

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

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

Untuk data *flame stability limit*, data yang diambil adalah nilai debit udara dan debit bahan bakar yang divariasikan dimana api dapat menyala dengan stabil di dalam *meso-scale combustor*. Debit bahan bakar (Q_f) dijaga konstan, sedangkan debit udara (Q_a) divariasikan hingga didapatkan debit udara maksimum dan minimum. Selanjutnya data hasil penelitian *flame stability limit meso-scale combustor* dengan *backward facing step* dibentuk menjadi Tabel sebagai berikut.

A. Diameter *Meso-scale combustor* : 3,2/4,7 (0,7)

Tabel 4.1 Pengambilan data *flame stability limit* untuk debit bahan bakar konstan pada *combustor* 0,7

Q_f (mL/min)	$Q_a \text{ min}$ (mL/min)	$Q_a \text{ max}$ (mL/min)
2.5	110	115
3	118	135
3.5	123	160
4	133	183
4.5	148	198
5	170	208
5.5	190	215
6	210	228
6.5	233	240

B. Diameter *Meso-scale combustor* : 2,4/4,7 (0,5)Tabel 4.2 Pengambilan data *flame stability limit* untuk debit bahan bakar konstan pada *combustor* 0,5

Q_f (mL/min)	$Q_a \text{ min}$ (mL/min)	$Q_a \text{ max}$ (mL/min)
3.5	125	128
4	140	148
4.5	160	163

Flowmeter bahan bakar butana (C_4H_{10}) yang digunakan adalah *flowmeter* C_3H_6 sehingga setiap nilai bahan bakar perlu dilakukan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui hubungan debit yang terbaca pada *flowmeter* dengan debit aktual. Proses pengkalibrasian diawali dengan mengisi penuh sebuah wadah dengan air dan gelas ukur. Gelas ukur yang telah terisi air diposisikan terbalik. Selanjutnya bahan bakar dialirkan ke dalam gelas ukur menggunakan *flowmeter* yang telah terhubung dengan selang. Ujung selang yang dialiri bahan bakar (butana) tersebut dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai batas permukaan air yang ada di dalam gelas ukur. Karena bahan bakar (butana) mengalir ke dalam gelas ukur, volume air di dalam gelas ukur akan berkurang. Volume air yang berkurang sama dengan volume butana yang masuk ke dalam gelas ukur. Seiring dengan hal tersebut, posisi gelas ukur ditarik keatas, sehingga permukaan air di dalam dan di luar gelas ukur tetap sama. Perbedaan volume air pada gelas ukur akan dicatat setiap skala debit bahan bakar pada *flowmeter* dalam waktu 1 menit. Data kalibrasi *flowmeter* bahan bakar butana dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Data kalibrasi *flowmeter* bahan bakar (butana)

Waktu (detik)	Q _f Terukur (mL/min)	Q _f Aktual (mL/min)
60	4	6.5
60	6	9
60	8	12.5
60	10	15.5
60	12	18.65
60	14	21.5
60	16	24
60	18	26.95
60	20	30
60	4	6.5

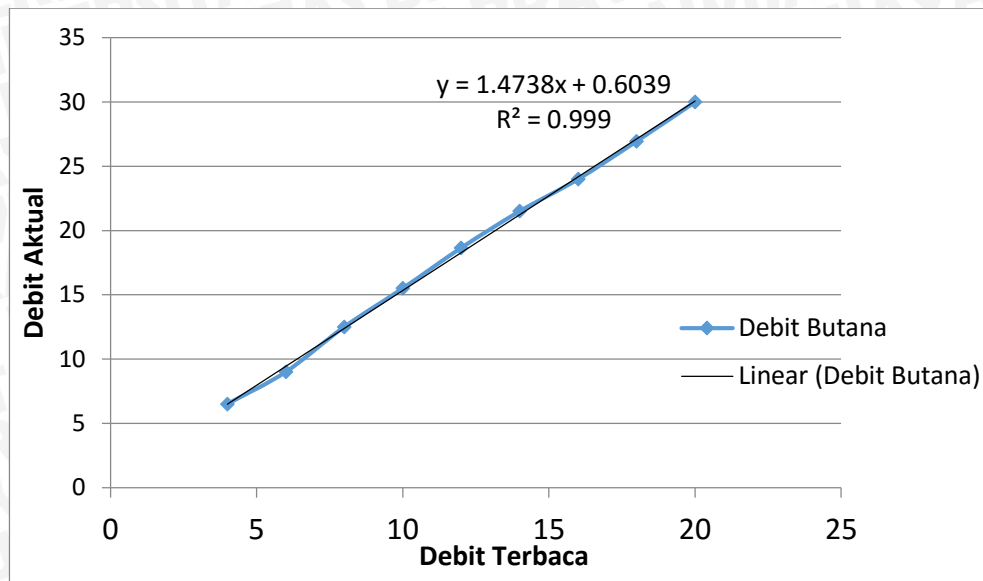
Setelah didapat nilai Q_f Aktual untuk masing - masing debit bahan bakar selanjutnya nilai - nilai tersebut di plot pada grafik menggunakan aplikasi *microsoft excel* 2013 sehingga membentuk Grafik 4.1 berikut.

Dari Grafik ditarik *Trendline* dan didapat persamaan linear konversi Q_f terukur menjadi Q_f aktual. Persamaannya adalah :

$$y = 1,4738 x + 0,6039 \quad (4-1)$$

Dimana:

- y = Q_f aktual
- x = Q_f terbaca
- R² = Koefisien determinasi = 0,999



Gambar 4.1 Grafik kalibrasi nilai debit bahan bakar (Q_f)

R^2 merupakan koefisien determinasi yang berfungsi untuk mengukur keakuratan suatu persamaan regresi dengan cara memberikan proporsi atau persentase yang terletak antara 0 – 1. 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 dan Tabel 4.2 dikonversi menggunakan persamaan tersebut. Kemudian hasil konversinya dituliskan pada Tabel berikut.

A. Diameter *Meso-scale combustor* : 3,2/4,7 (0,7)

Tabel 4.4 Data *flame stability limit* untuk debit bahan bakar konstan (Setelah konversi) pada *combustor* 0,7

Q_f (mL/min)	$Q_a \text{ min}$ (mL/min)	$Q_a \text{ max}$ (mL/min)
4.29	110	115
5.03	118	135
5.76	123	160
6.50	133	183
7.24	148	198
7.97	170	208
8.71	190	215
9.45	210	228
10.18	233	240

B. Diameter *Meso-scale combustor* : 2,4/4,7 (0,5)

Tabel 4.5 Data *flame stability limit* untuk debit bahan bakar konstan (Setelah konversi) pada *combustor* 0,5

Q_f (mL/min)	$Q_a \text{ min}$ (mL/min)	$Q_a \text{ max}$ (mL/min)
5.76	125	128
6.50	140	148
7.24	160	163

4.2 Pengolahan Data *Flame Stability Limit*

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

Untuk melakukan perhitungan *rasio ekuivalen* sebelumnya 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 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

Nilai AFR aktual dapat dicari dengan menggunakan data aktual perbandingan debit udara dan bahan bakar. Data yang digunakan berdasarkan pada Tabel 4.4. Sebagai contoh berikut perhitungan *rasio ekuivalen* salah satu data dari masing - masing tabel diatas.

4.2.1 Perhitungan Rasio ekuivalen (Φ)

Diketahui dari data pada Tabel 4.4 kolom nomor 1

- $AFR_{stoic} = 30,94$
- $Q_f \text{ constant} = 4.29 \text{ ml/min}$
- $Q_a \text{ min} = 110 \text{ ml/min}$
- $Q_a \text{ max} = 115 \text{ ml/min}$

- Rasio ekuivalen (Φ)

Perhitungan *rasio ekuivalen* (Φ) menggunakan penurunan rumus *rasio ekuivalen* (2-5) berdasarkan Tabel 4.4 sehingga didapat rumus (4-2) untuk menghitung *lower limit* (Φ_{lower}) dan rumus (4-3) untuk menghitung *upper limit* (Φ_{upper}).

$$a. \quad \Phi_{lower} = \frac{Q_{bb_{act}} \times AFR_{stoic}}{Q_{udara_{act}}} \quad (4-2)$$

$$\Phi_{lower} = \frac{4,29 \text{ ml/min} \times 30,94}{110 \text{ ml/min}}$$

$$\Phi_{lower} = 1,15$$

$$b. \quad \Phi_{upper} = \frac{Q_{bb_{act}} \times AFR_{stoic}}{Q_{udara_{act}}} \quad (4-3)$$

$$\Phi_{upper} = \frac{5,50 \text{ ml/min} \times 30,94}{115 \text{ ml/min}}$$

$$\Phi_{upper} = 1,21$$

Pengolahan data 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 debit di Tabel 4.4.

4.2.2 Perhitungan Kecepatan Reaktan (V_{tot})

Diketahui dari data Tabel 4.4 kolom nomor 1

- $Q_f = 4,29 \text{ ml/min}$
- $Q_{a \text{ min}} = 110 \text{ ml/min}$
- $Q_{a \text{ max}} = 115 \text{ ml/min}$
- $\emptyset$ dalam *combustor* = 4,7 mm ; r = 2,35 mm

- Kecepatan reaktan minimum ($V_{total(min)}$)

$$V_{total(min)} = \frac{\left(\frac{Q_a(min) + Q_f}{60} \right)}{\frac{(3,16 \times r^2)}{100}}$$

$$V_{total(min)} = \frac{\left(\frac{110 \text{ ml/min} + 4,29 \text{ ml/min}}{60} \right)}{\frac{(3,16 \times 2,35^2)}{100}} \text{ cm}^2$$

$$V_{total(min)} = 10,98 \text{ cm/s}$$

- Kecepatan reaktan maksimum ($V_{total(max)}$)

$$V_{total(max)} = \frac{\left(\frac{Q_a(min) + Q_f}{60} \right)}{\frac{(3,16 \times r^2)}{100}}$$

$$V_{total(max)} = \frac{\left(\frac{115 \text{ ml/min} + 4,29 \text{ ml/min}}{60} \right)}{\frac{(3,16 \times 2,35^2)}{100}} \text{ cm}^2$$

$$V_{total(max)} = 11,47 \text{ cm/s}$$

Keseluruhan perhitungan diatas diterapkan ke masing masing data pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 Hasil keseluruhan perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 dibawah ini.

A. Diameter *Meso-scale combustor* : 3,2/4,7 (0,7)Tabel 4.6 Hasil pengolahan data *flame stability limit* untuk bahan bakar konstan pada *combustor* 0,7

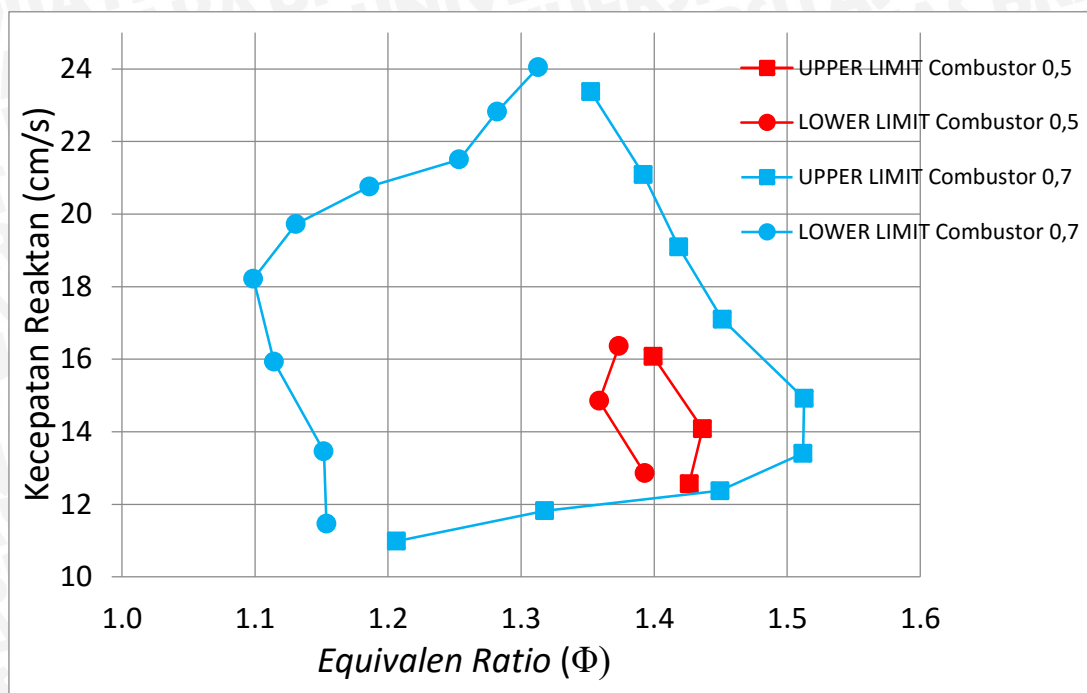
No	Q_f (mL/min)	Q_f kalibrasi (mL/min)	$Q_{a\ min}$ (mL/min)	$Q_{a\ max}$ (mL/min)	ϕ_{lower}	ϕ_{upper}	$V_{reaktan\ min}$ (cm/s)	$V_{reaktan\ max}$ (cm/s)
1	2.5	4.29	110	115	1.15	1.21	10.98	11.47
2	3	5.03	118	135	1.15	1.32	11.82	13.46
3	3.5	5.76	123	160	1.11	1.45	12.38	15.93
4	4	6.50	133	183	1.10	1.51	13.41	18.21
5	4.5	7.24	148	198	1.13	1.51	14.92	19.73
6	5	7.97	170	208	1.19	1.45	17.11	20.76
7	5.5	8.71	190	215	1.25	1.42	19.10	21.50
8	6	9.45	210	228	1.28	1.39	21.09	22.82
9	6.5	10.18	233	240	1.31	1.35	23.37	24.05

B. Diameter *Meso-scale combustor* : 2,4/4,7 (0,5)Tabel 4.7 Hasil pengolahan data *flame stability limit* untuk bahan bakar konstan pada *combustor* 0,5

No	Q_f (mL/min)	Q_f kalibrasi (mL/min)	$Q_{a\ min}$ (mL/min)	$Q_{a\ max}$ (mL/min)	ϕ_{lower}	ϕ_{upper}	$V_{reaktan\ min}$ (cm/s)	$V_{reaktan\ max}$ (cm/s)
1	3.5	5.76	125	128	1.39	1.43	12.57	12.86
2	4	6.50	140	148	1.36	1.44	14.08	14.85
3	4.5	7.24	160	163	1.37	1.40	16.07	16.36

Selanjutnya, dari Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 dibuat grafik berdasarkan rasio ekuivalen (ϕ) dan kecepatan reaktan. Sehingga didapatkan diagram hubungan *rasio ekuivalen* dengan kecepatan reaktan, diagram tersebut yang menjadi dasar analisa *flame stability limit* atau batas stabilitas nyala api di dalam *meso-scale combustor* dengan *backward facing step*.

4.3 Pembahasan *Flame Stability Limit*



Gambar 4.2 Grafik *flame stability limit* pada *meso-scale combustor* dengan *backward facing step* dengan (A) *Combustor* 0,5, (B) *Combustor* 0,7

Gambar 4.2 merupakan grafik *flame stability limit* pada *meso-scale combustor* dengan variasi perbandingan diameter *backward facing step*. Perbandingan diameter pertama adalah 0,7 dan perbandingan diameter yang kedua adalah 0,5. Pada grafik, dapat dilihat bahwa perbandingan diameter 0,7 memiliki daerah *flame stability limit* yang lebih luas dibandingkan perbandingan diameter 0,5. Hal ini disebabkan aliran fluida yang mengalir dengan debit yang sama, akan memiliki kecepatan yang berbeda jika penampang yang dilewati memiliki diameter yang berbeda. Begitu pula pada *meso-scale combustor* dengan *backward facing step*, kecepatan reaktan pada *combustor* dengan perbandingan 0,5 akan lebih tinggi dibandingkan dengan *combustor* 0,7. Sementara, api akan menyala stabil jika kecepatan reaktan sama dengan kecepatan pembakaran. Dikarenakan kecepatan reaktan pada *combustor* 0,5 tinggi, maka kecepatan pembakaran akan sulit untuk mengimbangi kecepatan reaktan. Sehingga, api akan sulit untuk menyala stabil. Sedangkan pada *combustor* 0,7 kecepatan reaktan lebih rendah daripada *combustor* 0,5. Sehingga api lebih menyala stabil. Hal inilah yang menyebabkan daerah stabilitas nyala api pada *combustor* 0,7 lebih luas daripada *combustor* 0,5.

Untuk *combustor* tanpa *backward facing step*, api tidak dapat menyala stabil di dalam *combustor*, melainkan dapat menyala stabil di mulut *combustor*. Apabila dilihat dari nilai kecepatan reaktannya diketahui bahwa grafik *flame stability limit* memiliki batas kecepatan tertinggi dan terendah. Apabila kecepatan reaktan diatur melebihi batas bawah kecepatan terendah maka akan terjadi fenomena *flashback* dimana api bergerak masuk kembali menuju sumber reaktan. Sedangkan apabila kecepatan reaktan diatur melebihi batas atas kecepatan reaktan tertinggi, maka akan terjadi fenomena *blow off*.

4.4 Pengambilan Data Visualisasi dan Temperatur Nyala Api

Pengambilan data visualisasi bentuk nyala api, temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran dilakukan dengan menentukan titik-titik pengukuran berdasarkan data dari grafik *flame stability limit*. Dari data tersebut, diambil beberapa titik pengukuran untuk mengetahui karakteristik visualisasi nyala api dan temperatur nyala api dimana ke semua titik pengukuran yang diambil, api dapat menyala stabil dalam *combustor*. Kemudian ditentukan titik pada *rasio ekuivalen* (ϕ) yang sama dengan kecepatan reaktan yang berbeda dan titik pada kecepatan reaktan yang sama dengan *rasio ekuivalen* yang berbeda. Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 menunjukkan rincian titik acuan pengukuran visualisasi nyala api dan temperatur nyala api.

4.5 Visualisasi Bentuk Nyala Api

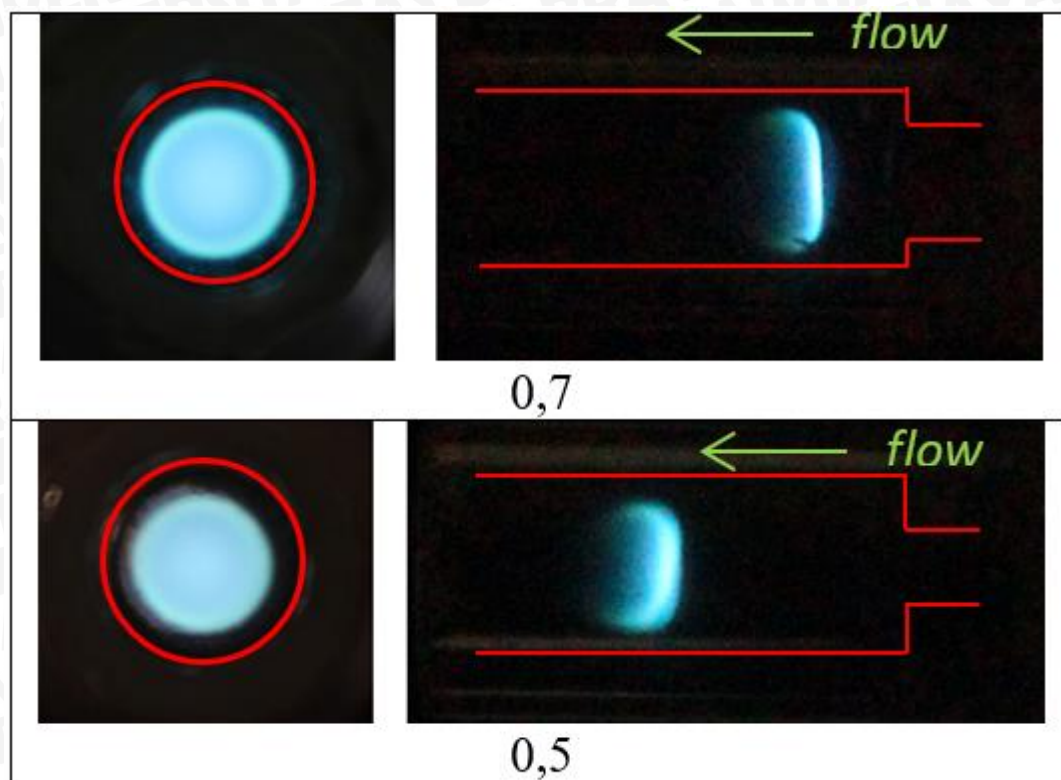
Setelah dilakukan pengambilan data visualisasi bentuk nyala api menggunakan kombinasi - kombinasi debit udara dan debit bahan bakar pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. Didapat gambar visualisasi bentuk nyala api seperti pada Gambar 4.3 sampai Gambar 4.7.

Tabel 4.8 Titik pengambilan data visualisasi bentuk nyala api, temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan perbandingan diameter 0,7

No	ϕ	Vreaktan (cm/s)	Q _f Aktual (mL/min)	Konversi Q _f (mL/min)	Q _a (mL/min)
1	1.3	12	5.03	3.01	119.82
2	1.3	14	5.87	3.58	139.79
3	1.3	16	6.71	4.14	159.76
4	1.3	18	7.55	4.71	179.73
5	1.3	20	8.39	5.28	199.70
6	1.2	14	5.44	3.28	140.22
7	1.4	14	6.31	3.87	139.36

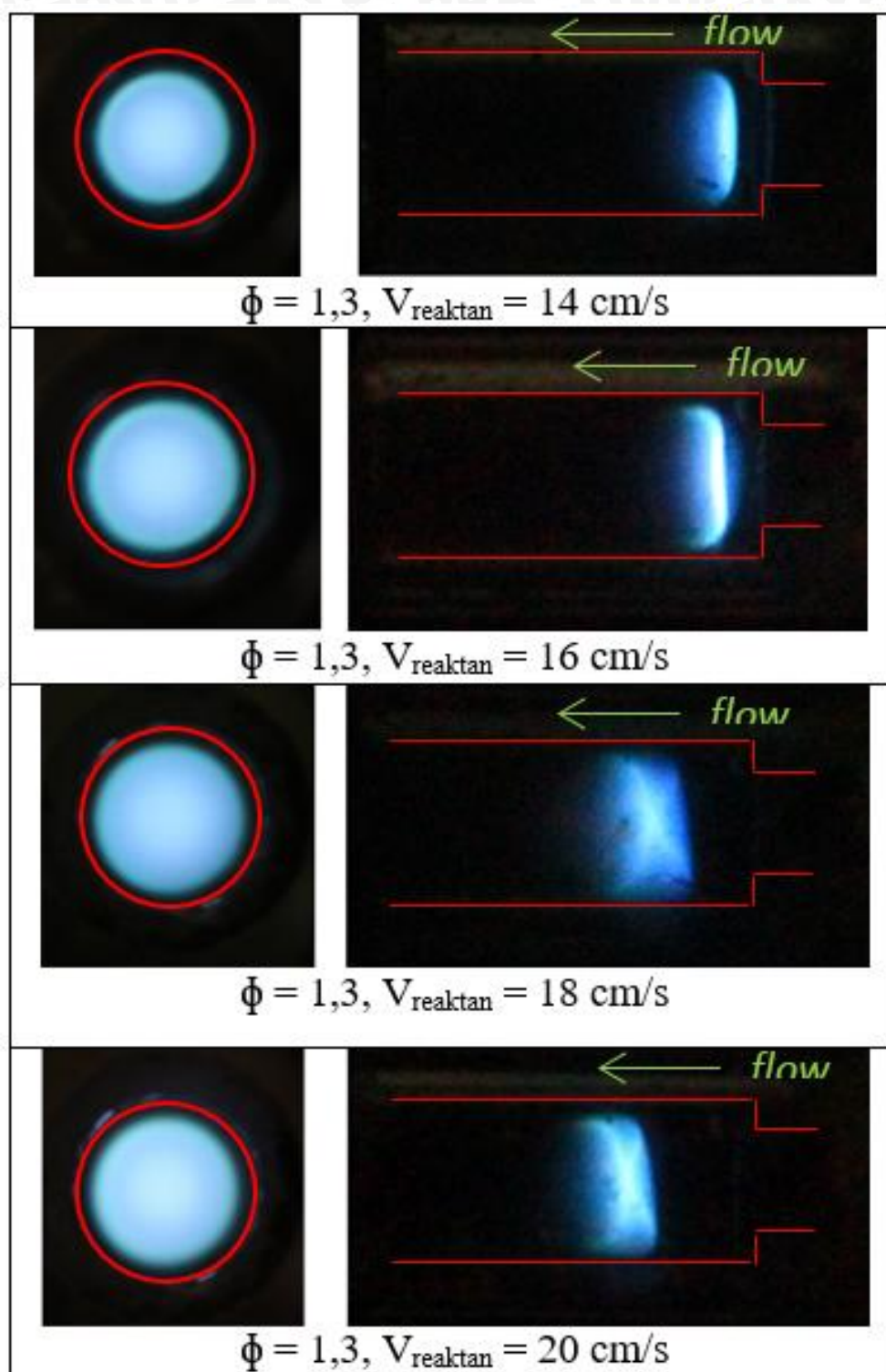
Tabel 4.9 Titik pengambilan data visualisasi bentuk nyala api, temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan perbandingan diameter 0,5

No	ϕ	Vreaktan (cm/s)	Q _f Aktual (mL/min)	Konversi Q _f (mL/min)	Q _a (mL/min)
1	1.4	14	6.31	3.87	139.36
2	1.4	16	7.21	4.48	159.26
3	1.425	14	6.41	3.94	139.25

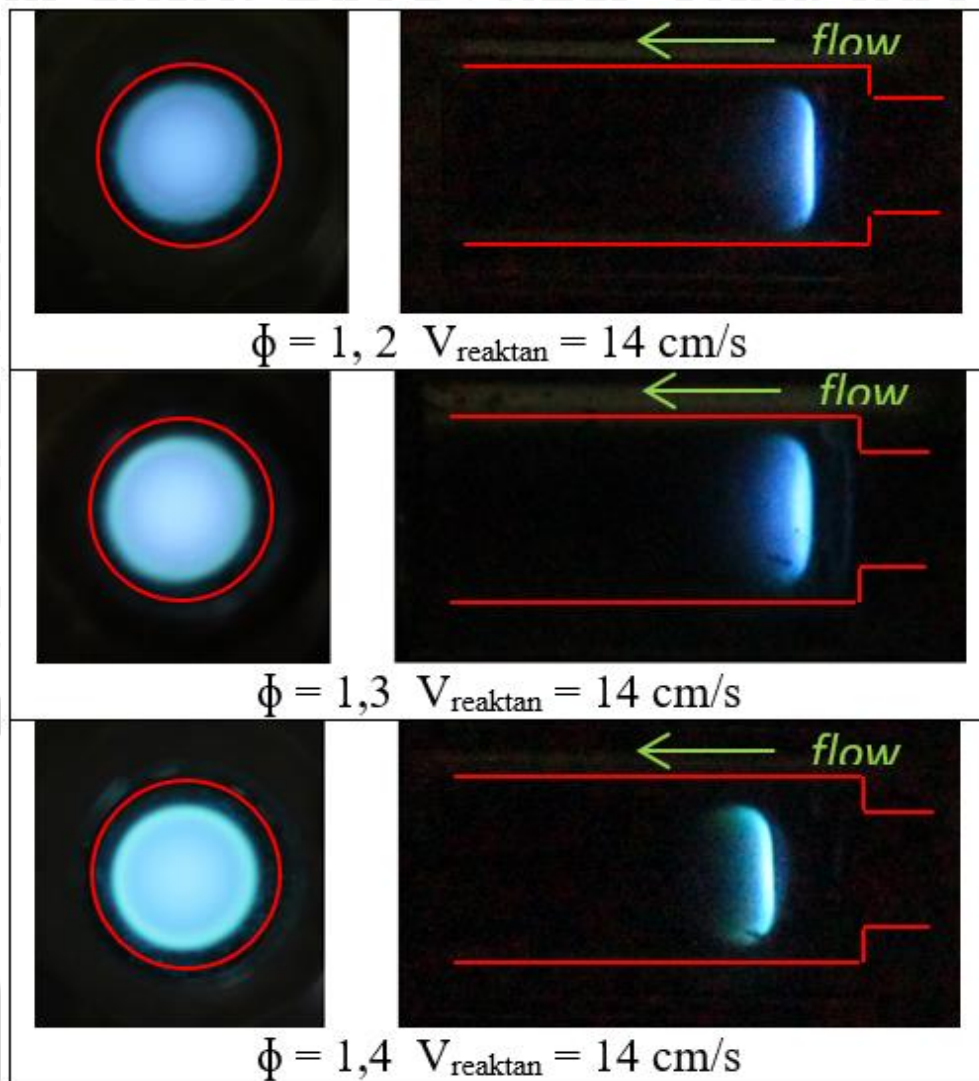


Gambar 4.3 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* dengan variasi D_1/D_2

Gambar 4.3 diatas menunjukkan visualisasi bentuk nyala api pada *equivalence ratio* 1.4 dan kecepatan reaktan 14 cm/s dengan variasi perbandingan diameter *backward facing step*. Terlihat bahwa nyala api pada perbandingan diameter 0,7 lebih menempel pada *step*. Sedangkan nyala api pada perbandingan diameter 0,5 cenderung lebih maju ke arah mulut *combustor* atau menjauhi *step*. Penyebabnya sama seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa *backward facing step* dengan perbandingan diameter 0,5 memiliki kecepatan reaktan yang lebih tinggi. Sehingga kecepatan pembakaran dan kecepatan reaktan akan memiliki kecepatan yang sama ketika kecepatan reaktan mulai turun, yaitu pada saat mulai menjauhi *step*. Sehingga pada *backward facing step* dengan perbandingan diameter 0,5 api sulit untuk menempel.



Gambar 4.4 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* dengan perbandingan $D_1/D_2 = 0,7$ pada variasi kecepatan reaktan dan *equivalence ratio* konstan

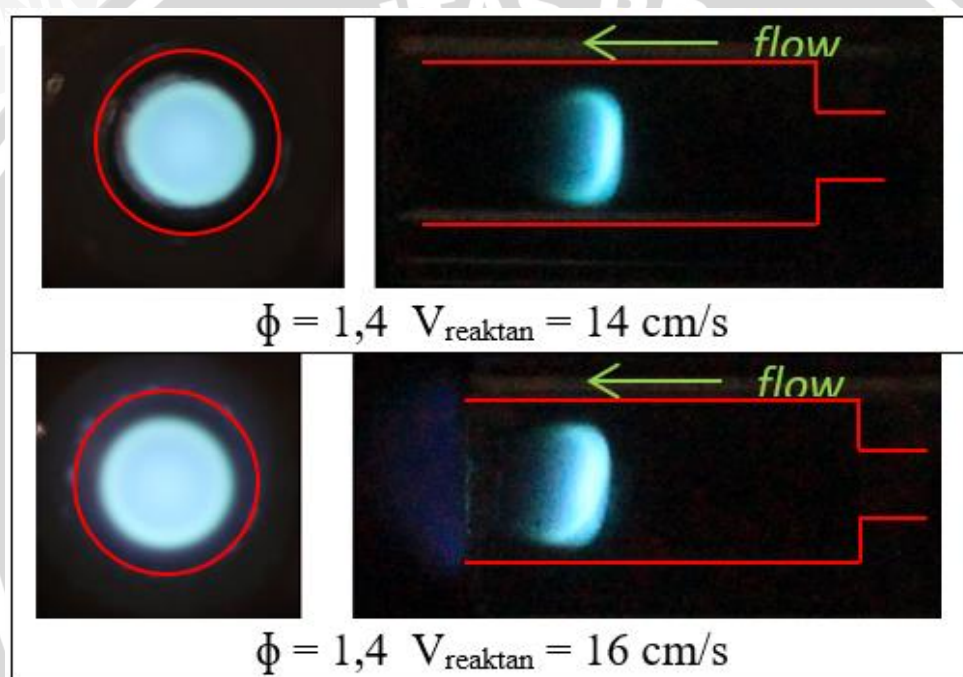


Gambar 4.5 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* dengan perbandingan $D_1/D_2 = 0,7$ pada variasi *equivalence ratio* dan kecepatan reaktan konstan

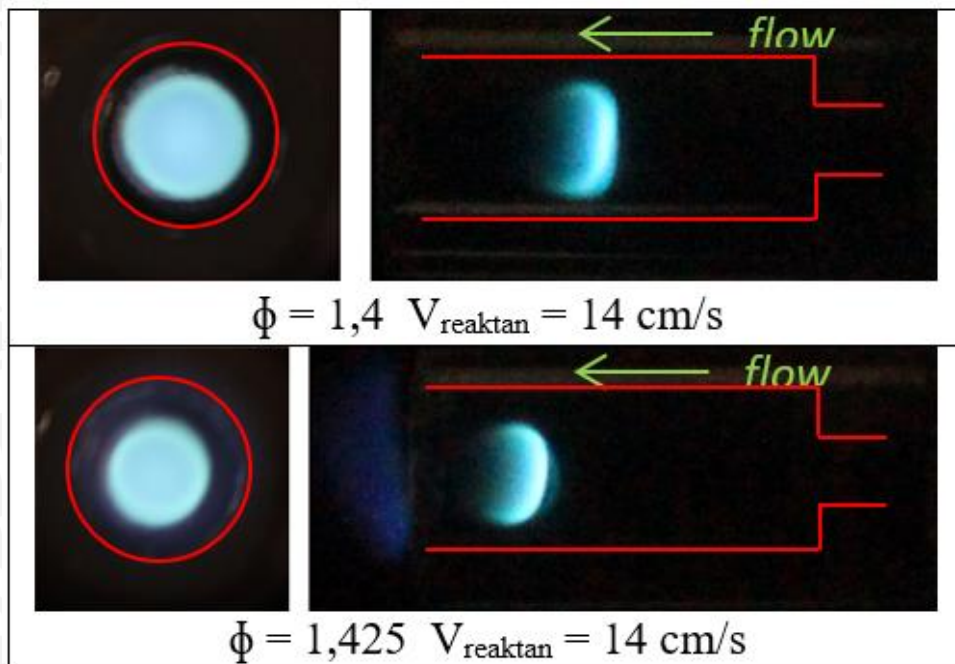
Gambar 4.4 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api *meso-scale combustor* dengan perbandingan diameter *backward facing step* 0,7 dimana kondisinya menggunakan variasi kecepatan reaktan tetapi *equivalence ratio* dijaga tetap yaitu 1.3. Sedangkan Gambar 4.5 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api *meso-scale combustor* dengan perbandingan diameter *backward facing step* 0,7 dimana kondisinya menggunakan variasi *equivalence ratio* tetapi kecepatan reaktan dijaga tetap yaitu 14 cm/s. Dari gambar diatas didapat bahwa semakin bertambahnya kecepatan reaktan maka akan menghasilkan luasan api yang lebih besar dikarenakan dengan meningkatnya kecepatan reaktan, maka debit udara dan debit bahan bakar yang mengalir di dalam *combustor* juga akan semakin meningkat. Sehingga semakin banyak reaktan yang bereaksi di dalam *combustor*. Api hasil

pembakaran akan tampak semakin besar dan terang daripada api hasil pembakaran dengan kecepatan reaktan yang lebih rendah.

Sementara pada variasi rasio ekuivalen dengan kecepatan reaktan yang sama terlihat bahwa luasan api pada rasio ekuivalen 1,4 memiliki warna biru yang lebih terang tetapi dengan luasan yang lebih sempit dari rasio ekuivalen 1,3 dan 1,2 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.

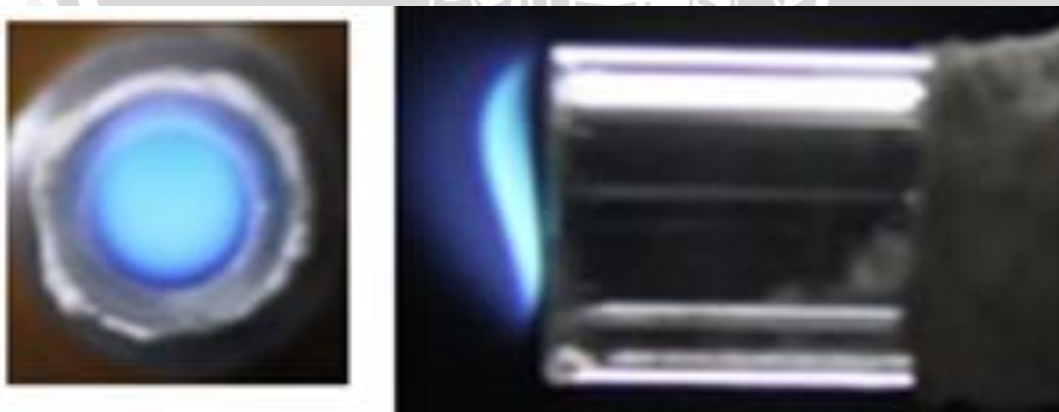


Gambar 4.6 Visualisasi bentuk nyala api pada *combustor* dengan perbandingan $D_1/D_2 = 0,5$ pada variasi kecepatan reaktan dan *equivalence ratio* konstan



Gambar 4.7 Visualisasi bentuk nyala api pada *combustor* dengan perbandingan $D_1/D_2 = 0,5$ pada variasi *equivalence ratio* dan kecepatan reaktan konstan

Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 merupakan visualisasi bentuk nyala api pada *combustor* dengan perbandingan 0,5. Pada *combustor* dengan perbandingan diameter *backward facing step* 0,5 mengalami hal yang sama seperti pada perbandingan diameter 0,7. Namun pada *combustor* dengan perbandingan diameter 0,5 nyala api cenderung menjauhi *step* atau mendekati mulut *combustor*.



Gambar 4.8 Visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor* tanpa menggunakan *backward facing step*

Sedangkan pada *meso-scale combustor* tanpa menggunakan *backward facing step*, api menyala stabil hanya pada mulut *combustor* saja. Hal ini disebabkan *combustor* tidak memiliki *flame holder* untuk menahan api menyala di dalam *combustor*.

4.6 Temperatur Nyala Api

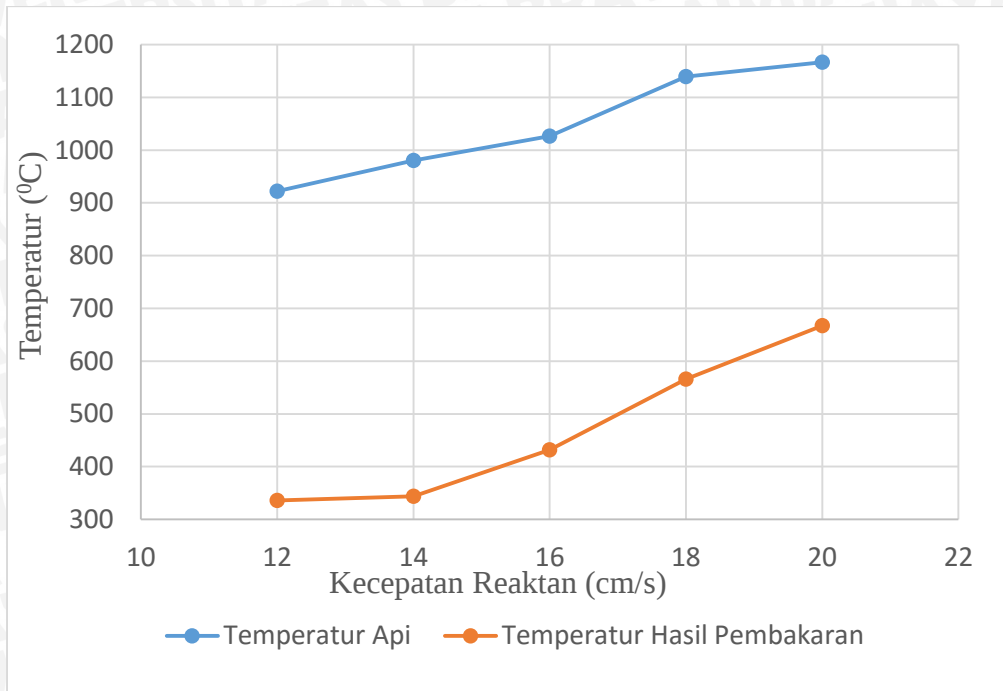
Titik pengambilan data temperatur nyala api dilakukan pada titik acuan yang sama dengan pengambilan data visualisasi bentuk nyala api berdasarkan data dari Tabel 4.8 dan Tabel 4.9. Ada 2 titik pengambilan data temperatur, yaitu pada titik nyala api untuk temperatur nyala api, dan pada mulut *combustor* untuk temperatur gas hasil pembakaran. Data hasil temperatur nyala api dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.10 Data temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan perbandingan diameter *backward facing step* 0,7

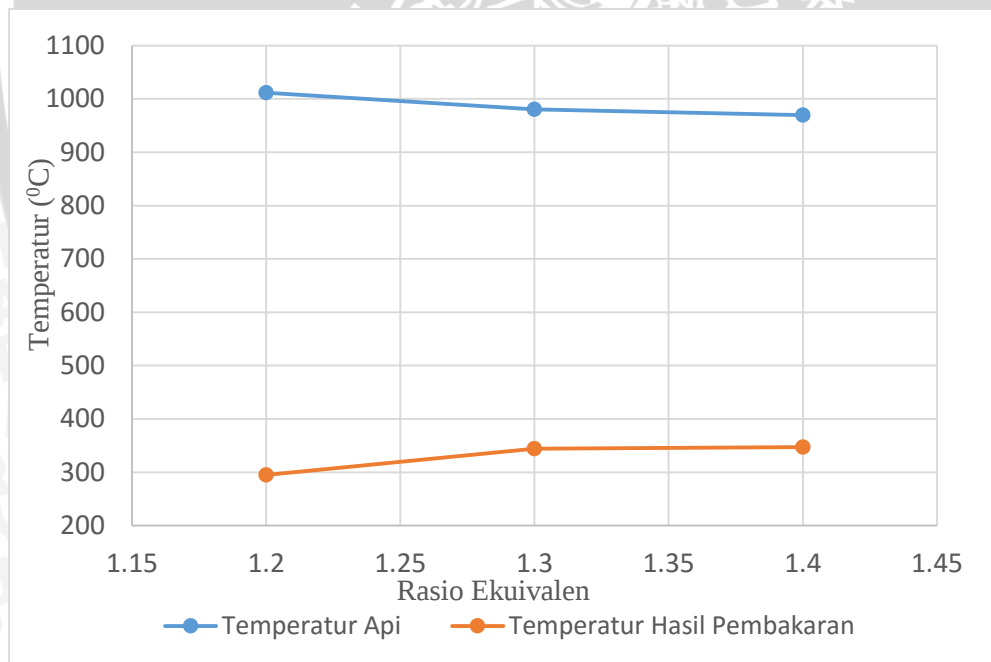
No	ϕ	V_{reaktan} (cm/s)	Temperatur Nyala	Temperatur Gas Hasil
			Api (°C)	Pembakaran (°C)
1	1.3	12	922.29	336.11
2	1.3	14	980.32	344.00
3	1.3	16	1026.82	431.75
4	1.3	18	1139.11	565.69
5	1.3	20	1166.81	667.24
6	1.2	14	1011.62	294.77
7	1.4	14	969.45	347.30

Tabel 4.11 Data temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan perbandingan diameter *backward facing step* 0,5

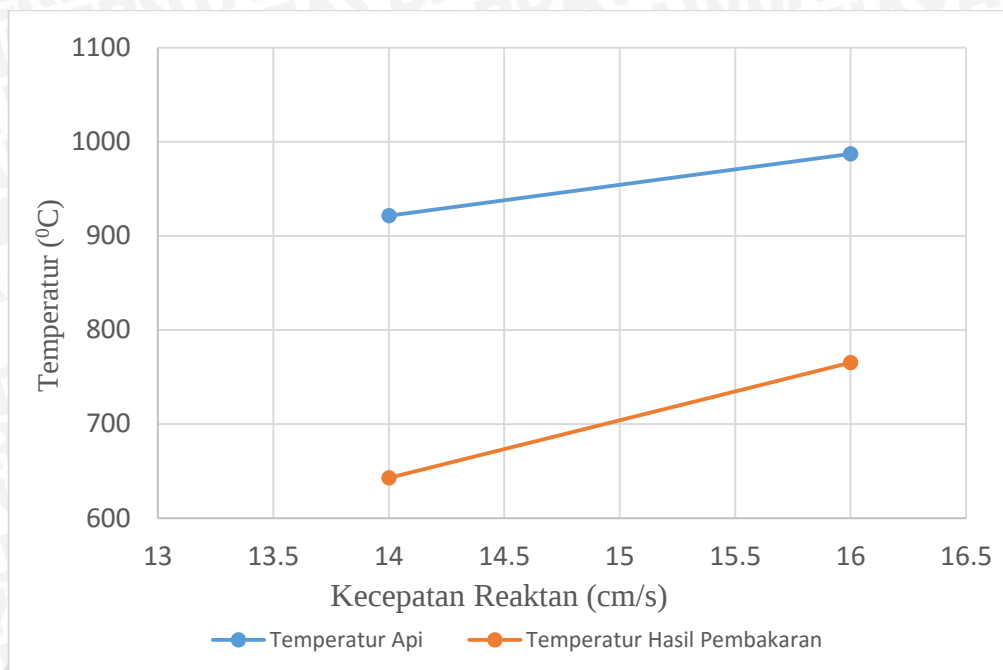
No	ϕ	V_{reaktan} (cm/s)	Temperatur	Temperatur Gas Hasil
			Nyala Api (°C)	Pembakaran (°C)
1	1.4	14	921.21	642.73
2	1.4	16	986.95	765.33
3	1.425	14	915.34	825.41



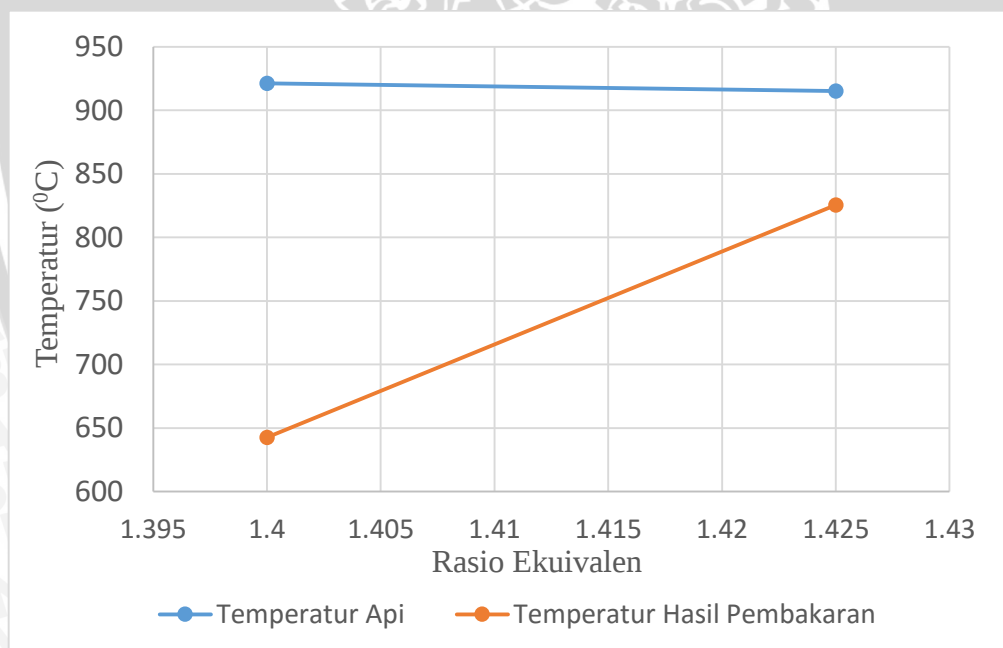
Gambar 4.9 Hubungan antara kecepatan reaktan temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran dengan kondisi $\phi = 1.3$ pada combustor dengan perbandingan diameter backward facing step 0,7



Gambar 4.10 Hubungan antara rasio ekuivalen terhadap temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran dengan kondisi $V_{\text{reaktan}} = 16 \text{ cm/s}$ pada combustor dengan perbandingan diameter $D_1/D_2 = 0,7$



Gambar 4.11 Hubungan antara kecepatan reaktan temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran dengan kondisi $\phi = 1$. pada combustor dengan perbandingan diameter backward facing step 0,5



Gambar 4.12 Hubungan antara rasio ekuivalen terhadap temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran dengan kondisi $V_{\text{reaktan}} = 14 \text{ cm/s}$ pada combustor dengan perbandingan diameter $D_1/D_2 = 0,5$

Gambar 4.9 dan gambar 4.11 menunjukkan hubungan antara kecepatan reaktan terhadap temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran. Pada meso-scale combustor dengan D_1/D_2 0,7 dan 0,5, terlihat bahwa temperatur semakin meningkat seiring

meningkatnya kecepatan reaktan. Hal tersebut dikarenakan meningkatnya kecepatan reaktan disebabkan oleh kenaikan debit udara dan debit bahan bakar yang mengalir pada *combustor*. Dengan adanya reaktan yang lebih banyak maka proses pembakaran yang terjadi juga akan semakin besar dan membuat kalor yang dihasilkan dari reaksi pembakaran akan semakin banyak pula. Kalor yang dihasilkan dari reaksi pembakaran secara otomatis akan meningkatkan temperatur pada nyala api hasil pembakaran.

Gambar 4.10 dan gambar 4.12 menunjukkan hubungan antara rasio ekuivalen terhadap temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran. Dapat dilihat bahwa semakin besar rasio ekuivalen, maka temperatur akan semakin kecil. Hal ini disebabkan pada rasio ekuivalen yang lebih tinggi jumlah bahan bakar yang berada di dalam *combustor* akan semakin melimpah. Namun tidak diimbangi dengan kenaikan jumlah udara, campuran reaktan di dalam *combustor* akan bersifat semakin kaya. Sehingga kalor yang dihasilkan pada pembakaran semakin menurun menyebabkan temperatur api semakin menurun.

Pada kondisi ekuivalen rasio 1,4 dan kecepatan reaktan 14 cm/s *combustor* dengan perbandingan diameter 0,7 memiliki temperatur nyala api 969,45 °C dengan temperatur gas hasil pembakaran 347,3 °C. Dan untuk *combustor* dengan perbandingan diameter 0,5, temperatur nyala api adalah 921,21 °C dengan temperatur gas hasil pembakaran 642,73 °C.

Secara keseluruhan dapat kita lihat bahwa temperatur nyala api tertinggi terjadi pada *combustor* dengan perbandingan diameter 0,7. Hal ini disebabkan pembakaran pada *combustor* tersebut dapat terjadi pada keadaan reaktan yang melimpah. Sehingga temperatur yang dihasilkan lebih tinggi. Dan untuk temperatur gas hasil pembakaran tertinggi terjadi pada *combustor* dengan perbandingan diameter 0,5. Hal ini disebabkan api pada *combustor* ini menyala mendekati mulut *combustor* sehingga panas pada mulut *combustor* sangat tinggi.