

# Pengaruh Tekanan Injeksi terhadap Tingkat Atomisasi dan Karakteristik *Spray* pada *Airblast Atomizer*

Mochamad Dwi Ergianto, Ainul Ghurri, I Dewa Gede Putra Swastika  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Tradisi upacara ritual pengembalian unsur (*stulasarira*) tubuh kepada alam yang disebut dengan *ngaben* menggunakan instrumen kompor pembakaran. Kompor pembakaran jenazah konvensional yang sekarang digunakan memiliki beberapa kekurangan yang dinilai perlu diperbaiki, salah satunya merupakan pengontrolan tekanan injeksi yang dianggap akan berdampak pada konsumsi bahan bakar hingga proses atomisasi dan karakteristik *spray*. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan performa kompor pembakaran jenazah yaitu dengan mengubah jenis nosel menjadi tipe *airblast* yang memiliki dua aliran udara dan cairan yang terpisah. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi tekanan injeksi cairan (dalam hal ini air) untuk mendapatkan hasil karakteristik *spray* dan penguapan. Tekanan injeksi udara diatur pada 60 psi sedangkan tekanan injeksi air divariasikan 60 psi, 70 psi dan 80 psi. Pada pengujian yang dilakukan semakin besar tekanan injeksi air yang diberikan maka semakin besar sudut semprotan yang dihasilkan oleh *airblast atomizer*. Semakin tingginya tekanan injeksi air maka ukuran droplet akan semakin kecil yang menyebabkan hasil penguapan semakin tinggi.

Kata kunci: *Airblast atomizer*, tekanan injeksi.

## Abstract

Tradition of the ritual cremation ceremony of returning element (*stulasarira*) body to nature by using burner, called *Ngaben*. The conventional burner have some disadvantages that needs to be resolved, such as controlling injection pressure which considered affecting on fuel consumption to the atomization process and spray characteristics. In an attempt to increase performance of burner by replacing the type of nozzle to *airblast* that has two separate flow between air and liquid. The research was conducted with varying the injection pressure of liquid (water) in order to get results of spray characteristics and evaporation. Injection pressure of liquid varied 60 psi, 70 psi and 80 psi meanwhile air injection pressure regulated at 60 psi. It can be concluded that the greater liquid injection pressure will produce a wider spray angles and droplets getting smaller causing the higher number in results of evaporation.

Keywords: *Airblast atomizer*, injection pressure.

## 1. Pendahuluan

Tradisi upacara ritual pengembalian unsur (*stulasarira*) tubuh kepada alam yang disebut dengan *ngaben*. *Ngaben* sendiri menggunakan instrumen kompor pembakaran. Kompor pembakaran jenazah konvensional yang sekarang digunakan memiliki beberapa kekurangan yang dinilai perlu diperbaiki, salah satunya merupakan pengontrolan tekanan injeksi yang dianggap akan berdampak pada konsumsi bahan bakar hingga proses atomisasi. Selain itu, kebutuhan pengontrolan udara (luar) yang masuk ke nosel untuk mengatur komposisi yang dibutuhkan sehingga proses pembakaran stabil.

Pentingnya pertimbangan yang tepat dalam hal ini mencakup seluruh aspek, dari tangki hingga ukuran butiran (*droplet spray*) yang dihasilkan. Hasil dari *spray* melalui nosel akan bergantung kepada besaran tekanan yang diberikan dan jenis *atomizer* yang digunakan. Proses ini akan menghasilkan sebuah bentuk *spray* yang mempengaruhi penguapan, pencampuran *liquid* dengan udara, dan atomisasi. Kombinasi dari *spray* bertekanan injeksi tinggi dan tingginya suhu lingkungan dapat menghasilkan ukuran *droplet* yang kecil, mempercepat penguapan dan meningkatkan proses atomisasi hingga pembakaran bahan bakar yang lebih baik [1]. Proses

paling penting dalam *spray flame* termasuk injeksi dan atomisasi, penguapan butiran, pertimbangan aliran terpisah dan fase gas serta turbulensi dan reaksi kimia [2].

Dalam hal ini terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Mengetahui pengaruh tekanan injeksi terhadap tingkat atomisasi pada *airblast atomizer*.
2. Menganalisis karakteristik geometris semprotan (*spray*)
3. Mengamati secara visual proses atomisasi saat keluar dari nosel.

Adapun batasan masalah yang telah dirumuskan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan nosel jenis *airblast*.
2. Penelitian dilakukan hanya untuk mengamati tingkat atomisasi.
3. Penelitian ini menggunakan air.
4. Analisis tingkat atomisasi dilakukan secara visual dan menggunakan *software ImageJ*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Atomisasi

Atomisasi merupakan perubahan bentuk fluida yang mengalir menjadi *spray* atau dispersi fisik lainnya menjadi partikel kecil yang sebelumnya berbentuk butiran. Gerakan antara cairan jet dan

udara sekitarnya akan mengakibatkan instabilitas pada permukaan jet, dimana akan berkembang dan akan terjadi disintegrasi bentuk jet. Gaya sentrifugal yang meningkat pada cairan jet akan menghancurkan cairan jet. Dalam proses ini, disintegrasi bentuk cairan jet atau sheet diakibatkan adanya energi kinetik pada fluida, udara atau gas berkecepatan tinggi, maupun energi mekanis eksternal [3].

**2.2 Karakteristik Spray**

Proses *spray* akan menghasilkan suatu *spray* yang telah melalui beberap tahapan yang rumit, diawali dengan atomisasi. Perubahan cairan utuh menjadi butiran-butiran yang melibatkan beberapa proses dinamis.

Penetrasi *spray* dijelaskan sebagai jarak maksimal yang dijangkau ketika *spray* diinjeksi ke udara stagnan, atau jarak maksimal yang dijangkau ketika *spray* diinjeksi ke udara yang melintang. Penetrasi *spray* dipengaruhi besarnya kedua gaya yang berlawanan, yaitu energi kinetik pada tahap awal cairan jet dan resistensi aerodinamis udara sekitar.

Sudut *spray* merupakan sudut yang terbentuk oleh dua garis lurus dari *discharge orifice* hingga potongan kontur *spray* pada jarak tertentu dari sisi terluar nosel. Sudut yang terbentuk ini dipengaruhi oleh dimensi nosel, sifat cairan dan densitas media atas cairan yang disemprotkan.

**2.3 Airblast Atomizer**

Perangkat ini termasuk dalam kategori *twin-fluid atomizer*. *Atomizer* ini menggunakan energi kinetik pada aliran udara yang mengalir untuk memecah cairan jet atau sheet menjadi ligament hingga butiran, dengan jumlah aliran udara yang relatif banyak pada kecepatan (<100 m/s). Nosel *Airblast* merupakan tipe yang ideal untuk atomisasi bahan bakar cair pada sistem pembakaran dengan aliran berkelanjutan

**2.4 Tekanan Injeksi**

Tekanan injeksi memiliki pengaruh signifikan pada panjang *spray* [4]. Panjang *spray* akan lebih panjang sebagaimana tekanan injeksi meningkat. Sebanding dengan tekanan injeksi, kecepatan *spray* akan lebih tinggi pada tekanan injeksi yang lebih tinggi [5]. Tekanan injeksi merupakan salah satu dari beberapa faktor yang mempengaruhi koefisien *discharge*. Koefisien *discharge* sebagian besar dipengaruhi oleh *pressure losses* yang terjadi pada bagian aliran nosel dan berpengaruh terhadap kecepatan, sudut *spray* dan jenis aliran yang dihasilkan.

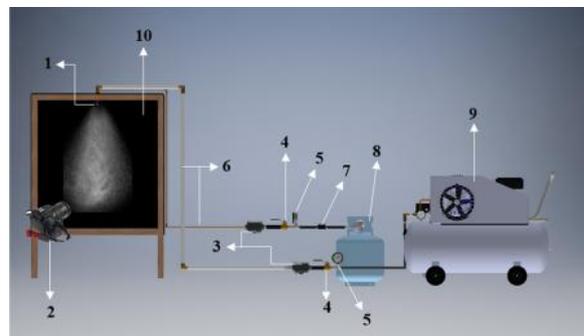
**2.5 ImageJ**

ImageJ adalah sebuah program memproses gambar berbasis Java yang memperoleh dan menganalisa. *Software* ini dikembangkan oleh *National Institutes of Health* dan tersedia gratis untuk public [6]. *ImageJ* mampu mengukur sebuah area dan menghitung jumlah titik yang ditentukan atau sepanjang gambar. Area yang ditentukan dapat berbentuk persegi empat, elips dan tidak beraturan.

**3. Metode Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental, melakukan pengamatan langsung terhadap hasil *spray* pada *airblast atomizer*. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan tekanan injeksi *liquid* (air) 60 psi, 70 psi dan 80 psi. Tekanan injeksi udara diatur pada tekanan 60 psi. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan terhadap dua jenis pengujian yaitu karakteristik semprotan dan penguapan.

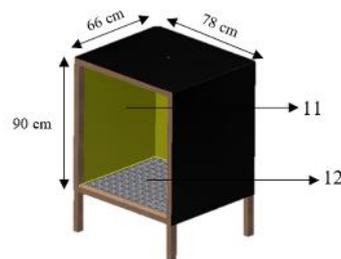
Pengambilan gambar pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *high frame rate video* 1000 fps dengan durasi selama 2 detik yang diperlambat 40x. 1 frame pada gambar berarti ekuivalen dengan 1 ms atau  $10^{-3}$  s. Setiap frame pada video diekstraksi menjadi gambar dan dilakukan *image processing*. Instalasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Instalasi Penelitian Karakteristik Spray**

- Keterangan:** 1. Airblast atomizer    7. Pompa  
 2. Kamera    8. Tangki  
 3. Flowmeter    9. Kompresor  
 4. Valve    10. Bilik  
 5. Pressure Gauge    11. Sponge  
 6. Selang    12. Patterator

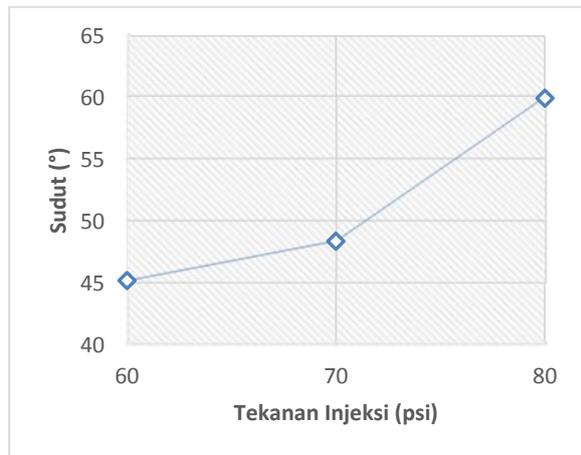
Pengujian penguapan dilakukan dengan menggunakan busa atau *sponge* yang diletakkan di dalam bilik seperti pada Gambar 2 dan juga menampung aliran air yang jatuh ke bagian bawah bilik. Pengujian ini dilakukan dengan mengatur jumlah awal volume penyemprotan. Langkah selanjutnya yaitu dengan membandingkan massa *sponge* sebelum dan sesudah menyerap hasil semprotan serta menghitung jumlah air yang tertampung pada bagian bawah bilik.



**Gambar 2. Instalasi pengujian pengukuran penguapan**

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Karakteristik Spray



Gambar 3. Grafik sudut semprotan

Hasil dari tiga variasi tekanan injeksi yang dilakukan seluruhnya teratomisasi, hal ini diindikasikan dengan mengamati hasil semprotan saat sudah stabil tidak adanya cairan *jet* maupun *sheet* yang tersisa. Pembentukan sudut yang lebih besar pada tekanan injeksi air yang lebih besar terbentuk oleh droplet yang menguap. Gambar 3 menjelaskan bahwa semakin besar tekanan injeksi yang diberikan maka semakin besar sudut semprotan yang dihasilkan oleh *airblast atomizer*



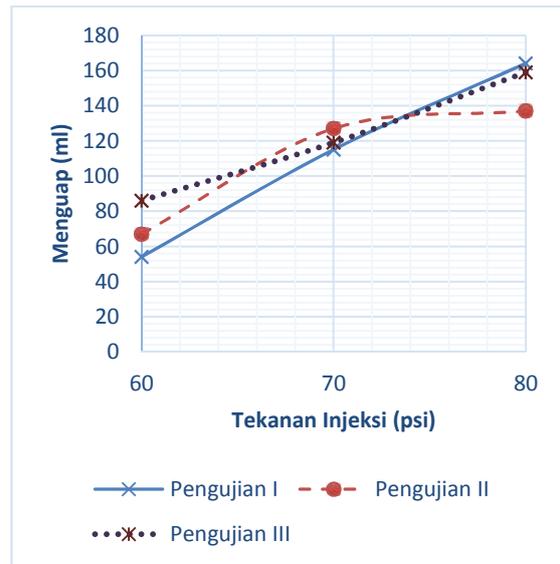
(a) 60 psi (b) 70 psi (c) 80 psi

Gambar 4. Hasil Semprotan pada frame 1024

Adapun hal lain yang dapat dijelaskan melalui pengamatan visual pada frame 1024 seperti Gambar 4. Hasil *spray* pada tekanan injeksi air 80 psi (Gambar 4 (c)) jika dibandingkan dengan variasi tekanan injeksi air yang lain maka dapat dilihat bahwa hasil semprotan lebih tebal dan semakin menipis mengikuti variasi tekanan injeksi air yang diturunkan, hal ini menjelaskan bahwa tingkat atomisasi pada tekanan yang lebih tinggi terjadi lebih baik. Hasil *spray* pada tekanan injeksi air 70 psi (Gambar 4 (b)) jika dibandingkan dengan variasi tekanan injeksi air yang lain maka dapat dilihat bahwa hasil semprotan lebih panjang dibandingkan kedua variasi lainnya.

##### 4.2 Penguapan

Hasil pengolahan data pada pengujian ini menjelaskan bahwa droplet yang dihasilkan pada tekanan injeksi 60 psi lebih besar dibandingkan dengan variasi tekanan injeksi yang lebih besar. Hal ini yang menyebabkan penguapan pada variasi tekanan injeksi yang lebih kecil memiliki jumlah yang lebih sedikit. Grafik pada Gambar 5 menjelaskan bahwa penguapan air yang terjadi linier terhadap peningkatan tekanan injeksi air yang diberikan.



Gambar 5. Grafik hubungan antara tekanan injeksi liquid dengan penguapan

#### 5. Kesimpulan

Hasil dari penelitian yang meliputi pengujian karakteristik semprotan dan penguapan dengan variasi tekanan injeksi 60 psi, 70 psi dan 80 psi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tekanan injeksi air mempengaruhi atomisasi pada hasil semprotan yang menggunakan *airblast atomizer* dengan mengacu kepada pengujian-pengujian yang telah dilakukan. Semakin tingginya tekanan injeksi air maka hasil droplet akan semakin kecil yang menyebabkan hasil penguapan semakin tinggi.
2. Analisa dan pembahasan pada karakteristik geometris *spray*, pada hal ini sudut semprotan dipengaruhi oleh tekanan injeksi air yang diberikan. Semakin besar tekanan injeksi yang diberikan maka semakin besar sudut semprotan yang dihasilkan oleh *airblast atomizer*.
3. Pengamatan secara visual terhadap proses atomisasi pada setiap frame yang diambil dari hasil rekaman menunjukkan bahwa pada variasi tekanan injeksi air yang satu dan lain menghasilkan waktu transisi serta hasil semprotan yang berbeda.

## Daftar Pustaka

- [1] ADAM, A., RIZALMAN, M. and YATSUFUSA, T. (2015) *Analysis of Diesel Spray Droplets Behavior Using Shadowgraph Technique Images*. International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, 3(1), pp. 60–64.
- [2] GUTHEIL, E. (2011) *Issues in computational studies of turbulent spray combustion*. In: ERCOFTAC Series. pp. 1–39.
- [3] LEFEBVRE, A., MCDONELL, V. (2017) *Atomization and Sprays*, Second Edition.
- [4] KHALID, A. (2013) *Effect of ambient temperature and oxygen concentration on ignition and combustion process of diesel spray*. Asian Journal of Scientific Research, 6(3), pp. 434–444.
- [5] ROISMAN, I.V. V., ARANEO, L. and TROPEA, C. (2007) *Effect of ambient pressure on penetration of a diesel spray*. International journal of multiphase flow, 33(8), pp. 904–920.
- [6] COLLINS, T.. (2007) *ImageJ for microscopy*. *Biotechniques*, 43 (1), 25-30. *Biotechniques*, 43(1), pp. 25–30.

