

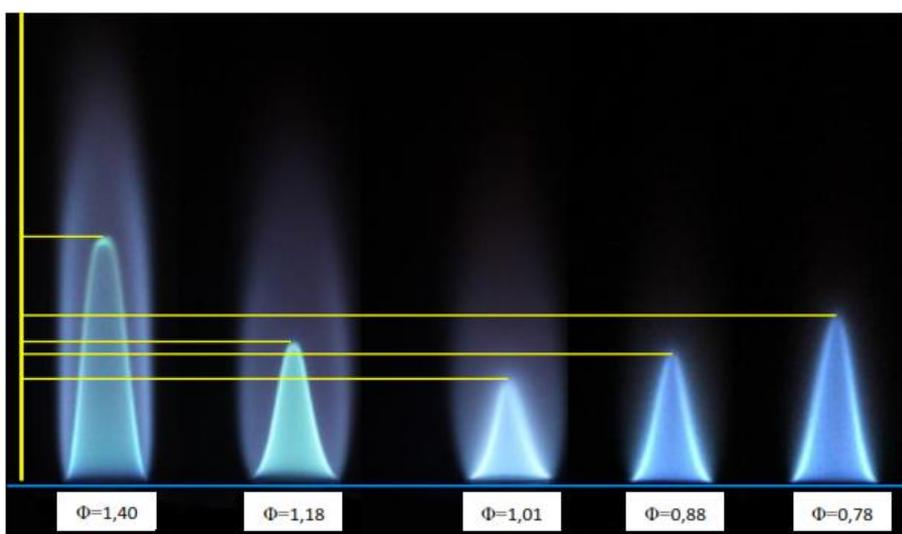
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan data pada saat penelitian dilakukan saat kondisi temperatur ruangan dan nyala api stabil. Data yang diperoleh dikelompokkan berdasarkan variasi ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner* dari *equivalence ratio* rendah sampai *equivalence ratio* tinggi. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan data yang diperoleh dari hasil penelitian, serta membandingkan karakteristik nyala api yang meliputi tinggi nyala api, temperatur nyala api dan kecepatan api laminer dari masing-masing ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner* dengan bahan bakar metana.

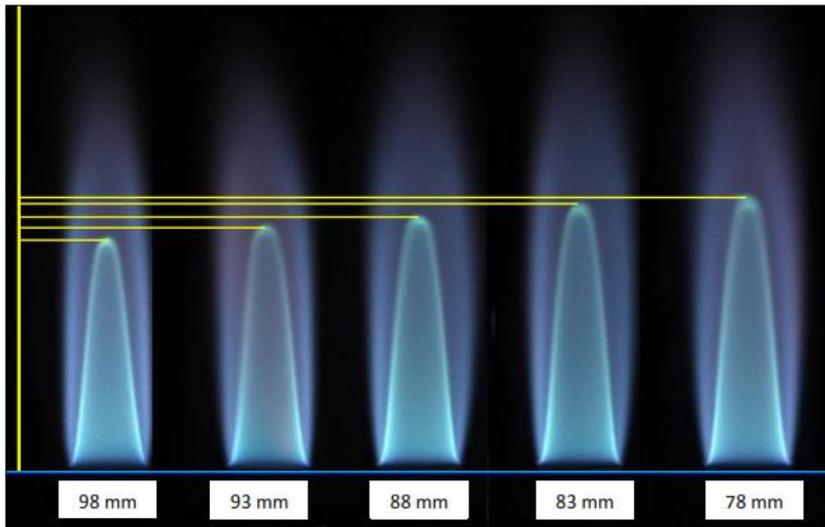
Data yang diperoleh dari hasil penelitian terdiri atas data visualisasi nyala api yang berupa gambar dan data temperatur. Pada data visualisasi nyala api dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software solidwork* untuk mendapatkan nilai tinggi nyala api dan sudut nyala api. Kecepatan api laminer (S_L) didapat dari perhitungan sudut nyala api yang diperoleh dari pengolahan data visualisasi nyala api dan kecepatan reaktan, dimana besar nilai S_L dipengaruhi oleh kecepatan reaktan dan sudut nyala api yang terbentuk.

4.1 Hasil Visualisasi Nyala Api

Berikut merupakan hasil data visualisasi nyala api pada *bunsen burner* yang telah disusun berdasarkan nilai *equivalence ratio* dan variasi ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner*.



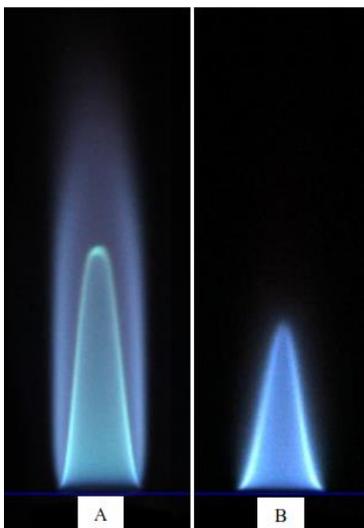
Gambar 4.1 Nyala api *bunsen burner* pada ketinggian *ring* pemanas 98 mm dengan variasi *equivalence ratio*



Gambar 4.2 Nyala api *bunsen burner* pada variasi ketinggian *ring* pemanas dengan *equivalence ratio* 1,40

Gambar 4.1 dan 4.2 merupakan salah satu hasil data visualisasi nyala api pada *bunsen burner* dari masing-masing *equivalence ratio* dan variasi ketinggian *ring* pemanas. Pada gambar tersebut dilengkapi garis horizontal berwarna kuning yang berfungsi untuk melihat perbedaan ketinggian nyala api yang dihasilkan *bunsen burner* dari masing-masing *equivalence ratio* dan variasi ketinggian *ring* pemanas.

Pada Gambar 4.1 menunjukkan visualisasi nyala api pada *bunsen burner* untuk *equivalence ratio* pada ketinggian *ring* pemanas 98 mm terhadap *equivalence ratio* yang telah ditentukan yaitu 1,40; 1,18; 1,01; 0,88; dan 0,78. Sedangkan pada gambar 4.2 menunjukkan data visualisasi nyala api pada *bunsen burner* pada untuk *equivalence ratio* 1,40 terhadap variasi ketinggian *ring* pemanas yang telah ditentukan yaitu 98 mm, 93 mm, 88 mm, 83 mm dan 78 mm. Untuk data visualisasi nyala api dari *equivalence ratio* dan ketinggian *ring* pemanas yang telah ditentukan dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.3 Perbedaan nyala api pada yang dihasilkan pada A. *equivalence ratio* diatas satu dan B. *equivalence ratio* dibawah satu.

Gambar 4.3 merupakan data visualisasi nyala api pada *bunsen burner* pada *equivalence ratio* diatas satu dan *equivalence ratio* dibawah satu. Pada gambar tersebut menunjukkan perbedaan nyala api yang dihasilkan pada *bunsen burner* pada *equivalence ratio* diatas satu dan *equivalence ratio* dibawah satu. Dimana pada gambar A untuk *equivalence ratio* diatas satu, nyala api yang dihasilkan nampak memiliki nyala api difusi yang menyelimuti nyala api *premix*. Hal ini dikarenakan pada *equivalence ratio* diatas satu kaya akan bahan bakar sehingga rekasi pembakaran tidak sempurna dan terdapat sisa bahan bakar yang berdifusi dengan udara sekitar sekitar nyala api *premix* yang menghasilkan nyala difusi yang menyelimuti nyala api *premix*. Dan pada gambar B *equivalence ratio* dibawah satu, nyala api yang dihasilkan tidak memiliki nyala api difusi yang menyelimuti nyala api *premix*. Hal ini dikarenakan pada *equivalence ratio* dibawah satu miskin bahan bakar sehingga pada proses pembakaran bahan bakar yang terkandung dalam reaktan dapat terbakar semua tanpa harus berdifusi dengan udara sekitar nyala api *premix*.

4.2 Pengolahan Data Karakteristik Nyala Api

4.2.1 Pengolahan Data Visualisasi Nyala Api

Data visualisasi nyala api dari hasil penelitian yang telah disusun berdasarkan nilai *equivalence ratio* dan ketinggian *ring* pemanas akan diolah lebih lanjut menggunakan *software solidwork*. Dari pengolahan data visualisasi nyala api akan di dapat nilai ketinggian nyala api dan sudut nyala api, dimana sudut nyala api yang diperoleh digunakan untuk mencari nilai kecepatan api laminar (S_L).

Pengolahan data dilakukan dengan cara menyesuaikan ukuran gambar nyala api terhadap ukuran aktual dari diameter *bunsen burner*. Sehingga diperoleh perbandingan 1:1 antara data visualisasi nyala api terhadap nyala api yang dihasilkan pada *bunsen burner*, lalu tarik garis lurus terhadap dasar tengah dari data visualisasi nyala api sampai ujung atas nyala api untuk mendapatkan nilai tinggi nyala api. Pada semua variasi ketinggian *ring* pemanas dari *bunsen burner* dilakukan pengolahan data visualisasi untuk mencari tinggi nyala api dan sudut nyala api dengan variasi *equivalence ratio* yang telah ditentukan.



Gambar 4.3 Pengolahan data karakteristik nyala api *bunsen burner* pada ketinggian *ring* pemanas 98 mm untuk *equivalence ratio* 1,40

Gambar 4.3 merupakan salah satu contoh pengolahan data visualisasi nyala api pada *bunsen burner* dari ketinggian *ring* pemanas 98 mm untuk *equivalence ratio* 1,40. Hasil pengolahan keseluruhan dapat dilihat dalam lampiran 2.

Dari pengolahan data visualisasi nyala api selain diperoleh tinggi nyala api juga diperoleh sudut nyala api. Dimana dari sudut nyala api dapat digunakan untuk mencari kecepatan api laminer (S_L) dengan menggunakan persamaan 2-6, sedangkan kecepatan reaktan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2-7. Untuk hasil pengolahan data selengkapnya disajikan dalam bentuk tabel dari masing-masing ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner burner* mempermudah dalam pembacaan hasil pengolahan.

Tabel 4.1

Data Ketinggian *Ring* Pemanas 78 mm pada *Bunsen Burner*

Parameter	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
$\alpha(^{\circ})$	11,70	14,01	20,07	13,29	7,89
Vu (cm/s)	139,63	124,88	110,14	95,39	82,12
Tinggi api(mm)	28,97	24,04	16,76	25,0	43,29

Tabel 4.2

Data Ketinggian *Ring* Pemanas 83 mm pada *Bunsen Burner*

Parameter	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
$\alpha(^{\circ})$	12,15	14,57	21,12	13,78	8,15
Vu (cm/s)	139,63	124,88	110,14	95,39	82,12
Tinggi api(mm)	27,87	23,09	15,87	24,46	41,91

Tabel 4.3

Data Ketinggian *Ring* Pemanas 88 mm pada *Bunsen Burner*

Parameter	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
$\alpha(^{\circ})$	12,63	15,23	21,86	14,11	8,39
Vu (cm/s)	139,63	124,88	110,14	95,39	82,12
Tinggi api(mm)	26,77	22,04	15,30	23,87	40,68

Tabel 4.4

Data Ketinggian *Ring* Pemanas 93 mm pada *Bunsen Burner*

Parameter	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
$\alpha(^{\circ})$	13,03	15,87	22,99	15,07	8,64
Vu (cm/s)	139,63	124,88	110,14	95,39	82,12
Tinggi api(mm)	25,89	21,10	14,48	22,28	39,47

Tabel 4.5

Data Ketinggian *Ring* Pemanas 98 mm pada *Bunsen Burner*

Parameter	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
$\alpha(^{\circ})$	13,88	16,70	23,26	15,69	9,19
Vu (cm/s)	139,63	124,88	110,14	95,39	82,12
Tinggi api(mm)	24,27	19,99	13,96	21,36	37,07

Dari Tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 diatas menunjukkan bahwa nilai sudut nyala api yang dihasilkan berbanding terbalik dengan nilai tinggi nyala api. Sedangkan untuk tinggi nyala api mengalami penurunan dari nilai *equivalence ratio* tinggi sampai *equivalence ratio* mendekati satu dan mengalami peningkatan lagi setelah nilai *equivalence ratio* berada dibawah satu. Disamping itu, sudut nyala api mengalami peningkatan dari nilai *equivalence ratio* tinggi sampai *equivalence ratio* mendekati satu dan mengalami penurunan ketika nilai *equivalence ratio* berada dibawah satu.

4.2.2 Tabel Hasil Perhitungan Karakteristik Nyala Api

Data visulisasi nyala api yang diperoleh dari proses pengolahan digunakan untuk mencari nilai dari kecepatan api laminar dengan menggunakan persamaan 2-6. Namun sebelum mencari nilai kecepatan api laminar perlu dilakukan pencarian nilai kecepatan reaktan pada *bunsen burner* dengan menggunakan persamaan 2-7. Berikut merupakan perhitungan untuk mencari nilai kecepatan reaktan pada *bunsen burner* untuk *equivalence ratio* 1,40.

$$Q_{BB} = 0,67 \text{ L/min}$$

$$Q_{udara} = 4,9 \text{ L/min}$$

$$A_b = 1,1304 \text{ cm}^2$$

Nilai yang didapat dari *flowmeter* masih dalam bentuk liter per-menit sehingga perlu dilakukan konversi dari volume per-menit ke meter kubik per-detik.

$$Q_{BB} = 0,67 \frac{L}{min} = \frac{L}{min} \rightarrow \frac{cm^3}{s}$$

$$= \frac{0,67 \times 1000}{60} = 11,17 \text{ cm}^3/s$$

$$Q_{udara} = 4,9 \frac{L}{min} = \frac{L}{min} \rightarrow \frac{cm^3}{s}$$

$$= \frac{4,9 \times 1000}{60} = 81,67 \frac{cm^3}{s}$$

Setelah proses konversi selesai, bisa dilakukan penghitungan kecepatan raktan dengan menggunakan persamaan 2-7.

$$v = \frac{11,17 \text{ cm}^3/s + 8117 \text{ cm}^3/s}{1,1304 \text{ cm}^2}$$

$$v = 81,67 \text{ cm/s}$$

Setelah didapat nilai kecepatan reaktan selanjutnya bisa dilakukan penghitungan besar kecepatan api laminer berdasarkan persamaan 2-6. Berikut merupakan salah satu perhitungan kecepatan api laminer pada *bunsen burner* dengan ketinggian *ring* pemanas 98 mm pada *equivalence ratio* 1,40.

$$S_L = v \sin \alpha$$

$$S_L = 81,67 \text{ cm/s} \cdot \sin 9,19$$

$$S_L = 81,67 \text{ cm/s} \times 0,16$$

$$S_L = 13,12 \text{ cm/s}$$

Sedangkan data karakteristik nyala api yang diamati yaitu meliputi temperatur api, tinggi api dan kecepatan api laminer. Data selengkapnya disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah dalam melakukan pengamatan.

Tabel 4.6
Hasil Perhitungan Karakteristik Nyala Api Masing-masing Variasi Ketinggian *Ring* Pada *Bunsen Burner*

Tinggi ring	Parameter	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
78 mm	T ujung ($^{\circ}\text{C}$)	1105,67	1164,33	1251,67	1178,33	1119,33
	T tengah ($^{\circ}\text{C}$)	1077,67	1103,67	1192,67	1079,33	1056,67
	S_L (cm/s)	28,31	30,23	37,80	21,93	11,27
	Tinggi api(mm)	28,97	24,04	16,76	25,40	43,29
83 mm	T ujung ($^{\circ}\text{C}$)	1115,33	1174	1264,33	1187,67	1129,67
	T tengah ($^{\circ}\text{C}$)	1085,33	1117	1204,33	1088	1067
	S_L (cm/s)	29,39	31,42	39,69	22,72	11,64
	Tinggi api(mm)	27,87	23,09	15,87	24,46	41,91
88 mm	T ujung ($^{\circ}\text{C}$)	1124,67	1182,67	1272	1195	1138,67
	T tengah ($^{\circ}\text{C}$)	1095	1125,33	1211	1094,33	1076
	S_L (cm/s)	30,53	32,81	41,01	23,26	11,98
	Tinggi api(mm)	26,77	22,04	15,3	23,87	40,68
93 mm	T ujung ($^{\circ}\text{C}$)	1135,67	1196,67	1285,33	1204	1147,67
	T tengah ($^{\circ}\text{C}$)	1106	1134,67	1224,67	1108	1083,67
	S_L (cm/s)	31,53	34,15	43,02	24,80	12,34
	Tinggi api(mm)	25,89	21,1	14,48	22,28	39,47
98 mm	T ujung ($^{\circ}\text{C}$)	1146,33	1206,33	1296	1219,67	1158,67
	T tengah ($^{\circ}\text{C}$)	1116,67	1148	1239,67	1119,67	1094,67
	S_L (cm/s)	33,49	35,89	43,49	25,80	13,12
	Tinggi api(mm)	24,27	19,99	13,96	21,36	37,07

Dari Tabel 4.6 menunjukkan bahwa besar nilai ketinggian nyala api berbanding terbalik dengan nilai kecepatan nilai api laminer. Nilai kecepatan api laminer mengalami peningkatan dari *equivalence ratio* rendah sampai *equivalence ratio* mendekati satu dan ketika *equivalence ratio* melewati satu atau lebih dari satu nilai kecepatan api laminer akan mengalami penurunan.

4.3 Perhitungan Bilangan Reynolds

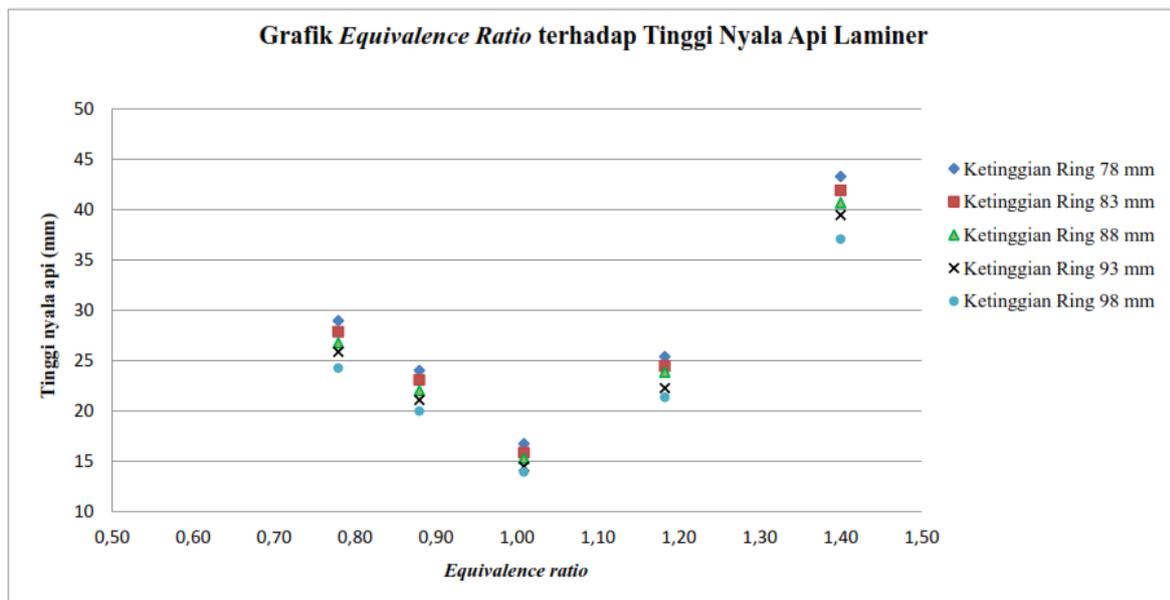
Bentuk nyala api yang dihasilkan *burner* bergantung pada aliran reaktan yang diberikan pada proses pembakaran. Penentu bentuk nyala api laminer diperlukan perhitungan bilangan Reynolds pada aliran reaktan. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan bilangan Reynolds untuk *bunsen burner* dengan diameter 12 mm.

Tabel 4.7
Hasil Perhitungan Bilangan Reynolds Aliran Reaktan pada *Bunsen Burner* Diameter 12 mm

Diameter <i>Burner</i>	$\Phi=0,78$	$\Phi=0,88$	$\Phi=1,01$	$\Phi=1,18$	$\Phi=1,40$
12 mm	1100,36	983,69	867,01	750,33	645,31

4.4 Grafik dan Pembahasan

4.4.1 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* terhadap Tinggi Nyala Api



Gambar 4.5 Hubungan *equivalence ratio* terhadap tinggi nyala api

Gambar 4.5 merupakan grafik pembahasan hubungan *equivalence ratio* terhadap tinggi nyala api yang dihasilkan *bunsen burner* dengan variasi ketinggian *ring* pemanas pada *burner*. Pada tiap-tiap variasi ketinggian *ring* pemanas digambarkan dalam bentuk simbol untuk mempermudah pembacaan grafik, dimana ketinggian *ring* pemanas 78 mm disimbolkan belah ketupat, 83 mm segiempat, 88 mm segitiga, 93 mm silang dan 98 mm disimbolkan lingkaran. Sedangkan nilai *equivalence ratio* yang digunakan dalam penelitian yaitu 0,78; 0,88; 1,01; 1,18; dan 1,40.

Berdasarkan grafik diatas diperoleh penjelasan mengenai nilai tinggi nyala api yang semakin meningkat seiring dengan menurunnya posisi ketinggian *ring* pemanas pada *burner* untuk masing-masing *equivalence ratio*. Sedangkan berdasarkan nilai *equivalence ratio* tinggi nyala api semakin menurun untuk *equivalence ratio* dibawah satu sampai mendekati satu dan akan mengalami kenaikan kembali setelah melewati *equivalence ratio* satu. Nilai tinggi nyala api yang diperoleh disusun urut mulai *equivalence ratio* kecil ke *equivalence ratio* besar pada ketinggian *ring* pemanas 78 mm yaitu 28,97 mm; 24,04 mm; 16,76 mm; 25,40 mm; 43,29 mm. Untuk ketinggian *ring* pemanas 83 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 27,87 mm; 23,09 mm; 15,87 mm; 24,46 mm; 41,91 mm. Untuk ketinggian *ring* pemanas 88 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 26,77 mm; 22,04 mm; 15,30 mm; 23,87 mm; 40,68 mm. Untuk ketinggian *ring* pemanas 93 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 25,89 mm; 21,10 mm; 14,48 mm; 22,28 mm; 39,47 mm. Dan untuk ketinggian *ring* pemanas 98 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 24,27 mm; 19,99 mm; 13,96 mm; 21,36 mm; 37,07 mm.

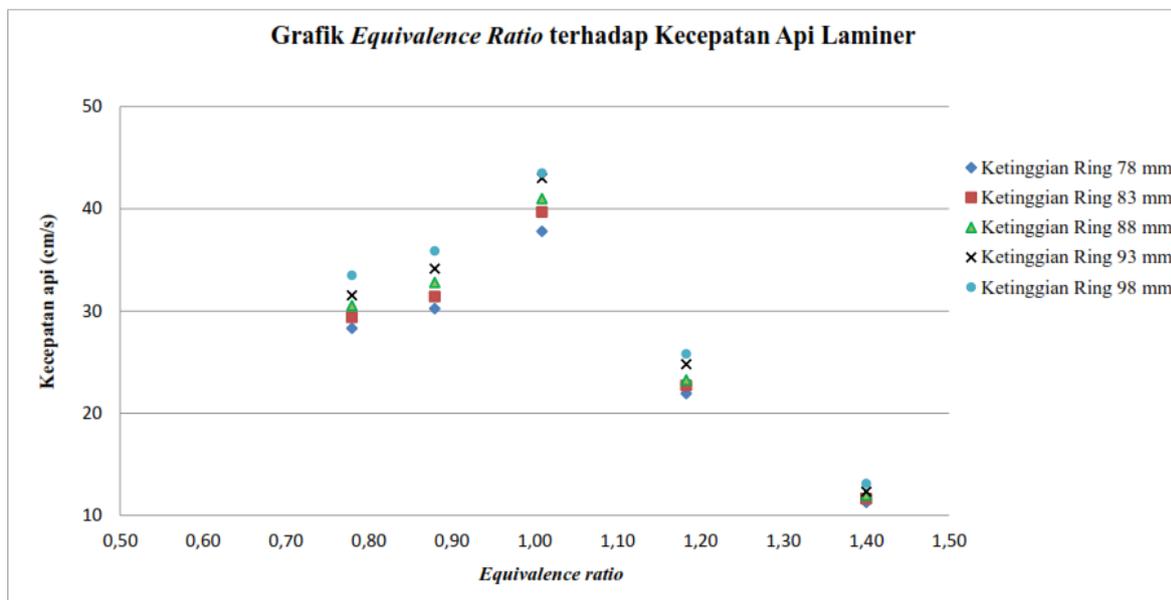
Semakin turun posisi ketinggian *ring* pemanas pada *burner* tinggi nyala api yang dihasilkan pada *burner* semakin meningkat. Hal ini disebabkan panas yang diberikan *ring* pemanas pada *burner* mempengaruhi laju reaksi reaktan pada proses pembakaran, dimana panas yang dihasilkan *ring* pemanas akan ditransferkan secara konveksi ke udara sekitar nyala api atau area proses pembakaran. Energi aktivasi yang dibutuhkan reaktan untuk bereaksi akan semakin kecil karena panas pada *ring* pemanas akan memberikan sebagian panasnya untuk proses pembakaran sehingga memungkinkan untuk terjadinya reaksi pembakaran serentak pada reaktan.

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa untuk ketinggian *ring* pemanas 98 mm tinggi nyala api yang dihasilkan memiliki nilai terkecil untuk masing-masing *equivalence ratio*. Hal ini dikarenakan ketika *ring* pemanas berada pada ketinggian 98 mm yang merupakan posisi terdekat dengan ujung *burner*, panas yang dihasilkan *ring* pemanas akan ditransferkan secara konveksi ke udara sekitar nyala api atau area proses pembakaran lebih cepat. Energi aktivasi yang diterima reaktan dari *ring* pemanas lebih besar dari posisi ketinggian *ring* yang lain. Dan untuk ketinggian *ring* pemanas 78 mm yang merupakan posisi terjauh dari ujung *burner* memiliki nilai tinggi nyala api terbesar untuk setiap *equivalence ratio*. Hal ini dikarenakan semakin jauh posisi *ring* pemanas dari ujung *burner* suhu udara disekitar nyala api atau area proses pembakaran semakin rendah. Energi aktivasi yang diterima reaktan dari *ring* pemanas sebelum proses pembakaran semakin kecil. Sehingga semakin dekat posisi *ring* pemanas dengan ujung *burner*, suhu udara disekitar nyala api akan semakin tinggi serta energi aktivasi yang diterima reaktan sebelum terjadinya proses pembakaran semakin besar. Kemungkinan untuk terjadi proses pembakaran serentak akan semakin besar yang mengakibatkan nyala api yang dihasilkan semakin kecil.

Dari Gambar 4.4 diatas juga memperlihatkan tinggi nyala api pada masing-masing *equivalence ratio*. Dimana tinggi api mengalami penurunan dari *equivalence ratio* dibawah satu ke *equivalence ratio* satu dan mengalami peningkatan lagi setelah melewati *equivalence ratio* satu. Hal ini dikarenakan untuk *equivalence ratio* dibawah satu atau semakin kecil *equivalence ratio*, fraksi massa yang mengalir semakin besar yang disebabkan semakin besarnya aliran udara yang mengalir. Hal ini menyebabkan pada gas reaktan yang mengalir semakin besar dan nyala api yang dihasilkan semakin tinggi. Pada *equivalence ratio* lebih dari satu dan semakin besar, kadar bahan bakar yang terdapat dalam reaktan semakin besar juga. Semakin besar kadar bahan bakar yang tidak disertai dengan meningkatnya kadar udara dalam reaktan akan menyebabkan bahan bakar tidak dapat bereaksi secara sempurna

sehingga sisa bahan bakar dari proses pembakaran yang belum terbakar akan bereaksi secara difusi. Proses ini dapat menyebabkan tinggi nyala api semakin meningkat.

4.4.2 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* terhadap Kecepatan Api Laminer



Gambar 4.5 Hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan api laminar

Gambar 4.5 diatas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan api laminar dari tiap-tiap variasi ketinggian *ring* pemanas pada *burner*. Pada tiap-tiap variasi ketinggian *ring* pemanas digambarkan dalam bentuk simbol untuk mempermudah pembacaan grafik, dimana ketinggian *ring* pemanas 78 mm disimbolkan belah ketupat, 83 mm segiempat, 88 mm segitiga, 93 mm silang dan 98 mm disimbolkan lingkaran. Sedangkan nilai *equivalence ratio* yang digunakan dalam penelitian yaitu 0,78; 0,88; 1,01; 1,18; dan 1,40.

Nilai kecepatan api laminar pada *bunsen burner* mengalami penurunan seiring dengan menurunnya posisi ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner*. Berdasarkan *equivalence ratio* kecepatan api laminar berbanding terbalik dengan tinggi nyala api, dimana kecepatan api laminar akan semakin meningkat dari *equivalence ratio* kecil ke *equivalence ratio* satu. Setelah melewati *equivalence ratio* satu atau semakin meningkat *equivalence ratio* kecepatan api laminar akan semakin menurun. Nilai kecepatan api laminar yang diperoleh menurut susunan *equivalence ratio* kecil ke *equivalence ratio* besar pada ketinggian *ring* pemanas 78 mm yaitu 28,31 cm/s; 30,23 cm/s; 37,80 cm/s; 21,93 cm/s; 11,27 cm/s. Pada ketinggian *ring* pemanas 83 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 29,39 cm/s; 31,42 cm/s; 39,69 cm/s; 22,72 cm/s; 11,64 cm/s. Pada ketinggian *ring* pemanas 88 mm diperoleh nilai

tinggi nyala api 30,53 cm/s; 32,81 cm/s; 41,01 cm/s; 23,26 cm/s; 11,98 cm/s. Pada ketinggian *ring* pemanas 93 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 31,53 cm/s; 34,15 cm/s; 43,02 cm/s; 24,80 cm/s; 12,34 cm/s. Pada ketinggian *ring* pemanas 98 mm diperoleh nilai tinggi nyala api 33,49 cm/s; 35,89 cm/s; 43,49 cm/s; 25,80 cm/s; 13,12 cm/s.

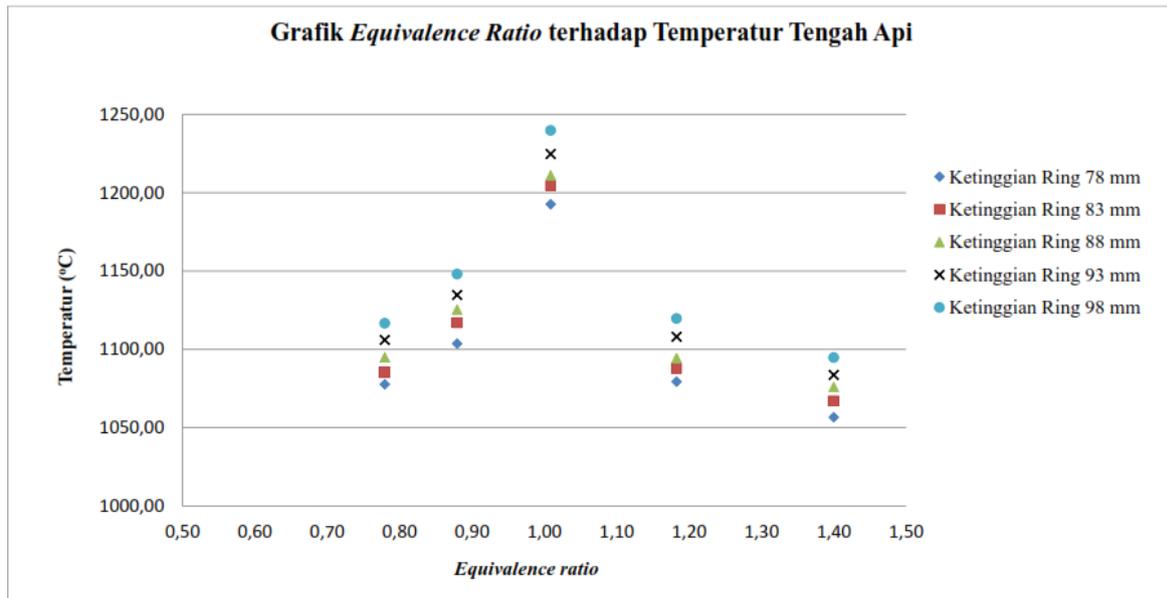
Kecepatan api laminer dipengaruhi oleh sudut nyala api dan kecepatan reaktan. Namun kecepatan reaktan juga dipengaruhi oleh debit udara, debit bahan bakar dan luas dari lubang *bunsen burner*. Pada saat penelitian, besar debit bahan bakar dikontrol konstan untuk setiap variasi ketinggian *ring* pemanas, sehingga yang berpengaruh dalam aliran reaktan hanya debit udara.

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai kecepatan api laminer semakin besar seiring meningkatnya *equivalence ratio* kecil atau dibawah satu ke *equivalence ratio* satu dan akan mengalami penurunan setelah melewati *equivalence ratio* satu atau semakin besar. Ketika nilai *equivalence ratio* semakin kecil terhitung dari *equivalence ratio* satu maka kecepatan api laminer akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin kecil nilai *equivalence ratio* maka fraksi massa udara yang terdapat dalam campuran reaktan semakin besar dan menyebabkan kecepatan aliran gas reaktan semakin meningkat sehingga sudut nyala api yang terbentuk akan semakin kecil karena adanya perubahan bentuk geometri nyala api yang semakin memanjang. Ketika nilai *equivalence ratio* semakin besar terhitung dari *equivalence ratio* satu, nilai kecepatan api laminer menurun. Hal ini dikarenakan kadar bahan bakar dalam gas reaktan semakin besar. Semakin besarnya kadar bahan bakar didalam campuran gas reaktan akan mengakibatkan bahan bakar tidak bisa bereaksi secara sempurna. Bahan bakar yang belum terbakar dalam proses pembakaran akan berdifusi dengan udara sekitar sehingga bentuk geometri dari nyala api akan semakin panjang serta sudut api yang dihasilkan semakin kecil. Berdasarkan persamaan 2-6, semakin kecil sudut nyala api maka kecepatan api laminer semakin kecil.

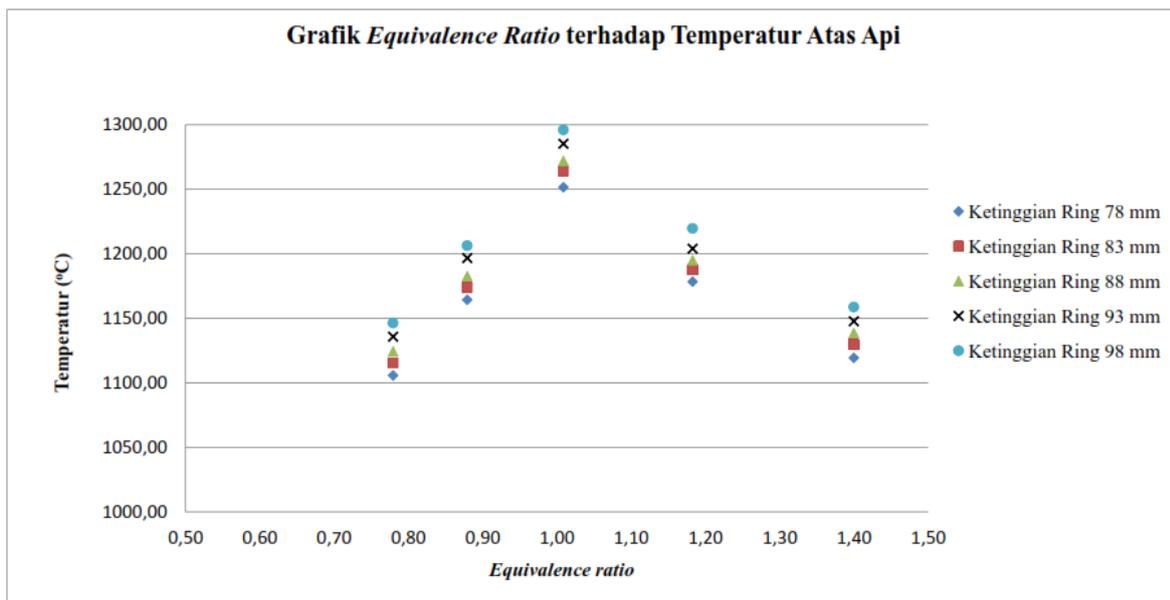
Dari Gambar 4.5 juga didapat keterangan bahwa semakin turun posisi ketinggian *ring* pemanas maka kecepatan api laminer juga semakin menurun. Hal ini dikarenakan panas yang diberikan *ring* pemanas pada *burner* mempengaruhi laju reaksi reaktan pada proses pembakaran, dimana panas yang dihasilkan *ring* pemanas akan ditransferkan secara konveksi ke udara sekitar nyala api atau area proses pembakaran dan energi aktivasi yang dibutuhkan reaktan untuk bereaksi akan semakin kecil karena panas pada *ring* pemanas akan memberikan sebagian panasnya untuk proses pembakaran. Hal ini memungkinkan untuk terjadinya reaksi pembakaran serentak pada reaktan. Namun ketika posisi ketinggian *ring* pemanas semakin menurun panas yang ditransfer secara konveksi disekitar nyala api atau

area reaksi pembakaran juga akan menurun karena pengaruh jarak *ring* pemanas terhadap ujung atas *burner* dan energi aktivasi yang diterima reaktan dari *ring* pemanas juga semakin menurun sehingga proses terjadinya reaksi pembakaran secara serentak juga akan menurun. Menurunnya reaksi pembakaran serentak ini akan mempengaruhi bentuk geometri nyala api yang semakin panjang dan sudut nyala api semakin kecil.

4.4.3 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* terhadap Temperatur Nyala Api



Gambar 4.6 Hubungan *equivalence ratio* terhadap temperatur tengah nyala api



Gambar 4.7 Hubungan *equivalence ratio* terhadap temperatur atas nyala api

Gambar 4.6 dan 4.7 diatas menjelaskan grafik hubungan *equivalence ratio* terhadap temperatur api laminar pada setiap variasi ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner*. Perbedaan dari dua gambar diatas adalah gambar 4.6 menjelaskan temperatur yang dihasilkan pada bagian tengah nyala api, sedangkan gambar 4.7 menjelaskan temperatur yang dihasilkan pada bagian atas atau puncak nyala api. Dalam penelitian ini variasi ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner* yaitu 78 mm, 83 mm, 88 mm, 93 mm dan 98 mm. Sedangkan nilai *equivalence ratio* yang digunakan dalam penelitian yaitu 0,78; 0,88; 1,01; 1,18; dan 1,40.

Namun dari kedua gambar diatas memiliki kecenderungan yang sama. Dimana nilai temperatur yang dihasilkan cenderung mengalami peningkatan dari *equivalence ratio* kecil atau dibawah satu ke *equivalence ratio* satu dan ketika sudah *equivalence ratio* melewati satu dan semakin meningkat nilai temperatur api yang dihasilkan akan mengalami penurunan, hal ini berlaku untuk semua variasi ketinggian *ring* pemanas pada *bunsen burner*. Menurunnya temperatur api yang dihasilkan ketika *equivalence ratio* semakin kecil terhitung dari *equivalence ratio* satu disebabkan oleh kondisi campuran reaktan yang terlalu banyak mengandung udara sehingga campuran semakin tidak sempurna dan ketika terjadi proses pembakaran kemungkinan terdapat udara sisa oksidator bahan bakar yang akan menyerap panas dari temperatur nyala api yang dihasilkan. Dan menurunnya temperatur api yang dihasilkan pada saat *equivalence ratio* lebih dari satu dan semakin meningkat, hal ini dikarenakan dalam campuran reaktan mengandung terlalu banyak bahan bakar dan kekurangan udara sebagai oksidator sehingga bahan bakar tidak dapat terbakar secara sempurna. Akibat dari tidak sempurnanya reaksi pembakaran akan menurunkan temperatur api yang dihasilkan.

Dari Gambar 4.6 dan 4.7 menunjukan bahwa temperatur bagian atas nyala api lebih tinggi dari bagian tengah nyala api. Hal ini dikarenakan pada bagian ujung atas nyala api reaktan dapat beraksi dengan sempurna jika dibandingkan dengan bagian tengah nyala api. Sehingga temperatur nyala api bagian atas menghasilkan temperatur yang lebih tinggi dari nyala api bagian tengah. Dalam proses pembakaran, temperatur maksimal dapat dicapai jika reaktan dapat bereaksi dan berubah menjadi 100% produk pembakaran.

Halaman ini sengaja dikosongkan