

PENGARUH SUPLAI UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK BENTUK DAN TEMPERATUR NYALA API DARI UAP PREMIUM

A' yan Sabitah¹⁾, Moh. Sulhan²⁾, Ricky Indriyanto³⁾, Akhmad Syarief⁴⁾

Politeknik Unisma Malang^{1,2),3)}, Universitas Lambung Mangkura⁴⁾

Email : ayansabitah@poltekunisma.ac.id

ABSTRACT,

The scarcity of LPG gas that often occurs in Indonesia often makes Indonesian citizens uneasy. This scarcity led many researchers to conduct research that could reduce the dependence of Indonesian citizens with LPG gas. In this study, researchers conducted tests related to the use of premium steam as fuel. This test is carried out by varying the air supply, where this supply has been determined at 2 km/cm², 3 km/cm² and 4 km/cm², in addition to the air supply this test also performs fire temperature measurements using thermocouples and data loggers, where the location of the thermocouple has been located at points 1 cm, 3cm and 5 cm from the mouth of the nozzle. Based on the test results, the shape of the flame from variations in the air supply obtained the best and stable results were in the 3 km/cm² air supply, while the other for the 2 km/cm² air supply was found to be unstable fire and for which the 4 km/cm² fire air supply looked large and unstable. Whereas for the highest temperature of the three placement points the thermocouple is located at the top point with a distance of 5 cm from the mouth of the fire with an average temperature of around 900°C and the lowest temperature is at 1 cm from the nozzle mouth, where the temperature is at 400°C to 550°C, in addition The temperature stability is in the air supply of 3 km/cm².

Keywords: premium steam, form of fire, temperature of fire

1. PENDAHULUAN

Administrasi Informasi Energi AS memproyeksikan pada tahun 2035 konsumsi energi global dunia menjadi berkali lipat pada tahun 1990-an [1]. Bahan bakar fosil (cair, padat dan gas) akan memenuhi sebagian besar permintaan dan diikuti oleh energi terbarukan dan nuklear [1]. Jelas, pembakaran akan menjadi pilihan utama konversi energi dari bahan bakar setidaknya dalam beberapa dekade mendatang. Hasil dari peningkatan volume pembakaran akan memiliki dampak lingkungan yang besar dalam hal emisi yang secara langsung atau tidak langsung berkontribusi terhadap pemanasan global [2].

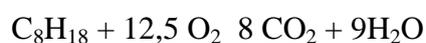
Pembakaran sangat dibutuhkan pada kehidupan saat ini, sehingga teknologi pembakaran banyak dilakukan perkembangan. Pembakaran yang sering digunakan di

sistem industri adalah pembakaran difusi. Proses pembakaran difusi merupakan fenomena dimana udara dan bahan bakar tidak bercampur secara mekanik, namun dibiarkan bercampur alami melalui proses difusi dalam proses pembakaran[3].

Pembakaran difusi memiliki kelebihan dari segi keamanannya karena tidak bahaya flashback atau api tidak dapat menjalar kesumber bahan bakar [4,5]. Namun, pembakaran difusi juga memiliki kelemahan yaitu sulitnya mendapatkan komposisi campuran yang pas dan homogen antara udara dan bahan bakar. Oleh karena itu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan desain alat dari sistem pembakaran difusi agar hasil lebih efektif, efisien dan optimal [4].

Pembakaran api difusi dipengaruhi beberapa faktor seperti geometri burner dimana tempat terjadinya reaksi pembakaran[6]. Selain burner suplai udara dan bahan bakar juga berpengaruh pada pencampuran bahan bakar dengan udara saat proses pembakaran. Menurut Wardana, api merambat hanya pada konsentrasi campuran antara batas lebih tinggi dan batas lebih rendah dari mampu nyala. Batas-batas campuran bagi api untuk menyala ini disebut campuran terkaya dan campuran termiskin[3]. Selain itu api bisa dikatakan stabil apabila tetap stasioner, atau kestabilan api terjadi saat kecepatan gas reaktan dan rambatan api sama. Selain itu kestabilan nyala api juga dipengaruhi oleh laju aliran massa, kekal momentum dan kekekalan energi.

Premium adalah bahan bakar hasil distilat berwarna kuning akibat zat pewarna tambahan. Premium biasanya digunakan kendaraan bermotor seperti sepeda motor, mobil dan lainnya. Premium mempunyai angka oktan 88 dan mempunyai titik didih ($30^{\circ} - 200^{\circ}$) C. Persamaan reaksi pembakaran premium dan oksigen sebagai berikut:



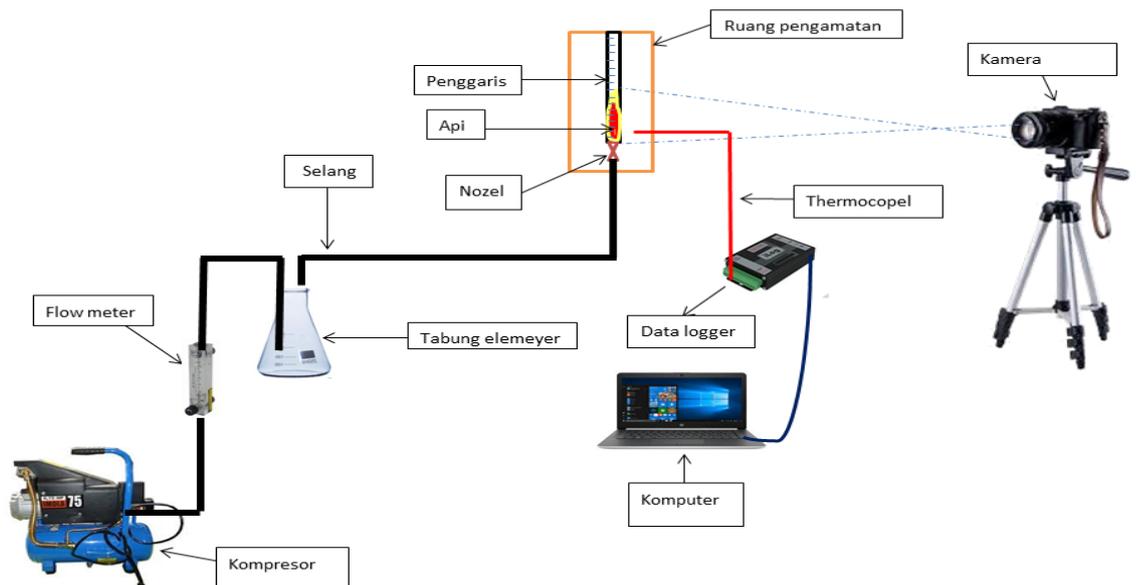
Reaksi pembakaran diatas diasumsikan semua terbakar dengan sempurna. Spesifikasi bensin lebih detail yaitu: mempunyai rumus kimia C_8H_{18} , berat jenis 0,65-0,75 pada suhu 40°C bensin dapat menguap 30-65% dan pada suhu 100°C dapat menguap 80-90%.

Pemilihan bensin dalam penelitian ini didasarkan pada bahan bakar yang mudah dicari dan memiliki sifat yang mudah menguap. Berdasarkan karakteristik bensin diatas peneliti mempunyai ide untuk meneliti lebih dalam terkait penggunaan uap dari bensin

yang nantinya digunakan sebagai nyala api. Pada penelitian ini peneliti fokus untuk menganalisa bentuk api dan temperatur api yang dihasilkan dari penguapan premium atau bensin.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium motor bakar, program studi teknik mesin, Politeknik Unisma Malang, Malang, Indonesia. Variabel pada penelitian ini adalah suplai udara dalam bahan bakar bensin sebesar 2 kg/cm^2 , 3 kg/cm^2 dan 4 kg/cm^2 . Seperti yang diilustrasikan pada Gambar. 1. Udara dialirkan dari kompresor, selanjutnya udara akan mengalir melewati regolator, tabung elemeyer yang berisi bahan bakar premium, dan selanjutnya akan keluar ke nozzel dengan mengeluarkan uap dari premium. Uap yang keluar dari nozzel tadi dinyalakan dengan percikan api, kemudian bentuk api diamati menggunakan kamera dan temperatur api yang dihasilkan tadi diukur menggunakan termocopel dan data logger.



Gambar 1. Instalasi alat

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisa. Pada percobaan ini, data yang dikumpulkan adalah temperatur api disetiap suplai udara. Adapun untuk titik temperatur yang diukur ada tiga titik dan masing - masing titik memiliki jarak yang berbeda. Untuk titik pertama yang diukur terletak pada ketinggian 1 cm dari mulut nozel, titik kedua terletak di ketinggian 3 cm dari mulut nozel dan yang terakhir terletak pada ketinggian 5

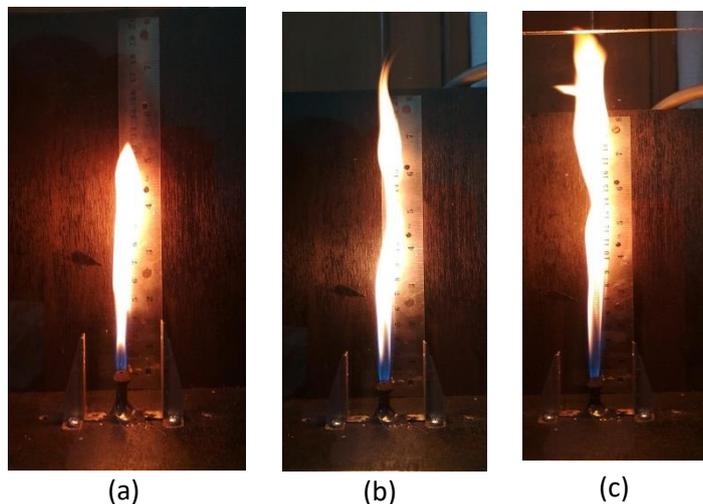
cm dari mulut nozel. Selanjutnya data yang didapatkan dimasukkan dalam grafik untuk dianalisa dan dibahas. Selain temperatur, bentuk nyala api juga diamati. Pengamatan bentuk api dilakukan dengan pengamatan lewat kamera. Setiap pengujian dilakukan perekaman untuk diambil gambar bentuk api.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian temperatur api dan bentuk nyala api dengan memvariasikan suplai udara, Dimana suplai udara diukur menggunakan diel indikator. Selain memvariasikan suplai udara, dalam penelitian ini juga memvariasikan peletakan termocopel. Peletakan termocopel ini bertujuan untuk mengetahui panas di titik-titik api. Data yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam bentuk gambar, tabel serta grafik, kemudian dibahas dengan pengelompokan berdasarkan suplai udara.

3.1. Bentuk Nyala Api

Foto bentuk api diperoleh berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti, selanjutnya foto diamati semua fenomena yang terjadi dan dibahas secara lebih rinci terkait fenomene yang terjadi. Adapun untuk foto api dapat dilihat di **Gambar 2**.



Gambar 2. Bentuk api (a. Suplai udara 2 kg/cm^2 ; b. Suplai udara 3 kg/cm^2 ; c. Suplai udara 4 kg/cm^2)

Api akan menyala dan merambat di rentang konsentrasi campuran batas lebih rendah tinggi mampu nyala atau disebut campuran termiskin dan terkaya api untuk menyala (Wardana:2008). Batas mampunya api juga didefinisikan sebagai batas dimana persediaan reaktan dari sisi yang terbakar diperlukan untuk membentuk api.

Terdapat kisaran campuran bahan bakar dan oksidator (udara) yang mengakibatkan api menyala.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bentuk nyala api, dimana bentuk nyala api dengan suplai udara sebesar 2 kg/cm^2 pada Gambar 2 (a) api terlihat kecil dan merah. Selain api terlihat merah, daerah zona reaksi juga terlihat kecil dan bulat. Zona reaksi merupakan zona dimana bahan bakar dan udara bercampur dan mulai terbakar.

Menurut warnan 2008 temperatur api di zona reaksi memiliki temperatur yang rendah dan api berwarna merah, hal ini dikarenakan api yang berwarna merah masih memiliki jelaga yang banyak. Lain halnya dengan api yang ditunjukkan Gambar 2 (b) dan (c). Api terlihat berwarna kuning dan daerah zona reaksi juga terlihat panjang dan mengerucut keatas. Api yang berwarna kuning menurut wardana memiliki temperatur yang tinggi karena jelaga yang dihasilkan sedikit.

Api yang berwarna merah dan kuning yang terlihat pada Gambar 2 bisa dikatakan zona produk. Zona produk adalah zona dimana bahan bakar dan udara terbakar secara sempurna dan memiliki temperatur yang tinggi. Temperatur di zona produk dipengaruhi oleh jelaga. Semakin banyak jelaga api akan terlihat merah dan memiliki temperatur yang rendah, sedangkan sebaliknya semakin sedikit jelaga, temperatur akan naik dan api akan berwarna kuning dan selanjutnya akan berwarna biru dan proses pembakaran bisa dikatakan sempurna.

3.2. Temperatur Api

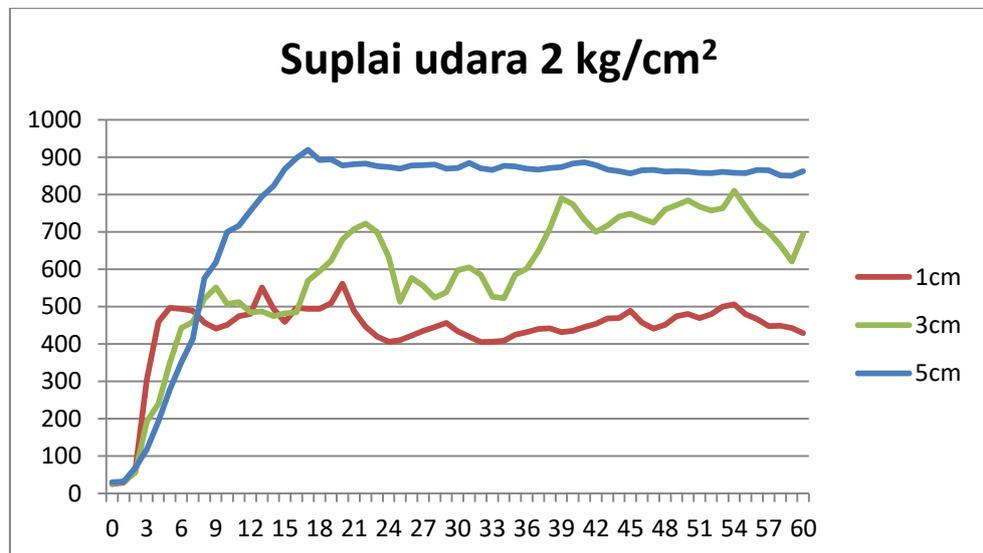
Temperatur api diperoleh dari hasil pengujian selama melakukan penelitian. Dalam penelitian ini temperatur yang diambil ada tiga titik. Titik pertama terletak 1 cm dari mulut nozel, titik kedua terletak 3cm dari mulut nozel dan yang terakhir terletak 5 cm dari mulut nozel. Pengambilan data ini dilakukan selama satu menit atau 60 detik

Selain peletakan titik termokopel dalam penelitian ini juga memvariasikan suplai udara. Didalam penelitian ini suplai udara telah ditentukan yaitu sebesar 2 kg/cm^2 , 3 kg/cm^2 dan 4 kg/cm^2 . Adapun untuk hasilnya sebagai berikut:

3.2.1. Temperatur api dengan suplai udara 2 kg/cm^2

Data temperatur yang diperoleh merupakan nilai yang didapatkan dari pengujian menggunakan termocopel. Data temperatur hasil pengujian diolah menjadi sebuah tabel dan grafik agar mudah dianalisa untuk

mengetahui distribusi temperatur pada titik – titik api. Data hasil penelitian distribusi temperatur dengan suplai udara 2 kg/cm^2 dapat dilihat pada **Gambar 3**.



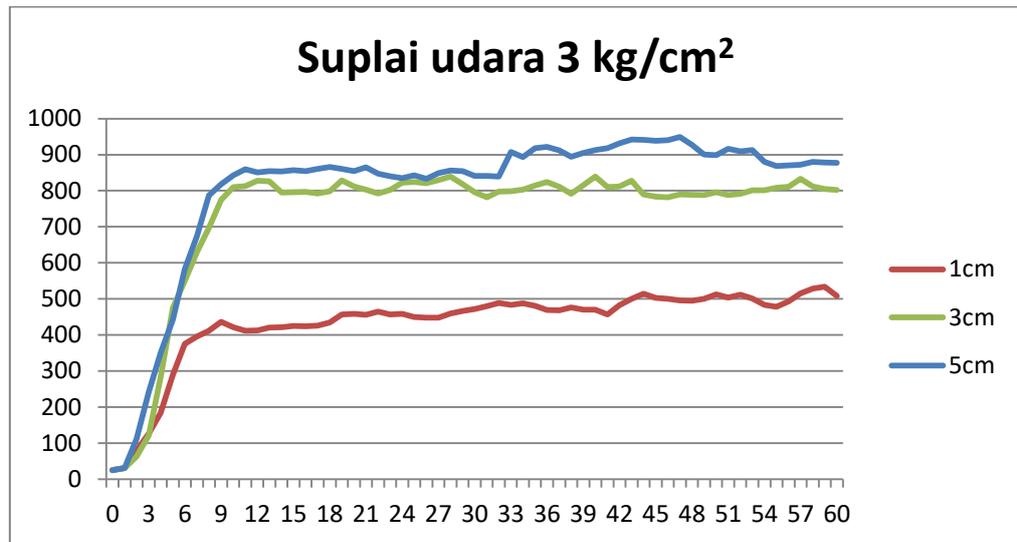
Gambar 3. Temperatur api dengan suplai udara 2 kg/cm^2

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa temperatur api diketinggian 1 cm dari ujung nozel memiliki temperatur paling rendah dibandingkan dengan temperatur pada titik 3 cm dan 5 cm. Hal ini terjadi karena pada posisi dengan ketinggian 1 cm merupakan daerah zona reaksi, dimana bahan bakar dan oksigen tercampuran dengan sempurna dan mulai terbakar di zona reaksi. Hal ini pun didukung dengan hasil pengamatan, dimana hasilnya bisa dilihat pada Gambar 2 (a). Digambar terlihat bahwa pada jarak 1 cm itu terlihat termocopel terletak diposisi api berwarna putih.

Sedangkan temperatur paling tertinggi dan memiliki kestabilan temperatur terdapat pada titik 5cm dari ujung nozel. Hal ini dikarenakan pada posisi tersebut termocopel terletak di zona produk. Menurut wardana 2008, temperatur api di zona produk memiliki temperatur yang tinggi dibandingkan dengan zona reaktan.

3.2.2. Temperatur api dengan suplai udara 3 kg/cm^2

Data temperatur yang diperoleh dari hasil pengujian diolah menjadi sebuah tabel dan grafik agar mudah dianalisa untuk mengetahui distribusi temperatur. Data hasil penelitian distribusi temperatur dengan suplai udara 3 kg/cm^2 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



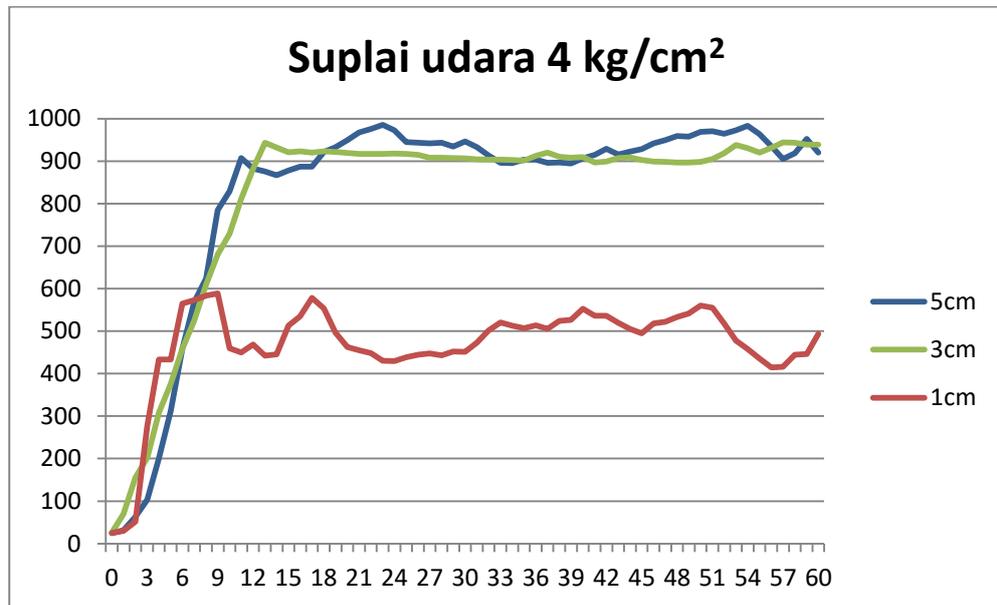
Gambar 4. Temperatur api dengan suplai udara 3 kg/cm²

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa grafik temperatur dengan suplai udara 3 kg/cm² terlihat stabil, hal ini dikarenakan bentuk api stabil. Menurut Wardana 2008, kestabilan nyala api dipengaruhi oleh kesetimbangan antara laju aliran massa, kekekalan momentum, dan kekekalan energi. Kestabilan api difusi juga dapat diperoleh dari kesesuaian antara kecepatan reaksi di daerah reaksi dan kecepatan aliran massa akibat difusi menuju daerah reaksi.

Kestabilan temperatur yang terbaca termocopel pada titik 1cm terlihat dinilai kisaran 400C sampai dengan 500C. Temperatur pada titik 1cm ini terlihat rendah dikarenakan posisi termocopel yang berada pada titik bawah nyala api atau di zona reaksi. Dimana pada titik ini baru terjadi proses bahan bakar dengan udara bercampur dan mulai terbakar. Sedangkan posisi termocopel pada titik 3cm dan 5cm terletak pada posisi pertengahan antara titik nyala bawah dan titik nyala atas atau di zona produk. Sehingga proses pembakaran terjadi secara sempurna dan menghasilkan temperatur yang tinggi dan memiliki kestabilan api yang pas.

3.2.3. Temperatur api dengan suplai udara 4 kg/cm²

Data temperatur yang diperoleh dari hasil pengujian diolah menjadi sebuah tabel dan grafik agar mudah dianalisa untuk mengetahui distribusi temperatur. Data hasil penelitian distribusi temperatur dengan suplai udara 4 kg/cm² dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Temperatur api dengan suplai udara 4 kg/cm²

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa grafik temperatur pada termocopel titik 1 cm pada mulut nozel terlihat tidak stabil, hal ini dikarenakan terjadi ketidak stabilan suplai bahan bakar dan udara sehingga mengakibatkan naik turunnya zona reaksi, sehingga temperaturpun menjadi tidak teratur.

Pada termocopel dititik ketinggian 3cm dan 5cm temperatur terlihat stabil, bahkan nilai dari keduanya juga berdekatan. Dimana nilai temperaturnya terletak di kisaran 900°C sampai dengan 980°C. Tetapi dari kedua titik termocopel antara 3cm dan 5cm, letak 3cm lah yang mempunyai kestabilan temperatur yang baik.

Dari ketiga grafik diatas dapat disimpulkan bahwa temperatur yang terendah dimiliki oleh termokopel yang terletak 1cm dari mulut nozel, hal ini dikarenakan pada posisi tersebut merupakan zona reaksi, dimana pada zona reaksi ini baru terjadi pencampuran bahan bakar dengan udara dan mulai terbakar membentuk api premixed. Api remixed berwarna agak putih dan terbentuk di mulut nozel kemudian disusul api difusi disisi selanjutnya. Sedangkan pada termocopel dititik 3 cm dan 5 cm dari mulut nozel memiliki temperatur yang tinggi dan cenderung stabil, hal ini dikarenakan posisi termocopel dititik 3cm dan 5cm terletak di zona produk. Dimana zona produk ini memiliki temperatur yang tinggi dan memiliki wilayah pembakaran cukup luas didalam proses pengujian yang dilakukan ini.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Adapun untuk kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil bentuk nyala api dari variasi suplai udara didapatkan hasil terbaik dan stabil ada pada suplai udara 3 kg/cm^2 , sedangkan yang lain untuk suplai udara 2 kg/cm^2 didapatkan api yang tidak stabil dan yang suplai udara yang 4 kg/cm^2 api terlihat besar dan tidak stabil.
2. Temperatur tertinggi dari tiga titik peletakan termokopel terletak pada titik paling atas dengan jarak 5 cm dari mulut api dengan temperatur rata-rata sekitar 900°C . Sedangkan temperatur terendah ada pada titik 1 cm dari mulut nozel, dimana temperatur berada pada 400°C sampai dengan 550°C
3. Kestabilan temperatur ada pada suplai udara 3 kg/cm^2

4.2 Saran

Penelitian ini perlu dikembangkan dengan melakukan pengaturan udara sebelum keluar dari nozel, selain itu jenis bahan bakar seperti partalite dan partamak juga perlu di teliti lebih lanjut. Hal ini dikarenakan partalite dan partamak memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan bensin.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Energy Outlook 2011, Report No. DOE/EIA-0484(2011). US Energy Information Administration;2011.
- [2] Baukal CE. Industrial combustion pollution and control. New York, USA: CRC Press; 2001. p. 5.
- [3] WARDANA, I.N.G., *Bahan bakar dan teknologi pembakaran*, Cetakan Pertama. PT. Dinar Wijaya–Brawijaya University Press, Malang. 2008
- [4] FAIZAL, ELKA., “Pengaruh variasi lip thickness pada nozzle terpancung terhadap karakteristik api pembakaran difusi concentric jet flow”, Jurnal Rekayasa Mesin Vol.7, No.2, pp. 13-20. 2016

- [5] SASONGKO, M.N., WIJAYANTI, W., “**Karakteristik api premiks biogas pada counterflow burner**”, in: *Proceeding seminar nasional tahunan teknik mesin XIV (SNTTM XIV,)* pp. 45-5, oktober. 2015
- [6] GLASSMAN, IRVIN and YETTER, R.A., *Combustion*, Fourth edition, San Diego-California. Elsevier. 2008081907303254
- [7] MANSOUR, M.S., et al., “**Effect of the mixing fields on the stability and structure of turbulent partially premixed flames in a concentric flow conical nozzle burner**”, Elsevier: *Combustion and flame*, vol.000, pp. 1-21, Oktober.2016
- [8] RANKIN, D.D., THERKELSEN, P., *Lean combustion technology and control*, 2nd Edition, Elsevier. 2016