

# STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DIAMETER PIPA BAHAN BAKAR DENGAN RASIO KETINGGIAN BURNER TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API INVERSE DIFFUSION FLAME BAHAN BAKAR LPG.

---

*by* Mochammad Ainur Rofiq, Yudha Ardi Wiranata, Ichlas Wahid

|                |   |                 |      |
|----------------|---|-----------------|------|
| FILE           | JURNAL_TA_YUDHA_ARDI_W_1421600070.PDF (611.75K) |                 |      |
| TIME SUBMITTED | 03-JUL-2020 08:48AM (UTC+0700)                  | WORD COUNT      | 1514 |
| SUBMISSION ID  | 1352832298                                      | CHARACTER COUNT | 9156 |



1

## Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Volume 3 No. 2 (2020)

### STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DIAMETER PIPA BAHAN BAKAR DENGAN RASIO KETINGGIAN BURNER TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API *INVERSE DIFFUSION FLAME* BAHAN BAKAR LPG.

1

Mochammad Ainur Rofiq, Yudha Ardi Wiranata, Ichlas Wahid

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [m.ainurrofiq86@yahoo.com](mailto:m.ainurrofiq86@yahoo.com), [yudhaardi24@gmail.com](mailto:yudhaardi24@gmail.com)

#### ABSTRAK

Pembakaran atau combustion ialah suatu proses yang dapat menimbulkan nyala api karena bercampurnya bahan bakar dengan oksidator udara melalui alat yang bernama burner. Guna untuk menambah wawasan, meningkatkan temperatur nyala api, dan memaksimalkan efisiensi bahan bakar gas LPG yang digunakan, maka akan dilaksanakan penelitian eksperimentasi menggunakan burner kustomisasi buatan sendiri. Tujuan penelitian ini agar bisa menentukan karakteristik api *inverse diffusion flame* yang dipengaruhi oleh diameter pipa bahan bakar dengan rasio ketinggian burner dan perubahan kapasitas aliran udara dengan kapasitas aliran bahan bakar yang tetap. Hasilnya jika semakin besar diameter pipa maka bentuk lidah api akan muncul jelas. Nantinya apabila penelitian tentang nyala api ini bisa dilanjutkan maka akan memberikan dampak positif yang cukup besar dalam bidang industrialisasi dan ekonomi dengan luaran efisiensi yang tinggi dari pemakaian bahan bakar yang minim serta kualitas yang sempurna dari api yang dihasilkan oleh proses pembakarannya.

**Kata kunci:** *inverse diffusion flames*, karakteristik api, burner co-axial

#### PENDAHULUAN

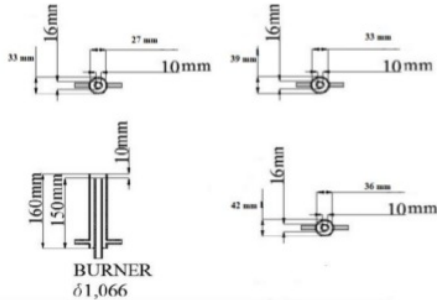
Dalam perkembangan dunia teknologi terdapat banyak topik yang berpengaruh besar dalam bidang ilmu konversi energi. Sedangkan konversi energi sendiri juga memiliki berbagai macam topik yang menarik untuk diteliti. Alasan penelitian ini diwujudkan karena pada kehidupan sehari-hari tidak bisa lepas dari yang namanya proses pembakaran (*combustion*). Di lingkup masyarakat era modern proses pembakaran sering kali digunakan dalam beberapa hal, misal sebagai pemanas ruangan, pembangkit listrik, industri manufaktur, kendaraan bermotor, dll. Tentunya hal tersebut harus didukung dengan ketersediaan akan bahan bakar minyak (BBM) yang tersedia.

Dengan semakin menipisnya gas alam karena penggunaan bahan bakar yang semakin meningkat tentunya sangat berpengaruh terhadap segi ekonomi. Kelangkaan bahan bakar minyak terutama minyak tanah membuat masyarakat beralih menggunakan bahan bakar gas yaitu *liquid petroleum gas* (LPG). Dikarenakan subsidi oleh pemerintah dan ketersediaan akan barang yang mudah didapat tentunya sangat menjangkau pada masyarakat. Pada dasarnya proses pembakaran biasanya mampu menimbulkan nyala api (*flame*) dari suatu proses terbentuknya bahan bakar dengan oksidator yang mudah terbakar.

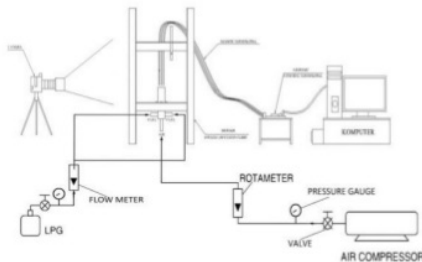
## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Proses Sistem pengujian

Sebelum kita melakukan proses pengambilan dan analisis data dan untuk memastikan apakah sistem pembakaran atau pengujian kita aman dan layak, langkah lebih baik diadakan uji kelayakan atau percobaan pada sistem pembakarannya sebelum melakukan pengujian.



Gambar 1. Ukuran Burner



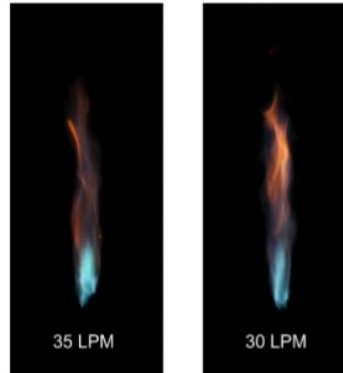
Gambar 2. Komponen Sistem pengujian

Pada gambar 1 merupakan contoh skema dari burner yang akan di gunakan, untuk gambar 2 ialah komponen sistem pengujian, dimana untuk mengetahui bagaimana skema alur dari penelitian kali ini.

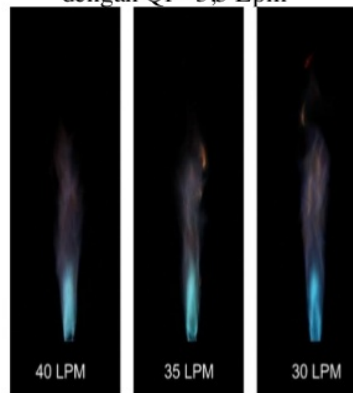
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Image Badan Api

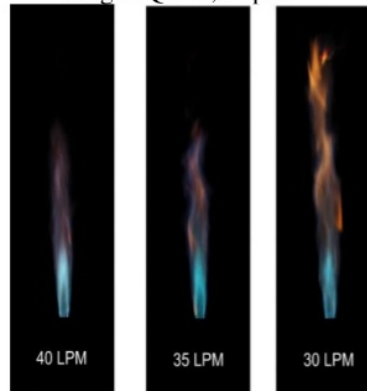
Diambil menggunakan kamera DSLR Canon EOS 650D dengan setting ISO 3200/100 shutter speed, diafragma 5,6



Gambar 3. Image badan api burner 27 mm dengan  $Q_f = 3,5$  Lpm



Gambar 4. Image badan api burner 33 mm dengan  $Q_f = 3,5$  Lpm

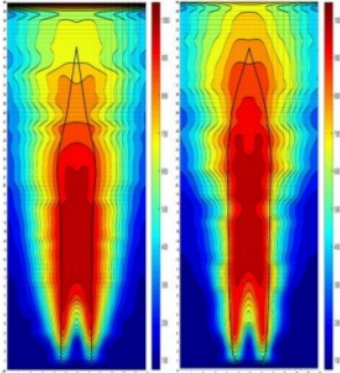


Gambar 5. Image badan api burner 36 mm dengan  $Q_f = 3,5$  Lpm

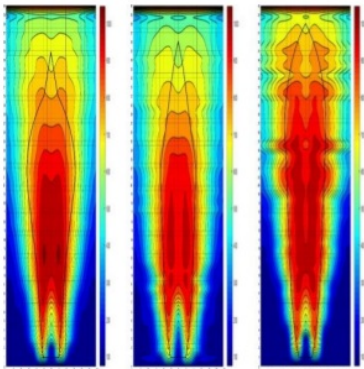
### 2. Distribusi dan Ketinggian Api

Distribusi temperatur data yang didapat sudah sesuai dengan ketentuan dan prosedur yang ada pada metode penelitian, dan diasumsikan bahwasanya

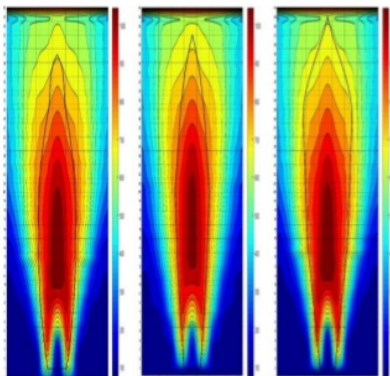
api memiliki bentuk yang simetris sehingga pengukuran setengah sumbu simetrisnya sudah mencerminkan bentuk utuh keseluruhan dari api tersebut.



Gambar 6. Grafik distribusi api dan ketinggian api Burner 27mm Qa = 30 Lpm, Qa = 35 Lpm.



Gambar 7. Grafik distribusi api dan ketinggian api Burner 33mm Qa = 30 Lpm, Qa = 35 Lpm, Qa = 40 Lpm



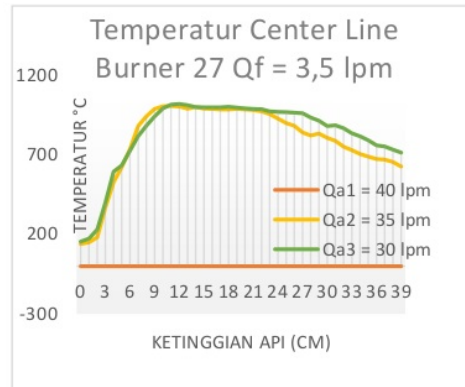
Gambar 8. Grafik distribusi api dan ketinggian api Burner 36mm Qa = 30 Lpm , Qa = 35 Lpm, Qa = 40 Lpm

| Rekapitulasi Ketinggian setiap api |            |                     |            |                     |            |
|------------------------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| (27mm) Qf = 3,5 Lpm                | Tinggi api | (33mm) Qf = 3,5 Lpm | Tinggi api | (36mm) Qf = 3,5 Lpm | Tinggi api |
| -                                  |            | Qa = 40 Lpm         | 34 cm      | Qa = 40 Lpm         | 34 cm      |
| Qa = 35 Lpm                        | 34 cm      | Qa = 35 Lpm         | 35,5 cm    | Qa = 35 Lpm         | 36 cm      |
| Qa = 30 Lpm                        | 35 cm      | Qa = 30 Lpm         | 37 cm      | Qa = 30 Lpm         | 38 cm      |

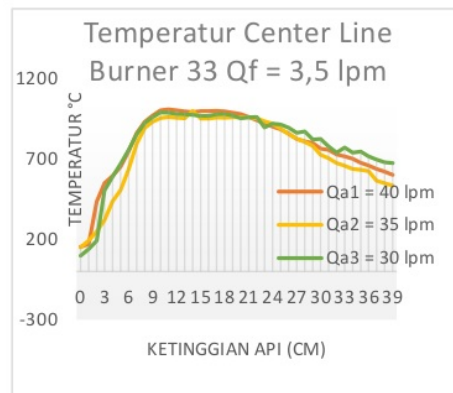
Gambar 9. Rekapitulasi gambar api

### 3. Grafik Temperatur center line

Mempermudah memahami perbandingan antara api yang satu dengan yang lain terhadap karakteristik api.

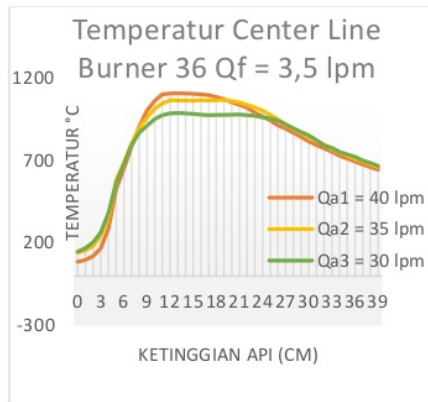


Gambar 10. Grafik Temperatur api Burner 27 Qf = 3,5 lpm di centre line.



Gambar 11. Grafik Temperatur api Burner 33 Qf = 3,5 lpm di centre line.

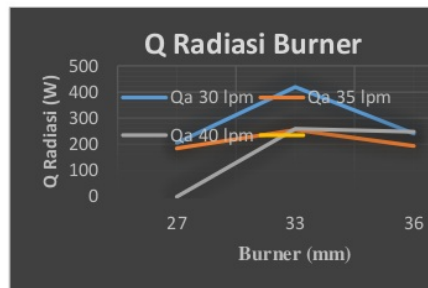




Gambar 12 Grafik Temperatur api Burner 36  $Q_f = 3,5$  lpm di centre line.

#### 4. Q Radiasi

Proses perpindahan panas (radiasi) adalah suatu proses mengalirnya panas yang terjadi di dalam sebuah ruangan atau ruangan hampa dan berasal dari suatu benda yang mempunyai temperatur tinggi ke suatu benda yang mempunyai temperatur lebih rendah.



Gambar 13. Grafik Q radiasi burner

| Q Radiasi Burner 27 mm |             |             |             |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Ketinggian (cm)        | Qa = 30 lpm | Qa = 35 lpm | Qa = 40 lpm |
| 0-1                    | 17.207918   | 8.17079477  |             |
| 1-2                    | 50.21460989 | 27.17641258 |             |
| 2-3                    | 50.21336362 | 59.83631606 |             |
| 3-4                    | 64.34211968 | 89.4809673  |             |
| 4-5                    | 68.47674268 | 109.8407023 |             |
| 5-6                    | 67.12402002 | 125.5646976 |             |
| 6-7                    | 67.84744914 | 138.6613078 |             |
| 7-8                    | 84.77962273 | 146.4838018 |             |
| 8-9                    | 108.3424286 | 153.5945837 |             |
| 9-10                   | 113.9263995 | 160.4252787 |             |
| 10-11                  | 96.01317202 | 158.7342342 |             |
| 11-12                  | 84.77962273 | 158.7077389 |             |
| 12-13                  | 89.86671306 | 158.4315264 |             |
| 13-14                  | 96.43370248 | 157.1750962 |             |
| 14-15                  | 110.1605945 | 164.2792624 |             |
| 15-16                  | 97.49099559 | 174.0828292 |             |
| 16-17                  | 83.06936767 | 177.9335206 |             |
| 17-18                  | 101.8062398 | 164.3817398 |             |
| 18-19                  | 121.0922614 | 159.241356  |             |
| 19-20                  | 140.4463455 | 176.988911  |             |
| 20-21                  | 186.9212077 | 184.3884386 |             |
| 21-22                  | 186.2784233 | 179.595253  |             |
| 22-23                  | 189.982247  | 167.699599  |             |
| 23-24                  | 198.3946787 | 138.5429723 |             |
| 24-25                  | 192.9480124 | 108.4736565 |             |
| 25-26                  | 150.6046624 | 93.39022604 |             |
| 26-27                  | 130.0176311 | 70.64964493 |             |
| 27-28                  | 122.0306933 | 51.69704832 |             |
| 28-29                  | 106.8395605 | 42.27040719 |             |
| 29-30                  | 89.43369373 | 31.74815932 |             |
| 30-31                  | 66.39877332 | 23.214029   |             |
| 31-32                  | 38.88270439 | 15.86400968 |             |
| 32-33                  | 20.91407939 | 9.691529341 |             |
| 33-34                  |             |             |             |
| 34-35                  |             |             |             |
| 35-36                  |             |             |             |
| 36-37                  |             |             |             |
| 37-38                  |             |             |             |
| 38-39                  |             |             |             |
| Total Q                | 3392.442868 | 3786.735187 |             |

Gambar 14. Laju perpindahan panas radiasi burner 27

| Q Radiasi Burner 33 mm |             |             |             |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Ketinggian (cm)        | Qa = 30 lpm | Qa = 35 lpm | Qa = 40 lpm |
| 0-1                    | 22.40858037 | 33.27644034 | 36.66909343 |
| 1-2                    | 55.35995004 | 53.5176108  | 63.71437718 |
| 2-3                    | 58.24030094 | 68.55457992 | 75.83267476 |
| 3-4                    | 65.72766497 | 82.51926039 | 85.63724105 |
| 4-5                    | 70.30867485 | 99.23448349 | 94.79458404 |
| 5-6                    | 76.00321911 | 128.1681834 | 107.5997886 |
| 6-7                    | 90.77349188 | 151.3233067 | 122.3257238 |
| 7-8                    | 101.5871788 | 177.3231238 | 137.5133555 |
| 8-9                    | 121.5079971 | 178.9366512 | 160.7105709 |
| 9-10                   | 171.1921439 | 189.403794  | 188.4608074 |
| 10-11                  | 206.663243  | 238.0092708 | 206.364607  |
| 11-12                  | 225.0767118 | 250.7143383 | 211.9655214 |
| 12-13                  | 216.4404555 | 233.9370482 | 207.5249826 |
| 13-14                  | 210.4719872 | 234.8727317 | 208.355284  |
| 14-15                  | 227.1372423 | 231.6296051 | 223.8460756 |
| 15-16                  | 217.8036143 | 244.8129064 | 225.7364264 |
| 16-17                  | 209.7079521 | 248.7020748 | 221.0419293 |
| 17-18                  | 202.6559883 | 242.5319319 | 233.9924699 |
| 18-19                  | 247.0469174 | 241.1494837 | 237.7893512 |
| 19-20                  | 340.726754  | 235.6043664 | 234.6425879 |
| 20-21                  | 396.0152241 | 217.3718284 | 247.5631032 |
| 21-22                  | 370.4888075 | 217.1761728 | 258.7261172 |
| 22-23                  | 308.6816739 | 215.6082633 | 191.4189756 |
| 23-24                  | 383.8471318 | 193.1784068 | 252.6932547 |
| 24-25                  | 419.1487578 | 161.6426686 | 240.9526007 |
| 25-26                  | 344.2482282 | 134.676715  | 209.4424768 |
| 26-27                  | 339.0327152 | 115.0281375 | 154.2117189 |
| 27-28                  | 330.4822681 | 98.10581772 | 98.25798278 |
| 28-29                  | 311.0666851 | 78.81805535 | 51.15320305 |
| 29-30                  | 316.192052  | 63.15816337 | 28.92438876 |
| 30-31                  | 307.6456874 | 43.35694437 | 20.86975091 |
| 31-32                  | 218.5313934 | 34.34863016 | 12.03879898 |
| 32-33                  | 172.863379  | 25.82717457 |             |
| 33-34                  | 143.7821593 | 15.22295094 |             |
| 34-35                  | 91.36431269 | 7.833352406 |             |
| 35-36                  | 41.99113529 |             |             |
| 36-37                  |             |             |             |
| 37-38                  |             |             |             |
| 38-39                  |             |             |             |
| Total Q                | 7634.386879 | 3248.940363 | 8128.888897 |

Gambar 15. Laju perpindahan panas radiasi burner 33

| Q Radiasi Burner 36 mm |             |             |             |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Ketinggian (cm)        | Qa = 30 lpm | Qa = 35 lpm | Qa = 40 lpm |
| 0-1                    | 10.99131834 | 10.6388234  | 15.40876678 |
| 1-2                    | 34.27785502 | 28.73593608 | 27.78167277 |
| 2-3                    | 51.32391806 | 46.90661448 | 35.29428953 |
| 3-4                    | 60.35524971 | 59.34664679 | 41.37637957 |
| 4-5                    | 68.26698561 | 66.84242079 | 39.3467216  |
| 5-6                    | 75.74921433 | 79.4419343  | 33.71780829 |
| 6-7                    | 84.2820831  | 93.31464025 | 36.8536666  |
| 7-8                    | 92.83679946 | 101.903835  | 49.04886089 |
| 8-9                    | 89.38971846 | 108.5989261 | 65.84009089 |
| 9-10                   | 100.3415614 | 116.4952253 | 83.4030939  |
| 10-11                  | 123.6358313 | 127.5164135 | 103.2352327 |
| 11-12                  | 134.9751075 | 138.5452556 | 126.3443086 |
| 12-13                  | 151.1886876 | 147.3065984 | 163.7593979 |
| 13-14                  | 139.1261495 | 154.3198687 | 192.1227353 |
| 14-15                  | 165.2071326 | 165.3305673 | 201.3409774 |
| 15-16                  | 177.7574095 | 177.3718242 | 216.7278094 |
| 16-17                  | 195.5535679 | 184.3915771 | 234.930833  |
| 17-18                  | 192.1667909 | 186.9597745 | 248.8038748 |
| 18-19                  | 192.263232  | 189.5020587 | 245.2699372 |
| 19-20                  | 213.9063804 | 191.7693419 | 240.4405491 |
| 20-21                  | 226.3986526 | 198.3166789 | 237.6480734 |
| 21-22                  | 223.8257592 | 188.9257071 | 224.6175548 |
| 22-23                  | 224.7795875 | 175.4650109 | 205.9895146 |
| 23-24                  | 232.67452   | 163.7001597 | 184.7250931 |
| 24-25                  | 237.1522704 | 149.4614709 | 153.8180087 |
| 25-26                  | 240.0240027 | 139.0531224 | 127.5219131 |
| 26-27                  | 235.0132796 | 126.3482277 | 109.9529959 |
| 27-28                  | 237.9710495 | 113.9491292 | 83.53393078 |
| 28-29                  | 240.9871448 | 103.3340806 | 60.03996808 |
| 29-30                  | 230.3663819 | 87.26548936 | 51.90299748 |
| 30-31                  | 207.0783186 | 67.7048414  | 44.51077685 |
| 31-32                  | 175.1568208 | 51.56981483 | 35.32818908 |
| 32-33                  | 135.0165394 | 41.37501897 | 25.28343104 |
| 33-34                  | 98.90146738 | 27.56790736 | 18.9733518  |
| 34-35                  | 62.44745694 | 14.8922034  | 13.80477366 |
| 35-36                  | 29.71688173 |             |             |
| 36-37                  |             |             |             |
| 37-38                  |             |             |             |
| 38-39                  |             |             |             |
| Total Q                | 5410.851527 | 4019.967003 | 3978.525756 |

Gambar 16. Laju perpindahan panas radiasi burner 36

5. Rasio Ekuivalen (Equivalent Ratio,  $\Phi$ )

Rasio ekuivalen merupakan perbandingan antara nilai rasio udara - bahan bakar (*Air Fuel Ratio*) stoikiometrik dengan nilai rasio udara - bahan bakar (*Air Fuel Ratio*) aktual, dan dapat juga sebagai perbandingan antara rasio bahan bakar - udara (*Fuel Air Ratio*) stoikiometrik dengan rasio bahan bakar - udara (*Fuel Air Ratio*) aktual.

$$\Phi = \frac{mf}{ma} = \frac{MfNf}{MaNa}$$

| Burner | Kapasitas aliran bahan bakar | Kapasitas aliran udara | AFR actual | AFR stoikiometri | Rasio ekuivalen (shie) $\Phi$ |
|--------|------------------------------|------------------------|------------|------------------|-------------------------------|
| 27     | 3,5 bar                      | 30 Lpm                 | 5.71       | 15.60            | 2.73                          |
|        |                              | 35 Lpm                 | 5.00       | 15.60            | 3.12                          |
| 33     | 3,5 bar                      | 30 Lpm                 | 5.71       | 15.60            | 2.73                          |
|        |                              | 35 Lpm                 | 5.00       | 15.60            | 3.12                          |
|        |                              | 40 Lpm                 | 4.29       | 15.60            | 3.64                          |
| 36     | 3,5 bar                      | 30 Lpm                 | 5.71       | 15.60            | 2.73                          |
|        |                              | 35 Lpm                 | 5.00       | 15.60            | 3.12                          |
|        |                              | 40 Lpm                 | 4.29       | 15.60            | 3.64                          |

Gambar 17. Rekapitulasi keseluruhan hasil perhitungan AFR &  $\Phi$

6 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari keseluruhan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa bentuk api yang dihasilkan, jika semakin tinggi aliran udara yang diberikan maka pembakarannya akan semakin sempurna karena dipengaruhi kecepatan aliran udara yang diberikan. Grafik distribusi api menunjukkan pada burner 36 bentuk lidah api dalam tiap lapisan temperatur semakin terlihat. Temperatur pada center line semakin tinggi kapasitas aliran udara yang diberikan maka semakin tinggi temperatur centre line yang didapat pada ketinggian api yang rendah. Hasil Q radiasi tertinggi didapat pada burner 33 dengan kapasitas aliran api 30 lpm. Hasil dari perhitungan rasio ekuivalen (shie)  $\Phi$  menunjukkan bahwa tidak ada satupun yang memiliki nilai  $\Phi$  kurang dari satu, ataupun pas dengan satu, jadi dapat disimpulkan bahwa ada kelebihan bahan bakar dan udara dalam pembakaran atau biasa dikatakan sebagai campuran kaya (rich mixture).

Saran

Dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Dalam melakukan pengambilan data temperatur di setiap titik ketinggian yang ada, hendaknya dipasangkan eretan ulir otomatis yang dapat mempermudah dan meningkatkan akurasi pengukuran.

2. Aliran udara dari kompresor seandainya diberi air dryer untuk mengurangi pencampuran air pada proses pembakaran yang nantinya mempengaruhi bentuk dan suhu api.
3. Saat melakukan pengambilan data di setiap variasi, hendaknya mendinginkan atau memberi jeda waktu pada termokopel untuk kembali pada suhu normalnya.
4. Apabila pembacaan termokopel terlihat signifikan atau tidak wajar, lebih baik sesegera mungkin mengganti termokopel yang baru agar data yang didapatkan lebih maksimal.
5. Pada saat melakukan pengambilan data pada suatu variasi harus dilakukan secara stabil mulai dari titik nol hingga titik ketinggian api yang tertinggi.
4. Wu , K.T., Essenhigh , R.H . *Mapping and structure of inverse diffusion flame of methane : Twentieth symposium International on combustion*. 1984, pp : 1925-1932.
5. Sara, McAllister, Fernandez-Pello , A.C, Chen , J.Y. 2011. *Fundamentals of Combustion Processes*. Springer Science and business media. New York.
6. C.W, Cheung , C.S, Ng , T.K, Leung . 2007. *Experimental investigation on the heat transfer of an impinging inverse diffusion flame*. *Sciencedirect*. 50 : 3366-3375.
7. Mishra , D.P, Mahesh , S. 2010. *Flame structure of LPG-air inverse diffusion flame in a backstep burner*. *Sciencedirect*. 89 : 2145-2148..
8. Kamal,M.M . 2007. *Innovative study of co-axial normal and inverse diffusion flames*. *Proceedings of Institution of Mechanical Engineers Part A journal of Power and Energy*. 222 (2) : 253-270
9. Yetter, R.A., Glassman, I, Glumac, N.G. 2015. *Combustion*. (5<sup>th</sup> edition). Oxford .
10. Chung K, Law. 2006. *Combustion Physics*. Cambridge University Press. Cambridge
11. El-Mahallawy, F., Habik, S E-Din., 2002. *Fundamentals and Technology of Combustion*. (1<sup>st</sup> Edition). Elsevier Science. 862.
12. Ilham Fadillah Akbar, Indra Alif Maulana, Pramoda Agung Sumadhijono, 2019. *Kaji Eksperimen Pengaruh Rasio Panjang Pipa Udara - Bahan Bakar Terhadap Karakteristik Api Pada Inverse Diffusion Flame Berbahan Bakar LPG*. (Volume 2 no.2), Universitas 17 Agustus Surabaya.

### PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya diberikan kepada kedua orang tua penulis serta bapak Ir. Ichlas wahid, M.T. selaku dosen pembimbing kami serta rekan-rekan mahasiswa teknik mesin 2016 UNTAG surabaya yang telah memotivasi dan memberikan support, dukungan moril maupun materi untuk menyelesaikan penelitian ini.

### REFERENSI

1. Cheung, S.S, Cheung, C.S, Leung,C.W. 2012. *Heat Transfer optimization of an impinging port-array inverse diffusion flame jet*. *Sciencedirect*. 49 : 182-192.
2. Wenzell JC, Sobiesiak A. 2005. *Characteristic and structure of inverse diffusion flame of natural gas*. *Sciencedirect*. 30 : 743-749
3. Sze, L.K, Cheung, C.S, Leung, C.W. 2004. *Temperature distribution and Heat transfer characteristics of an Inverse Diffusion Flame with circumferentially arranged fuel port*. *Sciencedirect*. 47 : 3119-3129.

# STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DIAMETER PIPA BAHAN BAKAR DENGAN RASIO KETINGGIAN BURNER TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API INVERSE DIFFUSION FLAME BAHAN BAKAR LPG.

## ORIGINALITY REPORT

% **12**  
SIMILARITY INDEX

% **7**  
INTERNET SOURCES

% **2**  
PUBLICATIONS

% **9**  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

**1** Submitted to Myongji University Graduate School  
Student Paper % **7**

**2** id.123dok.com  
Internet Source % **1**

**3** termodinamika-noviantysj.blogspot.com  
Internet Source % **1**

**4** www.tandfonline.com  
Internet Source % **1**

**5** www.tafshare.com  
Internet Source % **1**

**6** docplayer.info  
Internet Source % **1**

**7** membacatulisanfebri.blogspot.com  
Internet Source % **1**



8

Internet Source

% 1

9

Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium

Student Paper

<% 1

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE  
BIBLIOGRAPHY OFF