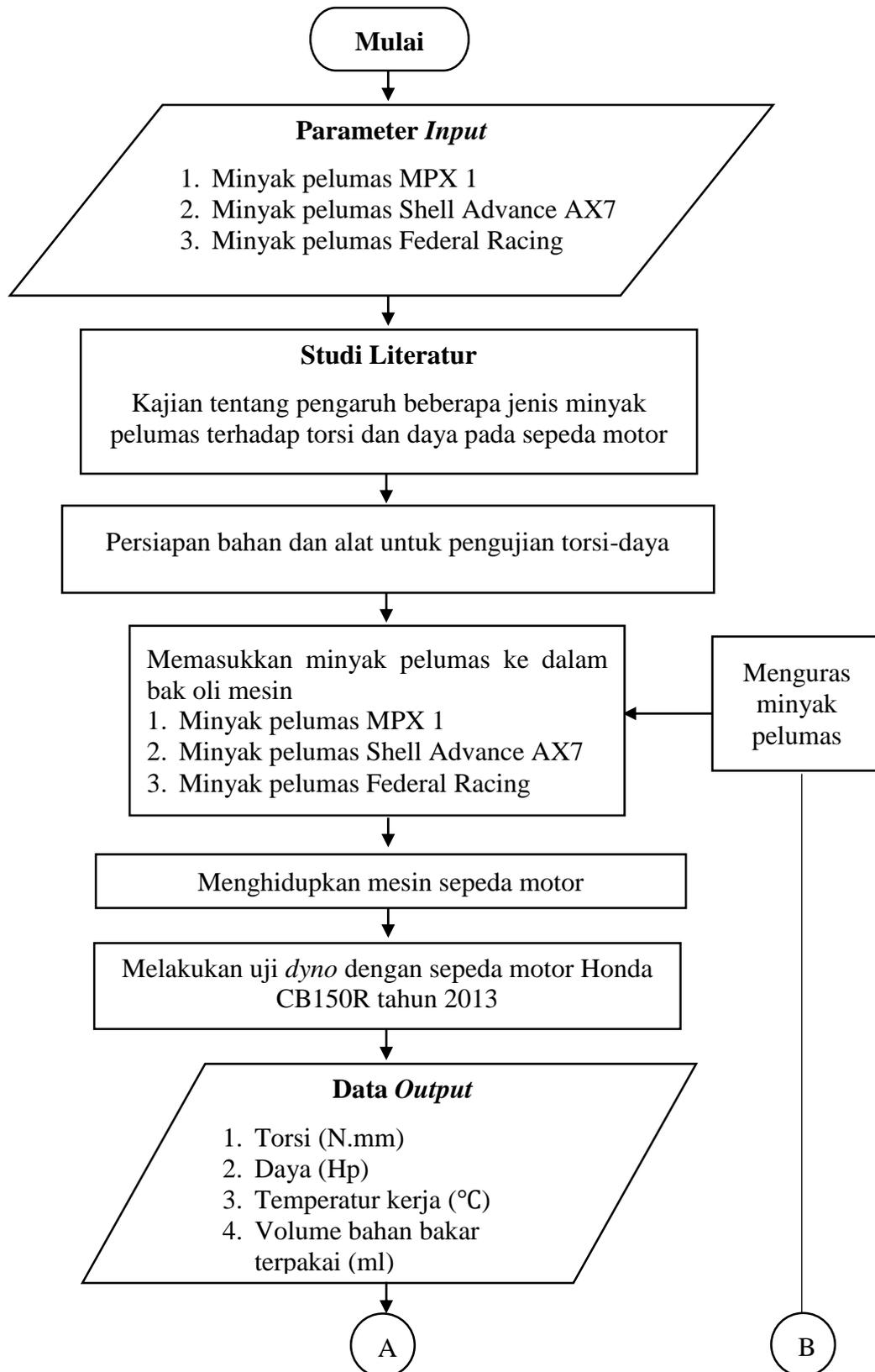
3.3.4 Pengujian Torsi dan Daya

Pengujian torsi dan daya dilakukan untuk mengetahui pengaruh minyak pelumas terhadap performa mesin sepeda motor. Untuk mengetahui nilai torsi dan daya pada mesin sepeda motor maka dilakukan pengujian *dynotest*. Pengujian *dynotest* ini berfungsi untuk mengukur gaya puntir dan tenaga dari mesin sepeda motor sehingga nilai *torque* dan *horsepower* dari suatu putaran mesin (rpm) akan didapatkan. Pengujian ini menggunakan sepeda motor Honda CB150R tahun 2013 berbahan bakar pertamax.

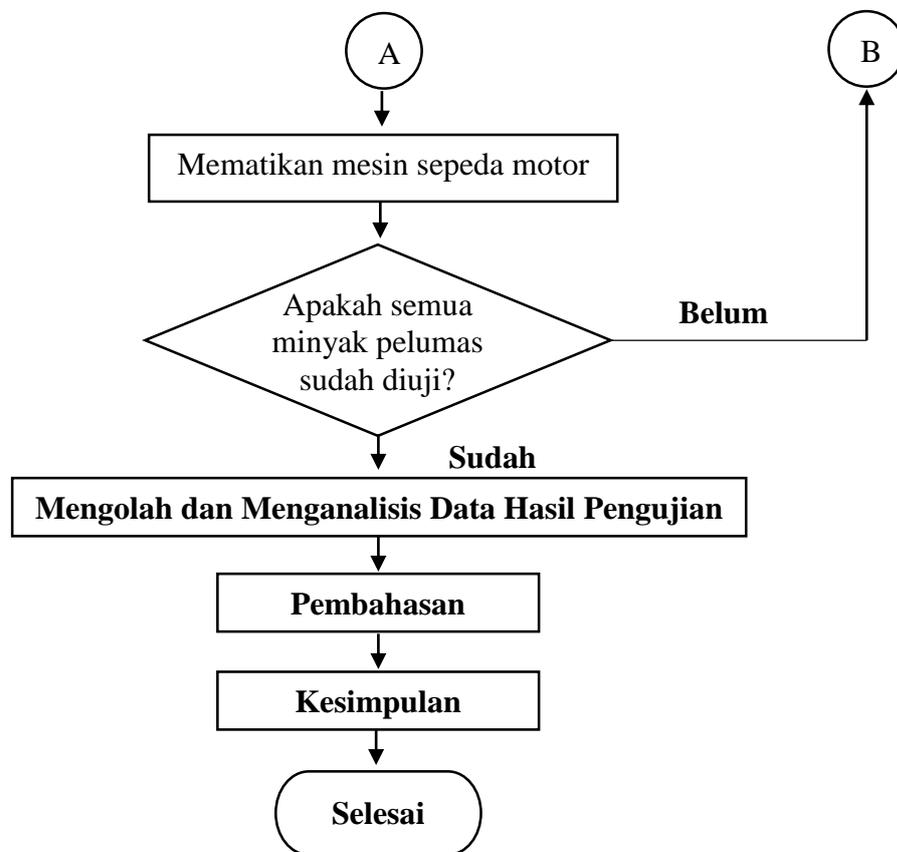
Adapun untuk alur pengujian torsi dan daya dapat dilihat pada gambar 3.42 di bawah. Gambar 3.42 menunjukkan langkah-langkah pengujian torsi-daya dengan variasi pengujian berupa kecepatan putar, torsi, daya, waktu, temperatur minyak pelumas, dan volume bahan bakar. Untuk mendapatkan nilai rata-rata yang optimal, setiap sampel minyak pelumas dilakukan percobaan sebanyak lima kali.

Pada pengujian torsi dan daya ini, ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan dan alat, baik alat kelengkapan *dynotest* maupun alat-alat pendukung lainnya.
2. Memastikan bahwa sampel minyak pelumas telah sesuai dengan yang diinginkan.
3. Mengisi bahan bakar minyak hingga penuh. Metode ini dinamakan *full to full* (lihat gambar 3.43).



Gambar 3.42 Diagram alir pengujian torsi dan daya



Gambar 3.42 Diagram alir pengujian torsi dan daya (lanjutan)

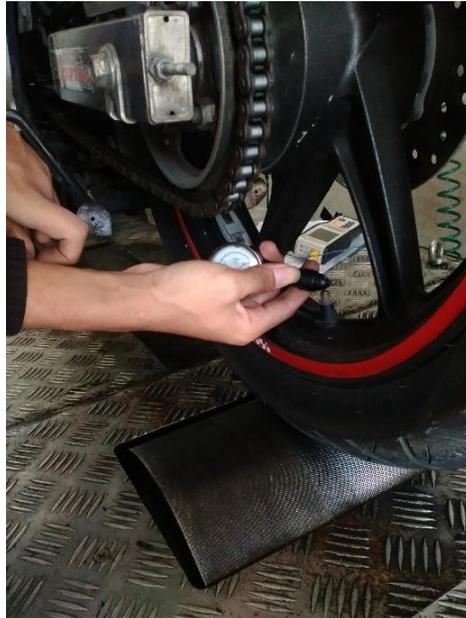
4. Setelah semuanya siap, sepeda motor dinaikkan pada *roller dynotest* (lihat gambar 3.44).
5. Mengukur tekanan udara pada ban sepeda motor menggunakan alat *tire pressure gauge* (lihat gambar 3.45).
6. Menghidupkan mesin sepeda motor sekaligus dipanaskan hingga mencapai suhu kerja.
7. Setelah suhu kerja tercapai, kemudian melakukan pengisian bahan bakar kembali hingga penuh.
8. Melakukan uji *dyno* dengan cara menarik tuas gas sampai penuh hingga batas maksimal dari torsi dan daya yang dihasilkan (lihat gambar 3.46).
9. Setelah mencapai torsi dan daya maksimal, lalu mencatat temperatur minyak pelumas dan konsumsi bahan bakar minyak.



Gambar 3.43 Metode *full to full*



Gambar 3.44 Posisi sepeda motor di atas *roller dynotest*



Gambar 3.45 Pengukuran tekanan udara



Gambar 3.46 Uji *dyno*

10. Melakukan percobaan sebanyak lima kali dengan batas torsi dan daya maksimal pada setiap percobaan. Setelah melakukan lima kali percobaan kemudian mencari nilai rata-rata dari kelima percobaan tersebut.
11. Mengulangi langkah nomor 3 – 9 untuk sampel minyak pelumas yang lain. Disarankan satu hari hanya untuk satu sampel minyak pelumas agar hasil data

yang didapatkan lebih valid dan mesin juga lebih awet (tidak terjadi *overheating*). Selain itu, diusahakan pengujinya tetap dengan orang yang sama karena berat badan yang berbeda akan berpengaruh terhadap data hasil pengujian.

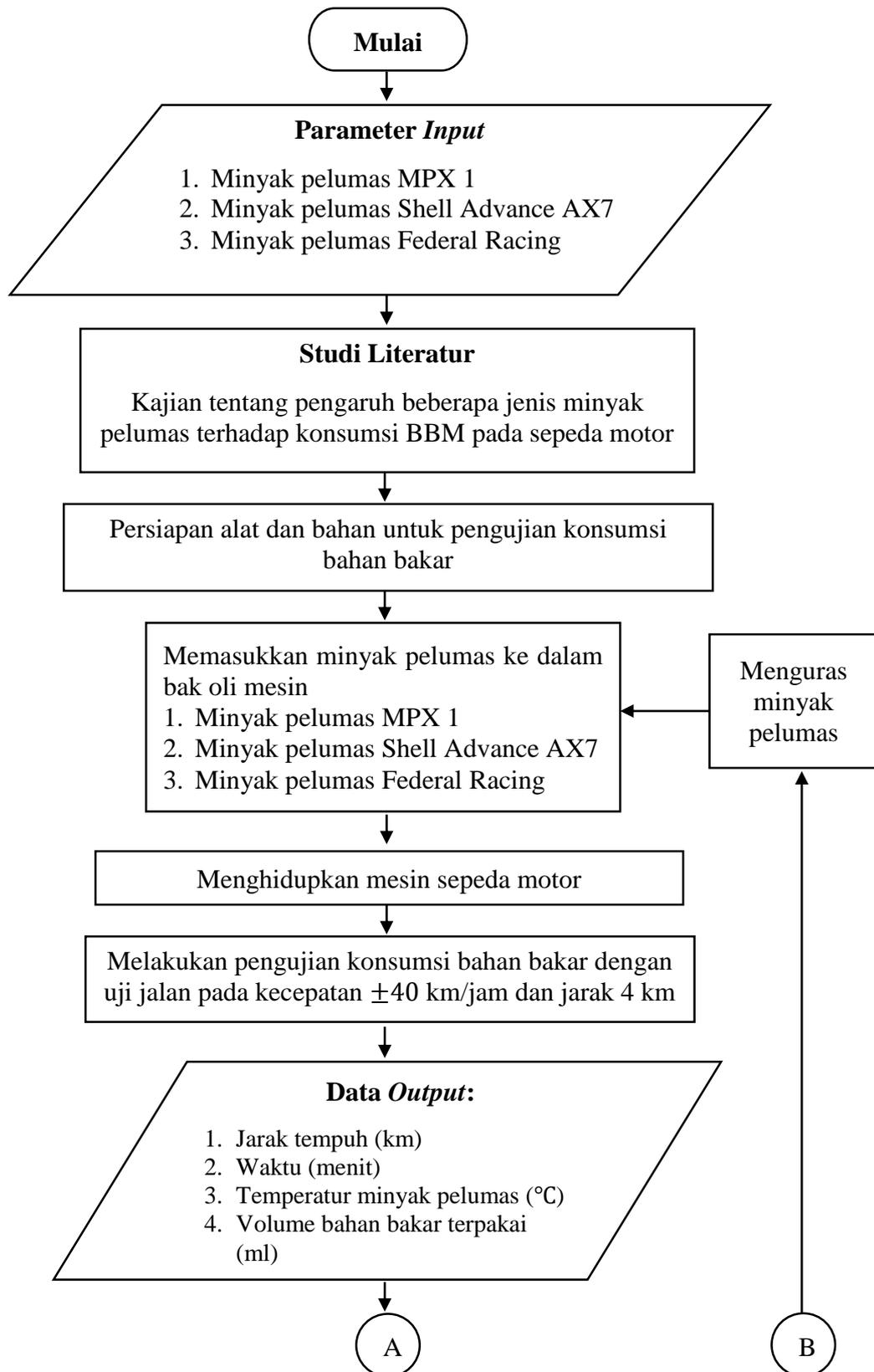
Beberapa kendala yang sering muncul dalam pengujian torsi dan daya adalah sebagai berikut:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan mesin agar mencapai temperatur kerja memakan waktu yang cukup lama sehingga biaya pengujian *dynotest* juga bertambah.
2. Pada pengujian *dynotest* ini memerlukan bantuan minimal dua orang, yaitu untuk membantu menaikkan sepeda motor ke atas *roller dynotest*, mencatat temperatur minyak pelumas, dan mengukur konsumsi bahan bakar minyak.
3. Keterbatasan jumlah operator dalam pengujian *dynotest*. Jika operator sedang sakit atau berhalangan hadir maka pengujian *dynotest* tidak bisa dilakukan karena tidak ada operator pengganti.

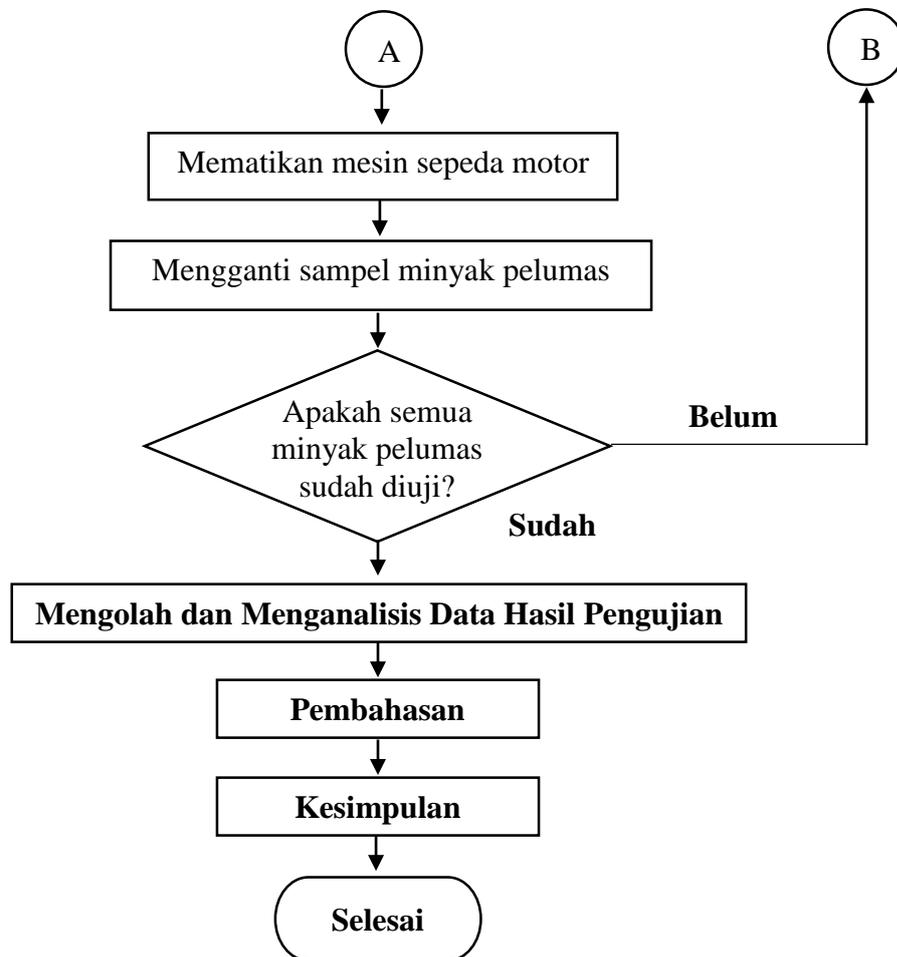
3.3.4 Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Pengujian konsumsi bahan bakar minyak dilakukan untuk mengetahui pengaruh minyak pelumas terhadap konsumsi bahan bakar minyak yang digunakan. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar minyak pada mesin sepeda motor maka dilakukan uji jalan (*road test*). Pengujian ini dilakukan di halaman Stadion Maguwoharjo menggunakan sepeda motor Honda CB150R tahun 2013 dengan bahan bakar pertamax RON 92. Metode pengujian yang digunakan adalah metode *full to full*.

Adapun untuk alur pengujian konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada gambar 3.47. Gambar 3.47 menunjukkan langkah-langkah pengujian konsumsi bahan bakar minyak dengan metode *full to full* yang dilakukan melalui uji jalan (*road test*). Untuk mendapatkan nilai rata-rata yang optimal, setiap sampel minyak pelumas dilakukan percobaan sebanyak lima kali. Jenis minyak pelumas yang digunakan akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar minyak



Gambar 3.47 Diagram alir pengujian konsumsi bahan bakar minyak



Gambar 3.47 Diagram alir pengujian konsumsi bahan bakar minyak (lanjutan)

Pada pengujian konsumsi bahan bakar minyak ini, ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan dan alat pengujian.
2. Memastikan bahwa sampel minyak pelumas telah sesuai dengan yang diinginkan.
3. Mengisi bahan bakar minyak hingga penuh. Metode pengujian ini dinamakan dengan metode *full to full*.
4. Mengganti tutup oli standar dengan tutup oli variasi agar memudahkan dalam pendataan temperatur minyak pelumas.

5. Mempersiapkan aplikasi Geo Tracker dan rute *road test* di Stadion Maguwoharjo.
6. Menghidupkan mesin sepeda motor lalu mengendarai sepeda motor tersebut sesuai rute pengujian dengan kecepatan ± 40 km/jam pada posisi transmisi gigi tiga.
7. Mematikan mesin sepeda motor ketika sudah mencapai jarak 4 km.
8. Mengukur temperatur minyak pelumas menggunakan *thermocouple* dan mengukur konsumsi bahan bakar minyak menggunakan buret. Gambar 3.48 menunjukkan proses pengukuran temperatur minyak pelumas.



Gambar 3.48 Pengukuran temperatur minyak pelumas

9. Mengulangi pengujian hingga lima kali untuk mendapatkan nilai rata-rata agar data yang diperoleh lebih optimal.
10. Pada pengujian sampel minyak pelumas yang kedua dan ketiga dilakukan setelah pengujian torsi dan daya agar lebih efisien.
11. Mengulangi langkah nomor 3 – 9 untuk sampel minyak pelumas yang lain. Disarankan pada saat pengujian cuacanya stabil karena sangat berpengaruh terhadap kestabilan temperatur minyak pelumas dan konsumsi bahan bakar minyak.

Beberapa kendala yang sering muncul dalam pengujian konsumsi bahan bakar minyak adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan di tempat umum sehingga harus berbagi tempat dengan pengguna lain. Hal ini menjadi penghambat dalam melakukan pengujian konsumsi bahan bakar minyak. Penguji harus menentukan waktu yang tepat agar pengujian berjalan dengan lancar.
2. Aplikasi Geo Tracker ini terdapat di dalam *handphone* sehingga pada saat pengujian *handphone* harus selalu dibawa. Di samping itu, penguji harus selalu memantau jarak tempuh agar tidak lebih dari 4 km. Hal ini menyebabkan berkendara menjadi sulit dan kurang fokus.
3. Pengujian konsumsi bahan bakar minyak untuk masing-masing sampel minyak pelumas harus dalam kondisi cuaca yang sama, padahal cuaca tidak bisa dipastikan. Jika pengujian untuk masing-masing sampel minyak pelumas berbeda cuaca maka data yang diperoleh menjadi kurang valid. Hal ini dikarenakan sensitivitas temperatur minyak pelumas dan konsumsi bahan bakar minyak juga dipengaruhi oleh temperatur sekitar.