

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang langsung digunakan ke objek yang diteliti. Dari objek yang diteliti, didapatkan data berupa gambar yang kemudian di plot dalam suatu diagram sehingga membentuk suatu pola kecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil suatu kesimpulan tentang objek yang diteliti.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sendiri oleh peneliti dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain, berfungsi sebagai sebab dalam penelitian. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah *Equivalent Ratio* (udara dan uap minyak jarak)

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kecepatan api, tinggi api, temperatur nyala api dan pola nyala api.

3. Variabel terkontrol

Parameter yang dijaga tetap selama pengujian adalah:

- Bahan bakar yang digunakan minyak jarak.
- Volume *burner*.
- Temperatur didalam ketel sebesar 160 °C

3.3 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2012 sampai dengan selesai, bertempat di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah :

1. *Burner*

Alat ini digunakan untuk tempat mencampur uap minyak jarak dan udara serta sebagai tempat berlangsungnya proses pembakaran.



Gambar 3.1 Burner
Sumber: Dokumen Pribadi

2. Ketel

Alat ini untuk tempat penampungan dan penguapan minyak jarak sebelum dialirkan menuju *burner*.



Gambar 3.2 Ketel
Sumber: Dokumen Pribadi

3. Kompresor

Alat ini untuk mengkompresi udara dan mengalirkannya menuju *burner* untuk nantinya bercampur dengan uap minyak jarak. Spesifikasi kompresor adalah sebagai berikut:

- a. Merk : Sagola, Model 777, made in Spain
- b. Daya : 0,08 HP
- c. Tegangan : 240 Volt - 50 Hz - 1,85 A
- d. Tekanan : 3 Bar , 43 Psi
- e. Debit : 65 Liter/menit



Gambar 3.3 Kompresor
Sumber: Dokumen Pribadi

4. Kompor Listrik

Alat ini digunakan untuk memanaskan minyak jarak yang ada di dalam ketel hingga menjadi uap minyak jarak dengan spesifikasi:

- a. Merk : Maspion, Model S-300
- b. Tegangan : 220 Volt – 50 Hz
- c. Daya : 300 Watt / 600 Watt
- d. Kode : US - KP - 08



Gambar 3.4 Kompor Listrik
Sumber: Dokumen Pribadi

5. Katup Bahan Bakar

Alat ini untuk mengatur massa aliran uap minyak jarak yang mengalir menuju *orifice*.



Gambar 3.5 Katup Bahan Bakar
Sumber: Dokumen Pribadi

6. Katup Udara

Alat ini untuk mengatur massa aliran udara yang menuju *orifice* sehingga didapatkan AFR yang diinginkan.



Gambar 3.6 Katup Udara
Sumber: Dokumen Pribadi

7. Orifice Bahan Bakar

Alat yang digunakan untuk mengetahui beda tekanan.



Gambar 3.7 Orifice Bahan Bakar
Sumber: Dokumen Pribadi

8. Orifice Udara

Alat yang digunakan untuk mengetahui beda tekanan.



Gambar 3.8 Orifice Udara
Sumber: Dokumen Pribadi

9. Manometer Bahan Bakar

Alat ini untuk mengetahui beda tekanan di *orifice* bahan bakar.



Gambar 3.9 Manometer Bahan Bakar
Sumber: Dokumen Pribadi

10. Manometer Udara

Alat ini untuk mengetahui beda tekanan di *orifice* udara.



Gambar 3.10 Manometer Udara
Sumber: Dokumen Pribadi

11. Kamera

Alat ini digunakan untuk mengambil atau merekam gambar api hasil pembakaran yang terjadi sehingga dapat digunakan untuk analisa visual. Dengan data spesifikasi sebagai berikut:

- a. Sensor : Sensor 16.2 MP, CMOS, APS-C
- b. Merk : Nikon D7000
- c. Movie resolution : HD movie, 1080p – 24fps / 720p – 30fps, H.264 codec.
- d. ISO range : ISO 100 - 6.400, expandable to 25.600



Gambar 3.11 Kamera
Sumber: Dokumen Pribadi

12. Komputer

Digunakan untuk mengolah gambar citra api hasil jepretan kamera untuk selanjutnya didapatkan kecepatan dan tinggi api pada variasi AFR tertentu. Spesifikasi komputer yang digunakan adalah:

- a. Brand : ASUS
- b. Processor : Intel Core i3-2370M (2.4 Ghz - 3M Cache - 2 Cores)
- c. Operating System : DOS
- d. Memory : 4 GB DDR3
- e. Hard Drive : 640 GB
- f. Display : 14 HD Color Shine (LED) res (1366 x 768)
- g. Video Card : Nvidia GeForce 610M : 2 GB DDR3

- h. WiFi : 802.11 b/g/n
- i. Bluetooth : Bluetooth 4.0
- j. Webcam : 0.3 Mpx
- k. I/O Ports : 1x USB 3.0 , 2x USB 2.0, HDMI
- l. Weight (Est) : 2.2 kg (with 6-cell battery)
- m. Warranty : 6-cell Li-Ion 5200mAh



Gambar 3.12 Komputer
Sumber: Dokumen Pribadi

13. Minyak Jarak

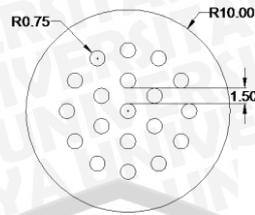
Digunakan untuk bahan bakarnya



Gambar 3.13 Minyak Jarak
Sumber : Dokumen Pribadi

14. Nozzle

Tempat dimana campuran udara dan bahan bakar mulai terbakar.



Skala : 1 : 1
Satuan : mm

Gambar 3.14 Dimensi Nozzle

15. Spuit Suntik

Untuk memasukkan minyak jarak cair kedalam ketel, volume spuit suntik adalah 20 ml.



Gambar 3.15 Spuit Suntik
Sumber: Dokumen Pribadi

16. Thermometer

Alat untuk mengukur suhu api hasil pembakaran dengan spesifikasi:

- Merk : Krisbow KW06-277
- Range temperature : $-20^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$ or $-4^{\circ}\text{F} - 1832^{\circ}\text{F}$



Gambar 3.16 Thermometer
Sumber: Dokumen Pribadi

17. Thermostat

Alat ini digunakan untuk menjaga temperatur pemanasan minyak jarak pada *burner* sebesar 150°C



Gambar 3.17 Thermostat
Sumber: Dokumen Pribadi

18. Selang

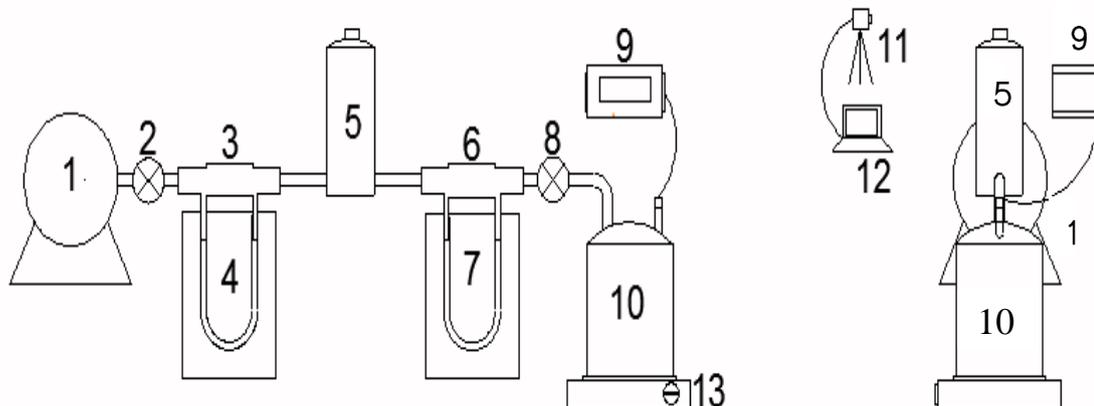
Alat ini digunakan sebagai penghubung antara kompresor dan ketel menuju ke *burner* agar uap minyak jarak dan udara bisa bertemu.



Gambar 3.18 Selang
Sumber: Dokumen Pribadi

3.5 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada skema di bawah ini :



Gambar 3.19 Skema Instalasi Alat Penelitian

Keterangan :

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. Kompresor | 8. Katup Bahan Bakar |
| 2. Katup Udara | 9. Display Sensor Suhu |
| 3. Orifice Udara | 10. Ketel |
| 4. Manometer Udara | 11. Kamera |
| 5. Burner | 12. Komputer |
| 6. Orifice Bahan Bakar | 13. Kompor Listrik |
| 7. Manometer Bahan Bakar | |

3.6 Metode Pengambilan Data

Sebelum melakukan pengambilan data, kita perlu menghitung terlebih dahulu beda ketinggian permukaan air pada manometer bahan bakar dan manometer udara untuk memudahkan dalam memperoleh AFR yang ditentukan. Massa aliran bahan bakar dijaga konstan dengan melihat beda ketinggian air pada manometer bahan bakar, diatur dengan bukaan katup bahan bakar. Begitu juga dengan massa alir udara dapat diatur pada manometer udara. Rumus perhitungan AFR ditunjukkan pada persamaan (3 – 1)

$$(AFR) = \left(\frac{m_{udara}}{m_{bahan\ bakar}} \right) = \left(\frac{\rho_{udara} \cdot Q_{udara}}{\rho_{bahan\ bakar} \cdot Q_{bahan\ bakar}} \right) \quad (3 - 1)$$

Dari kalibrasi diketahui bahwa dengan beda ketinggian air pada manometer udara menunjukkan 2 cm, maka didapat Q_{udara} sebesar $19,4926 \text{ ml/dt}$. Untuk debit bahan bakar

dijaga konstan sebesar $13,1727 \text{ ml/dt}$. Sehingga AFR pada beda ketinggian air manometer udara 2 cm dapat dilihat pada persamaan (3 – 2).

$$(AFR) = \left(\frac{\rho_{udara} \cdot Q_{udara}}{\rho_{bahan bakar} \cdot Q_{bahan bakar}} \right) = \left(\frac{0,0016 \text{ gr/ml} \cdot 19,4926 \text{ ml/dt}}{0,0012 \text{ gr/ml} \cdot 13,1727 \text{ ml/dt}} \right) = \frac{1,4354}{1} \quad (3-2)$$

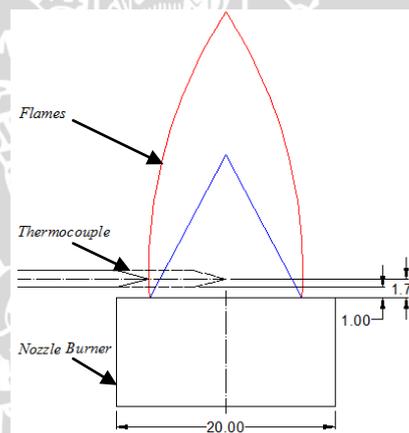
Perhitungan AFR untuk beda ketinggian air pada manometer udara sebesar 2, 4, 6, 8, 10 dan seterusnya juga didapat dari contoh perhitungan AFR pada persamaan (3–2)

Setelah perhitungan AFR siap, langkah berikutnya adalah menjaga temperatur ruangan agar 27°C . caranya dengan memberikan ventilasi udara yang cukup sehingga temperatur ruangan saat penelitian berlangsung terjaga pada 27°C . besarnya temperatur ini ditunjukkan pada *thermometer* yang ada di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang tempat dimana penelitian berlangsung.

Untuk urutan pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Menyusun dan mempersiapkan semua peralatan sesuai dengan instalasi penelitian yang dilakukan
 - a. Menyambung semua instalasi peralatan dan memastikan bahwa semua sambungan telah terpasang dengan kuat.
 - b. Menyetel bukaan pada kompresor agar udara bertekanan yang masuk instalasi penelitian nantinya sesuai dengan kebutuhan dan tidak sampai merusak instalasi penelitian.
 - c. Katub udara diposisikan terbuka sedikit dan katub bahan bakar posisi awal adalah tertutup penuh.
 - d. Mengatur posisi dan fokus kamera agar tepat saat pengambilan data.
 - e. Atur temperatur pada *thermostat* sebesar 160°C
2. Pemasukan minyak jarak ke dalam ketel, langkah – langkahnya sebagai berikut:
 - a. Ambil minyak jarak dari tempatnya dengan suntikan sebanyak 20 ml kemudian masukkan ke dalam ketel melalui lubang saluran masuk pada ketel.
 - b. Lakukan langkah tersebut sebanyak 3 kali sehingga volume minyak jarak pada ketel sebanyak 60 ml.
 - c. Tutup lubang saluran masuk ketel dengan penutup yang telah disiapkan.
3. Setelah semua instalasi siap dan minyak jarak telah dimasukkan ke dalam ketel, cek kembali apakah instalasi telah terpasang dengan benar dan aman.
4. Nyalakan kamera dan atur fokusnya.

5. Tancapkan kabel pada stop kontak sehingga kompor listrik dan sensor panas menyala.
6. Tunggu beberapa menit hingga uap minyak jarak telah benar – benar terbentuk, kemudian atur bukaan katup bahan bakar sampai didapatkan beda ketinggian air pada manometer bahan bakar sesuai dengan yang ditetapkan dan jaga posisinya agar tidak berubah – ubah selama proses pengambilan data berlangsung.
7. Percikkan api dengan korek pada ujung *nozzle* hingga terbentuk nyala api.
8. Nyalakan kompresor dan buka katub udara perlahan hingga didapatkan beda ketinggian air pada manometer udara sesuai dengan yang telah ditetapkan dari perhitungan AFR.
9. Foto nyala api dengan menggunakan kamera.
10. Catat temperatur di tepi dan tengah burner. Pengukuran temperatur ditunjukkan pada gambar 3.20.



Gambar 3.20 Skema Pengukuran Temperatur Api

11. Ulangi langkah 9 dan 10 sebanyak 3 kali.
12. Lakukan langkah 11 untuk variasi AFR dengan membuka katub udara sampai api padam.

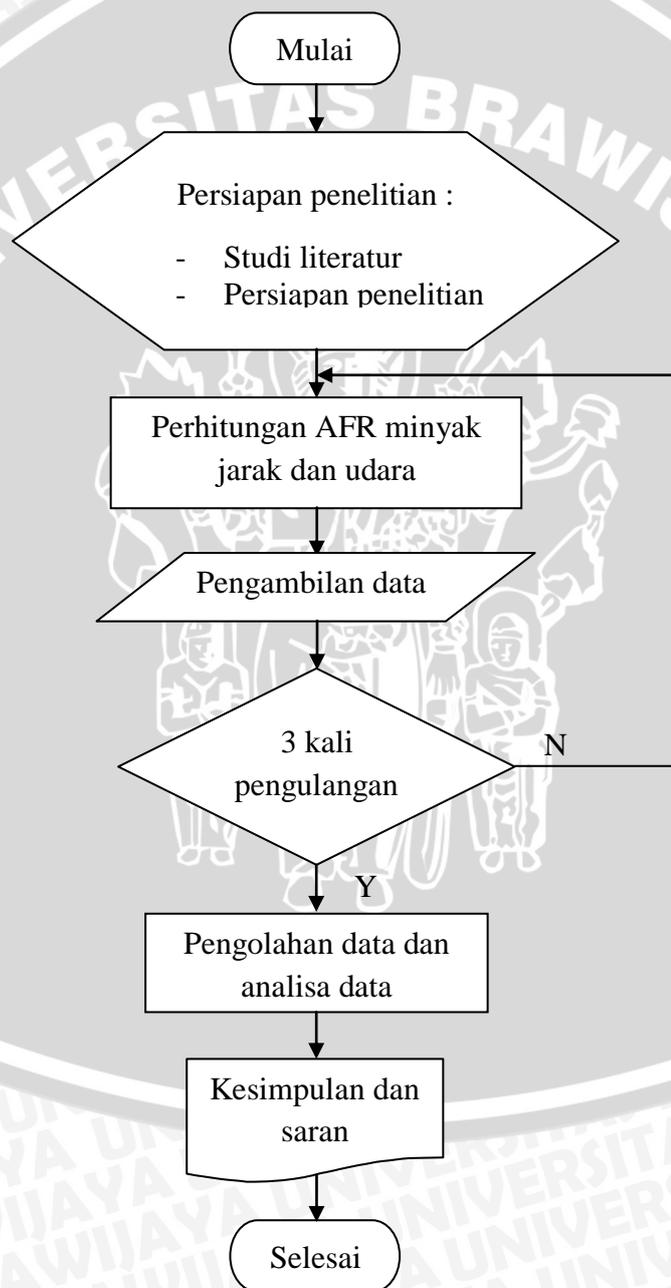
3.7 Metode Pengolahan Data

Hasil rekaman proses pembakaran *premixed* uap minyak jarak dan udara berupa foto. Foto - foto tersebut lalu diolah dengan menggunakan *software Adobe Photoshop* sehingga didapatkan gambar apinya saja. Gambar hasil dari *Adobe Photoshop* tersebut, kemudian disusun berjajar sehingga akan tampak pergerakan api dimana saat mulai terbentuk hingga padam.

Untuk perhitungan kecepatan api, gambar api yang telah dihasilkan kemudian dimasukkan kedalam *software Autocad 2009* Sehingga dapat diketahui sudut antara kecepatan reaktan dan kecepatan api. Kemudian dengan menggunakan *software Excel* akan diperoleh tabel kecepatan pembakaran yang kemudian dibuat grafik hubungan-hubungan yang dicari.

3.8 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.21 berikut:



Gambar 3.21 Diagram Alir Penelitian