

Pengaruh Kontrol Campuran Udara dan Air Terhadap Tingkat Atomisasi dan Karakteristik *Spray* Pada *Airblast Atomizer*

Raymond Nicholas Silalahi, Ainul Ghurri dan I Dewa Gede Putra Swastika
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Kompur pembakar jenazah merupakan jenis burner yang digunakan pada upacara Ngaben di Bali. Burner ini dilengkapi oleh nosel jenis Pressure Atomizer yang hanya memiliki saluran cairan, yaitu bahan bakar. Penggunaan nosel ini mengakibatkan kontrol campuran tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini Pressure Atomizer diganti dengan Airblast Atomizer yang memiliki saluran udara dan saluran cairan (*liquid*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kontrol campuran udara dan air terhadap tingkat atomisasi dan karakteristik *spray* pada Airblast Atomizer dengan menggunakan air sebagai cairan uji. Debit udara divariasikan 0.2 Lpm, 0.4 Lpm, 0.6 Lpm, 0.8 Lpm dan 1 Lpm sedangkan debit air diatur konstan pada 0.2 Lpm. Sehingga dihasilkan rasio pengujian, yaitu 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, dan 5:1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar rasio yang diterapkan maka akan mengurangi besar sudut semburan yang dihasilkan akibat terlepasnya droplet berukuran kecil dan ringan dari pusat semburan. Penguapan air yang teratomisasi meningkat dengan peningkatan rasio yang diujikan. Secara visual, pengamatan yang dilakukan terhadap gambar *spray* menunjukkan bahwa proses atomisasi yang terjadi semakin cepat dan jumlah ligamen yang terbentuk berkurang dengan peningkatan rasio pengujian.

Kata kunci : *airblast atomizer, atomisasi, spray, campuran air dan udara*

Abstract

Kompur Pembakar Jenazah is a burner that used on crematorium ceremony or known as Ngaben in Bali. This burner was equipped by pressure atomizer nozzle with one line fuel. Usage of this type of nozzle caused an uncontrol condition of air and fuel mixture. To optimize the mixture process, Pressure Atomizer was replaced by Airblast Atomizer which is equipped by air line and liquid line. In order to investigate the Airblast Atomizer characteristic, an experiment was conducted. This experiment was limited to find out the effect of air and water controls on atomization level and spray characteristic of an Airblast Atomizer. Mixture control was set by controlling air and water volume flow rate. Air flow rate was varied to 0.2 Lpm, 0.4 Lpm, 0.6 Lpm, 0.8 Lpm, 1 Lpm, meanwhile water flow rate was set at constant value, 0.2 Lpm. As the result the experiment ratio was obtained to 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, and 5:1. Three experimental research was done to find out the spray geometry characteristic and evaporation characteristic of atomization. The result indicate that spray angle decrease while mixture ratio increase. evaporation characteristic escalation was also indicated when the mixture ratio was increased. Visually, atomization process occurs faster and the sprayligament reduced due to increase of mixture ratio.

Keyword : *airblast atomizer, atomization, spray, air and water mixture*

1. Pendahuluan

Nosel merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengatomisasikan cairan (*liquid*). Saat ini, nosel telah banyak digunakan dengan jenis dan kebutuhan yang beragam pada proses pembakaran. Salah satu contoh pengaplikasiannya dapat dilihat pada Kompur Pembakar Jenazah. Kompur Pembakar Jenazah merupakan *burner* berjenis *blow-torch* yang digunakan pada upacara Ngaben di Bali. Burner ini dilengkapi oleh sebuah nosel *pressure atomizer* untuk mengatomisasi bahan bakar cair.

Kompur Pembakar Jenazah terdiri dari nosel, selang saluran bahan bakar, tangki bahan bakar dan kompresor. Kompur ini dioperasikan dengan memanfaatkan udara yang dikompresi oleh kompresor pada tangki bahan bakar untuk mengalirkan bahan bakar menuju nosel untuk diatomisasikan dan dibakar. Pengoperasian kompur dengan cara tersebut menimbulkan inkonsistensi terhadap campuran udara dan bahan bakar. Dalam

proses pembakaran secara kontinu, volume bahan bakar pada tangki akan semakin berkurang sementara volume udara meningkat dan mengakibatkan udara dalam jumlah yang tidak terukur ikut dialirkan menuju nosel.

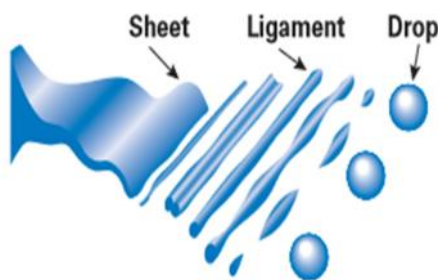
Proses pembakaran yang baik tentunya sangat dipengaruhi oleh campuran udara dan bahan bakar. Oleh karena itu, dalam upaya memperbaiki proses pencampuran udara dan bahan bakar pada Kompur Pembakar Jenazah dilakukan pergantian nosel berjenis *pressure atomizer* dengan *airblast atomizer* yang memiliki dua saluran fluida, yaitu udara dan cairan (*liquid*), sehingga memungkinkan untuk melakukan kontrol terhadap udara dan cairan (*liquid*).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat atomisasi dan karakteristik *spray* yang dihasilkan *airblast atomizer* terhadap pengaruh kontrol campuran udara dan cairan (*liquid*). Penelitian ini tidak menggunakan air sebagai cairan uji. Kontrol campuran udara dan air pada penelitian

ini dilakukan dengan membandingkan debit udara dan air yang akan diatomisasikan. Debit udara divariasikan 0.2 Lpm, 0.4 Lpm, 0.6 Lpm, 0.8 Lpm dan 1 Lpm sedangkan debit air diatur konstan pada 0.2 Lpm. Sehingga dihasilkan rasio pengujian, yaitu 1:1, 2:1, 3:1.4:1, dan 5:1.

2. Dasar Teori

Atomisasi merupakan proses disintegrasi pada cairan untuk mengubah bentuk cairan menjadi butiran atau (*droplet*). Adapun tujuan dari atomisasi adalah untuk meningkatkan luas permukaan cairan. Tahapan atomisasi dapat dilihat pada Gambar 1, prosesnya dimulai dari keluarnya cairan dari ujung nosel dalam bentuk lembaran (*sheet*), kemudian membentuk ikatan (*ligament*) yang kemudian terdisintegrasi menjadi butiran (*droplet*) [3].



Gambar 1. Tahapan Proses Atomisasi

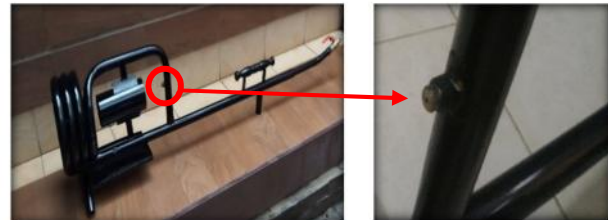
Kumpulan *droplet* yang terbentuk dari hasil atomisasi akan membentuk semburan (*spray*) dengan karakteristik tertentu. Dalam proses pembakaran beberapa karakteristik semburan sangat mempengaruhi, seperti ukuran sebaran butir, sudut semburan dan pola semburan [5]. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik semburan adalah sifat zat cair yang meliputi tegangan permukaan, viskositas, dan densitas [3].

Tegangan permukaan dan viskositas cenderung mensatabilkan cairan dan mencegah terjadinya atomisasi. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya kohesi yang menimbulkan ikatan yang rapat antara molekul cairan. Oleh karena itu, pada umumnya cairan dengan tegangan permukaan dan viskositas yang tinggi akan menghasilkan *droplet* berukuran relative besar. Densitas cairan yang tinggi akan cenderung mempertahankan akselerasi cairan, di mana hal ini juga akan mencegah terjadinya proses atomisasi. Densitas yang lebih tinggi cenderung menghasilkan ukuran *droplet* yang lebih besar [2].

Sudut semburan (*spray angle*) merupakan besar sudut yang terbentuk pada semburan. Besar sudut semburan dipengaruhi oleh sifat zat cair, tekanan cairan, ukuran droplet, dan bentuk geometri nosel [4].

Pada penggunaan kompor jenazah saat ini, atomisasi dan karakteristik *spray* belum diperhatikan, melainkan hanya mengutamakan manfaat pembakaran yang dihasilkan, yaitu energi panas. Hal ini ditunjukkan oleh kontrol campuran udara dan bahan bakar dan jenis pembakaran yang dilakukan. Kontrol campuran hanya dilakukan secara visual

berdasarkan nyala api pembakaran yang terjadi tanpa mempertimbangkan *spray* dan komposisi udara dan bahan bakar yang terjadi. Pembakaran yang digunakan pada kompor adalah *diffusion combustion* dengan memanfaatkan udara atmosfer untuk pembakaran [1], hal ini mengakibatkan jumlah udara



yang dibakar tidak terkontrol.

Gambar 2 (a) Kompor Pembakar Jenazah (b) Pressure Atomizer

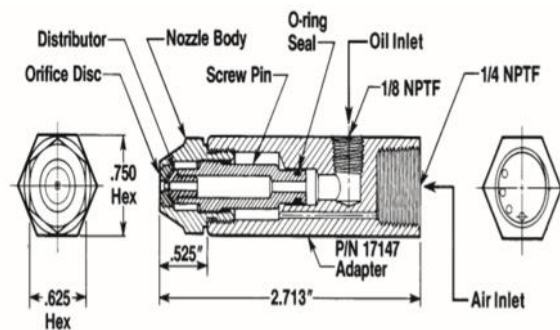
Penggunaan *Airblast Atomizer* pada penelitian ini bertujuan untuk mengubah jenis pembakaran *diffusion combustion* menjadi *premixed combustion*. *Premixed Combustion* merupakan jenis pembakaran



di mana udara dan bahan bakar bercampur dahulu sebelum dibakar. Oleh karena itu, kontrol campuran udara dan bahan bakar dapat dilakukan. Adapun bentuk dan geometri nosel dapat dilihat pada Gambar 3.

(a) Airblast Atomizer (b) Geometri Nosel Airblast Atomizer

Cairan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah air, karena penelitian ini dilakukan hanya untuk mengetahui tingkat atomisasi dan karakteristik *spray* yang dihasilkan oleh *Airblast Atomizer*. Proses pengamatan dilakukan secara visual dengan menggunakan kamera *high speed* dan *software Image J*.

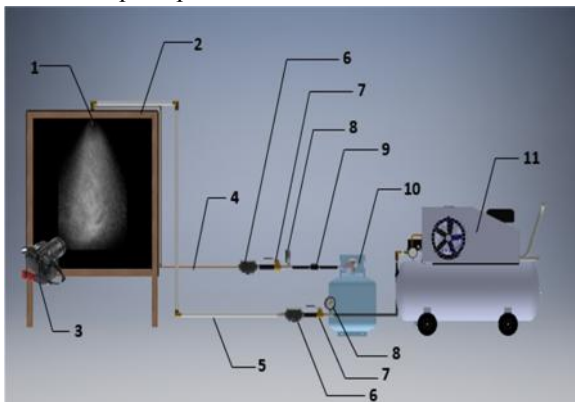


3. Metode Penelitian

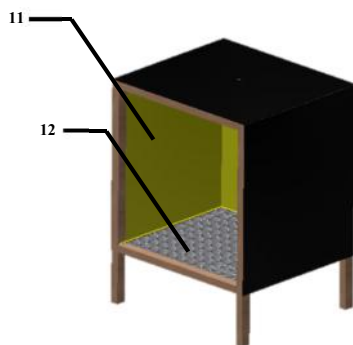
Pada penelitian ini dilakukan dua pengujian untuk mengetahui tingkat atomisasi dan karakteristik *spray* pada *Airblast Atomizer*.

Pertama, pengujian dilakukan terhadap geometri semburan. Pengujian ini dilakukan merekam proses atomisasi yang terjadi dengan menggunakan kamera *Sony RX100 Mark 5* yang mampu menangkap gambar 1000 fps dengan rasio 1244 x 240 pixel. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati bentuk semburan, sudut semburan dan tahapan atomisasi.

Kedua, pengujian dilakukan terhadap karakteristik penguapan. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung selisih antara volume air sebelum diatomisasi dengan volume air yang teratomisasi. Adapun spons pada Gambar 5 digunakan untuk membantu menangkap droplet berukuran kecil yang terbentuk pada proses atomisasi.



Gambar 4. Skema Instalasi Penelitian



Gambar 5. Atomization Chamber

Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. <i>Airblast Atomizer</i> | 8. <i>Pressure Gauge</i> |
| 2. <i>Atomization Chamber</i> | 9. <i>Pompa Air</i> |
| 3. <i>Kamera</i> | 10. <i>Tangki Air</i> |
| 4. <i>Selang Air</i> | 11. <i>Kompresor</i> |
| 5. <i>Selang Udara</i> | 12. <i>Spons</i> |
| 6. <i>Rotameter</i> | 13. <i>Inline Patternator</i> |
| 7. <i>Valve</i> | |

Instalasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

I. Tahap Persiapan

1. Mengisi tangki cairan (liquid) dengan air.

2. Lakukan instalasi pengujian seperti yang ditunjukkan Gambar 4 dan Gambar 5 pada masing-masing pengujian.

II. Tahap Pengujian

A. Pengujian karakteristik geometri semburan pada *Airblast Atomizer* :

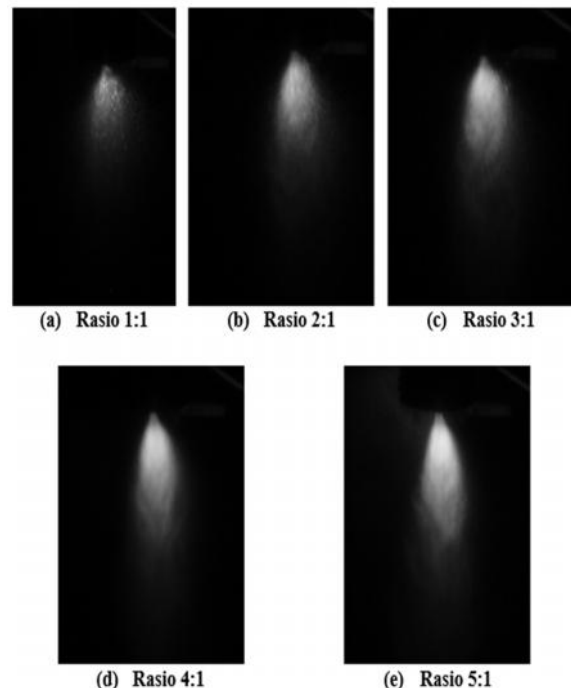
1. Hidupkan kamera. Gunakan mode HFR (High Frame Rate) dengan pilihan warna hitam putih.
2. Hidupkan diaphragm water pump..
3. Atur debit air 0.2 Lpm
4. Atur debit udara sesuai rasio yang diujikan.
5. Mulai pengambilan gambar beberapa saat sebelum udara diinjeksikan.

B. Pengujian karakteristik penguapan :

1. Isi air sebanyak 200 mL pada tangki.
2. Timbang massa awal spons.
3. Atur debit udara sesuai rasio yang diujikan.
4. Atur debit air 0.2 Lpm
5. Lama pengujian berlangsung dari awal spray sampai air pada tangki habis.
6. Tampung air hasil atomisasi yang tidak mengendap pada spons.
7. Setelah selesai pengujian, timbang massa spons yang telah terkena spray.
8. Hitung selisih air sebelum dan sesudah atomisasi

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Karakteristik Geometri Semburan

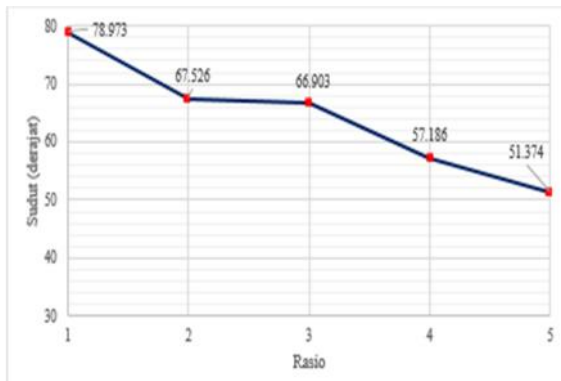


Gambar 6. Geometri semburan pada *frame* ke-1024 setelah udara diinjeksi

Gambar 6 menunjukkan geometri semburan pada rasio campuran udara dan air yang terjadi pada *frame* ke-1024 setelah udara diinjeksi, di mana *spray* yang terbentuk sudah dalam kondisi stabil. Secara

visual, Gambar 6 menunjukkan bahwa terjadi perubahan geometri *spray* seiring dengan kenaikan rasio. Pada *spray* rasio 1:1 secara visual dapat dilihat banyak garis-garis kecil yang terbentuk. Garis-garis kecil tersebut mengindikasikan bahwa masih terbentuk banyak ligamen. Terbentuknya ligamen dipengaruhi oleh debit udara yang diinjeksikan pada rasio ini, yaitu 0.2 Lpm. Udara dengan debit 0.2 Lpm ternyata tidak mampu mengatomisasikan air dengan baik. Hal tersebut disebabkan oleh ketidakmampuan udara untuk mengatasi viskositas air yang cenderung mencegah air terdisintegrasikan akibat gaya tarik menarik antara molekul (kohesi).

Pada Gambar 6b, garis-garis kecil yang terbentuk pada rasio 2:1 tampak lebih sedikit dibandingkan dengan rasio 1:1. Sedangkan pada Gambar 6c, Gambar 6d dan Gambar 6e dapat dilihat bahwa *spray* yang terbentuk lebih halus dan ligamen yang terbentuk semakin sedikit. Hal tersebut dipengaruhi oleh kenaikan debit udara yang terjadi seiring dengan peningkatan rasio yang diujikan. Peningkatan rasio pengujian tentunya akan diikuti juga oleh peningkatan debit udara, kecepatan aliran udara dan tekanan udara. Ketiga faktor tersebut mengakibatkan interaksi antara udara dan air lebih intens dan mendorong terjadinya peningkatan tegangan geser terhadap air. Semakin besar tegangan geser yang terjadi, maka kekuatan ikatan antara molekul air berkurang sehingga cenderung mudah teratomisasi dan jumlah *droplet* yang terbentuk semakin banyak. Oleh karena itu, semakin besar rasio maka ligamen yang terbentuk pun semakin sedikit.

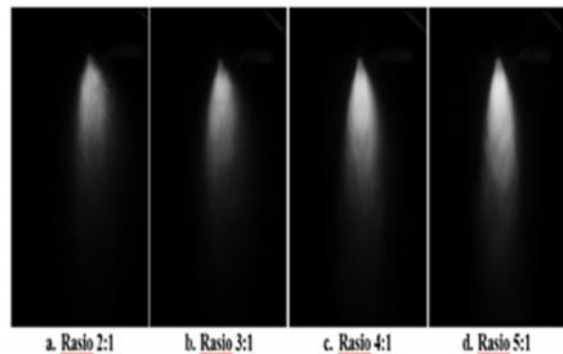


Gambar 7. Hubungan Rasio Debit Udara dan Air Terhadap Sudut Semburan

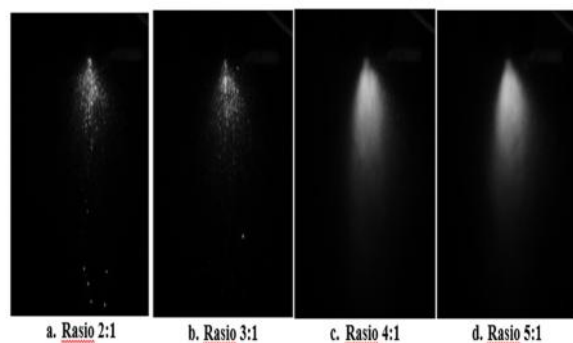
Pada rasio 1:1 semburan yang terjadi memiliki sudut yang paling besar yaitu 78,9 . Hal ini disebabkan oleh volume udara yang diinjeksikan belum mampu untuk mengatomisasikan air dengan baik, sehingga udara hanya mengakibatkan gangguan pada aliran air yang menyebabkan aliran air tidak stabil dan berbelok ke berbagai arah membentur *orifice* nosel. Oleh karena itu sudut semburan yang dihasilkan besar dan *spray* yang dihasilkan didominasi oleh ligamen seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6a. Kurangnya volume udara

menyebabkan ketidakmampuan untuk mengatasi viskositas dan tegangan permukaan air yang sifatnya mencegah pembentukan *droplet*.

Pada rasio 2:1 dan 3:1, seiring dengan peningkatan rasio pengujian, maka volume udara yang diinjeksikan akan meningkat. Peningkatan tersebut juga akan selalu diikuti dengan peningkatan kecepatan aliran dan tekanan udara. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya penurunan sudut yang disebabkan tekanan injeksi udara lebih dominan dari air. Interaksi antara udara dan air yang semakin intens pada *mixing chamber* sebagai akibat dari peningkatan rasio akan mengakibatkan permukaan air menipis dan cenderung mudah teratomisasi menjadi *droplet*. Oleh karena itu, proses atomisasi yang terjadi semakin cepat dan *droplet* yang dihasilkan semakin banyak. Peningkatan rasio mengakibatkan ukuran *droplet* yang dihasilkan semakin banyak dengan ukuran semakin kecil dan ringan, oleh karena itu *droplet* pada sisi luar *spray* cenderung terlepas dari aliran udara dan bergerak ke berbagai arah. Terlepasnya *droplet* dari aliran udara tersebut mengakibatkan besar sudut yang terbentuk berkurang (Gambar 6).



Gambar 8. Geometri semburan pada frame ke-256 setelah udara diinjeksi



Gambar 9. Geometri semburan pada frame ke-64 setelah udara diinjeksi

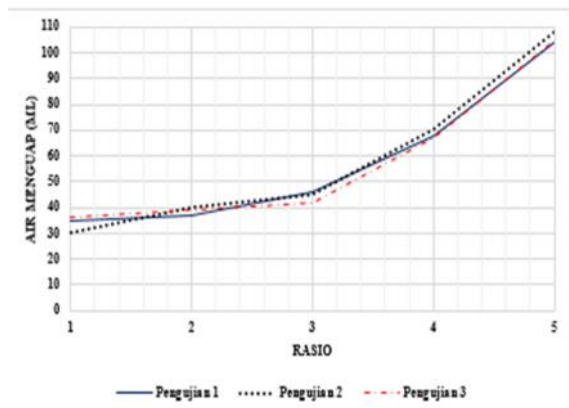
Pada Gambar 8 dapat diamati bahwa semburan yang terjadi pada rasio 2:1 dan 3:1 teratomisasi pada *frame* ke-256 setelah udara diinjeksikan. Sedangkan pada Gambar 9, rasio 4:1 dan 5:1 semburan teratomisasi lebih cepat, yaitu pada *frame* ke-64 setelah udara diinjeksikan. Proses atomisasi yang semakin cepat tersebut dipengaruhi oleh debit udara, kecepatan aliran udara dan tekanan yang meningkat. Peningkatan tersebut memicu proses disintegrasi air

berlangsung lebih cepat karena gaya kohesi air mengalami gangguan yang semakin besar sehingga kekuatan ikatan antara molekul cairan berkurang.

4.2 Karakteristik Penguapan

Karakteristik penguapan merupakan selisih antara volume air sebelum atomisasi dengan volume air setelah atomisasi. Instalasi pengujian dilihat pada Gambar 5 dengan volume awal air 200 ml. Hasil dari ketiga pengujian tersebut menunjukkan adanya hubungan antara rasio debit udara dan air terhadap karakteristik penguapan *Airblast Atomizer*. Hubungan tersebut ditunjukkan oleh Gambar 10.

Gambar 10 menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang linear antara rasio debit udara dan air terhadap karakteristik penguapan *Airblast Atomizer*. Semakin besar rasio maka penguapan juga semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran *droplet* yang dihasilkan selama proses atomisasi. Peningkatan rasio akan meningkatkan jumlah *droplet* yang terbentuk dan juga memperkecil ukuran *droplet* akibat terjadinya peningkatan tegangan geser yang disebabkan interaksi antara udara dan air. *Droplet* berukuran kecil tersebut akan cenderung mudah teruapkan karena terjadi gesekan antara *droplet* dengan udara di luar nosel. Semakin besar rasio maka jumlah *droplet* berukuran kecil pun semakin banyak, sehingga air yang teruapkan semakin banyak.



Gambar 10. Hubungan Rasio Debit Udara dan Air Terhadap Penguapan

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap tingkat atomisasi dan karakteristik *spray* pada *Airblast Atomizer* dengan melakukan kontrol campuran udara dan air maka diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian terhadap karakteristik penguapan semburan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penguapan air yang teratomisasi seiring dengan semakin besarnya rasio kontrol campuran yang diterapkan.
2. Analisa terhadap karakteristik geometri semburan menunjukkan adanya perubahan pada besar sudut semburan. Semakin besar rasio kontrol campuran yang diterapkan maka akan

mengurangi besar sudut semburan yang dihasilkan.

3. Secara visual proses atomisasi dapat teramati, khususnya pada tahapan atomisasi. Semakin besar rasio maka tahapan atomisasi berlangsung semakin cepat. Ligamen yang terbentuk pada *spray* juga mengalami penurunan dengan peningkatan rasio.

Daftar Pustaka

- [1] Ghurri, A., Adhi Suryawan, A. A. and Tua Sagala, B. (2015) '*Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Sebagai Pemanasan Awal Pada Kompor Pembakar Jenazah*'. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV.
- [2] Graco, I. (1995) '*Atomization: Concept and Theory Training*', p. 14.
- [3] Schick, R. J. (1997) '*Spray Technology Reference Guide: Understanding Drop Size Preface*', 47th Chemical Processing Industry Exposition, p. 6. doi: 10.1016/S0022-3913(12)00047-9.
- [4] Somerkallio, M. (2011) '*SPRAY APPLICATION OF STRENGTH CHEMICALS*', Master of Science Thesis', (October).
- [5] Williams, A. (1990) '*Combustion of liquid fuel sprays*', Butterworths', (Canada) Limited.



Raymond Nicholas Silalahi, ST., menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana, pada tahun 2018. Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan pembakaran dan mekanika fluida.