BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Data didapat dari hasil penelitian eksperimental terhadap *meso-scale combustor* dengan variasi *flame holder*. Pengambilan data yang dilakukan antara lain adalah data *flame stability limit*, visualisasi bentuk nyala api, dan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran.

Untuk data *flame stability limit*, data diambil dengan cara memvariasikan nilai debit udara dan debit bahan bakar dimana api stabil dapat menyala di dalam *meso-scale combustor*. Pada pengambilan data, debit bahan bakar (Q_f) dijaga konstan sedangkan nilai debit udara (Q_a) divariasikan hingga mencapai nilai minimum dan maksimum dimana api menyala dalam *combustor* / menempel pada *flame holder*. Selanjutnya data hasil penelitian *flame stability limit* pada *meso-scale combustor* dengan variasi *flame holder* dibentuk menjadi tabel sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data *flame stability limit* untuk *Meso-scale combustor* dengan *perforated plate*

No.	Q _f (mL/min)	Q _a min (mL/min)	Q _a max (mL/min)
1	6	135	150
2	7	150	180
3	8	170	205
4	9	185	225
5	10	200	245
6	1100	220	265
7	12	235	285
8	13	250	305
9	14	270	325
10	15	290	340
11	16	315	360
12	17	340	380
13	18	370	400
14	19	395	420
15	20	420	435

Tabel 4.2 Data *flame stability limit* untuk *Meso-scale combustor* dengan *Wire mesh*

No.	Q _f (mL/min)	Q _a min (mL/min)	Q _a max (mL/min)
1	6	130	155
2	7	150	187
3	8	170	210
4	9	190	230
5	10	208	248
6	li D	233	260
7	12	255	268

Tabel 4.3 Data flame stability limit untuk Meso-scale combustor dengan Backward facing step

No.	Q _f (mL/min)	Q _a min (mL/min)	Q _a max (mL/min)	
1	4.8	120	135	
2	5.5	130	150	
3	6	135	155	
4	6.7	140	165	
5	7.3	150	170	
6	7.7	160	180	
7	8.5	170	190	
8	9.1	190	200	

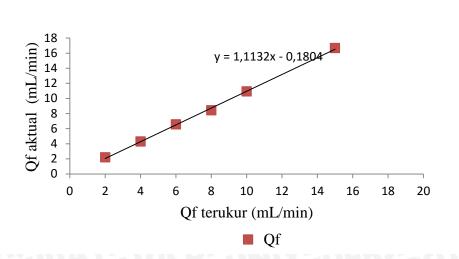
Pada pengambilan data, digunakan *flowmeter* bahan bakar C₃H₈, sedangkan yang digunakan adalah bahan bakar LPG maka dari itu kalibrasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara debit yang terbaca dan debit aktual. Proses kalibrasi *flowmeter* bahan bakar (LPG) dimulai dengan mengisi penuh air bak penampung dan gelas ukur. Gelas ukur yang sudah terisi air diposisikan terbalik, selanjutnya alirkan bahan bakar dari tabung LPG dengan mengatur debit bahan bakar (LPG) menggunakan *flowmeter* bahan bakar yang terhubung dengan selang. Ujung selang tersebut dimasukkan kedalam gelas ukur sampai berada pada batas permukaan air di dalam gelas ukur. Volume air pada gelas ukur akan terus berkurang dikarenakan gas

LPG memenuhi ruang dalam gelas ukur, lalu posisi gelas ukur ditarik ke atas, sehingga permukaan air didalam gelas ukur dan diluar gelas ukur tetap sama. Perbedaan volume air pada gelas ukur yang semakin berkurang akan diketahui dan waktu (*stopwatch*) dijalankan dan diamati berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam setiap penurunan volume air . Data kalibrasi *flowmeter* bahan bakar (LPG) dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data kalibrasi *flowmeter* bahan bakar (LPG)

Waktu (detik)	Q _f teoritis (mL/min)	Q _f aktual (mL/min)
60	2	2.181
60	4	4.285
60	6	6.545
60	8	8.421
60	$\langle 10^{\circ} \rangle$	10.909
60	15	16.666

Setelah didapat nilai Q_f aktual untuk masing - masing debit bahan bakar selanjutnya nilai - nilai tersebut di plot pada grafik menggunakan aplikasi *micro*soft excel 2013 sehingga membentuk Grafik seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik kalibrasi flowmeter bahan bakar LPG

Dari grafik ditarik $\it Trendline$ dan didapat persamaan linear konversi $\it Q_f$ terukur menjadi $\it Q_f$ aktual. Persamaannya adalah :

$$y = 1{,}113 x - 0{,}180 \tag{4-1}$$

Dimana:

- $y = Q_f$ aktual
- $x = Q_f$ terbaca
- R^2 = Koefisien determinasi = 0,999

 R^2 merupakan koefisien determinasi yang berfungsi untuk mengukur keakuratan suatu persamaan regresi dengan cara memberikan proporsi atau persentase yang terletak antara 0-1. Keakuratan suatu persamaan regresi dikatakan semakin akurat apabila nilai R^2 semakin mendekati 1. Setelah didapat persamaan (4-1) seluruh nilai Q_f pada Tabel 4.1- 4.2 dikonversi menggunakan persamaan tersebut. Kemudian hasil konversinya dapat dilihat pada lampiran 1-3.

4.2 Pengolahan Data Flame stability limit

Dalam grafik *flame stability limit*, batas - batas kestabilan nyala api ditentukan dari batas *rasio ekuivalen*. (Φ) . Batas - batas kestabilan nyala api tersebut meliputi batas atas (*upper limit*) dan batas bawah (*lower limit*).

Untuk mengetahui *rasio ekuivalen*, maka harus dilakukan perhitungan rasio udara dan bahan bakar (AFR) stoikiometri terlebih dahulu. AFR stoikiometri sendiri adalah rasio campuran udara dan bahan bakar pada kondisi dimana setiap molekul bahan bakar bereaksi seluruhnya dengan molekul *oxydizer* (udara). Setelah didapat nilai AFR stoikiometri untuk LPG yang terdiri dari 50% propana dan 50% butana, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *rasio ekuivalen*.(Φ). Rumus perhitungan Φ menggunakan rumus (2-5) berikut ini.

$$\Phi = \frac{AFR_{stoic}}{AFR_{aktual}}$$

Keterangan:

• Φ = Rasio ekuivalen.

- AFR stoic = Rasio udara dan bahan bakar dalam kondisi stoikiometrik
- AFR_{aktual} = Rasio udara dan bahan bakar dalam kondisi aktual

Untuk menghitung nilai AFR aktual dapat dicari dengan menggunakan data aktual perbandingan debit udara dan bahan bakar. Data yang digunakan berdasarkan pada lampiran 1 Sebagai contoh berikut perhitungan *rasio ekuivalen*.

4.2.1 Perhitungan Rasio ekuivalen. (Φ)

diketahui dari data pada lampiran 1 pada baris nomor 1

- AFR_{stoic} = 27,37
- $Q_{f constant}$ = 6,582 ml/min
- $Q_a \min = 130 \text{ ml/min}$
- $Q_a max = 150 ml/min$

- Rasio ekuivalen (Φ) .

Perhitungan *rasio ekuivalen*. (Φ) menggunakan penurunan rumus *rasio ekuivalen*. (2-5) , berdasarkan nilai Qa min dan Qa max, dapat dicari *lower limit* (Φ_{lower}) dan *upper limit* (Φ_{upper}) dengan rumus (4-2) dan (4-3)

(4-2)

a.
$$\Phi_{\text{lower}} = \frac{Q_f \times AFR_{stoic}}{Qa}$$

$$\Phi_{\text{lower}} = \frac{6,582 \, ml/min \times 27,37}{150 \, ml/min}$$

$$\Phi_{lower} = 1,19$$

b.
$$\Phi_{lower} = \frac{Q_f \times AFR_{stoic}}{Qa}$$

$$\Phi_{\text{upper}} = \frac{6,582 \, ml/min \times 27,37}{130 \, \text{ml/min}} \tag{4-3}$$

$$\Phi_{\text{upper}} = 1.32$$

BRAWIJAYA

Pengolahan data yang dilakukan selanjutnya adalah menghitung kecepatan aliran total reaktan didalam *meso-scale combustor*. Perhitungan kecepatan reaktan (V_{total}) dilakukan berdasarkan debit total aliran reaktan yang mengalir didalam *combustor*. Berikut adalah perhitungan kecepatan total reaktan berdasarkan pada data lampiran 1.

4.2.2 Perhitungan Kecepatan Reaktan (V total)

Diketahui dari data lampiran 1 pada baris nomor 1

- $Q_f = 6,582 \text{ ml/min}$
- $Q_{a min} = 130 ml/min$
- $Q_{a max} = 150 ml/min$
- Ø dalam combustor = 3.5 mm; r = 1.75 mm
- Kecepatan reaktan minimum

V total_{min} =
$$\frac{\left(\frac{Q_{a \min} + Q_{f}}{60}\right)}{\frac{(3.14 \times r^{2})}{100}}$$
V total_{min} =
$$\frac{\left(\frac{130 \, ml/min + 6.582 \, ml/min}{60 \, s}\right)}{\frac{(3.14 \times 1.75^{2})}{100} cm^{2}}$$

V total $_{min} = 26,87 \text{ cm/s}$

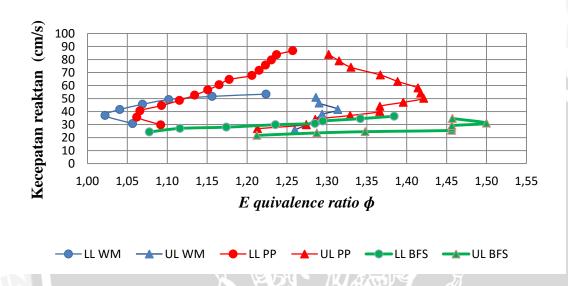
- Kecepatan reaktan maksimum

V total_{min} =
$$\frac{\left(\frac{Qa \max + Q_f}{60}\right)}{\frac{(3,14 \times r^2)}{100}}$$
V total_{max} =
$$\frac{\left(\frac{150 ml/min + 6,582 ml/min}{60 s}\right)}{\frac{(3,14 \times 1,75^2)}{100} cm^2}$$
V total_{max} = 29,73 cm/s

Keseluruhan perhitungan diatas diterapkan ke masing masing data pada lampiran 1 sampai dengan lampiran 3 serta hasil keseluruhan perhitungan tersebut dapat dilihat pada lampiran 4 sampai dengan lampiran 6.

4.3 Pembahasan Flame stability limit

Setelah melakukan perhitungan untuk mencari batas kestabilan nyala api atau *flame stability limit*, didapatkan data - data yang dapat diamati mengenai pengaruh hubungan antara rasio ekuivalen dengan kecepatan reaktan pada setiap meso-scale combustor dengan *flame holder* yang berbeda-beda seperti dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2 Grafik flame stability limit pada meso-scale combustor dengan variasi flame holder

Pada grafik diatas menampilkan hubungan antara rasio ekuivalen dengan kecepatan reaktan bagi setiap *flame holder*, terlihat bahwa *meso-scale combustor* dengan *perforated plate* stabil pada kecepatan reaktan yang tinggi, sedangkan *meso-scale combustor* dengan *backward facing step* cenderung stabil pada kecepatan reaktan yang rendah. Grafik *flame stability limit* menjadi acuan dalam menggambarkan api stabil yang dapat dicapai oleh *meso-scale combustor*.

Api stabil dapat dicapai ketika kecepatan reaktan sama besar dengan kecepatan pembakaran. Kecepatan reaktan dipengaruhi debit udara dan bahan bakar sementara kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh temperatur pembakaran. Dalam hal ini fungsi *flame holder* pun berperan dalam menentukan kestabilan api, selain menjadi tempat menempelnya api, *flame holder* menjadi media resirkulasi panas (*heat recirculation*) dari nyala api ke reaktan. Berikut

32

akan diuraikan penjelasan masing-masing meso-scale combustor mengenai hubungan antara rasio ekuivalen dengan kecepatan reaktan.

• Backward facing step

Pada meso-scale combustor dengan backward facing step, api dapat stabil pada kecepatan reaktan yang rendah dan cenderung pada campuran reaktan yang lebih kaya bahan bakar, pada meso-scale combustor ini, api menempel pada facing step yang merupakan bagian perbedaan diameter penampang combustor. Dari grafik terlihat bahwa dengan semakin tingginya kecepatan reaktan maka api akan stabil pada rasio ekuivalen yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena heat recirulation yang terjadi pada backward facing step maupun koveksi dari dinding combustor ke reaktan tidak begitu maksimal dibandingkan dengan wire mesh maupun perforated plate serta fungsi flame holder backward facing step disini hanya membuat temperatur pembakaran yang tinggi pada sekitar dinding-dinding combustor bukan secara keseluruhan ruang combustor. Hal ini membuat api hanya dapat stabil pada kecepatan reaktan yang rendah.

• Wire mesh

Pada *meso-scale combustor* dengan *wire mesh*, api dapat stabil pada daerah rasio ekuivalen yang lebih miskin dari *meso-scale combustor* dengan *backward facing step* tetapi dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada *backward facing step*. Hal ini disebabkan karena *wire mesh* sebagai *flame holder* dapat menciptakan konveksi dari dinding ke reaktan untuk melakukan *pre-heating* pada reaktan. *Heat recirculation* pada *wire mesh* juga lebih baik, yaitu meningkatkan temperatur bahan bakar yang menyebabkan temperatur pembakaran juga meningkat dan merata keseluruh penampang *wire mesh*. Api pada *wire mesh* ini dapat stabil pada kecepatan reaktan yang lebih tinggi, dikarenakan temperatur pembakaran yang lebih tinggi.

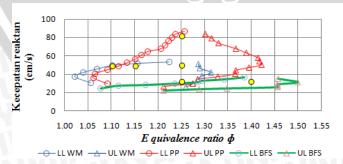
• Perforated plate

Pada meso-scale combustor dengan perforated plate, api dapat stabil pada daerah rasio ekuivalen diantara wiremesh dan backward facing step, pada kecepatan

yang lebih tinggi daripada wiremesh. Hal ini disebabkan karena heat recirulation dari perforated plate yang terbuat dari tembaga mampu memanaskan reaktan lebih tinggi dibandingkan wiremesh, dikarenakan perforated plate terbuat dari tembaga yang memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi bila dibandingkan wiremesh yang terbuat dari stainless steel. Dengan adanya temperatur reaktan yang lebih tinggi, menyebabkan kecepatan pembakaran yang lebih tinggi pula. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa api dapat stabil bila kecepatan reaktan sebanding dengan kecepatan pembakaran. Kecepatan reaktan yang tinggi dapat menyebabkan heat generation yang tinggi, dimana hal ini yang dibutuhkan dalam pembangkitan energi pada meso-scale combustor.

4.4 Visualisasi Nyala Api

Pengambilan data temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran dan visualisasi nyala api didasarkan pada grafik *flame stability limit*. Dari grafik tersebut ditentukan beberapa titik yang nantinya dijadikan acuan dalam mengamati karakteristik pembakaran yang diamati, dalam hal ini visualisasi nyala api dan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran . Untuk membandingkan pengaruh *equivalence ratio*, maka diambil beberapa titik dengan nilai *equivalence ratio* yang berbeda dengan kecepatan reaktan sama. Sedangkan untuk membandingkan pengaruh kecepatan reaktan, maka diambil beberapa titik dengan *equivalence ratio* sama dan besar kecepatan reaktan yang berbeda. Titik -titik untuk pengambilan data visualisasi dan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran ditunjukkan pada gambar 4.3. Besar rasio ekuivalen, kecepatan reaktan, debit bahan bakar dan debit udara pada titik-titik tersebut ditunjukkan pada tabel 4.5



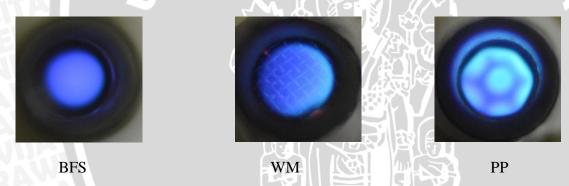
Gambar 4.3 Titik - titik untuk pengambilan data visualisasi dan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran

Tabel 4.5 Data visualisasi bentuk nyala api dan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran

No.	Φ	$V_{reaktan}$	Q _f aktual	Q _f terukur	Q_a
HATTINE		mL/min	mL/min	mL/min	mL/min
1	1.25	80	18.30	20.15	441.42
2	1.25	45	10.29	11.33	248.29
3	1.25	30	6.85	7.55	165.52
4	1.10	45	9.10	10.03	249.6
5	1.15	45	9.49	10.04	249.16
6	1.40	30	7.63	8.42	164.66

4.5 Pengambilan Data Visualisasi bentuk nyala api

Hasil visualisasi nyala api didapat dengan menggunakan kamera Nikon D5100 berlensa makro dan hasilnya dapat diamati pada gambar-gambar dibawah ini.

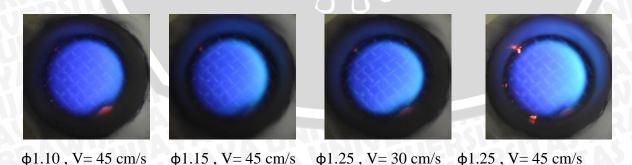


Gambar 4.4 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* dengan variasi *flame holder* pada *equivalence ratio* 1.25 dan kecepatan reaktan 30 cm/s

Gambar 4.4 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api, kondisi equivalence ratio 1.25 dan kecepatan reaktan 30 cm/s dengan flame holder yang bervariasi, terlihat flame holder dengan perforated plate memiliki luasan api yang lebih luas dan berwarna biru terang daripada kedua combustor lainnya karena perforated plate menciptakan *heat recirculation* yang lebih baik bila dibandingkan *wiremesh* maupun *backward facing step*. Dengan ada nya resirkulasi panas ini, temperatur reaktan menjadi lebih tinggi sehingga menyebabkan temperatur pembakaran yang semakin tinggi pula, sehingga luasan api terlihat memenuhi ruang secara keseluruhan.

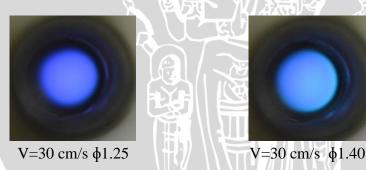
Gambar 4.5 Visualisasi bentuk nyala api pada meso-scale *combustor* dengan *perforated plate* pada variasi kecepatan reaktan dan variasi *equivalence ratio*

Gambar 4.5 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api meso-scale combustor dimana kondisinya menggunakan variasi kecepatan reaktan tapi equivalence ratio dijaga tetap yaitu 1.25. Serta variasi equivalence ratio dengan kecepatan reaktan yang dijaga tetap dijaga tetap yaitu 45 cm/s. Dari gambar diatas didapat bahwa semakin bertambahnya kecepatan reaktan maka akan menghasilkan luasan api yang lebih luas dikarenakan temperatur pembakaran meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan reaktan, sehingga jarak antara api dan dinding semakin mengecil bila dibandingkan kecepatan reaktan yang rendah. Sementara pada variasi rasio ekuivalen dengan kecepatan reaktan yang sama terlihat bahwa luasan api pada rasio ekuivalen 1.15 memiliki warna biru yang lebih terang tetapi dengan luasan yang lebih sempit dari rasio ekuivalen 1.10 dikarenakan pada rasio ekuivalen yang lebih tinggi pada kecepatan reaktan dijaga tetap, debit bahan bakar yang memasuki combustor meningkat tetapi tidak diiringi dengan debit udara, sehingga temperatur api mengalami penurunan . Penurunan temperatur ini menyebabkan nyala api tidak menyebar memenuhi dinding combustor sehingga api terlihat menjadi sempit.



Gambar 4.6 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* dengan *wiremesh* pada variasi *equivalence ratio* dan variasi kecepatan reaktan

Gambar 4.6 menunjukkan bentuk nyala api meso-scale combustor dimana kondisinya menggunakan variasi rasio ekuivalen tapi kecepatan reaktan dijaga tetap yaitu 45 cm/s. Serta variasi kecepatan reaktan dengan rasio ekuivalen yang dijaga tetap yaitu1.25 cm/s. Pada variasi rasio ekuivalen 1.25 dengan kecepatan reaktan yang sama terlihat bahwa luasan api pada rasio ekuivalen 1.25 memiliki warna biru yang lebih terang tetapi memiliki luasan penampang api yang lebih sempit daripada rasio ekuivalen 1.10, terlihat dari lebih banyaknya celah/jarak ke dinding. Hal ini disebabkan pad rasio ekuivalen yang lebih tinggi tetapi kecepatan reaktan dijaga tetap, debit bahan bakar yang memasuki combustor meningkat tetapi tidak diiringi dengan penambahan debit udara, sehingga temperatur pembakaran mengalami penurunan. Penurunan temperatur pembakaran ini menyebabkan nyala api tidak menyebar memenuhi dinding combustor sehingga terlihat api menjadi lebih sempit. Sementara itu dengan semakin bertambahnya kecepatan reaktan maka akan menghasilkan luasan api yang lebih luas dikarenakan temperatur pembakaran meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan reaktan, sehingga jarak antara api dan dinding semakin mengecil bila dibandingkan dengan kecepatan reaktan yang lebih rendah.



Gambar 4.7 Visualisasi bentuk nyala api *pada meso-scale combustor* dengan *Backward facing step* pada kecepatan reaktan 30 cm/s dengan variasi *equivalence ratio*

Gambar 4.7 menunjukkan visualisasi nyala api meso-scale combustor dimana kondisinya menggunakan variasi rasio ekuivalen tapi kecepatan reaktan dijaga tetap yaitu 30 cm/s. Dengan semakin tingginya rasio ekuivalen pada kecepatan reaktan yang tetap akan menghasilkan warna api yang lebih terang, tetapi memiliki luasan api yang cenderung lebih sempit dikarenakan dengan semakin meningkatnya rasio ekuivalen, debit bahan bakar yang memasuki combustor akan berlebih tanpa diiringi penambahan debit udara, sehingga

BRAWIJAYA

temperatur pembakaran pun menurun. Hal ini membuat luasan api tidak merata seluruhnya mengenai dinding combustor, terdapat celah atau jarak yang membuat api terlihat menyempit.

4.6 Temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran

Temperatur diukur pada 3 titik dari di dalam *combustor*. Titik 1 berada ujung mulut combustor (kearah *upstream*), titik 2 berada pada 5 mm dari titik 1 dan titik 3 yaitu berada 9 mm dari titik 1. Berikut merupakan tabel data temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran.

Tabel 4.6 Pengambilan data temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran *meso-scale combustor* dengan *perforated plate*

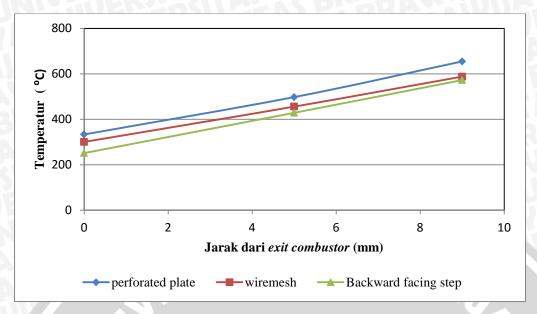
No.	Φ	Vreaktan	Te	emperatur	(°C)
110.	Ψ	(cm/s)	0	5	9
4	1.25	30	333.24	497.61	654.60
2	1.25	45	476.70	601.21	763.00
3	1.25	80	729.88	866.52	1067.55
4	1.10	45	521.40	750.53	798.10
5	1.15	45	476.70	601.21	769.50

Tabel 4.7 Pengambilan data temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran meso-scale combustor dengan wiremesh

No.	Φ	Vreaktan		Гетрегаtur (°С	<u>(</u>)
140.	Ψ	(cm/s)	0	5	9
1	1.10	45	428.53	572.92	696.96
2	1.15	45	318.79	550.51	670.00
3	1.25	45	276.25	513.65	660.00

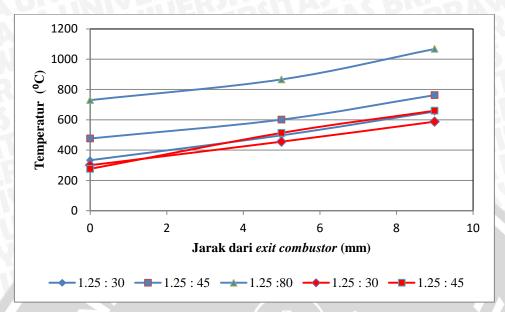
Tabel 4.8 Pengambilan data temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran meso-scale combustor dengan variasi flame holder yaitu perforated plate, wiremesh dan backward facing step

Variasi flame holder	Temperatur (°C)		
ф1.25 : 30 cm/s	0	5	9
Perforated plate	333.24	497.61	654.60
Wiremesh	300.35	455.73	587.73
Backward facing step	251.32	428.53	572.40



Gambar 4.8 Perbandingan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran pada kondisi φ1.25 dan V_{reaktan} 30 cm/s *meso-scale combustor* dengan variasi *flame holder* yaitu *perforated plate, wiremesh* dan *backward facing step*

Gambar 4.8 menunjukkan hubungan antara temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran dengan kondisi \(\phi 1.25 \) dan kecepatan reaktan \(30 \) cm/s pada masing-masing combustor yaitu perforated plate, wiremesh dan backward facing step. Dari grafik diatas diketahui bahwa pada meso-scale combustor perforated plate mencapai temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran yang tertinggi bila dibandingkan combustor lainnya yaitu 654.60 ⁰ C. Hal ini disebabkan karena pada meso-scale combustor dengan perforated plate memiliki nilai konduktivitas yang lebih tinggi pada *flame holder* nya yang menyebabkan adanya pemanasan pada reaktan yang masuk kedalam combustor, sehingga temperatur reaktan meningkat dan secara otomatis berdampak pula pada temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran yang dihasilkan oleh pembakaran dalam meso-scale combustor. Sementara pada wire mesh, resirkulasi panas yang dihasilkan tidak cukup baik bila dibandingkan dengan perforated plate. Dikarenakan material wire mesh terbuat dari stainless steel yang memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah. Pada backward facing step memiliki suhu yang terendah bila dibandingkan dengan perforated plate maupun wire mesh. Hal ini disebabkan oleh resirkulasi panas yang dimiliki backward facing step dan fungsi facing step sebagai flame holder kurang begitu maksimal. Heat recirculation yang tidak maksimal ini membuat temperatur pembakaran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan wire mesh maupun perforated plate

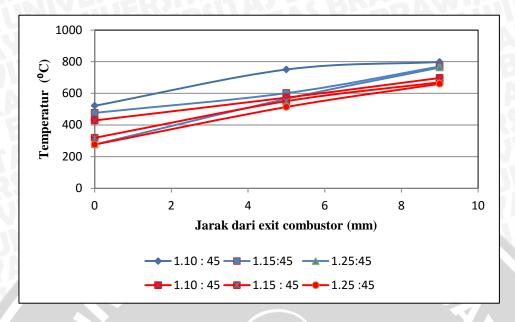


Gambar 4.9 Hubungan kecepatan reaktan terhadap temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran pada meso-scale combustor dengan perforated plate dan wiremesh

 $\triangle \bigcirc \blacksquare = Perforated plate$

 \triangle \bigcirc \blacksquare = Wiremesh

Gambar 4.9 menggambarkan hubungan kecepatan reaktan terhadap temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan *perforated plate* dan *wiremesh* dimana kondisinya adalah *equivalence ratio* dijaga tetap yaitu φ 1.25 sedangkan yang divariasikan adalah kecepatan reaktannya. Pada grafik *Perforated plate* tersebut menyatakan bahwa pada kondisi V_{reaktan} 80 cm/s memiliki temperatur yang tertinggi bila dibandingkan V_{reaktan} 30 cm/s dan 45 cm/s yaitu mencapai 1067.55 °C. Sementara grafik pada *wiremesh* menyatakan bahwa pada kondisi V_{reaktan} 45 cm/s memiliki temperatur yang tertinggi bila dibandingkan V_{reaktan} 30 cm/s yaitu mencapai 660 °C. Hal ini disebabkan dengan semakin tingginya kecepatan reaktan, resirkulasi panas dan kecepatan pembakaran yang terjadi dalam combustor semakin meningkat sehingga temperatur pembakaran turut meningkat. Hal ini tentunya meningkatkan temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran pada proses pembakaran dalam *meso-scale combustor*.



 \triangle \bigcirc \blacksquare = Wiremesh

Gambar 4.10 Hubungan *Equivalence ratio* terhadap temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan *perforated plate* dan *wiremesh*

Gambar 4.10 menggambarkan hubungan *equivalence ratio* terhadap temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran *meso-scale combustor* dengan *perforated plate* dan *wiremesh* dimana kondisinya adalah kecepatan reaktan yang dijaga tetap yaitu 45 cm/s sedangkan yang divariasi yaitu *equivalence ratio* nya yaitu 1.10 , 1.15 dan 1.25. Dari kedua grafik diatas diketahui bahwa temperatur tertinggi dicapai oleh *equivalence ratio* 1.10 oleh masing-masing *combustor* baik *perforated plate* maupun *wiremesh*. Temperatur tertinggi yang dicapai yaitu 798.0991 °C untuk *perforated plate* dan 696.9621 °C untuk *wiremesh*. Dapat terlihat bahwa nilai temperatur nyala api dan gas hasil pembakaran semakin menurun seiring dengan kenaikan nilai *equivalence ratio*. Hal ini disebabkan pada rasio ekuivalen yang lebih tinggi dalam hal ini φ1.15 dan 1.25, debit bahan bakar yang berada dalam reaktan akan semakin melimpah tetapi tidak diimbangi dengan kenaikan debit udara, yang membuat campuran reaktan akan menjadi lebih kaya bahan bakar. Sehingga menimbulkan kemungkinan jumlah bahan bakar yang tidak terbakar (*unburned gas*) akan semakin meningkat.