

KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BUTANA-UDARA PADA MESO-SCALE COMBUSTOR DENGAN SUDDEN EXPANSION DAN POROS SILINDER

Wildhon Mochamad Firdousy¹, Franciscus Xaverius Kristianta², Andi Sanata²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

Email: *WildhonFirdousy@gmail.com

ABSTRAK

Proses pembakaran mempunyai skala dimana masih banyak masyarakat yang belum mengetahui definisi dan jenis ukuran yang ada dari pembakaran micro-scale combustor, secara umum micro-scale combustor di klasifikasikan menjadi tiga, yaitu micro-scale combustor, meso-scale combustor dan macro-scale combustor. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu variasi diameter inlet 3,3 mm dan 4,2 mm dan diameter outlet 4,7 mm dengan menggunakan sudden expansion dan poros silinder. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik nyala api pada meso-scale combustor dengan sudden expansion dan poros silinder sebagai flame holder.

Keywords: Meso-scale combustor, Poros Silinder, Sudden Expansion, Flame mode

PENDAHULUAN

Baterai merupakan perangkat komponen terbesar dan terberat dari beberapa peralatan /sistem sehingga dibutuhkan pengembangan energi yang terbarukan di perangkat kecil tetapi mempunyai energi yang kuat sebagai pengganti baterai. Sehingga banyak dilakukan pengembangan energi dengan skala kecil yang mempunyai energi dengan kepadatan yang sangat tinggi [1].

Pembangkit tenaga mikro berbasis pembakaran dianggap sebagai salah satu alternatif kompetitif karena kepadatan energi yang lebih tinggi, karena itu pembakaran hidrokarbon di bawah skala mikro telah diteliti secara luas. Efisiensi energi dari hidrokarbon lebih kuat dari baterai, keuntungan dari bahan bakar hidrokarbon yaitu rendahnya biaya, pengisian ulang instan dan voltase yang di hasilkan konstan. [2].

Peningkatan stabilitas api dan efisiensi termal dari micro-scale combustor menjadi tantangan dalam investigasi pembakaran. Pembakaran dan optimalisasi desain memiliki peran penting dalam peningkatan efisiensi stabilitas api dan selain itu peningkatan stabilitas bisa dengan resirkulasi panas melalui dinding saluran. Sudden Expansion yang diaplikasikan dalam combustor berguna untuk mengontrol posisi nyala api dan memperluas jarak operasional kecepatan aliran. Sudden Expansion di dalam combustor akan meningkatkan pencampuran udara dengan bahan bakar dan memperlama residence time sehingga panas dalam combustor lebih merata [5].

Banyak upaya telah dilakukan untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi pembakaran di *micro-scale combustor* seperti pembakaran media berpori, panas resirkulasi dan menambahkan *bluff body* ke dalam combustor. Data penelitian menunjukkan fakta bahwa *bluff body* adalah metode yang efektif untuk menstabilkan pembakaran dalam *micro-scale combustor* [4].

Dalam penelitian ini akan mengidentifikasi pengaruh poros silinder di dalam *meso-scale combustor* terhadap karakteristik nyala api pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan *sudden expansion* dan poros silinder sebagai *flame holder* [3].

METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan februari 2020 s/d Bulan September 2020. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

b. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

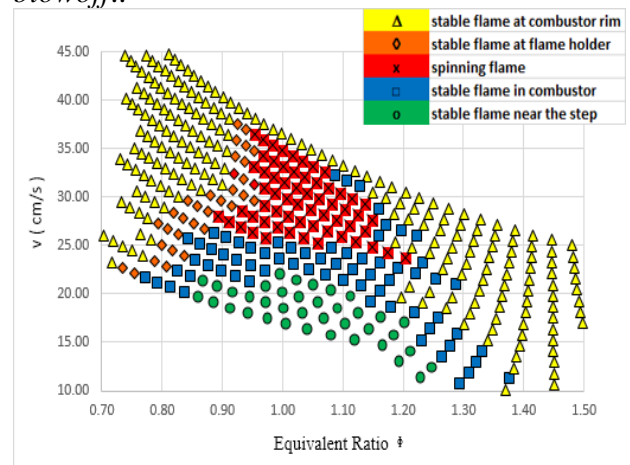
- 1) *Meso-Scale Combustor*
- 2) *Combustor Holder*
- 3) *Mixer*
- 4) Flowmeter udara dan bahan bakar
- 5) Kompresor
- 6) *Pisco Tube*
- 7) Kamera
- 8) Pemantik Api
- 9) Gas Butana
- 10) Poros silinder

c. Prosedur Penelitian

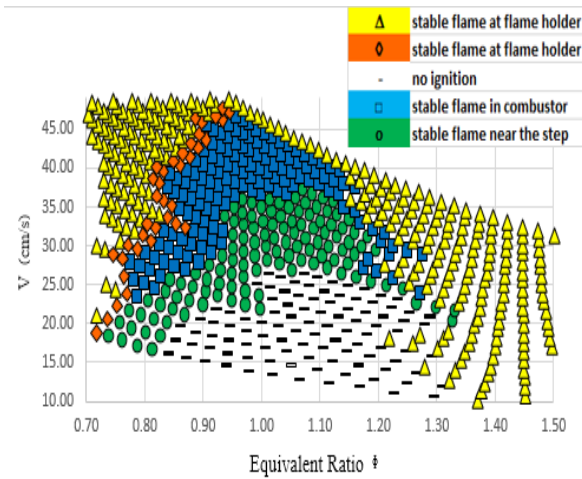
Poros silinder mempunyai ukuran diameter 1 mm dan menggunakan bahan stainless steel. Variasi untuk ukuran *combustor* sendiri memiliki ukuran diameter inlet 3,3 mm dan 4,2 mm dan diameter outlet 4,7 mm dan juga penambahan *sudden expansion* pada setiap *combustor*.

HASIL PENELITIAN

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan debit bahan bakar dan debit udara dimana api dapat menyala dengan stabil pada beberapa variasi *meso-scale combustor* dengan *sudden expansion* dan *Flame holder* yaitu Poros Silinder. Debit bahan bakar (Q_f) dimulai dari nilai 2 ml/min hingga api yang dihasilkan akan padam atau *blowoff* sedangkan debit udara dimulai dari 50 ml/min hingga nyala api padam atau *blowoff*.



Gambar 1. Grafik stabilitas nyala api $D1/D2 = 0,7$



Gambar 2. Grafik Stabilitas Nyala api D1/D2 = 0,9

Tabel 1. Hasil *flame mode* dari hasil pembakaran dengan equivalen $\Phi = 1$ dan RGB

NO	V (at D2) (cm)	D1/D2=0,7	D1/D2=0,9
1	18,40	 Stable flame near the step RGB = 144.184.247	 No Ignition RGB = 0
2	20,10	 Stable flame near the step RGB = 162.215.251	 No Ignition RGB = 0
3	21,79	 Stable flame near the step RGB = 175.230.252	 Stable flame near the step RGB = 110.134.215
4	23,48	 Stable flame in combustor RGB = 180.232.253	 Stable flame near the step RGB = 120.196.220
5	31,40	 Spinning flame RGB = 137.187.253	 Stable flame near the step RGB = 125.183.226

6.	33,10	 Spinning flame RGB = 144.185.253	 Stable flame near the step RGB = 147.208.244
7.	34,79	 Spinning flame RGB = 144.187.254	 Stable flame near the step RGB = 153.209.244
8.	36,48	 Stable flame at combustor rim RGB = 243.210.201	 Stable flame in combustor RGB = 177.224.251
9.	38,18	 Stable flame at combustor rim RGB = 245.226.222	 Stable flame in combustor RGB = 179.227.252
10.	39,87	 Stable flame at combustor rim RGB = 157.185.236	 Stable flame in combustor RGB = 183.230.253

Menurut grafik di atas menunjukkan karakteristik nyala api paling sering terjadi adalah *Flame at combustor rim*. Selain itu rentang nyala api paling sempit terjadi di rasio D1/D2 = 0,7. Sedangkan rentang nyala api terluas terdapat pada ratio D1/D2 = 0,9 hal ini bisa dilihat pada grafik di atas dengan sebaran titik berwarna hijau menandakan bahwa nyala api yang menempel di step lebih menyebar luas dibandingkan *combustor* D1/D2 = 0,7.

Grafik di atas sangat berguna untuk menggambarkan proses yang terjadi ketika kondisi pengambilan data dilakukan, jadi pemilihan rasio D1/D2 dapat diperoleh dari peta mode nyala api. kondisi yang paling bagus adalah D1/D2 = 0,9 karena api menempel di step lebih banyak.

Dan semakin tinggi kecepatan reaktan pada *meso-scale combustor* dengan *sudden expansion* dan poros silinder sebagai *flame holder* menghasilkan tampak api yang terang

menyala sehingga hasil dari pengamatan RGB menunjukkan hasil yang tinggi.

KESIMPULAN

Variasi ukuran rasio D1/D2 dengan menggunakan *sudden expansion* dan poros silinder pada *meso-scale combustor* memberikan perilaku nyala api yang berbeda, yaitu *Flame at combustor rim*, *Flame at flame holder*, *Flame in Combustor*, *Flame near the step*, *Spinning Flame*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagheri, G., Hosseini, E. S., dan Wahid, A. M. 2014 *Effect of bluff body shape on the flame stability in premixed micro-combustion of hydrogen-air mixture* Applied Thermal Engineering Vol (67) 266-272.
- [2] Baigmohammadi, M., S. Tabejamaat dan Y. Farsiani. 2015. *Experimental study of the effect of geometrical parameters, Reynold number, and equivalence ratio on methane-oxygen premixed flame dynamics in on-adiabatic cylindrical meso-scale reactors with the backward facing step*. Chemical Engineering Science 132: 215-233.
- [3] Pan, J., Zhang, C., Pan, Z., Zhu, Y., dan Lu, Q. 2019. *Investigation on the effect of bluff body ball on the combustion characteristics for methane/oxygen in micro combustor*. School of Energy and Power Engineering zjiangsu University Zhenjiang 1. 1-32.
- [4] Wan, J., A. Fan. K, Maruta. H, Yao. dan W, Liu 2012. *Experimental and numerical investigation on combustion characteristics of premixed hydrogen/air flame in a micro-combustor with a bluff body*. Hydrogen Energy 37: 19190-19197.
- [5] Yang, M. W., Chou, S. K., Shu, C., Li, W. Z., dan Xue, H. 2002. *Combustion in micro-cylindrical combustors with and without a backward facing step* Applied Thermal Engineering Vol (22) 1777-1787.