

**PENGARUH ENERGI PENYALAAAN RUANG BAKAR TERHADAP
ION DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN MINYAK KELAPA
PADA MICROCOMBUSTOR**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**IMAM MAHMUDI
NIM. 0810620066 – 62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH ENERGI PENYALAAAN RUANG BAKAR TERHADAP ION DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN MINYAK KELAPA PADA *MICROCOMBUSTOR*

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

IMAM MAHMUDI
NIM. 0810620066 – 62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M. Eng., Ph.D.
NIP. 19590703 198303 1 002

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH ENERGI PENYALAAAN RUANG BAKAR TERHADAP ION DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN MINYAK KELAPA PADA MICROCOMBUSTOR

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

IMAM MAHMUDI
NIM. 0810620066 – 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 23 April 2012

MAJELIS PENGUJI

Skripsi I

Skripsi II

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST.,MT
NIP. 19750802 199903 2 002

Ir.Djoko Sutikno, M.Eng.
NIP. 19541009 198303 1 002

Komprehensif

Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST.,MT.
NIP. 19750702 200003 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH S.W.T. atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya dan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT. Selaku Ketua Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Dr.Eng Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
3. Ibu Dr.Eng Lilis Yuliati, ST.,MT.. Selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M.Eng, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, dan saran yang konstruktif dalam menyusun skripsi ini.
5. Bapak Sugianto, ST., MT selaku kepala Laboratorium Proses Produksi I yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan hidup dalam menjalani kehidupan di kampus maupun kehidupan di masyarakat kelak.
6. Bapak Mudjiono selaku Laboran Laboratorium Proses Produksi I yang selalu mengarahkan dan membimbing selama menjadi asisten Laboratorium Proses Produksi I dalam membimbing praktikum.
7. Kedua orang tua Bapak Ma'ruf dan Ibu Sri Sukendrowati yang telah memberikan banyak dukungan moril, dan materiil, nasehat serta doa yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Kakak saya Sdr. Farkhan Arifin dan Agus Sodar Sodiq yang selalu memberikan motivasi serta dukungan moral maupun materiil untuk menunjang penyelesaian studi program sarjana
9. Rekan Kerja Ikhlas Yudha Satriawan, dan Dio Wiratama I. yang selalu memotivasi dan memberikan peringatan dan nasehat dalam menyelesaikan skripsi ini, serta teman-teman seperjuanga mesin angkatan 2008 (M'08).

10. Yanuar Rahmat Aji P, Zhena Haryo P, Trendy Alfrian dan Candra Susilo Putro serta seluruh komponen Laboratorium Proses Produksi I yang selalu memberikan pelajaran baik dikampus maupun diluar kampus.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar terciptanya karya tulis yang lebih baik. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, April 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SIMBOL	x
RINGKASAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Minyak Kelapa (<i>Coconut Oil</i>)	5
2.3 <i>Microcombustion</i>	11
2.4 Injeksi Uap	12
2.5 Rasio Udara dan Bahan Bakar	12
2.6 Energi Aktivasi	13
2.7 Energi Disosiasi	17
2.8 Persamaan Arrhenius.....	18
2.9 Reaksi Radikal	19
2.10 Persamaan Keadaan Gas	21
2.11 Teori Kinetik Gas	23
2.12 Pembakaran.....	24
2.13 Ion	27
2.14 Kerangka Konsep Teoritis	28
2.1.5 Hipotesa	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Metode Penelitian	30
3.2 Variabel Penelitian	30
3.3 Alat-Alat yang digunakan	30
3.4 Gambar Instalasi Penelitian	38
3.5 Prosedur Pengambilan Data Penelitian	38
3.6 Diagram Alir Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.2 Pembahasan	41
4.2.1 Hubungan antara energi penyalaman dengan probabilitas pembakaran pada <i>microcombustor</i> dengan variasi AFR yang berbeda	41
4.2.2 Hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaman ruang bakar dan AFR pada <i>microcombustor</i>	42
4.2.3 Hubungan energi penyalaman dengan temperatur pembakaran	51
4.2.4 Hubungan energi penyalaman dengan ion pembakaran.....	52
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kandungan asam lemak minyak kelapa	8
Tabel 2.2	Karakteristik beberapa minyak nabati	9
Tabel 2.3	Karakteristik beberapa minyak diesel	9
Tabel 2.4	Sifat-sifat fisiko kimia minyak vco hasil ekstrasi, standar APCC dan BBIA	10
Tabel 2.5	Massa molar beberapa unsur	13
Tabel 2.6	Tipe ikatan dan energi dissosiasi	17
Tabel 2.7	Energi ikatan dan jarak ikatan beberapa unsur dan senyawa	17
Tabel 2.8	Harga-harga beberapa R untuk beberapa gas	23

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pohon kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	5
Gambar 2.2	Buah kelapa	6
Gambar 2.3	Minyak kelapa	6
Gambar 2.4	Struktur kimia trigliserida minyak kelapa	8
Gambar 2.5	<i>Microcombustor</i>	11
Gambar 2.6	Peran energi aktivasi dalam proses reaksi	14
Gambar 2.7	Distribusi Maxwell-Boltzmann	14
Gambar 2.8	Posisi energi aktivasi dalam distribusi Maxwell-Boltzmann	15
Gambar 2.9	Baterai B akan menimbulkan arus didalam <i>black box</i> yang isinya sesuai dengan hambatan yang diberikan	16
Gambar 2.10	Hubungan temperatur T dan laju reaksi k	19
Gambar 2.11	Keadaan molekul ketika tertabrak radikal bebas	20
Gambar 2.12	Nyala lilin menunjukkan zona reaksi api difusi	26
Gambar 2.13	Ilustrasi proses aktifasi pembentukan radikal dengan pemanasan bahan bakar	27
Gambar 3.1	<i>Microcombustor</i>	31
Gambar 3.2	Minyak kelapa	31
Gambar 3.3	Selang infus	32
Gambar 3.4	Seperangkat <i>heater</i>	32
Gambar 3.5	<i>Ampermeter</i>	33
Gambar 3.6	<i>Voltmeter</i>	33
Gambar 3.7	Suntikan	33
Gambar 3.8	Rangkaian <i>thermocouple</i> dan <i>ion probe</i>	34
Gambar 3.9	Infra red termometer	34
Gambar 3.10	Perangkat sensor	35
Gambar 3.11	Layout program	36
Gambar 3.12	Perangkat komputer	37
Gambar 3.13	Perangkat alat uji penelitian	38
Gambar 3.14	Diagram alir penelitian	40

Gambar 4.1	Grafik hubungan energi penyalaan ruang bakar dengan probabilitas pembakaran minyak kelapa pada variasi AFR pada <i>Microcombustor</i>	42
Gambar 4.2	Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 9:1	43
Gambar 4.3	Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 9:1	43
Gambar 4.4	Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 10:1	44
Gambar 4.5	Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 10:1	44
Gambar 4.6	Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 11:1	45
Gambar 4.7	Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 11:1	45
Gambar 4.8	Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 12:1	46
Gambar 4.9	Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 12:1	47
Gambar 4.10	Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 13:1	47
Gambar 4.11	Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 13:1	48
Gambar 4.12	Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar	

pada AFR 14:1	49
Gambar 4.13 Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 14:1	49
Gambar 4.14 Grafik hubungan energi penyalaan dengan temperatur pembakaran	51
Gambar 4.15 Grafik hubungan energi penyalaan dengan temperatur pembakaran	52



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Tabel data temperatur dan ion pembakaran uap minyak kelapa
Lampiran 2	Grafik temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran
Lampiran 3	Foto penelitian
Lampiran 4	Perhitungan nilai AFR teoritis
Lampiran 5	Prosedur menentukan AFR yang digunakan



DAFTAR SIMBOL

Besaran dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Jumlah mol	Molaritas atau mol	N
Massa	kilogram atau kg	m
Waktu	sekon atau s	t
Temperatur	kelvin atau K	T



RINGKASAN

Mahmudi Imam, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, April 2012, *Pengaruh Energi Penyalaan Ruang Bakar Terhadap Temperatur dan Ion Pembakaran Minyak Kelapa Pada Microcombustor*. Dosen Pembimbing Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M.Eng, Ph.D.

Ilmu pengetahuan dan teknologi sampai sekarang ini berkembang pesat diberbagai bidang salah satunya adalah perkembangan energi yang mengarah pada pembuatan miniatur produk seperti *notebook*, *microcontroler*, *chip* dan lain-lain sehingga mempermudah sistem kontrol dan kepresisan dimensi. Salah satu rekayasa perkembangan energi mikro adalah *microcombustor* yaitu sistem pembakaran pada celah ruang bakar antara $100\text{-}1000\mu\text{m}$. Aplikasi *microcombustor* antara lain sistem propulsi pemanas, teknologi penerangan *micro*, pembangkit listrik *micro* (baterai), dan lain-lain.

Dalam sistem pembakaran, bahan bakar merupakan hal yang utama sebagai penyuplai energi. Sedangkan selama ini pembakaran menggunakan bahan bakar fosil yang notabene *non renewable fuels*. Oleh karena itu minyak kelapa sebagai salah satu bahan bakar alternatif *renewable*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh energi penyalaan ruang bakar *microcombustor* terhadap temperature dan ion pembakaran minyak kelapa. Metode penelitian yang dilakukan dengan menginjeksikan uap minyak kelapa kedalam *microcombustor* dan memvariasikan energi panas ruang bakar (W) yaitu 400, 500, 600, 700 serta variabel terkontrol pada AFR 9:1, 10:1, 11:1, 12:1, 13:1 dan 14:1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkatnya energi penyalaan maka kecepatan reaksi akan meningkat sehingga ion dan temperatur pembakaran meningkat. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pembakaran optimal pada AFR 12:1 yang menunjukkan bahwa pada kondisi ini hampir seluruh bahan bakar terbakar. Penambahan udara setelah AFR 12:1 menurunkan temperatur pembakaran karena bahan bakar sulit terbakar.

Kata Kunci: *Energi Penyalaan, Minyak Kelapa, Ion dan Microcombustor*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sampai sekarang ini mengalami perkembangan begitu pesat diberbagai bidang industri seperti industri penerbangan, teknik jaringan, informasi dan lain-lain. Perkembangan tersebut mengarah pada pembuatan miniatur produk sehingga mempermudah dalam sistem kontrol dan kepresisan dimensi produk dari pada teknik konvensional sebelumnya. Miniatur ini dapat berupa *microrobot*, *notebook*, *laptop* dan lain-lain. Perkembangan *combustor* berskala mikro akan menjadi hal yang penting dalam pemenuhan energi berskala mikro untuk menyuplai energi perangkat-perangkat tersebut dengan memanfaatkan bahan bakar yang memiliki densitas yang cukup tinggi. Bahan bakar yang digunakan adalah hidrokarbon, karena bahan bakar hidrokarbon memiliki densitas energi tinggi yaitu 6490 W/kg dibandingkan dengan baterai *Lithium-ion* yang memiliki densitas energi 130 W/kg (Basthiyan, 2011:1).

Pada abad sekarang ini kebutuhan energi mikro di kehidupan sehari-hari menjadi sangat *urgent* misalnya industri jaringan komputer, *robotic*, *notebook*, *microcontroler program*, *chip* dan lain-lain. Hal ini disebabakan karena efektifitas energi yang mampu disimpan dalam miniatur kecil sehingga tidak memerlukan dimensi dan massa yang besar untuk membuat suatu produk berbasis mikro energi. Oleh karena itu *microcombustor* menjadi hal yang perlu dikaji lebih mendalam agar dihasilkan *performance microcombustor* yang lebih baik.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi krisis energi yang selama ini menjadi masalah besar dikehidupan manusia. Salah satu tanaman yang cocok didaerah tropis seperti di Indonesia ini adalah tanaman kelapa (*Cocos nucifera*). Tanaman ini akan menghasilkan buah kelapa yang dapat menghasilkan *biofuel*. Namun tanaman ini sebagian besar hanya dimanfaatkan sebagai sumber bahan kebutuhan pokok untuk menggoreng. Padahal potensi minyak nabati dari tanaman kelapa mampu mensubstitusi kebutuhan bahan bakar fosil.

Minyak kelapa (*coconut oil*) merupakan produk *biofuel* yang berasal dari proses pemanasan buah kelapa sehingga minyak kelapa merupakan bahan bakar yang dapat diperbarui (*renewable*). Minyak kelapa mempunyai nilai cetane (CN) yang

lebih tinggi dari pada biodiesel yang lain seperti minyak jarak pagar, minyak kelapa sawit dan biosolar. Nilai cetane (CN) merupakan angka pengukuran kualitas pembakaran biodiesel selama pengapian kompresi (*compression igniton*). Menurut penelitian sebelumnya angka rata-rata cetane minyak jarak pagar adalah 51, biodiesel berbasis kelapa sawit 62, minyak diesel 42 sedangkan minyak kelapa sekitar 62,7 (Seno Darmanto, 2006).

Dalam proses pemanasan minyak kelapa, energi panas dari luar digunakan untuk memutuskan ikatan molekul bahan bakar menjadi radikal bebas yang selalu bergerak dan bertumbukan. Pergerakan radikal-radikal bebas akan semakin bertambah seiring bertambahnya temperatur pemanasan yang menyebabkan tumbukan yang terjadi akan semakin cepat. Tumbukan yang semakin cepat dapat menyebabkan energi kinetik radikal-radikal bebas semakin besar sehingga temperatur pembakaran yang dihasilkan semakin tinggi. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu rekayasa dalam sistem pembakaran.

Proses pembakaran terjadi apabila bahan bakar fosil terbakar bersama pengoksidasi (dalam hal ini udara). Umumnya bahan bakar tersebut mengandung elemen-elemen karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur (Wardana, 1991:3:1). Proses pembakaran merupakan proses pelepasan energi kalor pada bahan bakar dan menghasilkan gas sisa berupa CO_2 , NO_x dan gas-gas lain. Tujuan dari pembakaran adalah untuk mengkonversi energi kimia bahan bakar menjadi energi kalor yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi lain.

Salah satu rekayasa yang dapat dilakukan dalam suatu sistem pembakaran adalah sistem pembakaran pada *microcombustor*. *Microcombustor* adalah suatu alat yang digunakan dalam sistem pembakaran mikro, di mana pada sistem pembakaran ini diameter ruang bakar adalah 100-1000 μm (Basthiyan, 2011:1).

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya perlu diadakan penelitian tentang karakteristik sistem pembakaran dengan menggunakan minyak kelapa sebagai *fuel* dan bagaimana pengaruh energi penyalaan ruang bakar terhadap ion dan temperatur pembakaran minyak kelapa (*coconout oil*) pada *microcombustor*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

Bagaimana pengaruh energi penyalaan ruang bakar terhadap ion dan temperatur pembakaran minyak kelapa (*coconut oil*) pada *microcombustor*.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak meluas, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan bakar yang digunakan adalah miyak kelapa (*coconut oil*).
2. Variasi energi penyalaan ruang bakar yang akan digunakan (watt) adalah 400; 500 ; 600; 700.
3. Besarnya dimensi *microcombustor* untuk setiap pengujian dengan tebal celah sebesar 0,9 mm, lebar 75 mm dan panjang 150 mm.
4. Kondisi lingkungan selama penelitian dijaga konstan dalam hal ini kondisi lingkungan diasumsikan konstan pada suhu ruangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh energi penyalaan ruang bakar terhadap ion dan temperatur pembakaran minyak kelapa (*coconut oil*) pada *microcombustor*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Didapatkan hasil penelitian yang paling efektif konversi energi dari panas menjadi listrik pada *microcombustor* dengan berbagai variasi energi penyalaan ruang bakar terhadap ion dan temperatur pembakaran minyak kelapa (*coconut oil*) pada *microcombustor*.
2. Mahasiswa dapat mengetahui pengaruh energi penyalaan ruang bakar terhadap ion dan temperatur pembakaran minyak kelapa (*coconut oil*) pada *microcombustor*.
3. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan yang baru kepada masyarakat tentang pemanfaatan *microcumbustor* dalam kehidupan sehari-hari.
4. Sebagai dasar maupun literatur penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya

Basthiyan, Sidqi (2011) meneliti tentang pencapaian ion dan temperatur pembakaran minyak biji kapuk (*ceiba pentandra*) dengan menaikkan temperatur injeksi uap minyak kapuk pada *microcombustor*. Dengan meningkatnya temperatur injeksi uap minyak kapuk gerakan antar molekul akan bertabrakan semakin cepat dengan energi yang lebih tinggi dari energi aktifasi sehingga energi potensial zat akan semakin besar dan laju reaksi meningkat, yaitu mempercepat terjadinya proses pembakaran dalam *microcombustor*.

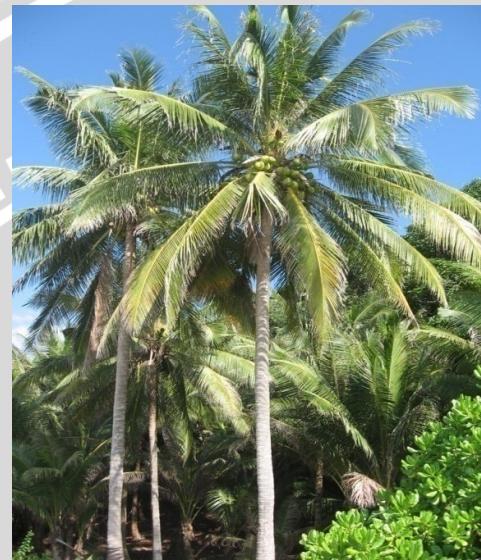
Cahyono, Dwi (2011) meneliti tentang pencapaian ion dan temperatur pembakaran minyak kelapa (*coconut oil*) dengan menaikkan tekanan injeksi uap minyak kelapa pada *microcombustor*. Dengan meningkatnya tekanan injeksi uap minyak kelapa maka tumbukan antar molekul akan semakin cepat sehingga energi kinetiknya semakin besar dan mempermudah molekul tersebut bereaksi dengan udara sehingga temperatur dan ion pembakaran dalam *microcombustor* semakin tinggi.

Bagus S (2011) meneliti tentang pencapaian ion dan temperatur pembakaran minyak jarak dengan menaikkan volume injeksi uap minyak jarak pada *microcombustor*. Dengan meningkatnya volume injeksi uap minyak jarak volume bahan bakar akan semakin besar sehingga ion dan temperatur pembakaran akan semakin besar. Namun dengan meningkatnya volume injeksi uap minyak jarak akan mengurangi kecepatan pembakarannya karena membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terjadinya proses pembakaran.

Jejurkar *et al.* (2009) meneliti tentang pencapaian efisiensi optimal dengan menaikkan perbedaan temperatur *thermoelectric generator* dan *combustion chamber* pada *microcombustor*. Dengan penambahan katalis dan pendingin generator, dapat meningkatkan energi yang dibangkitkan lebih besar dari baterai *lithium-ion*. Sehingga penambahan pemanas campuran bahan bakar atau penukar kalor sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan.

2.2 Minyak Kelapa (*Coconut Oil*)

Minyak kelapa adalah minyak yang berasal dari buah kelapa yang biasanya tumbuh disekitar pantai atau kepulauan. Minyak kelapa didapat dari proses pengepresan panas isi buah kelapa atau dengan cara ekstrasi *solven*. Proses pengambilan minyak kelapa biasanya digunakan untuk pembuatan minyak goreng atau bahan baku produk lain seperti pembuatan *virgin coconut oil (VCO)* (Sariyusda, 2006: 467).



Gambar 2.1 Pohon Kelapa (*Cocos nucifera*)

Sumber : Fina Mardiah, 2011

Pohon kelapa merupakan tanaman industri atau perkebunan yang memiliki batang lurus dari famili *Palmae*. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena seluruh bagian pohon kelapa seperti akar, batang, daun, dan buahnya mampu digunakan untuk kebutuhan manusia sehingga pohon ini biasanya dikenal sebagai pohon kehidupan (*tree of life*). Pohon kelapa dapat tumbuh baik pada curah hujan antara 1300-2300 mm/tahun, bahkan lebih 3800 mm. Suhu yang paling cocok untuk tanaman ini adalah 20-27 °C dan tidak cocok pada suhu rendah karena penyebaran tanaman ini terbatas pada daerah tropis.



Gambar 2.2 Buah Kelapa
Sumber : Eka Sutriana (2011:2)

Buah kelapa terdiri dari serabut, tempurung daging buah, dan air kelapa. Serabut dapat digunakan untuk pembuatan tali, keset matras, joke kendaraan dan lain-lain. Dari pengolahan serabut akan didapatkan 18 % serat matras, serat berbulu 12 %, dan sekam atau dedak 70 %. Buah kelapa memiliki berat sekitar 2 kg per butir. Dalam buah ini terdapat berbagai macam kandungan lemak nabati yang dapat digunakan untuk kebutuhan pangan seperti pembuatan minyak goreng.



Gambar 2.3 Minyak Kelapa
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Minyak atau lemak termasuk kelompok lipida termasuk yang paling banyak di alam. Lipida didefinisikan sebagai kelompok senyawa yang larut dalam eter, *khlorofom*, *benzene*, heksana atau pelarut lainnya. Minyak atau lemak adalah campuran mol triasilgliserol yang merupakan senyawa ester antara asam lemak dan gliserol. (Sariyusda, 2006: 467).

Minyak kelapa merupakan minyak yang berasal dari kopra yaitu daging buah yang dikeringkan. Kandungan minyak dalam kopra mencapai 63-65 %. Hampir 90% minyak kelapa merupakan asam lemak jenuh. Selain itu minyak kelapa yang belum dimurnikan memiliki kandungan kecil asam lemak fosfatidat, gum, sterol (0.06-0.08 %),

tokoferol (0.003 %) dan asam lemak bebas kurang dari 5 % dan sedikit protein dan karoten.

Secara garis besar minyak kelapa dapat dibuat dalam 2 cara atau proses yaitu:

1. Minyak kelapa diekstrak dari daging kelapa segar atau dikenal dalam proses basah. Proses basah ini dapat dilakukan melalui pembuatan santan terlebih dahulu atau dapat dipress dari daging kelapa setelah digoreng. Proses basah ini dibagi menjadi :
 - a. Cara basah tradisional
 - b. Cara basah fermentasi
 - c. Cara basah sentrifugal
 - d. Cara basah penggorengan
2. Minyak kelapa diekstrak dari daging kelapa yang dikeringkan atau dikenal dengan kopra atau dikenal proses kering.

Proses kering dibagi menjadi:

- a. Ekstrasi secara mekanis (*press*)
- b. Ekstrasi menggunakan pelarut

Secara umum tahap pembuatan minyak kelapa dengan cara kering yaitu dengan cara mekanis (*press*) adalah sebagai berikut:

- a. Kopra dicacah kemudian dihaluskan menjadi serbuk
- b. Serbuk kelapa ditempatkan pada ruang ekstrasi, sedangkan pelarut pada ruang penguapan. Kemudian pelarut diuapkan sampai menguap. Uap pelarut akan naik ke ruang kondensasi. Kondensat (uap pelarut yang mencair) akan masuk keruangan ekstraksi dan melarutkan lemak serbuk kopra. Jika ruang ekstraksi sudah penuh dengan pelarut, maka pelarut yang mengandung minyak akan mengalir atau jatuh dengan sendirinya menuju ruang penguapan semula.
- c. Diruang penguapan pelarut yang mengandung minyak akan menguap, sedangkan minyak tetap berada di ruang penguapan. Proses ini berlangsung sampai 3 jam.
- d. Pelarut yang mengandung minyak diuapkan. Uap yang terkondensasi pada kondensat tidak dikembalikan lagi ke ruang penguapan , tetapi dialirkan ke tempat penampungan pelarut. Pelarut ini dapat digunakan kembali untuk ekstrasi. Penguapan ini dilakukan sampai diperkirakan lagi tidak ada residu pelarut pada minyak.

e. Selanjutnya minyak dinetralisasi, pemutihan dan penghilangan bau.

(MAPI, 2006 : 1)

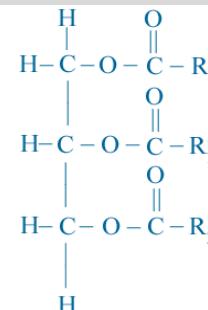
Struktur minyak kelapa dalam monoglycerida, diglycerida, triglycerida dari asam asam yang terdapat didalam tabel 2.1, tergantung dari bagaimana proses pengambilannya atau proses *recovery* dan akan dipengaruhi oleh instalasi alat yang digunakan dalam proses tersebut. Semakin tinggi temperatur proses pemanasannya yaitu mendekati titik didihnya maka semakin banyak kandungan triglycerida.

Kandungan triglycerida merupakan kandungan yang paling utama pada minyak kelapa, yaitu kandungan asam lemak yang paling tinggi di dalam minyak kelapa adalah asam laurat yang berkisar antara 44,1- 51,3 %. Pada tabel 2.1 merupakan kandungan asam lemak pada minyak kelapa.

Tabel 2.1 Kandungan asam lemak pada minyak kelapa

Nama Asam Lemak	Rumus Molekul	BM	Titik Cair (°C)	Kandungan Dalam Minyak (%)
Asam Kaporat	C ₆ H ₁₂ O ₂	116,5	-3,4	0,2-0,8
Asam Kaplirat	C ₈ H ₁₆ O ₂	144,21	16,7	4,1-4,8
Asam Koprat	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	171,26	31,6	4,5-9,7
Asam Laurat	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200,31	44,2	44,1-51,3
Asam Miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228,36	54,4	13,1-18,5
Asam Palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	254,42	62,9	7,5-10,5
Asam Stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284,47	69,6	1,0-3,2
Asam Oleat	C ₁₈ H ₃₈ O ₂	282,45	16,2	5,0-8,2
Asam Lioneat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280,42	-5,0	1,0-2,6

Sumber: Sariyusda, 2006: 468



Gambar 2.4 Struktur Kimia Trigliserida Minyak Kelapa

Sumber : Ardhyanti, (2011 : 4)

Karakteristik minyak kelapa akan memadat pada suhu 25 °C dan memiliki bilangan Iod yang lebih rendah dari minyak nabati lain. Hal ini akan mengakibatkan deposites hasil pembakaran minyak kelapa rendah. Namun hasil pembakaran minyak kelapa dapat bermanfaat secara teknis dan ekonomis apabila dalam pengawasan teknis yang baik. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh *James Cook University* (1983), disimpulkan bahwa minyak kelapa memiliki karakteristik yang paling baik sebagai bahan bakar bila dibandingkan minyak nabati yang lain. Ester dari minyak kelapa merupakan bahan bakar paling baik dari minyak nabati yang lain, bahkan dibandingkan dengan minyak diesel itu sendiri. Berikut ini beberapa karakteristik minyak nabati pada tabel 2.2 dan karakteristik minyak diesel:

Tabel 2.2 Karakteristik beberapa minyak nabati

Karakteristik	Minyak Diesel	Minyak Kelapa	Cocohol*	Bunga Matahari
K viskositas 40°C mm ² /detik	2-4	24-28	3-4	30-34
Cetane Number	40-60	> 60	> 60	30-40
Could Point °C	-9	25	2-6	-6
Calori (MJ)	38	35	33	36
Flash Point (°C)	60-70		130	320
Abu (%)	0,02	0,05-0,15	0,001	0,05-4

Sumber : MAPI, 2006: 3

Tabel 2.3 Karakteristik beberapa minyak diesel

Karakteristik	Minyak Kelapa	Minyak Sawit	Repeseed (Canola)	Bunga Matahari	Kacang Tanah	Kedelai	Linseed
Suhu memadat (°C)	20-25	30-35	-10	-17	3	-16	-14
Bilangan Iod	10	54	98	125	93	130	179
Bilangan Penyabunan	268	199	175	189	192	191	190

Sumber : MAPI, 2006: 4

* Cocohol = minyak kelapa yang diesterifikasi/tranesterifikasi & dipisahkan gliserolnya

Seiring dengan perkembangan teknologi pembuatan minyak kelapa, hasil dari proses pembuatannya akan menghasilkan *Virgin Coconut Oil* (*VCO*) atau minyak kelapa murni. *VCO* merupakan minyak makan yang didapat tanpa merubah sifat fisiko kimia dengan perlakuan mekanis tanpa perlakuan panas (pemanasan). Minyak ini memiliki dua fungsi yaitu sebagai minyak goreng berkualitas tinggi dan sebagai obat anti mikroba. Berikut ini adalah tabel karakteristik dari *VCO* beberapa standar:

Tabel 2.4 Sifat-sifat fisiko kimia minyak *VCO* hasil ekstrasi, standar APCC dan BBIA

Parameter	Hasil Ekstrasi	Standar APCC	Standar BBIA
Densitas Relatif (kg/m ³)	0,91517	0,915-0,920	-
Indeks Bias pada 40 ⁰ C	1,4479	1,4480-1,492	-
Kadar Air (%)	0,0136	Maks 0,1-0,5	0,08
Bilangan Asam	0,5772	Maks 0,5	0,1
FFA (%)	0,2966	≤ 0,5	0,05
Peroksida (meq oksigen/kg)	0,69359	≤ 3	-
Warna	Jernih	Jernih	-
% Transisi	0	-	-
Bau dan Rasa	Kelapa	Bebas bau dan rasa tengik	-

Sumber : Sapta Raharja dan Maya Dwiyuni,2005:75

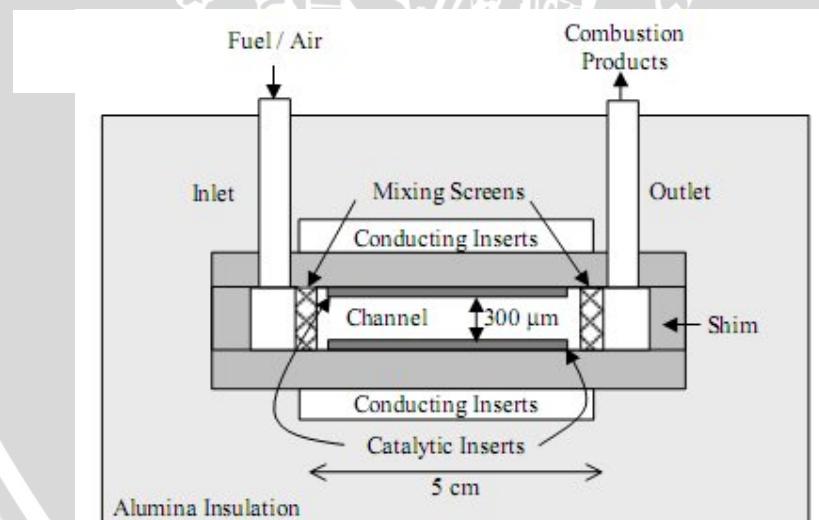
Ditinjau dari beberapa aspek minyak kelapa sebagai minyak nabati memiliki beberapa keuntungan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Minyak kelapa dapat diproduksi lokal sehingga biaya pembuatannya dapat ditekan daripada bahan bakar impor. Hal ini akan menurunkan biaya impor BBM dan membuka lapangan kerja baru bagi penduduk lokal untuk memproduksi hasil perkebunan kelapa untuk dibuat minyak.
- b. Minyak kelapa merupakan bahan bakar yang dapat diperbarui (*renewable*)
- c. Minyak kelapa merupakan bahan bakar yang ekonomis karena dapat menurunkan konsumsi bahan bakar fosil dan ramah lingkungan.
- d. Minyak kelapa dapat langsung digunakan pada mesin diesel tanpa modifikasi, sedangkan minyak nabati lain harus melalui modifikasi untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel.

2.3 Microcombustion

Microcombustion merupakan bagian dari proses pembakaran yang umumnya dilakukan namun pada hal ini reaksi kimia antara bahan bakar dan oksidan (udara dan O₂) berlangsung pada skala mikro. Proses terjadinya pembakaran (*combustion*) pada ukuran ruang bakar yang cukup kecil yaitu 100-1000 μm . Unsur yang berperan dalam *microcombustion* sama dengan pembakaran pada umumnya yaitu bahan bakar, udara dan O₂ serta energi aktivasi atau panas. Bahan bakar yang digunakan biasanya hidrokarbon dalam bentuk gas, cair maupun padat.

Microcombustion dapat diaplikasikan dalam berbagai ilmu teknologi. Perkembangan teknologi dengan pemanfaatan *microcombustion* dapat dilihat dalam bidang penerbangan, propulsi pembangkit listrik dan pemanas. Hasil produk yang memiliki ukuran yang lebih kecil seperti miniatur perangkat informasi lebih diminati karena sistem kontrol lebih mudah dan ketepatan dimensi yang cukup akurat. Perangkat ini dapat digunakan dengan menggunakan baterai. Energi panas hasil pembakaran diubah menjadi energi listrik pada baterai. Sehingga diharapkan dengan menggunakan *microcombustion* dapat mengurangi biaya material maupun prosesnya. Konsep *microcombustion* dapat ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.5 : *Microcombustor*
Sumber : D.G Norton, et al (2004:3)

Studi awal tentang pemanfaatan *microcombustion* telah dilakukan pada perangkat komunikasi militer Amerika. Sejak saat itu pemanfaatan *microcombustion* dengan bahan bakar fosil diproyeksikan untuk mengganti baterai pada perangkat tersebut. Hal ini disebabkan ketersediaan baterai *Li-ion* yang terbaik memiliki kapasitas

penyimpanan energi (dalam hal ini energi kimia yang tersedia) 1,2 kg/MJ terhadap 45 MJ/kg hidrokarbon. Produk elektronik seperti komputer, ponsel, laptop serta perangkat komunikasi militer akan mendapatkan keuntungan dari metode ini sejak *charging* dan *downtimes* dapat berkurang secara substansial. Namun yang menjadi masalah dalam pemanfaatan *microcombustion* ini adalah teknologi yang mampu merubah energi panas menjadi energi listrik secara efisien.

2.4 Injeksi Uap

Injeksi uap merupakan suatu metode dalam proses pembakaran bahan bakar dimana bahan bakar cair dipanaskan terlebih dahulu sehingga menguap kemudian uap dari bahan bakar tersebut dapat dimasukkan kedalam ruang bakar. Uap ini terbentuk dalam bentuk gas dan akan kembali menjadi cairan pada suhu dan tekanan ruang. Kemampuan menguap dari bahan bakar cair tergantung dari titik didihnya. Apabila titik didih bahan bakar tinggi, maka semakin sulit bahan bakar tersebut menguap. Untuk menguapkan bahan bakar tersebut dibutuhkan pemanasan atau energi aktivasi yang cukup tinggi sehingga ikatan atom atau molekul dapat terurai atau putus.

Fase uap pada minyak kelapa menyebabkan ikatan antar molekul semakin lemah sehingga mudah untuk bereaksi dengan udara. Kecepatan reaksi pembakaran akan semakin cepat sehingga dibutuhkan sedikit energi aktivasi agar terjadi pembakaran yang akan menghasilkan panas hasil pembakaran bahan bakar.

2.5 Rasio Udara dan Bahan Bakar

Salah satu yang mempengaruhi proses terjadinya pembakaran adalah perbandingan jumlah mol bahan bakar dan jumlah mol udara atau lebih dikenal *Air-fuel ratio* (AFR). Nilai ini sangat berpengaruh pada jumlah udara yang akan disuplai untuk mereaksikan jumlah tertentu dari bahan bakar. Jika udara yang disediakan benar-benar membakar semua bahan bakar, rasio ini dikenal sebagai campuran *stoichiometry*, sering disingkat *stoic*. Apabila nilai AFR ini tidak diperhitungkan secara *stoichiometry* maka proses pembakaran tidak akan berlangsung secara maksimal, sehingga dibutuhkan campuran yang sesuai karena apabila kekurangan jumlah udara yang disediakan maka ada sebagian bahan bakar yang tidak akan terbakar untuk menghasilkan energi panas atau yang lainnya. Persamaan AFR dapat dilihat pada persamaan 2-1 dan 2-2



(Wardana, 2008: 58) (2-1)

(Wardana, 2008: 58) (2-2)

dimana:

AFR = Perbandingan udarqa dengan bahan bakar ($K_{\text{gudara}}/K_{\text{gbahan bakar}}$)

N = jumlah mol (mol)

M = massa molekul (kg)

Untuk menghitung AFR dapat menghitung massa molar secara langsung dengan menggunakan massa molar. Menurut Avogadro, setiap gram zat memiliki $6,022 \times 10^{23}$ sma (satuan massa atom). Angka $6,022 \times 10^{23}$ adalah bilangan Avogadro. Avogadro menerangkan bahwa volume gas yang sama punya jumlah molekul yang sama. Jadi satu mol sebuah zat adalah jumlah yang massanya sama dengan massa molekul atau massa atom zat tersebut yang dinyatakan dalam gram atau kilogram.

Biasanya atom-atom yang terlibat dalam reaksi pembakaran adalah bahan bakar hidrokarbon yaitu C, H, O₂ dan N₂ maka massa molarnya bisa diketahui dari tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5. Massa molar beberapa unsur

Atom, Molekul	Massa Molekul	Massa Molar
C	12,01 sma	12,01 g
H	1,01 sma	1,01 g
O ₂	32 sma	32 g
N ₂	28,02 sma	28,02 g

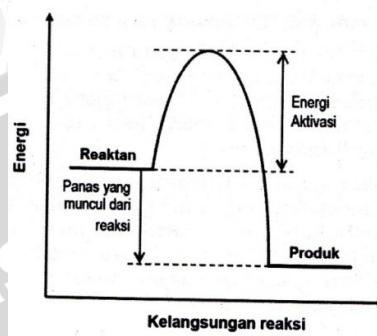
Sumber: Wardana (2008:59)

2.6 Energi Aktivasi

Energi aktivasi dapat didefinisikan sebagai energi minimum yang digunakan untuk melangsungkan terjadinya suatu reaksi (Wardhana; 2008:104). Apabila molekul-molekul bertabrakan dengan energi yang lebih rendah dari energi aktivasi maka reaksi tidak akan terjadi. Molekul-molekul yang telah bergerak tadi akan kembali pada keadaan semula. Jadi tumbukan yang memiliki energi yang sama atau lebih besar dari energi aktivasi yang dapat membuat reaksi akan berlangsung.

Didalam proses reaksi kimia, ikatan-ikatan atom diputus oleh sejumlah energi (membutuhkan energi) dan membentuk ikatan-ikatan baru yang akan melepaskan sejumlah energi. Umumnya ikatan-ikatan harus diputuskan terlebih dahulu sebelum ikatan baru terbentuk. Energi aktivasi dapat dilibatkan pada pemutusan ikatan-ikatan

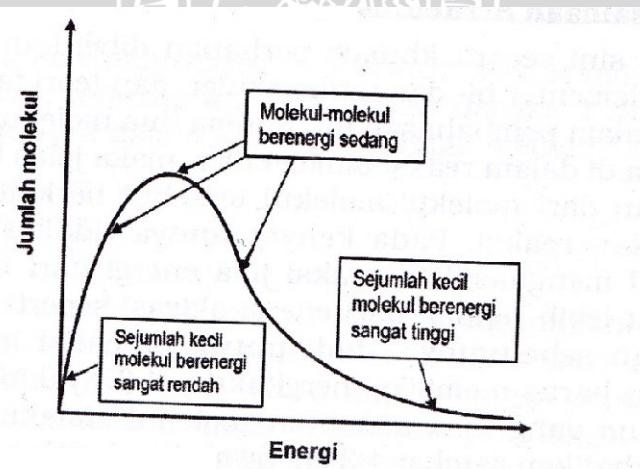
tersebut. Apabila tabrakan antar molekul tersebut kurang serta energi aktivasinya rendah maka reaksi akan sulit terjadi.



Gambar 2.6: Peran energi aktivasi dalam proses reaksi

Sumber: Wardhana (2008:105)

Dari gambar diatas dapat ditunjukkan bahwa agar reaktan dapat bereaksi, dibutuhkan sejumlah energi aktivasi sehingga dihasilkan panas yang muncul dari reaksi dan produk sampingan. Didalam berbagai sistem, keberadaan molekul-molekul akan memiliki berbagai variasi besar energi. Variasi besar energi pada gas dapat ditunjukkan pada distribusi Maxwell-Boltzmann. Luas dibawah kurva merupakan ukuran banyaknya molekul yang terkandung.

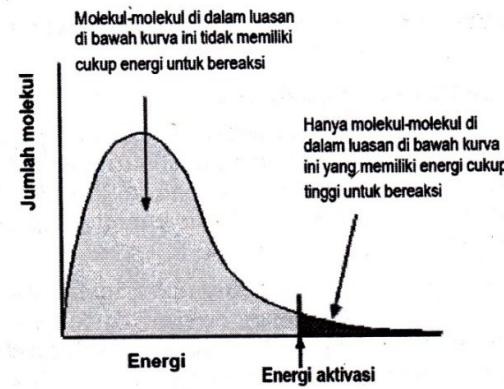


Gambar 2.7 Distribusi Maxwell-Boltzmann

Sumber : Wardhana (2008:105)

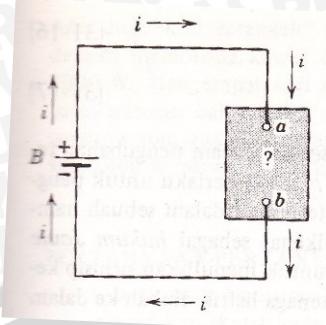
Pada distribusi Maxwell-Boltzmann juga dapat diketahui dimana posisi energi aktivasi berlangsung. Semakin besar molekul-molekul,maka kondisi tersebut tidak akan

memiliki energi yang cukup untuk bereaksi ketika terjadi tumbukan. Untuk membuatnya bereaksi hal yang harus dilakukan adalah dengan mengubah bentuk kurva atau memindahkan energi aktivasi lebih ke kiri dengan berbagai cara, misalnya penambahan tekanan pada molekul yang akan mengakibatkan volumenya menurun.



Gambar 2.8 Posisi energi aktivasi dalam distribusi Maxwell-Boltzmann
Sumber : Wardhana (2008:106)

Dalam penelitian ini energi aktivasi yang diberikan berupa energi *thermal* yang dihasilkan dari perubahan energi listrik. Elektron akan senantiasa bergerak dan memiliki percepatan tertentu. Ketika elektron tersebut mengalir melalui sebuah hambatan maka akan terjadi penahanan (pengereman) sehingga percepatan elektron tersebut akan semakin rendah atau tidak memiliki percepatan. Elektron-elektron akan bergerak dengan laju ondoh Vd yang konstan dan demikian tidak mendapatkan pertambahan energi kinetik. Tenaga potensial listrik yang kehilangan elektron-elektron tersebut dipindahkan ke hambatan sebagai energi termal. Pada skala mikroskopik maka kita akan mengetahui tumbukan elektron dan kekisi (*lattice*) akan memperbesar gerakan termal dari kekisi tersebut; pada skala makroskopis hal ini bersesuaian dengan pertambahan temperatur. Dari hambatan tersebut suatu aliran kalor secara berurutan, jika lingkungannya berada pada temperatur yang lebih rendah daripada temperatur hambatan.



Gambar 2.9 Baterai B akan menimbulkan arus didalam *black box* yang isinya sesuai dengan hambatan yang diberikan.

Sumber: Halliday(19811:187)

Hambatan (R) antara dua buah titik yang berberda yang mengalir arus listrik (i) dengan beda potensial (V) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$= \quad (\text{Halliday};19811:187) \quad (2-3)$$

Jika V dinyatakan dalam *volts* dan i dinyatakan dalam ampere, maka hambatan dinyatakan dengan *ohm* (atau disimbolkan Ω). Untuk mencari perpindahan tenaga P dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$= \quad (\text{Halliday};1984:200) \quad (2-4)$$

Untuk sebuah hambatan maka kita dapat menggabungkan persaman dan sehingga didapatkan

$$= \quad \text{atau} \quad (\text{Halliday};1984:202) \quad (2-5)$$

$$= \quad (\text{Halliday};19811:187) \quad (2-6)$$

Persamaan dan hanya berlaku untuk pengalihan (perubahan) tenaga listrik menjadi tenaga termal didalam sebuah hambatan. Persamaan tersebut lebih dikenal sebagai *hukum Joule* (*Joule's Law*). Hukum ini merupakan suatu cara khas untuk menuliskan prinsip kekekalan tenaga untuk kasus khusus pada perubahan energi listrik kedalam energi termal (tenaga Joule). Satuan daya P adalah *volt. ampere* yang dapat kita ubah kedalam *Joule / detik* atau biasanya lebih dikenal *watt* (disingkat W). Daya biasanya bukan merupakan konsep listrik, biasanya dapat dinyatakan watt daya yang digunakan (dihabiskan) oleh sebuah pengaruh (*agent*) yang mengerahkan sebuah gaya F sewaktu benda tersebut bergerak dengan suatu kecepatan v .

2.7 Energi Disosiasi

Energi disosiasi adalah energi yang digunakan untuk memisahkan atom-atom penyusun molekul. (Supardi; 2009:10). Setiap molekul memiliki energi ikatan yang berbeda-beda. Menurut hukum Newton bahwa gaya tarik menarik antar dua massa berbanding terbalik dengan jarak antar massa tersebut. Sehingga semakin pendek jarak antar massa maka gaya tarik menariknya akan semakin besar sehingga bila pada suatu molekul memiliki jarak atom yang pendek akan memiliki energi disosiasi yang besar. Satuan SI (standart internasional) untuk energi ikatan adalah kilojoule per mol ikatan (kJ/mol). Sedangkan ikatan rangkap dan triplet memiliki jarak ikatan yang pendek, sehingga energi yang diperlukan untuk memutus ikatan tersebut semakin besar. Dengan demikian kekuatan suatu ikatan kimia ditentukan oleh energi ikatan yang besar tergantung pada sifat ikatan antar atom-atom. Berikut ini beberapa tipe ikatan dan energi dissosiasi:

Tabel 2.6 Tipe ikatan dan energi dissosiasi

Ikatan	Tipe ikatan	Asam lemak	Energi Dissosiasi Kcal / mol
CH ₂ - H	Aliphatic		104
CH-H	Aliphatic	Stearic	96
CH=CHCH-H	Allylic	Oleic	85
CH+CHCH-H	Doubly	Linoleic	76
CH=CH	Allylic	Linolenic	

Sumber: Wardhana(2008:41)

Berikut ini adalah Tabel energi ikatan dan jarak ikatan beberapa unsur dan senyawa yang berbeda-beda:

Tabel 2.7 Energi ikatan dan jarak ikatan beberapa unsur dan senyawa

Ikatan	Energi ikatan, kJ/mol	Jarak ikatan		Ikatan	Energi ikatan, kJ/mol	Jarak ikatan	
		Å	pm			Å	pm
H-H	435	0,74	74	C-O	360	1,43	143
H-C	414	1,10	110	C=O	736	1,23	123
H-N	389	1,00	100	C-Cl	326	1,77	177
H-O	464	0,97	97	N-N	163	1,45	145
H-F	565	1,01	101	N=N	418	1,23	123
H-Cl	431	1,36	136	N≡N	946	1,09	109

H-Br	364	1,51	151	F-F	155	1,28	128
H-I	297	1,70	170	Cl-Cl	243	1,99	199
C-C	347	1,54	154	Br-Br	192	2,28	228
C=C	611	1,34	134	I-I	151	2,66	266
C≡C	837	1,20	120				
C-N	305	1,47	147				
C=N	615	1,28	128				
C≡N	891	1,66	166				

Sumber : Basthiyan (2011:11)

2.8 Persamaan Arrhenius

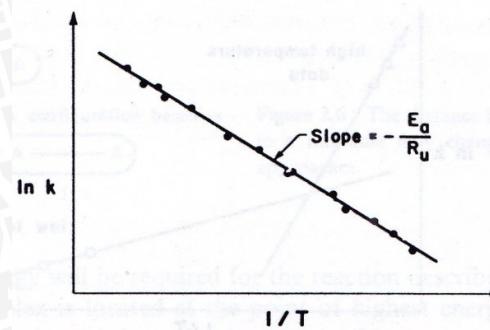
Svante Arreheenius (1859-1927) menyatakan bahwa hanya sebagian jumlah energi yang dimiliki molekul akan bereaksi dan energi dari molekul aktif inilah yang akan menghasilkan produk. Teori tabrakan menjadi dasar dalam pembahasan pada sub bab ini. Persamaan Arrenhenius dapat ditulis sebagai berikut:

$$= \left(\frac{R_u}{k} \right)^{\frac{1}{E_a}} e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (\text{Kenneth}, 19814:115) \quad (2-7)$$

dimana:

- T = temperatur absolut (K)
- R_u = konstanta gas (J/kg.K)
- k = laju reaksi (m/s)
- E_a = energi aktivasi (KJ/mol)
- A = faktor frekwensi
- e = bilangan natural

Apabila persamaan Arrhenius tersebut diplot antara $\ln k$ dengan $1/T$ akan didapatkan grafik seperti dibawah ini:



Gambar 2.10 Hubungan temperatur T dan laju reaksi k

Sumber: Kenneth(19814:117)

Dari grafik diatas dapat dikatakan bahwa laju reaksi untuk beberapa reaksi mengikuti persamaan Arrhenius. Pada reaksi ini, data energi kinetik diplot pada grafik hubungan antara $\ln k$ dengan T^{-1} mengikuti garis lurus. Pada gambar diatas dapat kita lihat bahwa laju reaksi k dipengaruhi oleh temperatur. Sehingga persamaan diatas dapat diubah dalam bentuk logaritma sebagai berikut:

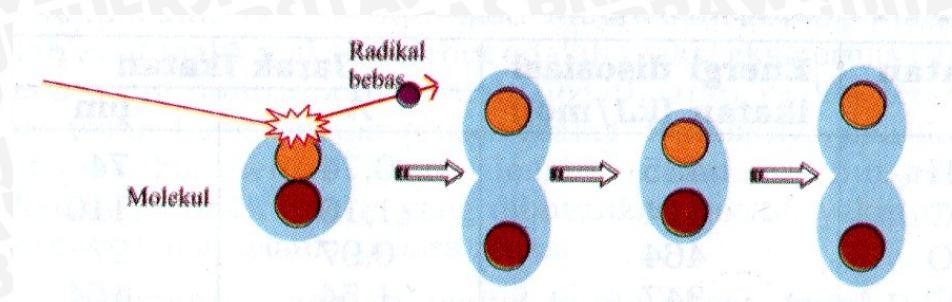
$$\ln k = \ln A -$$

Kenneth, 19814:117) (2-8)

Berdasarkan penjelasan sebelumnya bahwa nilai laju reaksi sangat bergantung pada temperatur. Semakin tinggi temperatur yang diberikan pada suatu molekul maka tumbukan antar molekul akan semakin tinggi sehingga energi kinetik yang dihasilkan akan semakin besar. Apabila tumbukan yang terjadi tidak melebihi atau setara dengan energi aktivasinya (E_a) maka reaksi tidak akan atau sulit terjadi.

2.9 Reaksi Radikal

Dalam subbab sebelumnya telah dibahas bahwa energi disosiasi dari setiap molekul berbeda-beda tergantung dari berapa jarak antar atom atau molekulnya. Energi disosiasi dari molekul merupakan penjumlahan komulatif energi ikatan setiap atom penyusunnya. Reaksi radikal ini merupakan awalan terjadinya reaksi berantai dari setiap molekul pada struktur kimia bahan bakar. Energi aktivasi yang diberikan akan mengubah atau memutus ikatan dari molekul itu sendiri. Terputusnya ikatan ini akan menghasilkan beberapa atom atau molekul yang lebih reaktif. Secara ilustratif dapat kita gambarkan bahwa molekul yang saling bertabrakan akan menghasilkan radikal bebas yang dapat mempercepat terjadinya reaksi.



Gambar 2.11 Keadaan molekul ketika tertabrak radikal bebas
Sumber : Wardana (2008:5)

Salah satu cara yang digunakan pada untuk memutuskan ikatan atom pada suatu molekul adalah dengan cara pemanasan. Pemanasan ini akan menyebabkan tumbukan yang keras sehingga melemahkan ikatan molekul. Ketika pemanasan tersebut setara atau lebih tinggi dibandingkan energi disosiasi suatu molekul atom akan terlepas dari molekulnya dan membentuk atom yang bermuatan sehingga lebih reaktif ketika digunakan pada proses pembakaran.

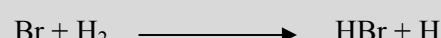
Reaksi radikal merupakan proses awal dari reaksi berantai dari beberapa molekul yang digunakan untuk menjelaskan proses kinetika reaksi yang rumit. Mekanisme ini dapat mendalilkan bahwa awal dari seluruh rangkaian reaksi, beberapa langkah mengawali rangkaian reaksi (*chain initiating step*) yang dapat memutuskan ikatan secara termal, seperti



atau reaksi foto kimia



Pada kasus reaksi diatas dapat dibangkitkan radiakal bebas atom-atom. Kemudian kedua reaksi ini mengakibatkan reaksi antara radikal dengan molekul dengan tahapan rantai yang relatif cepat. Apabila satu radikal menghasilkan radikal yang lainnya maka reaksi tersebut merupakan reaksi berantai sederhana. Contohnya



Apabila radikal menghasilkan dua atau lebih radikal lainnya maka reaksi tersebut disebut reaksi rantai bercabang yang kemungkinan dengan cepat meningkatkan konsentrasi radikal dan menghasilkan reaksi menyeluruh yang ekstrim cepat seperti reaksi berikut ini:



Reaksi berantai tersebut dihentikan oleh tahap akhir oleh reaksi sejenis



Pada keadaan tertentu semua tahap berlangsung secara bersamaan dan berbagai tahap bisa lebih menonjol pada berbagai waktu. Dalam keadaan ini api merupakan reaksi yang kompleks. Namun pada api *steady*, pemicu reaksi berantai tidak berperan karena radikal yang diperlukan untuk memulai reaksi berantai disuplai secara difusi dari daerah api berkonsentrasi radikal lebih tinggi disebelah hilir menuju gas lebih dingin yang belum terbakar di bagian inlet.

Dengan adanya ikatan yang panjang dan ikatan rangkap pada struktur kimia minyak kelapa, diperlukan sejumlah energi dari luar yang dapat membantu memutuskan ikatan-ikatan kimia tersebut, sehingga proses pembakaran terjadi lebih cepat. Yaitu dengan memberikan energi panas dari luar pada minyak kelapa diharapkan dapat mempengaruhi ikatan kimia antar atom, sehingga ikatannya menjadi lemah.

2.10 Persamaan Keadaan Gas

Dalam ilmu thermodinamika kondisi fluida kerja yang digunakan selama proses dianggap ideal. Karena dalam kenyataannya nilai dari kondisi fluida kerja (gas) biasanya memiliki perbedaan nilai yang tidak signifikan. Gas ideal dapat didefinisikan gas dimana tenaga ikat molekul-molekulnya dapat diabaikan (Werlin;1977: 19). Apabila tenaga ikat molekul-molekul tidak diabaikan maka gas bersifat sebagai gas real.

Secara umum sifat dari gas ideal dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Setiap sampel kecil gas terdiri dari jumlah molekul yang sangat banyak. Banyaknya molekul permol gas disebut *bilangan Avogadro* N_A .
- b. Molekul gas ideal dianggap menyerupai bola keras yang kecil yang ada dalam keadaan gerak rambang terus menerus. Jarak antar molekul yang bertetangga lebih besar daripada dibandingkan dengan ukuran molekulnya.
- c. Molekul gas ideal dianggap tidak menimbulkan gaya tarik atau tolak pada molekul lainnya kecuali bila molekul itu saling bertumbukan dan bertumbukan dengan dinding.
- d. Bagian dinding yang ditumbuk molekul diasumsikan rata dan apabila terjadi tumbukan dianggap lenting sempurna.
- e. Bila tidak ada gaya medan eksternal, molekul terdistribusi merata ke seluruh wadahnya.
- f. Tidak ada arah istimewa untuk kecepatan molekul manapun, sehingga pada setiap saat terdapat molekul yang bergerak kesatu arah dalam jumlah yang sama dengan yang bergerak kearah lainnya.

g. Semua molekul memiliki laju yang berbeda. (Zemansky, 19813:137-138)

Persamaan keadaan gas ideal untuk satu satuan massa dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$Pv = RT \quad (\text{Werlin, 19714:19}) \quad (2-9)$$

dengan:

- P : Tekanan Absolut (N/m^2)
v : Volume jenis gas (m^3 / kg)
R : Konstanta Gas (Joule / kg^0K)
T : Suhu absolut gas (^0K)

Apabila persamaan 2-3 dikalikan dengan m (massa gas) persamaan keadaan gas idealnya menjadi

$$P v m = m RT$$

atau dapat ditulis :

$$P V = m RT \quad (\text{Werlin, 1977:20}) \quad (2-10)$$

dengan:

- V : volume gas sebenarnya (m^3)
m : massa gas (kg)

Untuk n jumlah mol gas, persamaan keadaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$= \quad (\text{Werlin, 1977:20}) \quad (2-11)$$

dengan :

- n : jumlah mole gas (kg mole)
 R_o : Konstanta gas universal (Joule / $\text{kg mole}^0\text{K}$)

Sedangkan hubungan antara konstanta gas (R) dengan konstanta gas universal (R_o) adalah sebagai berikut:

$$= \text{—}$$

dengan:

- R_o = konstanta gas universal ($8315 \text{ J/ Kg mol.}^0\text{K}$)
M = berat molekul gas ($\text{Kg} / \text{Kg mol}$)

Konstanta gas untuk beberapa gas berbeda-beda sesuai dengan berat molekul dari gas tersebut. Berikut ini adalah beberapa tabel harga-harga R untuk beberapa gas yang umumnya dipakai.

Tabel 2.8 : Harga-harga beberapa R untuk beberapa gas

Gas	Berat Molekul (M)	R (Kg M / Kg ^0K)	R (ft lb / lb ^0R)
Udara (tanpa CO ₂)	28,964	29,77	53,35
Diosid arang (CO ₂)	44,011	19,25	35,12
Zat air (H ₂)	2,0156	420,7	766,53
Zat lemas (N ₂)	28,016	30,26	55,15
Zat asam (O ₂)	32	26,49	48,29
Helium (He)	4,002	212	386,33
Amoniak (NH ₃)	17,031	49,76	90,77
Methana (CH ₄)	16,043	52,89	96,40
Athylene (C ₂ H ₄)	28,054	30,25	55,13
Argon (Ar)	39,944	21,23	38,73

Sumber: Werlin (1977:22)

2.11 Teori Kinetik Gas

Pada reaksi pembakaran atom atau molekul akan selalu bergerak secara acak dengan kecepatan tertentu sehingga akan menghasilkan tumbukan antar atom atau molekul. Namun tumbukan ini belum tentu akan menghasilkan reaksi antar atom tersebut. Apabila kecepatan minimum dari peregerakan atom atau molekul tersebut dapat menghasilkan reaksi maka kecepatan tersebut dapat dikatakan sebagai energi aktivasi karena didalam tumbukan yang terjadi akan menghasilkan kecepatan pergerakan atom yang biasanya dikenal sebagai enegi kinetik atom. Dalam reaksi pembakaran kecepatan ini sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran.

Secara umum ada 4 faktor yang mempengaruhi laju suatu reaksi, yaitu:

- Luas permukaan bidang sentuh. Reaksi biasanya terjadi pada permukaan zat reaktan yang dicampur misalnya bahan bakar fase cair dengan udara.
- Konsentrasi zat. Semakin tinggi konsentrasi maka jumlah partikel akan semakin besar dan menyebabkan kerapatannya tinggi. Tumbukan yang akan terjadi semakin keras sehingga laju reaksi semakin cepat.

- c. Temperatur. Temperatur mempengaruhi kecepatan tumbukan partikel yang menyebabkan energi kinetik semakin besar.
- d. Katalis. Katalis tidak akan bereaksi selama proses pembaran. Ia hanya mempercepat terjadinya reaksi karena katalis mampu menurunkan energi aktivasi sehingga dengan energi aktivasi yang kecil mampu menyebabkan tumbukan yang berhasil.

Persamaan energi kinetik gas, yaitu:

$$-\langle v \rangle = \frac{k}{m} = \frac{8,3143 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol K}}}{6,0225 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 1,3805 \cdot 10^3 \text{ J/K}$$
 (Zemansky, 1981:143) (2-12)

dengan :

k menyatakan *tetapan Boltzman* yaitu:

$$\frac{k}{m} = \frac{8,3143 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol K}}}{6,0225 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 1,3805 \cdot 10^3 \text{ J/K}$$

= temperature pembakaran (K)

= kecepatan gerak molekul (m/s)

m = massa zat yang bereaksi (kg)

Dari persamaan diatas dapat kita lihat bahwa kecepatan gerak dari molekul akan mempengaruhi temperatur pembakaran. Hubungan kecepatan molekul berbanding lurus dengan temperatur pembakaran. Semakin tinggi energi penyalaan minyak kelapa (temperatur) akan menyebabkan kecepatan gerakan molekul akan semakin meningkat sehingga tumbukan yang terjadi antar atom akan semakin besar. Tumbukan – tumbukan atom yang semakin cepat akan mengakibatkan energi kinetik radikal bebas semakin besar sehingga reaksi pembakaran akan semakin cepat.

2.12 Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi kinetika kimia yang meliputi reaksi antara radikal-radikal bahan bakar dan radikal-radikal pengoksidasi (udara) sehingga terjadi konversi energi yaitu energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi sensibel yang sangat besar disertai dengan pelepasan panas yang sangat besar. (Widya, 2001:1). Bahan bakar yang digunakan dalam proses pembakaran biasanya tersusun dari hidrokarbon C_nH_m . Ada tiga komponen penting dalam proses pembakaran yaitu:

1. Bahan bakar
2. Pengoksidasi (Oksigen / udara)
3. Panas atau energi aktivasi

Secara umum persamaan reaksi pembakaran dapat dituliskan sebagai berikut:



Oksidator yang sering digunakan dalam proses pembakaran biasanya adalah udara yang mengandung unsur O₂ dan N₂. Unsur N₂ merupakan gas inert yang tidak bereaksi dengan O₂ maupun bahan bakar selama proses pembakaran berlangsung. Oksidator ini akan membantu menguraikan atom-atom bahan bakar menjadi molekul yang radikal sehingga bahan bakar akan mudah untuk melepaskan energi kimia yang terkandung menjadi energi panas hasil pembakaran. Produk pembakaran dalam hal ini dapat berupa panas dan gas buang sisa pembakaran. Secara ideal gas buang hasil pembakaran sempurna adalah CO₂, H₂O dan N₂. Persamaan pembakaran menurut stokimetri adalah sebagai berikut:



Pembakaran sempurna hampir tidak pernah atau sulit terjadi karena proses pembakaran yang berlangsung sangat kompleks. Hal yang mempengaruhi pembakaran meliputi kondisi ruang bakar, jenis bahan bakar, dan temperatur pembakaran.

(Widya; 20010:1)

Tujuan dari pembakaran yang baik adalah untuk melepas seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Hal ini dapat dilakukan dengan pengontrolan beberapa parameter yaitu:

1. *Temperature* (Suhu)

Dalam hal ini suhu pemanasan digunakan untuk merubah fase suatu bahan bakar sehingga memiliki viskositas yang rendah sehingga mudah untuk dibakar.

2. *Turbulence* (Turbulensi)

Proses pencampuran udara dan bahan bakar harus sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan.

3. *Time* (Waktu)

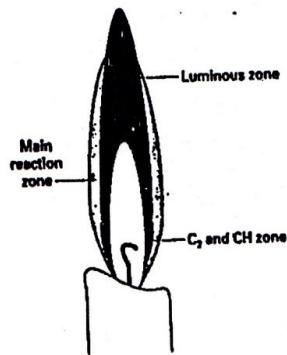
Waktu pembakaran yang singkat akan menurunkan panas hasil pembakaran.

4. Penambahan Katalis

Katalis merupakan zat yang mampu mempercepat reaksi pembakaran tanpa ikut bereaksi dengan udara maupun bahan bakar. Misalnya katalis untuk pembakaran adalah *rhodium* (Rh).

Dari sudut pandang aerodinamika, ada dua jenis nyala api yaitu pembakaran premiks (api premiks) dan pembakaran difusi (api difusi).

1. Pembakaran premiks yaitu proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara (oksidator) bercampur terlebih dahulu secara mekanik kemudian dibakar. Contoh pembakaran ini dapat kita lihat pembakaran pada motor bensin, roket, las karbit (*Oxy Acetylene*) dan pembakaran roket. Pada pembakaran premiks berlangsung sangat cepat, umumnya berlangsung pada tekanan konstan dan reaksi terjadi secara eksotermis yang akan menghasilkan panas dan radiasi yang cukup besar. Nyala api premiks merupakan jenis api yang sangat sederhana. Reaksi kimia berlangsung pada zona yang sangat tipis dan api bergerak pada kecepatan yang rendah. Pada zona reaksi terbentuk radikal-radikal bebas pada temperatur yang tinggi (dalam api) dan akan berdifusi ke arah bahan bakar.
2. Pembakaran difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara tidak dicampur lebih dulu secara mekanik melainkan bercampur sendiri secara alami dengan proses difusi. Apabila proses pembakaran premiks didominasi energi kinetik, maka pada proses pembakaran difusi lebih didominasi oleh pengadukan (*mixing*) reaktannya serta reaksi akan terjadi pada jarak antara bahan bakar dan oksidator. Contoh pembakaran difusi dapat kita lihat pada proses pembakaran lilin, seperti gambar berikut:



Gambar 2.12 : Nyala lilin menunjukkan zona reaksi api difusi
Sumber: Widya (2003:67)

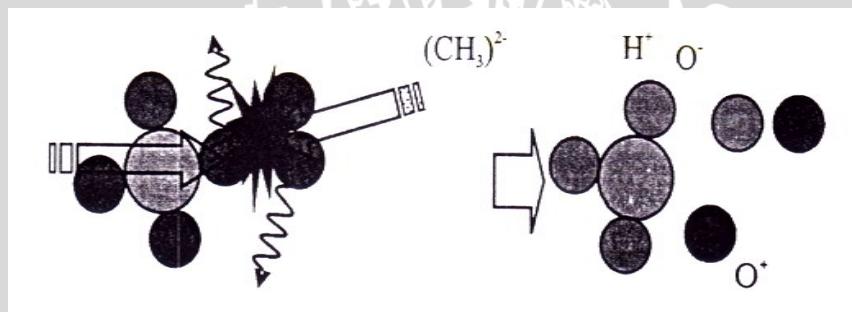
Keuntungan pembakaran difusi adalah hasil api pembakaran dapat dikontrol sehingga pembakaran difusi cocok untuk pembakaran pada industri-industri.

2.13 Ion

Ion adalah atom atau sekumpulan molekul yang bermuatan. Atom atau molekul yang kehilangan elektron adalah ion positif yang biasanya disebut kation karena tertarik ke katoda sedangkan atom atau molekul yang bermuatan negatif adalah atom atau molekul yang menangkap atau kelebihan satu atau lebih elektron yang biasanya disebut anion karena tertarik ke katoda. Proses pembentukan ion ini disebut sebagai ionisasi. Proses ionisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu pemanasan, mengganggu elektron dengan medan magnet dan penambahan katalis.

Proses pemanasan bahan bakar akan melemahkan ikatan atom atau molekul. Molekul akan bertumbuhan dengan cepat seiring bertambahnya energi pemanasan. Apabila pemanasan ini melebihi energi ikatan atom atau molekul maka atom tersebut akan lepas sehingga bermuatan negatif atau positif tergantung jenis molekulnya.

Medan magnet akan mengganggu orbit elektron pada molekul. Elektron yang seharusnya mengorbit ditarik medan magnet sehingga elektron akan meninggalkan molekulnya. Sehingga atom yang kehilangan elektron menjadi ion positif.



Gambar 2.13 : Ilustrasi proses aktifasi pembentukan radikal dengan pemanasan bahan bakar.

Sumber : Wardana (2008:9)

Proses ionisasi yang terjadi pada saat terjadinya pembakaran didalam ruang bakar disebut ion pembakaran. Dengan adanya pemasukan kalor atau energi aktivasi pada bahan bakar molekul-molekul dan pengoksidasi api dalam ruang bakar akan lebih cepat serta tumbuhan antar molekul akan semakin keras. (Wardana, 2008:7). Pada gambar 2.7 terlihat bahwa dengan adanya tumbuhan yang sangat keras, sebuah atom H meloncat meninggalkan molekul sehingga setelah tumbuhan, methil menjadi bermuatan negatif (CH_3^-) karena ditinggalkan oleh sebuah elektron sedangkan atom hidrogen menjadi positif karena diikuti oleh elektron (H^+). Molekul *methyl* dan atom hidrogen yang bermuatan ini dapat disebut radikal yang sangat mudah untuk bereaksi dengan oksigen. Peristiwa terbentuknya radikal bebas pada saat proses pembakaran akan

menyebabkan api tersebut bermuatan listrik. Sehingga muatan listrik inilah yang dapat menjadi dasar untuk mendiagnosis api yaitu dengan mengukur daya hantar listrik sehingga akan diketahui ion apa saja terbentuk selama proses pembakaran.

Warna api dapat menjadi parameter proses pembakaran apakah pembakaran yang terjadi sempurna atau tidak. Warna api merupakan panjang gelombang dari getaran ion yang dominan pada api. Pembakaran hidrokarbon yang menghasilkan warna biru merupakan indikator pembakaran sempurna karena selama proses pembakaran didominasi pembentukan ion CH sedangkan pembakaran hidrokarbon yang berwarna merah kekuningan dapat dikatakan sebagai pembakaran tidak sempurna suplai oksigen yang kurang sehingga karbon tidak terbakar dan bergetar pada panjang gelombang tertentu.

2.14 Kerangka Konsep Teroritis

Unsur terjadinya proses pembakaran ada tiga hal yaitu bahan bakar, oksidator (udara dan O_2) serta panas atau energi aktivasi. Reaksi pembakaran terjadi apabila molekul dari bahan bakar terurai menjadi radikal bebas sehingga mampu berikatan dengan oksidator dan menghasilkan energi dan produk. Peristiwa terurainya molekul bahan bakar akan terjadi apabila tumbukan antar molekul memiliki kecepatan yang cukup tinggi. Menurut persamaan 2-5 bahwa energi aktivasi yaitu energi termal dari listrik dapat diubah kedalam watt daya dimana semakin tinggi watt daya akan mengakibatkan gaya yang bekerja pada molekul akan semakin besar. Gaya yang bekerja pada molekul bahan bakar mengakibatkan tekanan P. Dari persamaan keadaan gas 2-9 dapat diketahui bahwa semakin tinggi tekanan suatu gas P menyebabkan temperatur T gas tersebut semakin besar, hal ini diakibatkan molekul tersebut saling bergesekan. Dari persamaan kinetik gas 2-12 dapat diketahui bahwa semakin tinggi temperatur gas maka kecepatan gerak molekul akan semakin besar sehingga energi kinetik semakin besar. Dengan semakin tinggi energi kinetik gas maka laju reaksi akan semakin cepat. Menurut persamaan *Arrhenius* 2-7 dapat diketahui bahwa semakin tinggi laju reaksi maka temperatur pembakaran akan semakin meningkat. Dengan meningkatnya temperatur pembakaran akan diikuti semakin tingginya ion hasil pembakaran.

2.15 Hipotesa

Semakin besar energi penyalaan ruang bakar minyak kelapa pada *microcombustor* akan diikuti peningkatan kecepatan pergerakan molekul-molekul bahan

bakar, hal ini menyebabkan tumbukan antar molekul yang terjadi semakin intensif, sehingga temperatur dan ion pembakaran yang dihasilkan tinggi.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental (*true experimental research*). Jenis penelitian ini dapat dipakai untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih kelompok penguji dengan perlakuan atau tanpa perlakuan.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada tiga macam variabel yang digunakan, yaitu:

a. Variabel bebas

Variabel bebas ialah variabel yang besarnya tidak dipengaruhi oleh variabel lain, berfungsi sebagai sebab dalam penelitian. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah energi penyalaan ruang bakar (watt) yaitu 400, 500, 600, dan 700.

b. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat dalam pengujian ini, yaitu temperatur pembakaran ($^{\circ}\text{C}$) dan ion pembakaran (Coloumb).

c. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang telah ditentukan nilainya sebelum penelitian dan variabel yang nilainya konstan. Dalam penelitian ini yang bernilai konstan adalah perbandingan udara dan bahan bakar (AFR) yaitu 9:1, 10:1, 11:1, 12:1, 13:1, 14:1.

3.3 Alat-Alat yang digunakan :

Alat yang digunakan dalam penelitian :

1. Microcombustor

Alat ini digunakan sebagai ruang pembakaran minyak kelapa dengan celah ruang bakar $< 1 \text{ mm}$ yaitu sekitar $10 - 1000 \mu\text{m}$. Seperti pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 *Microcombustor*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi : Panjang : 150 mm

Lebar : 75 mm

Tebal celah : 0,9 mm

Bahan : Pelat Baja

2. Minyak Kelapa

Minyak kelapa disini digunakan sebagai bahan bakar yang dimasukkan ke ruang bakar pada *microcombustor*. Seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Minyak kelapa
Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Selang Infus

Selang infus digunakan sebagai saluran masuk dan keluar udara pada *microcombustor*. Pada selang infus dipasang beberapa katup untuk menutup dan membuka saluran sesuai dengan kebutuhan. Seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Selang Infus

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. Seperangkat Heater

Alat ini berfungsi sebagai penyuplai energi penyalakan pada ruang bakar minyak kelapa dan untuk memanaskan *microcombustor* seperti tampak pada gambar 3.4. Ada 4 spesifikasi *heater* yang dipakai (W) yaitu 400,500,600, dan 700. Pemilihan daya listrik yang digunakan diatur dengan *switch* sesuai dengan daya listrik yang dibutuhkan. Pada alat ini juga dipasang *amperemeter* dan *voltmeter* sebagai indikator besarnya daya yang dihasilkan.



Gambar 3.4 Seperangkat Heater

Sumber: Dokumentasi Pribadi

5. Amperemeter

Alat ini digunakan untuk mengukur arus listrik pada *heater* sebagai penyuplai energi penyalakan ruang bakar sehingga dapat diketahui besarnya daya listrik yang dihasilkan. Seperti tampak pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Amperemeter
Sumber: Dokumentasi Pribadi

6. Voltmeter

Alat ini digunakan untuk mengukur tegangan listrik yang digunakan pada *heater* sehingga dapat diketahui besarnya daya listrik yang dihasilkan. Seperti tampak pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Voltmeter
Sumber: Dokumentasi Pribadi

7. Suntikan

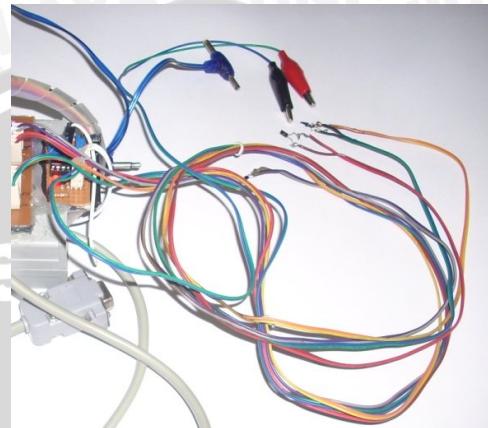
Alat ini digunakan untuk menginjeksikan uap minyak kelapa kedalam ruang bakar *microcombustor*. Selain itu suntikan juga berfungsi untuk mengukur nilai AFR (*Air Fuel Ratio*) yang dikehendaki. Seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Suntikan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

8. Rangkaian *thermocouple* dan *ion probe*

Thermocouple digunakan untuk mengukur temperatur pembakaran dari minyak kelapa yang akan diuji. Sedangkan *Ion probe* digunakan untuk mengetahui ion pembakaran minyak kelapa. Seperti tampak pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Rangkaian *thermocouple* dan *ion probe*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi Sensor Suhu:

- | | | |
|--------------|---|----------|
| 1. Tipe | : | K 4 |
| 2. Kapasitas | : | 0-400 °C |
| 3. Voltage | : | 12 V DC |
| 4. Ampere | : | 10 A |

9. *Infra red thermometer*

Alat ini digunakan untuk mengetahui temperatur ruangan dan temperatur output *heater* yang digunakan pada ruang bakar *microcombustor*. Seperti yang ditunjukkan gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Infra red thermometer*

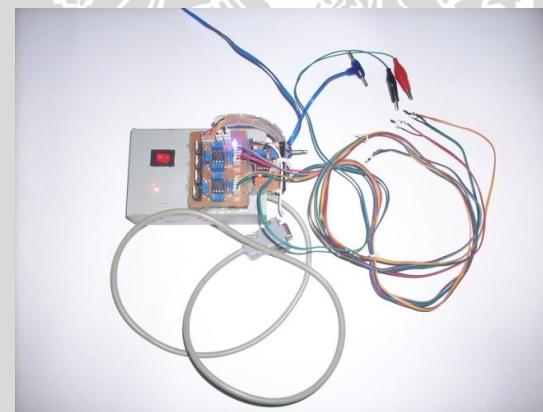
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi alat:

SPECIFICATIONS	
Temperature range	-20 to 320°C
Accuracy	+/-2% of reading or +/-2°C whichever is greater
Distance/Spot ratio	8:1
Thermopile	5 ~ 14 um
Repeatability	+/-1°C
Resolution	0.5°C
Response time	500 ms
Operation temperature	0 to 50°C, 10 to 90% RH
Auto Power Off	Automatically after approx. 6 sec
Emissivity	Fixed at 0.95
Storage temperature	-10 to 60°C
°C/°F switchable	yes
Backlight	yes
Laser sight switchable	yes
Battery type	9V (006P, IEC6F22, NEDA1604)
Battery life	16 hrs
Dimension	150 x 133 x 45 mm
Weight	135g approx.

10. Perangkat sensor

Alat ini digunakan untuk menerima dan mengolah sensor temperatur (*thermocouple*) dan *Ion probe* sehingga hasilnya dapat ditunjukkan pada komputer, seperti yang ditunjukkan gambar 3.10.



Gambar 3.10. Perangkat sensor

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Perangkat sensor ini terdiri dari:

a. *Power Supply*

Perangkat keseluruhan menggunakan tegangan listrik AC (*Alternating Current*). Sebelum digunakan, fluktuasi tegangan listrik AC yang berasal dari PLN dijaga stabil dengan menggunakan *stavolt* sehingga kinerja instalasi memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

b. Operator amplifier

Alat ini digunakan untuk menguatkan sinyal yang akan dibaca sensor karena sinyal yang ditangkap sensor biasanya sangat kecil.

c. ADC (*Analog to Digital Converter*)

ADC merupakan alat yang digunakan untuk mengubah sinyal tegangan sensor menjadi sinyal digital yang dibaca oleh program komputer. Layout program komputer yang akan digunakan ditunjukkan pada gambar 3.11

The screenshot shows a software window titled "Digital Thermocouple". At the top, there is a toolbar with a logo, a dropdown menu labeled "About Software", and two buttons: "Connect" (with a green checkmark) and "Disconnect". Below the toolbar, a message box displays the text "Tidak Ada Sambungan dengan Mikrokontroler". The main area of the window contains a table with five columns: "Temp 1", "Temp 2", "Temp 3", "Temp 4", and "Data Ion". The table lists 30 rows of data, each consisting of five numerical values. The data is as follows:

Temp 1	Temp 2	Temp 3	Temp 4	Data Ion
375.12	383.77	334.47	388.96	14.66
369.93	383.77	330.15	388.96	14.66
375.12	383.77	359.55	388.96	14.66
367.34	383.77	366.47	388.96	14.66
364.74	383.77	345.71	389.83	14.66
365.61	383.77	354.36	388.96	19.55
363.88	383.77	347.44	388.96	14.66
359.55	383.77	348.31	388.96	14.66
362.15	383.77	354.36	388.96	14.66
361.28	383.77	342.25	389.83	14.66
351.77	383.77	339.66	388.96	14.66
355.23	383.77	348.31	388.96	14.66
351.77	383.77	360.42	388.96	14.66
346.58	383.77	350.04	389.83	14.66
349.17	383.77	339.66	388.96	14.66
341.39	383.77	312.85	388.96	14.66
355.23	383.77	337.93	388.96	14.66
343.12	383.77	333.61	388.96	14.66
335.33	383.77	314.58	388.96	14.66
336.20	383.77	309.39	389.83	14.66
338.79	383.77	332.74	388.96	14.66
331.01	383.77	310.25	388.96	14.66
334.47	383.77	326.6		

Gambar 3.11 Layout program
Sumber: Dokumentasi pribadi

11. Komputer

Komputer digunakan untuk menganalisis dan mengontrol seluruh program instalasi penelitian. Selain itu dapat digunakan untuk mengukur kerja dari ADC dan menyimpan data yang terbaca oleh ADC.

- a. Processor : Intel(R) Pentium IV(R) CPU 2.0 GHz

- b. Memory : 1024 MB RAM
- c. VGA : HIS ATI Radeon 9250 AGP 8X 256 MB

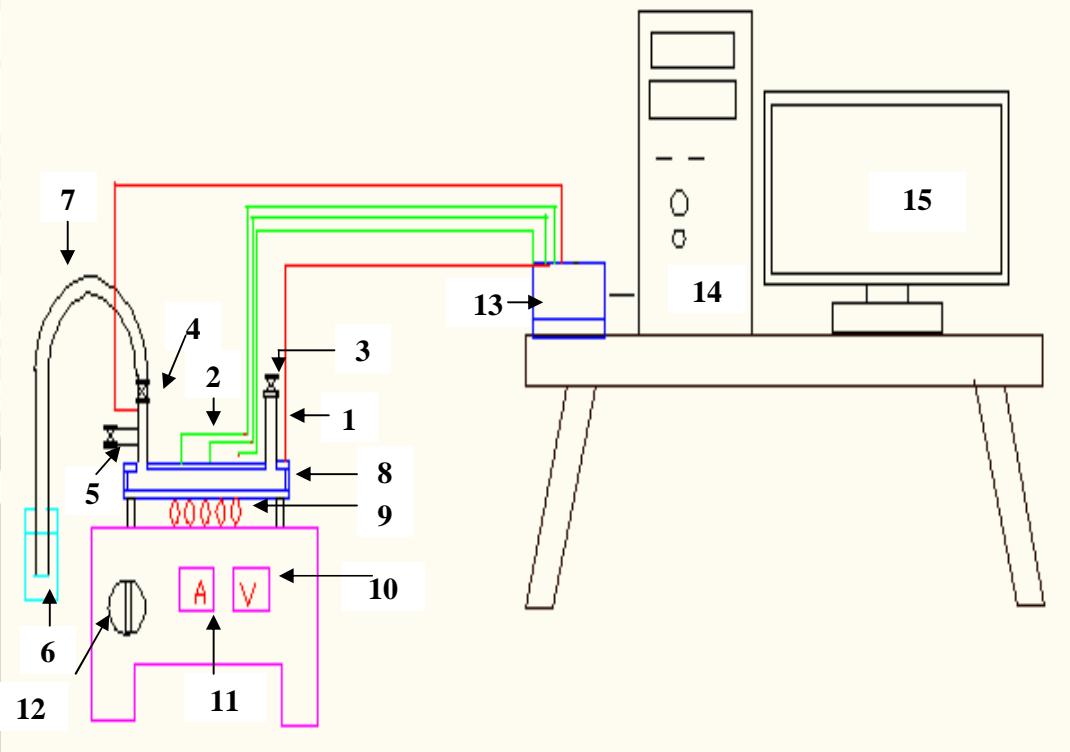


Gambar 3.12 Perangkat komputer
Sumber: Dokumentasi Pribadi



3.4 Gambar Instalasi Penelitian

Berikut ini adalah rancangan gambar alat uji penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Rangkaian alat uji penelitian

Keterangan :

- 1. Ion Probe
- 2. Termocouple
- 3. Katup Masuk Bahan Bakar
- 4. Katup Penutup Udara
- 5. Katup Penghisap Udara
- 6. Penampung Air
- 7. Selang Gas Buang
- 8. Microcombustor
- 9. Heater
- 10. Voltmeter
- 11. Amperemeter
- 12. Switch Pemilih Daya
- 13. ADC
- 14. CPU
- 15. Monitor

3.5 Prosedur Pengambilan Data Penelitian

❖ Prosedur rangkaian menghasilkan uap minyak kelapa :

1. Memasukkan minyak kelapa ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml.
2. Menyalakan bunsen dengan api
3. Menambahkan bola besi pada tabung reaksi untuk mempercepat penguapan minyak kelapa
4. Memanaskan tabung reaksi diatas bunsen serta menutup tabung agar uap tidak keluar.

5. Menghisap uap minyak kelapa dengan suntikan sesuai dengan AFR yang dikehendaki . Untuk prosedur penentuan AFR yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 5.

❖ Prosedur pembakaran minyak kelapa ke dalam *microcombustor*

1. Menghisap udara ruang bakar melalui katup penghisap udara sehingga udara dalam *microcombustor* dalam keadaan vakum. Pada kondisi ini katup masuk bahan bakar dan katup gas buang tertutup. Hal ini dilakukan agar AFR yang ditentukan sesuai yang ada pada suntikan.
2. Menyalakan saklar rangkaian sistem pemanas serta atur *switch* untuk mendapatkan daya listrik yang diinginkan
3. Memanaskan ruang bakar sampai suhu 277°C sesuai daya *heater* yang diinginkan untuk memulai temperatur pembakaran pada ruang bakar.
4. Menginjeksikan bahan bakar uap minyak kelapa dan udara yang ada dalam suntikan sesuai dengan AFR yang dikehendaki ke dalam *microcombustor*.
5. Menutup saluran masuk dengan menggunakan penjepit infus, agar bahan bakar tidak keluar melalui saluran masuk.
6. Melihat indikasi pembakaran pada program dengan melihat temperatur pembakaran. Apabila sudah terbakar, kemudian membuka katup gas buang untuk melihat gelembung gas buang pada tandon air.

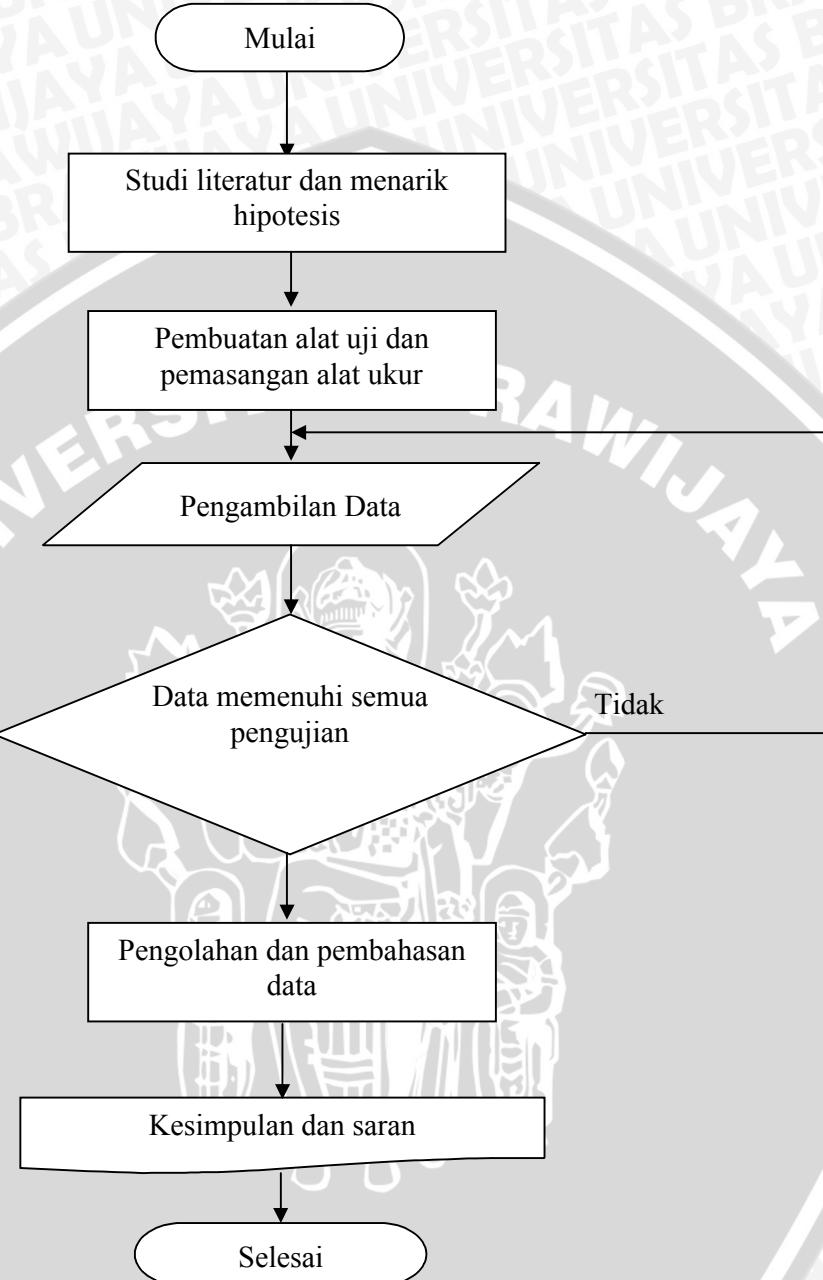
❖ Prosedur rangkaian pengambilan data

1. Menyetting semua peralatan penelitian sesuai dengan prosedur penelitian yang dilakukan.
2. Meletakkan sensor-sensor pada *microcombustor* pada titik-titik tertentu pada bagian atas *microcombustor*.
3. Menghidupkan semua peralatan penelitian.
4. Program komputer dibuka hingga muncul *layout* program, dan tersambung dengan lancar.
5. Mengisi nama file penelitian pada kolom nama file yang terdapat pada *layout* program.
6. Menjalankan program.
7. Mematikan program.
8. Data yang telah terbaca oleh komputer, disimpan dengan menekan tombol simpan untuk selanjutnya dilakukan proses pengolahan data.

Prosedur ini diulang untuk tiap-tiap variasi energi penyalaan yang dikehendaki

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan seperti tampak pada gambar 3.14 berikut:



Gambar 3.14 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kelompok karakteristik pembakaran minyak kelapa pada *microcombustor* dengan beberapa variasi energi penyalaan terhadap temperatur dan ion pembakaran yaitu :

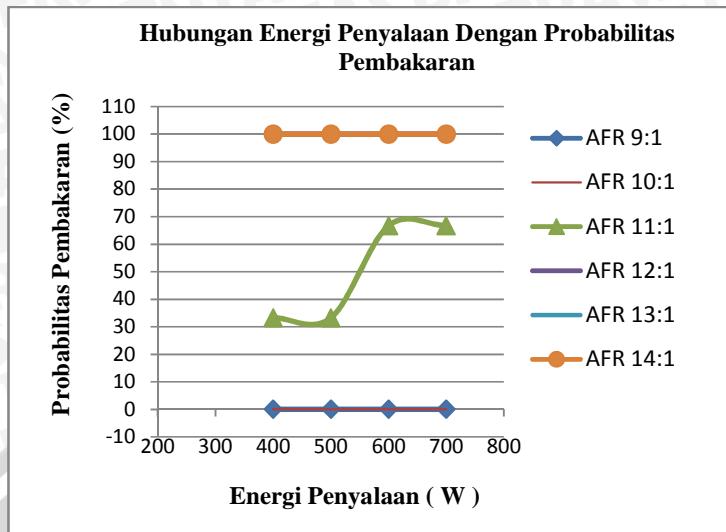
- Probabilitas terjadinya pembakaran pada *microcombustor* dengan variasi AFR dan energi penyalaan minyak kelapa.
- Perubahan waktu pembakaran (*ignition delay time*) terhadap temperatur pada berbagai variasi energi penyalaan ruang bakar dan AFR pada *microcombustor*.
- Perubahan waktu pembakaran (*ignition delay time*) terhadap ion pembakaran dengan berbagai variasi energi penyalaan dan AFR minyak kelapa pada *microcombustor*.
- Perubahan temperatur pembakaran pada variasi energi penyalaan ruang bakar *microcombustor*.
- Perubahan ion pembakaran pada variasi energi penyalaan ruang bakar *microcombustor*.

4.2 Pembahasan

Pembahasan pada subbab ini dilakukan untuk mengetahui kecenderungan dari data hasil penelitian setiap variasi energi penyalaan ruang bakar pada *microcombustor* terhadap karakteristik pembakarannya.

4.2.1 Hubungan antara energi penyalaan dengan probabilitas pembakaran pada *microcombustor* dengan variasi AFR yang berbeda.

Grafik hubungan antara energi penyalaan dengan probabilitas pembakaran pada *microcombustor* dengan variasi AFR yang berbeda dapat dilihat pada grafik 4.1 berikut ini.



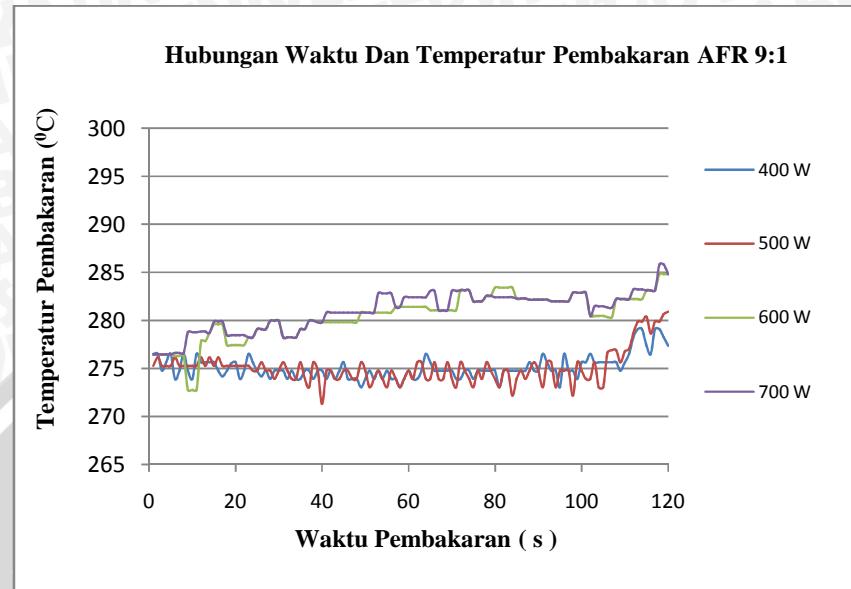
Gambar 4.1. Grafik hubungan energi penyalaan ruang bakar dengan probabilitas pembakaran minyak kelapa pada variasi AFR pada *microcombustor*.

Grafik ini menunjukkan probabilitas pembakaran dimana penelitian untuk setiap variasi energi penyalaan dan AFR dilakukan sebanyak 3 kali. Cara menentukan probabilitas pembakaran diatas dicari dengan menggunakan perbandingan antara jumlah yang terbakar dengan jumlah pengambilan data setiap AFR kemudian dikalikan 100%. Jadi dalam 3 kali pengujian probabilitas pembakarannya adalah 33,3%, 66,6 % dan 100%. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada AFR 9:1 dan 10:1 untuk setiap energi penyalaan tidak terjadi pembakaran sama sekali hal ini disebabkan karena campuran tersebut masih merupakan campuran miskin udara sehingga sulit untuk terjadinya reaksi pembakaran. Pada AFR 11:1 pada penyalaan 400 W dan 500 W probabilitas penyalaan 33.3 % sedangkan 600 W dan 700 W 66.7 %. Pada kondisi ini campuran tersebut sudah mampu menghasilkan reaksi pembakaran, namun ada beberapa bahan bakar yang tidak terbakar sempurna. Pada AFR 19:1, 110:1, 111:1 untuk setiap energi penyalaan terbakar semua (100%). Pada kondisi ini campuran udara dan bahan bakar sudah ideal sehingga bahan bakar mudah untuk terbakar.

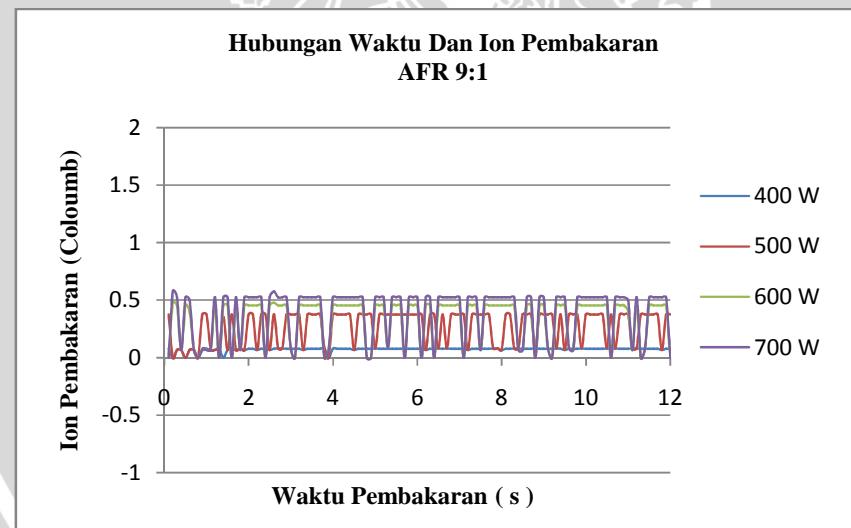
4.2.2 Hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar dan AFR pada *microcombustor*

Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar dan AFR pada *microcombustor* dapat dilihat pada grafik berikut ini.

1. Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 9:1



Gambar 4.2 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 9:1

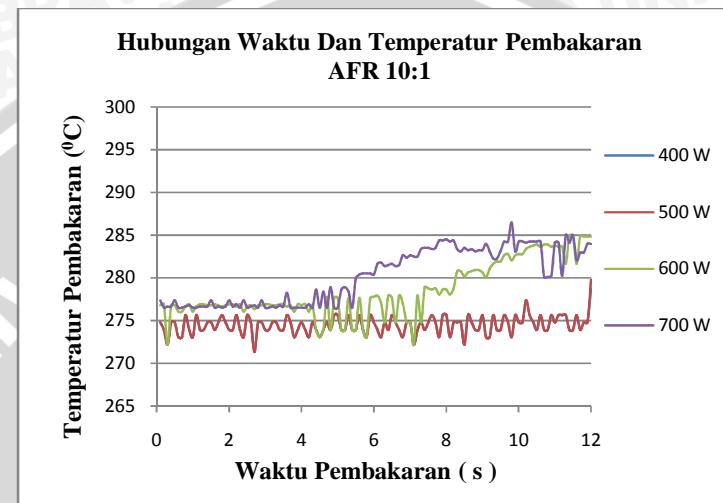


Gambar 4.3 Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 9:1

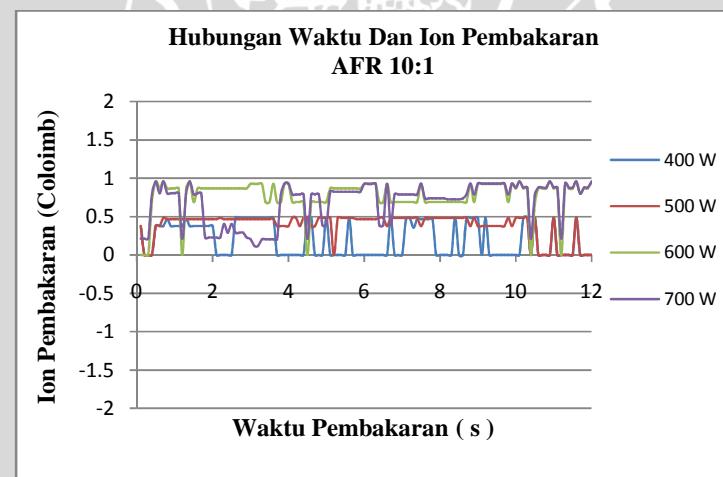
Grafik diatas menunjukkan bahwa pada AFR 9:1 dengan semakin bertambahnya energi penyalaan ruang bakar, bahan bakar minyak kelapa belum terbakar. Hal ini dapat dilihat dari nilai temperatur dan ion yang cenderung konstan selama proses pemanasan dengan berbagai energi penyalaan ruang bakar. Hal ini disebabkan pada kondisi ini campuran udara dan bahan bakar disebut campuran miskin udara sehingga campuran

tersebut belum cukup untuk mereaksikan bahan bakar dengan udara. Kenaikan temperatur pada energi penyalaan (W) 600 dan 700 bukan disebabkan terjadinya pembakaran tetapi disebabkan energi panas dari *heater* yang jauh lebih tinggi dibandingkan energi penyalaan (W) 400 dan 500.

2. Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 10:1



Gambar 4.4 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 10:1

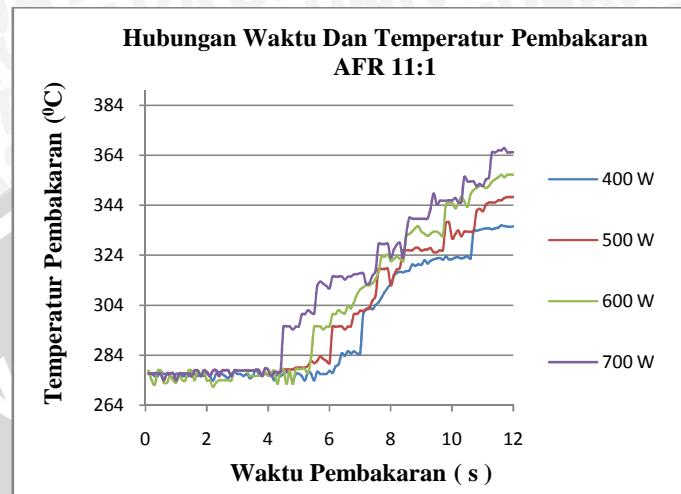


Gambar 4.5 Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 10:1

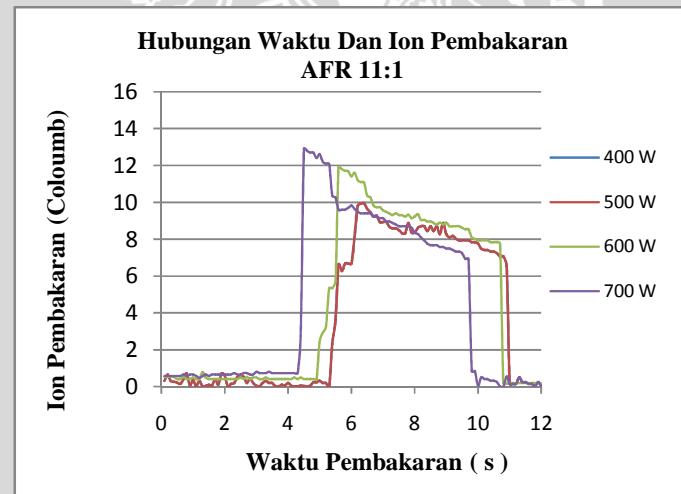
Grafik diatas menunjukkan bahwa pada AFR 10:1 dengan semakin bertambahnya energi penyalaan ruang bakar, bahan bakar minyak kelapa juga belum terbakar. Kenaikan temperatur hanya merupakan kenaikan temperatur *heater* hal ini

disebabkan campuran ini juga masih sama dengan AFR 9:1 yaitu campuran miskin udara sehingga reaksi pembakaran belum tercapai.

3. Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalakan ruang bakar pada AFR 11:1



Gambar 4.6 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalakan ruang bakar pada AFR 11:1

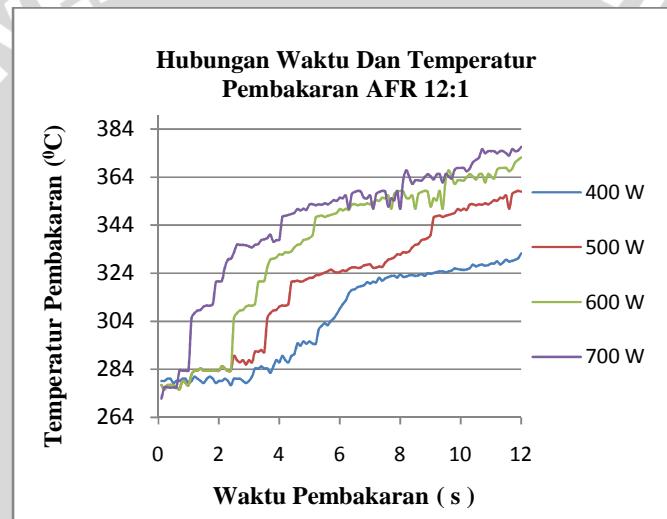


Gambar 4.7 Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalakan ruang bakar pada AFR 11:1

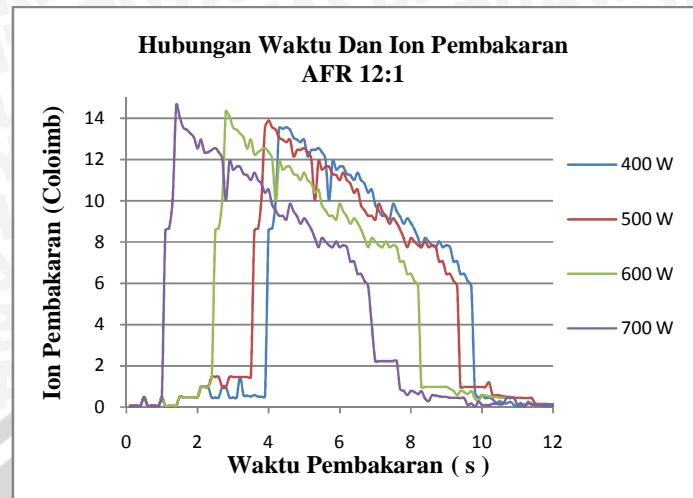
Grafik diatas menunjukkan bahwa pada AFR 11:1, bahan bakar minyak kelapa baru terbakar. Hal ini dapat dilihat pada kenaikan temperatur dan ion pembakaran yang cukup signifikan beberapa detik setelah injeksi uap minyak kelapa. Seperti dijelaskan pada grafik sebelumnya bahwa pada kondisi ini sebagian bahan bakar telah bereaksi dengan udara. Namun pembakaran pada kondisi ini sulit untuk dilakukan pada

microcombustor karena celah ruang bakar yang cukup sempit sehingga untuk menghasilkan pembakaran optimal diperlukan udara berlebih. Dari grafik dapat terlihat bahwa dengan energi penyalaan 700 W memerlukan waktu tersingkat terjadinya pembakaran. Hal ini disebabkan dengan semakin bertambahnya energi penyalaan akan mempercepat terjadinya reaksi. Dari grafik 4.6 juga dapat dilihat bahwa temperatur pembakaran cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu dan energi penyalaan. Sedangkan pada grafik 4.7 dapat dilihat bahwa ion pembakaran cenderung menurun seiring bertambahnya waktu dan energi penyalaan diakibatkan bahan bakar semakin habis terbakar sehingga ion pembakaran yang dihasilkan semakin sedikit.

4. Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 12:1



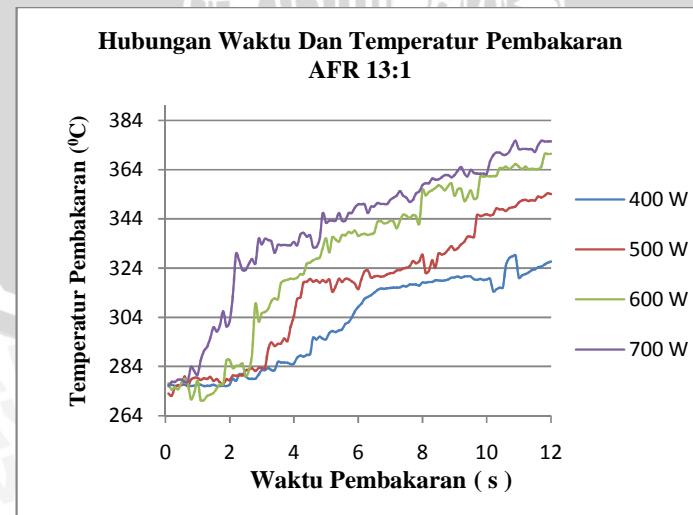
Gambar 4.8 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 12:1



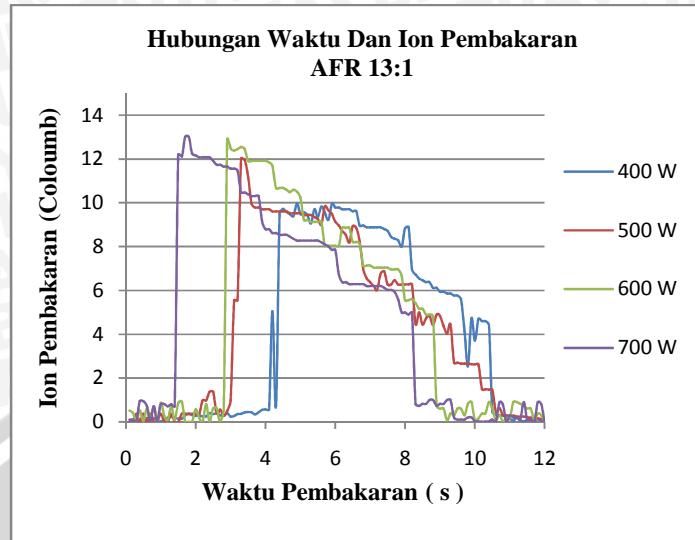
Gambar 4.9 Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 12:1

Grafik diatas menunjukkan bahwa pembakaran terjadi lebih optimal dibandingkan dengan AFR 11:1 hal ini disebabkan bahwa udara berlebih pada kondisi ini mampu membakar lebih banyak bahan bakar. Hal ini dapat dilihat dari waktu pembakaran yang relatif cepat serta temperatur dan ion pembakaran lebih tinggi dibandingkan dengan AFR 11:1. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa penurunan nilai ion berlangsung stabil yang membuktikan bahwa secara perlahan-lahan bahan bakar habis terbakar.

5. Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 13:1



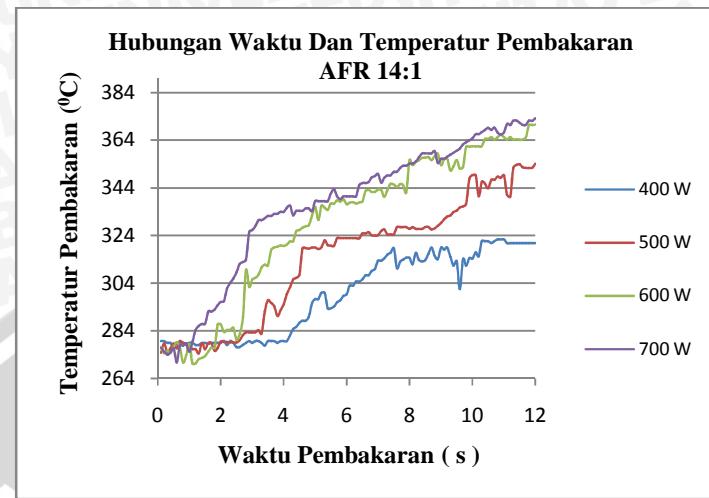
Gambar 4.10 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 13:1



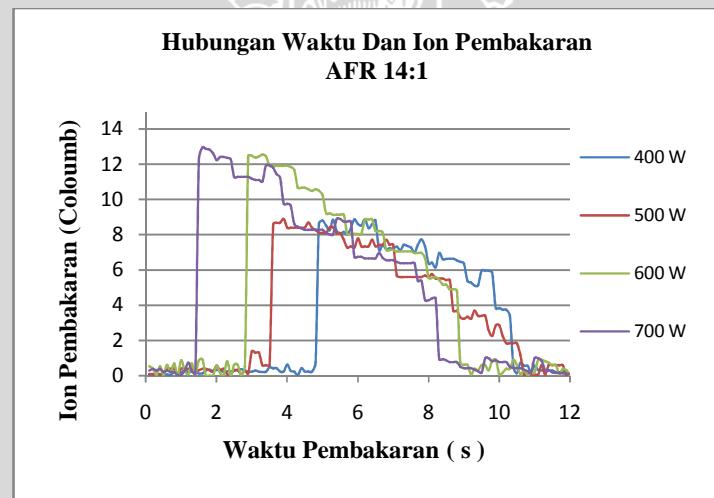
Gambar 4.11 Grafik hubungan waktu dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 13:1

Grafik diatas menunjukkan bahwa pembakaran terjadi kurang optimal dibandingkan dengan AFR 12:1. Pembakaran terjadi kurang stabil disebabkan udara berlebih pada kondisi ini mengganggu terjadinya reaksi antara bahan bakar dan udara karena tumbukan yang terjadi tidak reaktif sehingga kecepatan reaksinya relatif lebih lama. Hal ini dapat dilihat dari waktu pembakaran yang relatif lebih lama serta temperatur dan ion pembakaran lebih rendah dibandingkan dengan AFR 12:1. Selain itu adanya perpindahan panas (*heat transfer*) secara konveksi panas hasil pembakaran yang dibawa oleh udara berlebih menuju sisi *outlet*.

6. Grafik hubungan waktu pembakaran dengan temperatur dan ion pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 14:1



Gambar 4.12 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 14:1



Gambar 4.13 Grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran minyak kelapa pada variasi energi penyalaan ruang bakar pada AFR 14:1

Grafik diatas menunjukkan bahwa pembakaran terjadi kurang optimal dibandingkan dengan AFR 13:1 hal ini disebabkan penambahan udara berlebih secara terus menerus akan semakin mengganggu terjadinya reaksi antara bahan bakar dan udara. Udara berlebih akan menyerap panas hasil pembakaran secara konveksi dibawa ke luar bersama gas buang. Hal ini dapat dilihat dari waktu pembakaran yang relatif lebih lama serta temperatur dan ion pembakaran lebih rendah dibandingkan dengan AFR 13:1.

Dari grafik hubungan waktu dan temperatur pembakaran menunjukkan bahwa pembakaran minyak kelapa pada *microcombustor* diawali dengan kenaikan temperatur awal yang mendekati garis lurus yang terus bergerak naik. Pada saat ini terjadi perpindahan panas yang dihasilkan oleh *heater* menuju bagian bawah *microcombustor* secara konduksi. Kemudian panas disalurkan menuju bagian atas *microcombustor* secara konveksi melalui campuran uap minyak kelapa dan udara, sehingga nilai temperaturnya dapat dibaca oleh termokopel. Pembakaran pada minyak kelapa terjadi secara dua tahap yaitu tahap pertama pembakaran asam lemak dan tahap yang kedua adalah gliserol.

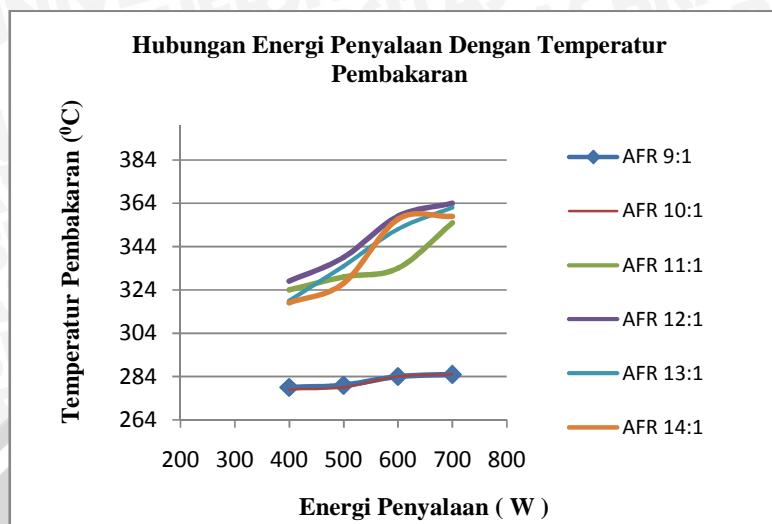
Pada saat awal penginjeksian uap minyak kelapa kedalam *microcombustor* bahan bakar tersebut cenderung untuk mencair karena terjadi kontak dengan ruang bakar *microcombustor*. Pada pembakaran minyak kelapa asam lemak akan menguap terlebih dahulu kemudian terbakar. Pada saat ini gliserol baru mulai menguap sehingga ketika asam lemak telah habis terbakar akan diteruskan dengan pembakaran yang kedua yaitu gliserol.

Awal dari pembakaran minyak kelapa diawali dengan pembakaran asam lemak yang ditunjukkan dengan bertambahnya temperatur yang mendekati garis lurus yang terus bergerak naik, kemudian dilanjutkan pembakaran gliserol yang ditunjukkan peningkatan temperatur yang naik tidak signifikan.

Pembakaran terjadi optimal pada AFR 12:1 pada kondisi ini merupakan campuran udara dan bahan bakar yang ideal pada *microcombustor* dibandingkan dengan AFR 9:1 dan 10:1. Penambahan udara berlebih setelah AFR 12:1 akan mengganggu proses tumbukan molekul sehingga reaksi antar bahan bakar kurang sempurna.

Dari grafik hubungan waktu dan ion pembakaran menunjukkan ion bergerak mulai naik sedikit seiring bertambahnya waktu, hal ini disebabkan pemanasan *heater* pada *microcombustor*. Kemudian ion meningkat signifikan, yang menunjukkan mulai terjadinya pembakaran. Kemudian ion menurun perlahan sampai nol yang menunjukkan berhentinya pembakaran karena bahan bakar telah habis terbakar.

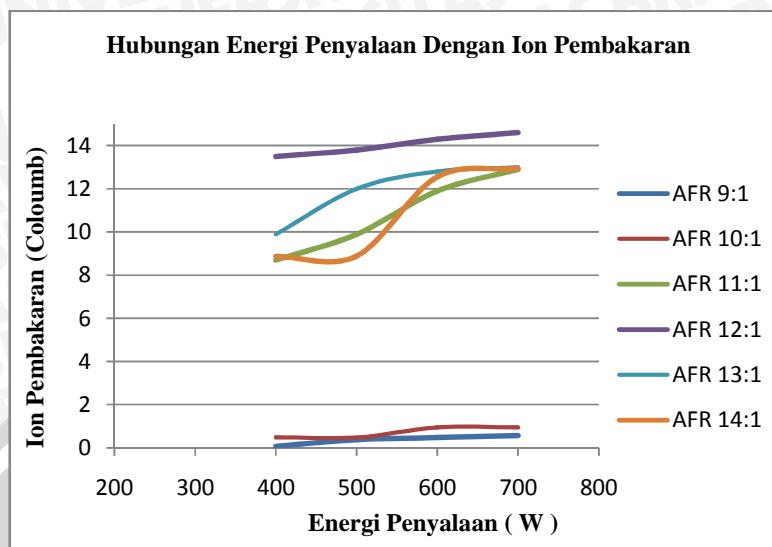
4.2.3 Hubungan energi penyalaan dengan temperatur pembakaran



Gambar 4.14 Grafik hubungan energi penyalaan dengan temperatur pembakaran

Pada grafik ini lebih membahas tentang kenaikan temperatur pembakaran dengan semakin bertambahnya energi penyalaan ruang bakar. Pada grafik hubungan energi penyalaan dan temperatur pembakaran dengan variasi AFR yang berbeda menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi energi penyalaan maka temperatur pembakaran semakin tinggi. Hal ini disebabkan dengan semakin tingginya energi penyalaan maka tumbuhan antar molekul akan semakin cepat sehingga reaksi yang terjadi juga semakin cepat. Energi penyalaan ini juga akan meningkatkan temperatur pembakaran karena hampir seluruh bahan bakar pada *microcombustor* terbakar. Temperatur pembakaran pada grafik ini diambil dari temperatur tertinggi dari pembakaran gliserol dari minyak kelapa. Pada AFR 9:1 dan 10:1 tidak terjadi pembakaran namun temperatur diatas merupakan temperatur awal pemanasan pada setiap AFR yang berbeda-beda. Hal ini dimaksudkan agar terlihat perbedaan temperatur pada waktu yang sama berapa temperatur pembakaran yang dibaca oleh termokopel.

4.2.4 Hubungan energi penyalaan dengan ion pembakaran



Gambar 4.15 Grafik hubungan energi penyalaan dengan ion pembakaran

Dari grafik hubungan energi penyalaan dengan ion pembakaran dengan variasi AFR yang berbeda dapat dilihat bahwa penambahan energi penyalaan akan meningkatkan ion pembakaran karena semakin banyak bahan bakar yang terbakar serta kecepatan reaksi yang semakin cepat. Kecepatan reaksi ini akan menghasilkan ion yang semakin banyak sehingga ion yang dihantarkan pada *ion probe* semakin besar. Ion pembakaran pada grafik ini diambil dari ion pembakaran tertinggi pada saat pembakaran yaitu pada saat awal mulai terjadinya pembakaran karena loncatan ion pada saat awal terjadinya reaksi semakin banyak kemudian menurun karena jumlah bahan bakar semakin habis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembakaran optimal minyak kelapa pada *microcombustor* terjadi pada AFR 12:1
2. Temperatur dan ion pembakaran tertinggi terjadi pada energi penyalaan 700 W.
3. Dengan semakin meningkatnya energi penyalaan ruang bakar akan mempercepat terjadinya pembakaran (*ignition delay time*).
4. Dengan semakin meningkatnya energi penyalaan ruang bakar akan meningkatkan temperatur dan ion pembakaran.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan :

1. Menghitung volume gas buang dari reaksi pembakaran agar dapat diketahui stokimetri pembakaran.
2. Bahan *microcombustor* sebaiknya terbuat dari bahan tembus cahaya agar dapat diketahui indikator terjadinya pembakaran dan karakteristik penyalaan api.
3. Menggunakan katalis pembakaran agar pembakaran lebih cepat terjadi serta mengetahui pengaruh penambahan katalis terhadap karakteristik pembakaran minyak kelapa pada *microcombustor*

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus S; 2011 : *Pengaruh Variasi Volume Injeksi Uap Minyak Jarak (Jathropa cucas) Terhadap Ion Pembakaran Pada Microcombustor*; Skripsi S1, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik,Universitas Brawijaya, Malang.
- Cahyono, Dwi ; 2011: *Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi Uap Minyak Kelapa (Coconut Oil) Terhadap Ion Pembakaran Pada Microcombustor*; Skripsi S1, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik,Universitas Brawijaya, Malang.
- Darmanto,Seno; 2006: *Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Alternatif Minyak Diesel* ; http://www.bppt.com/content/artikel/bahan_bakar_alternatif.pdf (Diakses 10 Oktober 2011)
- Halliday and Resnick;1984: *FISIKA*; 3rd ed; PT.Erlangga. Jakarta
- Jejurkar, Swarup Y.; 2009: *A Review of Recent Patents on Micro-Combustion and Application*; Combustion Laboratory, Department of Aerospace Engineering Indian Institute of Technology, Kanpur.
- Kenneth Kuan-yun Kuo;1987: *Principle of Combustion*; A Wiley-Interscience Publication. Singapore.
- Mardiah,Fina; 2011: *Manfaat Pohon Kelapa*; <http://finamardiahhaq.blogspot.com/2011/04/manfaat-pohon-kelapa.html> (Diakses 13 Oktober 2011)
- Norton,D.G.;2004:*Portable Power Generation via Integrated Catalytic Microcombustion-Thermoelectric Device*; University of Delaware, Dept. of Mechanical Engineering and Center for Composite Materials, Newark
- Raharja, Dwiyuni;2005: *Kajian Fisiko Kimia Ekstrak Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil,VCO) Yang Dibuat Dengan Metode Pembekuan Krim Santan*, Jurnal S1, Departemen Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,Institut Pertanian Bogor,Bogor;
- Sariyuda;2006: *Pemanfaatan Sekam Kopi Sebagai Katalis Pada Pemuatan Etil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Kelapa*; Jurnal D3,Jurusan Teknik Mesin,Politeknik, Lhoksumawe.
- Sidqi, Basthiyan; 2011: *Pengaruh Variasi Temperatur Injeksi Uap Minyak Kapuk (Ceiba Pentandra) Terhadap Ion Pembakaran Pada Microcombustor*; Skripsi S1, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik,Universitas Brawijaya, Malang.
- Sutriana,Eka;2011:*ManfaatBuahKelapa*;<http://gapoktanharapanmukti.blogspot.com/2011/02/buah-yang-satu-ini-tentu-tidak-asing.html> (Diakses 10 Oktober 2011)

Tiffany;2009: *Belajar Elektro* ; <http://www.giganet.com/content/artikel/elektro>.
(Diakses 10 Oktober 2011)

Tim BPPT;2006: *Budidaya Kelapa* ; <http://lc.bppt.go.id/iptel/index.php>
(Diakses 10 Oktober 2011)

Tim MAPI;2006: *Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Biofuel Dan Biodiesel Minyak Kelapa)*; http://www.dekindo.com/content/artikel/bahan_bakar.pdf (Diakses 10 Oktober 2011)

Wardana, ING.; 2008: *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*; PT.Danar Wijaya Brawijaya University Press, Malang.

Werlin S;1977: *Thermodinamika Teori Dan Soal Penyelesaian*;BPFE Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Widya;2003: *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*; Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia.

Zemansky and Dittman;1986:*Kalor dan Termodinamika*;6th ed;ITB.Bandung



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN



Lampiran 1. Tabel data temperatur dan Ion pembakaran uap minyak kelapa

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 400 W AFR 9:1.

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	273,92	276,52	275,28	0,77	0	0
0,2	273,92	276,52	276,14	0	0,77	0
0,3	273,92	274,79	275,28	0,66	0	0,77
0,4	273,92	275,65	275,28	0,66	0,66	0,77
0,5	274,79	276,52	275,28	0	0	0
0,6	274,79	273,92	276,14	0,66	0	0,8
0,7	273,06	274,79	275,28	0,66	0,66	0,77
0,8	274,79	276,52	275,28	0	0	0
0,9	273,92	274,79	275,28	0,77	0,66	0
1	274,79	273,92	275,28	0,77	0,66	0,66
1,1	274,79	276,52	275,28	0,66	0,66	0
1,2	273,92	275,65	276,14	0,66	0	0
1,3	273,06	275,65	275,28	0,8	0	0,8
1,4	273,92	275,65	276,14	0	0	0
1,5	273,92	275,65	275,28	0,66	0	0
1,6	273,92	274,79	276,14	0,77	0	0
1,7	273,06	274,19	275,28	0,66	0	0
1,8	273,92	274,79	275,28	0,8	0,66	0
1,9	273,92	275,52	275,28	0,66	0	0,77
2	273,92	275,65	275,28	0,77	0	0
2,1	273,92	273,92	275,28	0,77	0	0
2,2	273,92	274,79	275,28	0,66	0	0
2,3	273,92	276,52	275,28	0,77	0	0
2,4	273,92	275,65	274,79	0,77	0	0
2,5	273,92	274,79	274,79	0,66	0	0
2,6	273,92	274,19	275,65	0,77	0,77	0
2,7	273,92	274,79	274,79	0,8	0	0
2,8	273,92	273,92	274,79	0,8	0	0
2,9	273,06	274,79	273,92	0,77	0	0
3	273,92	274,79	274,79	0,77	0,8	0
3,1	273,92	274,79	275,65	0,77	0	0
3,2	273,92	273,92	274,79	0,77	0	0
3,3	274,79	274,79	273,92	0,66	0	0
3,4	275,65	273,92	273,92	0,77	0	0,77
3,5	273,92	273,92	275,65	0,77	0	0
3,6	273,92	274,79	273,92	0,77	0	0
3,7	273,92	274,79	273,06	0,77	0	0
3,8	273,92	273,92	275,65	0,8	0	0

3,9	274,79	274,79	274,79	0	0,66	0
4	274,79	274,79	271,33	0,77	0	0
4,1	273,92	273,92	274,79	0,77	0	0,8
4,2	273,92	274,79	274,79	0,77	0	0
4,3	273,92	273,92	273,92	0,77	0	0
4,4	273,92	274,79	273,92	0,77	0	0
4,5	273,92	275,65	274,79	0,66	0	0,8
4,6	273,92	273,92	274,79	0,77	0	0,77
4,7	274,79	273,92	273,92	0,77	0	0
4,8	273,92	273,92	273,92	0,77	0	0
4,9	273,92	273,06	275,65	0,77	0	0,77
5	273,06	273,92	274,79	0,8	0	0
5,1	273,92	274,79	273,06	0,77	0	0
5,2	274,79	273,92	273,92	0,77	0	0
5,3	273,92	274,79	274,79	0,77	0,8	0
5,4	273,92	273,92	273,92	0,77	0	0
5,5	275,65	274,79	273,06	0,77	0	0
5,6	273,92	273,92	274,79	0,77	0	0
5,7	274,79	273,92	273,92	0,77	0	0,66
5,8	273,06	273,06	273,06	0,77	0	0
5,9	274,79	273,92	273,92	0,77	0	0
6	274,79	274,79	274,79	0,77	0	0
6,1	274,79	273,92	273,92	0,77	0	0
6,2	275,65	273,92	275,65	0,66	0	0
6,3	274,79	274,79	275,65	0,77	0	0
6,4	274,79	276,52	273,92	0,77	0	0
6,5	274,79	275,65	273,92	0,8	0	0
6,6	273,92	274,79	275,65	0,77	0	0
6,7	274,79	274,79	273,92	0,8	0	0
6,8	275,65	274,79	273,92	0,77	0	0,77
6,9	274,79	274,79	275,65	0,77	0	0
7	274,79	274,79	273,92	0,77	0	0
7,1	275,65	273,92	273,06	0,77	0	0
7,2	275,65	273,92	275,65	0,66	0	0,77
7,3	275,65	274,79	274,79	0,77	0	0
7,4	275,65	274,79	273,92	0,77	0	0
7,5	274,79	273,92	273,06	0,77	0,66	0
7,6	274,79	274,79	274,79	0,77	0	0
7,7	275,65	274,79	273,92	0,77	0	0
7,8	274,79	274,79	275,65	0,8	0	0
7,9	275,65	274,79	274,79	0,8	0	0,8
8	275,65	274,79	273,92	0,66	0	0
8,1	276,52	273,06	273,06	0,77	0	0

8,2	274,79	274,79	274,79	0,77	0	0
8,3	275,65	274,79	274,79	0,8	0	0,2
8,4	274,79	274,79	272,19	0,8	0,66	0
8,5	273,92	274,79	273,92	0,77	0,66	0
8,6	275,65	274,79	274,79	0,77	0	0
8,7	275,65	274,79	273,92	0,77	0	0
8,8	274,79	275,65	274,79	0,8	0	0
8,9	273,92	274,79	275,65	0,77	0	0,66
9	275,65	274,79	274,79	0,77	0	0
9,1	275,65	276,52	273,06	0,77	0,8	0
9,2	276,52	275,65	275,65	0,77	0	0
9,3	275,65	274,79	275,65	0,8	0	0
9,4	275,65	274,79	273,06	0,77	0	0
9,5	277,38	273,06	274,79	0,66	0	0
9,6	274,79	276,52	274,79	0,77	0,8	0
9,7	275,65	274,79	274,79	0,77	0,66	0,8
9,8	276,52	274,79	272,19	0,77	0	0
9,9	275,65	273,92	275,65	0,8	0	0
10	275,65	275,65	274,79	0,77	0	0
10,1	275,65	275,65	273,92	0,77	0	0
10,2	274,79	276,52	273,92	0,77	0	0
10,3	275,65	275,65	275,65	0,77	0	0
10,4	275,65	275,65	273,06	0,77	0	0,8
10,5	275,65	275,65	273,06	0,8	0	0
10,6	275,65	275,65	275,65	0,77	0	0
10,7	275,65	275,65	273,92	0,8	0	0
10,8	274,79	275,65	273,92	0,77	0	0,2
10,9	275,65	274,79	275,65	0,77	0	0
11	275,65	275,65	274,79	0,77	0	0
11,1	273,92	276,52	273,06	0,8	0,66	0
11,2	275,65	278,25	275,65	0,8	0	0
11,3	275,65	279,11	274,79	0,77	0	0
11,4	275,65	279,11	274,79	0,77	0,8	0
11,5	274,79	277,38	277,38	0,77	0	0,8
11,6	275,65	276,52	275,65	0,77	0	0
11,7	275,65	279,11	274,79	0,77	0	0
11,8	274,79	279,11	273,92	0,66	0	0
11,9	275,65	278,25	275,65	0,77	0	0
12	275,65	277,38	273,92	0,77	0	0

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 400 W AFR 10:1.

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION 0(mmV)	ION 2(mmV)	ION 2(mmV)
0,1	274,79	276,52	277,38	3,77	0	0
0,2	273,92	276,52	276,52	0	3,77	0
0,3	272,19	274,79	275,65	0	3,55	0
0,4	274,79	275,65	275,65	0	4,66	4,83
0,5	274,79	276,52	277,38	3,77	3,77	3,55
0,6	273,06	273,92	276,52	3,77	4,66	4,66
0,7	273,06	274,79	276,52	3,77	4,66	3,55
0,8	275,65	276,52	275,65	4,66	4,66	4,66
0,9	273,92	274,79	274,79	3,77	3,77	4,66
1	273,06	273,92	276,52	3,77	3,77	4,66
1,1	275,65	276,52	276,52	3,77	3,77	4,66
1,2	273,92	275,65	275,65	3,77	4,66	0
1,3	273,92	275,65	275,65	4,66	4,66	4,66
1,4	274,79	275,65	275,65	3,77	3,77	3,55
1,5	274,79	275,65	277,38	3,77	3,77	4,66
1,6	273,92	274,79	276,52	3,77	4,66	3,77
1,7	274,79	274,79	275,65	3,77	4,83	4,83
1,8	275,65	275,65	276,52	3,77	4,66	4,2
1,9	274,79	273,92	275,65	3,77	4,66	4,66
2	273,92	273,06	277,38	3,77	3,77	4,66
2,1	273,92	275,65	275,65	0	4,66	0
2,2	275,65	274,79	273,92	0	4,83	4,2
2,3	273,92	273,92	276,52	0	4,66	4,66
2,4	273,06	275,65	277,38	0	4,66	4,66
2,5	275,65	274,79	276,52	0	4,66	4,44
2,6	274,79	273,92	275,65	4,83	4,66	4,44
2,7	271,33	273,92	274,79	4,83	4,66	4,66
2,8	274,79	275,65	276,52	4,83	4,66	4,66
2,9	274,79	273,92	277,38	4,83	3,77	4,44
3	273,92	274,79	276,52	4,83	4,83	4,87
3,1	273,92	274,79	276,52	4,83	4,66	4,66
3,2	274,79	274,79	275,65	4,83	4,66	3,55
3,3	274,79	273,92	276,52	4,83	4,83	3,32
3,4	273,92	274,79	274,79	4,83	4,66	3,77
3,5	273,92	274,79	275,65	4,83	4,66	4,66
3,6	275,65	273,92	278,25	4,83	4,66	4,66
3,7	274,79	273,06	276,52	0	3,77	3,55
3,8	273,06	275,65	276,52	0	4,83	4,83
3,9	273,92	274,79	276,52	0	4,66	4,83

4	274,79	273,06	276,52	0	4,66	4,66
4,1	273,92	275,65	276,52	0	4,66	4,66
4,2	273,06	274,79	273,92	0	4,66	4,44
4,3	274,79	274,79	276,52	0	4,66	4,65
4,4	273,92	275,65	275,65	0	3,77	3,55
4,5	273,06	274,79	276,52	4,83	4,66	4,66
4,6	273,92	273,92	277,38	4,83	4,66	4,66
4,7	274,79	273,92	276,52	0	4,66	4,2
4,8	273,92	274,79	273,92	0	4,66	4,66
4,9	275,65	274,79	276,52	0	4,66	4,66
5	275,65	274,79	276,52	4,83	4,66	4,66
5,1	273,92	276,52	275,65	0	4,66	3,55
5,2	273,92	275,65	273,92	0	3,55	4,66
5,3	275,65	275,65	277,38	0	3,55	4,66
5,4	273,92	273,92	276,52	0	4,66	0
5,5	273,92	274,79	273,92	0	4,66	3,32
5,6	275,65	273,92	277,38	4,83	4,66	4,66
5,7	273,92	273,92	276,52	0	4,66	4,66
5,8	273,06	273,06	276,52	0	4,66	4,44
5,9	275,65	273,92	276,52	0	4,66	4,83
6	274,79	274,79	277,38	0	4,66	3,77
6,1	273,92	273,92	275,65	0	4,66	4,66
6,2	273,06	273,92	274,79	0	4,66	4,66
6,3	274,79	274,79	277,38	0	4,44	3,55
6,4	273,92	276,52	276,52	0	4,66	4,2
6,5	275,65	275,65	275,65	0	4,66	4,66
6,6	274,79	274,79	277,38	0	3,77	4,66
6,7	273,92	274,79	276,52	4,83	4,83	3,55
6,8	273,06	274,79	275,65	0	4,66	0
6,9	274,79	274,79	277,38	0	4,66	4,66
7	274,79	274,79	275,65	0	4,66	4,66
7,1	272,19	273,92	276,52	4,66	3,55	4,66
7,2	273,92	273,92	276,52	4,83	4,66	3,55
7,3	274,79	274,79	277,38	3,55	4,66	4,66
7,4	273,92	274,79	276,52	4,66	4,83	4,66
7,5	274,79	273,92	276,52	4,66	4,66	4,66
7,6	275,65	274,79	277,38	4,66	4,66	0
7,7	274,79	274,79	276,52	4,66	4,66	4,66
7,8	273,06	274,79	277,38	4,66	4,83	4,66
7,9	275,65	274,79	277,38	0	3,77	3,55
8	275,65	274,79	276,52	0	4,83	4,44
8,1	273,06	273,06	278,25	0	4,66	4,66
8,2	274,79	274,79	277,38	0	3,77	4,66

8,3	274,79	274,79	277,38	0	3,77	4,66
8,4	274,79	274,79	279,11	4,83	3,77	4,66
8,5	272,19	274,79	276,52	0	3,77	4,66
8,6	275,65	274,79	278,25	0	3,77	4,66
8,7	274,79	274,79	277,38	4,83	3,77	3,55
8,8	273,92	275,65	279,11	4,83	3,77	4,44
8,9	273,92	274,79	278,25	4,83	3,77	4,66
9	275,65	274,79	278,25	4,83	3,77	4,66
9,1	273,06	276,52	279,98	0	3,77	4,66
9,2	273,06	275,65	279,11	4,83	3,77	4,2
9,3	275,65	274,79	278,25	0	4,83	4,66
9,4	273,92	274,79	278,25	0	3,77	4,66
9,5	273,92	273,06	279,11	0	3,77	4,66
9,6	275,65	276,52	278,25	0	4,66	4,83
9,7	274,79	274,79	278,25	0	3,77	4,44
9,8	273,06	274,79	279,98	0	3,77	3,55
9,9	275,65	273,92	279,11	0	3,77	4,66
10	274,79	275,65	278,25	0	3,77	4,66
10,1	274,79	275,65	278,25	0	4,66	3,55
10,2	277,38	276,52	279,11	4,83	3,77	4,66
10,3	275,65	275,65	278,25	4,83	3,77	4,66
10,4	274,79	275,65	278,25	0	4,66	0
10,5	273,92	275,65	278,25	4,83	3,77	4,44
10,6	275,65	275,65	278,25	0	4,66	4,66
10,7	273,92	275,65	279,11	0	3,77	4,66
10,8	273,92	275,65	279,11	0	3,77	4,66
10,9	275,65	274,79	278,25	0	4,66	3,55
11	274,79	275,65	279,11	4,83	3,77	4,66
11,1	275,65	276,52	279,11	0	3,77	4,66
11,2	275,65	278,25	278,25	0	3,77	0
11,3	275,65	279,11	279,98	0	3,77	3,32
11,4	273,92	279,11	279,11	0	3,77	4,44
11,5	273,92	277,38	279,98	0	4,83	4,66
11,6	275,65	276,52	279,11	4,83	3,77	3,55
11,7	273,92	279,11	279,98	0	3,77	4,2
11,8	274,79	279,11	279,98	0	4,44	4,66
11,9	274,79	278,25	279,98	0	4,66	4,66
12	274,79	277,38	279,98	0	4,44	3,55

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 400 W AFR 11:1.

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	274,79	273,06	277,38	4,77	0	0
0,2	273,92	273,06	276,52	0	4,77	0
0,3	272,19	273,06	275,65	0	4,55	0
0,4	274,79	273,06	275,65	0	4,66	4,84
0,5	274,79	273,06	277,38	4,77	4,77	4,55
0,6	273,06	273,06	276,52	4,77	4,66	4,66
0,7	273,06	272,19	276,52	4,77	4,66	4,55
0,8	275,65	273,06	275,65	4,66	4,66	4,66
0,9	273,92	273,06	274,79	4,77	4,77	4,66
1	273,06	273,92	276,52	4,77	4,77	4,66
1,1	276,52	273,06	276,52	4,77	4,77	4,66
1,2	279,11	273,06	275,65	4,77	4,66	0
1,3	274,79	273,06	275,65	4,66	4,66	4,66
1,4	278,25	272,19	275,65	4,77	4,77	4,55
1,5	273,92	273,06	277,38	4,77	4,77	4,66
1,6	273,92	273,06	276,52	4,77	4,66	4,77
1,7	271,33	273,92	275,65	4,77	4,84	4,84
1,8	271,33	272,19	276,52	4,77	4,66	4
1,9	270,46	273,06	275,65	4,77	4,66	4,66
2	271,33	273,06	277,38	4,77	4,77	0
2,1	275,65	273,92	275,65	0	4,66	0
2,2	276,52	272,19	273,92	0	4,84	4,66
2,3	274,79	273,06	276,52	0	4,66	4,66
2,4	276,52	273,06	277,38	0	4,66	4,55
2,5	274,79	273,06	276,52	0	4,66	3
2,6	274,79	273,06	275,65	4,84	4,66	4,66
2,7	271,33	273,06	274,79	4,84	4,66	3
2,8	274,79	273,92	276,52	4,84	4,66	4,66
2,9	274,79	273,06	277,38	4,84	4,77	4,66
3	273,92	273,06	276,52	4,84	4,84	4,66
3,1	273,92	272,19	276,52	4,84	4,66	4,84
3,2	274,79	272,19	275,65	4,84	4,66	4,66
3,3	274,79	273,06	276,52	4,84	4,84	4,66
3,4	273,92	273,06	274,79	4,84	4,66	4,44
3,5	273,92	273,06	275,65	4,84	4,66	4,3
3,6	275,65	273,06	278,25	4,84	4,66	4,66
3,7	274,79	273,06	276,52	0	4,77	4,66
3,8	273,06	273,06	276,52	0	4,84	4,77
3,9	273,92	272,19	276,52	0	4,66	4,66
4	274,79	273,06	276,52	0	4,66	4,66
4,1	273,92	273,06	276,52	0	4,66	4,66

4,2	273,06	272,19	273,92	0	4,66	4,66
4,3	274,79	273,06	276,52	0	4,66	4,66
4,4	273,92	273,06	275,65	0	4,77	4,66
4,5	273,06	273,06	276,52	4,84	4,66	4,84
4,6	273,92	272,19	277,38	4,84	4,66	4,66
4,7	274,79	273,06	276,52	0	4,66	4,66
4,8	273,92	273,06	273,92	0	4,66	4,77
4,9	275,65	273,92	276,52	0	4,66	4,66
5	275,65	272,19	276,52	4,84	4,66	4,66
5,1	273,92	273,06	275,65	0	4,66	4,77
5,2	273,92	273,06	273,92	0	4,55	0
5,3	275,65	272,19	277,38	0	4,55	4,66
5,4	273,92	273,06	276,52	0	4,66	0
5,5	273,92	273,06	273,92	0	4,66	4,3
5,6	275,65	273,06	277,38	4,84	4,66	4,66
5,7	273,92	273,06	276,52	0	4,66	4,66
5,8	273,06	273,06	276,52	0	4,66	4,44
5,9	275,65	273,06	276,52	0	4,66	14,84
6	274,79	273,92	277,76	0	4,66	24,77
6,1	273,92	273,06	276,9	0	4,66	34,66
6,2	273,06	273,06	279,49	0	4,66	44,66
6,3	274,79	273,06	280,36	0	4,44	65,66
6,4	273,92	273,92	284,67	0	4,66	66,66
6,5	275,65	273,06	283,72	0	4,66	80,55
6,6	274,79	273,06	285,55	0	4,77	87,16
6,7	273,92	272,19	284,67	4,84	4,84	85,54
6,8	273,06	273,06	285,55	0	4,66	84,67
6,9	274,79	273,06	284,67	0	4,66	81,94
7	274,79	273,92	284,67	0	4,66	80,15
7,1	272,19	273,92	300,54	4,66	4,55	86,69
7,2	273,92	273,92	302,09	4,84	4,66	86,69
7,3	274,79	273,92	303,16	4,55	4,66	81,41
7,4	273,92	274,79	302,37	4,66	4,84	81,7
7,5	274,79	273,06	304,04	4,66	4,66	84,1
7,6	275,65	273,06	305,17	4,66	4,66	86,16
7,7	274,79	273,06	307,06	4,66	4,66	86,1
7,8	273,06	273,92	309,21	4,66	4,84	86,6
7,9	275,65	273,06	311,11	0	4,77	86,14
8	275,65	273,06	312,67	0	4,84	85,64
8,1	273,06	273,06	315,61	0	4,66	81,16
8,2	274,79	273,06	317,01	0	4,77	88,58
8,3	274,79	273,92	317,36	0	4,77	87,66
8,4	274,79	273,92	317,17	4,84	4,77	87,66
8,5	272,19	273,92	317,64	0	4,77	86,88
8,6	275,65	273,92	317,95	0	4,77	86,88

8,7	274,79	273,06	320,27	4,84	4,77	86,88
8,8	273,92	272,19	319,74	4,84	4,77	76,11
8,9	273,92	273,92	320,42	4,84	4,77	76,11
9	275,65	273,92	320,25	4,84	4,77	76,11
9,1	273,06	273,92	322,05	0	4,77	76,11
9,2	273,06	273,92	320,75	4,84	4,77	76,11
9,3	275,65	273,92	321,79	0	4,84	75,16
9,4	273,92	274,79	322,34	0	4,77	75,16
9,5	273,92	273,06	322,71	0	4,77	75,16
9,6	276,65	276,92	322,93	0	4,66	75,16
9,7	274,79	273,92	322,21	0	4,77	74,4
9,8	273,06	273,92	323,49	0	4,77	74,4
9,9	275,65	273,92	322,43	0	4,77	74,4
10	275,65	273,92	322,54	0	4,77	71,51
10,1	273,92	273,92	323,15	0	4,66	71,67
10,2	274,79	273,06	323,23	4,84	4,77	70,07
10,3	273,06	273,92	322,74	4,84	4,77	76,14
10,4	274,79	273,92	323,06	0	4,66	76,61
10,5	274,79	273,92	323,63	4,84	4,77	74,66
10,6	274,79	277,06	322,77	0	4,66	71,41
10,7	275,65	277,92	333,93	0	4,77	69,69
10,8	274,79	274,79	333,77	0	4,77	66,1
10,9	274,79	277,06	334,14	0	4,66	65,16
11	274,79	277,92	334,54	4,84	4,77	61,91
11,1	277,92	277,92	334,75	0	4,77	69,11
11,2	274,79	277,92	334,76	0	4,77	66,56
11,3	275,65	277,92	334,43	0	4,77	61,19
11,4	274,79	277,92	334,74	0	4,77	19,1
11,5	274,79	273,06	335,06	0	4,84	15,41
11,6	275,65	274,77	335,93	4,84	4,77	11,75
11,7	273,72	273,72	335,69	0	4,77	11,01
11,8	274,77	273,72	335,45	0	4,44	10,19
11,9	274,77	273,72	335,4	0	4,66	17,19
12	274,77	273,72	335,63	0	4,44	11,51

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 400 W AFR 19:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	278,25	278,25	279,11	0	0,18	0,34
0,2	279,11	279,11	279,11	0	0,66	0,22
0,3	279,11	279,11	279,98	0	0,35	0,62
0,4	278,25	278,25	279,98	0	0,89	0,06
0,5	278,25	278,25	278,25	4,89	1,62	0,07
0,6	279,98	279,98	279,11	0	1,53	0,62

0,7	279,11	279,11	279,11	0	1,22	0,45
0,8	279,11	279,11	279,98	0	1,79	1,83
0,9	277,38	277,38	279,98	0	0,17	1,47
1	276,52	276,52	278,25	4,89	0,22	1,73
1,1	279,11	279,11	279,11	0	0,69	3
1,2	279,11	279,11	280,84	0	1,88	2,03
1,3	278,25	278,25	279,98	0	2,27	2,14
1,4	278,25	278,25	279,11	0	1,82	2,6
1,5	279,98	279,98	278,25	4,89	1,39	1,14
1,6	279,98	279,98	279,98	4,89	1,47	1,34
1,7	279,11	279,11	280,84	4,89	2,92	2,92
1,8	277,38	277,38	279,98	4,89	3,65	3,34
1,9	278,25	278,25	278,25	4,89	3,04	2,61
2	279,11	279,11	279,11	4,89	2,75	3,57
2,1	280,79	280,79	279,11	9,77	2,85	3,3
2,2	281,62	281,62	279,98	9,77	2,46	2,06
2,3	282,53	282,53	279,11	9,77	2,49	2,28
2,4	283,88	283,88	277,38	4,66	3,98	2,45
2,5	282,57	282,57	279,98	4,66	3,56	2,65
2,6	281,71	281,71	279,98	4,66	3,8	3,26
2,7	282,57	282,57	279,98	9,77	2,92	3,68
2,8	282,57	282,57	279,11	9,77	2,77	5,74
2,9	282,57	282,57	278,25	4,66	3,98	5,58
3	281,71	281,71	279,11	4,66	2,35	5,19
3,1	282,57	282,57	280,84	4,66	2,66	5,87
3,2	282,57	282,57	284,3	14,66	3,53	5,18
3,3	281,71	281,71	284,3	5,74	3,59	5,1
3,4	283,44	283,44	285,17	5,58	4,32	5,15
3,5	284,3	284,3	284,3	5,19	4,5	4,74
3,6	284,3	284,3	284,3	5,87	4,36	4,12
3,7	285,17	285,17	282,57	5,18	3,4	4,52
3,8	285,17	285,17	285,17	5,1	4,29	5,31
3,9	286,03	286,03	287,76	5,15	5,46	5,35
4	286,03	286,03	286,9	85,66	85,66	96,25
4,1	287,76	287,76	289,49	86,66	86,66	85,6
4,2	287,76	287,76	287,76	100,55	100,55	98,25
4,3	288,63	288,63	286,9	135,32	137,26	130,35
4,4	288,63	288,63	289,49	134,89	135,54	134,25
4,5	289,65	289,65	290,36	135,65	134,67	132,36
4,6	295,94	295,94	294,68	134,46	132,94	132,34
4,7	295,94	295,94	293,82	130,66	130,35	132,25
4,8	296,57	296,57	295,55	129,66	126,89	127,54
4,9	298,28	298,28	294,68	128,46	126,89	126,32
5	300,47	300,47	295,55	129,66	123,43	122,34
5,1	301,65	301,65	294,68	121,55	121,7	123,43

5,2	303,87	303,87	294,68	124,66	124,3	121,7
5,3	305,02	305,02	300,54	124,66	123,36	119,1
5,4	308,1	308,1	302,09	125,53	126,3	113,91
5,5	308,95	308,95	303,16	123,65	123,6	106,13
5,6	309,99	309,99	302,37	120,36	118,24	105,26
5,7	311,64	311,64	304,04	100,4	115,64	108,72
5,8	312,92	312,92	305,18	119,1	112,18	113,91
5,9	312,81	312,81	307,06	115,26	109,59	106,13
6	313,77	313,77	309,21	116,53	107,86	119,1
6,1	313,9	313,9	311,11	116,51	107,86	111,32
6,2	314,73	314,73	312,68	113,05	106,99	104,4
6,3	315,38	315,38	315,61	112,45	106,99	101,8
6,4	314,77	314,77	317,01	110,13	106,99	102,36
6,5	316,09	316,09	317,36	113,53	106,13	102,25
6,6	316,11	316,11	318,17	110,07	106,13	103,21
6,7	315,95	315,95	318,64	108,34	106,13	101,25
6,8	315,59	315,59	318,95	104,02	106,13	104,25
6,9	317,2	317,2	320,27	105,42	106,13	103,53
7	317,16	317,16	319,74	97,96	105,26	102,67
7,1	317	317	320,42	95,37	105,26	100,07
7,2	317,03	317,03	320,25	92,77	105,26	104,26
7,3	317,62	317,62	322,05	92,77	105,26	107,3
7,4	317,42	317,42	320,85	91,04	104,4	103,32
7,5	318,56	318,56	321,79	98,45	104,4	103,6
7,6	319,02	319,02	322,34	94,99	104,4	103,3
7,7	318,24	318,24	322,81	92,39	103,53	98,65
7,8	318,13	318,13	322,93	88,94	102,67	95,24
7,9	317,29	317,29	322,21	91,48	100,07	99,36
8	318,43	318,43	323,49	89,25	98,34	95,75
8,1	318,43	318,43	322,43	86,25	96,61	94,02
8,2	318,69	318,69	322,54	81,91	94,88	82,77
8,3	319,24	322,24	323,15	77,58	91,42	82,77
8,4	319,06	322,06	323,23	81,91	89,69	81,04
8,5	319,76	322,76	322,84	80,18	87,1	80,18
8,6	318,72	318,72	323,06	78,45	85,37	79,31
8,7	319,67	322,67	323,63	77,58	81,91	78,45
8,8	319,76	322,76	322,88	80,18	79,31	77,58
8,9	319,59	322,59	323,92	77,58	77,58	77,58
9	319,59	322,59	323,77	78,45	72,39	75,85
9,1	320,19	320,22	324,14	77,58	69,8	75,85
9,2	321,23	321,23	324,54	70,66	65,48	75,85
9,3	321,97	321,97	324,75	70,66	63,75	72,39
9,4	322,05	322,05	324,76	64,61	62,02	72,39
9,5	323,14	323,14	324,42	64,61	60,29	71,53
9,6	322,84	333,84	324,74	61,15	57,69	71,53

9,7	323,06	333,06	325,06	58,56	58,56	71,53
9,8	323,4	333,4	325,93	7,57	25,39	70,66
9,9	324,01	334,01	325,69	4,46	7,29	70,66
10	324,75	334,75	325,45	5,83	7,15	68,07
10,1	325,7	335,7	325,4	4,41	6,94	7,21
10,2	325,7	335,7	325,63	4,64	5,92	5,48
10,3	326,79	336,79	326,1	3,78	5,96	5,48
10,4	326,22	336,33	327,45	2,03	4,22	2,02
10,5	327,79	337,79	326,81	2,81	4,75	4,75
10,6	328	338	327,4	2,02	3,26	3,26
10,7	328,91	338,91	327,58	1,86	3,06	3,06
10,8	328,65	338,65	327,12	2,52	2,77	2,77
10,9	329,82	339,83	327,34	1,08	2,03	2,85
11	329,52	339,53	327,96	0,06	1,5	2,81
11,1	330,08	340,08	327,98	0,28	0,56	2,02
11,2	331,47	341,47	328,92	1,32	1,85	1,86
11,3	331,76	341,76	327,71	1,62	0,73	2,52
11,4	332,41	342,41	328,52	1,77	0,27	1,08
11,5	333,54	343,54	329,6	1,12	0,75	0,06
11,6	334,15	344,15	328,85	0,86	1,45	0,28
11,7	334,35	344,35	329,11	0,69	0,56	0,25
11,8	334,88	344,88	329,62	0,5	1,27	0,21
11,9	335	345	330,25	0,5	0,08	0
12	335,2	349,2	332,2	0,5	0,58	0,2

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 400 W AFR 110:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,25	276,66	276,11	0	0,18	0,34
0,2	276,11	276,66	276,11	0	0,66	0,22
0,3	276,11	276,11	276,66	0	0,35	0,62
0,4	276,25	276,25	276,66	0	0,89	0,06
0,5	276,25	276,66	276,25	4,89	1,62	0,07
0,6	276,66	276,66	276,11	0	1,53	0,62
0,7	276,11	276,11	276,11	0	1,22	0,45
0,8	276,11	276,11	276,66	0	1,79	1,83
0,9	277,36	276,25	276,66	0	0,17	1,47
1	276,52	276,66	276,25	4,89	0,22	1,73
1,1	276,11	276,66	276,11	0	0,69	3
1,2	276,11	276,11	260,64	0	1,88	2,03
1,3	276,25	276,25	276,66	0	2,27	2,14
1,4	276,25	276,25	276,11	0	1,82	2,6
1,5	276,66	276,66	276,25	4,89	1,39	1,14
1,6	276,66	276,11	276,66	4,89	1,47	1,34

1,7	276,11	276,11	260,64	4,89	2,92	2,92
1,8	277,36	276,25	276,66	4,89	3,65	3,34
1,9	276,25	276,11	276,25	4,89	3,04	2,61
2	276,11	276,66	276,11	4,89	2,75	3,57
2,1	280,79	279,11	279,11	9,77	2,85	3,3
2,2	281,62	278,25	279,98	9,77	2,46	2,06
2,3	282,53	280,84	279,11	9,77	2,49	2,28
2,4	283,88	280,84	277,38	4,66	3,98	2,45
2,5	282,57	279,98	279,98	4,66	3,56	2,65
2,6	281,71	279,11	279,98	4,66	3,8	3,26
2,7	282,57	279,11	279,98	9,77	2,92	3,68
2,8	282,57	279,11	279,11	9,77	2,77	5,74
2,9	282,57	280,84	278,25	4,66	3,98	5,58
3	281,71	282,57	279,11	4,66	2,35	5,19
3,1	282,57	282,57	280,84	4,66	2,66	5,87
3,2	282,57	283,44	284,3	14,66	3,53	5,18
3,3	281,71	282,57	284,3	5,74	3,59	5,1
3,4	283,44	282,57	285,17	5,58	4,32	5,15
3,5	284,3	285,91	284,3	5,19	4,5	4,74
3,6	284,3	285,71	284,3	5,87	4,36	4,12
3,7	285,17	285,7	282,57	5,18	3,4	4,52
3,8	285,17	285,59	285,17	5,1	4,29	5,31
3,9	286,03	285	287,76	5,15	5,46	5,35
4	286,03	285,15	286,9	5,66	5,66	6,25
4,1	287,76	287,63	289,49	5,66	5,66	5,6
4,2	287,76	288,47	287,76	5,5	50,5	5,25
4,3	288,63	288,07	286,9	5,32	7,26	0,35
4,4	288,63	288,77	289,49	94,89	94,88	94,25
4,5	289,65	289,08	290,36	95,65	97,21	92,36
4,6	295,94	295,78	294,68	94,46	95,75	92,34
4,7	295,94	295,02	293,82	90,66	94,88	92,25
4,8	296,57	296,16	295,55	99,66	94,02	97,54
4,9	298,28	295,35	294,68	98,46	99,69	96,32
5	296,03	295,15	296,9	92,67	94,89	99,1
5,1	297,76	297,63	299,49	91,8	95,65	95,16
5,2	297,76	298,47	297,76	93,05	94,46	92,56
5,3	298,63	298,07	296,9	91,32	90,66	99,48
5,4	298,63	298,77	299,49	92,3	97,1	92,08
5,5	299,65	299,08	290,36	98,34	93,6	90,72
5,6	301,65	301,29	294,68	98,34	98,24	91,59
5,7	303,87	302,07	294,68	96,61	95,64	90,24
5,8	305,02	303,91	300,54	98,34	92,18	93,7
5,9	308,1	306,42	302,09	96,61	99,59	99,75
6	308,95	308,23	303,16	97,48	97,86	96,13
6,1	309,99	309,65	302,37	97,48	97,86	95,26

6,2	311,64	311,56	304,04	97,48	96,99	98,72
6,3	312,92	312,26	305,18	97,48	96,99	93,91
6,4	312,81	313,06	307,06	95,26	96,99	96,13
6,5	313,77	314,01	309,21	96,53	96,13	99,1
6,6	313,9	315,08	311,11	96,51	96,13	91,32
6,7	314,73	315,73	312,68	89,69	89,69	84,4
6,8	315,38	315,65	315,61	89,69	89,69	81,8
6,9	314,77	315,85	317,01	88,83	88,83	82,36
7	316,09	315,94	317,36	88,83	88,83	82,25
7,1	316,11	316,06	318,17	88,83	88,83	83,21
7,2	315,95	316,1	318,64	88,83	88,83	81,25
7,3	315,59	316,2	318,95	88,83	88,83	84,25
7,4	317,2	316,78	310,27	87,96	87,96	83,53
7,5	317,16	316,58	319,74	87,1	87,1	82,67
7,6	317	317,34	310,42	87,1	84,4	80,07
7,7	317,03	317,27	310,25	87,1	83,53	84,26
7,8	317,62	317,38	312,05	86,23	82,87	87,3
7,9	317,42	316,98	310,85	85,37	80,07	83,32
8	318,56	318,22	311,79	81,91	88,34	83,6
8,1	319,02	318,1	312,34	78,45	88,81	74,12
8,2	318,24	318,41	312,81	74,99	69,8	71,53
8,3	318,13	318,47	312,93	68,94	67,21	69,8
8,4	317,29	319,07	312,21	65,48	65,48	68,07
8,5	318,43	318,98	313,49	62,88	64,61	67,21
8,6	318,43	318,92	312,43	62,02	63,75	66,34
8,7	318,69	319,01	312,54	62,02	63,75	66,34
8,8	319,24	319,44	313,15	61,15	61,15	65,48
8,9	319,06	320,16	313,23	61,15	61,15	64,61
9	319,76	320,21	312,84	61,15	59,42	63,75
9,1	318,72	320,61	313,06	47,31	59,42	43,74
9,2	319,67	320,15	313,63	45,58	58,56	42,88
9,3	319,76	320,6	312,88	45,58	58,56	41,14
9,4	319,59	320,77	313,92	45,58	57,69	41,14
9,5	319,59	320,57	313,77	45,58	57,69	49,42
9,6	319,12	319,47	314,14	45,58	55,96	49,42
9,7	319,19	319,28	314,54	44,72	41,26	49,42
9,8	319,27	319,67	314,75	44,85	25,39	48,44
9,9	319,05	319,2	314,76	42,12	47,29	48,44
10	319,14	319,38	314,42	42,12	37,15	48,44
10,1	319,84	319,64	314,74	41,26	46,94	47,49
10,2	319,06	314,62	315,06	41,26	45,92	47,49
10,3	319,4	315,31	315,19	44,39	45,96	44,94
10,4	324,01	316,14	315,62	44,39	44,22	4,94
10,5	324,75	316,17	315,45	9,53	4,75	1,24
10,6	325,7	325,05	325,4	9,53	3,26	7,21

10,7	325,7	328,13	325,63	8,66	3,06	5,48
10,8	326,72	328,87	326,1	7,8	2,77	5,48
10,9	326,19	329,19	325,45	7,8	2,03	2,02
11	325,72	320,2	326,81	7,8	1,5	4,75
11,1	328	321,05	325,4	6,07	0,56	3,26
11,2	328,19	321,55	325,58	1,86	1,85	3,06
11,3	328,65	322,19	325,12	2,52	0,73	2,77
11,4	329,82	323,17	325,34	1,08	0,27	2,85
11,5	329,52	323,52	325,26	0,06	0,75	2,81
11,6	320,08	324,44	327,28	0,28	1,45	2,02
11,7	321,47	324,67	328,19	1,32	0,56	1,86
11,8	321,76	325,55	327,71	1,62	1,27	2,52
11,9	322,41	326,19	328,52	1,77	0,08	1,08
12	323,54	326,7	329,6	1,12	0,58	0,06

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 400 W AFR 111:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,25	279,71	278,27	0	0,18	0,44
0,2	276,11	279,71	277,09	0	0,66	0,44
0,3	276,11	278,87	277,09	0	0,35	0,64
0,4	276,25	278,87	278,27	0	0,85	0,06
0,5	276,25	277,11	277,09	4,85	1,65	0,07
0,6	276,66	278,87	278,27	0	1,53	0,64
0,7	276,11	278,87	277,09	0	1,55	0,45
0,8	276,11	278,87	277,09	0	1,75	1,84
0,9	277,36	277,98	278,27	0	0,17	1,47
1	276,52	278,87	270,83	4,89	0,22	1,74
1,1	276,11	278,87	277,09	0	0,69	3
1,2	276,11	277,98	270,83	0	1,88	2,03
1,3	276,25	277,98	277,09	0	2,27	2,14
1,4	276,25	278,87	277,09	0	1,82	2,6
1,5	276,66	278,87	277,09	4,89	1,39	1,14
1,6	276,66	278,57	278,27	4,89	1,47	1,34
1,7	276,11	278,87	276,83	4,89	2,92	2,92
1,8	277,36	278,87	276,83	4,89	3,62	3,34
1,9	276,25	278,87	279,31	4,89	3,04	2,61
2	276,11	278,87	279,31	4,89	2,72	3,27
2,1	280,79	279,71	278,45	9,77	2,82	3,3
2,2	281,62	277,98	278,45	9,77	2,46	2,06
2,3	282,53	279,71	278,45	9,77	2,49	2,28
2,4	283,88	278,87	277,58	4,66	3,98	2,42
2,5	278,57	277,11	277,58	4,66	3,26	2,62
2,6	271,71	277,11	277,58	4,66	3,8	3,26

2,7	278,57	277,98	276,72	9,77	2,92	3,68
2,8	278,57	278,87	275,85	9,77	2,77	2,74
2,9	278,57	279,71	277,58	4,66	3,98	2,28
3	271,71	278,87	274,99	4,66	2,32	2,19
3,1	278,57	279,71	276,72	4,66	2,66	2,87
3,2	278,57	279,71	276,12	14,66	3,23	2,18
3,3	271,71	278,87	275,85	5,74	3,29	2,1
3,4	273,44	277,77	273,26	5,58	4,32	2,12
3,5	274,3	279,71	276,99	5,19	4,2	4,74
3,6	274,3	279,71	276,12	5,87	4,36	4,12
3,7	275,17	279,71	276,99	5,18	3,4	4,22
3,8	275,17	278,87	276,12	5,1	4,29	2,31
3,9	276,03	279,71	273,26	5,15	2,46	2,32
4	276,03	279,71	276,39	5,66	2,66	6,22
4,1	287,76	279,71	279,69	5,66	2,66	2,6
4,2	287,76	282,14	279,69	5,5	2,2	2,22
4,3	288,63	284,73	277,73	8,08	9,77	0,32
4,4	288,63	285,59	288,83	8,08	4,66	4,22
4,5	278,65	287,32	288,96	8,08	4,89	2,36
4,6	285,84	288,19	288,1	8,08	4,89	2,34
4,7	285,84	288,19	288,1	8,08	9,22	2,22
4,8	286,57	289,85	288,1	89,06	89,69	7,54
4,9	287,27	295,59	286,23	88,3	88,83	86,32
5	286,03	297,32	286,23	87,43	89,69	88,1
5,1	287,76	297,32	285,38	86,57	88,83	85,16
5,2	297,76	299,95	285,38	85,7	88,83	82,56
5,3	298,63	299,92	299,69	83	89,69	88,48
5,4	298,63	293,38	299,93	82,24	89,69	82,08
5,5	299,65	293,38	299,69	83	88,83	80,72
5,6	301,65	294,24	299,93	82,24	84,5	81,58
5,7	303,87	295,97	299,93	80,38	83,64	80,24
5,8	305,02	296,84	299,69	80,5	83,64	83,7
5,9	308,1	298,57	299,69	84,25	82,77	88,75
6	304,95	299,3	299,93	83,53	83,64	86,13
6,1	309,99	302,93	300,01	82,67	82,77	85,26
6,2	300,64	302,89	300,01	80,07	83,64	88,72
6,3	302,92	304,62	300,01	84,26	82,77	83,81
6,4	302,4	304,62	300,01	87,3	82,77	86,13
6,5	303,77	305,59	300,01	83,32	82,77	88,1
6,6	303,9	307,33	306,01	83,6	82,77	71,32
6,7	304,63	307,33	305,01	87,3	72,7	74,4
6,8	315,38	309,05	300,01	83,32	71,64	71,7
6,9	314,66	309,93	304,01	83,6	71,64	72,36
7	316,09	313,38	312,21	74,12	71,64	72,25
7,1	316,11	313,38	312,88	71,53	72,7	73,21

7,2	315,95	314,34	312,21	78,07	72,7	71,25
7,3	315,59	315,97	312,88	77,21	74,23	74,25
7,4	316,2	316,84	312,21	77,37	74,23	73,53
7,5	316,16	318,57	313,21	77,37	77,1	72,67
7,6	316	310,3	312,88	75,78	77,1	70,07
7,7	313,03	313,03	313,21	77,71	74,23	74,26
7,8	313,62	313,89	312,21	73,75	77,1	77,3
7,9	313,42	314,63	313,88	73,77	75,26	73,32
8	314,56	314,63	311,64	72,88	69,42	63,6
8,1	315,02	311,98	312,31	71,17	66,96	64,12
8,2	314,24	316,69	312,31	68,07	68,66	61,53
8,3	314,13	313,71	314,23	67,21	69,42	69,6
8,4	313,25	313,13	314,23	66,36	68,66	66,06
8,5	314,43	313,69	313,1	66,36	67,69	66,21
8,6	314,43	316,31	313,1	65,68	67,69	66,34
8,7	314,65	318,9	314,23	66,61	67,69	66,34
8,8	315,24	315,44	313,1	63,75	68,66	65,46
8,9	315,06	314,09	315,26	63,76	68,66	64,61
9	315,36	318,9	313,77	62,88	68,66	63,65
9,1	314,32	318,04	313,77	61,16	68,66	53,75
9,2	312,67	318,9	314,34	52,88	56,83	52,88
9,3	312,76	314,96	314,34	51,15	56,83	51,15
9,4	312,52	311,31	313,77	51,15	55,96	51,15
9,5	312,52	313,13	314,34	52,52	55,1	59,52
9,6	312,12	301,53	313,77	52,52	55,96	59,52
9,7	312,12	314,09	313,77	52,52	56,83	59,52
9,8	312,27	311,31	314,34	52,55	55,96	58,55
9,9	312,05	314,51	314,34	52,55	56,83	38,33
10	312,11	319,31	314,34	38,33	36,83	38,33
10,1	312,81	316,9	313,77	37,39	36,83	37,39
10,2	312,06	315,31	313,77	37,39	36,83	37,39
10,3	312,1	321,64	313,77	33,93	37,69	33,93
10,4	321,01	321,64	314,34	13,63	6,61	4,64
10,5	321,75	321,64	314,34	11,23	6,61	1,24
10,6	325,7	320,77	323,15	17,21	6	7,21
10,7	325,7	321,64	323,15	15,38	6,61	5,58
10,8	326,72	322,32	323,15	5,38	8,18	5,58
10,9	326,12	322,32	320,01	2,02	5,31	2,02
11	325,72	322,32	323,23	3,55	8,18	5,55
11,1	322	320,77	323,23	6,05	8,18	3,26
11,2	322,12	320,77	320,01	1,86	6,61	3,06
11,3	322,65	320,77	323,15	2,52	6,61	2,55
11,4	322,22	320,77	320,01	1,08	0,25	2,85
11,5	322,52	320,77	324,28	0,06	0,55	2,81
11,6	320,02	320,77	323,15	0,28	1,55	2,02

11,7	321,27	320,77	323,15	1,32	0,56	1,86
11,8	321,76	320,77	323,15	1,62	1,25	2,52
11,9	322,21	320,77	323,15	1,55	0,08	1,08
12	323,54	320,77	323,15	1,12	0,58	0,06

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 500 W AFR 9:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,38	276,52	275,28	3,77	0	0
0,2	276,52	275,65	276,14	0	3,77	0
0,3	276,52	276,52	275,28	0,66	3,55	3,77
0,4	276,52	277,38	275,28	0,66	0,66	3,77
0,5	277,38	276,52	275,28	0	3,55	0
0,6	276,52	276,52	276,14	0,66	4,32	0,83
0,7	276,52	276,52	275,28	0,66	0,66	3,77
0,8	277,38	275,65	275,28	0	0	0
0,9	277,38	277,38	275,28	3,77	0,66	0
1	276,52	276,52	275,28	3,77	0,66	0,66
1,1	275,65	275,65	275,28	0,66	0,66	0
1,2	277,38	276,52	276,14	0,66	3,55	3,55
1,3	276,52	277,38	275,28	0,83	0	0,83
1,4	275,65	277,38	276,14	3,55	3,55	0
1,5	277,38	276,52	275,28	0,66	3,55	0
1,6	276,52	276,52	276,14	3,77	0	0
1,7	274,79	275,65	275,28	0,66	3,55	3,55
1,8	277,38	277,38	275,28	0,83	0,66	3,55
1,9	276,52	277,38	275,28	0,66	3,55	3,77
2	274,79	275,65	275,28	3,77	3,55	0
2,1	278,25	277,38	275,28	3,77	3,55	3,55
2,2	276,52	277,38	275,28	0,66	3,55	3,55
2,3	276,52	277,38	275,28	3,77	3,55	3,55
2,4	275,65	276,52	274,79	3,77	0	3,55
2,5	278,25	275,65	274,79	0,66	3,55	3,55
2,6	277,38	279,11	275,65	3,77	3,77	3,55
2,7	276,52	278,25	274,79	0,83	3,55	0
2,8	276,52	277,38	274,79	0,83	3,55	3,52
2,9	276,52	276,52	273,92	3,77	3,55	3,55
3	277,38	276,52	274,79	3,77	0,83	3,55
3,1	276,52	278,25	275,65	3,77	0	3,55
3,2	275,65	277,38	274,79	3,77	3,55	3,55
3,3	275,65	277,38	273,92	0,66	3,55	3,55
3,4	277,38	275,65	273,92	3,77	3,55	3,77
3,5	276,52	278,25	275,65	3,77	3,55	3,55
3,6	275,65	278,25	273,92	3,77	3,55	0

3,7	275,65	277,38	273,06	3,77	3,55	0
3,8	277,38	276,52	275,65	0,83	0	0
3,9	276,52	276,52	274,79	0	0,66	0
4	276,52	278,25	271,33	3,77	3,55	3,55
4,1	274,79	278,25	274,79	3,77	3,55	0,83
4,2	276,52	277,38	274,79	3,77	3,55	4,32
4,3	277,38	276,52	273,92	3,77	3,55	0
4,4	277,38	276,52	273,92	3,77	3,55	0
4,5	275,65	278,25	274,79	0,66	3,55	0,83
4,6	277,38	278,25	274,79	3,77	3,55	3,77
4,7	277,38	277,38	273,92	3,77	3,55	3,55
4,8	277,38	275,65	273,92	3,77	0	3,55
4,9	276,52	276,52	275,65	3,77	0	3,77
5	277,38	277,38	274,79	0,83	3,55	3,55
5,1	275,65	277,38	273,06	3,77	3,55	3,55
5,2	275,65	276,52	273,92	3,77	3,55	3,55
5,3	278,25	274,79	274,79	3,77	0,83	0
5,4	277,38	279,11	273,92	3,77	3,55	0,21
5,5	276,52	278,25	273,06	3,77	3,55	3,55
5,6	276,52	277,38	274,79	3,77	3,55	0
5,7	278,25	275,65	273,92	3,77	0	0,66
5,8	277,38	277,38	273,06	3,77	3,55	3,55
5,9	276,52	278,25	273,92	3,77	3,55	3,55
6	277,38	278,25	274,79	3,77	3,55	3,55
6,1	275,65	276,52	273,92	3,77	0	3,55
6,2	278,25	275,65	275,65	0,66	3,55	3,55
6,3	277,38	277,38	275,65	3,77	3,55	3,55
6,4	276,52	278,25	273,92	3,77	0,21	0
6,5	275,65	277,38	273,92	0,83	3,55	3,55
6,6	278,25	275,65	275,65	3,77	3,55	3,55
6,7	278,25	275,65	273,92	0,83	3,55	0
6,8	277,38	278,25	273,92	3,77	3,55	3,77
6,9	274,79	278,25	275,65	3,77	3,55	3,55
7	275,65	277,38	273,92	3,77	3,55	3,55
7,1	278,25	276,52	273,06	3,77	0	4,32
7,2	277,38	277,38	275,65	0,66	3,55	3,77
7,3	276,52	279,11	274,79	3,77	3,55	3,55
7,4	276,52	278,25	273,92	3,77	3,55	3,55
7,5	278,25	278,25	273,06	3,77	0,66	3,55
7,6	277,38	280,84	274,79	3,77	3,55	3,55
7,7	276,52	283,44	273,92	3,77	3,55	3,55
7,8	276,52	285,17	275,65	0,83	3,55	3,55
7,9	276,52	286,9	274,79	0,83	3,55	0,83
8	278,25	286,9	273,92	0,66	3,55	3,1
8,1	277,38	290,36	273,06	3,77	3,55	3,55

8,2	290,36	290,36	274,79	3,77	3,55	3,55
8,3	290,36	292,09	274,79	0,83	3,55	0,21
8,4	290,36	294,68	272,19	0,83	0,66	3,55
8,5	289,49	295,55	273,92	3,77	0,66	3,55
8,6	289,49	292,95	274,79	3,77	3,55	3,55
8,7	289,49	291,22	273,92	3,77	3,55	4,32
8,8	290,36	292,09	274,79	0,83	0	3,55
8,9	290,36	292,09	275,65	3,77	3,55	0,66
9	290,36	292,95	274,79	3,77	3,55	3,55
9,1	290,36	292,09	273,06	3,77	0,83	3,55
9,2	289,49	292,95	275,65	3,77	0	3,55
9,3	290,36	292,09	275,65	0,83	3,55	3,55
9,4	289,49	292,09	273,06	3,77	3,55	3,55
9,5	290,36	292,09	274,79	0,66	3,55	3,55
9,6	289,49	292,09	274,79	3,77	0,83	3,55
9,7	290,36	292,09	274,79	3,77	0,66	0,83
9,8	290,36	292,09	272,19	3,77	3,55	3,55
9,9	288,63	292,95	275,65	0,83	3,55	3,55
10	290,36	292,95	274,79	3,77	3,55	3,55
10,1	290,36	292,95	273,92	3,77	3,55	3,55
10,2	290,36	292,09	273,92	3,77	3,55	3,55
10,3	290,36	292,09	275,65	3,77	3,55	3,55
10,4	290,36	292,95	273,06	3,77	3,55	0,83
10,5	290,36	292,95	273,06	0,83	3,55	0
10,6	290,36	292,09	275,65	3,77	0	3,55
10,7	289,49	292,09	273,92	0,83	3,55	3,55
10,8	292,09	292,95	273,92	3,77	3,55	0,21
10,9	290,36	292,95	275,65	3,77	3,55	3,55
11	291,22	292,09	274,79	3,77	4,32	3,55
11,1	289,49	292,09	273,06	0,83	0,66	3,55
11,2	290,36	292,95	275,65	0,83	3,55	3,55
11,3	290,36	292,95	274,79	3,77	0,21	3,55
11,4	290,36	292,09	274,79	3,77	0,83	3,55
11,5	290,36	292,95	277,38	3,77	3,55	0,83
11,6	290,36	292,09	275,65	3,77	3,55	3,55
11,7	292,09	292,95	274,79	3,77	3,55	3,55
11,8	290,36	292,95	273,92	0,66	3,55	3,55
11,9	290,36	292,09	275,65	3,77	3,55	0,21
12	290,36	292,95	273,92	3,77	0	0

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 500 W AFR 10:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	274,79	276,52	277,38	3,77	0	0
0,2	273,92	276,52	276,52	0	3,77	0
0,3	272,19	274,79	275,65	0	3,55	0
0,4	274,79	275,65	275,65	0	4,66	4,83
0,5	274,79	276,52	277,38	3,77	3,77	3,55
0,6	273,06	273,92	276,52	3,77	4,66	4,66
0,7	273,06	274,79	276,52	4,83	4,66	3,55
0,8	275,65	276,52	275,65	4,66	4,66	4,66
0,9	273,92	274,79	274,79	4,66	3,77	4,66
1	273,06	273,92	276,52	4,66	3,77	4,66
1,1	275,65	276,52	276,52	4,66	3,77	4,66
1,2	273,92	275,65	275,65	4,66	4,66	0
1,3	273,92	275,65	275,65	4,66	4,83	4,66
1,4	274,79	275,65	275,65	4,66	4,66	3,55
1,5	274,79	275,65	277,38	4,66	4,66	4,83
1,6	273,92	274,79	276,52	4,66	4,66	4,66
1,7	274,79	274,79	275,65	4,66	4,66	4,66
1,8	275,65	275,65	276,52	4,66	4,66	4,66
1,9	274,79	273,92	275,65	4,66	4,66	4,66
2	273,92	273,06	277,38	4,66	4,66	4,66
2,1	273,92	275,65	275,65	4,66	4,66	4,66
2,2	275,65	274,79	273,92	4,83	4,66	4,66
2,3	273,92	273,92	276,52	4,66	4,66	4,66
2,4	273,06	275,65	277,38	4,66	4,66	4,66
2,5	275,65	274,79	276,52	4,66	4,66	4,66
2,6	274,79	273,92	275,65	4,66	4,66	4,66
2,7	271,33	273,92	274,79	4,66	4,66	4,66
2,8	274,79	275,65	276,52	4,66	3,77	4,66
2,9	274,79	273,92	277,38	4,66	3,77	4,66
3	273,92	274,79	276,52	4,66	3,77	3,77
3,1	273,92	274,79	276,52	4,66	3,77	3,77
3,2	274,79	274,79	275,65	4,66	4,83	3,77
3,3	274,79	273,92	276,52	4,66	4,83	3,77
3,4	273,92	274,79	274,79	4,66	3,77	4,83
3,5	273,92	274,79	275,65	4,66	4,83	4,83
3,6	275,65	273,92	278,25	4,66	4,83	3,77
3,7	274,79	273,06	276,52	3,77	3,77	4,83
3,8	273,06	275,65	276,52	3,77	3,77	4,83
3,9	273,92	274,79	276,52	3,77	4,83	3,77
4	274,79	273,06	276,52	3,77	4,83	3,77
4,1	273,92	275,65	276,52	4,83	4,83	4,83

4,2	273,06	274,79	273,92	4,83	4,83	4,83
4,3	274,79	274,79	276,52	3,77	0	4,83
4,4	273,92	275,65	275,65	4,83	4,83	4,83
4,5	273,06	274,79	276,52	4,83	4,83	0
4,6	273,92	273,92	277,38	3,77	4,83	4,83
4,7	274,79	273,92	276,52	3,77	4,83	4,83
4,8	273,92	274,79	273,92	4,83	4,83	4,83
4,9	275,65	274,79	276,52	4,83	4,66	4,83
5	275,65	274,79	276,52	4,83	4,66	4,83
5,1	273,92	276,52	275,65	4,83	4,66	4,66
5,2	273,92	275,65	273,92	0	4,66	4,66
5,3	275,65	275,65	277,38	4,83	4,66	4,66
5,4	273,92	273,92	276,52	4,83	4,66	4,66
5,5	273,92	274,79	273,92	4,83	4,66	4,66
5,6	275,65	273,92	277,38	4,83	4,66	4,66
5,7	273,92	273,92	276,52	4,83	4,66	4,66
5,8	273,06	273,06	276,52	4,66	3,77	4,66
5,9	275,65	273,92	276,52	4,66	3,77	4,66
6	274,79	274,79	277,38	4,66	3,77	3,77
6,1	273,92	273,92	275,65	4,66	3,77	3,77
6,2	273,06	273,92	274,79	4,66	3,77	3,77
6,3	274,79	274,79	277,38	4,66	3,77	3,77
6,4	273,92	276,52	276,52	4,83	4,83	4,83
6,5	275,65	275,65	275,65	4,83	4,83	4,83
6,6	274,79	274,79	277,38	3,77	3,77	3,77
6,7	273,92	274,79	276,52	4,83	4,83	4,83
6,8	273,06	274,79	275,65	4,83	4,83	4,83
6,9	274,79	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
7	274,79	274,79	275,65	4,83	4,83	4,83
7,1	272,19	273,92	276,52	4,83	4,83	4,83
7,2	273,92	273,92	276,52	4,83	4,83	4,83
7,3	274,79	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
7,4	273,92	274,79	276,52	4,83	4,83	4,83
7,5	274,79	273,92	276,52	3,77	3,77	3,77
7,6	275,65	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
7,7	274,79	274,79	276,52	4,83	4,83	4,83
7,8	273,06	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
7,9	275,65	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
8	275,65	274,79	276,52	4,83	4,83	4,83
8,1	273,06	273,06	278,25	4,83	4,83	4,83
8,2	274,79	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
8,3	274,79	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
8,4	274,79	274,79	279,11	4,83	4,83	4,83
8,5	272,19	274,79	276,52	4,83	4,83	4,83
8,6	275,65	274,79	278,25	4,83	4,83	4,83

8,7	274,79	274,79	277,38	4,83	4,83	4,83
8,8	273,92	275,65	279,11	3,77	3,77	3,77
8,9	273,92	274,79	278,25	4,83	4,83	4,83
9	275,65	274,79	278,25	3,77	3,77	3,77
9,1	273,06	276,52	279,98	3,77	3,77	3,77
9,2	273,06	275,65	279,11	3,77	3,77	3,77
9,3	275,65	274,79	278,25	3,77	3,77	3,77
9,4	273,92	274,79	278,25	3,77	3,77	3,77
9,5	273,92	273,06	279,11	3,77	3,77	3,77
9,6	275,65	276,52	278,25	3,77	3,77	3,77
9,7	274,79	274,79	278,25	3,77	3,77	3,77
9,8	273,06	274,79	279,98	4,83	4,83	4,83
9,9	275,65	273,92	279,11	3,77	3,77	3,77
10	274,79	275,65	278,25	4,83	3,77	4,66
10,1	274,79	275,65	278,25	4,83	4,66	3,55
10,2	277,38	276,52	279,11	4,83	3,77	4,66
10,3	275,65	275,65	278,25	4,83	3,77	4,66
10,4	274,79	275,65	278,25	0	4,66	0
10,5	273,92	275,65	278,25	4,83	3,77	4,44
10,6	275,65	275,65	278,25	0	4,66	4,66
10,7	273,92	275,65	279,11	0	3,77	4,66
10,8	273,92	275,65	279,11	0	3,77	4,66
10,9	275,65	274,79	278,25	0	4,66	3,55
11	274,79	275,65	279,11	4,83	3,77	4,66
11,1	275,65	276,52	279,11	0	3,77	4,66
11,2	275,65	278,25	278,25	0	3,77	0
11,3	275,65	279,11	279,98	0	3,77	3,3
11,4	273,92	279,11	279,11	0	3,77	4,44
11,5	273,92	277,38	279,98	0	4,83	4,66
11,6	275,65	276,52	279,11	4,83	3,77	3,55
11,7	273,92	279,11	279,98	0	3,77	4
11,8	274,79	279,11	279,98	0	4,44	4,66
11,9	274,79	278,25	279,98	0	4,66	4,66
12	274,79	277,38	279,98	0	4,44	3,55

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan

500 W AFR 11:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	274,79	276,62	277,38	5,2	3,15	1,4
0,2	273,92	276,62	276,52	5,2	6,61	0,6
0,3	272,19	276,79	275,65	5,2	3,15	8,8
0,4	274,79	276,66	275,65	5,2	2,6	8
0,5	274,79	276,62	277,38	6,07	2,2	8
0,6	273,06	273,92	276,52	6,07	1,42	6,2
0,7	273,06	276,79	276,52	5,2	4,02	5,4

0,8	275,65	276,62	275,65	6,07	7,1	5,4
0,9	273,92	276,79	274,79	6,07	0,6	4,5
1	273,06	273,92	276,52	6,9	3,64	4,5
1,1	275,65	276,62	276,52	6,07	0,03	4,5
1,2	273,92	276,66	275,65	6,07	3,15	4,5
1,3	273,92	276,66	275,65	7,8	0,03	3,7
1,4	274,79	276,66	275,65	6,9	0,34	3,7
1,5	274,79	275,65	277,38	6,07	1,04	3,7
1,6	273,92	277,79	276,52	6,07	0,56	2,8
1,7	274,79	277,79	275,65	6,07	4	2,8
1,8	275,65	275,65	276,52	6,07	1,01	2,8
1,9	274,79	277,92	275,65	6,07	7,06	2,8
2	273,92	277,06	277,38	6,07	6,23	2,8
2,1	273,92	275,65	275,65	6,07	0	2,8
2,2	271,33	277,79	273,92	6,07	1,42	2,8
2,3	273,06	277,92	276,52	6,07	2	1,9
2,4	273,92	275,65	277,38	6,07	5,3	1,9
2,5	273,92	277,79	276,52	6,9	5,3	1,1
2,6	273,92	277,92	275,65	6,07	5,3	1,1
2,7	273,92	277,92	274,79	5,2	2	0,2
2,8	273,92	275,65	276,52	6,07	4,5	9,3
2,9	274,79	277,92	277,38	6,9	2	9,3
3	274,79	277,79	276,52	6,9	0,45	9,3
3,1	274,79	277,79	276,52	6,07	0,1	9,3
3,2	274,79	277,79	275,65	6,07	2	8,5
3,3	274,79	277,92	276,52	6,9	3,04	8,5
3,4	275,65	277,79	274,79	6,07	2	8,5
3,5	275,65	277,79	275,65	6,07	2	7,6
3,6	275,65	277,92	278,25	6,07	0,23	7,6
3,7	275,79	278,06	276,52	6,07	0	7,6
3,8	276,06	275,65	276,52	6,07	1,04	6,7
3,9	276,92	278,79	276,52	6,07	0,45	6,7
4	275,79	278,06	276,52	6,07	2	6,7
4,1	276,92	275,65	276,52	6,07	0,5	6,7
4,2	277,77	277,26	273,92	6,9	0,02	6,7
4,3	272,57	277,26	276,52	6,07	0,1	5,9
4,4	277,77	277,26	275,65	6,9	0,5	5,9
4,5	278,44	278,27	276,52	6,07	0,31	5,9
4,6	272,57	278,27	277,38	6,07	0,02	5
4,7	277,77	278,27	276,52	6,07	0,45	5
4,8	272,57	278,27	273,92	6,07	2,3	4,1
4,9	278,44	278,99	276,52	6,07	2,3	4,1
5	278,44	278,99	276,52	6,07	3,2	4,1
5,1	278,57	278,99	275,65	6,07	2	4,1
5,2	278,57	278,99	273,92	6,07	2	3,3

5,3	276,8	279,86	277,38	6,07	0	3,3
5,4	283,44	281,71	276,52	6,07	23,2	3,3
5,5	282,57	280,84	273,92	6,07	36,31	2,4
5,6	281,71	281,71	277,38	6,07	66,23	1,5
5,7	281,71	283,44	276,52	6,07	62,77	1,5
5,8	283,44	282,57	276,52	6,9	66,77	0,7
5,9	283,44	281,71	276,52	6,07	66,77	0,7
6	281,71	280,84	277,76	0,09	66,77	0,7
6,1	281,71	295,44	276,9	2,99	81,04	0,7
6,2	282,57	295,44	279,49	0,8	98,18	0,7
6,3	281,71	295,57	280,36	2,12	99,31	9,8
6,4	281,71	295,57	284,67	0,8	99,45	9,8
6,5	281,71	294,3	283,72	0,72	96,45	8,9
6,6	281,71	295,44	285,55	0,72	94,59	8,1
6,7	281,71	295,57	284,67	2,99	92,39	8,1
6,8	282,57	300,33	285,55	0,72	92,77	7,2
6,9	282,57	300,45	284,67	0,08	89,31	7,2
7	282,57	301,83	284,67	6	89,31	7,2
7,1	282,57	301,7	280,54	0,08	89,45	6,4
7,2	282,57	302,56	281,11	0,08	86,82	6,4
7,3	283,44	302,7	282,08	0,08	85,95	5,5
7,4	283,44	305,91	282,37	0,08	85,95	5,5
7,5	283,44	307,64	282,67	6	84,99	5,5
7,6	283,44	318,51	283,16	6	83,26	5,5
7,7	283,44	318,51	284,04	6	83,26	4,6
7,8	283,44	318,51	285,17	7,01	88,83	3,8
7,9	284,3	318,51	285,61	6	83,64	3,8
8	281,71	311,97	287,06	6	83,64	3,8
8,1	282,57	316,12	288,21	6	86,23	3,8
8,2	293,44	318,31	292,01	7,01	87,1	3,8
8,3	292,57	318,99	292,36	0,08	87,1	3,8
8,4	291,71	325,99	292,12	7,01	84,5	3,8
8,5	292,57	325,99	292,64	6	87,1	3,8
8,6	293,44	325,99	292,95	0,72	84,5	2,9
8,7	292,57	325,99	290,27	0,08	87,1	2,9
8,8	290,94	326,99	292,74	0,08	82,77	2
8,9	292,57	326,99	290,42	0,72	88,83	2
9	293,44	325,86	290,25	7,01	82,77	1,2
9,1	292,57	326,25	292,05	7,01	81,04	1,2
9,2	291,71	326,32	290,75	7,01	81,91	0,3
9,3	292,57	326,89	291,79	9	80,18	0,3
9,4	293,44	325,26	292,34	0,77	79,31	0,3
9,5	293,44	325,26	292,71	2	79,31	0,3
9,6	292,57	326,02	292,93	2	79,31	9,4
9,7	291,71	326,02	292,21	0,07	79,31	9,4

9,8	293,44	336,89	293,49	0,07	78,45	8,6
9,9	293,44	337,26	292,43	0,07	78,45	7,7
10	292,57	330,72	292,54	0,07	77,58	7,7
10,1	291,71	332,45	293,15	0,07	74,99	7,7
10,2	292,57	333,91	293,23	2	74,12	6,8
10,3	293,44	331,64	292,74	0,07	74,12	5,1
10,4	292,57	333,51	293,06	0,07	73,26	4,2
10,5	291,71	333,51	293,63	0,2	73,26	4,2
10,6	292,57	333,51	292,77	1,64	72,39	4,2
10,7	290,94	333,51	293,93	2	70,66	3,4
10,8	293,44	341,7	293,77	2	70,66	2,5
10,9	292,57	342,56	294,14	1,64	65,48	1,7
11	291,71	341,7	294,54	2	1,53	9,9
11,1	292,57	344,29	294,75	2	1,53	9,9
11,2	295,17	345,16	294,76	2	1,53	9,1
11,3	293,44	345,16	294,43	2	4,99	8,2
11,4	292,57	345,16	294,74	2	2,39	1,3
11,5	292,57	346,02	295,06	2	2,39	6
11,6	294,3	346,02	295,93	2	1,53	1
11,7	292,57	346,89	295,69	2	1,53	4
11,8	291,71	347,25	295,45	2	0,66	0,06
11,9	293,44	347,26	295,4	1,64	2,39	3,64
12	294,3	347,28	295,63	1,64	0,36	0,45

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 500 W AFR 19:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	275,65	273,06	277,38	0	0	0
0,2	274,65	272,19	275,65	0	0	4,89
0,3	275,65	275,65	277,38	0	4,89	0
0,4	274,79	276,52	277,38	0	0	4,89
0,5	276,65	276,52	277,38	4,89	4,89	4,89
0,6	275,65	279,98	276,52	0	0	0
0,7	276,65	276,25	275,65	0	4,89	0
0,8	279,65	280,84	279,11	0	0	4,89
0,9	280,23	280,84	278,25	0	0	0
1	283,88	284,3	277,38	4,89	4,89	4,89
1,1	283,88	284,3	281,71	0	0	0
1,2	282,57	280,84	283,44	0	0	4,89
1,3	281,71	283,44	283,44	0	4,89	0
1,4	282,57	282,57	284,3	0	0	4,89
1,5	282,57	282,25	283,44	4,89	0	4,89
1,6	282,57	283,65	283,44	4,89	4,89	4,89
1,7	281,71	282,54	283,44	4,89	4,89	4,89

1,8	282,57	282,25	283,44	4,89	4,89	4,89
1,9	282,57	283,25	283,44	4,89	4,89	4,89
2	281,71	283,36	283,44	4,89	4,89	4,89
2,1	283,44	283,32	285,26	9,77	4,89	9,77
2,2	284,3	283,54	284,25	9,77	9,77	9,77
2,3	284,3	283,36	283,32	9,77	9,77	14,66
2,4	285,17	284,3	283,54	14,66	14,66	9,77
2,5	285,17	284,3	289,49	14,66	14,66	9,77
2,6	286,03	286,25	287,76	14,66	14,66	14,66
2,7	286,03	288,36	286,9	9,77	4,89	0
2,8	287,76	287,25	287,76	9,77	9,77	14,66
2,9	286,76	289,49	286,03	14,66	9,77	14,66
3	295,65	289,49	287,76	14,66	9,77	4,89
3,1	295,65	289,49	286,9	14,66	9,77	19,55
3,2	297,65	291,22	291,22	14,66	4,89	14,66
3,3	298,23	293,82	291,22	14,66	9,77	14,66
3,4	297,88	292,95	292,09	14,66	14,66	4,89
3,5	300,2	297,95	291,22	14,66	9,77	4,89
3,6	302,5	300,82	305,25	85,66	85,66	96,25
3,7	305,24	308,47	307,26	86,66	86,66	85,6
3,8	309,36	308,74	308,47	100,55	100,55	98,25
3,9	312,36	310,06	308,74	135,32	137,26	130,35
4	315,54	310,52	310,06	134,89	135,54	134,25
4,1	316,24	310,4	310,52	135,65	134,67	132,36
4,2	317,55	316,19	310,4	134,46	132,94	132,34
4,3	320,61	322,14	311,19	130,66	130,35	132,25
4,4	322,74	322,67	320,19	129,66	126,89	127,54
4,5	321,42	323,08	320,57	128,46	126,89	126,32
4,6	321,97	320,19	320,85	129,66	123,43	122,34
4,7	321,97	320,57	320,5	121,55	121,7	123,43
4,8	322,32	320,85	320,74	124,66	124,3	121,7
4,9	322,06	320,5	321,48	124,66	123,36	119,1
5	321,97	320,74	321,99	125,53	126,3	113,91
5,1	322,92	321,48	322,11	123,65	123,6	106,13
5,2	322,75	321,99	323,1	120,36	118,24	105,26
5,3	322,66	322,11	323,21	100,4	115,64	108,72
5,4	322,83	323,1	323,79	119,1	112,18	113,91
5,5	322,75	323,21	324,17	115,26	109,59	106,13
5,6	323,09	323,79	324,75	116,53	107,86	119,1
5,7	323,27	324,17	325,52	116,51	107,86	111,32
5,8	324,13	324,75	324,71	113,05	106,99	104,4
5,9	323,96	325,52	324,27	112,45	106,99	101,8
6	324,05	325,61	324,45	110,13	106,99	102,36
6,1	325,25	325,22	325,21	113,53	106,13	102,25
6,2	324,26	325,54	324,89	110,07	106,13	103,21

6,3	326,23	325,06	325,76	108,34	106,13	101,25
6,4	325,4	325,57	326,4	104,02	106,13	104,25
6,5	324,13	325,85	326,5	105,42	106,13	103,53
6,6	323,96	326,38	326,18	97,96	105,26	102,67
6,7	324,05	326,06	326,41	95,37	105,26	100,07
6,8	325,82	326,18	327,2	92,77	105,26	104,26
6,9	326,5	326,26	327,5	92,77	105,26	107,3
7	325,4	327,05	327,66	91,04	104,4	103,32
7,1	326,5	325,99	326,23	98,45	104,4	103,6
7,2	327,5	326,83	326,38	94,99	104,4	103,3
7,3	326,56	326,79	326,77	92,39	103,53	98,65
7,4	327,08	326,77	326,61	88,94	102,67	95,24
7,5	328,08	327,04	328,32	91,48	100,07	99,36
7,6	329,34	328,24	329,66	89,25	98,34	95,75
7,7	330,78	328,06	330,05	86,25	96,61	94,02
7,8	331,95	328,49	330,59	81,91	94,88	82,77
7,9	332,47	328,27	331,83	77,58	91,42	82,77
8	333,9	327,82	331,79	81,91	89,69	81,04
8,1	334,42	328,79	332,79	80,18	87,1	80,18
8,2	335,76	329,5	332,59	78,45	85,37	79,31
8,3	336,28	329,95	333,09	77,58	81,91	78,45
8,4	337,23	329,55	334,79	80,18	79,31	77,58
8,5	337,89	330,02	335,79	77,58	77,58	77,58
8,6	339,32	331,47	336,09	78,45	72,39	75,85
8,7	339,27	332,94	337,79	77,58	69,8	75,85
8,8	340,52	331,37	338,09	70,66	65,48	75,85
8,9	346,52	332,15	338,59	70,66	63,75	72,39
9	345,65	333,69	339,99	64,61	62,02	72,39
9,1	344,79	334,78	347,15	64,61	60,29	71,53
9,2	347,38	345,76	347,75	61,15	57,69	71,53
9,3	347,38	347,15	347,97	58,56	58,56	71,53
9,4	348,72	347,75	347,44	9,77	9,77	14,66
9,5	348,25	347,97	347,9	9,77	9,77	0
9,6	349,25	347,44	348,3	9,77	14,66	0
9,7	351,2	347,9	348,71	9,77	9,77	9,77
9,8	350,5	348,3	349,13	9,77	9,77	14,66
9,9	352,52	348,71	350,72	9,77	9,77	14,66
10	353,65	349,13	350,21	9,77	9,77	4,89
10,1	353,92	350,72	350,84	9,77	9,77	4,89
10,2	355,65	351,48	350,37	11,87	7,6	14,21
10,3	355,38	351,73	352,48	5,86	7,84	7,67
10,4	354,36	351,29	352,73	5,8	6,78	8,72
10,5	355,55	351,67	352,29	5,51	5,72	7,42
10,6	355,11	351,49	352,67	5,22	5,15	5,49
10,7	352,15	353,09	352,49	4,98	4,33	5,3

10,8	355,77	352,71	353,09	4,96	4,15	5,99
10,9	353,58	353,46	352,71	4,62	3,32	3,02
11	354,91	354,42	353,46	4,61	3,78	3,67
11,1	355,72	354,12	354,42	4,59	2,64	1,39
11,2	356,52	355,41	354,12	4,46	2,12	1,44
11,3	357,65	356,41	355,41	4,43	1,73	0,82
11,4	356,92	356,54	355,24	4,41	0,06	0,33
11,5	355,65	356,95	356,25	1,81	1,03	0,39
11,6	357,38	356,21	350,9	1,55	0,91	0,98
11,7	358,36	357,38	356,96	1,53	0,09	0,54
11,8	359,55	358,36	357,82	1,23	0,41	0,24
11,9	359,11	358,95	358,25	1,16	1,37	0,08
12	359,15	359,11	357,95	0,93	0,25	0,06

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 500 W AFR 110:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,67	273,06	278,66	0	0	0
0,2	274,67	272,19	276,927	0	0	3,69
0,3	277,67	275,65	278,66	0	3,69	0
0,4	274,79	276,52	278,66	0	0	3,69
0,5	276,67	276,52	278,66	3,69	3,69	3,69
0,6	277,67	279,98	277,8	0	0	0
0,7	276,67	276,25	277,8	0	3,69	0
0,8	279,67	278,72	278,66	0	0	3,69
0,9	277,92	279,48	277,8	0	0	0
1	278,78	279,48	277,8	3,69	3,69	3,69
1,1	277,07	278,62	277,8	0	0	0
1,2	276,29	279,27	277,8	0	0	3,69
1,3	276,29	278,99	277,8	0	3,69	0
1,4	274,46	279,86	277,8	0	0	3,69
1,5	277,79	278,27	277,8	3,69	0	3,69
1,6	276,29	278,97	277,8	3,69	3,69	3,69
1,7	277,86	277,64	277,8	3,69	3,69	3,69
1,8	277,77	276,83	278,66	3,69	3,69	3,69
1,9	275,57	278,88	277,8	3,69	3,69	3,69
2	276,71	278,43	277,8	3,69	3,69	3,69
2,1	279,44	280,36	280,8	9,77	3,69	9,77
2,2	280,3	280,25	280,8	9,77	9,77	9,77
2,3	280,3	280,49	280,8	9,77	9,77	13,66
2,4	280,12	280,49	280,8	3,66	13,66	9,77
2,5	280,12	282,49	280,8	3,66	13,66	9,77
2,6	280,03	282,83	278,27	3,85	3,85	13
2,7	280,03	283,36	280,8	5,58	5,58	5
2,8	282,2	282,25	280,8	2,99	2,77	2,5

2,9	286,76	283,43	281,74	6,05	5,05	10,55
3	285,65	283,43	280,88	58,56	9,77	55,32
3,1	285,65	283,43	281,74	56,83	55,55	54,89
3,2	287,65	291,22	280,88	58,56	55,55	55,65
3,3	288,23	293,82	291,74	118,116	120,24	94,46
3,4	297,88	292,36	291,74	117,61	119,64	90,66
3,5	292,2	293,25	290,99	117,1	112,18	99,66
3,6	296,76	293,43	292,61	97,69	99,59	98,46
3,7	295,65	295,43	291,74	97,69	97,86	99,66
3,8	294,25	294,43	292,61	99,96	97,86	91,55
3,9	300,2	300,06	291,47	97,69	96,99	94,66
4	302,5	304,52	305,2	97,69	96,99	94,66
4,1	305,24	311,4	317,32	97,69	96,99	95,53
4,2	309,36	312,19	317,89	92,9	96,13	93,65
4,3	312,36	318,14	317,65	97,69	96,13	90,36
4,4	315,54	318,46	317,46	99,1	96,13	90,4
4,5	316,24	319,66	300,66	97,69	96,13	99,1
4,6	317,55	318,55	318,63	99,42	96,13	95,26
4,7	320,61	319,13	318,68	98,34	95,26	96,53
4,8	322,74	318,13	317,31	96,13	95,26	96,51
4,9	321,42	319,13	316,51	95,26	95,26	97,05
5	321,97	318,31	316,84	94,02	95,26	97,45
5,1	321,97	319,31	315,97	93,53	94,4	90,9
5,2	322,32	314,46	316,84	99,1	94,4	97,53
5,3	322,06	316,66	319,43	99,21	94,4	90,07
5,4	321,97	319,66	315,26	97,86	93,53	98,34
5,5	322,92	318,46	316,53	99,21	92,67	94,02
5,6	322,75	319,66	316,51	92,67	90,07	95,42
5,7	322,66	319,55	313,05	81,91	98,34	97,96
5,8	322,83	318,66	312,45	96,99	96,61	95,37
5,9	322,75	317,66	311,13	96,13	94,88	92,77
6	323,09	315,53	313,53	96,61	91,42	92,77
6,1	323,27	319,65	311,07	98,34	89,69	81,04
6,2	324,13	322,67	318,34	86,13	87,1	88,45
6,3	323,96	323,08	324,02	85,26	85,37	84,88
6,4	324,05	320,19	325,42	94,02	81,91	82,38
6,5	325,25	320,57	320,1	83,53	89,31	88,84
6,6	324,26	320,85	325,26	89,1	88,58	81,48
6,7	326,23	320,5	320,53	99,21	82,39	88,25
6,8	325,4	320,74	320,51	67,66	69,8	66,25
6,9	324,13	321,48	323,05	66,21	65,48	71,81
7	323,96	321,99	322,45	62,67	63,85	66,56
7,1	324,05	322,11	322,32	61,61	62,02	61,91
7,2	325,82	323,1	323,53	66,66	60,29	60,16
7,3	326,5	323,21	322,07	66,13	67,69	66,45

7,4	325,4	323,79	322,34	66,61	68,66	66,56
7,5	326,5	324,17	324,02	66,61	62,77	60,16
7,6	327,5	324,75	324,4	63,53	62,77	66,56
7,7	326,56	326,84	324,4	66,21	64,66	66,45
7,8	327,08	325,97	323,53	60,64	62,77	66,56
7,9	328,08	326,84	322,67	60,07	62,77	60,66
8	329,34	329,43	320,07	64,88	62,77	60,66
8,1	330,78	322,16	325,59	66,56	62,77	64,61
8,2	331,95	322,89	327,86	43,15	62,77	64,61
8,3	332,47	327,22	327,86	43,15	44,72	46,14
8,4	333,9	324,14	326,99	42,24	49,91	48,46
8,5	334,42	329,95	327,99	41,42	44,44	43,77
8,6	335,76	329,55	327,99	42,24	47,31	43,77
8,7	336,28	330,02	330,13	40,56	48,44	43,77
8,8	337,23	331,47	335,26	40,56	44,23	43,77
8,9	337,89	332,94	336,53	40,56	49,04	43,77
9	339,32	331,37	336,51	44,64	48,44	43,77
9,1	339,27	332,15	333,05	44,64	43,74	43,77
9,2	330,52	333,69	332,45	47,46	40,29	43,77
9,3	336,52	334,78	333,13	44,43	44,41	41,87
9,4	335,65	336,77	333,53	27,26	26,98	28,45
9,5	333,79	336,77	336,99	27,26	26,96	26,58
9,6	337,38	336,77	346,99	27,26	26,62	26,58
9,7	337,38	345,56	346,99	24,5	26,61	26,58
9,8	338,72	345,15	346,13	23,64	26,59	26,72
9,9	338,25	345,55	346,13	23,64	26,26	26,72
10	339,25	345,95	346,13	11,77	26,23	26,85
10,1	341,2	345,44	346,13	11,77	26,21	16,85
10,2	340,4	345,9	346,13	11,04	14,98	16,85
10,3	342,42	348,3	344,4	11,77	14,96	16,99
10,4	343,64	347,89	347,86	10,11	14,62	16,85
10,5	343,92	347,89	347,86	10,11	14,61	16,99
10,6	344,64	347,21	347,86	2,45	4,59	16,11
10,7	344,38	348,36	348,72	9,31	6,25	16,11
10,8	344,36	348,71	349,59	9,31	3,17	1,43
10,9	344,44	349,13	345,41	4,5	2,98	1,23
11	344,11	350,72	346,41	3,64	2,82	1,16
11,1	342,14	351,48	346,54	3,64	2,79	0,93
11,2	349,77	351,73	346,95	2,77	2,48	4,49
11,3	349,48	351,29	346,21	2,77	2,42	4,3
11,4	349,91	351,67	347,38	1,04	2,4	4,99
11,5	349,72	351,49	348,36	2,77	2,04	3,02
11,6	349,32	353,09	348,95	0,1	1,81	3,64
11,7	357,63	352,71	349,11	0,1	1,55	1,39
11,8	356,92	353,46	353,46	4,5	1,53	1,44

11,9	353,63	354,42	352,42	3,64	1,23	0,82
12	357,38	354,12	353,12	3,64	0,16	0,33

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 500 W AFR 111:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	278,67	278,94	278,66	0,72	4	0
0,2	274,67	278,94	276,927	0,72	0,34	0,69
0,3	278,67	278,94	278,66	0,72	4,02	0
0,4	274,79	278,94	278,66	0,72	0,34	0,69
0,5	276,67	278,07	278,66	0,72	7,4	0,69
0,6	278,67	278,07	278,8	3,85	5,75	0
0,7	276,67	278,07	278,8	3,85	4,02	0
0,8	279,67	278,21	278,66	3,85	4,02	0,69
0,9	278,92	278,21	278,8	0,72	3,15	0
1	278,78	278,21	278,8	3,85	3,15	0,69
1,1	278,07	278,21	278,8	3,85	2,2	0
1,2	276,29	278,21	278,8	3,85	1,42	0,69
1,3	276,29	278,94	278,8	3,85	2,2	0
1,4	274,46	278,07	278,8	2,12	0,56	0,69
1,5	278,79	275,48	278,8	2,99	0,56	0,69
1,6	276,29	278,21	278,8	3,85	0,56	0,69
1,7	278,86	278,34	278,8	3,85	0,6	0,69
1,8	278,78	275,48	278,66	2,99	0,6	0,69
1,9	275,57	278,34	278,8	2,12	5,37	0,69
2	276,71	275,48	278,8	5,58	6,23	0,69
2,1	279,44	278,34	279,8	2,99	5,37	9,77
2,2	279,3	279,21	279,8	3,85	5,37	9,77
2,3	279,3	279,21	279,8	0,72	5,37	13,66
2,4	279,12	279,21	279,8	0,72	6,23	9,77
2,5	279,12	279,21	279,8	2,99	7,96	9,77
2,6	279,03	279,21	278,27	2,99	7,96	13
2,7	280,03	281,76	280,8	0,72	7,1	5
2,8	282,2	282,62	280,8	2,99	7,1	2,5
2,9	283,33	282,62	281,74	1,26	7,1	10
3	283,33	281,76	280,88	13,85	7,1	0,32
3,1	283,33	280,03	281,74	12,99	5,37	4,88
3,2	283,33	280,89	280,88	12,99	5,37	0,6
3,3	284,23	281,76	281,74	5,99	5,37	84,46
3,4	282,88	282,62	281,74	5,99	6,23	80,66
3,5	292,2	293,49	280,88	5,99	85,37	88,66
3,6	296,76	294,35	292,66	85,96	86,23	88,46
3,7	295,65	297,82	296,74	86,83	85,37	88,66
3,8	294,25	299,54	292,66	86,83	85,37	81,55

3,9	290,2	294,73	296,47	88,96	85,37	84,66
4	292,5	297,32	295,2	83,96	86,23	84,66
4,1	295,24	297,32	297,32	83,96	83,64	85,53
4,2	299,36	299,92	297,89	83,96	81,91	83,65
4,3	302,36	301,12	307,65	83,96	84,5	80,36
4,4	305,54	301,98	307,46	83,96	83,64	80,4
4,5	306,24	301,98	300,66	83,96	83,64	88,1
4,6	307,55	312,85	308,63	86,83	83,64	85,26
4,7	318,61	314,58	308,68	83,96	84,5	86,53
4,8	318,74	317,17	317,31	82,69	83,64	86,51
4,9	318,42	319,12	317,51	81,1	83,64	86,05
5	318,97	319,98	317,84	81,1	82,77	86,45
5,1	318,97	319,98	315,97	81,1	82,77	80,8
5,2	318,32	318,85	317,84	84,23	81,04	86,53
5,3	319,06	314,58	319,43	84,23	82,77	80,06
5,4	321,97	317,17	315,27	80,83	80,18	86,34
5,5	319,92	318,63	317,53	80,83	80,18	84,02
5,6	319,75	318,13	317,51	77,1	78,45	75,42
5,7	319,66	319,36	323,05	72,7	79,31	77,76
5,8	322,83	320,63	322,45	73,37	79,31	75,37
5,9	322,83	320,23	322,23	72,7	81,04	72,77
6	322,83	320,42	323,53	77,9	79,31	72,77
6,1	322,83	318,52	322,07	73,37	79,31	71,04
6,2	322,83	322,22	324,34	73,37	78,45	77,45
6,3	322,83	322,98	324,02	73,37	80,18	74,77
6,4	322,83	322,98	325,42	77,1	78,45	72,37
6,5	322,83	322,85	320,1	73,37	72,58	77,74
6,6	324,83	324,58	325,26	74,23	72,58	71,47
6,7	324,83	324,27	320,53	74,23	72,58	77,25
6,8	325,4	322,5	320,51	77,1	76,72	76,25
6,9	324,13	324,77	323,05	74,23	76,72	71,71
7	323,96	324,04	324,45	74,23	75,85	66,56
7,1	324,05	324,58	324,32	56,83	59,8	51,91
7,2	325,82	324,58	323,53	55,96	59,8	50,15
7,3	326,5	322,22	324,07	55,96	59,8	55,55
7,4	324,4	323,23	324,34	55,96	59,8	55,55
7,5	324,5	320,63	324,02	55,96	58,94	50,15
7,6	324,5	324,96	324,4	55,96	58,94	55,55
7,7	327,58	325,82	324,4	55,96	58,94	55,55
7,8	327,58	325,82	323,53	55,96	58,94	55,55
7,9	327,58	326,69	322,67	56,83	58,07	50,55
8	327,58	326,69	326,67	55,96	58,07	50,55
8,1	326,72	328,42	325,59	57,69	58,07	55,51
8,2	327,58	327,55	327,86	55,1	57,21	55,51
8,3	326,72	327,55	327,86	55,1	57,21	55,15

8,4	326,72	327,55	326,99	55,1	57,21	58,55
8,5	326,72	327,55	327,99	54,23	57,21	53,77
8,6	327,58	325,82	327,99	54,23	57,21	53,77
8,7	327,58	325,82	326,13	36,83	58,94	53,77
8,8	326,56	327,55	325,26	36,83	38,07	33,77
8,9	327,08	327,55	326,53	33,1	33,48	33,77
9	328,08	328,42	326,51	32,3	37,21	33,77
9,1	329,34	329,28	335,05	33,37	33,34	33,77
9,2	330,78	334,47	332,45	32,3	33,48	33,77
9,3	331,95	335,33	335,13	36,83	33,34	31,87
9,4	332,47	337,93	333,05	33,96	33,48	28,33
9,5	333,9	335,33	332,45	33,96	33,34	36,38
9,6	334,42	334,47	333,13	33,96	40,29	36,38
9,7	335,76	332,74	333,53	25,85	29,52	29,58
9,8	336,28	337,06	336,99	22,58	29,52	29,72
9,9	337,23	344,44	343,99	28,45	29,52	29,72
10	347,89	344,98	343,99	28,45	29,52	29,85
10,1	349,32	344,98	343,13	22,58	29,52	29,85
10,2	349,27	344,85	343,13	18,45	19,51	18,85
10,3	340,52	344,58	343,13	18,45	19,51	18,99
10,4	346,52	347,47	343,13	18,45	19,51	18,85
10,5	345,65	340,63	343,13	18,45	19,51	18,99
10,6	343,79	343,43	344,4	11,58	19,51	18,22
10,7	347,38	346,44	347,86	0,58	0,72	6,11
10,8	347,38	342,25	347,86	0,58	3,85	1,03
10,9	348,72	344,85	347,86	0,58	3,85	1,23
11	348,25	349,17	348,72	0,58	3,85	1,16
11,1	349,25	342,25	349,59	0,58	0,72	0,93
11,2	341,2	344,85	345,41	6	3,85	0,09
11,3	340,4	349,17	346,41	0,58	3,85	0,3
11,4	352,42	350,04	346,54	6	3,85	0,99
11,5	353,64	352,25	350,95	6	3,85	3,02
11,6	353,92	350,04	350,21	6	2,12	3,6
11,7	352,64	350,9	351,38	5,85	2,99	1,39
11,8	352,38	351,77	351,36	5,85	0,85	1
11,9	352,36	351,77	351,95	0,23	0,85	0,82
12	352,44	352,9	351,11	0,25	2,99	0,33

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaman

600 W AFR 9:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,45	270,9	277,28	4,77	0	0
0,2	276,45	277,22	277,14	0	4,77	0
0,3	276,45	277,22	277,28	0,66	4,55	4,77
0,4	276,45	278,79	277,28	0,66	0,66	4,77

0,5	276,45	271,28	277,28	0	4,55	0
0,6	276,32	271,28	277,14	0,66	4	0,84
0,7	276,32	272,17	277,28	0,66	0,66	4,77
0,8	276,32	277,47	277,28	0	0	0
0,9	272,78	277,24	277,28	4,77	0,66	0
1	272,78	270,8	277,28	4,77	0,66	0,66
1,1	272,78	272,29	277,28	0,66	0,66	0
1,2	277,86	277,99	277,14	0,66	4,55	4,55
1,3	277,86	277,99	277,28	0,84	0	0,84
1,4	278,72	278,78	277,14	4,55	4,55	0
1,5	279,59	281,18	275,28	0,66	4,55	0
1,6	279,59	276,52	277,14	4,77	0	0
1,7	279,59	275,65	275,28	0,66	4,55	4,55
1,8	277,45	277,38	275,28	0,84	0,66	4,55
1,9	277,45	277,38	275,28	0,66	4,55	4,77
2	277,45	275,65	275,28	4,77	4,55	0
2,1	277,45	277,38	275,28	4,77	4,55	4,55
2,2	277,45	277,38	275,28	0,66	4,55	4,55
2,3	278,24	277,38	275,28	4,77	4,55	4,55
2,4	278,24	278,76	278,51	4,77	0	4,55
2,5	279,1	279,42	278,51	0,66	4,55	4,55
2,6	279,1	279,42	278,51	4,77	4,77	4,55
2,7	279,1	279,42	278,51	0,84	4,55	0
2,8	279,97	279,42	278,51	0,84	4,55	4,5
2,9	279,97	279,42	278,51	4,77	4,55	4,55
3	279,97	279,42	278,51	4,77	0,84	4,55
3,1	278,24	274,18	278,51	4,77	0	4,55
3,2	278,24	275,05	278,51	4,77	4,55	4,55
3,3	278,24	276,78	278,51	0,66	4,55	4,55
3,4	278,24	278,51	278,51	4,77	4,55	4,77
3,5	279,1	278,51	279,37	4,77	4,55	4,55
3,6	279,1	278,51	279,37	4,77	4,55	0
3,7	279,96	278,51	279,37	4,77	4,55	0
3,8	279,96	279,51	279,37	0,84	0	0
3,9	279,83	279,51	274,79	0	0,66	0
4	279,83	279,51	271,33	4,77	4,55	4,55
4,1	279,83	279,51	274,79	4,77	4,55	0,84
4,2	279,83	279,51	274,79	4,77	4,55	4
4,3	279,83	279,51	273,92	4,77	4,55	0
4,4	279,83	279,51	273,92	4,77	4,55	0
4,5	279,83	279,51	274,79	0,66	4,55	0,84
4,6	279,83	279,51	274,79	4,77	4,55	4,77
4,7	279,83	279,51	273,92	4,77	4,55	4,55
4,8	279,83	279,51	273,92	4,77	0	4,55
4,9	280,83	280,37	280,72	4,77	0	4,77

5	280,83	280,37	280,72	0,84	4,55	4,55
5,1	280,83	280,37	280,72	4,77	4,55	4,55
5,2	280,83	280,37	280,72	4,77	4,55	4,55
5,3	280,83	280,37	281,59	4,77	0,84	0
5,4	280,83	280,37	281,59	4,77	4,55	0
5,5	280,83	280,24	281,59	4,77	4,55	4,55
5,6	280,83	280,24	282,45	4,77	4,55	0
5,7	281,42	280,24	282,45	4,77	0	0,66
5,8	281,42	280,24	282,45	4,77	4,55	4,55
5,9	281,42	280,24	282,45	4,77	4,55	4,55
6	281,42	280,24	283,32	4,77	4,55	4,55
6,1	281,42	281,1	283,32	4,77	0	4,55
6,2	281,42	281,1	285,65	0,66	4,55	4,55
6,3	281,42	281,1	285,65	4,77	4,55	4,55
6,4	281,42	281,1	283,92	4,77	0	0
6,5	281,08	281,97	283,92	0,84	4,55	4,55
6,6	281,08	281,97	285,65	4,77	4,55	4,55
6,7	281,08	281,97	283,92	0,84	4,55	0
6,8	281,08	281,97	283,92	4,77	4,55	4,77
6,9	281,08	282,83	285,65	4,77	4,55	4,55
7	281,08	282,83	283,92	4,77	4,55	4,55
7,1	281,08	282,83	283,06	4,77	0	4
7,2	283,15	282,83	285,65	0,66	4,55	4,77
7,3	283,15	282,83	284,89	4,77	4,55	4,55
7,4	283,15	283,7	283,92	4,77	4,55	4,55
7,5	282,02	283,7	283,06	4,77	0,66	4,55
7,6	282,02	284,56	284,89	4,77	4,55	4,55
7,7	282,02	284,56	283,92	4,77	4,55	4,55
7,8	282,56	284,56	285,65	0,84	4,55	4,55
7,9	282,56	284,56	284,89	0,84	4,55	0,84
8	283,43	285,43	283,92	0,66	4,55	4
8,1	283,43	285,43	283,06	4,77	4,55	4,55
8,2	283,43	285,43	284,89	4,77	4,55	4,55
8,3	283,43	285,43	284,89	0,84	4,55	0
8,4	283,43	285,43	282,19	0,84	0,66	4,55
8,5	282,29	285,43	283,92	4,77	0,66	4,55
8,6	282,29	285,43	284,89	4,77	4,55	4,55
8,7	282,29	287,16	283,92	4,77	4,55	4
8,8	282,16	287,16	284,89	0,84	0	4,55
8,9	282,16	287,16	285,65	4,77	4,55	0,66
9	282,16	288,02	284,89	4,77	4,55	4,55
9,1	282,16	288,02	283,06	4,77	0,84	4,55
9,2	282,16	288,02	285,65	4,77	0	4,55
9,3	282,02	288,02	285,65	0,84	4,55	4,55
9,4	282,02	288,02	283,06	4,77	4,55	4,55

9,5	282,02	288,89	284,89	0,66	4,55	4,55
9,6	282,02	288,89	284,89	4,77	0,84	4,55
9,7	282,02	288,89	284,89	4,77	0,66	0,84
9,8	282,89	288,89	282,19	4,77	4,55	4,55
9,9	282,89	288,89	285,65	0,84	4,55	4,55
10	282,89	289,75	284,89	4,77	4,55	4,55
10,1	282,89	289,75	289,92	4,77	4,55	4,55
10,2	280,48	290,62	290,56	4,77	4,55	4,55
10,3	280,48	290,62	294,02	4,77	4,55	4,55
10,4	280,48	291,48	291,42	4,77	4,55	0,84
10,5	280,48	291,48	292,29	0,84	4,55	0
10,6	280,35	291,48	294,02	4,77	0	4,55
10,7	280,35	292,35	294,88	0,84	4,55	4,55
10,8	282,22	292,35	297,48	4,77	4,55	0
10,9	282,22	292,35	297,48	4,77	4,55	4,55
11	282,22	293,21	294,99	4,77	4	4,55
11,1	282,22	293,21	293,06	0,84	0,66	4,55
11,2	282,22	294,08	295,65	0,84	4,55	4,55
11,3	282,22	294,94	294,99	4,77	0	4,55
11,4	282,22	295,81	294,99	4,77	0,84	4,55
11,5	283,15	295,81	299,38	4,77	4,55	0,84
11,6	283,15	295,81	295,65	4,77	4,55	4,55
11,7	283,15	295,81	294,99	4,77	4,55	4,55
11,8	284,82	295,81	293,92	0,66	4,55	4,55
11,9	284,82	295,81	295,65	4,77	4,55	0
12	284,82	295,827	293,92	4,77	0	0

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan

600 W AFR 10:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,79	276,52	277,38	9,26	0	0
0,2	276,92	276,52	276,52	0	9,26	0
0,3	272,19	276,79	276,65	0	9,55	0
0,4	276,79	276,65	276,65	0	8,66	6,89
0,5	276,79	276,52	277,38	9,26	9,26	9,55
0,6	276,06	276,92	276,52	9,26	8,66	8,66
0,7	276,06	276,79	276,52	6,89	8,66	9,55
0,8	276,65	276,52	276,65	8,66	8,66	8,66
0,9	276,92	276,79	276,79	8,66	9,26	8,66
1	276,06	276,92	276,52	8,66	9,26	8,66
1,1	276,65	276,52	276,52	8,66	9,26	8,66
1,2	276,92	276,65	276,65	8,66	8,66	0
1,3	276,92	276,65	276,65	8,66	6,89	8,66
1,4	276,79	276,65	276,65	8,66	8,66	9,55
1,5	276,79	276,65	277,38	8,66	8,66	6,89

1,6	276,92	276,79	276,52	8,66	8,66	8,66
1,7	276,79	276,79	276,65	8,66	8,66	8,66
1,8	276,65	276,65	276,52	8,66	8,66	8,66
1,9	276,79	276,92	276,65	8,66	8,66	8,66
2	276,92	276,06	277,38	8,66	8,66	8,66
2,1	276,92	276,65	276,65	8,66	8,66	8,66
2,2	276,65	276,79	276,92	6,89	8,66	8,66
2,3	276,92	276,92	276,52	8,66	8,66	8,66
2,4	276,06	276,65	277,38	8,66	8,66	8,66
2,5	276,65	276,79	276,52	8,66	8,66	8,66
2,6	276,79	276,92	276,65	8,66	8,66	8,66
2,7	276,33	276,92	276,79	8,66	8,66	8,66
2,8	276,79	276,65	276,52	8,66	9,26	8,66
2,9	276,79	276,92	277,38	8,66	9,26	8,66
3	276,92	276,79	276,52	8,66	9,26	9,26
3,1	276,92	276,79	276,52	8,66	9,26	9,26
3,2	276,79	276,79	276,65	8,66	6,89	9,26
3,3	276,79	276,92	276,52	8,66	6,89	9,26
3,4	276,92	276,79	276,79	8,66	9,26	6,89
3,5	276,92	276,79	276,65	8,66	6,89	6,89
3,6	276,65	276,92	278,25	8,66	6,89	9,26
3,7	276,79	276,06	276,52	9,26	9,26	6,89
3,8	276,06	276,65	276,52	9,26	9,26	6,89
3,9	276,92	276,79	276,52	9,26	6,89	9,26
4	276,79	276,06	276,52	9,26	6,89	9,26
4,1	276,92	276,65	276,52	6,89	6,89	6,89
4,2	276,06	276,79	276,92	6,89	6,89	6,89
4,3	276,79	276,79	276,52	9,26	0	6,89
4,4	273,92	277,65	277,65	6,89	6,89	6,89
4,5	273,06	277,79	276,52	6,89	6,89	0
4,6	273,92	273,92	277,38	9,26	6,89	6,89
4,7	277,79	273,92	276,52	9,26	6,89	6,89
4,8	273,92	277,79	273,92	6,89	6,89	6,89
4,9	277,65	277,79	276,52	6,89	8,66	6,89
5	277,65	277,79	276,52	6,89	8,66	6,89
5,1	273,92	276,52	277,65	6,89	8,66	8,66
5,2	273,92	277,65	273,92	0	8,66	8,66
5,3	277,65	277,65	277,38	6,89	8,66	8,66
5,4	273,92	273,92	276,52	6,89	8,66	8,66
5,5	273,92	277,79	273,92	6,89	8,66	8,66
5,6	277,65	273,92	277,38	6,89	8,66	8,66
5,7	273,92	273,92	276,52	6,89	8,66	8,66
5,8	273,06	273,06	276,52	8,66	9,26	8,66
5,9	277,65	273,92	276,52	8,66	9,26	8,66
6	277,79	277,79	277,38	8,66	9,26	9,26

6,1	277,92	277,92	277,65	8,66	9,26	9,26
6,2	277,06	277,92	274,79	8,66	9,26	9,26
6,3	274,79	274,79	277,38	8,66	9,26	9,26
6,4	277,92	276,52	276,52	6,89	6,89	6,89
6,5	277,65	277,65	277,65	6,89	6,89	6,89
6,6	274,79	274,79	277,38	9,26	9,26	9,26
6,7	277,92	274,79	276,52	6,89	6,89	6,89
6,8	277,06	274,79	277,65	6,89	6,89	6,89
6,9	274,79	274,79	277,38	6,89	6,89	6,89
7	274,79	274,79	277,65	6,89	6,89	6,89
7,1	272,19	277,92	276,52	6,89	6,89	6,89
7,2	277,92	277,92	276,52	6,89	6,89	6,89
7,3	274,79	274,79	277,38	6,89	6,89	6,89
7,4	278,92	278,79	276,52	6,89	6,89	6,89
7,5	278,79	278,92	276,52	9,26	9,26	9,26
7,6	278,65	278,79	278,38	6,89	6,89	6,89
7,7	278,79	278,79	276,52	6,89	6,89	6,89
7,8	278,06	278,79	278,38	6,89	6,89	6,89
7,9	278,65	278,79	278,38	6,89	6,89	6,89
8	278,65	278,79	276,52	6,89	6,89	6,89
8,1	278,06	278,06	278,25	6,89	6,89	6,89
8,2	278,79	278,79	278,38	6,89	6,89	6,89
8,3	280,79	280,79	277,38	6,89	6,89	6,89
8,4	280,79	280,79	279,11	6,89	6,89	6,89
8,5	280,19	280,79	276,52	6,89	6,89	6,89
8,6	280,65	280,79	278,25	6,89	6,89	6,89
8,7	280,79	280,79	277,38	6,89	6,89	6,89
8,8	280,92	280,65	279,11	9,26	9,26	9,26
8,9	280,92	280,79	278,25	6,89	6,89	6,89
9	280,65	280,79	278,25	9,26	9,26	9,26
9,1	280,06	276,52	279,98	9,26	9,26	9,26
9,2	281,06	281,65	279,11	9,26	9,26	9,26
9,3	281,65	281,79	278,25	9,26	9,26	9,26
9,4	281,92	281,79	278,25	9,26	9,26	9,26
9,5	281,92	281,06	279,11	9,26	9,26	9,26
9,6	282,65	276,52	282,25	9,26	9,26	9,26
9,7	282,79	282,79	282,25	9,26	9,26	9,26
9,8	282,06	282,79	279,98	6,89	6,89	6,89
9,9	282,65	282,92	279,11	9,26	9,26	9,26
10	282,79	282,65	282,25	6,89	9,26	8,66
10,1	282,79	282,65	282,25	6,89	8,66	9,55
10,2	283,38	276,52	279,11	6,89	9,26	8,66
10,3	283,65	283,65	283,25	6,89	9,26	8,66
10,4	283,79	283,65	283,25	0	8,66	0
10,5	283,92	283,65	283,25	6,89	9,26	6,66

10,6	283,65	283,65	283,25	0	8,66	8,66
10,7	283,92	283,65	279,11	0	9,26	8,66
10,8	283,92	283,65	279,11	0	9,26	8,66
10,9	283,65	283,79	283,25	0	8,66	9,55
11	283,79	283,65	279,11	6,89	9,26	8,66
11,1	283,65	276,52	279,11	0	9,26	8,66
11,2	283,65	283,25	283,25	0	9,26	0
11,3	275,65	284,11	284,98	0	9,26	9,3
11,4	284,92	284,11	284,11	0	9,26	8,66
11,5	284,92	277,38	284,98	0	6,89	8,66
11,6	275,65	284,52	284,11	6,89	9,26	9,55
11,7	284,92	284,11	284,98	0	9,26	8
11,8	284,84	284,11	284,98	0	8,66	8,66
11,9	284,84	278,25	284,98	0	8,66	8,66
12	284,84	277,38	284,98	0	6,66	9,55

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan

600 W AFR 11:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,79	276,62	277,38	5,2	5,69	4,23
0,2	273,92	276,62	277,52	5,2	5,69	0,1
0,3	272,19	276,79	275,75	5,2	5,69	0,1
0,4	277,79	276,66	275,75	5,2	5,69	4,23
0,5	277,79	276,62	277,38	4,07	5,69	0,1
0,6	273,06	273,92	277,52	4,07	5,69	6,83
0,7	273,06	276,79	277,52	5,2	6,55	6,83
0,8	275,65	276,62	275,75	4,07	5,69	0,96
0,9	273,92	276,79	274,79	4,07	6,55	0,1
1	273,06	273,92	277,52	4,9	6,55	0,96
1,1	275,65	276,62	277,52	4,07	5,69	6,83
1,2	273,92	276,66	275,75	4,07	4,8	0,96
1,3	273,92	276,66	275,75	7,8	5,69	6,83
1,4	277,79	276,66	275,75	4,9	6,55	6,83
1,5	277,79	275,65	277,38	4,07	5,69	6,83
1,6	273,92	277,79	277,52	4,07	6,55	6,83
1,7	277,79	277,79	275,75	4,07	6,55	7,69
1,8	275,65	275,65	277,52	4,07	6,55	7,69
1,9	277,79	277,92	275,75	4,07	6,55	0,96
2	273,92	277,06	277,38	4,07	6,55	6,83
2,1	273,92	275,65	275,75	4,07	6,55	6,1
2,2	271,33	277,79	273,92	4,07	6,55	9,42
2,3	273,06	277,92	277,52	4,07	7,4	6,96
2,4	273,92	275,65	277,38	4,07	6,55	8,06
2,5	273,92	277,79	277,52	4,9	6,55	9,42
2,6	273,92	277,92	275,75	4,07	7,4	8,06

2,7	273,92	277,92	274,79	5,2	7,4	7,69
2,8	273,92	275,65	277,52	4,07	6,55	7,69
2,9	277,79	277,92	277,38	4,9	6,55	7,69
3	277,79	277,79	277,52	4,9	8,08	8,06
3,1	277,79	277,79	277,52	4,07	7,4	8,06
3,2	277,79	277,79	275,75	4,07	7,4	8,06
3,3	277,79	277,92	277,52	4,9	7,4	8,06
3,4	275,65	277,79	274,79	4,07	8,08	9,42
3,5	275,65	277,79	275,75	4,07	7,4	9,42
3,6	275,65	277,92	278,25	4,07	7,4	9,42
3,7	275,79	278,06	277,52	4,07	7,4	9,42
3,8	276,06	275,65	277,52	4,07	7,4	1,1
3,9	276,92	278,79	277,52	4,07	7,4	1,1
4	275,79	278,06	277,52	4,07	7,4	0,29
4,1	276,92	275,65	277,52	4,07	7,4	8,94
4,2	277,77	277,26	273,92	4,9	7,4	4,99
4,3	272,57	277,26	277,52	4,07	7,4	0,1
4,4	277,77	277,26	275,75	4,9	7,4	0,5
4,5	278,44	278,27	277,52	4,07	7,4	0,31
4,6	272,57	278,27	277,38	4,07	7,4	0,02
4,7	277,77	278,27	277,52	4,07	7,4	0,45
4,8	272,57	278,27	273,92	4,07	7,4	2,3
4,9	278,44	278,99	277,52	4,07	7,4	2,3
5	278,44	278,99	277,52	24,36	6,55	3,2
5,1	278,57	278,99	275,75	29,36	7,4	2
5,2	278,57	278,99	273,92	32,36	8,08	2
5,3	276,8	279,86	277,38	53,37	8,08	3,25
5,4	283,44	281,71	277,52	53,37	7,4	2,2
5,5	295,44	280,84	273,92	57,119	7,4	3,31
5,6	295,57	281,71	277,38	119,119	8,08	0,23
5,7	295,57	283,44	277,52	118,11	8,08	2
5,8	294,3	282,57	277,52	117,11	8,08	0
5,9	295,44	281,71	277,52	117	8,08	0
6	295,57	280,84	277,77	114,11	8,08	0
6,1	300,33	285,44	277,9	116,15	8,08	1,04
6,2	300,45	285,44	279,49	112,02	7,4	0,1
6,3	302,02	285,57	280,07	111,02	9,15	0,31
6,4	301,02	285,57	281,77	110,75	8,08	0,45
6,5	300,75	284,3	280,72	103,75	8,88	0,45
6,6	303,75	285,44	282,22	102,75	5,69	4,5
6,7	302,75	285,57	282,77	98,34	8,61	2,3
6,8	305,06	280,33	282,22	97,34	6,55	2
6,9	308,52	280,45	282,77	97,48	4,8	0,31
7	310,36	281,83	280,77	95,75	3,01	0,31
7,1	311,12	281,7	280,54	94,88	6,55	0,45

7,2	311,98	282,56	281,11	94,02	8,08	0,02
7,3	311,98	282,7	282,08	93,02	5,69	5,05
7,4	312,85	285,91	282,37	94,02	4,8	5,05
7,5	314,58	287,64	282,77	93,15	1,74	4
7,6	317,17	288,51	283,17	93,15	0,01	3,2
7,7	323,44	288,51	284,04	92,29	0,26	3,2
7,8	323,44	288,51	285,17	93,29	0	0,03
7,9	324,3	288,51	285,71	91,42	0,64	3,04
8	321,71	281,97	287,07	92,29	0,64	3,04
8,1	322,57	286,12	288,21	93,56	6,2	0,23
8,2	323,44	298,29	292,01	90,56	0,1	0,1
8,3	322,57	298,99	292,37	90,56	0,1	0,1
8,4	321,71	292,99	292,12	89,69	4,5	4,5
8,5	331,57	292,99	292,74	89,69	0,1	0,1
8,6	332,44	292,99	292,95	88,83	4,5	4,5
8,7	333,57	292,99	290,27	87,96	0,1	0,1
8,8	334,94	291,99	292,74	88,96	2	2
8,9	335,57	291,99	290,42	87,96	0,03	0,03
9	333,44	292,86	290,25	88,96	2	2
9,1	332,57	291,22	292,05	87,1	1,04	1,04
9,2	331,71	291,29	290,75	87,1	1,91	1,01
9,3	332,57	291,89	291,79	87,1	0,1	0,1
9,4	333,44	292,26	292,34	87,1	9,31	0,31
9,5	333,44	295,26	292,71	86,23	9,31	0,31
9,6	332,57	292,02	292,93	85,37	9,31	0,31
9,7	331,71	292,02	292,21	85,37	9,31	0,31
9,8	344,42	292,89	293,49	81,04	8,45	0,45
9,9	344,98	292,26	292,43	80,18	8,45	0,45
10	344,98	295,72	292,54	79,31	0,58	0,5
10,1	342,85	292,45	293,15	79,31	4,99	4
10,2	344,58	293,91	293,23	79,31	4,12	4,12
10,3	347,47	291,64	292,74	79,31	4,12	4,12
10,4	345,63	293,51	293,07	78,45	3,2	3,2
10,5	343,43	293,51	293,73	78,45	3,2	3,2
10,6	348,44	293,51	292,77	78,45	2,39	2,3
10,7	350,04	293,51	293,93	77,58	0	0
10,8	350,9	291,7	293,77	2	0	3,66
10,9	351,77	292,56	294,14	1,64	5,48	5,48
11	351,77	291,7	294,54	2	1,53	1,53
11,1	350,9	294,29	294,75	2	1,53	1,53
11,2	351,77	295,16	294,77	2	1,53	1,53
11,3	353,5	295,16	294,43	2	4,99	4,99
11,4	354,36	295,16	294,74	2	2,39	2,39
11,5	355,23	296,02	295,07	2	2,39	2,39
11,6	356,25	296,02	295,93	2	1,53	1,53

11,7	355,25	296,89	295,79	2	1,53	1,53
11,8	356,26	295,25	295,45	2	0	0,66
11,9	356,32	295,26	295,4	1,64	2,39	2,39
12	356,24	295,28	295,73	1,64	0,3	0,36

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 600 W AFR 19:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	278,25	273,06	277,38	0	0	0
0,2	274,65	272,19	275,65	0	0	4,89
0,3	275,65	275,65	277,38	0	4,89	0
0,4	274,79	276,52	277,38	0	0	4,89
0,5	277,38	276,52	277,38	4,89	4,89	4,89
0,6	279,11	279,98	276,52	0	0	0
0,7	278,25	276,25	275,65	0	4,89	0
0,8	280,84	280,84	279,11	0	0	4,89
0,9	283,44	280,84	278,25	0	0	0
1	283,36	284,3	277,38	4,89	4,89	4,89
1,1	280,36	284,3	281,71	0	0	0
1,2	280,36	280,84	283,44	0	0	4,89
1,3	282,09	283,44	283,44	0	4,89	0
1,4	282,57	282,57	284,3	0	0	4,89
1,5	283,36	282,25	283,44	4,89	0	4,89
1,6	285,17	283,65	283,44	4,89	4,89	4,89
1,7	286,9	282,54	283,44	4,89	4,89	4,89
1,8	286,9	282,25	283,44	4,89	4,89	4,89
1,9	286,57	283,25	283,44	4,89	4,89	4,89
2	286,71	283,36	283,44	4,89	4,89	4,89
2,1	293,44	283,32	285,26	9,77	4,89	9,77
2,2	294,3	283,54	284,25	9,77	9,77	9,77
2,3	294,3	283,36	283,32	9,77	9,77	14,66
2,4	295,17	284,3	283,54	14,66	14,66	9,77
2,5	300,2	297,95	305,25	85,66	85,66	96,25
2,6	302,5	300,82	307,26	86,66	86,66	85,6
2,7	305,24	308,47	308,47	100,55	100,55	98,25
2,8	309,36	308,74	308,74	143,32	142,26	142,45
2,9	312,36	310,06	310,06	140,89	140,54	140,72
3	315,54	310,52	310,52	135,65	135,67	134,67
3,1	316,24	310,4	310,4	134,46	132,94	132,94
3,2	317,55	316,19	311,19	132,66	130,35	129,48
3,3	320,61	322,14	320,19	130,66	126,89	125,16
3,4	322,74	322,67	320,57	125,46	126,89	121,7
3,5	321,42	323,08	320,85	129,66	126,43	126,51
3,6	327,97	326,19	326,5	122,55	121,7	123,05

3,7	328,97	327,04	329,66	123,66	124,3	120,45
3,8	329,32	328,24	330,05	124,66	123,36	126,13
3,9	329,77	328,06	330,59	125,53	126,3	126,45
4	329,61	328,49	331,83	123,65	123,6	120,45
4,1	330,16	328,27	331,79	120,36	118,24	118,05
4,2	331,58	327,82	332,79	100,4	115,64	116,51
4,3	331,62	328,79	332,59	119,1	112,18	112,56
4,4	335,76	329,5	333,09	115,26	109,59	103,53
4,5	336,28	329,95	334,79	116,53	107,86	100,07
4,6	337,23	329,55	335,79	116,51	107,86	108,34
4,7	337,89	330,02	336,09	113,05	106,99	104,02
4,8	338,32	331,47	337,79	112,45	106,99	106,13
4,9	338,27	332,94	338,09	110,13	106,99	103,53
5	339,05	331,37	338,59	113,53	106,13	102,07
5,1	340,52	332,15	339,99	110,07	106,13	106,13
5,2	346,52	333,69	347,15	108,34	106,13	103,53
5,3	345,65	334,78	347,75	104,02	106,13	100,07
5,4	344,79	345,76	347,97	105,42	106,13	106,13
5,5	347,38	347,15	347,44	97,96	105,26	104,53
5,6	347,38	347,75	347,9	95,37	105,26	102,07
5,7	348,72	347,97	348,3	92,77	105,26	104,26
5,8	348,25	347,44	348,71	92,77	105,26	107,3
5,9	349,25	347,9	349,13	91,04	104,4	103,32
6	347,15	348,3	350,72	98,45	104,4	103,6
6,1	347,75	348,71	350,21	94,99	104,4	103,3
6,2	347,97	349,13	350,84	92,39	103,53	98,65
6,3	347,44	350,72	350,37	88,94	102,67	95,24
6,4	347,9	351,48	352,48	91,48	100,07	99,36
6,5	348,3	351,73	352,73	89,25	98,34	95,75
6,6	348,71	351,29	352,29	86,25	96,61	94,02
6,7	349,13	351,67	352,67	81,91	94,88	82,77
6,8	348,25	351,49	352,49	77,58	91,42	82,77
6,9	348,36	351,77	353,09	81,91	89,69	81,04
7	349,35	354,36	352,71	80,18	87,1	80,18
7,1	349	353,96	353,46	78,45	85,37	79,31
7,2	350,25	353,09	354,42	77,58	81,91	78,45
7,3	353,92	352,71	354,12	80,18	79,31	77,58
7,4	355,65	353,46	355,41	77,58	77,58	77,58
7,5	355,38	354,42	355,24	78,45	72,39	75,85
7,6	354,36	354,12	356,25	77,58	69,8	75,85
7,7	355,55	355,41	350,9	70,66	65,48	75,85
7,8	355,11	356,41	356,96	70,66	63,75	72,39
7,9	352,15	356,54	357,82	64,61	62,02	72,39
8	355,77	356,95	358,25	64,61	60,29	71,53
8,1	353,58	356,21	357,95	61,15	57,69	71,53

8,2	354,91	357,38	355,41	58,56	58,56	71,53
8,3	355,72	354,36	355,24	9,77	9,77	14,66
8,4	356,52	356,96	356,25	9,77	9,77	0
8,5	357,65	356,25	350,9	9,77	14,66	0
8,6	356,92	356,32	356,96	9,77	9,77	9,77
8,7	355,65	358,36	357,82	9,77	9,77	14,66
8,8	357,38	358,95	358,25	9,77	9,77	14,66
8,9	358,36	359,11	357,95	9,77	9,77	4,89
9	359,55	356,92	351,77	9,77	9,77	4,89
9,1	359,11	355,65	355,12	8,86	8,11	22,54
9,2	359,15	357,38	354,36	7,85	7,2	22,29
9,3	361,28	358,36	358,2	5,87	6,14	21,33
9,4	363,01	359,55	350,9	7,97	6,89	5,79
9,5	365,61	360,25	363,12	7,38	7,43	4,3
9,6	362,15	362,36	366,85	6,36	7,28	0,63
9,7	362,74	362,15	364,07	7,75	6,15	1,52
9,8	363,25	362,25	361,18	4,2	5,62	0
9,9	363,24	363,36	362,63	2,95	5,2	0,81
10	363,45	363,21	362,63	5,8	6,78	8,72
10,1	363,36	363,25	362,55	5,51	5,72	7,42
10,2	363,45	363,36	363,88	5,22	5,15	5,49
10,3	363,56	363,47	365,23	4,98	4,33	5,3
10,4	364,56	364,25	364,36	4,96	4,15	5,99
10,5	364,54	364,21	363,01	4,62	3,32	3,02
10,6	365,25	364,36	365,06	4,61	3,78	3,67
10,7	364,25	364,98	365,23	4,59	2,64	1,39
10,8	367,25	365,25	361,77	4,46	2,12	1,44
10,9	366,35	365,24	365,23	4,43	1,73	0,82
11	367,24	365,25	364,26	1,17	1,95	1,6
11,1	368,25	367,36	363,5	1,85	1,09	0,47
11,2	367,25	367,25	367,06	0,26	0,35	0,7
11,3	368,26	367,85	367,77	2,61	0,78	2,86
11,4	369,35	367,54	367,77	1,23	0,5	1,59
11,5	369,25	368,25	367,77	0,99	1,1	0,24
11,6	369,25	368,14	366,47	0,94	1,89	0,66
11,7	373,39	368,94	367,63	1,67	0,71	1,58
11,8	373,39	370,2	370,04	1,68	0,6	1,42
11,9	373,36	370,14	371,18	1,39	2,23	1,83
12	373,59	372,5	372,15	1,6	1,81	1,07

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 600 W AFR 110:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,25	278,79	278,79	0,77	5,2	0,23
0,2	274,65	278,79	273,92	0,77	4,04	1,6
0,3	275,65	272,19	278,79	0,77	0,47	1,6
0,4	274,79	278,92	278,79	0,9	5,2	9
0,5	277,37	278,79	278,79	0,83	0,47	9
0,6	279,11	278,92	278,79	0,83	6,07	8,18
0,7	277,25	278,79	278,79	0,83	1,74	7,31
0,8	270,74	275,65	273,06	0,83	6,9	6
0,9	273,44	278,79	278,79	0,83	0,01	6
1	278,36	278,06	278,79	7,09	8,66	0,72
1,1	270,36	275,65	278,79	0,9	2,61	3,8
1,2	270,36	275,65	278,79	7,09	0,88	2,99
1,3	272,09	278,06	278,79	0,29	6,9	0,23
1,4	272,57	278,79	278,79	2,02	0,88	1,6
1,5	273,36	278,79	275,65	2,88	8,66	1,6
1,6	275,17	278,79	278,79	3,7	9,15	9
1,7	276,9	272,19	278,79	4,01	0,09	9
1,8	276,9	281,04	276,52	0,48	0	8,18
1,9	286,57	280,12	275,65	7,21	0,09	7,31
2	286,71	282,23	278,79	4,09	5,69	6
2,1	283,44	280,28	278,79	9,77	1,7	6
2,2	284,3	289,1	285,5	9,77	0,09	0,72
2,3	284,3	289,99	285,5	9,77	8,08	3,8
2,4	285,17	289,99	285,5	14,66	0	2,99
2,5	280,2	289,99	285,5	5,66	6,07	0,23
2,6	282,5	288,285	283,5	6,66	6,07	1,6
2,7	289,24	283,64	283,3	0,55	0,07	1,6
2,8	309,36	301,74	283,3	3,32	5,2	9
2,9	302,36	301,74	285,5	127,89	128,9	127,96
3	305,54	301,74	285,5	125,65	124,88	127,75
3,1	306,24	301,74	303,33	124,46	123,88	126,89
3,2	307,55	311,74	302,47	122,66	124,47	126,02
3,3	310,61	312,74	305,93	120,66	125,47	126,02
3,4	311,74	312,74	305,06	125,46	124,47	125,16
3,5	311,41	322,74	305,93	119,66	119,19	114,29
3,6	317,97	325,14	316,79	112,55	119,19	113,43
3,7	318,97	325,14	316,79	113,66	119,19	113,43
3,8	319,31	325,14	316,79	114,66	119,19	110,83
3,9	319,77	321,14	318,52	115,53	119,19	111,7
4	319,61	321,88	315,93	113,65	119,19	110,83
4,1	320,16	325,74	320,79	110,36	118,52	110,83

4,2	321,58	320,88	319,39	100,4	116,79	110,83
4,3	321,62	321,74	319,39	109,1	106,79	100,83
4,4	325,76	322,61	323,33	105,26	106,79	107,37
4,5	326,28	322,47	322,47	106,53	106,79	108,24
4,6	327,23	325,2	325,93	106,51	105,91	107,37
4,7	327,89	324,24	325,26	103,05	104,91	107,37
4,8	328,32	324,34	325,93	102,45	105,91	106,51
4,9	332,27	334,34	326,79	100,13	105,06	105,64
5	336,05	336,36	326,79	103,53	102,47	103,91
5,1	330,52	336,36	333,6	90,07	92,18	96,51
5,2	336,52	336,36	334,2	98,34	92,18	93,91
5,3	335,65	336,36	335,93	94,02	91,32	93,05
5,4	334,79	336,07	338,52	95,42	91,32	93,05
5,5	337,38	339,52	333,98	97,96	91,32	92,18
5,6	337,38	339,74	332,85	95,37	91,32	92,18
5,7	338,72	339,74	333,73	82,77	80,45	81,32
5,8	338,25	339,74	335,44	82,77	80,45	80,45
5,9	339,25	336,88	336,33	81,04	80,45	80,45
6	337,15	339,74	338,9	88,45	80,45	89,59
6,1	337,75	336,88	333,63	84,88	80,45	87,86
6,2	337,97	339,74	334,09	83,38	88,58	87,86
6,3	337,44	339,74	334,96	88,84	88,58	87,86
6,4	337,9	336,88	335,83	81,48	88,58	86,99
6,5	338,3	332,69	337,55	88,35	82,18	85,26
6,6	342,71	339,74	330,15	86,35	82,18	86,99
6,7	343,13	340,39	333,74	81,81	81,32	86,13
6,8	342,25	341,26	344,47	77,57	71,32	74,4
6,9	342,36	342,99	345,34	71,91	71,32	73,53
7	343,34	342,99	342,06	70,17	71,32	74,4
7,1	343	341,26	342,93	77,45	70,45	71,8
7,2	340,25	342,12	342,29	77,57	70,45	72,67
7,3	343,32	342,99	345,93	70,17	70,45	72,67
7,4	345,65	344,72	345,46	77,57	70,45	71,8
7,5	345,32	346,45	345,93	77,45	70,45	71,8
7,6	344,36	345,34	346,79	66,58	69,59	50,07
7,7	345,55	342,34	346,79	60,66	69,59	58,34
7,8	345,11	344,96	346,79	60,66	69,59	51,8
7,9	342,15	348,46	348,52	64,61	66,62	50,07
8	355,77	349,42	349,93	54,51	55,52	58,34
8,1	353,58	355,96	346,79	51,15	55,52	55,21
8,2	354,91	355,83	355,56	58,55	55,99	58,34
8,3	355,72	355,69	352,47	49,55	54,23	58,34
8,4	356,52	355,1	353,33	56,55	51,64	57,48
8,5	357,65	358,55	354,2	55,58	51,64	56,61
8,6	356,92	355,23	354,2	46,44	49,04	46,61

8,7	355,65	354,55	353,33	47,31	49,04	45,75
8,8	357,38	355,77	352,47	47,31	48,18	45,75
8,9	358,36	355,15	355,56	0	7,31	4
9	353,55	359,91	358,47	0,08	6,05	4,02
9,1	356,11	353,37	353,33	0	6,05	4,02
9,2	356,15	355,77	354,8	2	0,72	4,02
9,3	351,28	355,1	354,8	1	3,85	4,02
9,4	353,01	355,83	353,33	0,77	2,99	1,42
9,5	355,61	359,91	358,47	1	6	1,42
9,6	352,15	355,83	355,93	2	6	2,2
9,7	352,74	359,04	356,79	0,77	2,99	1,42
9,8	361,25	362,02	359,39	0,77	8,18	0,56
9,9	361,24	363,75	359,39	0,77	9	0,56
10	361,45	362,88	359,39	0,77	0,72	0,6
10,1	361,36	361,15	361,23	0,77	1,6	0,6
10,2	361,45	362,88	361,72	1	3,8	0,03
10,3	361,56	363,75	362,32	9,91	3,8	0,03
10,4	364,56	362,21	362,32	0,77	9	7,1
10,5	364,54	362,88	362,32	0,77	6	7,1
10,6	365,25	363,75	362,57	0,77	0,77	6,23
10,7	364,25	362,21	361,71	0,9	2,99	7,06
10,8	365,25	364,61	361,71	0,83	0,23	0,77
10,9	366,35	363,34	363,68	0,83	1,6	0,77
11	365,24	360,29	363,55	0,83	1,6	0,77
11,1	364,25	369,42	364,41	0,83	9	0,96
11,2	365,25	360,29	364,41	0,83	9	6,83
11,3	364,26	362,88	366,14	7,09	8,18	6,83
11,4	364,35	366,83	364,87	0,9	7,31	6,83
11,5	364,25	364,61	364,74	7,09	6	6,83
11,6	364,25	364,31	363,68	0,29	6	6,83
11,7	365,34	366,83	363,55	2,02	0,72	7,69
11,8	370,34	368,07	364,41	2,88	3,8	0,96
11,9	370,36	370,36	370,41	3,7	2,99	7,69
12	370,54	370,25	370,14	0,01	0,36	0,24

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan

600 W AFR 111:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,25	278,79	278,79	3,77	5,2	0,23
0,2	274,65	278,79	273,92	3,77	4,04	1,6
0,3	275,65	272,19	278,79	3,77	0,47	1,6
0,4	274,79	278,92	278,79	3,9	5,2	9
0,5	277,37	278,79	278,79	3,83	0,47	9
0,6	279,11	278,92	278,79	3,83	6,07	6,16
0,7	277,25	278,79	278,79	3,83	1,74	7,31

0,8	270,74	275,65	273,06	3,83	6,9	6
0,9	273,44	278,79	278,79	3,83	0,01	6
1	278,36	278,06	278,79	7,39	8,66	0,72
1,1	270,36	275,65	278,79	3,9	2,61	3,6
1,2	270,36	275,65	278,79	7,39	0,88	2,99
1,3	272,09	278,06	278,79	3,29	6,9	0,23
1,4	272,57	278,79	278,79	2,32	0,88	1,6
1,5	273,36	278,79	275,65	2,88	8,66	1,6
1,6	275,17	278,79	278,79	3,7	9,15	9
1,7	276,9	272,19	278,79	4,31	0,09	9
1,8	276,9	281,04	276,52	3,48	0	6,16
1,9	286,57	280,12	275,65	7,21	0,09	7,31
2	286,71	282,23	278,79	4,39	5,69	6
2,1	283,44	280,28	278,79	9,77	1,7	6
2,2	284,3	289,1	285,5	9,77	0,09	0,72
2,3	284,3	289,99	285,5	9,77	8,08	3,6
2,4	285,17	289,99	285,5	14,66	0	2,99
2,5	280,2	289,99	285,5	5,66	6,07	0,23
2,6	282,5	288,285	283,5	6,66	6,07	1,6
2,7	289,24	283,64	283,3	3,55	0,07	1,6
2,8	309,36	301,74	283,3	3,32	5,2	9
2,9	302,36	301,74	285,5	0,09	8,9	7,96
3	305,54	301,74	285,5	8,08	4,88	7,75
3,1	306,24	301,74	303,33	0	3,88	6,69
3,2	307,55	311,74	302,47	6,07	4,47	6,02
3,3	310,61	312,74	305,93	124,89	125,47	125,02
3,4	311,74	312,74	305,06	120,66	124,47	125,16
3,5	311,41	322,74	305,93	122,55	120,2	124,29
3,6	317,97	325,14	316,79	120,66	120,2	123,43
3,7	318,97	325,14	316,79	114,66	120,2	123,43
3,8	319,31	325,14	316,79	115,53	115,15	114,83
3,9	319,77	321,14	318,52	100,4	115,15	111,7
4	319,61	321,88	315,93	119,1	115,15	114,83
4,1	320,16	325,74	320,79	115,26	118,52	114,83
4,2	321,58	320,88	319,39	116,53	116,75	110,83
4,3	321,62	321,74	319,39	116,51	106,75	100,83
4,4	325,76	322,61	323,33	113,05	106,79	107,37
4,5	326,28	322,47	322,47	112,45	106,79	108,24
4,6	327,23	325,2	325,93	100,13	100,91	107,37
4,7	327,89	324,24	325,26	100,13	104,91	107,37
4,8	328,32	324,34	325,93	103,53	100,91	106,51
4,9	332,27	334,34	326,79	90,07	95,06	95,64
5	336,05	336,36	326,79	98,34	92,47	93,91
5,1	330,52	336,36	333,6	94,02	92,18	96,51
5,2	336,52	336,36	334,2	95,42	92,18	93,91

5,3	335,65	336,36	335,93	97,96	91,32	93,05
5,4	334,79	336,07	338,52	95,37	91,32	93,05
5,5	337,38	339,52	333,98	82,77	91,32	92,18
5,6	337,38	339,74	332,85	88,34	91,32	92,18
5,7	338,72	339,74	333,73	84,02	80,45	81,32
5,8	338,25	339,74	335,44	85,42	80,45	80,45
5,9	339,25	336,88	336,33	87,86	80,45	80,45
6	337,15	339,74	338,9	85,37	80,45	80,59
6,1	337,75	336,88	333,63	77,57	70,45	77,76
6,2	337,97	339,74	334,09	71,91	77,57	77,76
6,3	337,44	339,74	334,96	70,17	77,57	77,76
6,4	337,9	336,88	335,83	77,45	77,57	76,99
6,5	338,3	332,69	337,55	77,57	72,17	75,26
6,6	342,71	339,74	330,15	70,17	72,17	76,99
6,7	343,13	340,39	333,74	77,57	71,32	76,13
6,8	342,25	341,26	344,47	77,45	71,32	74,4
6,9	342,36	342,99	345,34	77,57	71,32	73,53
7	343,34	342,99	342,06	71,91	71,32	74,4
7,1	343	341,26	342,93	79,17	70,45	61,8
7,2	340,25	342,12	342,29	66,56	60,45	62,66
7,3	343,32	342,99	345,93	61,91	60,45	62,66
7,4	345,65	344,72	345,46	60,16	60,45	61,8
7,5	345,32	346,45	345,93	66,45	60,45	61,8
7,6	344,36	345,34	346,79	66,56	66,56	60,06
7,7	345,55	342,34	346,79	60,16	66,56	68,34
7,8	345,11	344,96	346,79	66,56	66,56	61,8
7,9	342,15	348,46	348,52	66,45	66,62	60,06
8	355,77	349,42	349,93	55,58	55,52	56,34
8,1	353,58	355,96	346,79	50,55	50,52	50,21
8,2	354,91	355,83	355,56	40,44	44,99	48,34
8,3	355,72	355,69	352,47	44,41	44,23	48,34
8,4	356,52	355,1	353,33	44,41	41,64	47,48
8,5	357,65	358,55	354,2	41,14	41,64	46,61
8,6	356,92	355,23	354,2	48,44	49,04	46,61
8,7	355,65	354,55	353,33	49,44	49,04	44,74
8,8	357,38	355,77	352,47	46,44	44,18	45,75
8,9	358,36	355,15	355,56	44,48	47,31	32
9	353,55	359,91	358,47	36,33	36,05	32,02
9,1	356,11	353,37	353,33	37,31	36,05	32,02
9,2	356,15	355,77	354,8	37,31	30,72	32,02
9,3	351,28	355,1	354,8	36,05	33,85	32,02
9,4	353,01	355,83	353,33	36,05	32,99	31,32
9,5	355,61	359,91	358,47	0,72	5	1,32
9,6	352,15	355,83	355,93	2	5	2,2
9,7	352,74	359,04	356,79	1	2,99	1,32

9,8	361,25	362,02	359,39	0,77	0,1	0,56
9,9	361,24	363,75	359,39	1	9	0,56
10	361,45	362,88	359,39	2	0,72	0,6
10,1	361,36	361,15	361,23	0,77	1,5	0,6
10,2	361,45	362,88	361,72	0,77	3	0,03
10,3	361,56	363,75	362,32	0,77	3	0,03
10,4	364,56	362,21	362,32	0,77	9	7,1
10,5	364,54	362,88	362,32	0,77	5	7,1
10,6	365,25	363,75	362,57	1	0,77	6,23
10,7	364,25	362,21	361,71	9,91	2,99	7,06
10,8	365,25	364,61	361,71	0,77	0,23	0,77
10,9	366,35	363,34	363,68	0,77	1,5	0,77
11	365,24	360,29	363,55	0,77	1,5	0,77
11,1	364,25	369,42	364,41	0,9	9	0,96
11,2	365,25	360,29	364,41	0,83	9	6,83
11,3	364,26	362,88	366,14	0,83	0,1	6,83
11,4	364,35	366,83	364,87	0,83	7,31	6,83
11,5	364,25	364,61	364,74	0,83	5	6,83
11,6	364,25	364,31	363,68	0,83	5	6,83
11,7	365,34	366,83	363,55	7,09	0,72	7,69
11,8	370,34	368,07	364,41	0,9	3	0,96
11,9	370,36	370,36	370,41	7,09	2,99	7,69
12	370,54	370,25	370,14	0,29	0,35	0,23

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan

700 W AFR 9:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	278,48	270,9	278,28	5,77	0	0
0,2	278,48	278,22	278,84	0	5,77	0
0,3	278,48	278,22	278,28	0,66	5,26	5,77
0,4	278,48	278,79	278,28	0,66	0,66	5,77
0,5	278,48	278,28	278,28	0	5,26	0
0,6	278,62	278,28	278,84	0,66	5	0,85
0,7	278,62	272,87	278,28	0,66	0,66	5,77
0,8	278,62	278,47	278,28	0	0	0
0,9	278,78	278,24	278,28	5,77	0,66	0
1	278,78	270,8	278,28	5,77	0,66	0,66
1,1	278,78	272,29	278,28	0,66	0,66	0
1,2	278,86	278,99	278,84	0,66	5,26	5,26
1,3	278,86	278,99	278,28	0,85	0	0,85
1,4	278,72	278,78	278,84	5,26	5,26	0
1,5	279,89	288,88	278,28	0,66	5,26	0
1,6	279,89	276,82	278,84	5,77	0	0
1,7	279,89	278,68	278,28	0,66	5,26	5,26
1,8	278,48	278,68	278,28	0,85	0,66	5,26

1,9	278,48	278,68	278,28	0,66	5,26	5,77
2	278,48	278,68	278,28	5,77	5,26	0
2,1	278,48	278,68	278,28	5,77	5,26	5,26
2,2	278,48	278,68	278,28	0,66	5,26	5,26
2,3	278,24	277,38	278,28	5,77	5,26	5,26
2,4	278,24	278,76	278,81	5,77	0	5,26
2,5	279,1	279,42	278,81	0,66	5,26	5,26
2,6	279,1	279,42	278,81	5,77	5,77	5,26
2,7	279,1	279,42	278,81	0,85	5,26	0
2,8	279,97	279,42	278,81	0,85	5,26	5,5
2,9	279,97	279,42	278,81	5,77	5,26	5,26
3	279,97	279,42	278,81	5,77	0,85	5,26
3,1	278,24	274,18	278,81	5,77	0	5,26
3,2	278,24	278,08	278,81	5,77	5,26	5,26
3,3	278,24	276,78	278,81	0,66	5,26	5,26
3,4	278,24	278,81	278,81	5,77	5,26	5,77
3,5	279,1	278,81	279,37	5,77	5,26	5,26
3,6	279,1	278,51	279,37	5,77	5,26	0
3,7	279,96	278,51	279,37	5,77	5,26	0
3,8	279,96	279,51	279,37	0,85	0	0
3,9	279,83	279,51	279,79	0	0,66	0
4	279,83	279,51	279,33	5,77	5,26	5,26
4,1	280,83	280,51	280,8	5,77	5,26	0,85
4,2	280,83	280,51	280,8	5,77	5,26	5
4,3	280,83	280,51	281,92	5,77	5,26	0
4,4	280,83	280,51	281,92	5,77	5,26	0
4,5	280,83	280,51	280,8	0,66	5,26	0,85
4,6	280,83	280,51	280,8	5,77	5,26	5,77
4,7	280,83	280,51	281,92	5,77	5,26	5,26
4,8	280,83	280,51	281,92	5,77	0	5,26
4,9	280,83	280,37	280,72	5,77	0	5,77
5	280,83	280,37	280,72	0,85	5,26	5,26
5,1	280,83	280,37	280,72	5,77	5,26	5,26
5,2	280,83	280,37	280,72	5,77	5,26	5,26
5,3	282,83	282,37	281,59	5,77	0,85	0
5,4	282,83	282,37	281,59	5,77	5,26	0
5,5	282,83	282,24	281,59	5,77	5,26	5,26
5,6	282,83	282,24	282,45	5,77	5,26	0
5,7	281,42	282,24	282,45	5,77	0	0,66
5,8	281,42	282,24	282,45	5,77	5,26	5,26
5,9	282,42	280,24	283,45	5,77	5,26	5,26
6	282,42	280,24	283,32	5,77	5,26	5,26
6,1	282,42	282,1	283,32	5,77	0	5,26
6,2	282,42	282,1	285,65	0,66	5,26	5,26
6,3	282,42	282,1	285,65	5,77	5,26	5,26

6,4	282,42	282,1	283,92	5,77	0	0
6,5	283,08	282,97	283,92	0,85	5,26	5,26
6,6	283,08	282,97	285,65	5,77	5,26	5,26
6,7	281,08	281,97	283,92	0,85	5,26	0
6,8	281,08	281,97	283,92	5,77	5,26	5,77
6,9	281,08	282,83	285,65	5,77	5,26	5,26
7	283,08	283,83	283,92	5,77	5,26	5,26
7,1	283,08	283,83	283,06	5,77	0	5
7,2	283,15	283,83	285,65	0,66	5,26	5,77
7,3	283,15	283,83	284,89	5,77	5,26	5,26
7,4	283,15	283,7	283,92	5,77	5,26	5,26
7,5	282,02	283,7	283,06	5,77	0,66	5,26
7,6	282,02	284,56	284,89	5,77	5,26	5,26
7,7	282,02	284,56	283,92	5,77	5,26	5,26
7,8	282,56	284,56	285,65	0,85	5,26	5,26
7,9	282,56	284,56	284,89	0,85	5,26	0,85
8	282,43	285,43	284,92	0,66	5,26	5
8,1	282,43	285,43	284,06	5,77	5,26	5,26
8,2	282,43	285,43	284,89	5,77	5,26	5,26
8,3	282,43	285,43	284,89	0,85	5,26	0
8,4	282,43	285,43	282,19	0,85	0,66	5,26
8,5	282,29	285,43	284,92	5,77	0,66	5,26
8,6	282,29	285,43	284,89	5,77	5,26	5,26
8,7	282,29	287,16	283,92	5,77	5,26	5
8,8	282,16	287,16	284,89	0,85	0	5,26
8,9	282,16	287,16	286,65	5,77	5,26	0,66
9	282,16	288,02	284,89	5,77	5,26	5,26
9,1	282,16	288,02	283,06	5,77	0,85	5,26
9,2	282,16	288,02	286,65	5,77	0	5,26
9,3	282,02	288,02	286,65	0,85	5,26	5,26
9,4	282,02	288,02	283,06	5,77	5,26	5,26
9,5	282,02	288,89	284,89	0,66	5,26	5,26
9,6	282,02	288,89	284,89	5,77	0,85	5,26
9,7	282,02	288,89	284,89	5,77	0,66	0,85
9,8	282,89	288,89	288,19	5,77	5,26	5,26
9,9	282,89	288,89	285,65	0,85	5,26	5,26
10	282,89	289,75	284,89	5,77	5,26	5,26
10,1	282,89	289,75	289,92	5,77	5,26	5,26
10,2	280,48	290,62	290,56	5,77	5,26	5,26
10,3	281,48	291,62	294,02	5,77	5,26	5,26
10,4	281,48	291,48	291,42	5,77	5,26	0,85
10,5	281,48	291,48	292,29	0,85	5,26	0
10,6	281,35	291,48	294,02	5,77	0	5,26
10,7	281,35	292,35	294,88	0,85	5,26	5,26
10,8	282,22	292,35	297,48	5,77	5,26	0

10,9	282,22	292,35	297,48	5,77	5,26	5,26
11	282,22	293,21	294,99	5,77	5	5,26
11,1	282,22	293,21	293,06	0,85	0,66	5,26
11,2	283,22	294,08	295,65	0,85	5,26	5,26
11,3	283,22	294,94	294,99	5,77	0	5,26
11,4	283,22	295,81	294,99	5,77	0,85	5,26
11,5	283,15	295,81	299,38	5,77	5,26	0,85
11,6	283,15	295,81	295,65	5,77	5,26	5,26
11,7	283,15	295,81	294,99	5,77	5,26	5,26
11,8	285,83	296,81	293,93	0,66	5,26	5,26
11,9	285,83	296,81	296,65	5,77	5,26	0
12	284,82	296,827	293,92	5,77	0	0

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 700 W AFR 10:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,79	276,52	277,38	9,27	2,1	2,1
0,2	276,92	276,52	276,52	2,1	9,27	2,1
0,3	272,19	276,79	276,65	2,1	9,55	2,1
0,4	276,79	276,65	276,65	2,1	8,01	7,89
0,5	276,79	276,52	277,38	9,27	9,27	9,55
0,6	276,06	276,92	276,52	9,27	8,01	8,01
0,7	276,06	276,79	276,52	7,89	8,01	9,55
0,8	276,65	276,52	276,65	8,01	8,01	8,01
0,9	276,92	276,79	276,79	8,01	9,27	8,01
1	276,06	276,92	276,52	8,01	9,27	8,01
1,1	276,65	276,52	276,52	8,01	3,75	8,01
1,2	276,92	276,65	276,65	8,01	3,75	2,1
1,3	276,92	276,65	276,65	8,01	3,75	8,01
1,4	276,79	276,65	276,65	8,01	3,75	9,55
1,5	276,79	276,65	277,38	8,01	3,75	7,89
1,6	276,92	276,79	276,52	8,01	4,01	8,01
1,7	276,79	276,79	276,65	8,01	2,88	8,01
1,8	276,65	276,65	276,52	8,01	4,01	2,25
1,9	276,79	276,92	276,65	8,01	2,88	2,25
2	276,92	276,06	277,38	8,01	2,88	2,25
2,1	276,92	276,65	276,65	8,01	2,88	2,25
2,2	276,65	276,79	276,92	7,89	3,75	2,25
2,3	276,92	276,92	276,52	3,75	2,02	4,01
2,4	276,06	276,65	277,38	3,75	1,15	2,88
2,5	276,65	276,79	276,52	3,75	1,15	4,01
2,6	276,79	276,92	276,65	3,75	2,02	2,88
2,7	276,33	276,92	276,79	3,75	2,02	2,88
2,8	276,79	276,65	276,52	4,01	2,02	2,88

2,9	276,79	276,92	277,38	2,22	2,02	2,25
3	276,92	276,79	276,52	4,01	2,02	2,02
3,1	276,92	276,79	276,52	2,22	9,27	1,15
3,2	276,79	276,79	276,65	2,22	7,89	1,15
3,3	276,79	276,92	276,52	2,22	7,89	2,02
3,4	276,92	276,79	276,79	3,75	9,27	2,02
3,5	276,92	276,79	276,65	2,02	7,89	2,02
3,6	276,65	276,92	278,25	1,15	7,89	2,02
3,7	276,79	276,06	276,52	1,15	9,27	2,02
3,8	276,06	276,65	276,52	2,02	9,27	7,89
3,9	276,92	276,79	276,52	2,02	7,89	9,27
4	276,79	276,06	276,52	2,02	7,89	9,27
4,1	276,92	276,65	276,52	2,02	7,89	7,89
4,2	276,06	276,79	276,92	2,02	7,89	7,89
4,3	276,79	276,79	276,52	9,27	2,1	7,89
4,4	278,92	278,65	278,65	7,89	7,89	7,89
4,5	278,06	278,79	276,52	7,89	7,89	2,1
4,6	278,92	278,92	278,38	9,27	7,89	7,89
4,7	278,79	278,92	276,52	9,27	7,89	7,89
4,8	278,92	278,79	278,92	7,89	7,89	7,89
4,9	278,65	278,79	276,52	3,89	8,24	3,89
5	278,65	278,79	276,52	3,89	8,24	3,89
5,1	278,92	276,52	278,65	3,89	8,24	8,24
5,2	278,92	278,65	278,92	2,1	8,24	8,24
5,3	278,65	278,65	278,38	3,89	8,24	8,24
5,4	273,92	273,92	276,52	3,89	8,24	8,24
5,5	279,92	280,79	279,92	3,89	8,24	8,24
5,6	280,65	279,92	280,38	3,89	8,24	8,24
5,7	279,92	279,92	280,52	3,89	8,24	8,24
5,8	279,06	279,06	280,52	8,24	9,23	8,24
5,9	280,65	279,92	280,52	8,24	9,23	8,24
6	280,79	280,79	280,38	8,24	9,23	9,23
6,1	281,92	281,92	281,65	8,24	9,23	9,23
6,2	281,06	281,92	281,79	8,24	9,23	9,23
6,3	281,79	281,79	281,38	8,24	9,23	9,23
6,4	281,92	281,52	281,52	3,89	3,89	3,89
6,5	281,65	281,65	281,65	3,89	3,89	3,89
6,6	281,79	281,79	281,38	9,23	9,23	9,23
6,7	281,92	281,79	281,52	3,89	3,89	3,89
6,8	282,06	282,79	282,65	7,89	7,89	7,89
6,9	282,79	282,79	282,38	7,89	7,89	7,89
7	282,79	282,79	282,65	7,89	7,89	7,89
7,1	282,19	282,92	282,52	7,89	7,89	7,89
7,2	282,92	282,92	282,52	7,89	7,89	7,89
7,3	283,79	283,79	283,38	7,89	7,89	7,89

7,4	283,92	283,79	283,52	7,89	7,89	7,89
7,5	283,79	283,92	283,52	9,27	9,27	9,27
7,6	283,65	283,79	283,38	7,36	7,36	7,36
7,7	283,79	283,79	283,52	7,36	7,36	7,36
7,8	284,06	284,79	284,38	7,36	7,36	7,36
7,9	284,65	284,79	284,38	7,36	7,36	7,36
8	284,65	284,79	284,52	7,36	7,36	7,36
8,1	284,06	284,06	284,25	7,36	7,36	7,36
8,2	284,79	284,79	284,38	7,23	7,23	7,23
8,3	285,85	285,85	285,38	7,23	7,23	7,23
8,4	285,85	285,85	285,11	7,23	7,23	7,23
8,5	285,19	285,85	285,52	7,23	7,23	7,23
8,6	285,65	285,85	285,25	7,36	7,36	7,36
8,7	285,85	285,85	285,38	7,89	7,89	7,89
8,8	285,92	285,65	285,11	9,27	9,27	9,27
8,9	285,92	285,85	285,25	7,89	7,89	7,89
9	285,65	285,85	285,25	9,27	9,27	9,27
9,1	285,06	285,52	285,98	9,27	9,27	9,27
9,2	284,06	284,65	285,11	9,27	9,27	9,27
9,3	286,65	286,85	278,25	9,27	9,27	9,27
9,4	286,92	286,85	278,25	9,27	9,27	9,27
9,5	286,92	286,06	285,11	9,27	9,27	9,27
9,6	284,65	285,52	284,25	9,27	9,27	9,27
9,7	284,85	284,85	284,25	9,27	9,27	9,27
9,8	287,06	287,79	279,98	7,89	7,89	7,89
9,9	287,65	287,92	279,11	9,27	9,27	9,27
10	287,79	287,65	287,25	7,89	9,27	8,77
10,1	287,79	287,65	287,25	7,89	8,77	9,55
10,2	288,38	286,52	289,11	7,89	9,27	8,77
10,3	288,65	288,65	288,25	7,89	9,27	8,77
10,4	288,79	288,65	288,25	2,1	8,77	2,1
10,5	288,92	288,65	288,25	7,89	9,27	7,77
10,6	288,65	288,65	288,25	2,1	8,77	8,77
10,7	288,92	288,65	289,11	2,1	9,27	8,77
10,8	290,92	290,65	289,11	2,1	9,27	8,77
10,9	290,65	290,89	290,25	2,1	8,77	9,55
11	290,89	290,65	289,11	7,89	9,27	8,77
11,1	290,65	289,52	289,11	2,1	9,27	8,77
11,2	290,65	290,25	290,25	2,1	9,27	2,1
11,3	275,65	284,11	284,98	2,1	9,27	9,3
11,4	285,92	284,11	284,11	2,1	9,27	8,77
11,5	286,92	289,38	284,98	2,1	7,89	8,77
11,6	286,65	292,52	292,11	7,89	9,27	9,55
11,7	292,92	292,11	292,98	2,1	9,27	8
11,8	292,92	292,11	292,98	2,1	8,77	8,77

11,9	293,93	278,25	293,98	2,1	8,77	8,77
12	293,93	277,38	293,98	2,1	7,77	9,55

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 700 W AFR 11:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,79	276,62	275,52	5,2	5,69	6,69
0,2	273,92	276,62	275,52	5,2	5,69	6,69
0,3	272,19	276,79	275,79	5,2	5,69	6,69
0,4	277,79	276,66	275,55	5,2	5,69	6,69
0,5	277,79	276,62	275,52	4,07	5,69	6,69
0,6	273,06	273,92	273,92	4,07	5,69	6,69
0,7	273,06	276,79	275,79	5,2	6,55	6,66
0,8	275,65	276,62	275,52	4,07	5,69	6,69
0,9	273,92	276,79	275,79	4,07	6,55	6,66
1	273,06	273,92	273,92	4,9	6,55	6,66
1,1	275,65	276,62	275,52	4,07	5,69	6,69
1,2	273,92	276,66	275,55	4,07	4,8	4,8
1,3	273,92	276,66	275,55	7,8	5,69	6,69
1,4	277,79	276,66	275,55	4,9	6,55	6,66
1,5	277,79	275,65	275,55	4,07	5,69	6,69
1,6	273,92	277,79	277,79	4,07	6,55	6,66
1,7	277,79	277,79	277,79	4,07	6,55	6,66
1,8	275,65	275,65	275,55	4,07	6,55	6,66
1,9	277,79	277,92	277,92	4,07	6,55	6,66
2	273,92	277,06	276,06	4,07	6,55	6,66
2,1	273,92	275,65	275,65	4,07	6,55	6,66
2,2	271,29	277,79	276,79	4,07	6,55	6,66
2,3	273,06	277,92	276,92	4,07	7,4	7,4
2,4	273,92	275,65	275,65	4,07	6,55	6,66
2,5	273,92	277,79	276,79	4,9	6,55	6,66
2,6	273,92	277,92	276,92	4,07	7,4	7,4
2,7	273,92	277,92	276,92	5,2	7,4	7,4
2,8	273,92	275,65	275,65	4,07	6,55	6,66
2,9	277,79	277,92	276,92	4,9	6,55	6,66
3	277,79	277,79	276,79	4,9	8,08	8,08
3,1	277,79	277,79	276,79	4,07	7,4	7,4
3,2	277,79	277,79	276,79	4,07	7,4	7,4
3,3	277,79	277,92	276,92	4,9	7,4	7,4
3,4	275,65	277,79	276,79	4,07	8,08	8,08
3,5	275,65	277,79	276,79	4,07	7,4	7,4
3,6	275,65	277,92	276,92	4,07	7,4	7,4
3,7	275,79	278,06	278,06	4,07	7,4	7,4
3,8	276,06	275,65	275,65	4,07	7,4	7,4

3,9	276,92	278,79	278,79	4,07	7,4	7,4
4	275,79	278,06	278,06	4,07	7,4	7,4
4,1	276,92	275,65	275,65	4,07	7,4	7,4
4,2	277,77	277,26	276,26	4,9	7,4	7,4
4,3	272,57	277,26	276,26	4,07	7,4	7,4
4,4	277,77	277,26	276,26	4,9	27,4	27,4
4,5	278,44	295,44	294,44	4,07	129,129	129,129
4,6	272,57	295,57	294,57	4,07	128,12	128,12
4,7	277,77	295,57	294,57	4,07	127,12	127,12
4,8	272,57	294,3	294,3	4,07	127	127
4,9	278,44	295,44	294,44	4,07	124,12	124,12
5	278,44	295,57	294,57	4,36	126,15	126,16
5,1	278,57	300,33	300,33	9,36	122,02	122,02
5,2	278,57	300,45	300,45	2,36	121,02	121,02
5,3	276,8	302,02	302,02	3,37	120,75	120,76
5,4	283,44	301,02	301,02	3,37	103,75	103,76
5,5	285,44	300,75	300,75	7,119	102,75	102,76
5,6	285,57	311,71	311,71	0	96,06	96,06
5,7	285,57	313,44	313,44	0	96,06	96,06
5,8	284,3	312,57	312,57	0	96,06	96,06
5,9	285,44	311,71	311,71	0	96,96	96,96
6	285,57	310,84	310,84	4	98,34	98,34
6,1	280,28	315,44	315,44	6,15	96,61	96,61
6,2	280,45	315,44	315,44	2,02	94,88	94,88
6,3	282,02	315,57	315,57	1,02	94,02	94,02
6,4	281,02	315,57	315,57	0,05	94,02	94,02
6,5	280,75	314,3	314,3	3,05	94,02	94,02
6,6	283,75	315,44	315,44	2,05	94,02	94,02
6,7	282,75	315,57	315,57	0,34	92,29	92,29
6,8	285,06	316,33	316,33	0,34	92,29	92,29
6,9	288,52	316,45	316,45	0,4	91,42	91,42
7	280,36	316,83	316,83	5,05	91,42	91,42
7,1	281,12	316,7	316,7	4	89,69	89,69
7,2	281,98	312,56	312,56	4,02	89,69	89,69
7,3	281,98	312,7	312,7	3,02	88,83	88,83
7,4	282,85	315,91	315,91	4,02	87,96	87,96
7,5	284,58	317,64	317,64	3,15	87,1	87,1
7,6	287,17	328,52	328,52	3,15	87,1	87,1
7,7	283,44	328,52	328,52	2,2	87,1	87,1
7,8	283,44	328,52	328,52	3,2	87,1	87,1
7,9	284,3	328,52	328,52	1,42	86,23	86,23
8	281,71	322,97	322,97	2,2	83,64	83,64
8,1	282,57	326,22	326,22	3,56	82,77	82,77
8,2	293,44	328,32	328,32	0,56	81,04	81,04
8,3	292,57	328,99	328,99	0,56	79,31	79,31

8,4	291,71	322,99	322,99	0,6	77,58	77,68
8,5	291,57	332,45	332,45	0,6	76,72	76,72
8,6	299,44	338,98	338,98	0,03	76,72	76,72
8,7	293,57	338,64	338,64	0,06	76,72	76,72
8,8	294,94	338,58	338,58	0,06	75,85	76,86
8,9	295,57	338,58	338,58	0,06	75,85	76,86
9	293,44	338,58	338,58	0,06	74,99	74,99
9,1	299,57	338,58	338,58	0,1	74,99	74,99
9,2	291,71	338,7	338,7	0,1	74,12	74,12
9,3	299,57	342,56	342,56	0,1	73,26	73,26
9,4	293,44	348,7	348,7	0,1	73,26	73,26
9,5	293,44	344,34	344,34	6,23	72,39	72,39
9,6	299,57	345,86	345,86	5,3	69,31	69,31
9,7	291,71	345,86	345,86	5,3	69,31	69,31
9,8	294,42	345,86	345,86	1,04	8,45	8,46
9,9	294,98	346,02	346,02	0,1	8,45	8,46
10	294,98	346,02	346,02	0,31	0,58	0,68
10,1	292,85	346,89	346,89	0,31	4,99	4,99
10,2	294,58	345,25	345,25	0,31	4,12	4,12
10,3	297,47	345,26	345,26	0,31	4,12	4,12
10,4	295,63	355,28	355,28	0,45	3,2	3,2
10,5	293,43	353,51	353,51	0,45	3,2	3,2
10,6	298,44	353,51	353,51	0,45	2,39	2,39
10,7	290,04	353,51	353,51	0,5	0	0
10,8	290,9	351,7	351,7	2	0	0
10,9	291,77	352,56	352,56	1,64	5,48	6,48
11	291,77	351,7	351,7	2	1,53	1,63
11,1	290,9	354,35	354,35	2	1,53	1,63
11,2	291,77	355,16	355,16	2	1,53	1,63
11,3	293,5	365,16	365,16	2	4,99	4,99
11,4	294,36	365,16	365,16	2	2,39	2,39
11,5	295,23	366,02	366,02	2	2,39	2,39
11,6	296,25	366,02	366,02	2	1,53	1,63
11,7	295,25	366,89	366,89	2	1,53	1,63
11,8	296,26	365,25	365,25	2	0	0
11,9	296,32	365,26	365,26	1,64	2,39	2,39
12	296,24	365,28	365,28	1,64	0,3	0,3

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 700 W AFR 19:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,84	270,84	271,71	0	0	0
0,2	273,44	276,44	276,44	0	0	4,89
0,3	274,36	276,57	276,44	0	4,89	0

0,4	276,36	276,25	276,3	0	0	4,89
0,5	276,36	276,65	276,44	4,89	4,89	4,89
0,6	276,09	276,54	276,44	0	0	0
0,7	282,57	282,25	283,44	0	4,89	0
0,8	283,36	283,25	283,44	0	0	4,89
0,9	285,17	283,36	283,44	0	0	0
1	293,44	297,95	283,54	4,89	4,89	4,89
1,1	294,3	298,25	305,25	85,66	85,66	96,25
1,2	294,3	295,25	307,26	86,66	86,66	85,6
1,3	295,17	298,6	308,47	100,55	100,55	98,25
1,4	300,2	300,82	308,74	146,32	142,26	142,45
1,5	302,5	308,47	310,06	140,89	140,54	140,72
1,6	305,24	308,74	310,52	135,65	135,67	134,67
1,7	309,36	310,06	310,4	134,46	132,94	132,94
1,8	312,36	310,52	311,19	132,66	130,35	129,48
1,9	315,54	310,4	320,19	130,66	126,89	125,16
2	316,24	316,19	320,57	125,46	125,89	121,7
2,1	317,55	333,14	320,85	129,66	125,43	126,51
2,2	331,62	333,67	326,5	123,55	121,7	123,05
2,3	335,76	333,08	329,66	123,66	124,3	120,45
2,4	333,09	336,19	330,05	124,66	123,36	126,13
2,5	334,79	336,04	332,59	125,53	126,3	126,45
2,6	335,79	336,34	335,83	123,65	123,6	120,45
2,7	335,76	336,06	335,79	120,36	118,24	118,05
2,8	336,28	336,49	335,79	100,4	115,64	116,51
2,9	335,62	336,37	335,59	119,1	112,18	112,56
3	335,26	336,83	335,09	115,26	109,59	103,53
3,1	336,25	336,79	334,79	116,53	107,86	100,07
3,2	336,75	336,5	335,79	116,51	107,86	108,34
3,3	335,76	336,95	336,09	113,05	106,99	104,02
3,4	336,28	336,55	337,79	112,45	106,99	106,13
3,5	336,23	336,02	338,09	110,13	105,99	103,53
3,6	336,89	335,47	338,59	113,53	106,13	102,07
3,7	336,32	336,94	339,99	110,07	106,13	106,13
3,8	336,27	336,37	337,15	108,34	106,13	103,53
3,9	336,05	337,15	337,75	104,02	106,13	100,07
4	337,52	338,69	337,97	105,42	106,13	106,13
4,1	338,52	339,78	347,44	97,96	105,26	104,53
4,2	338,65	345,76	347,9	95,37	105,26	102,07
4,3	344,79	347,15	348,3	92,77	105,26	104,26
4,4	347,38	347,75	348,71	92,77	105,26	107,3
4,5	347,38	347,97	349,13	91,04	104,4	103,32
4,6	347,75	347,44	350,72	98,45	104,4	103,6
4,7	347,97	347,9	350,21	94,99	104,4	103,3
4,8	347,44	348,3	350,84	92,39	103,53	98,65

4,9	347,9	348,71	350,37	88,94	102,67	95,24
5	348,3	349,13	352,48	91,48	100,07	99,36
5,1	348,71	350,72	352,73	89,25	98,34	95,75
5,2	349,13	351,48	352,29	86,25	96,61	94,02
5,3	348,25	351,73	352,67	81,91	94,88	82,77
5,4	348,36	351,29	352,49	77,58	91,42	82,77
5,5	349,35	351,67	353,09	81,91	89,69	81,04
5,6	349	351,49	352,71	80,18	87,1	80,18
5,7	350,25	351,77	353,46	78,45	85,37	79,31
5,8	353,92	354,36	354,42	77,58	81,91	78,45
5,9	355,65	353,96	354,12	80,18	79,31	77,58
6	355,38	353,09	355,41	77,58	77,58	77,58
6,1	354,36	352,71	355,24	78,45	72,39	75,85
6,2	355,55	353,46	356,25	77,58	69,8	75,85
6,3	355,11	354,42	350,9	70,66	65,48	75,85
6,4	352,15	354,12	356,96	70,66	63,75	72,39
6,5	355,77	355,41	357,82	64,61	62,02	72,39
6,6	353,58	356,41	358,25	64,61	60,29	71,53
6,7	354,91	356,54	357,95	61,15	57,69	71,53
6,8	355,72	356,95	355,41	58,56	58,56	71,53
6,9	356,52	356,21	355,24	39,77	39,77	34,66
7	357,65	357,38	356,25	22,33	22,77	22,36
7,1	356,92	354,36	350,9	22,33	14,66	21,25
7,2	355,65	356,96	356,96	22,33	22,77	23,25
7,3	357,38	356,25	357,82	22,33	22,77	21,25
7,4	358,36	356,32	358,25	22,33	22,77	20,25
7,5	359,55	358,36	357,95	22,33	22,77	20,14
7,6	359,11	358,95	351,77	22,33	22,77	20,12
7,7	359,15	359,11	355,12	8,86	8,11	22,54
7,8	361,28	356,92	354,36	7,85	7,2	22,29
7,9	363,01	355,65	358,2	5,87	6,14	21,33
8	365,61	357,38	350,9	7,97	6,89	5,79
8,1	362,15	358,36	363,12	7,38	7,43	4,3
8,2	362,74	359,55	366,85	6,36	7,28	0,63
8,3	363,25	360,25	364,07	7,75	6,15	1,52
8,4	363,24	362,36	361,18	4,2	5,62	0
8,5	363,45	362,15	362,63	2,95	5,2	0,81
8,6	363,36	362,25	362,63	5,8	6,78	8,72
8,7	363,45	363,36	362,55	5,51	5,72	7,42
8,8	363,56	363,21	363,88	5,22	5,15	5,49
8,9	364,56	363,25	365,23	4,98	4,33	5,3
9	364,54	363,36	364,36	4,96	4,15	5,99
9,1	365,25	363,47	363,01	4,62	3,32	3,02
9,2	364,25	364,25	365,06	4,61	3,78	3,67
9,3	367,25	364,21	365,23	4,59	2,64	1,39

9,4	366,35	364,36	361,77	4,46	2,12	1,44
9,5	367,24	364,98	365,23	4,43	1,73	0,82
9,6	368,25	365,25	364,26	1,17	1,95	1,6
9,7	367,25	365,24	363,5	1,85	1,09	0,47
9,8	368,26	365,25	367,06	0,26	0,35	0,7
9,9	369,35	367,36	367,77	2,61	0,78	2,86
10	369,25	367,25	367,77	1,23	0,5	1,59
10,1	369,25	367,85	367,77	0,99	1,1	0,24
10,2	373,39	367,54	366,47	0,94	1,89	0,66
10,3	373,39	368,25	367,63	1,67	0,71	1,58
10,4	373,36	368,14	370,04	1,68	0,6	1,42
10,5	373,59	368,94	371,18	1,39	2,23	1,83
10,6	373,25	370,2	372,15	1,6	1,81	1,07
10,7	372,15	370,14	375,65	4,59	2,64	1,39
10,8	374,26	372,5	373,93	4,46	2,12	1,44
10,9	374,25	374,79	374,79	4,43	1,73	0,82
11	375,26	373,93	374,79	1,17	1,95	1,6
11,1	375,26	373,19	374,79	1,85	1,09	0,47
11,2	375,24	374,79	373,93	0,26	0,35	0,7
11,3	375,65	374,79	374,79	2,61	0,78	2,86
11,4	376,85	373,06	374,79	1,23	0,5	1,59
11,5	378,58	373,06	373,93	0,99	1,1	0,24
11,6	378,25	375,65	373,06	0,94	1,89	0,66
11,7	378,26	373,93	375,65	1,67	0,71	1,58
11,8	378,24	373,06	374,79	1,68	0,6	1,42
11,9	378,39	375,65	375,06	1,39	2,23	1,83
12	379,36	378,93	376,65	1,6	1,81	1,07

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 700 W AFR 110:1

Time (s)	T ₁ (⁰ C)	T ₂ (⁰ C)	T ₃ (⁰ C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	277,74	276,07	275,99	1,1	1,1	2,88
0,2	273,44	277,8	277,72	1,1	1,1	3,75
0,3	277,25	277,8	279,45	0,29	0,29	2,88
0,4	277,36	278,66	272,91	9,42	9,42	3,75
0,5	277,36	278,66	274,64	9,42	9,42	2,02
0,6	277,09	277,8	275,5	4,09	7,09	2,88
0,7	277,57	277,8	275,5	0,29	0,29	2,02
0,8	283,36	283,82	285,5	4,09	7,09	2,02
0,9	285,17	282,08	280,09	0,29	0,29	0,29
1	283,44	280,74	280,95	8	8	0,29
1,1	284,3	286,41	280,95	8	8	2,88
1,2	294,3	290,36	291,92	46,66	7,09	7,21
1,3	295,17	292,09	291,92	4,55	8	2,88

1,4	290,2	295,55	291,92	46,32	7,09	1,15
1,5	292,5	299,97	298,88	120,89	122,02	122,96
1,6	295,24	298,28	299,88	125,65	121,112	130,6
1,7	309,36	300,74	300,74	130,46	130,12	128,8
1,8	302,36	306,41	302,47	127,66	130,12	128,36
1,9	305,54	300,36	304,2	120,66	122,56	126,2
2	306,24	302,09	305,93	120,46	121,7	122,4
2,1	317,55	312,55	311,66	121,66	120,83	124,2
2,2	321,62	329,87	328,39	120	120,83	124,2
2,3	325,76	327,28	320,3	120,66	120,83	123,7
2,4	323,09	323,33	321,16	124,66	120,83	122,8
2,5	324,79	323,33	322,03	119,1	119,1	112,8
2,6	325,79	325,93	323,76	115,26	117,37	112,8
2,7	325,76	327,66	324,62	116,53	117,37	112,8
2,8	326,28	325,93	322,35	116,51	116,51	112,8
2,9	335,62	335,93	330,3	113,05	116,51	112,8
3	335,26	333,66	331,16	112,45	115,64	111,9
3,1	336,25	335,93	332,03	110,13	115,64	111,1
3,2	336,75	335,44	333,76	116,51	114,78	111,1
3,3	335,76	334,96	334,62	103,05	104,78	100,2
3,4	336,28	330,28	331,35	102,45	104,78	109,3
3,5	336,23	333,42	331,53	100,13	103,91	109,3
3,6	336,89	333,36	331,53	103,53	103,05	108
3,7	336,32	333,42	331,53	100,07	103,05	104,35
3,8	336,27	333,36	331,53	108,34	103,05	102,34
3,9	336,05	333,36	331,53	96,95	91,42	97,6
4	337,52	334,63	332,39	96,95	87,96	97,6
4,1	338,52	333,36	332,39	97,31	87,96	96,7
4,2	338,65	337,69	336,39	82,88	86,23	86,23
4,3	334,79	338,36	337,26	82,88	86,23	84,5
4,4	337,38	336,83	336,12	82,88	85,37	83,64
4,5	337,38	337,33	336,12	83,31	85,37	82,77
4,6	337,75	332,63	334,8	83,88	85,37	82,77
4,7	337,97	332,63	332,39	83,31	84,5	82,77
4,8	337,44	336,03	334,12	82,88	83,64	82,77
4,9	337,9	346,34	344,99	82,32	82,77	82,77
5	342,3	342,46	345,85	83,88	82,77	82,77
5,1	342,71	343,31	345,85	83,88	82,77	81,04
5,2	344,13	343,31	345,85	82,32	82,77	80,18
5,3	342,25	343,31	345,85	83,31	82,77	80,18
5,4	342,36	346,34	345,85	83,31	82,77	88,88
5,5	344,35	343,36	341,53	83,31	82,77	88,88
5,6	344	343,34	342,39	82,08	81,91	87,48
5,7	340,24	346,34	342,39	80,33	81,04	87,48
5,8	343,92	346,45	342,39	80,58	80,18	87,48

5,9	344,64	348,56	348,12	70,18	78,45	67,46
6	344,38	349,91	348,12	66,58	78,45	67,46
6,1	348,36	349,91	348,12	68,45	67,21	67,46
6,2	349,44	349,91	346,342	66,58	63,75	66,55
6,3	344,11	346,45	344,58	60,66	63,75	66,55
6,4	352,15	348,96	344,58	60,66	62,88	66,55
6,5	355,77	349,04	344,58	64,61	62,88	66,55
6,6	353,58	350,45	348,45	64,61	62,88	69,6
6,7	354,91	350,09	351,12	61,15	62,88	66,9
6,8	355,72	350,09	351,98	58,56	62,88	65,5
6,9	352,52	350,09	351,98	66,77	62,02	65,5
7	352,65	351,82	352,85	62,66	62,02	65,5
7,1	356,22	352,68	354,58	62,66	62,02	64,6
7,2	355,65	353,55	353,57	62,66	62,02	63,8
7,3	357,32	355,28	350,63	62,66	62,02	63,8
7,4	352,36	353,55	353,53	62,66	61,15	63,8
7,5	352,55	352,68	357,34	62,66	60,29	63,8
7,6	352,11	350,95	354,44	62,66	60,29	63,8
7,7	352,15	351,82	354,44	58,86	59,42	53,8
7,8	358,28	354,36	353,71	57,85	55,96	53,8
7,9	358,01	355,23	350,57	45,87	49,91	42,9
8	359,58	357,82	350,57	47,97	49,91	42,9
8,1	357,15	358,55	357,44	47,38	49,04	43,8
8,2	357,74	358,55	358,3	46,36	49,91	43,8
8,3	360,25	360,42	362,3	7,75	8,18	9,4
8,4	360,24	360,01	362,3	5,2	7,31	9,4
8,5	360,45	360,04	364,03	2,95	8,18	8,6
8,6	360,36	360,9	361,98	5,8	8,18	7,7
8,7	363,15	361,77	361,84	5,51	9,91	7,7
8,8	363,56	361,77	361,84	5,22	9,91	7,7
8,9	361,56	360,9	360,71	5,98	7,31	5,1
9	361,51	361,77	360,67	5,96	8,18	4,2
9,1	365,25	363,6	360,67	5,62	8,18	4,2
9,2	361,25	365,1	361,44	5,61	9,91	4,2
9,3	365,25	362,5	361,44	5,59	9,91	3,4
9,4	366,35	361,28	363,3	5,56	2	2,5
9,5	366,24	363,88	363,3	5,53	1	1,7
9,6	364,25	365,61	363,3	1,17	1	9,9
9,7	366,25	366,47	364,03	1,85	1	9,9
9,8	364,26	366,47	364,03	0,26	2	8,2
9,9	365,35	366,47	365,76	2,61	2	8,6
10	365,25	367,34	366,63	1,23	0,23	7,7
10,1	365,25	367,34	366,63	0,99	0,23	7,7
10,2	369,39	369,93	367,49	0,95	0,1	7,7
10,3	373,39	370,95	367,49	1,67	0,1	5,1

10,4	373,36	370,95	370,37	1,68	0,23	4,2
10,5	373,59	370,09	370,37	1,39	0,99	4,2
10,6	373,25	370,09	370,37	1,6	0	4,2
10,7	372,15	371,28	373,36	5,59	8,9	3,4
10,8	373,26	373,88	372,22	5,56	8	2,5
10,9	374,25	375,71	372,22	5,53	0,08	1,7
11	372,26	372,47	372,22	1,17	2,88	9,9
11,1	372,26	372,47	370,09	1,85	2,02	9,9
11,2	373,24	372,47	370,09	0,26	2,02	8,2
11,3	375,35	372,34	370,09	2,61	1,1	3,2
11,4	373,45	372,34	373,09	1,23	9,02	3,14
11,5	374,54	371,28	373,09	0,99	0,9	1,81
11,6	374,25	373,88	373,09	0,95	0,99	1,55
11,7	374,23	375,71	373,95	1,67	0	1,53
11,8	374,24	375,47	373,95	1,68	8,9	1,23
11,9	374,39	375,47	372,68	1,39	8	1,16
12	373,33	375,47	375,25	1,6	0,08	0,93

Tabel Temperatur dan Ion pada beberapa pengulangan data pada energi penyalaan 700 W AFR 111:1

Time (s)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	ION ₁ (mmV)	ION ₂ (mmV)	ION ₃ (mmV)
0,1	276,74	276,74	273,64	1,1	1,1	2,88
0,2	273,44	275,19	273,64	1,1	1,1	3,75
0,3	276,25	273,92	273,64	0,29	0,29	2,88
0,4	276,36	274,79	273,64	9,42	9,42	3,75
0,5	276,36	276,52	274,5	9,42	9,42	2,02
0,6	276,09	270,74	274,5	4,09	7,09	2,88
0,7	276,57	277,71	274,5	0,29	0,29	2,02
0,8	273,36	277,71	274,5	4,09	7,09	2,02
0,9	275,17	278,57	275,37	0,29	0,29	0,29
1	273,44	275,17	275,37	8	8	0,29
1,1	274,3	279,25	275,37	8	8	2,88
1,2	284,3	284,36	285,37	6,66	7,09	7,21
1,3	285,17	286,03	285,37	6,55	8	2,88
1,4	280,2	286,9	285,37	6,32	7,09	1,15
1,5	282,5	286,9	285,37	120,89	122,02	122,96
1,6	293,24	292,09	295,37	125,65	121,112	130,6
1,7	292,36	292,09	296,23	130,46	130,12	128,8
1,8	292,36	292,95	296,23	127,66	130,12	128,36
1,9	295,54	294,68	296,23	120,66	122,56	126,2
2	296,24	296,09	296,23	120,46	121,7	122,4
2,1	297,55	296,41	296,23	121,66	120,83	124,2
2,2	301,6	301,6	306,23	120,3	120,83	124,2
2,3	305,76	304,2	306,23	120,66	120,83	123,7

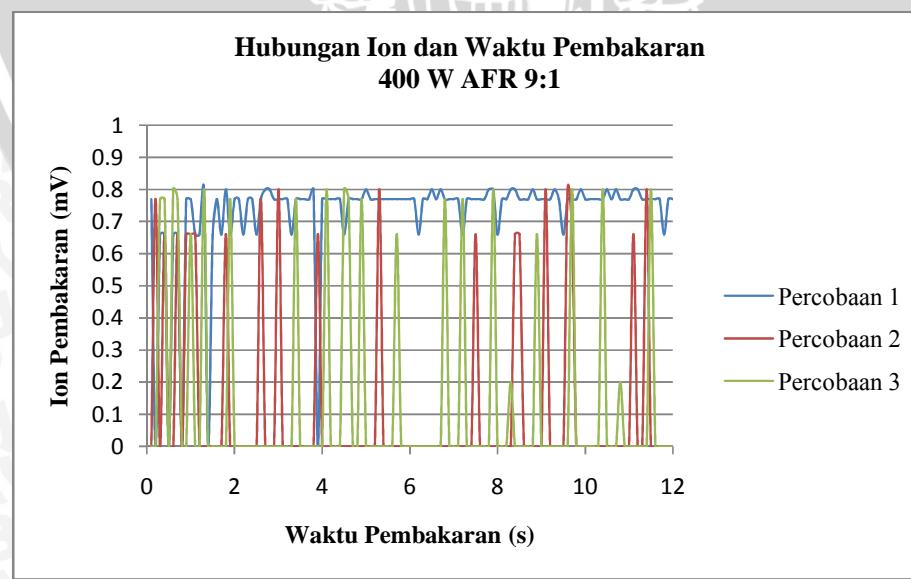
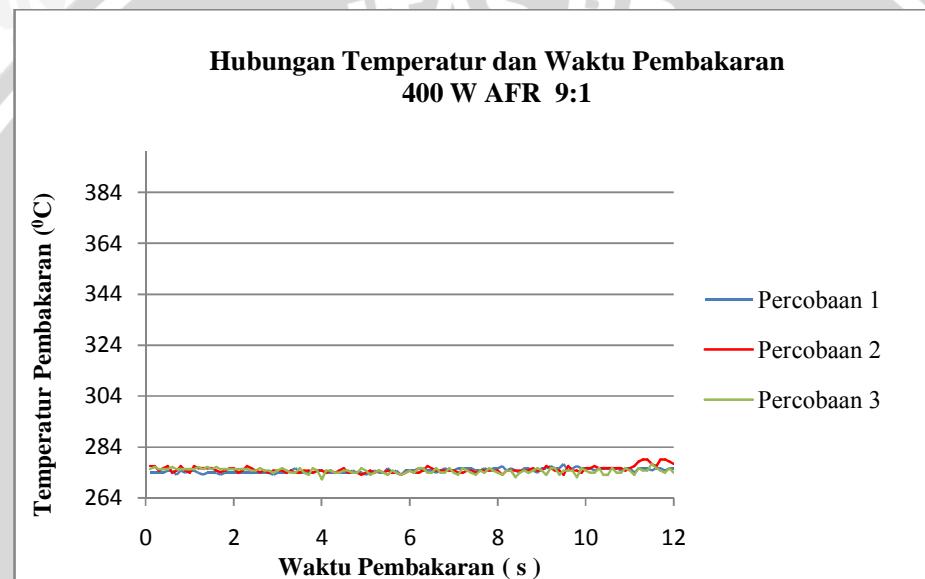
2,4	303,09	305,93	306,23	124,66	120,83	122,8
2,5	304,79	308,52	307,1	119,1	119,1	112,8
2,6	315,79	311,98	311,1	115,26	117,37	112,8
2,7	315,76	312,85	317,1	116,53	117,37	112,8
2,8	316,18	313,71	317,96	116,51	116,51	112,8
2,9	325,61	325,44	327,96	113,05	116,51	112,8
3	325,16	326,32	322,23	112,45	115,64	111,9
3,1	326,25	327,9	322,23	133,13	115,64	111,1
3,2	330,45	330,45	322,33	116,51	114,78	111,1
3,3	330,45	330,45	330,83	113,05	114,78	110,2
3,4	331,32	331,32	331,69	112,45	114,78	119,3
3,5	332,12	332,18	331,69	110,13	113,91	119,3
3,6	332,12	332,18	331,69	113,53	113,05	118
3,7	333,05	333,05	334,02	110,07	113,05	114,35
3,8	333,05	333,05	333,21	118,34	113,05	112,34
3,9	333,21	333,91	331,42	96,95	91,42	97,6
4	333,21	333,91	332,33	96,95	87,96	97,6
4,1	335,54	335,64	334,02	97,31	87,96	96,7
4,2	336,51	336,51	333,21	82,88	86,23	86,23
4,3	335,76	332,51	332,67	82,88	86,23	84,5
4,4	336,28	334,34	332,67	82,88	85,37	83,64
4,5	336,23	334,34	333,53	83,31	85,37	82,77
4,6	336,89	334,34	334,4	83,88	85,37	82,77
4,7	336,32	335,35	334,4	83,31	84,5	82,77
4,8	336,27	335,35	334,4	82,88	83,64	82,77
4,9	336,05	334,24	336,13	82,32	82,77	82,77
5	337,52	338,43	336,13	83,88	82,77	82,77
5,1	338,52	338,43	336,99	83,88	82,77	81,04
5,2	338,65	338,43	336,99	82,32	82,77	80,18
5,3	334,79	338,43	336,99	83,31	82,77	80,18
5,4	337,38	338,43	337,86	83,31	82,77	88,88
5,5	341,38	341,5	341,32	83,31	82,77	88,88
5,6	341,15	343,43	342,18	82,08	81,91	87,48
5,7	341,91	340,43	343,05	80,33	81,04	87,48
5,8	341,44	339,29	343,05	80,58	80,18	87,48
5,9	337,9	340,43	341,26	70,18	78,45	67,46
6	342,3	340,43	341,32	66,58	78,45	67,46
6,1	342,71	340,43	341,32	68,45	67,21	67,46
6,2	344,13	340,43	342,18	66,58	63,75	66,55
6,3	342,25	340,43	343,05	60,66	63,75	66,55
6,4	342,36	345,16	343,05	60,66	62,88	66,55
6,5	344,35	346,02	343,05	64,61	62,88	66,55
6,6	344	346,02	343,91	64,61	62,88	69,6
6,7	346,24	346,49	343,91	61,15	62,88	66,9
6,8	343,92	348,34	344,78	58,56	62,88	65,5

6,9	344,64	348,99	344,78	66,77	62,02	65,5
7	344,38	349,86	345,64	62,66	62,02	65,5
7,1	348,36	346,25	345,64	62,66	62,02	64,6
7,2	349,44	348,25	345,64	62,66	62,02	63,8
7,3	349,32	349,25	347,37	62,66	62,02	63,8
7,4	349,36	349,25	348,24	62,66	61,15	63,8
7,5	352,55	350,72	358,24	62,66	60,29	63,8
7,6	352,11	350,72	359,1	62,66	60,29	63,8
7,7	352,15	352,45	359,1	58,86	59,42	53,8
7,8	354,24	353,32	359,97	57,85	55,96	53,8
7,9	354,01	353,32	350,83	45,87	49,91	42,9
8	355,54	354,18	350,83	47,97	49,91	42,9
8,1	354,15	354,18	352,56	47,38	49,04	43,8
8,2	352,74	355,05	352,56	46,36	49,91	43,8
8,3	359,25	356,78	353,43	7,75	8,18	9,4
8,4	359,24	358,51	356,02	5,2	7,31	9,4
8,5	359,45	358,51	356,89	2,95	8,18	8,6
8,6	359,36	358,51	356,89	5,8	8,18	7,7
8,7	359,97	358,51	358,62	5,51	9,91	7,7
8,8	359,97	359,37	359,48	5,22	9,91	7,7
8,9	352,83	354,46	359,48	5,98	7,31	5,1
9	354,56	356,19	356,4	5,96	8,18	4,2
9,1	355,43	356,19	358,35	5,62	8,18	4,2
9,2	357,37	357,05	358,35	5,61	9,91	4,2
9,3	358,24	357,92	358,99	5,59	9,91	3,4
9,4	358,24	358,78	358,99	5,56	2	2,5
9,5	359,1	359,65	358,21	5,53	1	1,7
9,6	359,1	360,51	362,08	1,17	1	9,9
9,7	359,97	362,24	362,08	1,85	1	9,9
9,8	363,15	363,11	362,94	0,26	2	8,2
9,9	363,56	363,97	362,94	2,61	2	8,6
10	361,56	364,84	363,81	1,23	0,23	7,7
10,1	361,51	366,57	363,81	0,99	0,23	7,7
10,2	365,25	366,57	363,81	0,95	0,1	7,7
10,3	361,25	367,43	365,54	1,67	0,1	5,1
10,4	365,25	368,3	365,54	1,68	0,23	4,2
10,5	366,35	369,16	366,4	1,39	0,99	4,2
10,6	366,24	368,28	366,4	1,6	0	4,2
10,7	364,25	369,28	368,36	5,59	8,9	3,4
10,8	366,25	367,15	368,36	5,56	8	2,5
10,9	364,26	366,47	368,99	5,53	0,08	1,7
11	365,35	367,34	368,99	1,17	2,88	9,9
11,1	370,25	370,8	370,72	1,85	2,02	9,9
11,2	370,25	370,39	371,59	0,26	2,02	8,2
11,3	370,39	372,18	371,59	2,61	1,1	3,2

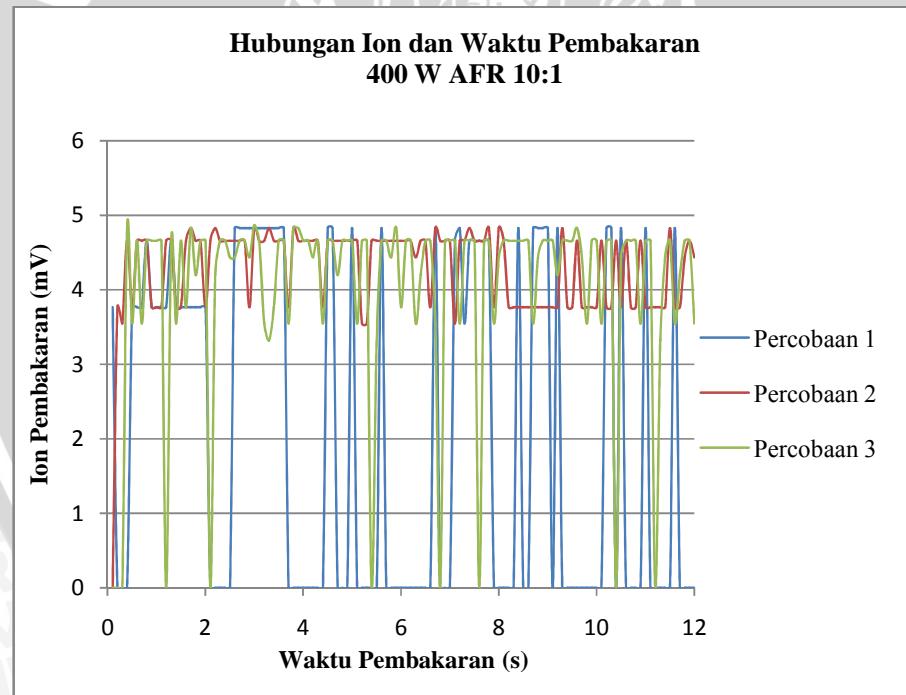
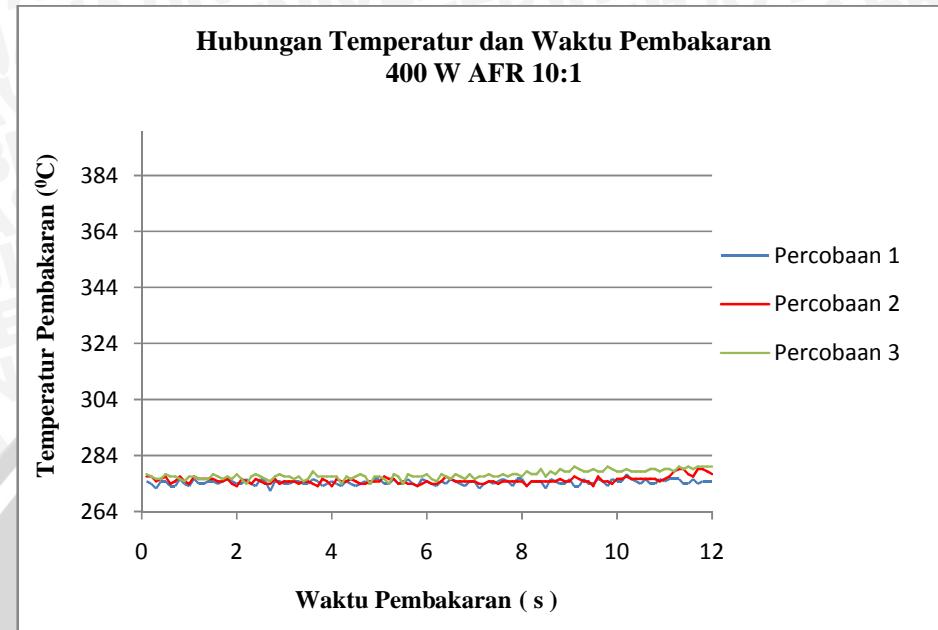
11,4	371,39	372,18	372,45	1,23	9,02	3,14
11,5	371,36	371,32	373,32	0,99	0,9	1,81
11,6	371,59	370,45	371,18	0,95	0,99	1,55
11,7	371,25	370,45	370,24	1,67	0	1,53
11,8	372,15	372,25	370,24	1,68	8,9	1,23
11,9	371,26	372,14	371,1	1,39	8	1,16
12	374,25	373,21	371,1	1,6	0,08	0,93

Lampiran 2. Grafik temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran

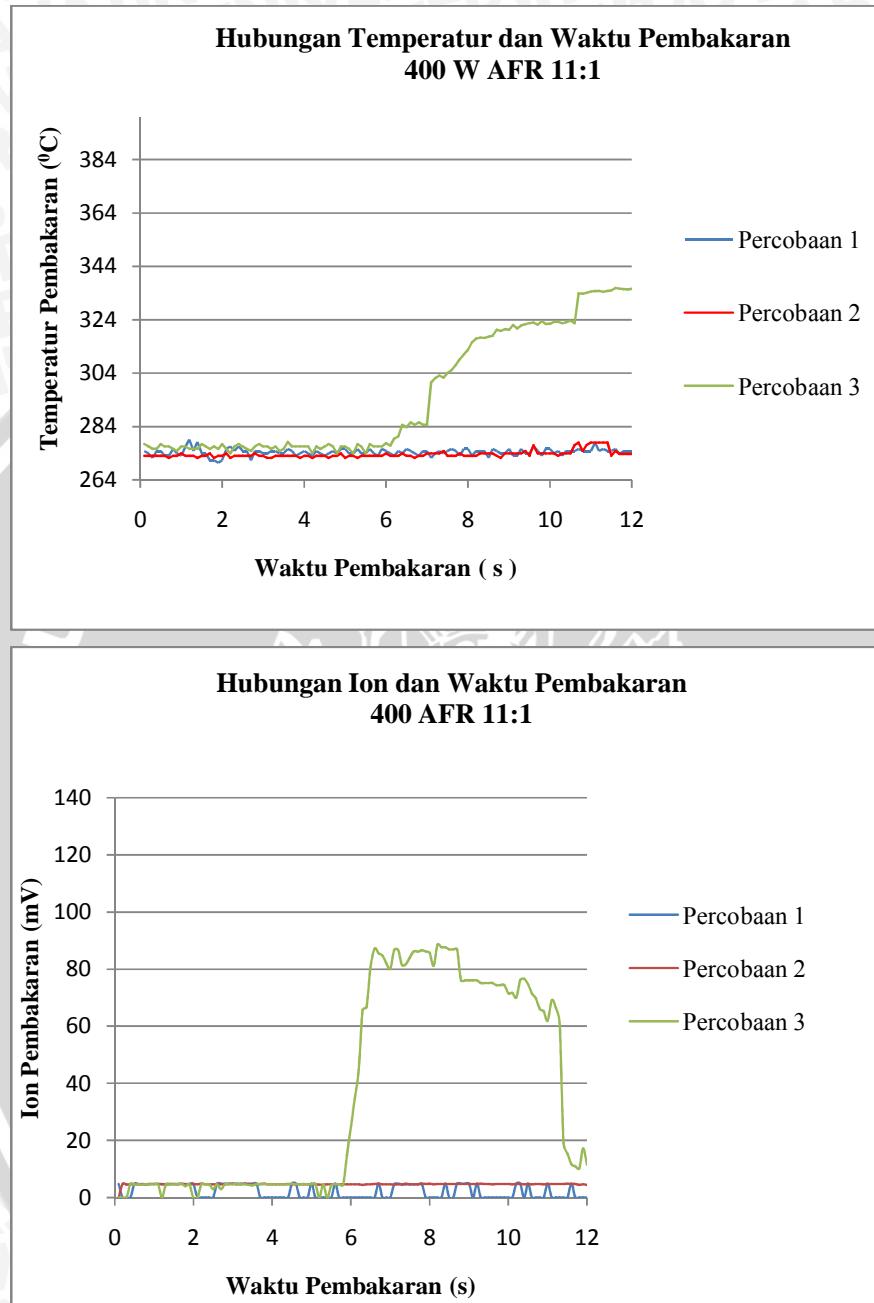
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 400 W AFR 9:1



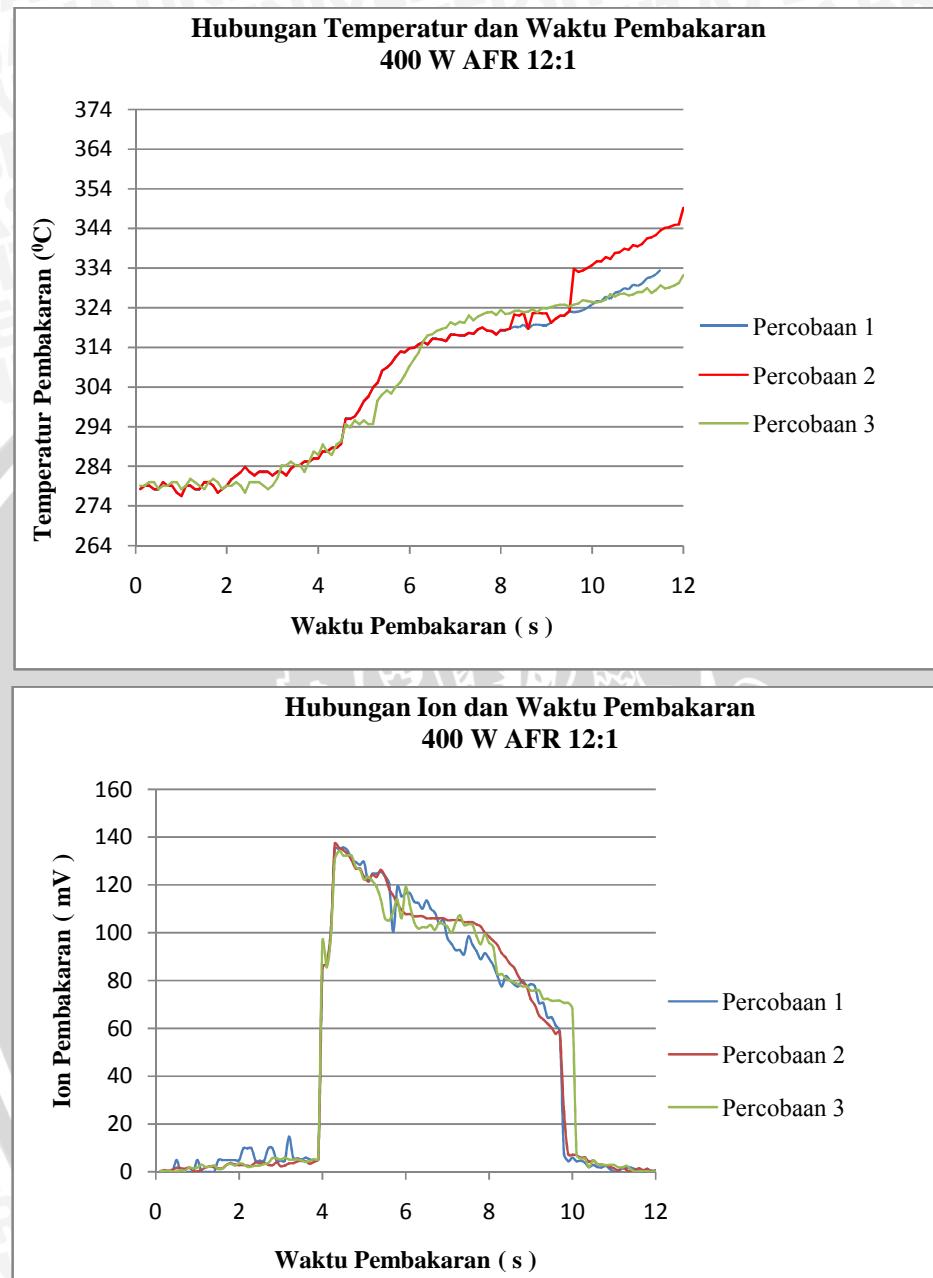
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 400 W AFR 10:1



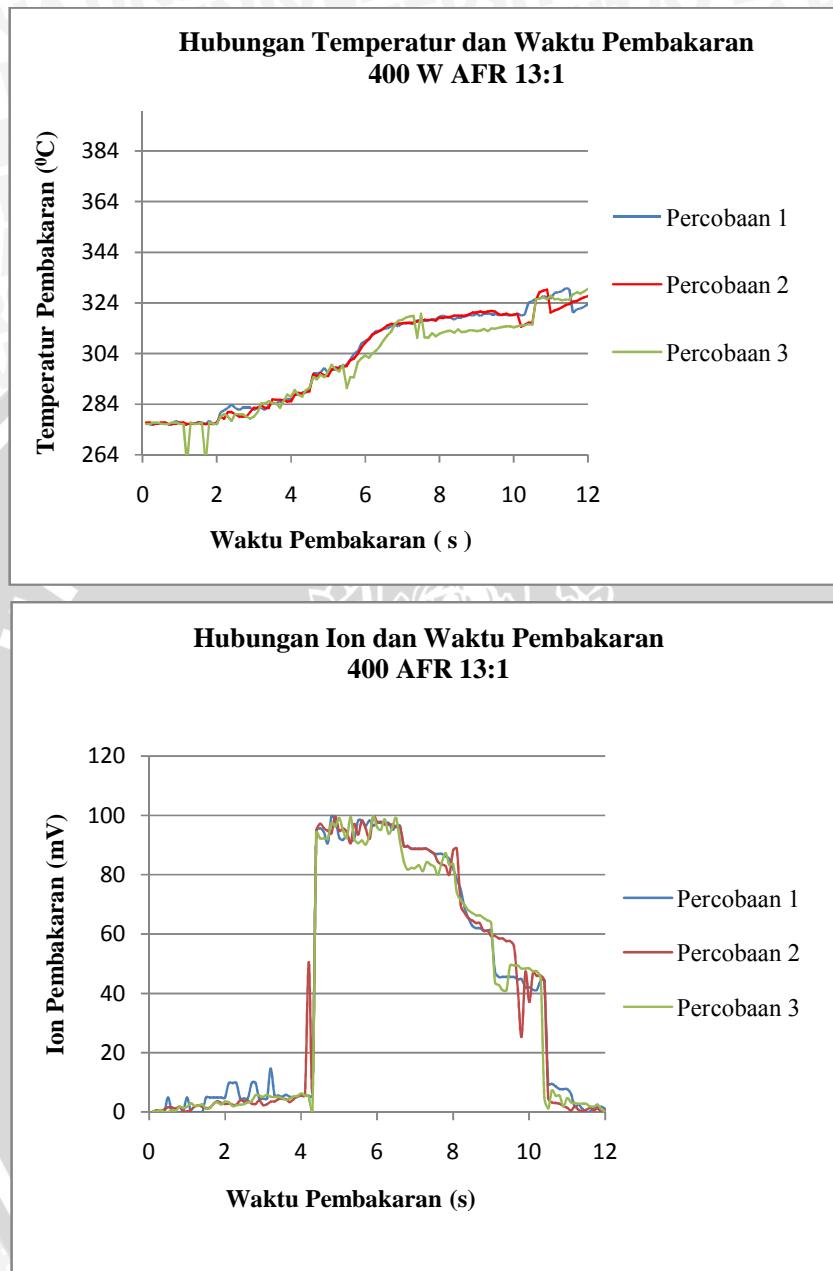
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 400 W AFR 11:1



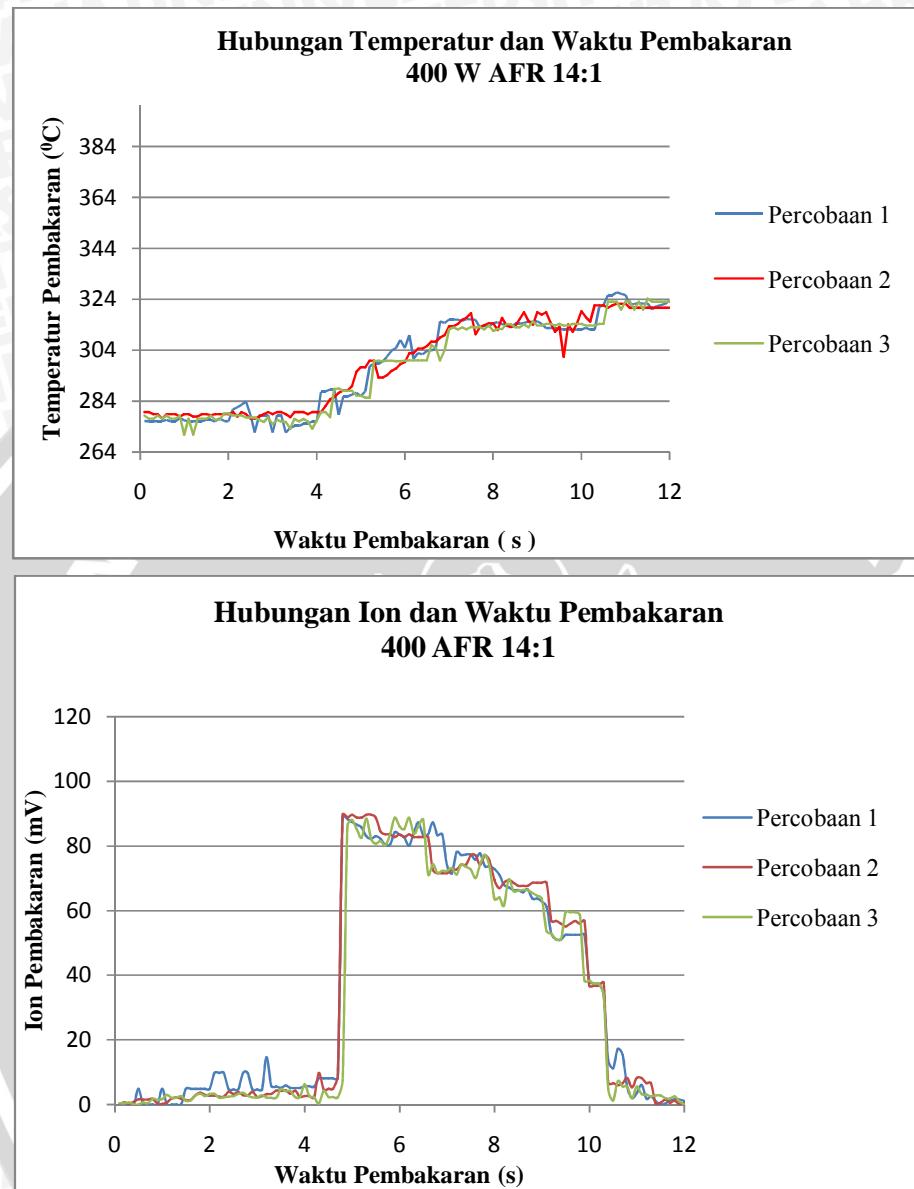
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 400 W AFR 12:1



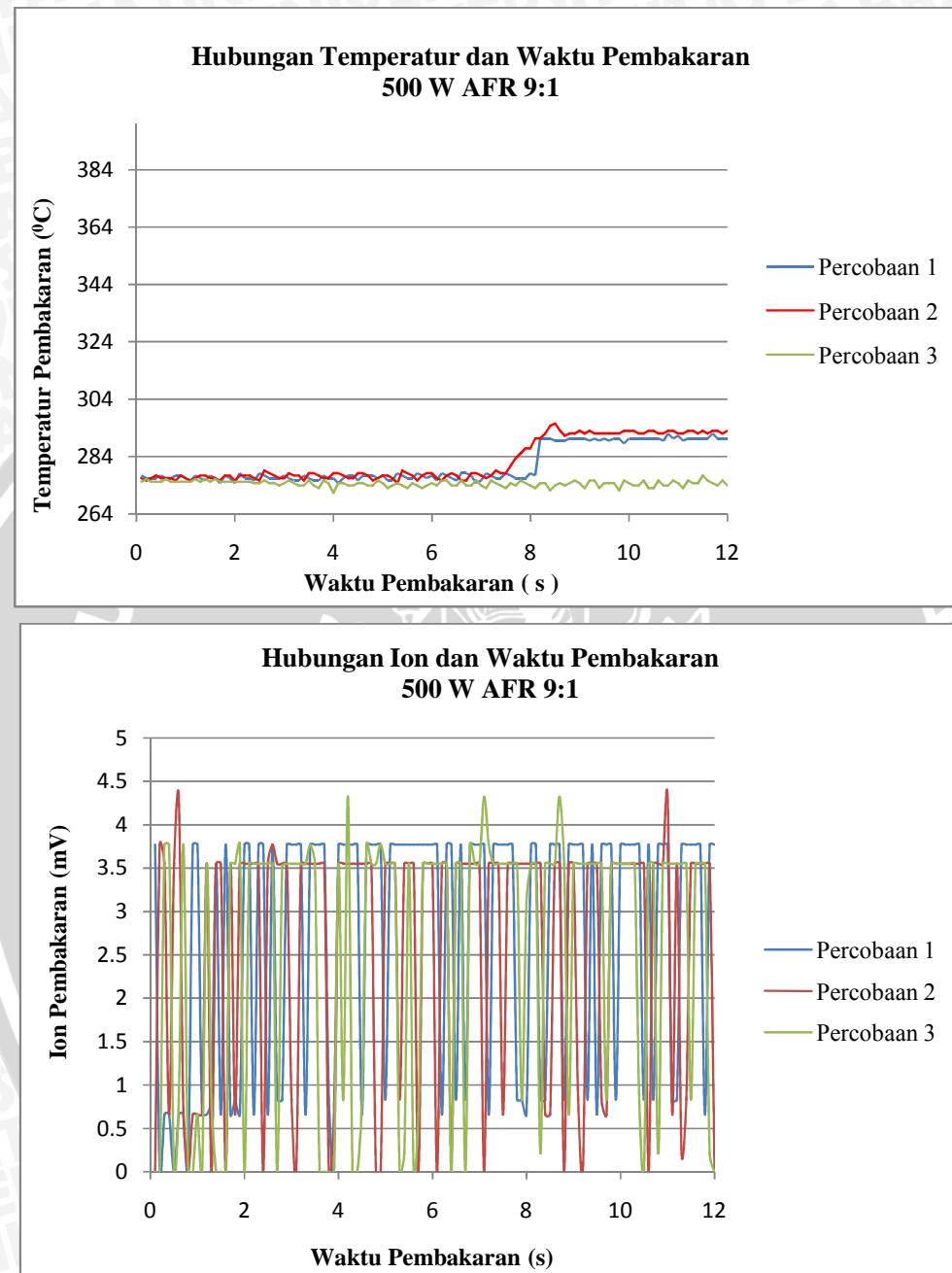
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 400 W AFR 13:1



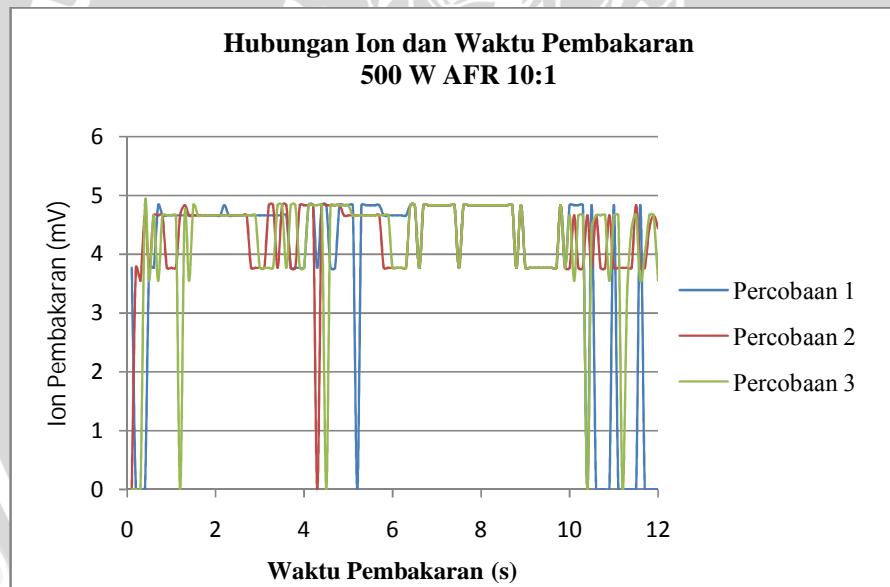
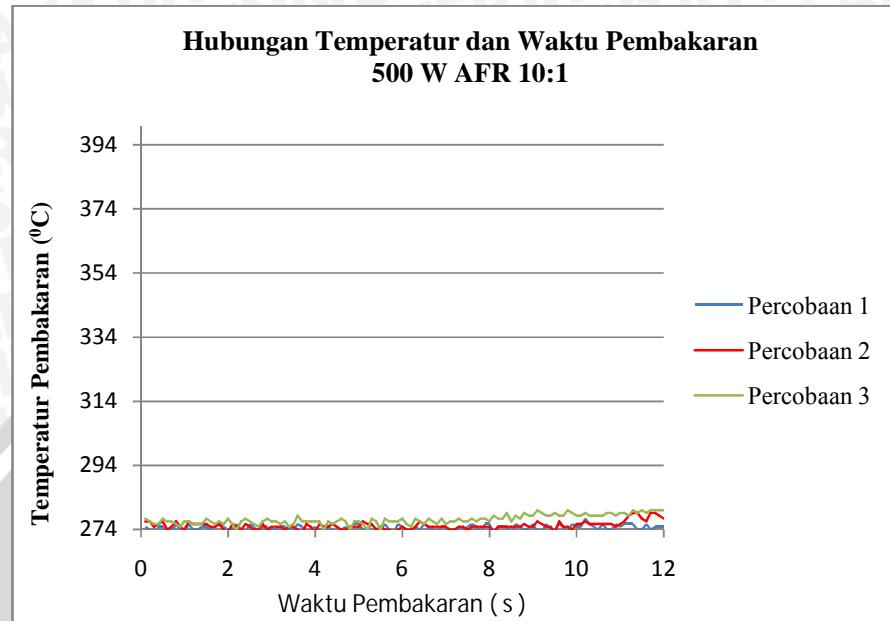
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 400 W AFR 14:1



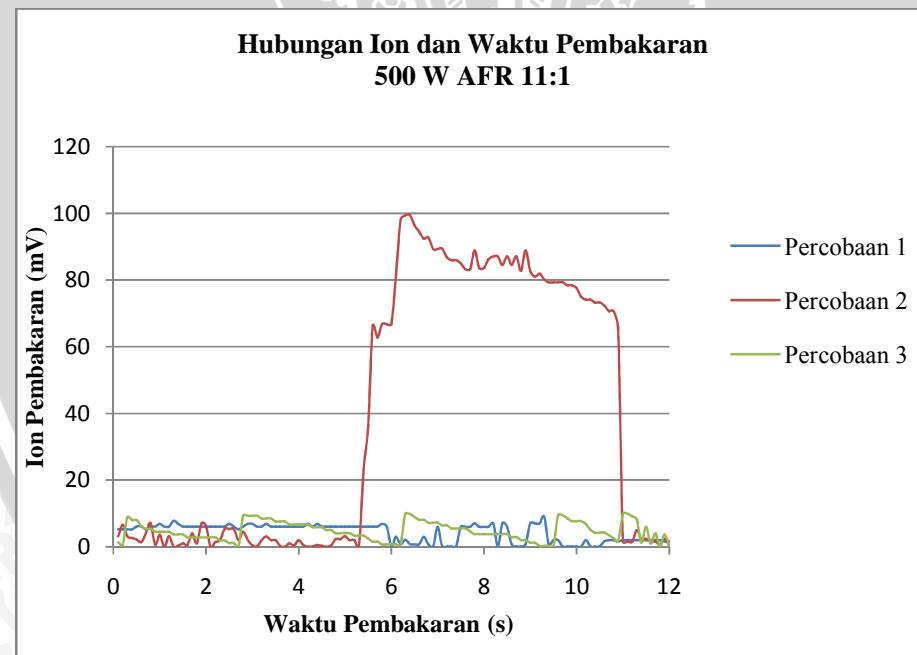
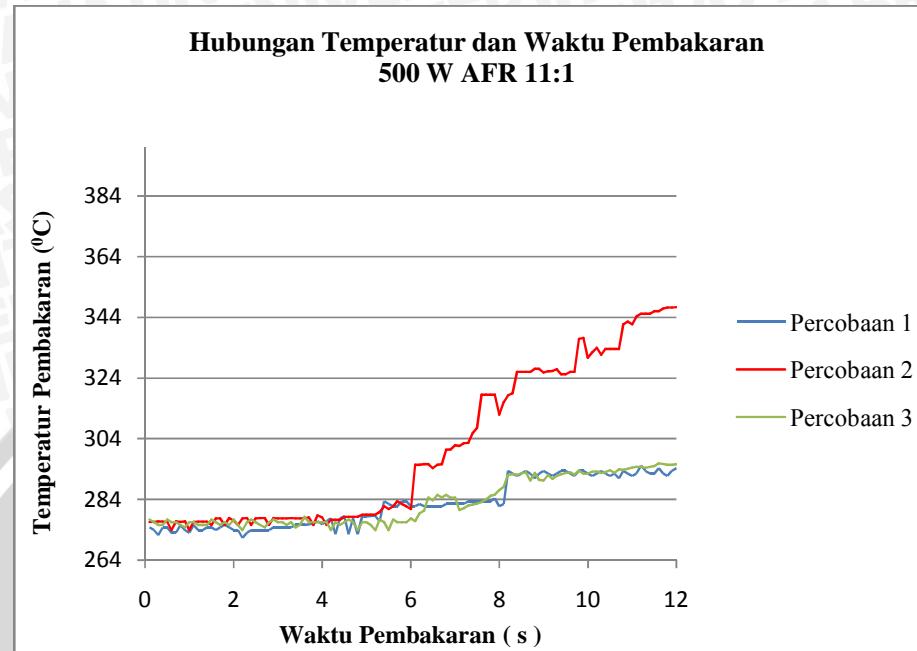
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 500 W AFR 9:1



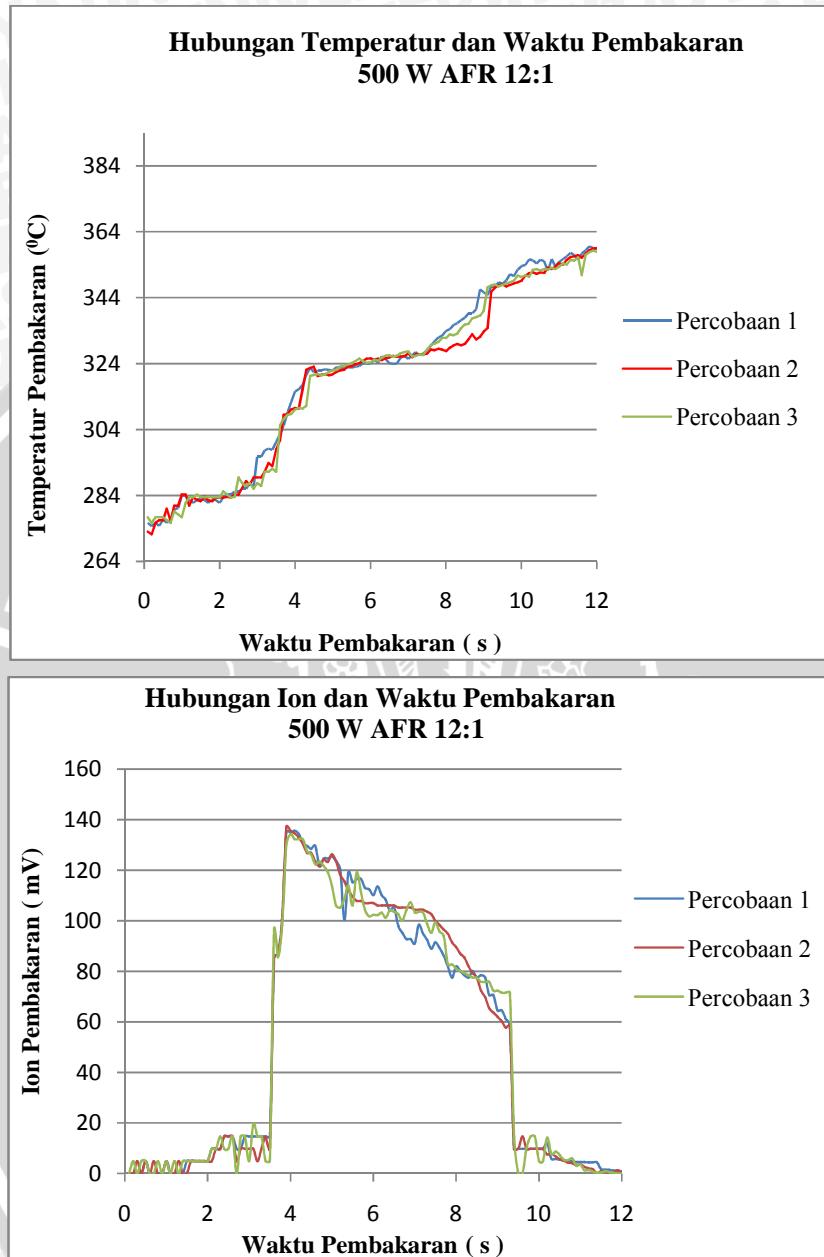
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 500 W AFR 10:1



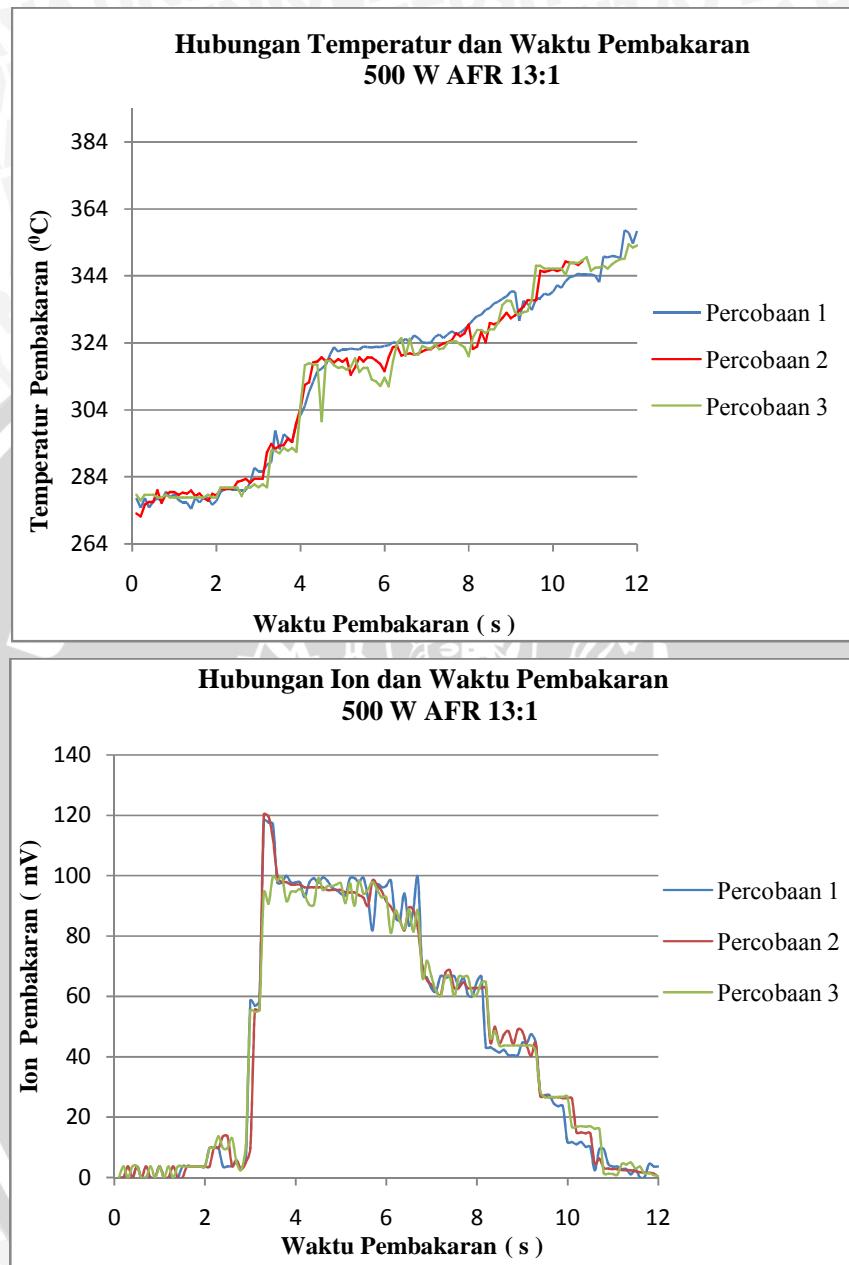
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 500 W AFR 11:1



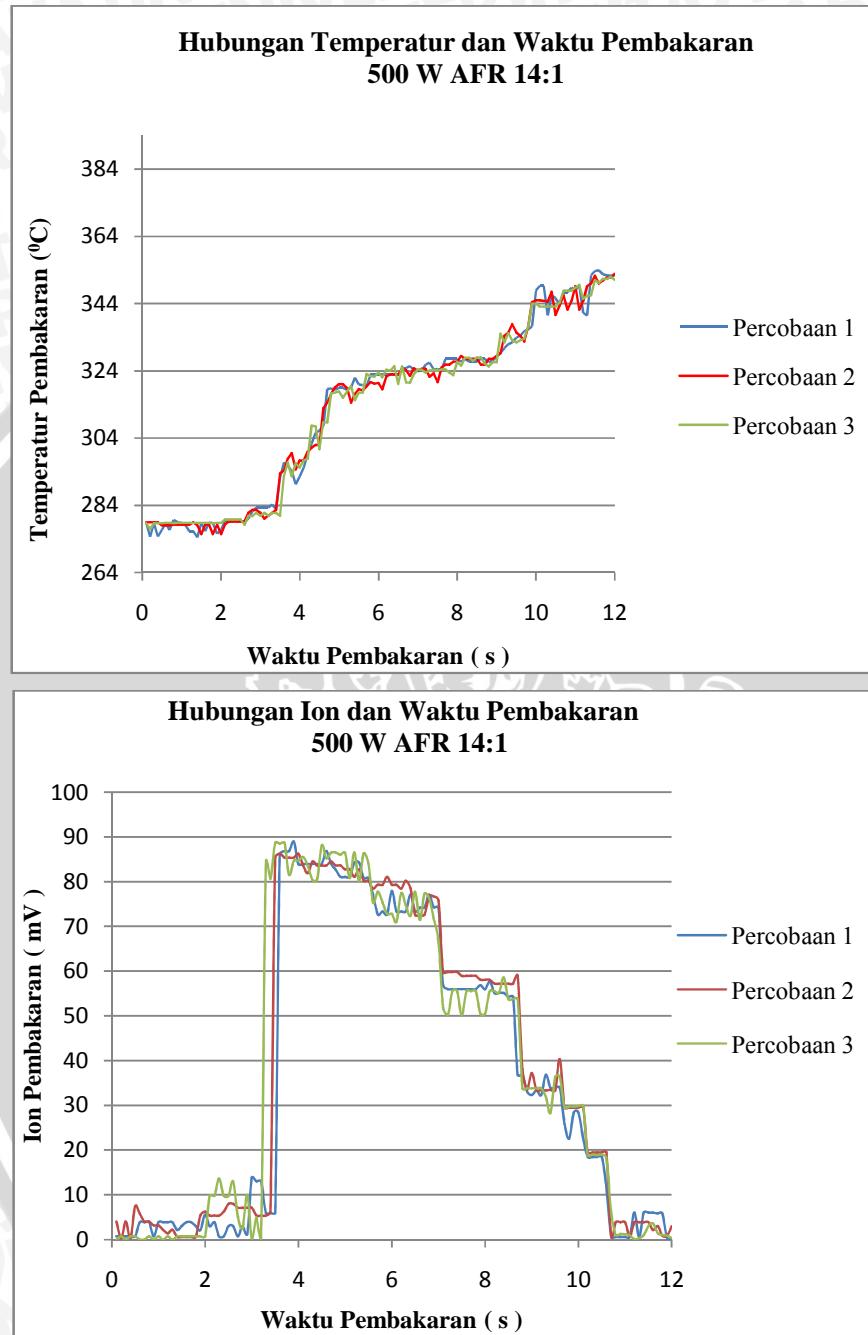
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 500 W AFR 12:1



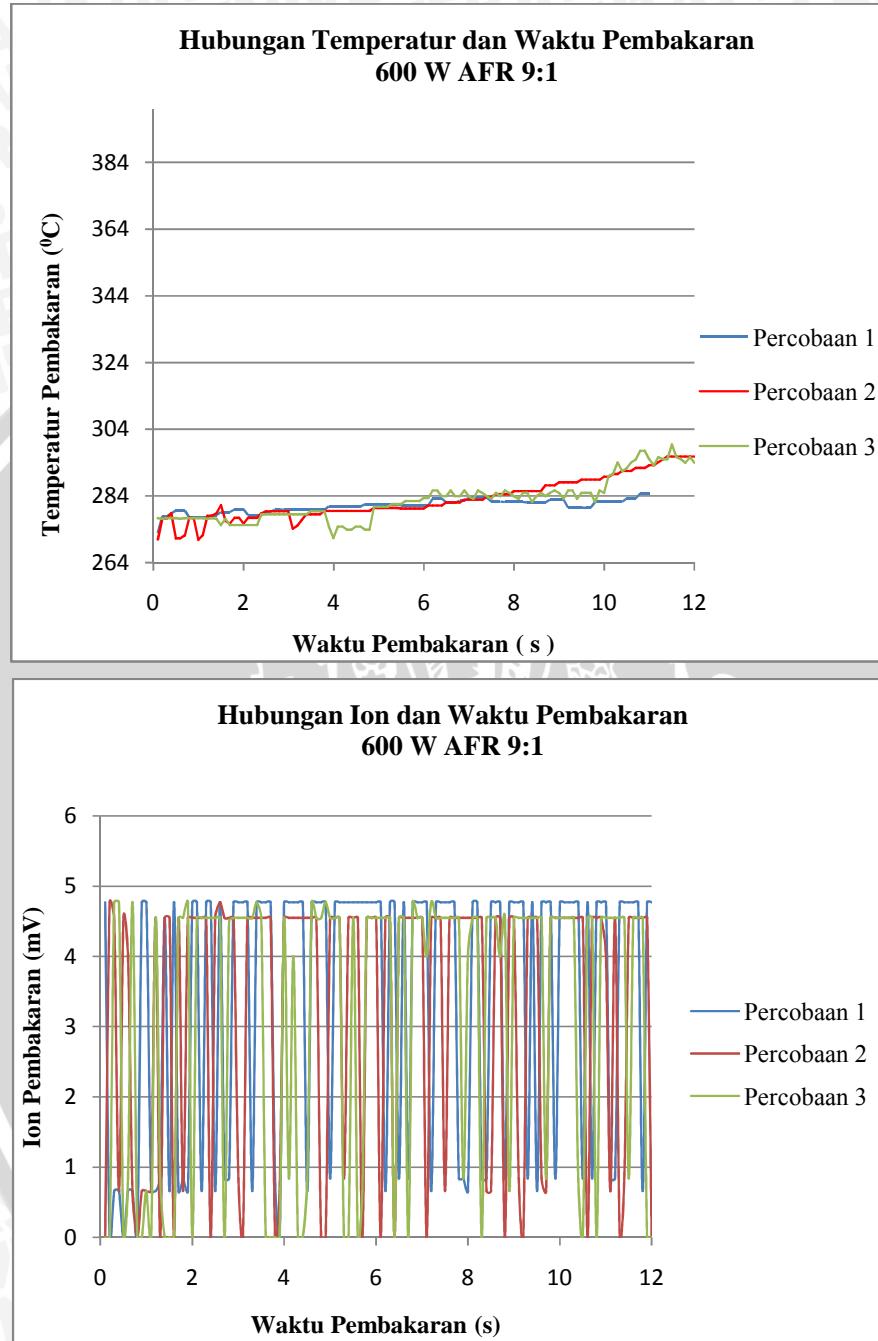
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 500 W AFR 13:1



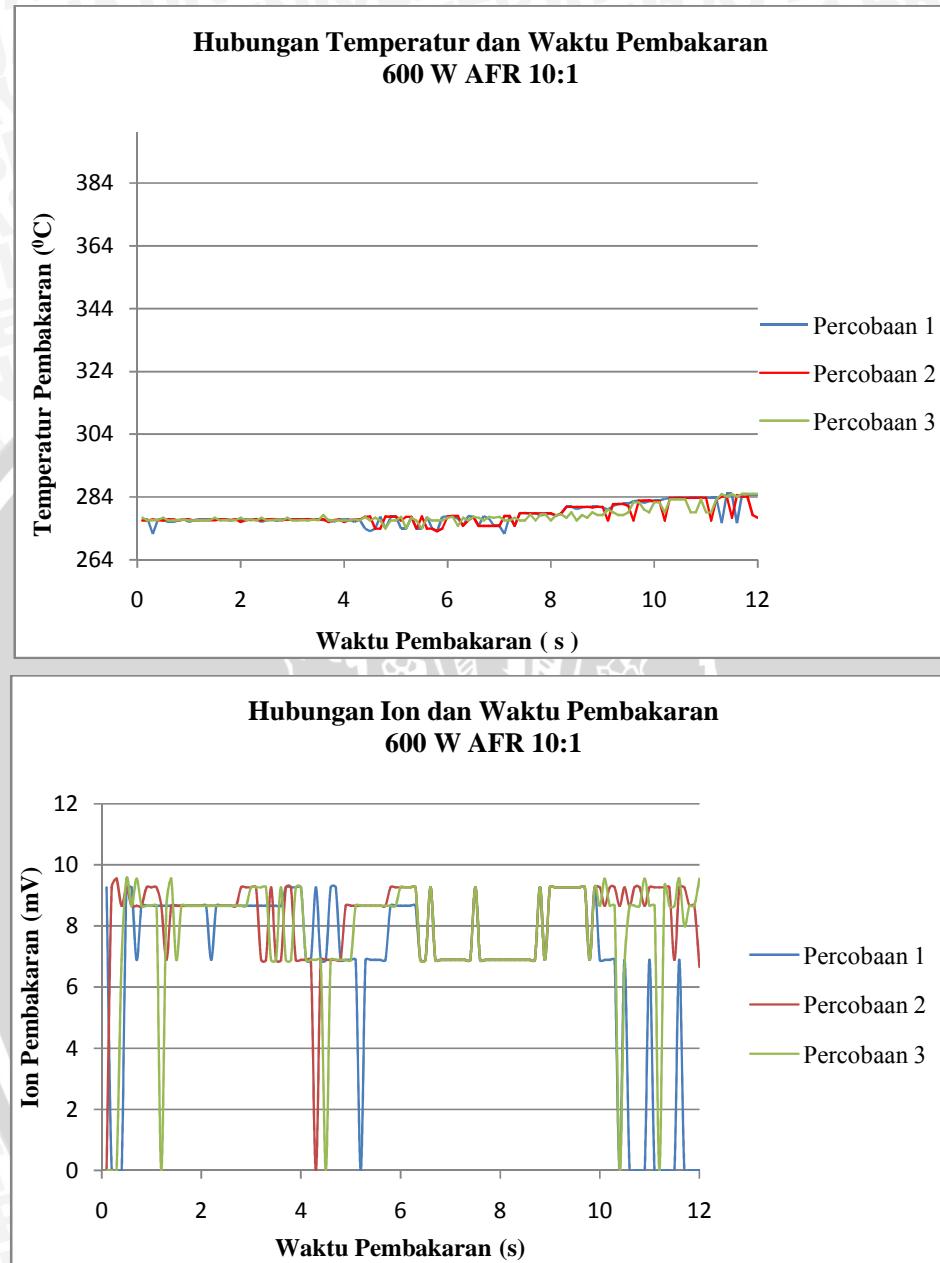
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 500 W AFR 14:1



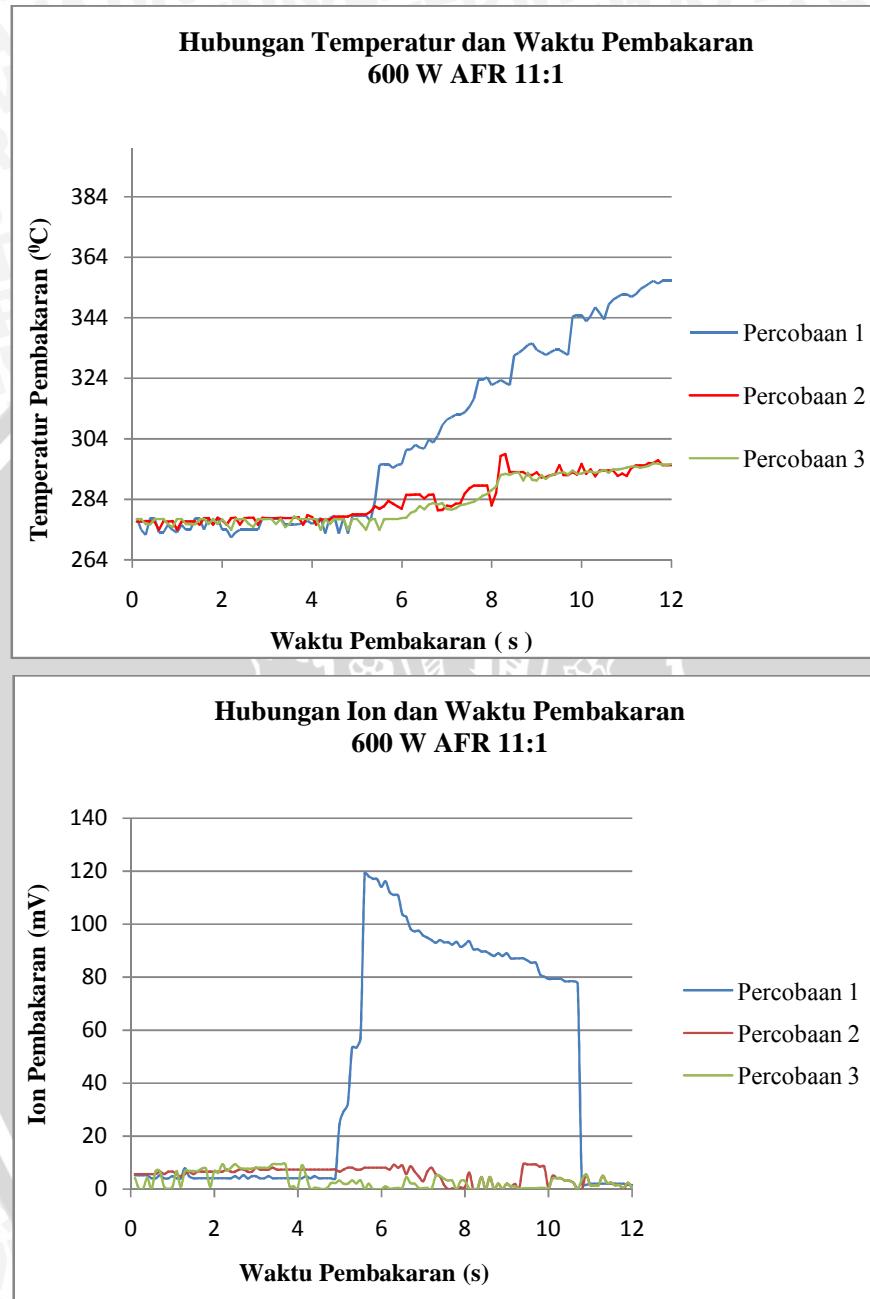
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 600 W AFR 9:1



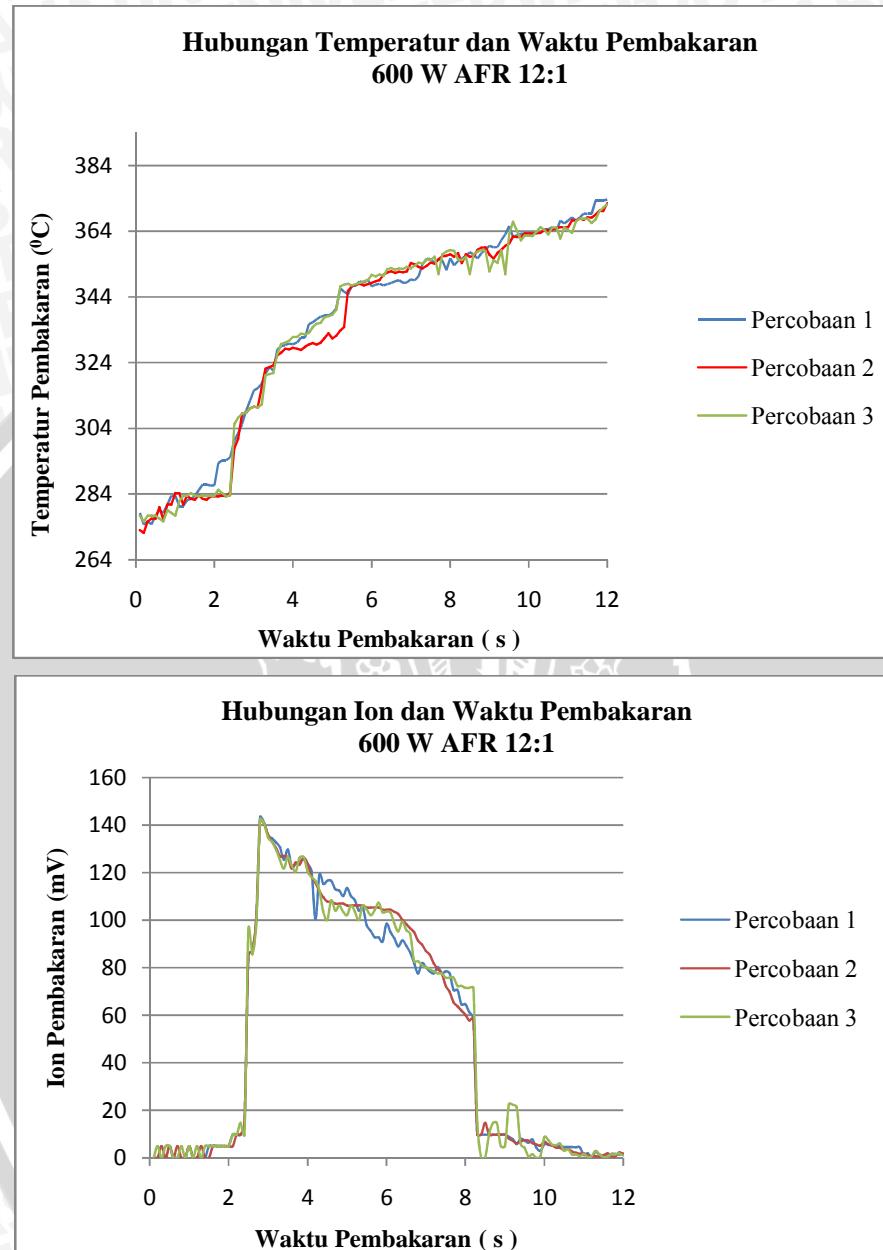
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 600 W AFR 10:1



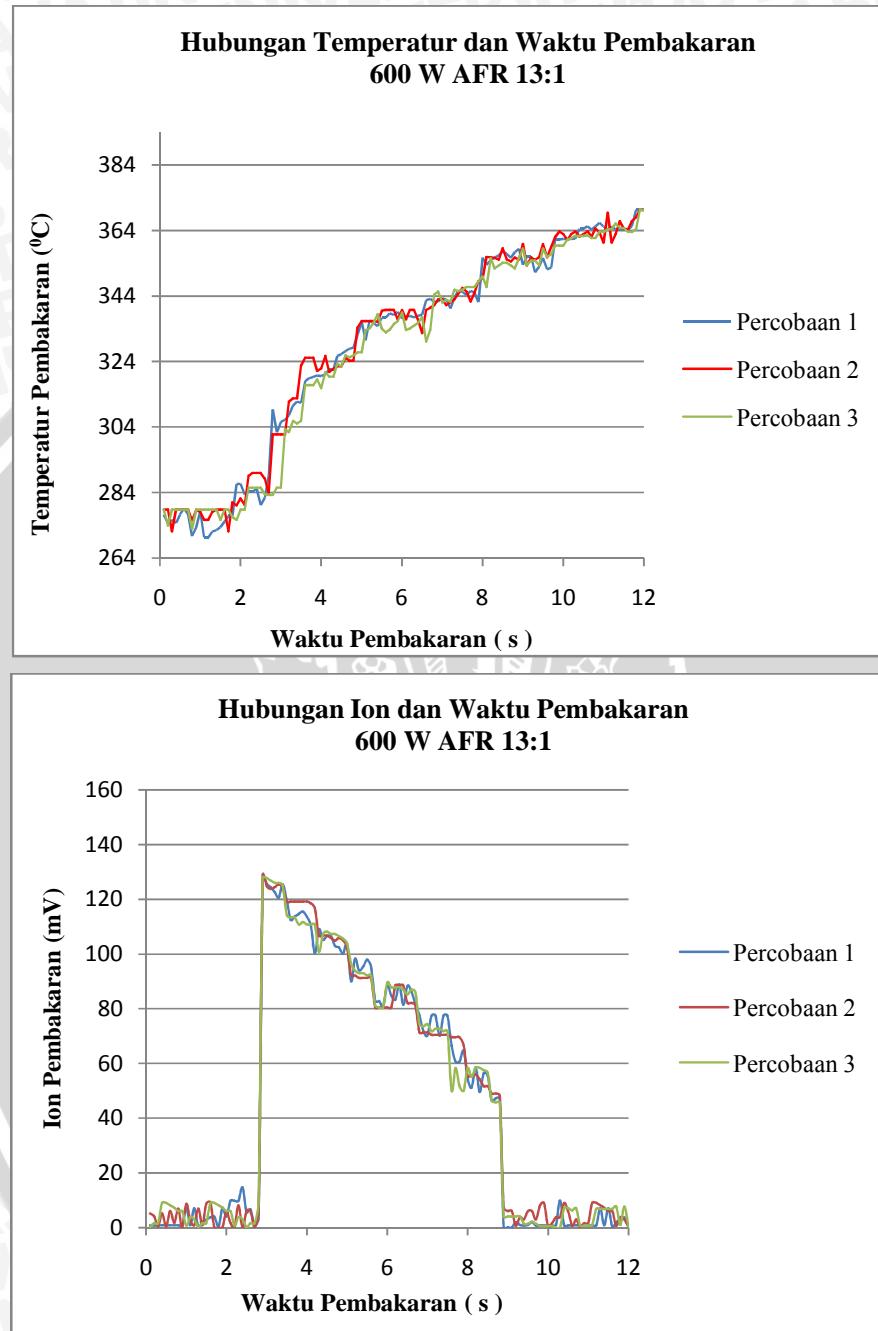
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 600 W AFR 11:1



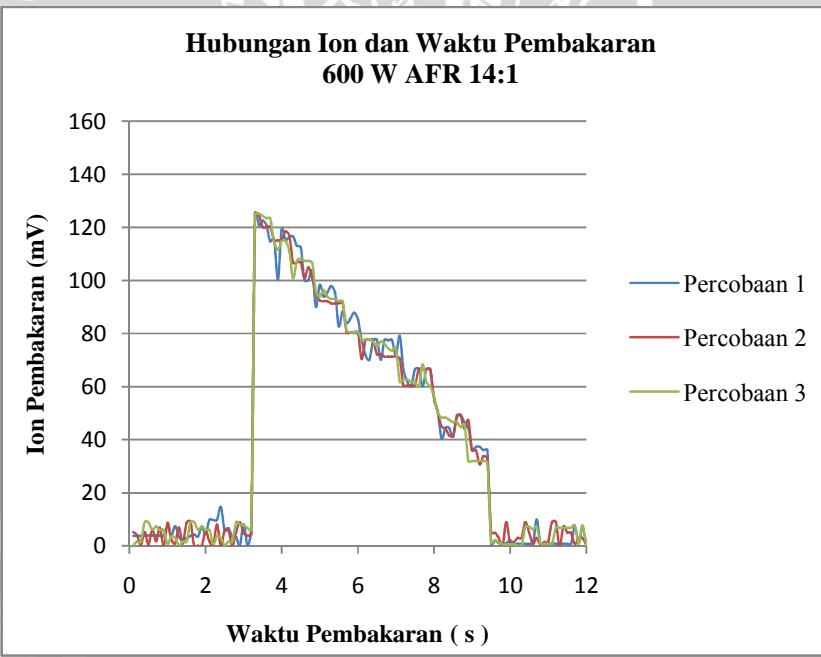
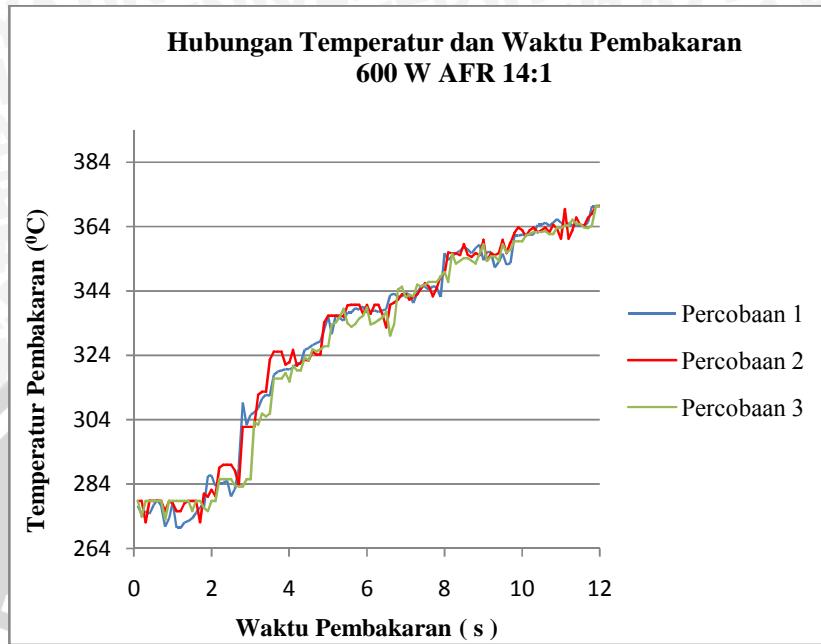
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 600 W AFR 12:1



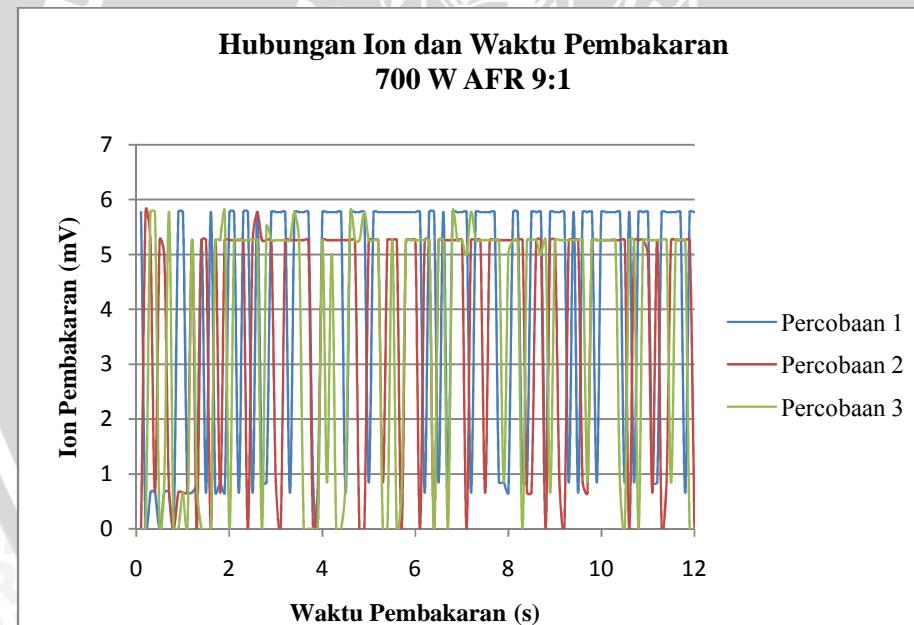
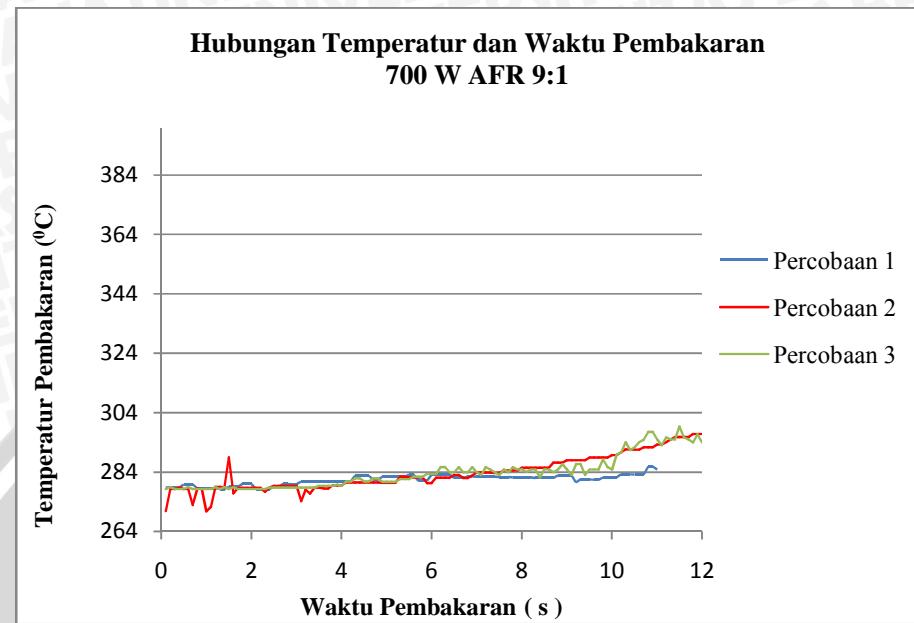
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 600 W AFR 13:1



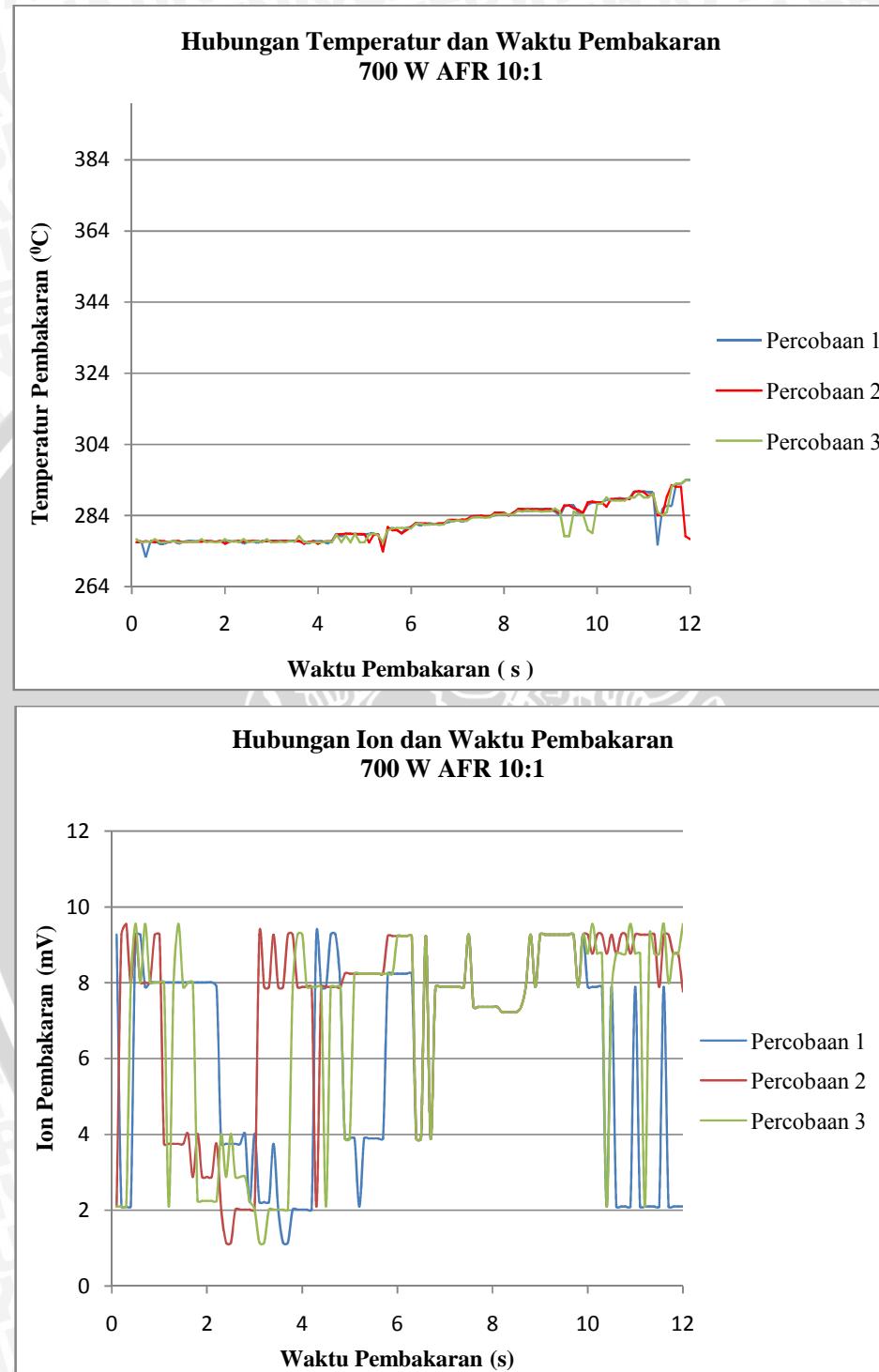
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 600 W AFR 14:1



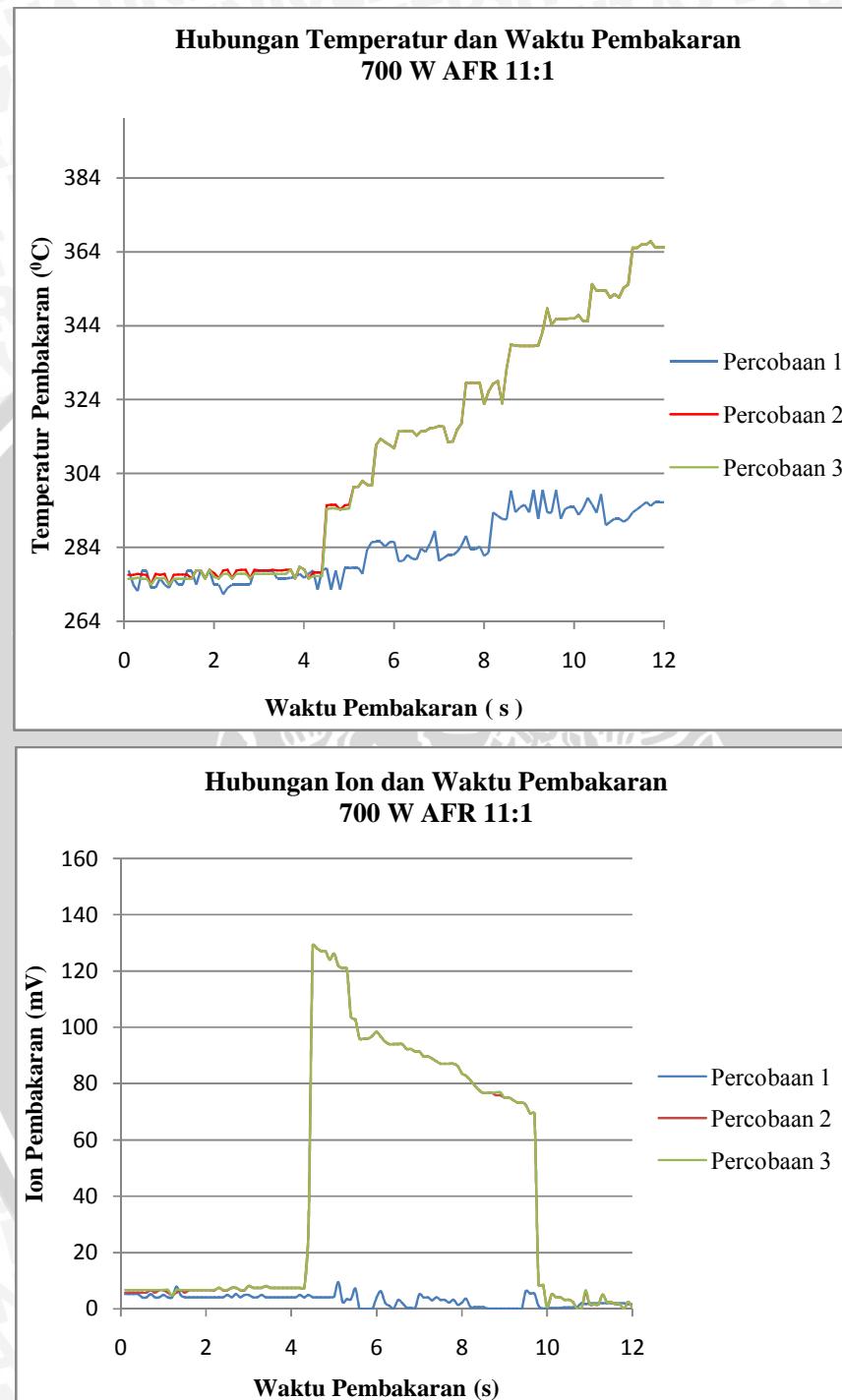
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 700 W AFR 9:1



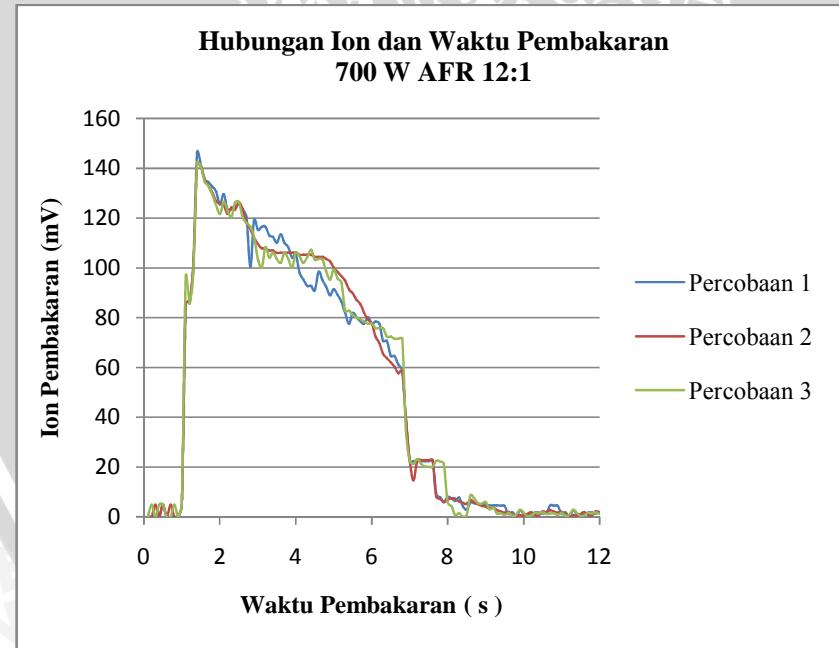
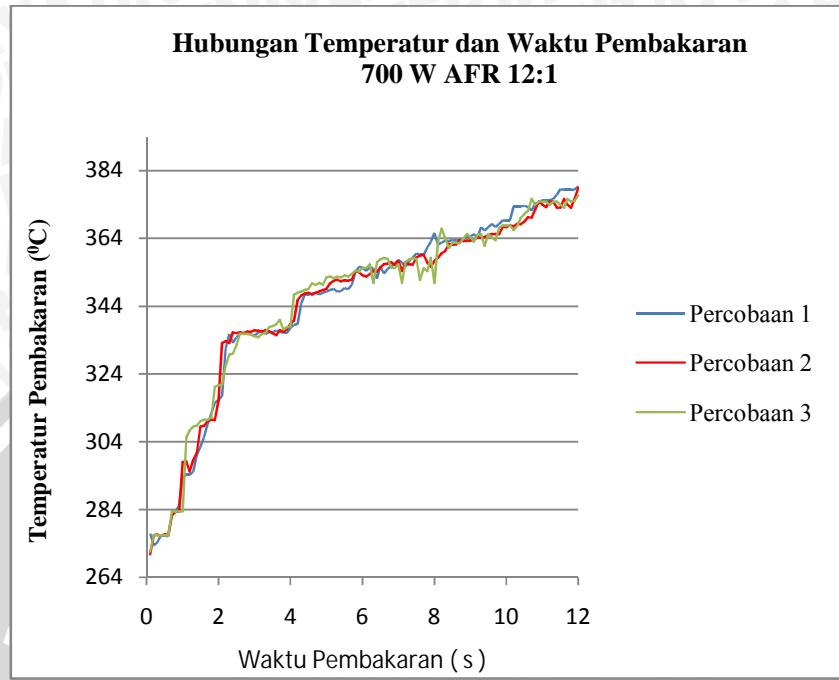
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 700 W AFR 10:1



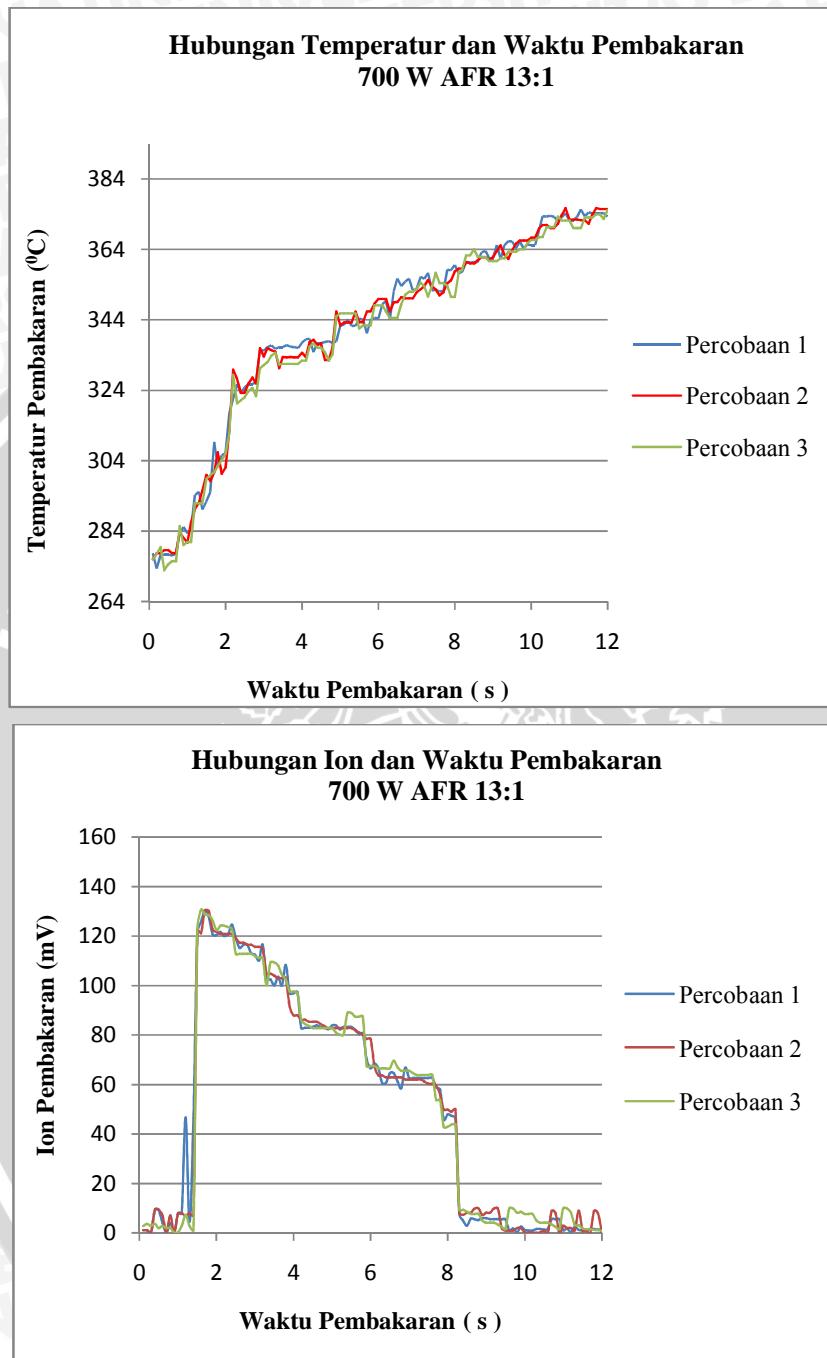
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 700 W AFR 11:1



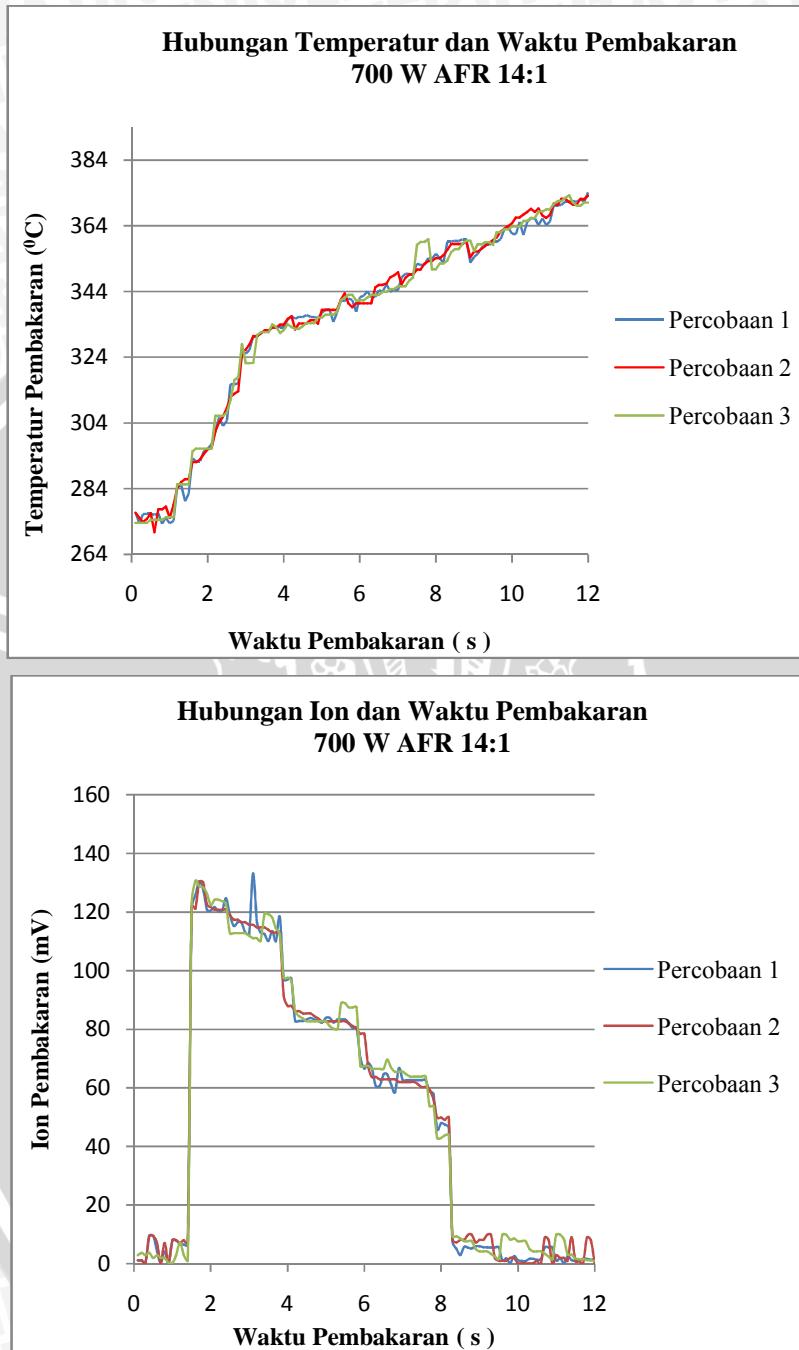
Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 700 W AFR 12:1



Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 700 W AFR 13:1



Grafik hubungan temperatur dan ion pembakaran dengan waktu pembakaran pada energi penyalaan 700 W AFR 14:1



Lampiran 3. Foto Peneltian



Lampiran 4. Perhitungan Nilai AFR Teoritis

Perhitungan nilai AFR teoritis dapat dicari dengan menggunakan perbandingan antara mol udara dibandingkan dengan mol bahan bakar berdasarkan reaksi stoichiometrynya. Berikut ini adalah beberapa tabel jenis asam lemak pada minyak kelapa:

No	Nama Asam Lemak	Rumus Kimia	% dalam Minyak
1	Asam Kaporat	C ₆ H ₁₂ O ₂	0,5
2	Asam Kaplirat	C ₈ H ₁₆ O ₂	4,5
3	Asam Koprat	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	9,5
4	Asam Laurat	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	50,5
5	Asam Miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	10
6	Asam Palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	10,5
7	Asam Stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	2,5
8	Asam Oleat	C ₁₈ H ₃₈ O ₂	8
9	Asam Lioneat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	2,5
10	Gliserol	C ₃ H ₈ O ₃	1,5

Sehingga untuk menghitung AFR keseluruhan dapat dicari melalui reaksi stoichiometry setiap asam lemak tersebut.

1. Asam Kaporat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{O}_2)}{(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2)} \cdot \frac{(\text{N}_2)}{(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2)} = 9,5$$

2. Asam Kaplirat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{O}_2)}{(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2)} \cdot \frac{(\text{N}_2)}{(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2)} = 10,47$$

3. Asam Koprat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{O}_2)}{(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2)} \cdot \frac{(\text{N}_2)}{(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2)} = 11,17$$

4. Asam Laurat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{O}_2)}{(\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2)} \cdot \frac{(\text{N}_2)}{(\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2)} = 11,7$$

5. Asam Miristat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{ })}{(\text{ }) (\text{ }) (\text{ })}, \underline{\underline{\underline{12,04}}}$$

6. Asam Palmitat



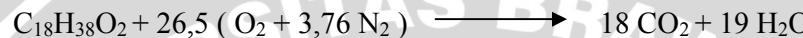
$$\text{AFR} = \frac{(\text{ })}{(\text{ }) (\text{ }) (\text{ })}, \underline{\underline{\underline{12,33}}}$$

7. Asam Stearat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{ })}{(\text{ }) (\text{ }) (\text{ })}, \underline{\underline{\underline{12,57}}}$$

8. Asam Oleat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{ })}{(\text{ }) (\text{ }) (\text{ })}, \underline{\underline{\underline{12,72}}}$$

9. Asam Lineoleat



$$\text{AFR} = \frac{(\text{ })}{(\text{ }) (\text{ }) (\text{ })}, \underline{\underline{\underline{12,25}}}$$

10. Gliserol



$$\text{AFR} = \frac{(\text{ })}{(\text{ }) (\text{ }) (\text{ })}, \underline{\underline{\underline{5,2}}}$$

Berikut ini adalah tabel perhitungan AFR keseluruhan minyak kelapa

No	Nama Asam Lemak	Rumus Kimia	AFRt	% dalam Minyak	AFR
1	Asam Kaporat	C ₆ H ₁₂ O ₂	9,5	0,5	0,0475
2	Asam Kaplirat	C ₈ H ₁₆ O ₂	10,47	4,5	0,47115
3	Asam Koprat	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	11,17	9,5	1,06115
4	Asam Laurat	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	11,7	50,5	5,9085
5	Asam Miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	12,04	10	1,204
6	Asam Palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	12,33	10,5	1,29465
7	Asam Stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	12,57	2,5	0,31425
8	Asam Oleat	C ₁₈ H ₃₈ O ₂	12,72	8	1,0176
9	Asam Lioneat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	12,25	2,5	0,30625
10	Gliserol	C ₃ H ₈ O ₃	5,2	1,5	0,078
Σ					11,70305

Jadi AFR teoritis pembakaran minyak kelapa adalah 11,7

Lampiran 5. Prosedur menentukan AFR yang digunakan

1. Perhitungan AFR (*Air-Fuel Ratio*)

AFR dalam penelitian ini menggunakan perbandingan volume bahan bakar sehingga untuk mendapatkan AFR yang sesuai dengan teoritis dapat dicari dengan metode sebagai berikut:

Langkah-langkah menentukan AFR adalah:

- Menimbang massa injektor (suntikan) tanpa udara maupun uap bahan bakar (minyak kelapa) dengan neraca digital dengan ketelitian 0,01 g. Misalkan nilai massa ini diberi simbol m_o .
- Menghisap uap minyak kelapa 1 ml dengan volume udara tertentu sesuai dengan variasi AFR yang dibutuhkan, kemudian menimbangnya. Misalkan nilai ini diberi simbol m_a .
- Menghisab uap minyak kelapa sebanyak 1 ml kemudian menimbang massa injektor dengan bahan bakar, misalkan nilai ini diberi simbol m_b .

Sehingga nilai AFR sesungguhnya sesuai dengan teori adalah sebagai berikut :

$$\text{AFR} = \frac{m_a}{m_b}$$

Dari pengukuran massa injektor (m_o) dan massa uap minyak kelapa + injektor (m_b) didapatkan $m_o = 6.97$ g dan $m_b = 7$ g

Berikut ini adalah tabel pengukuran m_a pada beberapa perbandingan volume dan udara .

NO	Perbandingan Uap Minyak Kelapa dan Udara (ml)	m _a (g)		
		Percobaan		
		1	2	3
1	9:1	7,09	7,09	7,09
2	10:1	7,1	7,1	7,1
3	11:1	7,11	7,11	7,11
4	12:1	7,12	7,12	7,12
5	13:1	7,13	7,13	7,13
6	14:1	7,14	7,14	7,14

Berikut ini adalah tabel beberapa AFR yang digunakan dalam penelitian ini:

NO	Perbandingan Uap Minyak Kelapa dan Udara (ml)	m_a (g)	m_a-m_b (g)	m_b-m_o (g)	AFR
1	9:1	7,27	0,27	0,03	9
2	10:1	7,3	0,3	0,03	10
3	11:1	7,33	0,33	0,03	11
4	12:1	7,36	0,36	0,03	12
5	13:1	7,39	0,39	0,03	13
6	14:1	7,42	0,42	0,03	14

