

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian telah diambil terhadap pembakaran heksana pada *meso-scale combustor* dengan *preheated multiple tangential fuel inlet*. Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data *flammability limit*, visualisasi nyala api, dan temperatur nyala api.

Data *flammability limit* diperoleh dengan memvariasikan debit udara dan debit bahan bakar. Pada variasi pertama, debit udara dijaga konstan kemudian debit bahan bakar divariasikan. Pada variasi kedua, debit bahan bakar dijaga konstan kemudian debit udara divariasikan. Pengambilan data di kedua variasi ini dilakukan pada kondisi campuran bahan bakar dan udara dimana api menyala minimal selama 3 menit di dalam *combustor*. Data dari kedua variasi tersebut kemudian dimasukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data *flammability limit* untuk  $Q_a$  konstan

$Q_a$ (ml/min)	$Q_f^{min}$ (ml/hr)	$Q_f^{max}$ (ml/hr)
110	0.86	1.08
115	0.86	1.13
120	0.84	1.13
125	0.84	1.17
130	0.65	1.30
135	0.78	1.40
140	0.76	1.62
145	0.70	1.62
150	0.70	1.67
155	0.73	1.62
160	0.65	1.67
165	0.76	1.60
170	0.86	1.46
175	1.08	1.49
180	1.13	1.60
185	1.24	1.62
190	1.19	1.54
195	1.30	1.57
200	1.24	1.49
205	1.38	1.51
210	1.40	1.73

#### 4.2. Flammability limit

*Flammability limit* merupakan kisaran campuran bahan bakar dan udara yang dapat menyebabkan api menyala dengan stabil. Pada kondisi ini terdapat dua buah batas, yaitu batas atas (*upper limits*) dimana percampuran terjadi antara debit udara tertentu dan debit bahan bakar maksimal, dan batas bawah (*lower limits*) dimana percampuran terjadi antara debit udara tertentu dan debit bahan bakar minimal. Nilai batas atas (*upper limits*) dan batas bawah (*lower limits*) percampuran bahan bakar ditentukan dengan nilai rasio ekuivalen. Rasio ekuivalen ( $\Phi$ ) merupakan perbandingan antara AFR aktual yang didapat dari data rasio udara dan bahan bakar hasil percobaan yang ditunjukkan pada tabel 4.1 dan AFR stoikiometri yang didapat dari hasil perhitungan reaksi kimia pada persamaan (2.1) dengan nilai  $15.1646 \frac{\text{gr udara}}{\text{gr bahan bakar}}$

Setelah didapat nilai AFR stoikiometri untuk bahan bakar heksana maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan rasio ekuivalen ( $\Phi$ ). Rumus perhitungan  $\Phi$  menggunakan rumus berikut ini.

$$\Phi = \frac{(AFR)_{\text{stoikiometri}}}{(AFR)_{\text{aktual}}}$$

Keterangan :

- $\Phi$  = Rasio ekuivalen
- $AFR_{\text{stoikiometri}}$  = Rasio udara dan bahan bakar dalam kondisi stoikiometri
- $AFR_{\text{aktual}}$  = Rasio udara dan bahan bakar dalam kondisi aktual

1. Perhitungan rasio ekuivalen data Tabel 4.1 kolom nomor 1

- $AFR_{\text{stoikiometri}} = 15.1646$
- $Q_a = 110 \text{ ml/min}$
- $Q_{f \text{ min}} = 0.86 \text{ ml/hr} = 0.86/60 \text{ ml/min} = 0.0144 \text{ ml/min}$
- $Q_{f \text{ max}} = 1.08 \text{ ml/hr} = 1.08/60 \text{ ml/min} = 0.0180 \text{ ml/min}$
- $\rho_{\text{heksana(l)}} = 0.6548 \text{ gr/ml}$
- $\rho_{\text{udara}} = 0.001185 \text{ gr/ml}$
- Perhitungan massa alir ( $\dot{m}$ )

Karena perbedaan fase dari udara dan bahan bakar, maka debit keduanya harus diubah terlebih dahulu menjadi massa alir ( $\dot{m}$ ).

$$\dot{m}_{f \text{ min}} = \rho_{\text{heksana(l)}} \times Q_{f \text{ min}} = 0.6548 \text{ gr/ml} \times 0.0144 \text{ ml/min} = 0.0094 \text{ gr/min}$$

$$\dot{m}_{f \max} = \rho_{\text{heksana (l)}} \times Q_{f \max} = 0.6548 \text{ gr/ml} \times 0.0180 \text{ ml/min} = 0.0118 \text{ gr/min}$$

$$\dot{m}_a = \rho_{\text{udara}} \times Q_a = 0.001185 \text{ gr/ml} \times 110 \text{ ml/min} = 0.1304 \text{ gr/min}$$

- Perhitungan Rasio Ekuivalen ( $\Phi$ )

Batas bawah:

$$\Phi = \frac{AFR_{\text{stoikiometri}}}{AFR_{\text{aktual}}}$$

$$\Phi = \frac{AFR_{\text{stoikiometri}}}{\dot{m}_a / \dot{m}_f}$$

$$\Phi = \frac{\dot{m}_f \times AFR_{\text{stoikiometri}}}{\dot{m}_a}$$

$$\Phi_{\text{lower}} = \frac{\dot{m}_{f \min} \times AFR_{\text{stoikiometri}}}{\dot{m}_a} \quad (4.1)$$

$$\Phi_{\text{lower}} = \frac{0.0094 \text{ gr/min} \times 15.1646}{0.1304 \text{ gr/min}}$$

$$\Phi_{\text{lower}} = 1.09$$

Batas atas:

$$\Phi_{\text{upper}} = \frac{\dot{m}_{f \max} \times AFR_{\text{stoikiometri}}}{\dot{m}_a} \quad (4.2)$$

$$\Phi_{\text{upper}} = \frac{0.0118 \text{ gr/min} \times 15.1646}{0.1304 \text{ gr/min}}$$

$$\Phi_{\text{upper}} = 1.37$$

- Perhitungan kecepatan total reaktan

Data Tabel 4.1 kolom nomor 1

$$Q_a = 110 \text{ ml/min}$$

$$\dot{m}_{f \min} = 0.0094 \text{ gr/min}$$

$$\dot{m}_{f \max} = 0.0118 \text{ gr/min}$$

$$\rho_{\text{heksana (g)}} = 0.003 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Diameter } \emptyset \text{ dalam combustor} = 3.5 \text{ mm}; r = 1.75 \text{ mm}$$

Debit heksana pada fase uap  $Q_{f(\text{vapor})}$

– Kecepatan reaktan minimum

$$Q_{f(\text{vapor})}(\min) = \frac{\dot{m}_{f \min}}{\rho_{\text{heksana(g)}}} = \frac{0.0094 \text{ gr/min}}{0.003 \text{ gr/ml}} = 3.1333 \text{ ml/min}$$

(4.3)



$$v_{reaktan} (\text{min}) = \frac{\left(\frac{Q_f (\text{vapor}) (\text{min}) + Q_a}{60}\right)}{\frac{(3.16 \times r^2)}{100}}$$

$$v_{reaktan} (\text{min}) = \frac{\left(\frac{3.1333 \text{ ml/min} + 100 \text{ ml/min}}{60}\right)}{\frac{(3.16 \times 1.75^2)}{100}} \text{ cm}^2$$

$$v_{reaktan} (\text{min}) = 19.60 \text{ cm/s}$$

– Kecepatan reaktan maksimum

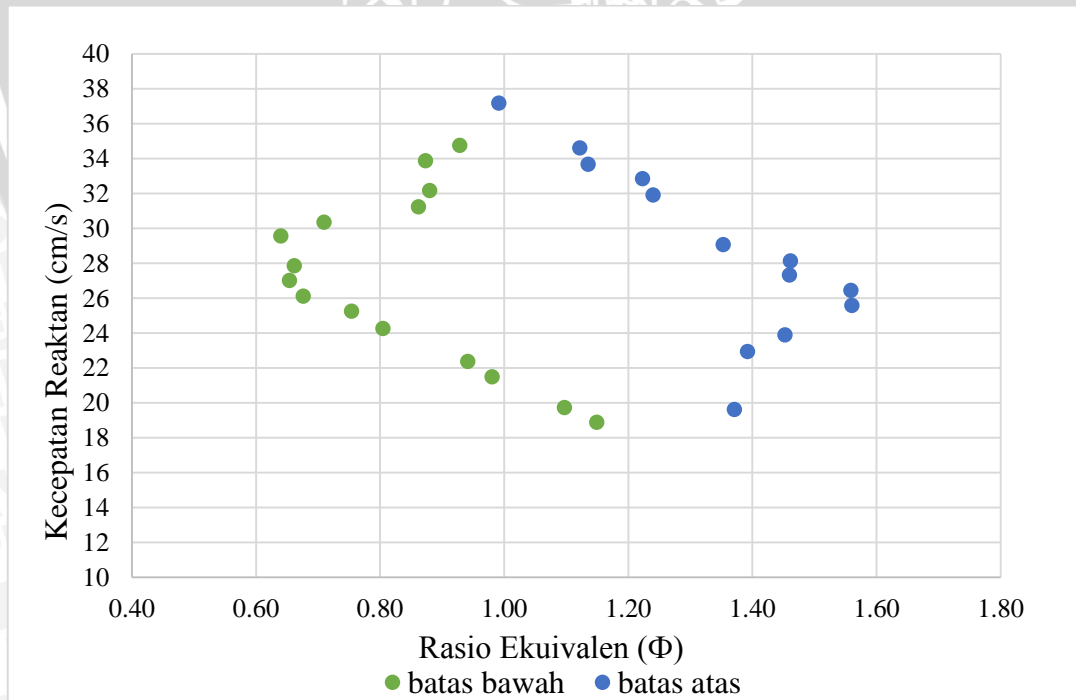
$$Q_{f(\text{vapor}) (\text{max})} = \frac{mf_{\text{max}}}{\rho \text{ heksana(g)}} = \frac{0.0118 \text{ gr/min}}{0.003 \text{ gr/ml}} = 3.9333 \text{ ml/min} \quad (4.4)$$

$$v_{reaktan} (\text{max}) = \frac{\left(\frac{Q_f (\text{vapor}) (\text{max}) + Q_a}{60}\right)}{\frac{(3.16 \times r^2)}{100}}$$

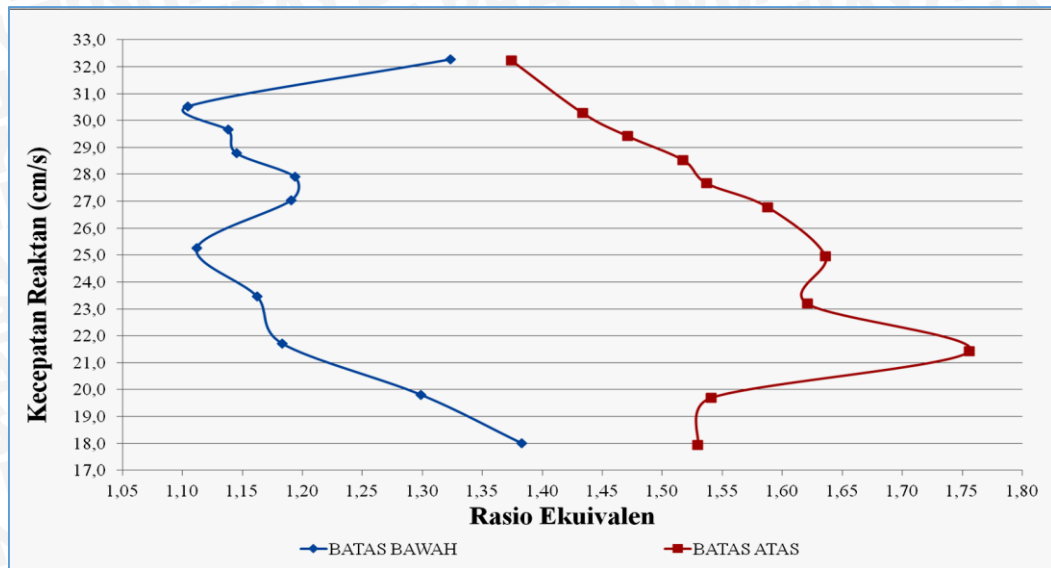
$$v_{reaktan} (\text{max}) = \frac{\left(\frac{3.9333 \text{ ml/min} + 100 \text{ ml/min}}{60}\right)}{\frac{(3.16 \times 1.75^2)}{100}} \text{ cm}^2$$

$$v_{reaktan} (\text{max}) = 19.72 \text{ cm/s}$$

Sesuai dengan data pada Tabel 4.1, maka seluruh data dihitung menggunakan rumus diatas dan menghasilkan grafik flammability limit seperti pada Gambar 4.1 berikut ini



Gambar 4.1 Flammability limit



Gambar 4.2 *Flammability limit*

Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik hubungan antara rasio ekuivalen dan kecepatan reaktan pada *meso-scale combustor* bahan bakar cair heksana dengan menggunakan pemanasan awal bahan bakar dan saluran *inlet* arah tangensial (*preheated multiple tangential fuel inlet*). Sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara rasio ekuivalen dan kecepatan reaktan pada *meso-scale combustor* bahan bakar cair heksana dengan menggunakan pemanasan awal bahan bakar dan saluran *inlet* arah radial menurut jurnal yang ditulis oleh Artin pada tahun 2014.

Pada gambar 4.1 menunjukkan grafik dengan nilai kecepatan reaktan terendah adalah 18.74 cm/s pada rasio ekuivalen 1.50, sedangkan kecepatan reaktan tertinggi adalah 37.30 cm/s pada rasio ekuivalen 0.82. Untuk nilai rasio ekuivalen tertinggi adalah 1.56 pada kecepatan reaktan 26.11 cm/s. Sementara itu nilai rasio ekuivalen terendah adalah 0.63 pada kecepatan reaktan 29.07 cm/s.

Apabila dilihat dari nilai kecepatan reaktannya, dapat diketahui bahwa grafik memiliki kecepatan reaktan maksimum 37.30 cm/s pada rasio ekuivalen antara 0.8 hingga 0.9. Apabila kecepatan reaktan ditambah maka api akan terlihat bergerak ke arah mulut *combustor*, terdapat dua kemungkinan yang terjadi dimana kemungkinan pertama adalah api bergerak keluar dan menempel di mulut *combustor*. Kemungkinan kedua terjadi apabila kecepatan reaktan ditambah secara signifikan, maka api akan meninggalkan mulut *combustor* dan kemudian mati (*blow off*). Hal ini terjadi karena kecepatan perambatan api (*flame propagation*) lebih kecil daripada kecepatan reaktan. Sebaliknya diketahui bahwa grafik memiliki kecepatan reaktan minimum 18.74 cm/s pada rasio ekuivalen 1.1 hingga 1.5. Apabila kecepatan reaktan dikurangi secara signifikan maka api

terlihat masuk kembali ke dalam saluran masuknya reaktan, atau sering dikenal dengan fenomena *flash back*, kemudian api mati di dekat *mesh* yang berfungsi sebagai *flame holder*. Hal ini disebabkan karena kecepatan perambatan api (*flame propagation*) lebih besar daripada kecepatan reaktan.

Terlihat pada Gambar 4.1, grafik terletak pada zona rasio ekuivalen 0.6 sampai 1.5, zona tersebut masih berada dibawah zona rasio ekuivalen menurut jurnal yang ditulis oleh Artin pada tahun 2014 yaitu zona rasio ekuivalen berada pada titik 1.1 sampai 1.7 dan ditunjukkan pada Gambar 4.2. Menurut Artin, penyebab kemungkinan besarnya nilai rasio ekuivalen dimana api stabil di dalam *combustor* adalah karena kondisi campuran reaktan homogen yang diasumsikan tidak sesuai dengan kondisi campuran sebenarnya yang terjadi di dalam *combustor*. Hal tersebut dikarenakan rasio ekuivalen campuran di dalam *combustor* tidak merata ke seluruh bagian. Sehingga terdapat bahan bakar yang tidak bercampur dengan udara dalam jumlah yang cukup, dan tidak dapat terbakar.

Dalam penelitian ini percampuran bahan bakar dimaksimalkan dengan mengubah desain saluran yang dilakukan dengan maksud agar campuran udara dan bahan bakar lebih homogen. Udara dan bahan bakar masuk ke dalam *combustor* melewati saluran annular yang dikenai panas resirkulasi (*heat recirculation*) hasil pembakaran sehingga bahan bakar cair akan segera berubah fase menjadi uap dan kemudian bercampur dengan udara. Selain itu, *heat recirculation* juga membantu sebagai pemanasan awal bahan bakar untuk mencapai temperatur nyala api sehingga tidak terlalu membutuhkan banyak energi aktivasi untuk menyalakan api. Percampuran udara dan bahan bakar yang cukup baik digambarkan oleh visualisasi nyala api yang lebih lanjut akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya. Penambahan saluran *inlet* bahan bakar pada arah tangensial memaksimalkan percampuran bahan bakar dan udara di dalam *combustor* sehingga secara umum percampuran menjadi semakin merata bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Artin pada tahun 2014. Hal inilah yang mengakibatkan zona rasio ekuivalen bergeser kearah semakin miskin bahan bakar.

#### 4.3. Visualisasi Bentuk Nyala Api

Pada penentuan titik pengambilan data visualisasi dilakukan dengan dua buah cara, yaitu dengan menggunakan perhitungan rata-rata nilai rasio ekuivalen dan rata-rata nilai kecepatan reaktan. Data keduanya diambil dari Tabel 4.1 dan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

- Rata - rata rasio ekuivalen ( $\Phi_{\text{average}}$ )



$$\Phi_{\text{average}} = \frac{(\Sigma \Phi_{\text{lower}}) + (\Sigma \Phi_{\text{upper}})}{n} \quad (4-5)$$

$$\Phi_{\text{average}} = \frac{(15,63) + (25,45)}{38} = 1,1$$

- Rata - rata kecepatan reaktan ( $V_{\text{reaktan average}}$ )

$$V_{\text{reaktan average}} = \frac{(\Sigma v_{\text{reaktan min}}) + (\Sigma v_{\text{reaktan max}})}{n} \quad (4-6)$$

$$V_{\text{reaktan average}} = \frac{(521,25) + (527,37)}{38} = 27,5$$

Keterangan:

$\Phi_{\text{average}}$  = Rasio ekuivalen rata - rata

$\Phi_{\text{upper}}$  = Rasio ekuivalen batas atas

$\Phi_{\text{lower}}$  = Rasio ekuivalen batas bawah

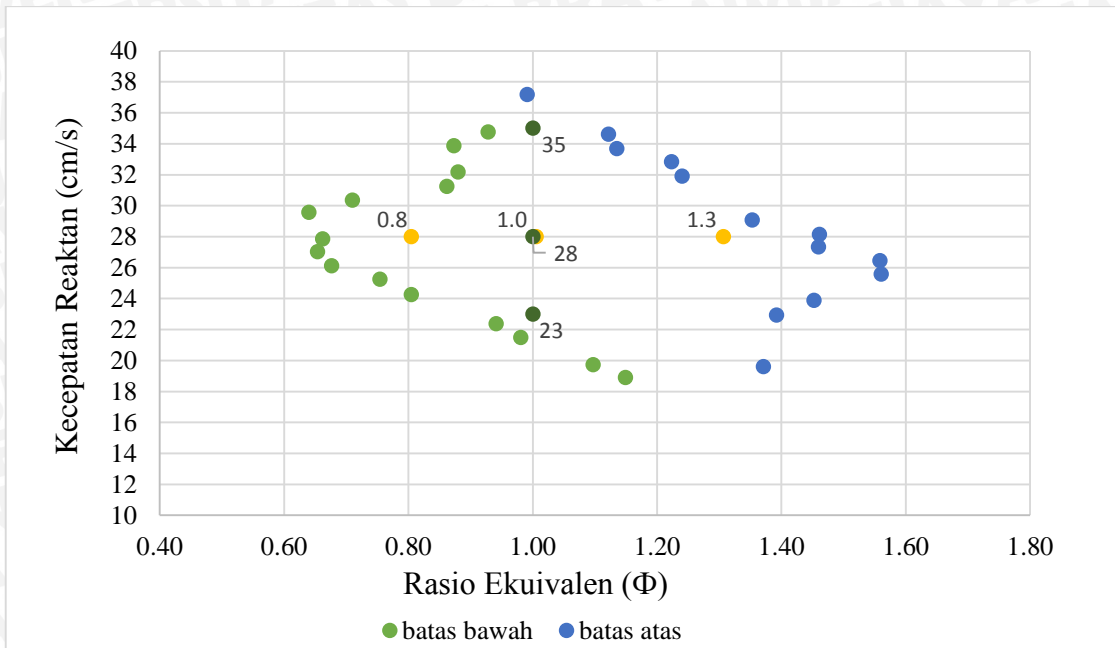
$V_{\text{reaktan average}}$  = Kecepatan reaktan rata - rata

$V_{\text{reaktan max}}$  = Kecepatan reaktan maksimum

$V_{\text{reaktan min}}$  = Kecepatan reaktan minimum

$n$  = Jumlah data = 38

Penggunaan perhitungan diatas digunakan sebagai acuan untuk menentukan titik-titik pengambilan data visualisasi dengan parameter rasio ekuivalen dan kecepatan reaktan. Parameter pertama adalah pada rasio ekuivalen tetap dengan asumsi nilai 1 dengan memvariasi kecepatan reaktan, yaitu pada nilai 23 cm/s, 28 cm/s dan 35 cm/s. Parameter kedua adalah pada kecepatan reaktan tetap dengan asumsi nilai 28 cm/s dengan memvariasikan rasio ekuivalen yaitu pada nilai 0.8, 1, dan 1.3. Pengambilan seluruh variasi titik-titik diatas diambil dengan pertimbangan bahwa titik-titik tersebut masih berada pada daerah *flammability limit*. Seluruh titik-titik diatas kemudian di plot pada grafik seperti gambar 4.3 berikut.

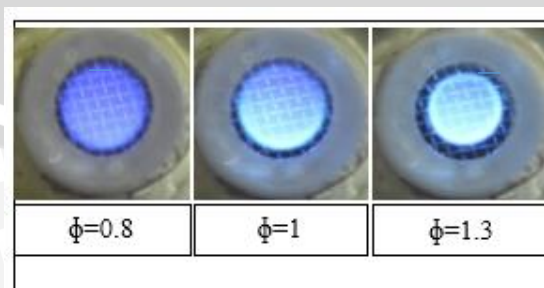


Gambar 4.3 Grafik penentuan titik pengambilan data visualisasi bentuk nyala api dan temperatur nyala api

Tabel 4.2 Titik pengambilan data visualisasi bentuk nyala api pada kecepatan reaktan 28 cm/s dengan variasi rasio ekuivalen

NO	$Q_f$ (ml/hr)	$Q_a$ (ml/min)	Rasio Ekuivalen ( $\phi$ )	Kecepatan Reaktan (cm/s)
1	0.91	159	0.8	28
2	1.13	158	1.0	28
3	1.45	156	1.3	28

Setelah diketahui parameter penentuan titik pengambilan data visualisasi bentuk nyala api pada kecepatan reaktan 28 cm/s dengan variasi rasio ekuivalen kemudian didapatkan hasil seperti pada Gambar 4.4 berikut ini.



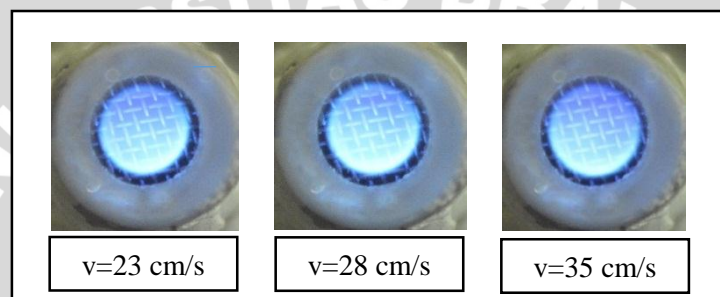
Gambar 4.4 Visualisasi bentuk nyala api pada kecepatan reaktan 28 cm/s dengan variasi rasio ekuivalen



Tabel 4.3 Titik pengambilan bentuk nyala api pada rasio ekuivalen 1 dengan variasi kecepatan reaktan

NO	$Q_f$ (ml/hr)	$Q_a$ (ml/min)	Rasio Ekuivalen ( $\phi$ )	Kecepatan Reaktan (cm/s)
1	0.93	130	1	23
2	1.13	158	1	28
3	1.41	197	1	35

Setelah diketahui parameter penentuan titik pengambilan data visualisasi bentuk nyala api pada rasio ekuivalen 1 dengan variasi kecepatan reaktan kemudian didapatkan hasil seperti pada gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Visualisasi bentuk nyala api pada rasio ekuivalen 1 dengan variasi kecepatan reaktan

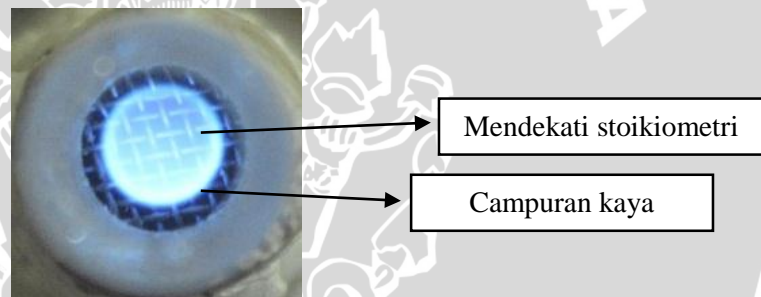
Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api pada *meso-scale combustor*. Gambar 4.4 menunjukkan visualisasi nyala api pada kecepatan reaktan konstan dengan variasi rasio ekuivalen dan Gambar 4.5 menunjukkan visualisasi nyala api pada rasio ekuivalen konstan dengan variasi kecepatan reaktan. Gambar 4.4 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api pada kecepatan reaktan 28 cm/s dengan rasio ekuivalen 0.8, 1 dan 1.3. Sedangkan pada Gambar 4.5 menunjukkan visualisasi bentuk nyala api pada rasio ekuivalen 1 dengan kecepatan reaktan 23 cm/s, 28 cm/s dan 35 cm/s.

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat semakin tinggi rasio ekuivalen maka lingkaran api terlihat akan semakin mengecil dan warna api semakin terang, hal ini disebabkan karena semakin tinggi rasio ekuivalen kandungan bahan bakar yang terdapat di dalam *combustor* akan semakin banyak. Tingginya kandungan bahan bakar di dalam *combustor* mengakibatkan bahan bakar yang tidak bereaksi dengan udara tetap mengalir dan memenuhi ruang *combustor* yang akhirnya menjadikan api terlihat lebih sempit. Berbeda halnya dengan rasio ekuivalen yang nilainya semakin rendah dimana lingkaran api terlihat lebih lebar dan warna api lebih gelap. Semakin melebarnya lingkaran api dapat

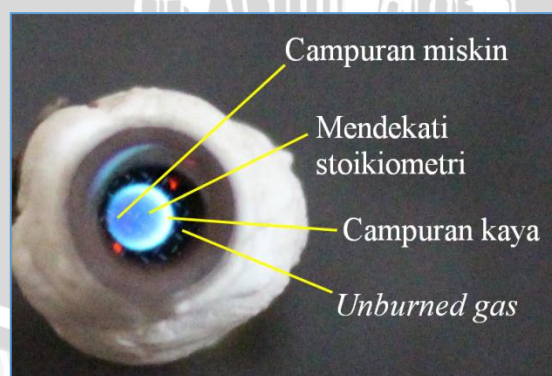
disebabkan oleh kandungan bahan bakar yang sedikit sehingga dapat bereaksi dengan udara dengan lebih merata, hal itu berdampak pula pada warna api yang semakin gelap akibat sedikitnya bahan bakar yang bereaksi dengan udara.

Hal berbeda ditunjukkan pada Gambar 4.5, dapat dilihat semakin meningkatnya kecepatan reaktan dengan rasio ekuivalen yang konstan maka bentuk api akan semakin lebar dan semakin terang. Hal ini disebabkan karena apabila kecepatan reaktan semakin besar maka kandungan udara dan bahan bakar di dalam *combustor* akan melimpah, sehingga api menjadi tampak semakin melebar memenuhi ruang *combustor*. Selain itu, kandungan reaktan yang melimpah inilah yang menyebabkan api menjadi semakin terang.

Secara garis besar visualisasi bentuk nyala api hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dibawah ini sudah terlihat lebih simetris dan merata bila dibandingkan dengan visualisasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 yang terdapat pada jurnal yang ditulis oleh Artin pada tahun 2014.



Gambar 4.6 Distribusi persebaran uap heksana pada *mesoscale combustor*



Gambar 4.7 Distribusi persebaran uap heksana pada *mesoscale combustor*

Perbedaan kualitas distribusi persebaran uap heksana disebabkan karena adanya pemaksimalan saluran inlet bahan bakar pada arah tangensial yang memungkinkan pencampuran udara dan bahan bakar terjadi lebih merata di dalam ruang *combustor*.



Pusaran yang diberikan melalui lubang masuk tangensial menghasilkan nyala api pada daerah percampuran tampak lebih biru dengan merata (Cozzi, 2011). Selain itu, saluran inlet arah tangensial bahan bakar juga berfungsi sebagai pemanfaatan pusaran kuat untuk meningkatkan momentum antara aliran aksial dengan tangensial sehingga mempercepat waktu percampuran bahan bakar dan udara, selain itu dapat juga meningkatkan waktu tinggal bahan bakar (Surjosatyo, 2011)

#### 4.4. Temperatur Nyala Api

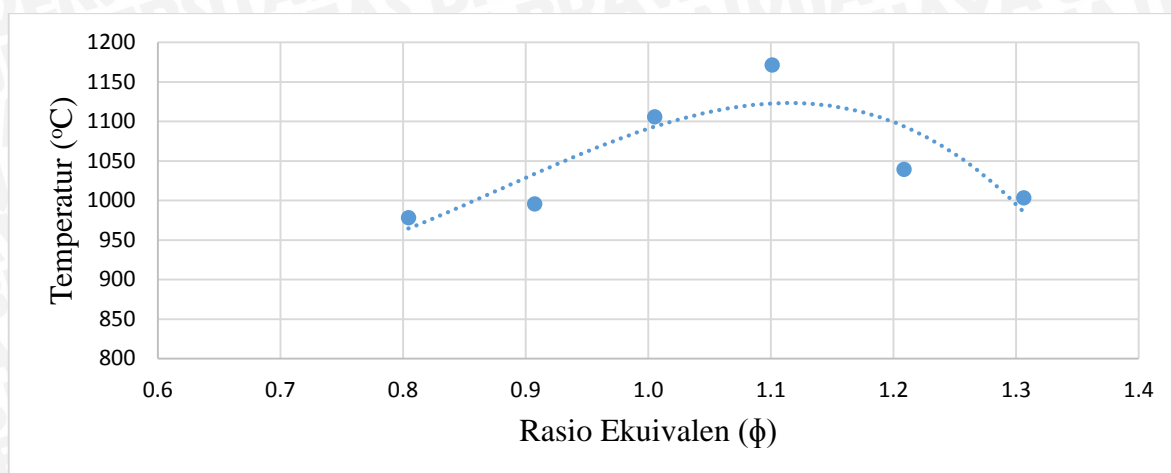
Pengambilan data temperatur nyala api dilakukan menggunakan parameter rasio ekuivalen konstan dengan variasi kecepatan reaktan dan kecepatan reaktan konstan dengan variasi rasio ekuivalen. Data titik pengambilan temperatur dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Titik pengambilan data temperatur nyala api dengan kecepatan reaktan konstan

$Q_f$ (ml/hr)	$Q_a$ (ml/min)	Rasio Ekuivalen ( $\Phi$ )	Kecepatan Reaktan (cm/s)	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
0.91	159	0.8	28	978.1
1.02	158	0.9	28	995.5
1.13	158	1.0	28	1106
1.23	157	1.1	28	1171.5
1.35	157	1.2	28	1039.4
1.45	156	1.3	28	1003.2

Setelah diketahui parameter penentuan titik pengambilan data temperatur nyala api pada kecepatan reaktan 28 cm/s dengan variasi rasio ekuivalen kemudian didapatkan hasil seperti pada gambar grafik 4.8 berikut ini.





Gambar 4.8 Grafik nilai temperatur pada kecepatan reaktan konstan dan variasi rasio ekuivalen

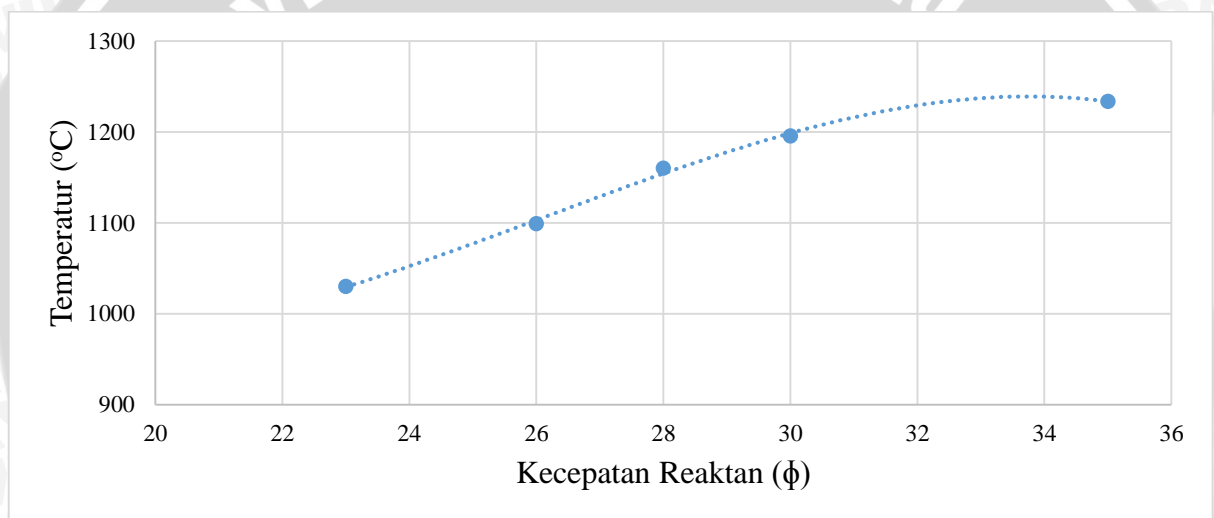
Gambar 4.8 menunjukkan grafik hubungan antara temperatur dan rasio ekuivalen dengan variasi kecepatan reaktan. Terlihat bahwa pada rasio ekuivalen 0.8 sampai dengan 1.1 nilai temperatur semakin meningkat, kemudian setelah itu menurun hingga pada nilai rasio ekuivalen 1.3. Kecendrungan kenaikan temperatur dari rasio ekuivalen 0.8 hingga 1.1 disebabkan karena pada rasio ekuivalen 0.8 kandungan udara masih cukup banyak sehingga dapat menurunkan temperatur api, sedangkan pada rasio ekuivalen 1.1 kandungan udara dan bahan bakar cukup mendekati kondisi stoikiometri sehingga pencampurannya menjadi lebih optimal yang sejalan dengan temperatur yang semakin meningkat. Selanjutnya terjadi penurunan temperatur dari rasio ekuivalen 1.1 hingga 1.3, hal ini disebabkan karena pada kondisi ini reaktan berada pada campuran bahan bakar yang berlebih dan hal ini dapat menurunkan nilai temperatur api yang lebih rendah daripada rasio ekuivalen 1.1.

Selanjutnya adalah grafik yang menunjukkan hubungan rasio ekuivalen dan temperatur yang ditinjau dari perbedaan kecepatan reaktan. Terdapat lima buah variasi kecepatan reaktan yaitu 23 cm/s, 26 cm/s, 28 cm/s, 30 cm/s dan 35 cm/s. Data titik pengambilan temperatur dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.5 Titik pengambilan data temperatur nyala api dengan rasio ekuivalen konstan

$Q_f$ (ml/hr)	$Q_a$ (ml/min)	Rasio Ekuivalen ( $\phi$ )	Kecepatan Reaktan (cm/s)	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
0.93	130	1	23	1030.1
1.07	146	1	26	1099.2
1.13	158	1	28	1160.2
1.25	170	1	30	1195.7
1.41	197	1	35	1233.8

Setelah diketahui parameter penentuan titik pengambilan data temperatur nyala api pada rasio ekuivalen 1 dengan variasi kecepatan reaktan kemudian didapatkan hasil seperti pada gambar grafik 4.8 berikut ini.



Gambar 4.9 Grafik nilai temperatur pada rasio ekuivalen konstan dan variasi kecepatan reaktan

Gambar 4.9 menunjukkan grafik hubungan antara rasio ekuivalen dan temperatur dengan variasi kecepatan reaktan. Terlihat pada kecenderungan grafik semakin meningkatnya kecepatan reaktan maka temperatur api juga akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan jumlah reaktan yang terdiri dari udara dan bahan bakar yang terdapat di dalam *combustor* akan semakin banyak dan berdampak pada kalor yang dilepas dari hasil pembakaran juga semakin meningkat.

Dari seluruh data, nilai temperatur maksimal berada pada 1233.8  $^{\circ}\text{C}$  pada kecepatan reaktan 35 cm/s dan rasio ekuivalen 1. Nilai tersebut ternyata masih berada

dibawah temperatur api hasil pembakaran heksana pada kondisi adiabatik yaitu mencapai  $2000.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada rasio ekuivalen 1.1 (Torii, 1991). Rendahnya nilai temperatur dapat disebabkan karena adanya *heat loss* pada dinding *combustor* yang terbuat dari tembaga yang memiliki nilai konduktivitas termal yang cukup tinggi. Panas hasil pembakaran banyak diserap oleh dinding *combustor* yang kemudian digunakan sebagai *heat recirculation* yang digunakan untuk mengubah fase bahan bakar cair menjadi uap pada saluran annular dan untuk meningkatkan temperatur reaktan agar lebih mudah mencapai titik temperatur nyalanya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

