

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan kemuliaan hanya kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala limpahan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi *Equivalence Ratio* dan Jumlah Lubang Pada *Perforated Burner* Terhadap Karakteristik Nyala Api Pembakaran *Premixed*”**.

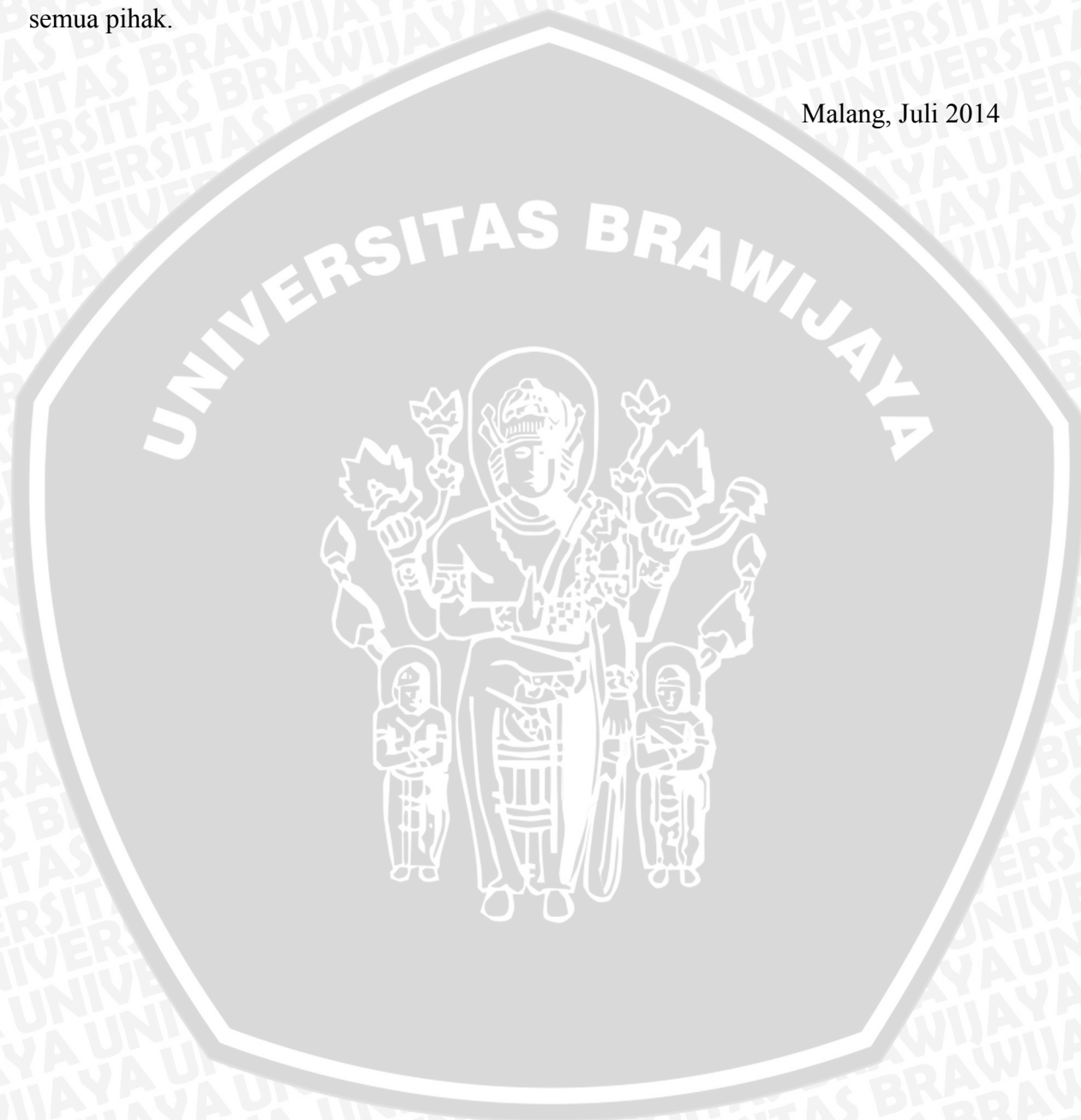
Dalam menyusun laporan kerja praktek ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng., Dr.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Purnami, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
3. Ibu Widya Wijayanti, ST., MT., Dr. Eng. selaku Kepala Program Studi S1 sekaligus Ketua Kelompok Dasar Keahlian Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang dengan penuh kesabaran dan kasih sayang mendukung serta memanjatkan doa hingga menghantarkan penulis dari awal sampai akhir penyusunan skripsi ini.
7. Saudara Faris Maulidian Nawfal dan Afrizal Zulkarnaen Achmad yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam membantu penulis selama proses penelitian dari awal hingga akhir dalam suka maupun duka.
8. Saudara Ahmad Tedjo Rukmono, ST. yang telah memberikan banyak informasi dalam penyusunan skripsi ini.
9. Vinny Rosita Nela Bintari yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat bagi penulis selama penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman M'10 untuk segala dukungan yang telah diberikan.
11. Seluruh pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar kedepannya menjadi lebih baik.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juli 2014



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	x
RINGKASAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 <i>Liquified Petroleum Gas (LPG)</i>	6
2.3 <i>Bunsen Burner</i>	7
2.4 Proses Pembakaran	8
2.5 Reaksi Kimia Pada Proses Pembakaran	9
2.6 Energi Aktivasi	10
2.7 Energi Disosiasi	13
2.8 Klasifikasi Pembakaran	13
2.9 <i>Api Premixed Laminer</i>	17
2.10 Kestabilan Nyala Api	20
2.11 Pembakaran Stoikiometri	21
2.12 Campuran Udara-Bahan Bakar	21
2.13 <i>Air-Fuel Ratio (AFR)</i>	22
2.14 <i>Equivalence Ratio</i>	22
2.15 Kecepatan Pembakaran Laminer	23
2.16 Pengukuran Kecepatan Pembakaran Laminer	24
2.17 Hipotesa	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Metode Penelitian	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Peralatan Penelitian	27
3.4 Tempat Penelitian	34
3.5 Prosedur Penelitian	34
3.6 Diagram Alir Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Pengolahan Data	37
4.2 Data Hasil Penelitian	39
4.2.1 Data Tinggi Api	39
4.2.2 Data Kecepatan Pembakaran Laminer	39
4.2.2.1 Perhitungan Kecepatan Reaktan	39
4.2.2.2 Perhitungan Kecepatan Pembakaran Laminer	40
4.3 Pembahasan	42
4.3.1 Hubungan Antara <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Pembakaran Laminer <i>Bunsen Burner</i>	42
4.3.2 Hubungan Variasi Jumlah Lubang Terhadap Kecepatan Pembakaran Laminer	43
4.3.3 Hubungan Antara <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Tinggi Api <i>Bunsen Burner</i>	45
4.3.4 Hubungan Antara <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Tinggi Api <i>Perforated Burner</i> 7 Lubang	46
4.3.5 Hubungan Antara <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Tinggi Api <i>Perforated Burner</i> 19 Lubang	47
4.3.6 Hubungan Antara <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Tinggi Api <i>Perforated Burner</i> 37 Lubang	48
4.3.7 Hubungan Variasi Jumlah Lubang Terhadap Tinggi Api	49
4.3.8 Pola Api	51
4.3.8.1 Pola Api <i>Bunsen Burner</i>	51
4.3.8.2 Pola Api <i>Perforated Burner</i> 7 Lubang	51
4.3.8.3 Pola Api <i>Perforated Burner</i> 19 Lubang	52
4.3.8.4 Pola Api <i>Perforated Burner</i> 37 Lubang	53

BAB V PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Diagram hasil pengujian eksperimental kecepatan pembakaran laminar pada <i>bunsen burner</i>	4
Gambar 2.2	Diagram hasil pengujian eksperimental kecepatan pembakaran laminar pada <i>perforated burner</i>	5
Gambar 2.3	LPG	6
Gambar 2.4	Bunsen burner	8
Gambar 2.5	Ilustrasi proses pembakaran	10
Gambar 2.6	Keadaan molekul ketika tertabrak radikal bebas	10
Gambar 2.7	Peran energi aktivasi dalam proses reaksi	12
Gambar 2.8	Distribusi Maxwell-Boltzman	12
Gambar 2.9	Posisi energi aktivasi dalam distribusi Maxwell-Boltzman	13
Gambar 2.10	Cara reaktan terbakar. (a) pembakaran <i>premixed</i> ; (b) pembakaran difusi	14
Gambar 2.11	Foto api di laboratorium. (a) api <i>premixed</i> ; (b) api difusi	15
Gambar 2.12	Api laminar dan turbulen. (a) api <i>premixed</i> laminar; (b) api <i>premixed turbulen</i> ; (c) gabungan <i>image</i> api <i>premixed</i> turbulen yang direkam dengan <i>shuter speed</i> tinggi; (d) api difusi laminar; (e) api difusi turbulen; (f) api difusi turbulen direkam dengan <i>shuter speed</i> tinggi	15
Gambar 2.13	Foto pembakaran bahan bakar padat: (a) biomassa dan (b) batubara; bahan bakar cair: (c) minyak jarak; dan bahan bakar gas: (d) LPG	16
Gambar 2.14	Struktur api <i>premixed</i> : (a) di dalam tabung pembakar; (b) pada <i>bunsen burner</i>	17
Gambar 2.15	Detail struktur di dalam api <i>premixed</i>	19
Gambar 2.16	Mekanisme kestabilan api <i>premixed</i>	20
Gambar 2.17	(a) <i>flashback</i> , (b) stabil, (c) <i>lift off</i> , (d) <i>lifted</i> , (e) <i>blow off</i>	20
Gambar 2.18	Vektor kecepatan api <i>bunsen burner</i>	24
Gambar 3.1	Dimensi <i>bunsen burner</i>	27
Gambar 3.2	<i>Perforated plate 1</i>	28
Gambar 3.3	<i>Perforated plate 2</i>	28

Gambar 3.4	<i>Perforated plate 3</i>	29
Gambar 3.5	Kompresor	29
Gambar 3.6	Kamera	29
Gambar 3.6	Flowmeter udara	30
Gambar 3.7	Flowmeter bahan bakar	30
Gambar 3.8	Selang	30
Gambar 3.9	<i>Safety box</i>	31
Gambar 3.10	Katup bahan bakar	31
Gambar 3.11	Katup udara	31
Gambar 3.12	Higrometer	32
Gambar 3.13	LPG	32
Gambar 3.14	Pemantik api	32
Gambar 3.15	Laptop	33
Gambar 3.16	Skema instalasi peralatan pengujian	33
Gambar 3.17	Diagram alir penelitian	36
Gambar 4.1	Pengolahan pemotongan visualisasi api pada Corel Draw X6	37
Gambar 4.2	Proses pengolahan visualisasi api sesuai ukuran sebenarnya	38
Gambar 4.3	Proses pengukuran sudut api dan tinggi api pada Autocad 2012	38
Gambar 4.4	Hasil pengukuran sudut api <i>bunsen burner equivalence ratio</i> 1.45	40
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara <i>equivalence ratio</i> terhadap kecepatan pembakaran laminar <i>bunsen burner</i>	42
Gambar 4.6	Grafik hubungan variasi jumlah lubang terhadap kecepatan pembakaran laminar.	43
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara <i>equivalence ratio</i> terhadap tinggi api <i>bunsen burner</i>	45
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara <i>equivalence ratio</i> terhadap tinggi api <i>perforated burner</i> 7 lubang	46
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara <i>equivalence ratio</i> terhadap tinggi api <i>perforated burner</i> 19 lubang	47
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara <i>equivalence ratio</i> terhadap tinggi api <i>perforated burner</i> 37 lubang	48
Gambar 4.11	Grafik hubungan variasi jumlah lubang terhadap tinggi api	49
Gambar 4.12	Pola api <i>bunsen burner</i>	51

Gambar 4.13	Pola api <i>perforated burner</i> 7 lubang	51
Gambar 4.14	Pola api <i>perforated burner</i> 19 lubang	52
Gambar 4.15	Pola api <i>perforated burner</i> 37 lubang	53



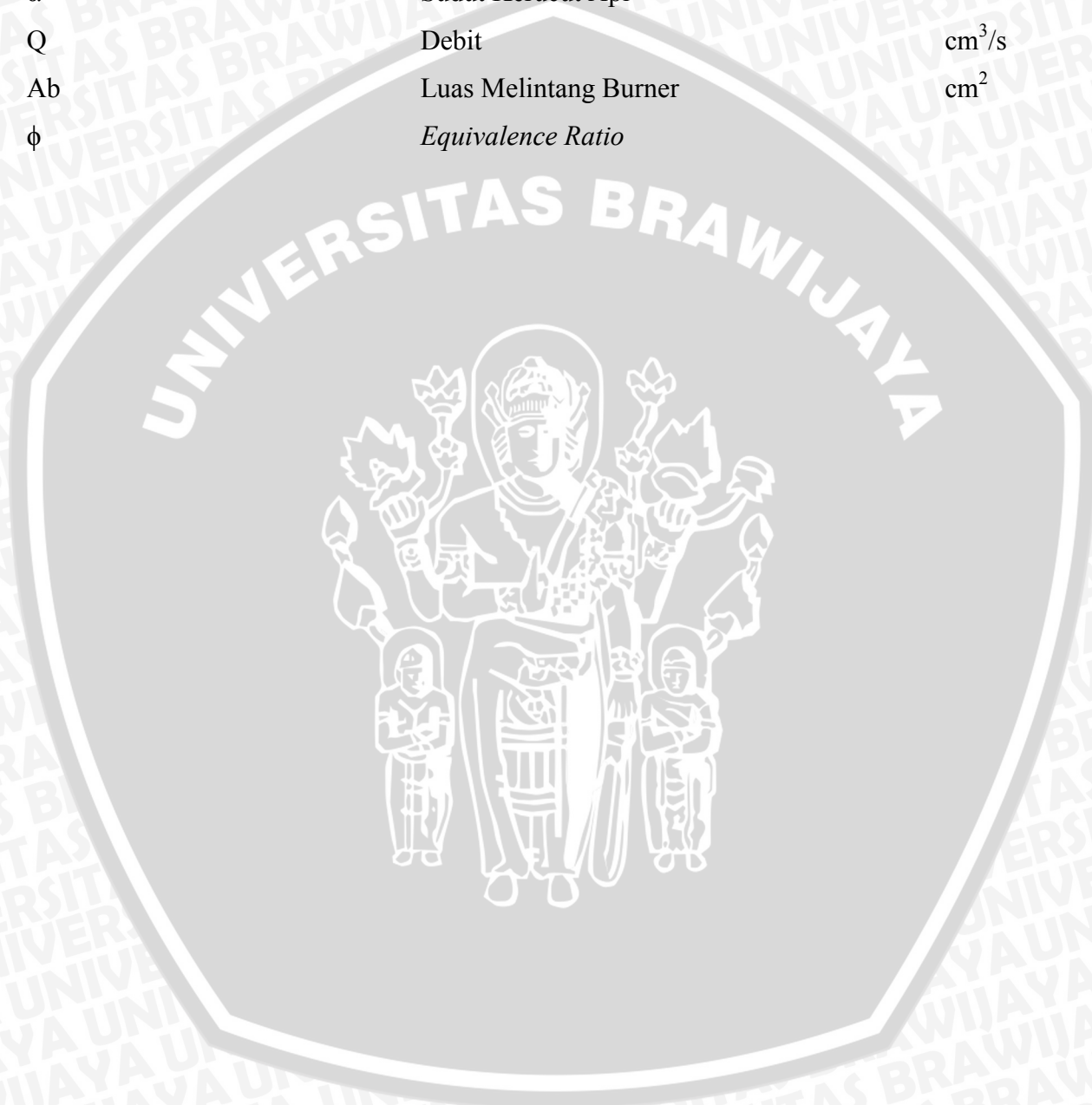
DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Data Tinggi Api Hasil Penelitian	39
Tabel 4.2	Data Hasil Perhitungan Kecepatan Reaktan	39
Tabel 4.3	Data Kecepatan Pembakaran Laminer Hasil Penelitian	41



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Besaran	Satuan
S_L	Kecepatan Pembakaran Laminer	cm/s
v	Kecepatan Reaktan	cm/s
α	Sudut Kerucut Api	°
Q	Debit	cm ³ /s
Ab	Luas Melintang Burner	cm ²
ϕ	<i>Equivalence Ratio</i>	



RINGKASAN

Gio Adamartata Girsang, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, Pengaruh Variasi *Equivalence Ratio* dan Jumlah Lubang Pada *Perforated Burner* Terhadap Karakteristik Nyala Api Pembakaran *Premixed*, Dosen Pembimbing : Agung Sugeng Widodo dan Francisca Gayuh Utami Dewi.

Pengukuran kecepatan pembakaran laminar umumnya diukur menggunakan *bunsen burner*. Namun telah banyak dilakukan pengukuran kecepatan pembakaran laminar dengan *perforated burner* dengan persamaan *bunsen burner*. Untuk itu dibutuhkan suatu penelitian yang meyakinkan bahwa persamaan tersebut dapat diterapkan pada *perforated burner* atau tidak. *Perforated burner* divariasikan dengan jumlah lubang 7, 19, dan 37 kemudian dicari pengaruhnya terhadap karakteristik nyala api. Dengan menggunakan LPG sebagai bahan bakar dilakukan penelitian karakteristik nyala api meliputi kecepatan pembakaran laminar, tinggi api dan pola api. Data visualisasi api diambil menggunakan kamera dengan memvariasikan *equivalence ratio*.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa persamaan kecepatan pembakaran laminar pada *bunsen burner* dapat langsung digunakan pada *perforated burner* karena perbedaannya relatif kecil. Dari hasil penelitian diketahui urutan kecepatan pembakaran laminar dan tinggi api dari tinggi ke rendah yaitu *perforated burner* 37 lubang, 19 lubang, 7 lubang, lalu *bunsen burner*. Kecepatan pembakaran laminar *perforated burner* lebih besar dari *bunsen burner* dikarenakan pada *bunsen burner* reaktan hanya melewati dinding *burner* untuk sampai ke mulut *burner*. Sedangkan pada *perforated burner* reaktan harus melewati dinding *burner* dan *perforated plate* sebelum akhirnya terbakar. Tinggi api pada *perforated burner* lebih besar dari *bunsen burner* dikarenakan pada *perforated burner* reaktan yang menuju mulut *burner* harus melewati *perforated plate* yang diameter setiap lubangnya lebih kecil dari *bunsen burner* sehingga menyebabkan perubahan kecepatan di mulut *burner*. Perubahan kecepatan ini menyebabkan campuran bahan bakar terdorong melewati zona reaksi sehingga sebagian bahan bakar tidak terbakar pada zona reaksi.

Kata kunci: *perforated burner*, *bunsen burner*, kecepatan pembakaran laminar, tinggi api, pola api.