



**PENURUNAN KADAR CO₂ PADA BIOGAS DENGAN
ABSORBSI NaOH TERHADAP KECEPATAN RAMBAT API**

SKRIPSI

Oleh

**Gayuh Faiq As'adi
NIM 091910101081**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PENURUNAN KADAR CO₂ PADA BIOGAS DENGAN ABSORBSI NaOH
TERHADAP KECEPATAN RAMBAT API**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Gayuh Faiq As'adi
NIM 091910101081**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa penguasa kehidupan dunia dan akhirat. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kepada Allah SWT.
2. Rasulullah SAW. Terima kasih atas petunjuk dan keteladanan yang telah kau berikan hingga jiwa ini penuh dengan kedamaian dan keikhlasan.
3. Ibu saya Tripolis Yulianti dan Ayah saya M. Ghozali tercinta yang selalu tiada lelah mendidik dan menasehati saya sejak kecil, adikku Galuh yang tersayang, nenek-nenekku, Deny Wahyuningsih yang selalu memberi dukungan, serta saudara-saudaraku dan teman-teman semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insane manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
4. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T., selaku dosen penguji II.
5. Semua guru-guruku dari Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
6. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.

MOTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.” (Q.S. Al-Mujadalah: 11)

"Apabila seorang keturunan Adam meninggal dunia maka terputuslah amalnya kecuali dari tiga hal: shadaqah jariyyah, atau ilmu yang bermanfaat, atau seorang anak shalih yang mendo'akannya." (HR. Muslim no.1631)

"Kerja keras bukan untuk sukses tetapi untuk sebuah nilai." (Albert Einstein)

“Memang baik menjadi orang penting tetapi lebih penting menjadi orang baik, jujur dan mengamalkan ilmu menjadikan kita orang yang lebih baik.” (Gayuh Faiq As’adi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Gayuh Faiq As'adi**

NIM : **091910101081**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Penurunan Kadar CO₂ pada Biogas dengan Absorpsi NaOH terhadap Kecepatan Rambat Api” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2014
Yang menyatakan,

Gayuh Faiq As'adi
NIM. 091910101081

SKRIPSI

**PENURUNAN KADAR CO₂ PADA BIOGAS DENGAN ABSORBSI
NaOH TERHADAP KECEPATAN RAMBAT API**

Oleh

Gayuh Faiq As'adi

091910101081

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Ahmad Syuhri, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penurunan Kadar CO₂ pada Biogas dengan Absorpsi NaOH terhadap Kecepatan Rambat Api” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : 11 Februari 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
NIP. 19711114 199903 1 002

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.
NIP. 19670123 199702 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP. 19681205 199702 1 002

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199702 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Penurunan Kadar CO₂ pada Biogas dengan Absorpsi NaOH terhadap Kecepatan Rambat Api; Gayuh Faiq As'adi , 091910101081: 77 Halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang purifikasi biogas dengan variasi konsentrasi dan waktu kontak larutan NaOH. Dengan bervariasi konsentrasi dan waktu kontak didapat perbandingan cepat rambat api dan gambar rambat api. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi NaOH 25%, 35%, dan 45% dengan waktu kontak 20 menit, 40 menit dan 60 menit.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember untuk membuat alat purifikasi, lalu pemurnian biogas dilakukan di *biogas plant* Desa Senduro Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang. Dan uji karakteristik api di rumah bapak Muh. Nurkhoyim K. S.T., M.T.

Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin besar konsentrasi dan semakin lama waktu kontak maka semakin cepat rambat api. Hal ini di dapat dilihat mulai dari sebelum dipurifikasi kecepatan rambat api sesaatnya adalah 1104.7 cm/detik dan setelah dipurifikasi dengan konsentrasi NaOH 25% cepat rambat api sesaatnya dapat mencapai 1873.0 cm/detik pada lama kontak 60 menit. Sedangkan dengan konsentrasi NaOH 35% kecepatan rambat api sesaat sebesar 1954.4 cm/detik pada lama kontak 60 menit. Dan pada larutan NaOH 45% dalam waktu kontak 60 menit dengan kecepatan rambat api sesaatnya adalah 2042.1 cm/detik.

SUMMARY

Decreased Levels of CO₂ in the Biogas with NaOH Absorption Creep Speed Railway; Gayuh Faiq As'adi, 091910101081: 76 Pages; Mechanical Engineering Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Biogas is gas produced from the anaerobic decomposition of organic material (closed from free air) to produce a gas which is mostly methane (which has a flammability) and carbon dioxide .

In this study, focused on the purification of biogas with various concentration of NaOH solution and contact time. With vary the concentration and contact time comparisons obtained the propagation of fire and flame propagation images. Variations used in this study is the concentration of NaOH 25 %, 35 %, and 45 % with a contact time of 20 minutes, 40 minutes and 60 minutes.

This research was conducted at the Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember to make a tool of purification, the purification of biogas plant conducted in the Village District of Senduro Senduro Lumajang. And test characteristics of a fire in the home Muh. Nurkhoyim K. S.T., M.T. From the results of the study found that the greater the concentration and the longer the contact time the faster propagation of fire. It can be seen at the start of the purified before fire instantaneous velocity is 1104.7 cm/sec and after purified with a 25 % concentration of NaOH instantaneous flame propagation speed can reach 1873.0 cm/sec at 60 minutes contact time . While the concentration of NaOH 35 % fire instantaneous velocity of 1954.4 cm/sec at 60 minutes contact time. And the 45 % NaOH solution in a 60 minute contact time with the fire instantaneous velocity is 2042.1 cm/sec.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW karena Beliau lah panutan seluruh umat di dunia maupun akhirat.

Skripsi ini berjudul “Penurunan Kadar CO₂ pada Biogas dengan Absorpsi NaOH terhadap Kecepatan Rambat Api”. Penyusunan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang selalu tiada henti dan tiada lelah mendidik dan menasehati, nenek serta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan doa dan motivasi kepada saya.
2. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan ide, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.
5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) telah memberikan banyak dukungan, Hefa (Cak ji-mukeji), Heru (Paimo), Jrenk, Tower, Gendut, Alvin,

Viktor, Ucup, Wape, Dana, Uwik (Bogang), Sandi (Tompel), Dimas, Luqman, Dedi, Manda, Memed, Brian, Resha, Hanry, Ifan, Febri, Imam, Dimas Sugiono, Tuwek, Ade, Erfani, Teguh, Ongky, Yudi, Derry, Febri Cengel, Justin, Beslin, Poncol, Firman Kenyeh, Firman Wahyu, Erik, Arip, Faqih, Bob milanisti, Antok, Beta, Rio, Sugeng, Riyan, Badrul, Dani dan teman-teman lain yang telah banyak membantu selama 4 tahun perkuliahan.

7. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sebagai manusia yang tak lepas dari kekhilafan dan kekurangan, oleh karena itu diharapkan adanya kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini dan penelitian berikutnya yang berkaitan dengan skripsi ini. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan peneliti-peneliti berikutnya.

Jember, Februari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PEMBIMBING	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biogas	5
2.2 Pemanfaatan Biogas	6
2.3 Digester Biogas	8
2.4 Proses Pembentukan Biogas	10
2.4.1 Hidrolisis	11
2.4.2 Acidogenesis	12
2.4.3 Acetogenesis	12

2.4.4	Methanogenesis	12
2.5	Faktor yang Memoengaruhi Produksi Biogas	13
2.5.1	Temperatur.....	13
2.5.2	pH.....	13
2.5.3	Nutrisi.....	13
2.5.4	Ion Kuat dan Salinitas	14
2.5.5	Kandungan Racun dan Hambatan.....	14
2.5.6	Faktor Konsentrasi Padatan.....	14
2.6	Penelitian Sebelumnya.....	15
2.7	NaOH.....	20
2.8	Teori Absorpsi.....	21
2.9	Pemurnian Biogas	21
2.10	Proses dan Reaksi Pembakaran.....	22
2.11	Karakteristik Nyala api.....	23
2.10.1	<i>Premixed Flame</i>	24
2.10.2	<i>Diffusion Flame (Non-premixed)</i>	24
2.10.3	Api Laminer	25
2.10.4	Api Turbulen	25
2.10.5	Api Merah	26
2.10.6	Api Biru	26
2.10.7	Api Putih.....	27
2.10.8	Api Hitam.....	27
2.12	AFR	29
2.13	Hipotesa	30
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1	Metode Penelitian	31
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3	Alat dan Bahan.....	32
3.3.1	Bahan Penelitian	32

3.4 Variabel Penelitian	33
3.4.1 Variabel Bebas	33
3.4.2 Variabel Terikat	33
3.4.3 Variabel Kontrol	33
3.5 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data	33
3.6 Pengamatan yang Dilakukan	34
3.7 Tahapan Penelitian dan Prosedur Penelitian	34
3.7.1 Tahap Pembuatan Alat Purifikasi	34
3.7.2 Tahap Penyiapan NaOH	34
3.7.3 Tahap Pemurnian Biogas	34
3.7.4 Pengujian Karakteristik Api Biogas	36
3.7.5 Akhir Pengambilan Data	38
3.8 Rekap Pengambilan Data	38
3.9 Diagram Alir Penelitian	40
3.10 Jadwal Kegiatan Penelitian	41
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Penelitian	42
4.1.1 Gambar Rambat Api	42
4.1.2 Cepat Rambat Api Sesaat	47
4.1.3 Cepat Rambat Api Total	50
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	53
4.2.1 Gambar Rambat Api	53
4.2.2 Cepat Rambat Api Sesaat	54
4.2.3 Cepat Rambat Api Total	65
BAB 5. PENUTUP	76
4.1 Kesimpulan	76
4.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
2.1 Tipe digester biogas	10
2.2 Langkah proses <i>anaerobic digestion</i>	11
2.3 Skema proses hidrolisis	11
2.4 Skema proses methanogenesis	12
2.5 Rangkaian alat penelitian	16
2.6 Alat absorpsi	17
2.7 Daya yang dihasilkan biogas	18
2.8 Pola rambat api pada berbagai campuran CO ₂ 10%, 20% dan 30% pada AFR 7,5 : 1	19
2.9 Pola rambat api pada berbagai campuran CO ₂ 10%, 20% dan 30% pada AFR 10 : 1	19
2.10 Natrium hidroksida (NaOH).....	20
2.11 Nyala Api	24
2.12 Arus <i>laminer</i> dan arus <i>turbulent</i>	25
2.13 Nyala api merah	26
2.14 Nyala api biru	27
2.15 Nyala api putih	27
2.16 Nyala api <i>bunsen burner</i>	28
2.17 Nyala api lilin.....	28
3.1 Manometer pipa U	35
3.2 Skema pemurnian biogas	35
3.3 Skema pencampuran biogas dan udara	36
3.4 Skema uji rambat api	37
3.5 Diagram alir pengujian pemurnian biogas	40

4.1	Gambar rambat api sebelum perlakuan	42
4.2	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 25%, lama kontak 20 menit	43
4.3	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 25%, lama kontak 40 menit	43
4.4	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 25%, lama kontak 60 menit	44
4.5	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 35%, lama kontak 20 menit	44
4.6	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 35%, lama kontak 40 menit	45
4.7	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 35%, lama kontak 60 menit	45
4.8	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 45%, lama kontak 20 menit	46
4.9	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 45%, lama kontak 40 menit	46
4.10	Gambar rambat api dengan purifikasi NaOH 45%, lama kontak 60 menit	47
4.11	Grafik cepat rambat api sesaat sebelum perlakuan	55
4.12	Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 20 menit	56
4.13	Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 40 menit	57
4.14	Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 60 menit	58
4.15	Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 20 menit	59
4.16	Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 35%	

dan waktu kontak 40 menit	60
4.17 Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 60 menit	61
4.18 Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 20 menit	62
4.19 Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 40 menit	63
4.20 Grafik cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 60 menit	64
4.21 Grafik cepat rambat api total sebelum perlakuan	65
4.22 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 20 menit	66
4.23 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 40 menit	67
4.24 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 60 menit	68
4.25 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 20 menit	69
4.26 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 40 menit	70
4.27 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 60 menit	71
4.28 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 20 menit	72
4.29 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 40 menit	73
4.30 Grafik cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 60 menit	74

DAFTAR TABEL

HALAMAN

2.1 Kesetaraan nilai kalor biogas terhadap bahan bakar lain	6
2.2 Komposisi biogas	7
2.3 Produksi Metana dari berbagai macam material	8
2.4 Konsentrasi kation ringan <i>Stimulatory</i>	14
2.5 Nilai dalam kandungan kering bahan baku biogas	15
2.6 CH₄ maksimal yang dimurnikan pada tiap laju alir NaOH	16
3.1 Parameter Pengukuran Cepat rambat api sesaat	38
3.2 Parameter Pengukuran Cepat rambat api total	39
3.3 Parameter Pengukuran Cepat rambat api maksimal	39
3.4 Tabel jadwal penelitian	41
4.1 Cepat rambat api sesaat sebelum perlakuan	47
4.2 Cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 20 menit	48
4.3 Cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 20 menit	49
4.4 Cepat rambat api sesaat dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 20 menit	49
4.5 Rata-rata cepat rambat api sesaat	50
4.6 Cepat rambat api total sebelum perlakuan	50
4.7 Cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 25% dan waktu kontak 20 menit	51
4.8 Cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 35% dan waktu kontak 20 menit	52
4.9 Cepat rambat api total dengan konsentrasi NaOH 45% dan waktu kontak 20 menit	52
4.10 Cepat rambat api total	53

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
A TABEL PENELITIAN	80
A.1 Hasil Pengujian Cepat Rambat Api Sesaat	80
A.2 Hasil Pengujian Cepat Rambat Api Total	95
B PERHITUNGAN	112
B.1 Perhitungan AFR	112
B.2 Perhitungan panjang gambar	112
B.3 Perhitungan waktu per frame	114
B.4 Perhitungan cepat rambat api	114
B.5 Pembuatan larutan NaOH	114
C Foto Penelitian	115