

PENGARUH PENGGUNAAN CEROBONG PEMANAS *FUEL SPRAY* TERHADAP ATOMISASI MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN BAKAR DENGAN *ATOMIZER* BERBASIS *AIR-ASSIST*

Christopher Kenan Ho, Ainul Ghurri, I Made Parwata

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Atomisasi merupakan proses disintegrasi cairan menjadi droplet. Pada pembakaran atomisasi diperlukan untuk meningkatkan efisiensi. Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam pembakaran dengan metode fuel spray. Namun, minyak jelantah memiliki kontaminan dan viskositas yang tinggi sehingga membuatnya lebih sulit untuk teratomisasi dan terbakar. Air-assisted atomizer memanfaatkan udara bertekanan untuk menghasilkan spray dengan cairan yang dialirkan dengan kecepatan rendah. Cerobong pemanas digunakan sebagai perlakuan preheating untuk meningkatkan atomisasinya dengan cara memanaskan spray bahan bakar yang keluar dari atomizer. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan cerobong pemanas dan tanpa cerobong pemanas dengan minyak jelantah sebagai bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh dari penggunaan cerobong pemanas terhadap atomisasi bahan bakar. Penggunaan cerobong pemanas meningkatkan persentase atomisasi bahan bakar sebesar 11,7% yang awalnya sebesar 71,2% tanpa cerobong pemanas menjadi 82,9% dengan adanya cerobong pemanas.

Kata kunci: Atomisasi, Droplet, Fuel Spray, Atomizer, Air-Assisted Atomizer, Cerobong Pemanas, Preheating

Abstract

Atomization is a disintegration process of liquid into droplet. In combustion atomization is needed to increase the efficiency. Waste cooking oil can be used as fuel in combustion with fuel spray method. However, waste cooking oil have contaminants and high viscosity which make it harder to atomize and combust. Air-assisted atomizer utilise pressurized air to produce sprays with liquid supplied at low flow rate. A heating funnel is used as a preheating treatment to improves the atomization by heating up the fuel spray off the atomizer. In this research, the experiment is conducted with and without heating funnel with waste cooking oil as fuel. The result shows the effects of heating funnel to fuel atomization. The usage of heating funnel increased the atomization percentage by 11.7% from 71.2% without heating funnel to 82.9% with heating funnel.

Keywords: Atomization, Droplet, Fuel Spray, Atomizer, Air-Assisted Atomizer, Heating Funnel, Preheating

1. Pendahuluan

Secara global, saat ini terdapat dua buah isu penting yang perlu dipecahkan, yaitu isu Sumber Daya Alam (SDA), terkait dengan sumber daya tak terbarukan yang terus menipis dimana ketergantungan seluruh dunia pada minyak bumi sebagai bahan bakar masih tinggi dan isu lingkungan, terkait dengan pengolahan dan penggunaan kembali limbah dimana salah satu limbah yang paling banyak diproduksi adalah minyak jelantah. Salah satu upaya untuk menanggulangi kedua isu di atas adalah dengan penggunaan kembali minyak atau bahan bakar bekas untuk penyediaan energi melalui pembakaran. Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam pembakaran dengan metode *fuel spray*. Namun, bahan bakar tersebut memiliki kontaminan dan viskositas yang tinggi, sehingga dibutuhkan desain burner yang

tepat untuk menghasilkan pembakaran dengan efisiensi tinggi.

Fuel spray dalam pembakaran terbentuk melalui proses atomisasi bahan bakar cair menjadi *droplet* dengan ukuran yang bervariasi. Semakin baik proses atomisasi maka semakin kecil ukuran *droplet* yang diperoleh, semakin kecil ukuran *droplet* maka semakin efisien pembakaran. *Air-assisted atomizer* merupakan *atomizer* yang memanfaatkan udara sebagai alat bantu dalam atomisasi, sehingga mampu menghasilkan *spray* dengan bahan bakar yang dialirkan dengan kecepatan rendah. Selain jenis *atomizer* yang digunakan, *preheating* bahan bakar dapat meningkatkan atomisasi. Dengan *preheating*, viskositas dari bahan bakar akan menurun sehingga mempermudah bahan bakar untuk pecah menjadi *droplet*.

Pada penelitian ini dibuat sistem pemanas dalam bentuk cerobong untuk memanaskan awalan dari *fuel*

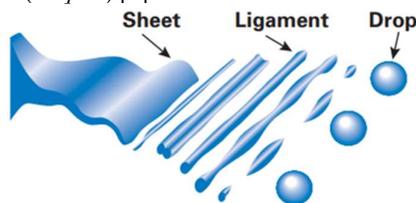
spray agar diperolehnya atomisasi yang lebih baik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh penggunaan cerobong pemanasan awal terhadap atomisasi minyak jelantah sebagai bahan bakar dengan *atomizer* berbasis *air-assist*. Batasan penelitian ditetapkan untuk membatasi lingkup dalam penelitian ini yang meliputi:

1. Bahan bakar minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan random sampling.
2. *Air Fuel Ratio* (AFR) dihitung berdasarkan pengukuran flowmeter udara dan bahan bakar sebelum masuk ke nosel.

2. Dasar Teori

2.1. Atomisasi

Atomisasi adalah proses disintegrasi cairan menjadi butiran (*droplet*). Atomisasi bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan dari cairan. Tahapan atomisasi dapat dilihat pada Gambar 1, prosesnya dimulai dari keluarnya cairan dari ujung nosel dalam bentuk lembaran (*sheet*), kemudian membentuk ikatan (*ligament*) sampai akhirnya terdisintegrasi menjadi butiran (*droplet*) [1].



Gambar 1. Proses Atomisasi [1]

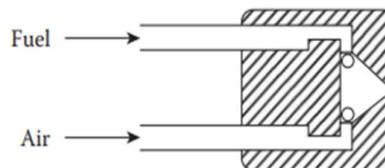
2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Atomisasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas atomisasi meliputi:

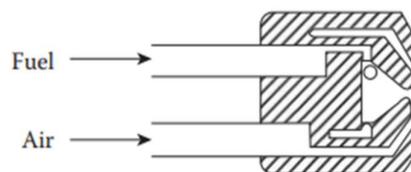
- Properti cairan: meliputi densitas, tegangan permukaan, dan viskositas. Tegangan permukaan dan viskositas yang tinggi cenderung mencegah terjadinya atomisasi. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya kohesi yang menimbulkan ikatan yang rapat antara molekul cairan. Oleh karena itu, cairan dengan tegangan permukaan dan viskositas yang tinggi akan menghasilkan *droplet* berukuran relatif besar. Densitas cairan yang tinggi akan mempertahankan akselerasi cairan yang di mana akan mencegah terjadinya atomisasi. Oleh karena itu, cairan dengan densitas yang tinggi cenderung menghasilkan *droplet* berukuran *droplet* relatif besar [2].
- Kondisi udara ambien
- Dimensi dan geometri *atomizer*
- Parameter operasional (tekanan dan laju alir massa cairan dan gas)

2.3. Air-Assisted Atomizers

Pada atomizers jenis ini, cairan dikenakan aliran udara atau gas yang mengalir dengan kecepatan tinggi untuk terjadinya atomisasi. Dalam konfigurasi pencampuran *internal*, seperti pada Gambar 2, gas dan cairan dicampur di dalam nosel terlebih dahulu sebelum dikeluarkan melalui lubang keluar. Pada konfigurasi pencampuran *external*, gas berkecepatan tinggi menimpa cairan di atau di luar lubang pelepasan cairan, seperti pada Gambar 3. Kedua jenis nosel dapat mengatomisasi cairan dengan viskositas tinggi secara efektif.



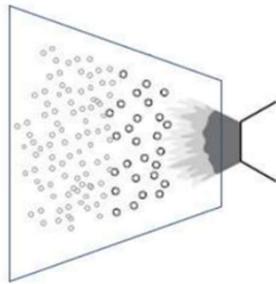
Gambar 2. Air-Assisted Atomizers Tipe Internal [3]



Gambar 3. Air-Assisted Atomizers Tipe External [3]

2.4. Cerobong Pemanas Fuel Spray

Cerobong pemanas *fuel spray* yang diusulkan pada penelitian ini memiliki cara kerja yang dapat dilihat pada Gambar 4. Cerobong yang dipanaskan dipasang melingkupi *fuel spray* sehingga membantu pemanasan dan penguapan *fuel spray* di ujung nosel sehingga terbentuknya *droplet* yang lebih halus. Cerobong berfungsi sebagai lintasan *fuel spray* yang diberi perlakuan pemanasan sehingga saat melintas *fuel spray* akan menerima energi panas dari cerobong tersebut. Dengan pemanasan tersebut, diharapkan *droplet* bahan bakar akan mengalami penguapan di bagian luarnya. Akibatnya sebagian *droplet* menguap dan sisanya akan berkurang ukuran *droplet*-nya, sehingga atomisasi menghasilkan *droplet* yang lebih halus. Dengan begitu, pembakaran akan berlangsung lebih baik dan menghasilkan panas dan kinerja pembakaran yang lebih tinggi.

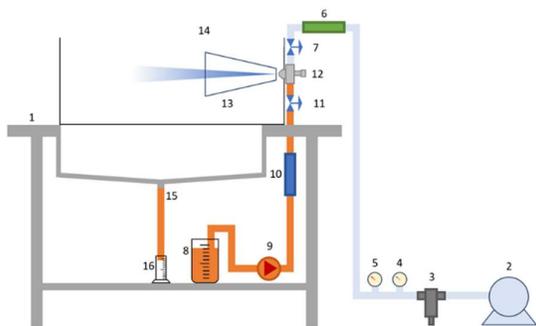


Gambar 4. Cerobong Pemanas Fuel Spray

3. Metode Penelitian

3.1. Skematik Pengujian

Skematik pengujian ditunjukkan pada Gambar 5. Pengujian dimulai dengan menghidupkan kompresor kemudian membuka katup pengatur udara untuk menyuplai udara ke nosel yang dilengkapi dengan *flowmeter gas*, *pressure gauge*, dan *temperature gauge*. Bahan Bakar dialirkan dari gelas ukur dengan bantuan pompa, sebelum memasuki nosel, bahan bakar melewati *flowmeter liquid* dan katup pengatur. Di dalam nosel terjadi interaksi antara udara berkecepatan tinggi dengan bahan bakar berkecepatan rendah sehingga terbentuknya *spray*. Pada pengujian tanpa cerobong pemanas, bahan bakar akan disemprotkan tanpa melewati apapun, sedangkan pada pengujian dengan cerobong pemanas semprotan bahan bakar akan melewati cerobong pemanas terlebih dahulu. Pada penelitian ini, meja penelitian dilengkapi dengan *dome* tanpa atap. *Dome* digunakan agar *spray* tidak dipengaruhi oleh udara lingkungan sekitar. Bahan bakar yang teratomisasi dengan sempurna akan menguap dan terbawa udara sekitar melalui bagian atas *dome* yang terbuka, sedangkan yang tidak akan jatuh ke wastafel atau bak kemudian di tampung pada silinder ukur melalui selang penghubung. Bahan bakar yang tertampung pada silinder ukur akan dicatat volumenya sebagai data. Alat uji akan dibiarkan beroperasi hingga bahan bakar pada silinder ukur berkurang sebanyak 50ml.



- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1. Meja Penelitian | 9. Pompa |
| 2. Kompresor | 10. <i>Flowmeter Liquid</i> |
| 3. Filter Udara Kompresor | 11. Katup Pengatur Bahan Bakar |
| 4. <i>Pressure Gauge</i> | 12. Nosel |
| 5. <i>Temperature Gauge</i> | 13. Cerobong Pemanas |
| 6. <i>Flowmeter Gas</i> | 14. <i>Dome</i> |
| 7. Katup Pengatur Udara | 15. Selang Penghubung |
| 8. Gelas Ukur | 16. Silinder Ukur |

Gambar 5. Skematik Pengujian

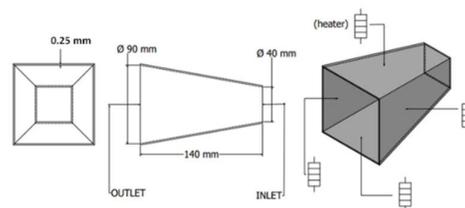
3.3. Variabel Bebas

- Tanpa cerobong pemanas
- Dengan cerobong pemanas

Cerobong pemanas dalam penelitian ini diletakkan di depan ujung nosel dengan jarak 2 cm dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Sisi inlet: 4 cm
- Sisi outlet: 9 cm
- Panjang: 14 cm
- Tebal: 0.25 mm
- Luas permukaan: 739.52 cm²
- Material: Aluminium
- Daya: 60 watt

Bentuk dan ukuran cerobong pemanas ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk Dan Ukuran Cerobong Pemanas

3.4. Variabel Terikat

- Atomisasi bahan bakar

3.5. Variabel Kontrol

- Tipe nosel: nosel *air-assist tipe internal mix*
- Bentuk lubang nosel: bulat
- Diameter lubang nosel: 4 mm
- *Air-Fuel Ratio* (AFR): 15:1
- Temperatur plat cerobong pemanas: 120 ± 1°C
- Bahan bakar: minyak jelantah

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Pengujian

Pada pengujian ini atomisasi bahan bakar diperoleh dengan melihat tingkat penguapan dari bahan bakar yang terjadi. Tingkat penguapan diperoleh dengan mencari selisih antara volume bahan bakar sebelum diatomisasi dengan volume bahan bakar sesudah diatomisasi. Pengujian ini dilakukan tanpa cerobong pemanas dan dengan cerobong pemanas dengan minyak jelantah sebagai bahan bakar.

Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk mencari rata-rata dan standar deviasi bahan bakar yang teratomisasi. Berikut merupakan tabel data hasil pengujian analisa atomisasi minyak jelantah.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Analisa Atomisasi Minyak Jelantah Tanpa Cerobong Pemanas

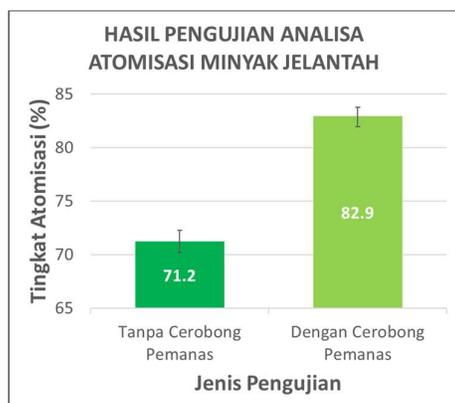
| No | Volume Minyak Jelantah Sebelum diatomisasi (ml) | Volume Minyak Jelantah Sesudah diatomisasi (ml) | Volume Minyak Jelantah Yang Teratomisasi dengan Sempurna (ml) | Tingkat Atomisasi Minyak Jelantah (%) |
|------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|
| 1 | 50 | 15 | 35 | 70 |
| 2 | 50 | 14.2 | 35.8 | 71.6 |
| 3 | 50 | 14 | 36 | 72 |
| Mean (\bar{x}) | | | | 71.2 |
| Standar Deviasi (σ) | | | | 1.058 |

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Analisa Atomisasi Minyak Jelantah Dengan Cerobong Pemanas

| No | Volume Minyak Jelantah Sebelum diatomisasi (ml) | Volume Minyak Jelantah Sesudah diatomisasi (ml) | Volume Minyak Jelantah Yang Teratomisasi dengan Sempurna (ml) | Tingkat Atomisasi Minyak Jelantah (%) |
|------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|
| 1 | 50 | 8.2 | 41.8 | 83.6 |
| 2 | 50 | 8.4 | 41.6 | 83.2 |
| 3 | 50 | 9 | 41 | 82 |
| Mean (\bar{x}) | | | | 82.9 |
| Standar Deviasi (σ) | | | | 0.833 |

4.2. Pembahasan Hasil Pengujian

Grafik hasil pengujian analisa atomisasi minyak jelantah ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Analisa Atomisasi Minyak Jelantah

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa cerobong pemanas *fuel spray* memiliki pengaruh terhadap atomisasi bahan bakar. Di mana pada pengujian menggunakan minyak jelantah yang awalnya memiliki tingkat atomisasi sebesar 71.2% tanpa adanya bantuan cerobong pemanasan awal mengalami peningkatan sebesar 11.7% menjadi 82.9% dengan adanya bantuan cerobong pemanasan awal.

Berdasarkan teori, bahan bakar akan lebih siap untuk terbakar jika tingkat atomisasi yang dimiliki lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan tingkat atomisasi yang tinggi akan menghasilkan *droplet* yang relatif lebih kecil. *Droplet* yang kecil memiliki luas permukaan yang relatif lebih besar sehingga dapat mempercepat proses penguapan bahan bakar cair sebelum terbakar. Dari hasil data yang diperoleh dapat dilihat bahwa dengan adanya bantuan cerobong *fuel spray* tingkat atomisasi yang diperoleh dari minyak jelantah mengalami peningkatan. Hal ini dapat disebabkan karena adanya perubahan sifat fisik dari minyak jelantah yang awalnya memiliki viskositas tertentu yang kemudian mengalami penurunan viskositas karena menerima panas atau energi dari cerobong pemanas. Dikarenakan pemanasan dilakukan pada bahan bakar yang sudah dalam bentuk *spray*, perpindahan panas dari cerobong pemanas ke bahan bakar menjadi lebih efektif karena dengan bentuk *spray* atau kumpulan *droplet* luas permukaan yang dimiliki oleh bahan bakar menjadi lebih besar. Viskositas yang lebih rendah akan mempercepat proses atomisasi karena bahan bakar akan lebih mudah pecah menjadi *droplet*, oleh karena itu proses atomisasi yang terjadi menjadi lebih cepat. Hal ini memungkinkan untuk diperolehnya *droplet* yang lebih kecil sehingga tingkat atomisasi menjadi lebih tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya bantuan cerobong pemanas *fuel spray* minyak jelantah mengalami peningkatan tingkat atomisasi dan lebih siap untuk terbakar.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian atomisasi minyak jelantah, diperoleh kesimpulan bahwa pengujian dengan cerobong pemanas menghasilkan tingkat atomisasi yang lebih tinggi sebesar 11.7% dibandingkan pengujian tanpa cerobong pemanas. Adapun beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, diantara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian penyalaan bahan bakar untuk melihat kinerja pembakarannya.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian dengan bahan bakar berdensitas dan berviskositas tinggi lainnya, seperti oli bekas.

Daftar Pustaka

- [1] Schick, R. J. (2008). *Spray Technology Reference Guide: Understanding Drop Size Preface*. Spraying Systems Co.
- [2] Graco, I. (1995). *Atomization: Concept and*

Theory Training.

- [3] Lefebvre, A. H., & Ballal, D. R. (2010). *Gas Turbine Combustion Alternative Fuels and Emissions (3rd ed.)*. CRC Press.
- [4] Ghurri, A., Anak Agung Adhi, S., & Bangun Tua, S. (2015). **Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Sebagai Pemanasan Awal Pada Kompor Pembakar Jenazah**. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, 14*.
- [5] Maneerung, T., Kawi, S., Dai, Y., & Wang, C. H. (2016). **Sustainable biodiesel production via transesterification of waste cooking oil by using CaO catalysts prepared from chicken manure**. *Energy Conversion and Management, 123, 487–497*.<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.06.071>

| | |
|--|---|
|  | <p>Christopher Kenan Ho menyelesaikan program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2024.</p> |
| <p>Judul tugas akhir Pengaruh Penggunaan Cerobong Pemanas <i>Fuel Spray</i> Terhadap Atomisasi Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Dengan <i>Atomizer</i> Berbasis <i>Air-Assist</i></p> | |

| | |
|---|---|
|  | <p>Ainul Ghurri, Ph.D. menyelesaikan studi S1 di Universitas Brawijaya Malang, dan S2 di Universitas Indonesia. Pendidikan S3 ditempuh di Chonbuk National University Korea Selatan dan selesai pada tahun 2012. Bidang pendidikan dan riset yang didalami meliputi, pembakaran, mesin pembakaran dalam, atomization & spray, mekanika fluida dan komputasi dinamika fluida (CFD)</p> |
|---|---|

| | |
|---|--|
|  | <p>Dr. I Made Parwata, ST., MT., menyelesaikan pendidikan S3nya di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 2012, pendidikan S2 diselesaikan di ITS Surabaya pada tahun 2002 dan pendidikan tingkat sarjana juga di selesaikan di ITS pada tahun 1994. Bidang riset yang ditekuni hingga saat ini adalah di bidang tribologi meliputi mekanika kontak, keausan, gesekan, lubrication dan atomization spray. Saat ini bertugas sebagai dosen di PS. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana</p> |
|---|--|