

**OPTIMASI ENERGI BIOGAS DARI HASIL FERMENTASI
ENCENG GONDOK BERBASIS VARIABEL PROSES**

Usulan Penelitian Untuk Skripsi S-1



**Diajukan oleh
MASRIADI
06620009**

**Kepada
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
2010**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1356/2011

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Energi Biogas dari Hasil Fermentasi Enceng Gondok Berbasis Variabel Proses

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Masriadi
NIM : 06620009
Telah dimunaqasyahkan pada : 25 Mei 2012
Nilai Munaqasyah : A / B

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Retno Rahmawati, M.Si
NIP.19821116 200901 2 006

Penguji I

Frida Agung Rahmadi, M.Sc
NIP.19780510 200501 1 003

Penguji II

Anis Yuniati, M.Si
NIP. 19830614 200901 2 009

Yogyakarta, 11 Juni 2012
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaj, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Masriadi
NIM : 06620009
Prodi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Optimasi Energi Biogas dari Hasil Fermentasi Enceng Gondok Berbasis Variabel Proses” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Mei 2012



Masriadi
06620009

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil 'alamin, dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur senantiasa penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Salawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Musa Asyarie, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A., Ph.D selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Nita Handayani, M.Si selaku Kepala Jurusan Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Thaqibul Fikri Niryatama, M.Si selaku Dosen Penasehat Akademik, sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan saran, koreksi dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.

5. Ibu Retno Rahmawati, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan saran, koreksi dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Bapak Frida Agung Rahmadi, M.Sc selaku Penguji I yang telah bersedia menguji, mengkritik dan memberikan saran demi kebaikan skripsi ini.
7. Ibu Anis Yuniati, M.Si selaku Penguji II yang telah bersedia menguji, mengkritik dan memberikan saran demi kebaikan skripsi ini.
8. Segenap Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengajarkan dan membagi ilmunya.
9. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
10. Seluruh Staf dan Karyawan Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, khususnya ada *Pak Win (Lab. Fisika Modern)*, *Pak Ashim (Lab. Fisika Dasar)*, *Pak Agung (Lab. Elektronika Dasar)*.
11. Kedua Orang Tua, Ayahanda tercinta (*Alharhum Palla*) dan Ibunda tersayang (Jawasang) yang selalu memberikan dukungan, do'a, nasehat, dan kasih sayang yang tiada henti-hentinya kepada penulis. Tanpamu penulis tidak dapat berbuat apa-apa.
12. Saudara-saudaraku yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan semangat serta motivasi selama ini. Maaf selalu merepotkan kalian.
13. Teman-teman yang ada di Darul Hikmah, khususnya ada *Ari, Aziz, Minan, Romi, Putra, Ebit* selalulah berkarya dan terus berkarya.

14. Temen-temen yang ada di Program Studi Fisika, khususnya angkatan 2006, ada *pak Yamyam, pak Furqon dan ibu Roik, pak Danang, pak Muse, Fuad, Dyas, Mumun, Say, dan Diajenk Tomtom* semoga kebersamaan kita selalu ada untuk selamanya.
15. Temen-temen yang ada di Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka, khususnya angkatan AtoCh (Action to Change), ada *Eca, Nanik, Ningsih, Putri, Rini, Sa'dah, Aziz, Edi, Habibi, Ikhwan, Joko, Rokhim, Pawit, Ipul* semoga selalu berkarya dan memberi yang terbaik dimana pun berada.
16. Temen-temen yang ada di Forum Komunikasi Mahasiswa Bone Yogyakarta (FKMB-Y) semoga ikatan persaudaraan dan persahabatan selalu terjalin.
17. Dosen serta teman-teman yang selalu memberikan semangat dan motivasi yang tiada henti-hentinya untuk tetap maju, semoga selalu mendapat limpahan Rahmat dan Karunia dari Sang Ilahi.
18. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu disini yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga amal kebaikan dari berbagai pihak tersebut mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Dengan segala keterbatasan penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini dan masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya. Aamiin...

Wa'alaikumsalam Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 2 Mei 2012

Penulis

PERSEMBAHAN

Skripsi ini Penulis persembahkan kepada :

*Kedua Orang Tuaku (Almarhum Palla dan Jawasang)
yang selalu mendidikku dengan segala pengorbanan dan
harapan untuk selalu menjadi yang terbaik,*

*Seluruh Keluargaku
yang selalu memberikan dukungan yang tiada henti-hentinya*

*Almamaterku
Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta*

Semua temen-temen yang selalu hadir untukku

OPTIMASI ENERGI BIOGAS DARI HASIL FERMENTASI ENCENG GONDOK BERBASIS VARIABEL PROSES

Oleh
Masriadi
06620009

ABSTRAK

Telah diperoleh perbandingan yang tepat dari variabel proses fermentasi enceng gondok untuk menghasilkan energi biogas yang paling maksimal. Perbandingan antara massa enceng gondok, volume air dan waktu fermentasi tersebut yaitu 2 : 4 : 3. Massa enceng gondok dalam satuan kilogram, volume air dalam satuan liter dan waktu fermentasi dalam satuan hari.

Dengan menggunakan program optimasi berdasarkan alat yang ada, diperoleh hasil untuk penggunaan massa enceng gondok 19 kg, volume air 0,04 m³ (40 liter) dan waktu fermentasi selama 29 hari yaitu energi biogas sebesar 0,2350 x 10⁶ joule (235000 joule). Energi biogas ini dapat digunakan untuk penerangan sebuah lampu dengan daya 10 watt selama 6 jam 30 menit.

Kata Kunci : Energi Biogas, Optimasi, Enceng Gondok dan Proses Fermentasi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Keaslian Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Energi Biogas	7
2.2.2 Enceng Gondok	11
2.2.3 Proses Pembuatan Biogas	15
2.2.4 Program Linear	16
2.2.5 Optimasi dengan <i>Linear Interactive Discrete Optimizer</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.1.1 Waktu Penelitian	21
3.1.2 Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	22
3.3 Metode Penelitian	22
3.3.1 Prosedur Penelitian	22
3.3.2 Proses Fermentasi Enceng Gondok	24
3.3.3 Optimasi Energi Biogas	24

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian	26
4.1.1 Persentase Gas Metana (CH ₄) dari Hasil Fermentasi	26
4.1.2 Hasil Perhitungan Energi Biogas	28
4.1.3 Hasil Optimasi	29
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Persentase Gas Metana	29
4.2.2 Optimasi Energi Biogas	30
BAB V KESIMPULAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN – LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Gas dalam Biogas	8
Tabel 4.1 Persentase Gas Metana (CH ₄) Hasil Fermentasi	26
Tabel 4.2 Perhitungan Energi Biogas	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Pembentukan Biogas	16
Gambar 3.1 Reaktor Biogas	21
Gambar 3.2 Penampung Biogas	22
Gambar 3.3 Rangkaian Alat Penghasil Biogas	23
Gambar 3.4 Diagram Alir Prosedur Penelitian	23
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Optimasi	25
Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara Massa Enceng Gondok dengan Energi Biogas	27
Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara Volume Air dengan Energi Biogas	28
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara Lama Waktu Fermentasi dengan Energi Biogas	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Energi Biogas	36
Lampiran 2 Perhitungan Prediksi Lama Penggunaan	37
Lampiran 3 Listing dan Hasil Program dengan Lindo versi 11.0	38
Lampiran 4 Origin Reference Version 7	39
Lampiran 5 LINGO 11 Online Users Manual	40
Lampiran 6 Lingo 11 Users Manual	41
Lampiran 7 Daftar Riwayat Hidup	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Energi merupakan kebutuhan manusia yang paling dasar. Energi dimanfaatkan dalam berbagai bidang untuk menunjang berbagai aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Energi yang paling banyak dimanfaatkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia yakni energi minyak bumi (Wahyuni, 2009). Jenis energi ini merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, sehingga dalam rentang waktu tertentu akan terjadi kekurangan energi. Pemerintah, lembaga penelitian maupun masyarakat dalam mengantisipasi hal ini telah melakukan berbagai cara untuk menghemat penggunaan energi. Beberapa penelitian tersebut, menghasilkan berbagai sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan salah satunya yakni biogas.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh suatu bakteri secara anaerob. Gas dari hasil fermentasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi. Biogas dapat menghasilkan energi karena mengandung gas metana (CH_4), gas karbondioksida (CO_2), dan gas-gas yang lain dalam jumlah yang terbatas. Gas metana (CH_4) yang terkandung dalam biogas tersebut dapat dimanfaatkan untuk menggantikan gas LPG yang sumbernya terbatas. Gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari biogas tersebut dapat dimanfaatkan secara terus-menerus karena sumbernya dapat diperbanyak dan tidak terbatas. Sumber energi dari biogas ini ada

beberapa macam antara lain dari kotoran ternak, jerami padi, enceng gondok, limbah industri tahu, bungkil jarak pagar, limbah kelapa sawit, sampah organik dan berbagai sumber yang lain (Wahyuni, 2009).

Biogas dari enceng gondok dihasilkan dengan proses fermentasi. Proses fermentasi menyebabkan terjadinya berbagai reaksi dan interaksi yang kompleks yang dibantu oleh bakteri anaerob. Hasil dari reaksi dan interaksi ini menghasilkan gas metana (CH_4) yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Enceng gondok dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan.

Energi biogas yang dihasilkan dalam suatu proses fermentasi kadang tidak sesuai dengan apa yang kita harapkan, sehingga diperlukan proses optimalisasi. Proses optimalisasi energi biogas tidak bisa lepas dari variabel-variabel proses selama proses fermentasi berlangsung. Optimasi adalah suatu metode atau desain eksperimental untuk memudahkan dalam penyusunan dan interpretasi data secara matematis (Ningrum, 2008). Hasil yang diperoleh dalam proses optimasi adalah nilai maksimum atau minimum.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil biogas diantaranya waktu tinggal dalam digester (Wahyuni, 2009) dan bahan baku isian (Simamora *et al*, 2006). Latar belakang inilah yang mendasari dilakukan penelitian “Optimasi energi biogas dari hasil fermentasi enceng gondok berbasis variabel proses”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya :

- a. Berapakah perbandingan yang tepat dari variabel proses fermentasi enceng gondok sehingga energi biogas yang dihasilkan maksimal?
- b. Berapakah energi yang paling optimal dari hasil optimasi energi biogas dengan pendekatan variabel proses?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan perbandingan yang tepat variabel proses fermentasi enceng gondok yang diperlukan untuk menghasilkan energi biogas yang maksimal.
- b. Menentukan energi yang paling optimal dari hasil optimasi energi biogas dengan pendekatan variabel proses.

1.4. Batasan Penelitian

Adapun batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Variabel proses yang digunakan pada proses optimasi yakni massa enceng gondok, volume air dan waktu fermentasi.
- b. Optimasi dilakukan dengan pendekatan program linear.
- c. Program yang digunakan pada proses optimasi yakni program *Linear Interactive Discrete Optimizer* (Lindo) versi 11.0.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Memberikan solusi energi alternatif dengan menggunakan enceng gondok sebagai sumber energi.
- b. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang penentuan energi maksimal dari hasil fermentasi enceng gondok berbasis variabel proses.
- c. Meningkatkan efektivitas penggunaan massa enceng gondok, volume air, dan waktu fermentasi untuk menghasilkan energi biogas.

1.6. Keaslian Penelitian

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

1.7. Sistematika Penulisan

Inti dari skripsi ini dikelompokkan menjadi lima bab untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman terhadap laporan skripsi ini, maka diberikan sistematika penulisan laporan skripsi sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, keaslian penelitian, dan sistematika penulisan

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan dibahas mengenai penelitian sebelumnya serta menguraikan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, seperti biogas, enceng gondok, fermentasi, optimasi, dan program linear

Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini berisi tentang rancangan dari penelitian yang dilakukan, serta bagaimana metode dan langkah dalam penelitian.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini berisi data hasil persentase gas metana dari hasil fermentasi dan optimasi energi biogas yang dilakukan.

Bab V Penutup

Pada bab ini diberikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan berdasarkan data – data yang diperoleh, serta diberikan saran sebagai penunjang maupun pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disajikan dalam bab IV, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Perbandingan variabel proses fermentasi enceng gondok adalah 2 : 4 : 3 dengan massa enceng gondok = 19 kg, volume air = 0,04 m³ (40 liter) dan waktu fermentasi = 29 hari.
- b. Energi yang paling optimal yang bisa dihasilkan dengan variabel proses sebagaimana di bagian a diatas adalah 0,2350 x10⁶ joule.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh disadari bahwa optimasi energi yang telah dilakukan memiliki beberapa kekurangan. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat disarankan untuk penelitian lebih lanjut dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Sebaiknya menggunakan variabel proses dengan skala yang lebih besar.
- b. Sebaiknya memperhitungkan pengaruh suhu dalam proses fermentasi.
- c. Disarankan untuk menghitung optimasi yang bisa dilakukan pada reaktor biogas yang digunakan secara terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Novembri Cucu Sektiani dan Oki Putri Sakti, 2010, Skripsi : Pengaruh Pemanasan Membran, Perbedaan Tekanan dan Waktu Permeasi pada Pemisahan CO₂/CH₄ untuk Pemurnian Biogas Menggunakan Membran Polyimide dan Membran Campuran Polyimide-Zeolit, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
- Bahrin, D., Destilia Anggraini, dan Mutiara Bunga Pertiwi, 2011, Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik Pasar di Kota Palembang, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3 Palembang, 26-27 Oktober 2011.
- Dhaniswara, Trisna Kumala dan Agnes Selamat Pratiwi, 2009, Pabrik Bio Oil dari Enceng Gondok dengan Proses Pirolisis Cepat, Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Gerbono, Anton dan Abbas Siregar Djarijah, 2009, Kerajinan Enceng Gondok - Cet. 5, Kanisius, Yogyakarta
- Harahap, Indri Vesalina, 2007, Skripsi : Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian terhadap Biogas yang Dihasilkan, Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Kholisoh, Luluk, 1999, Statistika dan Probabilitas, Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Kustituantio, Bambang, 1999, Statistika untuk Ekonomi dan Bisnis, Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Mayasari, H. Dewi, Iir Muchlis R., Lely N. dan M. Rizky A., 2010, Pembuatan Biodigester dengan Uji Coba Kotoran Sapi sebagai Bahan Baku, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Mukti, Ahmad Muhtar, 2008, Tugas Akhir : Penggunaan Tanaman Enceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Pre-Treatment Pengolahan Air Minum pada Air Selokan Mataram, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Mulyawan, Dony Ananta Nurwoko, 2007, Skripsi : Aplikasi Metode Trend Musiman untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi pada Pabrik Roti Mabrur Sragen, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Murjito, 2005, Desain Alat Penangkap Gas Methan pada Sampah menjadi Biogas, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang.

- Ningrum, Ika Yulia Kristin, 2008, Skripsi : Optimasi Formula Tablet Hisap Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Roxb.) dengan Kombinasi Sukrosa-Sorbitol sebagai Bahan Pengisi terhadap Sifat Fisik Tablet, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Novitasari, Dian, 2008, Skripsi : Optimasi pH dan Salinitas terhadap Pembentukan Bioflok untuk Uji Kualitas Air pada Sistem Akuakultur, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung.
- Prasetyo, Eri, 1999, Dasar Fisika Energi, Penerbit Gunadarma, Jakarta
- Rahayu, S., Dyah Purwaningsih dan Pujianto, 2009, Pemanfaatan Kotoran Sapi sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan beserta Aspek Sosio Kulturalnya, FISE Universitas Negeri Yogyakarta, INOTEK, Volume 13, Nomor 2, Agustus 2009.
- Rahmawati, Retno, 2008, Tesis : Optimasi Pelayuan Teh Hitam dengan Metode Pengukuran Temperatur pada Layung Pelayuan secara On-Line, Program Magister Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Saragih, Budiman Richardo, 2010, Tesis : Analisis Potensi Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan (Studi Kasus pada Mall Metropolitan Bekasi), Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Sayogo, HM., Endang Hadiat dan Asmadi, 2009, Membuat Kompor Biogas Mengandalkan Enceng Gondok oleh PT Indonesia Power, Harian Pikiran Rakyat edisi 05 Maret 2009.
- Simamora, S., Salundik, Sri Wahyuni, dan Sarajudin, 2006, Membuat Biogas : Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Soeparlan, Soepono dan Umar Yahdi, 1999, Teknik Rangkaian Listrik, Jilid 1, Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Suyitno, M. Nizam dan Dharmanto, 2010, Teknologi Biogas : Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan -Cet. I, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wahyuni, Sri, 2009, Biogas -Cet. 1, Penebar Swadaya, Jakarta
- Wicaksono, Iman Kurniawan dan Abdu Fadli Assomadi, 2008, Pemanfaatan dan Identifikasi Padatan Sisa Proses Biogas untuk Briket dengan Pirolisis, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Yuliansyah, Sri Purwatiningsih, dan Rudiarto A., 2009, Enceng Gondok bisa Jadi Listrik, Klinik Produksi Bersih Universitas Mulawarman (CPCU/Cleaner Production Clinic Unmul), kaltimpost edisi 07 September 2009.

**L
a
m
p
i
r
a
n**

PERHITUNGAN ENERGI BIOGAS

Volume gas (m ³)	Persentasi CH ₄ (%)	Energi (x10 ⁶ Joule)
0,0037	40	0,0488
0,0052	38	0,0652
0,0084	46	0,1275
0,0115	45	0,1708
0,0142	43	0,2015

Dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2, energi yang dihasilkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q = k \times m \quad ; \quad Q = \text{nilai kalor bersih (Joule/cm}^3\text{)}$$

$$k = \text{konstanta (0,33)}$$

$$m = \text{persentase metana (\%)}$$

$$E = Q \times V \quad ; \quad E = \text{nilai energi total (Joule)}$$

$$Q = \text{nilai kalor bersih (Joule/cm}^3\text{)}$$

$$V = \text{volume biogas yang dihasilkan (cm}^3\text{)}$$

$$E = k \times m \times V$$

1. $E = 0,33 \times 40 \times (0,0037 \times 10^6) = 0,0488 \times 10^6 \text{ Joule}$
2. $E = 0,33 \times 38 \times (0,0052 \times 10^6) = 0,0652 \times 10^6 \text{ Joule}$
3. $E = 0,33 \times 46 \times (0,0084 \times 10^6) = 0,1275 \times 10^6 \text{ Joule}$
4. $E = 0,33 \times 45 \times (0,0115 \times 10^6) = 0,1708 \times 10^6 \text{ Joule}$
5. $E = 0,33 \times 43 \times (0,0142 \times 10^6) = 0,2015 \times 10^6 \text{ Joule}$

PERHITUNGAN PREDIKSI LAMA PENGGUNAAN ENERGI

Energi yang dihasilkan dalam proses optimasi dari program linear yaitu sebesar $0,2350 \times 10^6$ Joule (235000 Joule).

1 watt (W) = 1 joule/detik (J/s) (Soeparlan *et al*, 1999)

Sehingga dapat dirumuskan

$P = E/t$, maka

$t = E/P$ dengan $P = \text{daya (watt)}$

$E = \text{Energi (Joule)}$

$t = \text{waktu (detik)}$

berdasarkan persamaan diatas, maka prediksi lama penggunaan energi dapat dihitung, dimana energi yang dihasilkan sebesar 235000 joule dan apabila digunakan untuk penerangan sebuah lampu sebesar 10 watt, maka lama penggunaannya dapat dihitung sebagai berikut.

$$t = E/P$$

$$t = 235000/10$$

$$t = 23500 \text{ detik}$$

$$t = 23500/60 = 391,6667 \text{ menit}$$

$$t = 391,6667/60 = 6,52778 \text{ jam}$$

$$6,52778 = 6 \text{ jam, sisa } 0,52778 \times 60 = 31,66668$$

$$31,66668 = 31 \text{ menit, sisa } 0,66668 \times 60 = 40$$

$$40 \text{ detik}$$

dengan demikian dapat diketahui bahwa lama penggunaan energi biogas tersebut yaitu 6 jam 31 menit 40 detik

Listing dan hasil Program *Linear Interactive Discrete Optimizer* (Lindo) versi 11.0

The screenshot displays the LINDO 11.0 interface. The main window shows the model definition, and a 'Solution Report' window displays the results of the optimization.

LINDO Model - LINGO1

```

MAX 0.0488X1 + 0.0652X2 + 0.1275X3 + 0.1708X4 + 0.2015X5
SUBJECT TO
5X1 + 7X2 + 10X3 + 15X4 + 20X5 <= 20
0.01X1 + 0.014X2 + 0.02X3 + 0.03X4 + 0.04X5 <= 0.04
10X1 + 13X2 + 15X3 + 18X4 + 20X5 <= 30
X1 >= 0
X2 >= 0
X3 >= 0
X4 >= 0
X5 >= 0
END
    
```

Solution Report - LINGO1

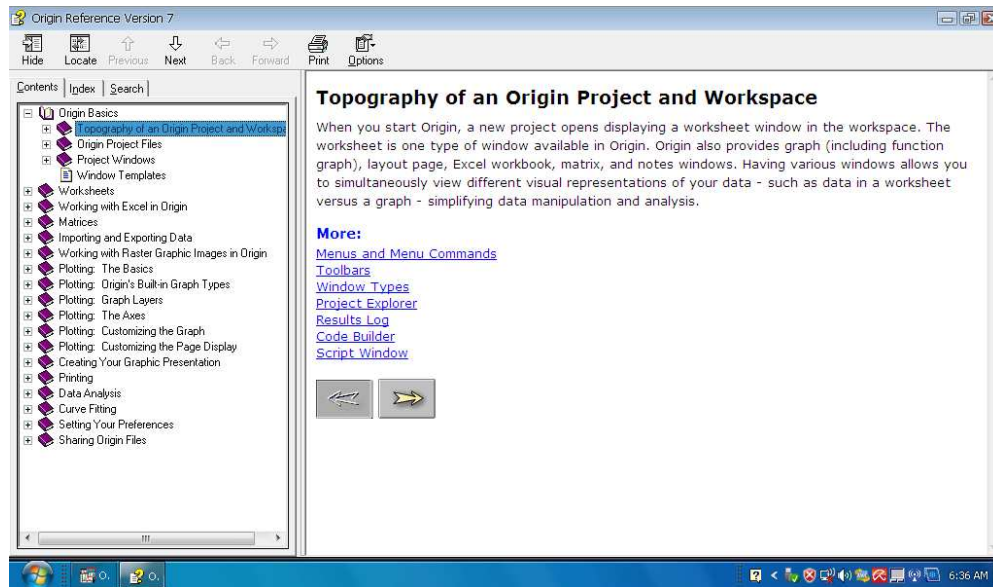
Global optimal solution found.
Objective value: 0.2350000
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
X1	19.031000	0.1495000E-01
X2	0.040058	0.2405000E-01
X3	29.020710	0.2045000E-01
X4	0.000000	0.1083000E-01
X5	0.000000	0.5350000E-01

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2350000	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	6.375000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	2.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, the LINDO 11.0 application icon, and the system tray with the time 2:45 PM.

Origin Reference Version 7



LINGO 11 Online Users Manual

Preface

LINGO is a comprehensive tool designed to make building and solving mathematical optimization models easier and more efficient. LINGO provides a completely integrated package that includes a powerful language for expressing optimization models, a full-featured environment for building and editing problems, and a set of fast built-in solvers capable of efficiently solving most classes of optimization models. LINGO's primary features include

- **Algebraic Modeling Language**
LINGO supports a powerful, set-based modeling language that allows users to express math programming models efficiently and compactly. Multiple models may be solved iteratively using LINGO's internal scripting capabilities.
- **Convenient Data Options**
LINGO takes the time and hassle out of managing your data. It allows you to build models that pull information directly from databases and spreadsheets. Similarly, LINGO can output solution information right into a database or spreadsheet making it easier for you to generate reports in the application of your choice. Complete separation of model and data enhance model maintenance and scalability.
- **Model Interactively or Create Turnkey Applications**
You can build and solve models within LINGO, or you can call LINGO directly from an application you have written. For developing models interactively, LINGO provides a complete modeling environment to build, solve, and analyze your models. For building turn-key solutions, LINGO comes with callable DLL and OLE interfaces that can be called from user written applications. LINGO can also be called directly from an Excel macro or database application. LINGO currently includes programming examples for C/C++, FORTRAN, Java, C#.NET, VB.NET, ASP.NET, Visual Basic, Delphi, and Excel.
- **Extensive Documentation and Help**
LINGO provides all of the tools you will need to get up and running quickly. You get the LINGO User Manual (in printed form and available via the online Help), which fully describes the commands and features of the program. Also included with Super versions and larger is a copy of *Optimization Modeling with LINGO*, a comprehensive modeling text discussing all major classes of linear, integer and nonlinear optimization problems. LINGO also comes with dozens of real-world based examples for you to modify and expand.
- **Powerful Solvers and Tools**
LINGO is available with a comprehensive set of fast, built-in solvers for linear, nonlinear (convex & nonconvex), quadratic, quadratically constrained, and integer optimization. You never have to specify or load a separate solver, because LINGO reads your formulation and automatically selects the appropriate one. A general description of the solvers and tools available in LINGO follows:
General Nonlinear Solver
LINGO provides both general nonlinear and nonlinear/integer capabilities. The nonlinear license option is required in order to use the nonlinear capabilities with LINDO API.
Global Solver
The global solver combines a series of range bounding (i.e., interval analysis and convex analysis) and range reduction

LINGO

user's guide

LINDO SYSTEMS INC.



COPYRIGHT

The LINGO software and its related documentation are copyrighted. You may not copy the LINGO software or related documentation except in the manner authorized in the related documentation or with the written permission of LINDO Systems Inc.

TRADEMARKS

LINGO is a trademark, and LINDO is a registered trademark, of LINDO Systems Inc. Other product and company names mentioned herein are the property of their respective owners.

DISCLAIMER

LINDO Systems, Inc. warrants that on the date of receipt of your payment, the disk enclosed in the disk envelope contains an accurate reproduction of the LINGO software and that the copy of the related documentation is accurately reproduced. Due to the inherent complexity of computer programs and computer models, the LINGO software may not be completely free of errors. You are advised to verify your answers before basing decisions on them. NEITHER LINDO SYSTEMS, INC. NOR ANYONE ELSE ASSOCIATED IN THE CREATION, PRODUCTION, OR DISTRIBUTION OF THE LINGO SOFTWARE MAKES ANY OTHER EXPRESSED WARRANTIES REGARDING THE DISKS OR DOCUMENTATION AND MAKES NO WARRANTIES AT ALL, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, REGARDING THE LINGO SOFTWARE, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR OTHERWISE. Further, LINDO Systems, Inc. reserves the right to revise this software and related documentation and make changes to the content hereof without obligation to notify any person of such revisions or changes.

Copyright © 2008 by LINDO Systems Inc. All rights reserved.

Published by



LINDO SYSTEMS INC.

1415 North Dayton Street

Chicago, Illinois 60642

Technical Support: (312) 988-9421

E-mail: tech@lindo.com

WWW: <http://www.lindo.com>

Contents

Preface	vii
New Features	xi
1 Getting Started with LINGO	1
What is LINGO?	1
Installing LINGO	1
Modeling from the Command-Line	19
Examining the Solution	21
Using the Modeling Language	23
Additional Modeling Language Features	33
Maximum Problem Dimensions	36
How to Contact LINDO Systems	37
2 Using Sets	39
Why Use Sets?	39
What Are Sets?	39
The Sets Section of a Model	40
The DATA Section	46
Set Looping Functions	47
Set Based Modeling Examples	53
Summary	71
3 Using Variable Domain Functions	73
Integer Variables	73
Free Variables	91
Bounded Variables	96
SOS Variables	97
Cardinality	100
Semicontinuous Variables	101
4 Data, Init and Calc Sections	103
The DATA Section of a Model	103
The INIT Section of a Model	107
The CALC Section	108
Summary	111
5 Windows Commands	113
Accessing Windows Commands	113
Windows Commands In Brief	114
Windows Commands In-depth	117
1. File Menu	117

iv CONTENTS

2. Edit Menu	134
3. LINGO Menu	147
4. Window Menu.....	225
5. Help Menu	228
6 Command-Line Commands	235
The Commands In Brief	235
The Commands In Depth	237
7 LINGO's Operators and Functions.....	311
Standard Operators	311
Mathematical Functions	315
Financial Functions	317
Probability Functions	317
Variable Domain Functions	320
Set Handling Functions	320
Set Looping Functions.....	323
Interface Functions.....	324
Report Functions	325
Miscellaneous Functions	336
8 Interfacing with External Files.....	339
Cut and Paste Transfers	339
Text File Interface Functions	341
LINGO Command Scripts.....	349
Specifying Files in the Command-line	352
Redirecting Input and Output	354
Managing LINGO Files.....	354
9 Interfacing With Spreadsheets	357
Importing Data from Spreadsheets.....	357
Exporting Solutions to Spreadsheets	362
OLE Automation Links from Excel.....	370
Embedding LINGO Models in Excel	374
Embedding Excel Sheets in LINGO	380
Summary	384
10 Interfacing with Databases	385
ODBC Data Sources	386
Importing Data from Databases with @ODBC	393
Importing Data with ODBC in a PERT Model	395
Exporting Data with @ODBC	397
Exporting Data with ODBC in a PERT Model.....	400
11 Interfacing with Other Applications	405
The LINGO Dynamic Link Library.....	405
User Defined Functions	446

12 Developing More Advanced Models	451
Production Management Models	452
Logistics Models	466
Financial Models	473
Queueing Models	489
Marketing Models	497
13 Programming LINGO	505
Programming Features	505
Programming Example: Binary Search	521
Programming Example: Markowitz Efficient Frontier	524
Programming Example: Cutting Stock	531
Programming Example: Accessing Excel	537
Summary	543
14 On Mathematical Modeling	545
Solvers Used Internally by LINGO	545
Type of Constraints	546
Local Optima vs. Global Optima	548
Smooth vs. Nonsmooth Functions	553
Guidelines for Nonlinear Modeling	554
Appendix A: Additional Examples of LINGO Modeling	557
Appendix B: Error Messages	645
Appendix C: Bibliography and Suggested Reading	683
Index	684

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP
(CURRICULUM VITAE)**

A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Masriadi
Tempat Tanggal Lahir: Bone, 2 Mei 1985
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Status : Belum Kawin
Alamat : Jl. Kaliurang KM 8,5 PERUM Dayu Baru II, No. 3
Ngaglik, Sleman, Yogyakarta
No. Telp/HP : +628994041107 atau +6283869043939
E-Mail : 083869043939m@gmail.com

B. PENDIDIKAN

1. Formal

- a) SD INP. 5/81 Padaelo, Lamuru, Bone Lulus Tahun 1999.
- b) SMP NEG. 2 Marioriwawo, Soppeng Lulus Tahun 2002.
- c) SMA NEG. 1 Lamuru, Bone Lulus Tahun 2005.
- d) Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta Program Studi Fisika Lulus Tahun 2012.

2. Non Formal

- a) BOROBUDUR School Of International Business Yogyakarta Jurusan Komputer dan Manajemen Bisnis Tahun 2006.
- b) Pendidikan Calon Anggota Racana Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Tahun 2007.
- c) Kursus Pembina Pramuka Mahir Tingkat Dasar LEMDIKACAB Kwartir Cabang Gerakan Pramuka Kota Cirebon STAIN Kota Cirebon Tahun 2009.
- d) Gladian Pimpinan Satuan Gerakan Pramuka Kwartir Cabang 1205 Kota Yogyakarta Tahun 2009.
- e) Lembaga Pendidikan Kejuruan INFIKOM Jurusan Teknisi Handphone Tahun 2010.

C. PENGALAMAN ORGANISASI

1. Koordinator Departemen Humas Dan Advokasi Himpunan Mahasiswa Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Masa Bakti 2007/2008.
2. Staff Departemen Media Dan Jaringan Lembaga Dakwah Masjid UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Masa Bakti 2008/2009.
3. Anggota Bidang Pengembangan Sumber Daya Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Masa Bakti 2008/2009.
4. Staff Departemen Luar Negeri Ikatan Himpunan Mahasiswa Fisika Indonesia Masa Bakti 2007/2009.
5. Anggota Bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia Forum Komunikasi Mahasiswa Bone Yogyakarta (FKMB-Y) Masa Bakti 2008/2009.
6. Koordinator Bidang Pengembangan Sumber Daya Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Masa Bakti 2009/2010.
7. Anggota Tim Penelitian dan Evaluasi Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Masa Bakti 2011/2012.
8. Anggota Tim Pencapaian Tanda Kecakapan Umum Pandega (TKU-D) Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Tahun 2011 dan Tahun 2012.

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 2 Mei 2012

Masriadi