

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*) dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris yang secara langsung digunakan ke obyek yang akan diteliti. Obyek tersebut akan diambil datanya pada tahapan-tahapan tertentu yang akan menghasilkan beberapa data yang bisa dibandingkan dan akan menunjukkan suatu pola perbandingan tertentu yang bisa dikaitkan. Hasil dari kumpulan data tersebut disajikan baik dalam bentuk grafik maupun uraian. Dengan cara ini akan diuji pengaruh jenis *burner* terhadap kecepatan api laminar.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh jenis *burner* terhadap kecepatan api laminar ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga macam yaitu:

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang ditentukan nilainya sebelum melakukan penelitian. Besar variabel bebas ini diubah-ubah agar didapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah:

- *Equivalence ratio* antara campuran air dan gas LPG sebesar, 0.66, 0.72, 0.8, 0.9, 1.03, 1.2, 1.45
- Debit udara

2. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang dijaga konstan dan terkontrol pada saat penelitian dilakukan, tetapi juga mempengaruhi variabel terikat.

- Pada penelitian kali ini variabel terkontrolnya berupa besar debit bahan bakar yang masuk kedalam *burner*

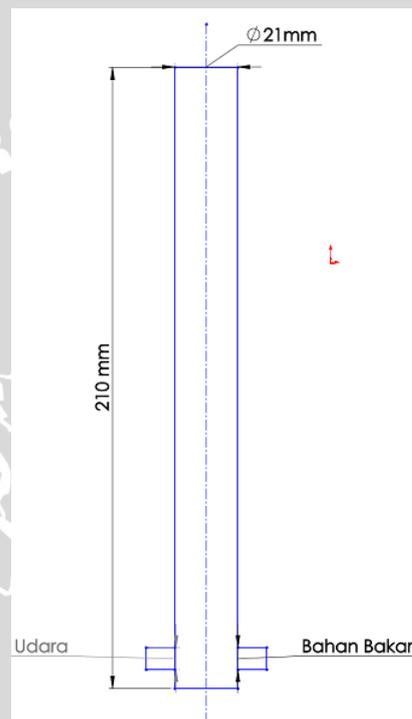
3. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung pada nilai dari variabel bebasnya. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah kecepatan api laminar, temperatur api *premixed*, dan tinggi api.

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bunsen burner

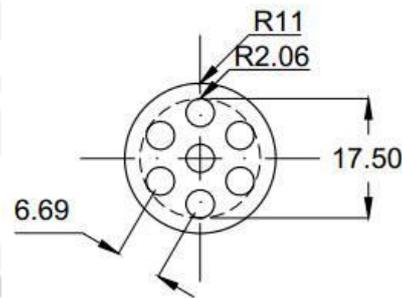


Gambar 3.1 Skema *Bunsen Burner*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Bunsen burner dibuat dari material galvanis dengan diameter dalam 21 mm dan panjang 210 mm, dimana sebuah *bunsen burner* panjangnya harus sepuluh kali diameter untuk pembakaran gas manufaktur dalam hal ini LPG. Material galvanis memiliki nilai *thermal conductivity* sebesar 18 W/mK dan *thermal diffusivity* sebesar $15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Untuk skema *bunsen burner* dan arah aliran pembakaran bisa dilihat pada skema gambar 3.1

2. Perforated Plate



Gambar 3.2 Perforated plate 7 lubang

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Sebagai pembanding digunakan *perforated plate* dengan 7 lubang, dengan luas area pembakaran sebesar 17.50 mm, serta jarak antar lubang 6.69 mm, dengan jari jari tiap lubang sebesar 2.06 mm. *Perforated plate* tersebut terbuat dari bahan galvanis, bahan yang sama dari *burner*.

3. Kompresor

Digunakan untuk memberikan *supply* udara yang dibutuhkan untuk pembakaran. Dimana udara (*oksidator*) tersebut sebelumnya dimampatkan sehingga menghasilkan udara bertekanan, kemudian dialirkan menuju saluran *burner* untuk dicampur dengan bahan bakar, sehingga pada terjadi pembakaran bahan bakar sudah tercampur lebih dulu.

Spesifikasi Kompresor yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Kompresor WIPRO

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Mesin Univeristas Brawijaya

- Power : 0.5 Hp
- Voltage : 220 V/50 Hz
- Flow : 145 Ltr/min
- Tank Capacity : 25 ltr
- RPM : 2.850 rpm
- Max Pressure : 8 bar

4. Thermocouple, data logger

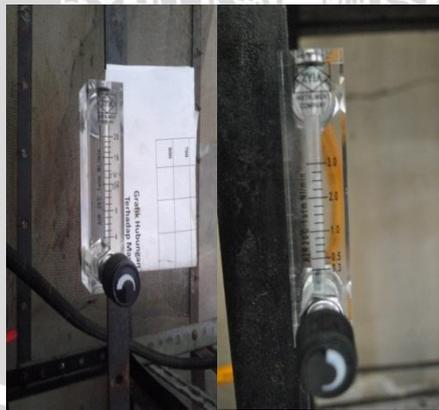
Digunakan untuk mengukur temperatur Api *premixed*.

5. Kamera dan Tripod

Kamera digunakan untuk menangkap gambar api yang terbentuk dari pembakaran untuk dapat diamati sudut yang terbentuk dari api tersebut. Dimana pengambilan data visual di bantu dengan tripod, dengan data spesifikasi sebagai berikut :

- Merk : Sony Nex Alpha 5R
- Lensa : Sony 55-210 mm F 4.5 – 6.3
- Iso Range : Auto, 100 – 51200
- Frame Rate : 30 Frame/sec (progresive)

6. Flow meter



Gambar 3.4 *Flow Meter* Udara (kiri) dan *Flow Meter* Bahan Bakar (kanan)

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Mesin Univeristas Brawijaya

Digunakan untuk mengukur kapasitas udara dan LPG. Dimana pada proses instalasinya dipasang masing masing di antara katup udara dan sisi masuk udara, serta di antara katup bahan bakar dan sisi masuk bahan bakar, dengan perantara selang. *Flow*

meter udara dengan maksimum skala pengukuran 20 L/ min dengan skala 0.5, dan *flow meter* bahan bakar dengan skala maksimum pengukuran sebesar 3 L/ min, dengan skala 0.1.

7. Bahan bakar + Tabung Bahan bakar

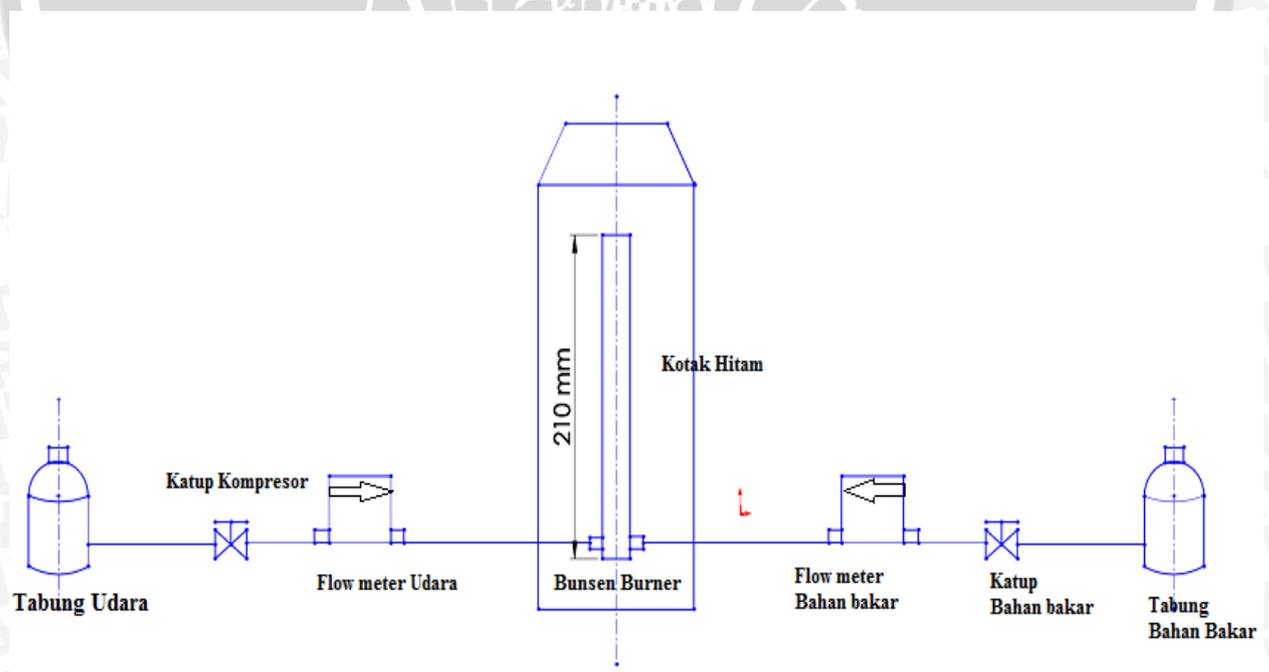
LPG (*Liquified Petrloeam Gas*), sebagai bahan bakar yang digunakan untuk penelitian. Dengan kandungan LPG 50% propana dan 50% butana. Dengan kapasitas 3 kg (7,3 Liter), dan tekanan sebesar 18,6 kg/cm².

8. Laptop

Digunakan sebagai media penyimpanan data baik data visual maupun numerik hasil penelitian, serta digunakan untuk melakukan analisa pembahasan data hasil pengujian. Pada laptop di gunakan aplikasi Image J untuk mengetahui besar sudut api yang akan di teliti.

3.5 Skema Instalasi Penelitian

Skema instalasi peralatan pengujian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.8 sebagai berikut:



Gambar 3.5 Skema instalasi peralatan pengujian
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Pada pengujian *perforated plate*, skema instalasi tetap sama, hanya ditambahkan peletakan lempeng di atas *bunsen burner*. Pada instalasi kamera diposisikan di depan *burner* dengan jarak 40 cm, dengan posisi lensa sejajar dengan nyala api. Hal ini bertujuan agar gambar visual yang dihasilkan tidak mengalami perubahan jarak dan dimensi ketika dibandingkan nantinya.

3.6 Metode Pengambilan Data

Langkah – langkah yang dilakukan untuk pengambilan data visual berupa nyala api laminar adalah sebagai berikut

1. Pemasangan instalasi Penelitian.
2. Penyalaan kompresor hingga tekanan mencapai 8 bar.
3. Pembukaan katup bahan bakar dan katup udara.
4. Pada *flow meter* atur debit bahan bakar dan udara. Aliran debit di atur sesuai dengan kondisi stoikiometri dengan rasio ekuivalen yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian gunakan pemantik untuk memulai proses pembakaran.
5. Dengan rasio ekuivalen yang telah ditentukan tunggu hingga nyala api stabil dan catat debit udara dan bahan bakar yang tertera pada *flow meter*.
6. Lakukan pengambilan data visual setelah bentuk nyala api laminar untuk rasio ekuivalen pertama terbentuk. Tiap rasio ekuivalen didapatkan minimal 3 data gambar nyala api laminar.
7. Ukur temperatur Api *premixed*, posisikan *thermocouple* berada di ujung nyala api *premixed*, dimana bagian tersebut merupakan bagian terpanas dari api, kemudian catat nilai temperatur pada ekuivalen rasio tersebut.
8. Tutup katup udara dan bahan bakar.
9. Ulangi langkah 2 – 7 untuk rasio ekuivalen selanjutnya.

3.7 Rencana Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan data dilakukan untuk mengetahui kecepatan nyala api laminar (S_L) dengan cara pengambilan data visual berupa gambar foto nyala api laminar pada tiap rasio ekuivalen. Serta untuk mendapatkan grafik hubungan tinggi api dengan Kecepatan Api laminar.

Berikut susunan tahapan pengolahan data visual :

1. Data visual di ambil sebanyak 3 kali tiap ekuivalen rasio pada setiap *burner*, hal ini bertujuan agar meminimalisir kesalahan pada pengambilan data.

2. Setelah pengambilan data visual selesai dilakukan penyimpanan data pada komputer yang kemudian diurutkan berdasar ekuivalen rasio dan jenis *burnernya*
3. Gambar di potong dengan ukuran 23mm dimana angka 23 menunjukkan nilai diameter aktual dari burner. Tinggi disesuaikan dengan tinggi dari masing masing api yang dihasilkan.
4. Pengambilan garis tengah (jari – jari) dari *burner* lalu kemudian di tarik garis tegak lurus ke atas, proses pengolahan data dilakukan dengan *software Solid work 2013* dengan bantuan *Freeware IMAGE-J* untuk memperjelas bidang nyala api.
5. Kemudian diambil garis sudut sehingga didapat nilai sudut api (α) yang kemudian nantinya digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan api laminar.
6. Pengolahan data dilanjutkan pada pengambilan nilai tinggi api, dengan cara menarik garis lurus dari permukaan mulut burner hingga bagian ujung api difusi.
7. Gambar visual yang telah diolah dengan ukuran dimensi tersebut kemudian disusun sejajar dari nilai ekuivalen rasio terendah hingga tertinggi, sehingga didapat bentuk tahapan ketika api mulai menyala hingga padam, dari masing masing *burner*.
8. Besarnya nilai dari masing masing parameter dimasukkan pada tabel 3.1.

Dari tahapan diatas akan didapat bentuk sudut api laminar yang kemudian digunakan untuk mencari kecepatan api laminar. Sehingga nilai S_L didapatkan. Setelah nilai S_L didapatkan dilakukan pembentukan grafik.

Tabel 3.1 Tabel Kecepatan Api laminar per ekuivalen rasio

| Jenis Burner | Parameter | $\phi=1.45$ | $\phi=1.2$ | $\phi=1.03$ | $\phi=0.9$ | $\phi=0.8$ | $\phi=0.72$ |
|------------------|-----------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| Bunsen Burner | T | | | | | | |
| | SL | | | | | | |
| Perforated Plate | T | | | | | | |
| | SL | | | | | | |

Dari data visual didapatkan nilai tinggi api sehingga bisa dicari hubungan antara tinggi api dengan kecepatan api laminar dari masing masing jenis *burner* per ekuivalen rasio. Sehingga grafik hubungan antara Kecepatan nyala api laminar (S_L) dengan temperatur dapat digambarkan pada diagram berikut. Dari grafik juga dapat disajikan pada ekuivalen rasio brapa terjadi *lift off* dan *blow off* pada masing masing jenis *burner*.

3.8 Diagram Alir Penelitian

