

PERANAN VARIASI TEKANAN PEMBAKARAN DIFUSI TERHADAP KARAKTERISTIK SPRAY DENGAN BAHAN BAKAR MINYAK KAPUK

Muhammad Firman Pratama Hokil

Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia
e-mail : m-firman-pratama@student.umaha.ac.id

ABSTRAK

Di karenakan tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap bahan bakar fosil yang tidak dapat di perbarui banyak ilmuan sedang gencar mencari tenaga alternatif yang dapat di perbaharui yaitu minyak nabati, salah satunya ialah minyak biji kapuk yang pemanfaatan bijinya kurang baik, penelitian ini bertujuan sebagai alat alternatif untuk pengganti bahan bakar fosil dalam penelitian ini menggunakan metode pengujian pembakaran *spray* yang berdiameter *nozzle* 0,2mm bertipe cone dengan cara memvariasikan tekanan 50 bar, 75 bar, dan 100 bar pada minyak biji kapuk uji coba di lakukan berulang kali agar mendapatkan hasil maksimal pengujian sudut pancaran *droplet* diketahui jika di berikan peningkatan pada tekanan diameter sudut pancaran *droplet* semakin lebar begitu sebaliknya jika terjadi penurunan tekanannya sudut akan semakin kecil, pada *spray* nyala api saat pengujian peningkatan tekanan yang di berikan pada *nozzle* 0,2 mm menimbulkan panjang nyala api makin panjang dan terjadi *flashback* pada jarak 500 mm di karenakan peningkatan tekanan *droplet* yang di timbulkan semakin kecil begitupun sebaliknya.

Kata kunci: diameter droplet, minyak biji kapuk, nyala api, sudut *spray*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring kemajuan jaman saat ini banyaknya konsumsi BBM yang mengakibatkan pemanasan global dan langkanya bahan bakar fosil banyak ilmuan yang berbondong – bondong untuk mencari bahan bakar alternatif yaitu bahan bakar nabati (BBN).

Berbagai macam bahan baku untuk membuat bahan bakar minyak nabati atau bahan bakar alternatif contoh tebu, kelapa, jarak pagar, kedelai, biji kapok, kelapa sawit, bunga matahari, dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Salah satu bahan potensial di karenakan masih

Banyak yg kurang memanfaatkannya dengan maksimal yaitu biji kapuk. Agar dapat menurunkan nilai SFC dan memperoleh hasil pembakaran yang sempurna supaya dapat menurunkan nilai SFC, diperlukan suatu treatment pada bahan bakar tersebut. Treatment yang baik untuk di lakukan terhadap minyak pada saat pembakaran yaitu dengan memanaskan minyak sampai suhu temperatur tertentu yang akan menyebabkan turunnya densitas dan viskositas pada bahan bakar tersebut sebelum dialirkan ke dalam pompa tekanan tinggi, sehingga jika pada saat diinjeksikan keruang bakar akan berbentuk butiran-butiran kabut bahan bakar yang lebih halus yang akan menyebabkan proses pencampuran bahan bakar dan udara menjadi lebih homogen.

Rumusan Masalah

Menurut penelitian yang sudah di uraikan, berikut ini rumusan masalah yang bisa diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi tekanan pada *nozzle* terhadap sudut *spray*.
2. Bagaimana pengaruh variasi tekanan pada *nozzle* terhadap diameter *droplet*.
3. Bagaimana pengaruh variasi tekanan pada *nozzle* terhadap jarak semburan.
4. Bagaimana pengaruh variasi tekanan pada *nozzle* terhadap bentuk nyala api.

Batasan Masalah

Untuk menjelaskan ruang lingkup masalah dan untuk mencapai tujuan, perlu di berikan batasan – batasan masalah, dimana batasan masalah ini di perlukan parameter untuk di jadikan acuan dalam pembahasan penulisan. Berikut parameter – parameter tersebut:

1. Variasi tekanan 50, 70, 100 bar.
2. Menggunakan diameter lubang *nozzle* 0,2mm.
3. Panjang api diukur dari ujung yang paling dekat dengan *nozzle*.
4. Tekanan di dalam tabung bahan bakar 15 bar.
5. Tekanan di luar dianggap 1 atm.
6. Temperatur minyak kapuk diabaikan.
7. Kajian terhadap aspek ekonomi, keselamatan tidak dilakuka

Tujuan

Berdasarkan batasan masalah yang telah di tentukan, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui pengaruh variasi tekanan pada *nozzel* terhadap sudut spray.
2. Mengetahui nilai pengaruh variasi tekanan pada *nozzel* terhadap diameter *droplet*.
3. Mengetahui pengaruh variasi tekanan pada *nozzel* terhadap jarak semburan.
4. Mengetahui pengaruh variasi tekanan pada *nozzel* terhadap bentuk dan karakteristik nyala api.

Manfaat

Adapun manfaat yang di dapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi ilmu pengetahuan
Memberikan informasi terhadap energi baru khususnya minyak nabati sebagai pengalihan dari bahan bakar fosil ke minyak nabati.
2. Bagi lembaga akademik
Khususnya bagi universitas maarif hasyimlatif sebagai lembaga pendidikan formal yang dapat membantu memperkenalkan terhadap masyarakat.
3. Supaya dapat di jadikan informasi & dapat di kembangkan lagi bagi mahasiswa dalam penyusunan tugas akhir.
4. Bagi penulis
Mengaplikasikan ilmu yang telah di peroleh selama kuliah yang berbentuk karya nyata dan penelitian yang di harapkan berguna untuk masyarakat.

METODE PENELITIAN

2.1 Flow chart

Dalam proses dalam penelitian ini di butuhkan sistematika penyelesaian yang baik untuk mempermudah pengerjaan perencanaan. Penelitian tersebut di lihat pada uraian flowchart di bawa ini :

Berikut penelitian ini akan menggunakan metode experimental pada bahan yang akan di gunakan penelitian adalah minyak biji kapuk dengan alat simulasi seperti pembakaran pada mesin diesel. Alat yang akan digunakan adalah pompa bertekanan 150 bar di sambung ke selang menuju *pressure* lalu ke diameter lubang *nozzle* ditaruh pada dudukan meja instalasi berikut adallah gambar instalasi tersebut.

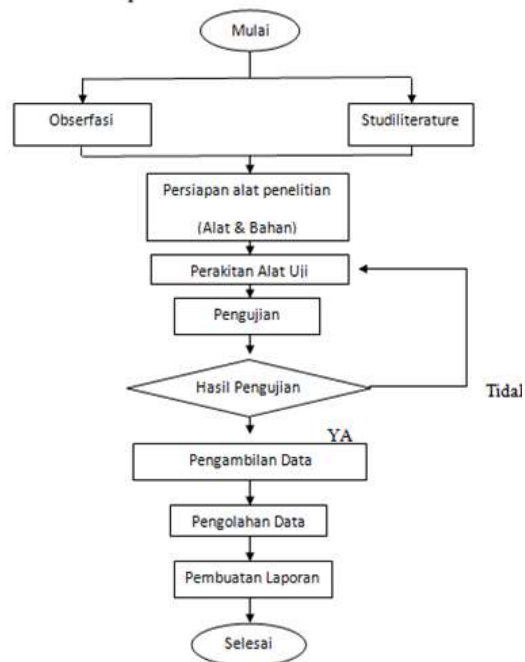
2.2 Bahan

Bahan – bahan yang di perlukan dalam melakukan penelitian ini yaitu minyak biji kapuk murni.

2.3 Metode

Siapkan minyak biji kapuk untuk di taru ke ember, siapkan *nozzle* berdiameter lubang 0,2 mm, lalu mesin *jet cleaner* bertekanan tinggi 150 bar setel setel tekanan yang di perlukan untuk bahan penelitian yaitu

50 bar, 70 bar,100 bar setelah itu di lakukan pengambilan vidio untuk dapat di ambil gambar agar bisa mengetahui sudut spray pada *nozzle*, panjang semburan api dan *flashback* yang terjadi.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Perhitungan Kecepatan injeksi bahan bakar

Kecepatan semburan bahan bakar dapat diperkirakan secara teoritis menggunakan rumus persamaan sebagai berikut (Liguang, 2007).

$$V_{inj1} = C_d \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p_i}{\rho l}} \tag{1}$$

Dimana :

$C_d = 0,70$ (asumsi)

$\rho_L = 974 \text{ Kg/m}^2$

$\Delta p_{inj1} = 50 \text{ Bar} = 5.000.000 \text{ kg/ms}^2$
 $= 5 \cdot 10^6 \text{ kg/ms}^2$

$\Delta p_{inj2} = 75 \text{ Bar} = 7.500.000 \text{ kg/ms}^2$
 $= 75 \cdot 10^5 \text{ kg/ms}^2$

$\Delta p_{inj3} = 100 \text{ Bar} = 10.000.000 \text{ kg/ms}^2$
 $= 10 \cdot 10^6 \text{ kg/ms}^2$

maka hasil dari perhitungan kecepatan bahan bakar minyak kapuk murni adalah :

$$v_{i1} = C_d \sqrt{\frac{2 \Delta p_i}{\rho_l}}$$

$$= 0,70 \sqrt{\frac{2 \times 5 \times 10^6 \text{ kg/ms}^2}{974 \text{ kg/m}^3}} = 709,24 \text{ m/s}$$

$$v_{i2} = C_d \sqrt{\frac{2 \Delta p_i}{\rho_l}}$$

$$= 0,70 \sqrt{\frac{2 \times 75 \times 10^5 \text{ kg/ms}^2}{974 \text{ kg/m}^3}} = 86,863 \text{ m/s}$$

$$v_{i3} = C_d \sqrt{\frac{2 \Delta p_i}{\rho_l}}$$

$$= 0,70 \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 10^6 \text{ kg/ms}^2}{974 \text{ kg/m}^3}} = 100,303 \text{ m/s}$$

Menurut perhitungan secara teoritis kecepatan semprotan terhadap masing - masing variasi tekanan terhadap *nozzle* 0,2 mm yaitu (709,24 m/s;86,863 m/s; 100,303m/s) dengan menggunakan diameter *nozzle* yang sama.

3.2 Data Perhitungan Debit Bahan Bakar

Karna masing - masing kecepatan semprotan bahan bakar pada tekanan yang berbeda - beda di ketahui secara teoritis maka cara untuk mengetahui hasil debit bahan bakar dapat di tentukan menggunakan rumus persamaan berikut :

$$Q = A.V \quad (2)$$

Dimana :

$$A = \frac{\pi}{4} . d^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} . (0,2)^2$$

$$A = 0,031 \text{ m}^2$$

Hasil kecepatan semprotan yang di ketahui yakni

$$V_{inj} \quad 1 = 70,924 \text{ m/s}$$

$$V_{inj} \quad 2 = 86,863 \text{ m/s}$$

$$V_{inj} \quad 3 = 100,303 \text{ m/s}$$

Sehingga nilai dari debit bahan bakar pada nozzel 0,2 mm

$$Q1 = A.v$$

$$= 0,00000031 \text{ m}^2 . 70,924 \text{ m/s}$$

$$= 2,1986 . 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q2 = A.v$$

$$= 0,00000031 \text{ m}^2 . 86,863 \text{ m/s}$$

$$= 2,6928 . 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q3 = A.v$$

$$= 0,00000031 \text{ m}^2 . 100,303 \text{ m/s}$$

$$= 3,1094 . 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Dalam penelitian ini tekanan yang divariasikan terhadap *nozzle* berdiameter tetap. Menurut perhitungan secara teoritis akan terjadi peningkatan debit bahan bakar pada saat tekanan terhadap *nozzle* diperbesar

3.3 Hitungan Diameter Droplet

Untuk mendapatkan hasil dari butiran droplet yang terbentuk hasil dari atomisasi bahan bakar dapat diperkirakan menggunakan persamaan *Sauter Mean Diameter* atau D_{32} berikut :

$$D_{32} = 4.12 d_n Re^{0,12} We^{-0,75} \left\{ \frac{\mu_f}{\mu_a} \right\}^{0,54} \left\{ \frac{\rho_f}{\rho_a} \right\}^{0,18} \quad (3)$$

Agar persamaan diatas bisa ditentukan nilainya maka harus ditentukan terlebih dahulu nilai *Reynolds number* (Re) spray dan *Weber number* (We) droplet. Dimana nilai *Reynolds number* dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$Re_{spray} = \frac{v_f d_n}{\nu_f} = \frac{70,924 \text{ m/s} \times 0,2 \text{ mm}}{45.55 \text{ mm}^2/\text{s}}$$

$$= 311,411$$

$$Re_{spray} = \frac{v_f d_n}{\nu_f} = \frac{86,863 \text{ m/s} \times 0,2 \text{ mm}}{45.55 \text{ mm}^2/\text{s}}$$

$$= 381,396$$

$$Re_{spray} = \frac{v_f d_n}{\nu_f} = \frac{100,303 \text{ m/s} \times 0,2 \text{ mm}}{45.55 \text{ mm}^2/\text{s}}$$

$$= 440,40$$

Sedangkan nilai *Weber number* dapat ditentukan menggunakan rumus persamaan :

$$We_{drop} = \frac{\rho_f v_i^2 d_n}{\sigma_l}$$

$$= \frac{974 \text{ kg/m}^3 (70,924 \text{ m/s})^2 0,2 \text{ mm}}{34 \text{ N/m}}$$

$$= 28820$$

$$We_{drop} = \frac{\rho_f v_i^2 d_n}{\sigma_l}$$

$$= \frac{974 \text{ kg/m}^3 (86,863 \text{ m/s})^2 0,2 \text{ mm}}{34 \text{ N/m}}$$

$$= 43220$$

$$We_{drop} = \frac{\rho_f v_i^2 d_n}{\sigma_l}$$

$$= \frac{974 \text{ kg/m}^3 (100,303 \text{ m/s})^2 0,2 \text{ mm}}{34 \text{ N/m}} = 57640$$

Dimana:

$$\sigma_f (\text{tegangan permukaan}) = 34 \text{ N/m}$$

- ρ_f (berat jenis) = 947 kg/m³
- ρ_a (row udara) = 1,2 kg/m³
- ν_f (viskositas) = 45,55 mm²/s
- v_f (kecepatan inject) = 65,85 m/s
- d_n (diameter nozzle) = 0,2 mm
- μ_f (viskositas bahan bakar) = 28 Ns/m²
- μ_a (viskositas udara) = 0,89 Ns/m²

Karena nilai *Reynolds number* dan *weber number* sudah diketahui maka untuk mencari dimensi droplet adalah :

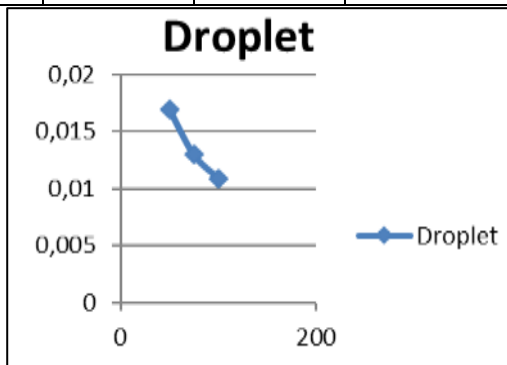
$$D_{32} = 4,12 \times 0,2\text{mm} (311,411)^{0,12} (28820)^{-0,75} \{ (34 \text{ Ns} / \text{m}^2) / (0,89 \text{ Ns} / \text{m}^2) \}^{0,54} \{ (974 \text{ kg} / \text{m}^3) / (1,2 \text{ kg} / \text{m}^3) \}^{0,18} = 0,017 \text{ mm}$$

$$D_{32} = 4,12 \times 0,2\text{mm} (381,396)^{0,12} (43220)^{-0,75} \{ (34 \text{ Ns} / \text{m}^2) / (0,89 \text{ Ns} / \text{m}^2) \}^{0,54} \{ (974 \text{ kg} / \text{m}^3) / (1,2 \text{ kg} / \text{m}^3) \}^{0,18} = 0,013 \text{ mm}$$

$$D_{32} = 4,12 \times 0,2\text{mm} (440,4)^{0,12} (57640)^{-0,75} \{ (34 \text{ Ns} / \text{m}^2) / (0,89 \text{ Ns} / \text{m}^2) \}^{0,54} \{ (974 \text{ kg} / \text{m}^3) / (1,2 \text{ kg} / \text{m}^3) \}^{0,18} = 0,0109 \text{ mm}$$

Tabel 1. Hasil dari perhitungan droplet

No	Tekanan (bar)	Nozzle (mm)	Diameter Droplet (mm)
1	50	0,2	0,017
2	75	0,2	0,013
3	100	0,2	0,0109



Gambar 1. Grafik diameter droplet

Semakin tinggi variasi tekanan yang di berikan, semakin kecil juga bentuk droplet yang di dihasilkan seperti yang ada pada gambar grafik di atas tekanan 50 bar cenderung lebih besar dropletnya di bandingkan dengan tekanan 100 bar.

3.4 Hubungan Variasi tekanan terhadap sudut spray

3.4.1 penjelasan secara teoritis

Hasil perhitungan dari variasi tekanan 50 bar, 75 bar, dan 100 bar menggunakan diameter nozzle 0,2 mm, minyak yang di gunakan untuk perhitungan minyak biji kapuk. Berikut perhitungan spray ialah :

$$\theta_1 = 0,05 \left(\frac{\Delta p_i \cdot d^2}{\rho_l \cdot \mu v} \right)^{1/4} \quad (4)$$

Dimana

$$\Delta p_i = 50 \text{ bar} = 5 \times 10^6 \text{ kg/ms}^2$$

$$d^2 = 0,2 \text{ mm}$$

$$\rho_l (\text{densitas}) = 974 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu v (\text{viskositas}) = 45,55 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Jadi nilai sudut dari minyak biji kapuk yang di berikan tekanan 50 bar ialah:

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 0,05 \left(\frac{\Delta p_i \cdot d^2}{\rho_l \cdot \mu v} \right)^{1/4} \\ &= 0,05 \left(\frac{5.10^6 \text{ kg/ms}^2 \cdot (0,2 \text{ mm})^2}{974 \text{ kg/m}^3 \cdot (45,55 \text{ mm}^2/\text{s})^2} \right)^{1/4} \\ &= 0,05 \left(\frac{5.10^6 \text{ kg/ms}^2 \cdot (0,04 \text{ mm})^2}{974 \text{ kg/m}^3 \cdot (2074,8 \text{ mm}^2/\text{s})^2} \right)^{1/4} \\ &= 0,05 \left(\frac{5.10^6 \text{ kg/ms}^2 \cdot 4.10^{-8} \text{ m}^2}{974 \text{ kg/m}^3 \cdot 2074.10^{-12} \text{ m}^4/\text{s}^2} \right)^{1/4} \\ &= 0,05 \left(\frac{5.10^6 \cdot 4.10^{-8} \cdot 10^{12}}{974 \cdot 2074,8} \right)^{1/4} \\ &= 0,05 \left(\frac{20.10^{10}}{2020855,2} \right)^{1/4} \\ &= 0,05 (98968)^{1/4} \\ &= 0,05 \cdot 17,736 \\ \theta_1 &= 0,886 \end{aligned}$$

Jadi arc tan 0,886 = 41,54°

Hasil perhitungan pada diameter nozzle 0,2mm dengan tekanan 50 bar diketahui bahwa sudut spray sebesar 41,54°. Menurut perhitungan secara teoritis.

3.4.2 Penjelasan secara eksperimen

Berikut merupakan hasil pengujian secara eksperimen sudut spray dengan diameter lubang nozzle 0,2 mm dan variasi tekanan yang digunakan 50 bar, 75 bar, 100 bar.:



Gambar 2. Sudut tekanan 50 bar



Gambar 3. Sudut tekanan 75 bar

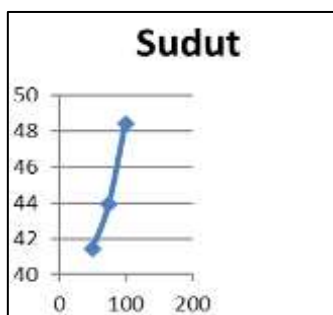


Gambar 4. Sudut tekanan 100 bar

Hasil dari sudut spray tekanan 50 bar, 70bar, dan 100 bar adalah (41,40^o; 43,90^o; 48,43^o) di ketahui dari gambar di atas setiap di berikan peningkatan pada tekanan sudut spray yang di dihasilkan semakin naik.

Tabel 2. Sudut *spray*

NO	Variasi tekanan	Sudut
1	50 bar	41,40 ^o
2	75 bar	43,90 ^o
3	100 bar	48,43 ^o



Gambar 5. Grafik sudut spray

Seperti yang terlihat grafik gambar 5. Terdapat peningkatan sudut spray di setiap kali di berikan peningkatan pada tekanan

3.5 Panjang nyala api

Berikut Hasil pengujian panjang nyala api lubang *nozzle* 0,2 mm minyak kapuk ketika diberikan variasi tekanan 50 bar, 75 bar, dan 100 bar:



Gambar 6. Panjang nyala api tekanan 50 bar



Gambar 7. Panjang nyala api tekanan 75 bar

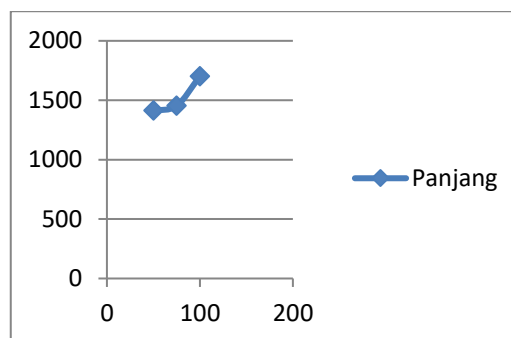


Gambar 8. Panjang nyala api tekanan 100 bar

Menurut hasil dari gambar di atas setiap peningkatan tekanan di berikan semakin panjang nyala api yang dapat di dihasilkan terlihat perbedaan saat panjang api tekanan 50 bar dan 100 bar ada selisih jarak seklitar 288,75 mm.

Tabel 3. Panjang nyala api

NO	Variasi Tekanan	Panjang nyala api
1	50 bar	1412,59 mm
2	75 bar	1452,99 mm
3	100 bar	1701,34 mm



Gambar 9. Grafik panjang nyala api

Peningkatan tekanan yang di berikan 50 bar, 75 bar dan 100 bar. Jika di dibandingkan dengan minyak biji kapuk murni yang di berikan variasi tekanan 50 bar dengan minyak biji kapuk murni yang di berikan variasi tekanan 100 bar, terjadi peningkatan panjang nyala api sebesar 288,75 mm, peningkatan jarak panjang api ini karnakan terjadinya penurunan tegangan minyak kapuk yang di sebabkan oleh peningkatan tekanan.

3.6 Hubungan variasi tekanan 50 bar, 75 bar, dan 100 bar *nozzle* 0,2mm terhadap *flashback* nyala api

3.6.1 *Flashback* 100 mm



Gambar 10. *Flashback* tekanan 50 bar pada jarak 100 mm dari ujung *nozzle*



Gambar 11. *Flashback* tekanan 75 bar pada jarak 100 mm dari ujung *nozzle*



Gambar 12. *Flashback* tekanan 100 bar pada jarak 100 mm dari ujung *nozzle*

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa tidak adanya terjadi *flashback* yang di hasilkan pada saat di berikan pemantik nyala api pada jarak 100 mm yang di tandai dengan adanya penggaris. Seperti pada gambar tekanan 50 bar dan 75 bar nyala api masih di belakang penggaris, pada tekanan 50 bar jarak di belakang penggaris masih 31,61 mm dan ketika di berikan peningkatan tekanan 75 bar nyala api masih ada di belakang penggaris tetapi jaraknya 26,47 mm, lebih dekat dengan penggaris di bandingkan dengan tekanan 50 bar. Sedangkan pada saat di berikan peningkatan tekanan 100 bar di mana nyala api menempel pada penggaris dan tidak ada *flashback* yang terjadi.

3.6.2 *Flashback* 500 mm



Gambar 13. *Flashback* tekanan 50 bar jarak 500 mm dari ujung *nozzle*



Gambar 14. *Flashback* tekanan 75 bar jarak 500 mm dari ujung *nozzle*



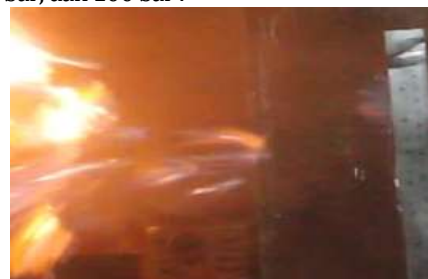
Gambar 15. *Flashback* tekanan 100 bar jarak 500 mm dari ujung *nozzle*

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa adanya *flashback* yang terjadi pada jarak pemantik 500 mm yang

telah di beri tanda dengan adanya penggaris seperti pada gambar di atas. pada variasi tekanan 50 bar nyala api 298,95 mm berada di depan penggaris, pada saat di berikan peningkatan variasi tekanan sebesar 75 bar terjadi peningkatan jarak terhadap nyala api 2,46 mm. Sedangkan setelah di berikan peningkatan variasi tekanan sebesar 75 bar nyala api yang terjadi lebih mendekat ke arah *nozzle* pada posisi 301,41 mm di depan penggaris. Pada jarak pemantik api yang terlihat pada gambar di atas yg berjarak 500 mm dari ujung *nozzle* terjadi *flashback* yang cukup panjang. Saat tekanan terhadap *nozzle* sebesar 50 bar terjadi *flashback* sepanjang 298,95 mm semakin di berikan peningkatan tekanan semakin nyala api mendekat ke *nozzle* ini di karnakan droplet yang telah terbentuk dengan sempurna di jarak 500 mm yang mengakibatkan terjadinya *flashback* yang cukup panjang

3.6.3 Nyala api *flashback* pada jarak 900 mm

Pada gambar di bawa ini menunjukkan hasil *flashback* jarak 900 mm yang di berikan variasi tekanan sebesar 50 bar, 75 bar, dan 100 bar :



Gambar 16. *Flashback* jarak 900 mm tekanan 50 di hitung dari ujung *nozzle*



Gambar 17. *Flashback* jarak 900 mm tekanan 75 di hitung dari ujung *nozzle*



Gambar 18. *Flashback* jarak 900 mm tekanan 100 di hitung dari ujung *nozzle*

Di tunjukkan pada gambar di atas bahwa tidak ada *flashback* yang terjadi di jarak 900 mm hanya saja ada perbedaan ledakan nyala api yang terjadi di setiap

tekanan makin tinggi tekanan yang di berikan makin tebal nyala api yang di hasilkan di akibatkan tekanan yang semakin besar.

PENUTUP

Hasil pengujian yang di dapatkan pada pengujian variasi tekanan pada *nozzle*

1. Tekanan berpengaruh pada besar sudut spray yang diperoleh jika di berikan tekanan rendah sudut spray akan semakin kecil sebaliknya jika di beri peningkatan pada tekanan sudut spray akan semakin tinggi.
2. Tekanan yang semakin besar akan membuat penurunan diameter *droplet*.
3. Tekanan sangat berpengaruh terhadap jarak semburan api makin di berikan peningkatan tekanan makin panjang jarak semburan nyala api.
4. Tekanan berpengaruh pada panjang flashback nyala api jika di berikan peningkatan pada tekanan nyala api maka nyala api akan semakin mendekat ke arah ujung *nozzle*

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Y. N. (2016). *ALIRAN TAK TUNAK FLUIDA NANO MAGNETOHIDRODINAMIK (MHD) YANG MELEWATI BOLA*.
- Afifah, Y. N., & Putra, B. C. (2018). Model Matematika Aliran Tak Tunak Pada Nano Fluid Melewati Bola Teriris Dengan Pengaruh Medan Magnet. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 2(2), 119-124.
- Afifah, Y. N. (2019). Analysis of Unsteady Magneto Hydro Dynamic (MHD) Nano Fluid Flow Past A Sliced Sphere Analysis of Unsteady Magneto Hydro Dynamic (MHD) Nano Fluid Flow Past A Sliced Sphere. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494, 012033. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012033>
- Fajar, A. S., & Hendrawati, T. Y. (2015). Proses Pengolahan Minyak Biji Kapuk (Ceiba Pentandra) Menjadi Methyl Ester Melalui Proses Esterifikasi Katalis Koh Dan Waktu Reaksi. *Teknik Kimia*, (November), 1-9.
- Hastono, A. D., Prasetyo, A., & Mahmud, N. R. A. (2012). Penentuan Nilai Kalor Berbagai Komposisi Campuran Bahan Bakar Minyak Nabati. *Alchemy*. <https://doi.org/10.18860/al.v0i0.1670>
- Gunawan, E. *et al.* (2019) 'Analysis of the Effect of Current Flow Variations in GTAW on SS 400 Plate Material Connected with SUS 304 Stainless Steel Plate Against Tensile Strength and Hardness with ER308L Electrodes', *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1). doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012277.
- Haryono & Marlani. (2014). Salah satu sumber energi hayati potensial di indonesia adalah minyak biji kapuk (ceiba pentadra). Minyak biji kapuk ini mengandung asam lemak tidak jenuh sekitar 63,27%, dengan kadar asam lemak bebas sekitar 8,6%.
- I Wayan Suma Wibawa, Kusuma, I. G. B. W., & Budiarsa, I. N. (2015). *Uji Variasi Tekanan Nosel Terhadap Karakteristik Semprotan Bahan Bakar Biodiesel*. 1(2), 35-44.
- Juniarta, I. K., Wirawan, I. K. G., & Ghurri, A. (2017). *Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Sudut Semburan Minyak Jelantah*. 6(2), 2-6.
- Kemajuan, L., Penelitian, H., & Program, U. (2015). *Pembentukan Spray Angle Minyak Nabati Pada Ujung Nosel*.
- Kustanto, M. N. (2017). Karakteristik Kecepatan Nyala dan Konsentrasi Ion pada Pembakaran Premixed Butana. *Jurnal Rotor*, 5(3), 28-31.
- Yunita Nur Afifah, MNH Qomarudin and Imamatul Ummah (2020) 'Optimal Control Model Pemanenan Prey-Predator di Area Konservasi Ikan', *Buana Matematika : Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, 10(1), pp. 1-16. doi: 10.36456/buanamatematika.v10i1.2410.

Halaman ini sengaja dikosongkan