

**MODEL PERENCANAAN PEMANFAATAN ENERGI GAS BIO  
SEBAGAI SUPLAI ENERGI SECARA TERPADU  
PADA SUATU USAHATANI TANAMAN PADI**

Oleh

**SUNARTO ZULKIFLI F.28.0313**



1997

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**



Sunarto Zulkifli. 1997. Model Perencanaan Pemanfaatan Energi Gas Bio Sebagai Suplai Energi Secara Terpadu Pada Suatu Usahatani Tanaman Padi. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Abdul Kohar Irwanto, M.Sc. dan Dra. Nenny Sri Utami.

@Hak cipta milik IPB University

## RINGKASAN

Masalah energi dewasa ini dihadapi oleh semua negara baik negara-negara maju maupun negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Untuk mengatasi hal itu, Indonesia menerapkan upaya *diversifikasi* energi dengan memanfaatkan sumberdaya dan penerapannya di pedesaan, seperti pemanfaatan limbah pertanian dan kotoran hewan. Salah satu sumber energi yang memenuhi kriteria tersebut adalah teknologi gas bio. Menurut Kamaruddin A. et al. (1991), nilai kalor gas metan ( $\text{CH}_4$ ) yang merupakan komponen utama gas bio memiliki nilai kalor sekitar  $4,800 \text{ Kkal/m}^3$  sampai  $6,700 \text{ Kkal/m}^3$ .

Penelitian ini bertujuan membuat suatu model perencanaan pemanfaatan gas bio sebagai suplai energi pada usahatani tanaman padi terpadu, yaitu suatu model yang menggambarkan penyediaan energi total terhadap seluruh kegiatan atau lebih dikenal dengan sebutan swasembada energi. Untuk mendukungnya maka dibuatkan program komputer.

Dalam penelitian ini, model dibagi menjadi beberapa sub sistem antara lain subsistem suplai energi, subsistem konsumen rumah tangga pertanian, subsistem prapanen, dan subsistem pasca panen. Dengan membaginya menjadi beberapa subsistem, maka akan proses analisa dapat dilakukan secara lebih mendetail. Subsistem konsumen rumah tangga pertanian menggambarkan kebutuhan energi yang dibutuhkan



oleh rumah tangga seperti penerangan, memasak dan lain-lain. Subsistem prapanen memperlihatkan kebutuhan energi untuk kegiatan pengolahan tanah untuk pertanian tanaman padi. Kegiatan pengolahan tanah ini didukung oleh traktor, guna mendukung program mekanisasi pertanian. Sedangkan subsistem pascapanen menggambarkan kebutuhan energi di kegiatan pascapanen yang meliputi kegiatan perontokkan, pengeringan dan penggilingan padi. Subsistem suplai energi meliputi proses penyediaan energi yang dibutuhkan oleh subsistem lainnya yang membutuhkan energi dan sekaligus menggambarkan sumber energinya. Subsistem yang terakhir ini merupakan ujung dari 3 subsistem lainnya, karena pada subsistem inilah sumber energi berasal. Pada akhirnya, keluaran yang diharapkan adalah jumlah energi total yang dibutuhkan, jumlah ternak sumber gas bio yang diperlukan dan volume digester (penghasil gas bio) yang harus dibuat.

Semua subsistem tersebut kemudian dipersatukan dalam sebuah sistem komputer terprogram. Untuk menguji ketepatan sistem dan program komputer ini, maka dilakukan suatu studi kasus yang sebenarnya terjadi di lapangan. Studi kasus ini dilakukan secara disintegral atau studi per kegiatan, dan bukanlah studi kasus sistem yang integral. Hal ini dilakukan karena sistem yang integral seperti pada penelitian ini belum pernah ada, khususnya di Indonesia. Dari segi kebutuhan energi untuk memasak, sistem ini memiliki nilai ketepatan 99.39 %. Untuk kebutuhan energi untuk penerangan (listrik), sistem ini memiliki ketepatan 97.38 %. Dari segi kegiatan pengolahan tanah, sistem ini memiliki ketepatan 77.08 %. Pada kegiatan pengeringan 95.9%, perontokan 92.92 % dan pada penggilingan 66.67 %.



Pada model ini, digambarkan kondisi sebagai berikut : Jumlah keluarga 20 KK

dengan pasokan listrik berdaya 250 Watt dan lama pemakaian listrik 7 jam per hari.

Sedangkan untuk keperluan memasak digunakan gas bio sebanyak 150 liter per jam

dan lama memasak 6 jam per hari. Untuk kegiatan ini dibutuhkan gas bio sebanyak

63.07 m<sup>3</sup>/hari. Untuk kegiatan prapanen, dengan menggunakan traktor 7 HP dan

berkapasitas kerja 0.0055 Ha/jam/HP, maka dibutuhkan 3 buah traktor dengan

kebutuhan gas bio sebanyak 44.37 m<sup>3</sup>.

Sedangkan untuk kegiatan pascapanen, dibutuhkan gas bio sebanyak 67.06

m<sup>3</sup>/hari atau 1.89 m<sup>3</sup> per hari. Jumlah total kebutuhan gas bio bagi seluruh kegiatan

dalam model ini, yang meliputi keperluan listrik dan memasak rumah tangga, proses

pengolahan tanah dan proses pascapanen adalah sebesar 70.51 m<sup>3</sup> per hari. Dan untuk

memenuhi kebutuhan itu, perlu dibuat sebuah digester dengan ukuran efektif 33.20

m<sup>3</sup> dan ukuran aktual sebesar 82.56 m<sup>3</sup>. Sedangkan jumlah sapi yang harus disediakan

adalah untuk memenuhi kebutuhan gas bio di atas adalah 83 ekor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**MODEL PERENCANAAN PEMANFAATAN ENERGI GAS BIO  
SEBAGAI SUPLAI ENERGI SECARA TERPADU  
PADA SUATU USAHATANI TANAMAN PADI**

**Oleh :**

**SUNARTO ZULKIFLI**

**F.28.0313**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

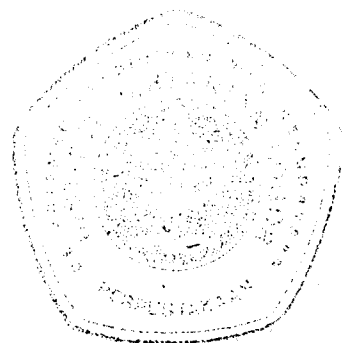
**pada Jurusan Mekanisasi Pertanian**

**Fakultas Teknologi Pertanian**

**Institut Pertanian Bogor**

**1997**

**JURUSAN MEKANISASI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**





INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**MODEL PERENCAAN PEMANFAATAN ENERGI GAS BIO  
SEBAGAI SUPLAI ENERGI SECARA TERPADU  
PADA SUATU USAHATANI TANAMAN PADI**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
**Sarjana Teknologi Pertanian**  
pada Jurusan Mekanisasi Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Oleh

**SUNARTO ZULKIFLI**

**F.28.0313**

Tanggal Lulus : 18 Juli 1997

Disetujui,

1997



**Dra. Nenny Sri Utami**  
Dosen Pembimbing II



**Dr. Ir. Abdul Kohar Irwanto, Msc**  
Dosen Pembimbing I





## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah bagi Alloh SWT, Tuhan yang Maha Kasih dan Sayang, yang telah memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang yang membutuhkannya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Abdul Kohar Irwanto selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Ibu Dra. Nenny Sri Utami (Direktur Pengembangan Energi, Dir. Jen. Listrik dan Pengembangan Energi) selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas semua nasihat dan saran yang telah diberikan selama ini. Demikian juga halnya kepada Ibu Ir. Nesia Dewi, M.Si. selaku Dosen Penguji dan Ibu Ir. Maritje Hutapea (Ka.Seksi Penyediaan Energi Pedesaan, Dir. Jen. Listrik dan Pengembangan Energi) atas koreksi dan sarannya.

Sungkem dan hormat penulis haturkan kepada Ayah, Mama dan Ibu yang dengan penuh kasih sayang dan sabar telah mendo'akan dan memberikan semangat selama penyelesaian skripsi ini. Terima kasih juga kepada Kakak, Om Hadi, Om Mansyur. Bang Aji atas segala dukungannya. Cium sayang buat adik-adikku Eva, Alfu, dan Urfan.

Terima kasih kepada Pak Chairy H., Mas Adin, Mas Ivan, Bang Ucok, Dahri, Asrul, dan Bang Chairul atas dukungannya. Tak lupa juga Hamidan, Yadi, Via, Rima, Shinta, Dirman dan rekan-rekan kerja lainnya. Demikian juga halnya untuk Aisyah, Bang Indra, Feri, Rafiq dan Abdur Rahim atas dorongan morilnya.



Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Arien sekeluarga yang telah banyak membantu baik moril maupun materil. Demikian juga kepada rekan-rekan di Aladon Indah, Tio, Dede, Dewa, Mirza, Ayat, Ujang, Agung, Dewi, Yarsi, Merry, Rika, Ila, Fatim dan rekan-rekan MP yang lain atas bantuan, dukungan dan kebersamaan yang telah penulis terima selama penyelesaian skripsi ini. Dan juga terhadap semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini, karena itu saran demi penyempurnaan sangat diharapkan. Pada akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Hormat saya,

Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
DAFTAR NOTASI .....	ix
 I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gas Bio dan Pemanfaatannya .....	4
B. Proses Pembentukan Gas Bio .....	7
C. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Gas Bio .....	9
D. Sludge (Pupuk Organik Cair) .....	12
E. Mekanisasi Pertanian.....	13
F. Penentuan Ukuran Digester Gas Bio .....	14
G. Limbah Pertanian Tanaman Padi.....	19
H. Pendekatan Sistem.....	20
 III. PENDEKATAN TEORITIS	
A. Subsistem Suplai Energi.....	21
B. Subsistem Konsumen Rumah Tangga.....	24

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



C.	Subsistem Proses Prapanen .....	24
D.	Subsistem Pascapanen .....	25
E.	Pembuatan Model .....	27
F.	Menentukan Beberapa Asumsi .....	28
G.	Menentukan Total Kebutuhan Gas Bio .....	30
H.	Menentukan Jumlah Sapi yang Dibutuhkan .....	33
I.	Menentukan Volume Digester .....	34
J.	Pembuatan Program Komputer .....	35
K.	Studi Kasus .....	35
L.	Skenario Simulasi .....	36
IV.	PEMBAHASAN	
A.	Pembahasan Teknis .....	38
B.	Hasil dan Pembahasan .....	42
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	
A.	Kesimpulan .....	68
B.	Saran .....	71
	DAFTAR PUSTAKA .....	72
	LAMPIRAN .....	75

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Tahapan kerja bakteri penghasil gas bio (Kamarudin A et al., 1991).....	9
2.	Skema sistem penyediaan (suplai) energi pada model pedesaan terpadu tanaman padi .....	23
3.	Skema konsumsi energi pada rumah tangga pertanian .....	24
4.	Skema aliran energi pada proses prapanen .....	26
5.	Skema aliran energi pada proses pascapanen.....	27
6.	Siklus model usahatani terpadu dengan gas bio sebagai penyuplai energi ....	29
7.	Diagram alir program pemanfaatan gas bio .....	36
8.	Grafik keluaran program pada berbagai kondisi jumlah KK .....	55
9.	Grafik hasil keluaran program untuk berbagai kondisi luas lahan tiap KK ...	57



## DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Komposisi dan prosentase jumlah gas bio (Jones et al, 1980).....	5
2.	Komposisi dan prosentase jumlah gas bio yang dihasilkan oleh kotoran sapi (Harahap et al, 1978) .....	5
3.	Kesetaraan biogas terhadap bahan bakar lain .....	6
4.	Produksi kotoran dan gas bio .....	7
5.	Kadar air beberapa bahan baku substrat.....	10
6.	Kapasitas kerja traktor (A. Kohar I., 1984).....	14
7.	Daftar kondisi untuk masing-masing skenario simulasi .....	37
8.	Daftar nilai parameter tetap yang digunakan .....	44
9.	Daftar nilai-nilai masukan awal program.....	45
10.	Daftar nilai kapasitas panen menurut varietas padi.....	45
11.	Daftar nilai hasil keluaran program.....	50
12.	Daftar hasil keluaran program pada berbagai kondisi jumlah KK.....	54
13.	Daftar hasil keluaran program untuk berbagai kondisi luas lahan .....	56
14.	Hasil keluaran program untuk berbagai waktu pengolahan tanah .....	58
15.	Hasil keluaran program untuk berbagai tenaga traktor .....	59
16.	Hasil keluaran program untuk berbagai varietas padi .....	60
17.	Hasil keluaran program untuk berbagai jenis hewan .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Perhitungan .....	75
2.	Prosedur hitung .....	83
3.	Perkiraan tata letak pedesaan terpadu yang memanfaatkan gas bio sebagai suplai energi. ....	87
4.	Struktur organisasi pedesaan.....	88
5.	Program komputer pemanfaatan energi gas bio sebagai suplai energi secara terpadu pada suatu usaha tani tanaman padi .....	89

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR NOTASI

$G$	: Konsumsi gas
$bhp$	: Brake horse power motor
$HR$	: Jumlah jam kerja
$H_v$	: Nilai panas dari gas
$E$	: Efisiensi motor (engine)
$OT$	: Waktu operasi digester
$E_v$	: Volume efektif digester
$G_M$	: Kebutuhan gas untuk memasak
$M$	: Konsumsi gas untuk kompor
$t$	: Waktu memasak total
$t_M$	: Waktu memasak tiap RTP
$N$	: Jumlah RTP
$G_L$	: Kebutuhan gas bio untuk listrik
$T$	: Kebutuhan termal
$L_{tot}$	: Kebutuhan listrik total
$L$	: Kebutuhan listrik tiap RTP
$e_t$	: Efisiensi termal
$e_g$	: Efisiensi generator
$G_{RT}$	: Kebutuhan total gas bio untuk rumah tangga
0.03823	: Faktor konversi dari ft <sup>3</sup> ke m <sup>3</sup>

@lak cipta milik IPB University

IPB University





1000	:	Faktor konversi dari liter ke m <sup>3</sup>
F	:	Jumlah kotoran sapi
N <sub>S</sub>	:	Jumlah sapi
G <sub>TOT</sub>	:	Total kebutuhan gas bio
E <sub>F</sub>	:	Kandungan kering kotoran sapi
G <sub>F</sub>	:	Produksi gas tiap kg kotoran sapi
P <sub>F</sub>	:	Produksi kotoran segar tiap sapi
I	:	Jumlah bahan isian
t	:	Waktu retensi/pengisian digester
V <sub>D</sub>	:	Volume digester

Hak cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Masalah energi dewasa ini dihadapi oleh semua negara baik negara-negara maju maupun negara-negara berkembang. Indonesia, sebagai salah satu negara yang menghadapi masalah itu, telah mengeluarkan Kebijakan Umum Bidang Energi (KUBE) yang bertujuan menyediakan sumber energi di dalam negeri, menyiapkan sumber energi untuk ekspor, menghemat penggunaan bahan bakar minyak, mengembangkan sumber energi baru, melestarikan lingkungan, dan meningkatkan ketahanan nasional. Salah satu metoda pelaksanaan KUBE yang telah diterapkan pemerintah adalah diversifikasi energi, yaitu pengurangan secara strategis ketergantungan terhadap minyak bumi dan menggantinya dengan jenis energi lain.

Bagi negara berkembang seperti Indonesia, yang sebagian besar penduduknya mempunyai mata pencaharian sebagai petani, upaya *diversifikasi* energi harus juga memikirkan pemanfaatan sumberdaya dan penerapannya di pedesaan, seperti pemanfaatan limbah pertanian dan kotoran hewan. Dalam melakukan proses *diversifikasi* energi di pedesaan, maka harus diperhatikan beberapa kriteria yang telah ditentukan. Didik N. (1993) menyebutkan bahwa kriteria pemilihan pengembangan energi di pedesaan antara lain energi yang dikembangkan merupakan energi yang bersih lingkungan, memprioritaskan energi

yang terbarukan, ketersediaan potensi energi desa, mendukung industri yang telah ada, ketersediaan materi lokal, ketersediaan sumber daya manusia, dan sesuai dengan tingkat ekonomi masyarakat desa. Salah satu sumber energi yang memenuhi kriteria di atas adalah teknologi gas bio. Teknologi gas bio ini memanfaatkan proses *fermentasi anaerobik* dari limbah pertanian dan kotoran hewan untuk menghasilkan gas bio. Gas ini mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan selanjutnya untuk memasak, penerangan bagi rumah tangga pedesaan, penggerak mesin, dan lain-lain. Menurut Kamaruddin A. et al. (1991), nilai kalor gas methan ( $\text{CH}_4$ ) yang merupakan komponen utama gas bio memiliki nilai kalor sekitar  $4,800 \text{ KKal/m}^3$  sampai  $6,700 \text{ KKal/m}^3$ . Sedangkan NAS (1977) mengatakan bahwa pembakaran  $1 \text{ ft}^3$  ( $0.3048 \text{ m}^3$ ) gas bio, akan melepaskan energi yang sama dengan energi untuk menyalakan lampu 25 Watt selama 6 jam.

Tingginya nilai kalor dari gas bio ini, telah memunculkan berbagai ide penelitian tentang pemanfaatan gas bio untuk berbagai keperluan seperti memasak, penerangan, pembangkit listrik, dan lain-lain. Namun yang terpenting adalah penelitian tentang proses pemanfaatan energi biogas secara terpadu. Yang dimaksud dengan terpadu disini adalah bahwa seluruh kegiatan yang memerlukan energi penggerak, keseluruhan energinya disuplai dari energi biogas yang dihasilkan dari masyarakat itu sendiri. Atau hal ini dapat juga disebut dengan istilah swasembada energi.



Penelitian ini sendiri didasarkan oleh adanya proyek swasembada energi bagi industri ternak babi pada 3 kepulauan utama di Pilipina. Jumlah total listrik yang dapat disediakan sekitar 60 kilowatt (kW) dengan panas termal sekitar 1,452,000 kilokalori (kKal), yang diperoleh dari sekitar 10,000 ekor babi. Keseluruhan energi itu dimanfaatkan untuk kebutuhan industri peternakan seperti penggiling makanan, pompa air, penerangan kandang dan juga untuk perumahan sekitar 125 keluarga (Alacala dan Fransisco, 1980).

## B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu model perencanaan pemanfaatan gas bio sebagai suplai energi pada usahatani tanaman padi terpadu. Sehingga dengan adanya model ini, dapat diperkirakan jumlah kebutuhan energi total, untuk kemudian ditetapkan jumlah energi yang harus disediakan. Dan selanjutnya menentukan beberapa hal yang diperlukan guna memenuhi kebutuhan energi tersebut. Pada penelitian ini, energi tersebut disuplai oleh energi gas bio yang diperoleh dari kotoran sapi. Sehingga dengan mengetahui total kebutuhan energi, maka dapat ditentukan pula jumlah ternak sapi yang dibutuhkan serta ukuran digester (pengolah gas bio) yang harus dibuat.

Agar lebih luwes, maka perhitungan model di atas akan dibuat dalam suatu program komputer sederhana. Sehingga dengan begitu, model ini dapat digunakan untuk beberapa macam input.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. GAS BIO DAN PEMANFAATANNYA

Kamaruddin A. et al. (1991) menjelaskan bahwa gas bio adalah suatu jenis gas yang bisa dibakar, yang diproduksi melalui proses fermentasi anaerobik bahan organik seperti kotoran ternak dan manusia, biomassa limbah pertanian atau campuran keduanya, didalam suatu ruang pencernaan (digester).

Sasse (1992) mengatakan bahwa gas bio diproduksi oleh bakteri dari bahan organik didalam kondisi hampa udara (*anaerobic process*). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi. Gas tersebut sebagian besar terdiri dari gas metana ( $CH_4$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Campuran gas ini mudah terbakar jika kadar gas metana yang terkandung mencapai lebih dari 50 %.

Komposisi gas bio yang dihasilkan dari fermentasi anaerobik dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan komposisi gas bio yang dihasilkan oleh kotoran sapi dapat dilihat pada Tabel 2. Menurut Sasse (1992), gas bio yang berasal dari kotoran ternak mengandung sekitar 60 % gas metana.

Gas bio mempunyai nilai kalor  $4700 \text{ Kkal/m}^3$  dengan efisiensi pemakaian 60 %. Nilai kalor  $1 \text{ m}^3$  bio gas setara dengan nilai kalor 0.62 liter minyak tanah, 3.47 kg kayu bakar atau 0.465 kg LPG. Nilai kesetaraan nilai kalor gas bio dengan bahan bakar lain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Komposisi dan prosentase jumlah gas bio (Jones et al., 1980)

Jenis gas	Jumlah (%)
Methan (CH <sub>4</sub> )	54 - 70
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	27 - 45
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0.5 - 3
Karbon monoksida (CO)	0.1
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0.1
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	sedikit sekali

Tabel 2. Komposisi dan prosentase jumlah gas bio yang dihasilkan oleh kotoran sapi (Harahap et al., 1978)

Jenis gas	Jumlah (%)
Methan (CH <sub>4</sub> )	65.7
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	27.0
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	2.3
Karbon monoksida (CO)	0.0
Oksigen (O <sub>2</sub> )	1.0
Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0.7
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	tak terukur
Nilai kalor	6513 KKal/m <sup>3</sup>
Total gravitasi jenis (udara=1)	0.838



Tabel 3. Kesenjangan gas bio terhadap bahan bakar lain<sup>a</sup>

Bahan bakar	Setara 1 m <sup>3</sup> gas bio	Nilai kalor (Kkal)	Eff. (%)
Gas bio	1 m <sup>3</sup>	4700/m <sup>3</sup>	60
Listrik	4.7 kWh	860/kWh	70
Minyak tanah	0.62 l	9100/l	50
Arang	1.46 kg	10500/kg <sup>b</sup>	28
Kayu bakar	3.47 kg	6900/kg	17
Butana	0.43 kg	3500/kg	60
Tahi sapi kering	12.3 kg	10900/kg	11
LPG	0.456 kg	2100/kg	
Diesel	0.438 ltr <sup>c</sup>	12040/kg <sup>b</sup>	
Serbuk kayu		16,920/m <sup>3</sup>	
Arang kayu		3200/kg <sup>b</sup>	
		7000/kg <sup>b</sup>	

<sup>a</sup>ESCAP (1980)<sup>b</sup>Subagio (1982)<sup>c</sup>Cevinca dalam Pimental (1980)

Van Buren (1979) mengatakan bahwa 1 m<sup>3</sup> gas bio dapat digunakan untuk menyalakan lampu setara dengan lampu pijar 60 Watt selama 6-7 jam. Sedangkan menurut Harahap et al. (1980), kebutuhan gas bio untuk lampu sebesar 150 l/jam, dan untuk kompor dengan satu burner sebesar 350 l/jam. Junus (1987), mengemukakan bahwa kebutuhan rata-rata untuk memasak setiap hari adalah 2 jam, sedangkan untuk lampu 7 jam bagi setiap rumah tangga pedesaan, dengan konsumsi gas bio lampu 160 l/jam dan kompor 250 l/jam, maka setiap hari dibutuhkan paling sedikit 1.63 m<sup>3</sup> gas bio per keluarga petani.



Mengenai besarnya produksi kotoran tiap ternak berikut produksi gas bionya, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Produksi kotoran dan gas bio

Jenis	Produksi kotoran <sup>1</sup> (kg TS/ekor/hari)	Produksi gas bio <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /kg TS)	Umur Isian <sup>3</sup> (hari)
Sapi, kerbau	10 - 15	0.25	10
Kambing, domba	-	0.25	20
Kuda	-	0.25	-
Bebek, ayam	0.09	0.25	9
Babi	2.5 - 3.5	0.44	20
Manusia	-	0.40	-

Sumber : 1. ESCAP (1980)  
2. Harahap F, dkk. (1978)  
3. Anonim (1981)

## B. PROSES PEMBENTUKAN GAS BIO

Menurut NAS (1977), proses pembentukan gas bio terdiri dari 3 tahap, yaitu tahap pemecahan polimer (hidrolisis), tahap pembentukan asam, dan tahap pembentukan gas metana.

### 1. Tahap Pemecahan Polimer

Pada tahap ini terjadi proses hidrolisis enzimatis terhadap polimer sehingga terbentuk monomer larut. Proses ini melibatkan beberapa bakteri yang menghasilkan enzim selulolitik, lipolitik dan proteolitik. Substrat didalam digester yang terdiri dari karbohidrat, protein, lipida, serta bahan anorganik dipecah menjadi monomer terlarut (NAS, 1977).

Pada proses ini terjadi penurunan pH karena adanya perombakan selulosa menjadi asam organik oleh bakteri selolitik (Kamaruddin A. et al., 1991).

## 2. Tahap Pembentukan Asam Organik

Monomer hasil proses hidrolisis akan menjadi substrat pada proses pembentukan asam (NAS. 1977). Produk akhir yang penting pada tahap ini adalah asam asetat, asam propionat, asam butirat, hidrogen dan Karbon dioksida. Selain itu terbentuk juga sejumlah kecil asam format, asam laktat, asam valerat, methanol, etanol, butanediol atau aseton (Bryant, 1981).

## 3. Tahap Produksi Gas Metana

Pada tahap ini bakteri metanogenik mengubah asam asetat, CO<sub>2</sub>, dan gas H<sub>2</sub> menjadi gas metana. Asam formiat juga bisa diubah menjadi metana, tetapi asam formiat tidak selalu dihasilkan pada proses fermentasi anaerob. Bakteri metanogenik terbatas kemampuannya dalam mengubah substrat. Satu spesies bakteri hanya bisa mengubah asam asetat menjadi metana, spesies lain hanya bisa memproduksi metana dari H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, metana juga dihasilkan dari reduksi metanol. Metanol merupakan hasil samping dari penguraian karbohidrat, tetapi asam asetat merupakan substrat utama bagi bakteri metanogenik, 70 % gas metana dihasilkan dari asam asetat (NAS, 1977).

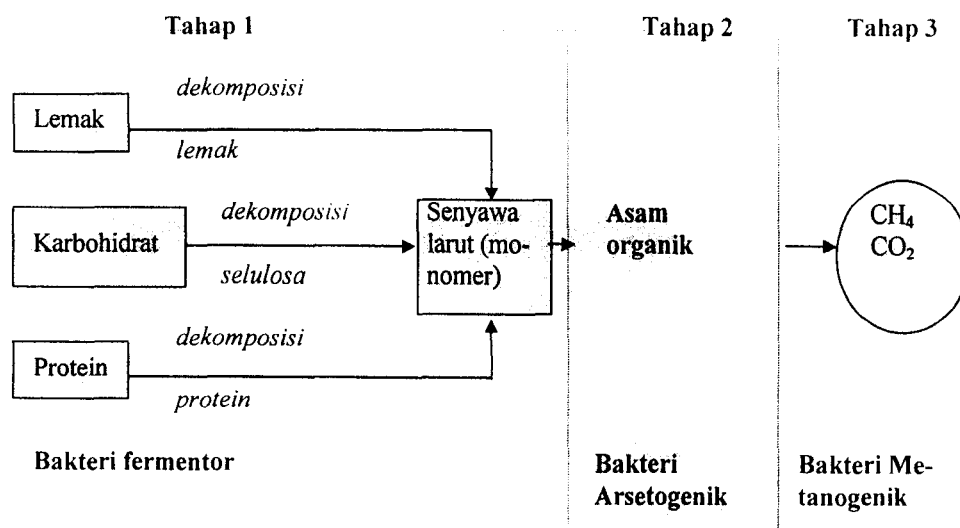
Menurut Kamaruddin A. (1991), tahap ini bekerja optimal pada kisaran pH 7.0 - 7.2. Namun demikian masih dapat bekerja pada kisaran pH 6.6 - 7.6. Adapun gambar proses keseluruhannya dapat dilihat pada Gambar 2.

### C. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMBENTUKAN GAS BIO

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produksi gas bio (methan), antara lain :

#### 1. Ratio Karbon-Nitrogen (C/N) Bahan Isian

Unsur karbon dan nitrogen merupakan makanan utama dari bakteri anaerobik. Unsur karbon (C) digunakan sebagai energi dan unsur nitrogen (N) digunakan untuk membangun struktur sel dari bakteri. Agar dapat memproduksi gas secara baik, maka 2 hal di atas harus diperhatikan sebagai kondisi lingkungan bakteri. Ratio karbon-nitrogen yang baik adalah 30, karena bakteri memakan karbon lebih cepat 30 kali daripada nitrogen.



Gambar 1. Tahapan kerja bakteri penghasil gas bio (Kamaruddin A. et al., 1991)



## 2. Pengenceran Bahan Baku Isian

Aktifitas normal dari bakteri metanogenik membutuhkan sekitar 90 % air dan 7-10 % kandungan kering dari bahan masukan untuk fermentasi. Dengan demikian isian yang paling baik memiliki kandungan kering 7-10 %. Untuk memperoleh kondisi ini, maka biasanya isian dicampur dengan air. Kadar air beberapa jenis kotoran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar air beberapa bahan baku substrat<sup>a</sup>

Bahan	Kadar air (%)
Kotoran manusia	80
Kotoran babi padat	82
Kotoran babi cair	96
Kotoran kuda	76
Kotoran kering oleh angin	30 - 40
Jerami padi kering	10 - 20
Kotoran sapi	83

<sup>a</sup>Van Buren (1979)

## 3. Derajat Keasaman (pH)

Kisaran pH optimal bagi produksi gas metana adalah 7.0 - 7.2. Untuk mencegah penurunan pH pada awal pencernaan dibutuhkan buffer, yaitu dengan cara menambahkan larutan kapur. NAS (1977) menyebutkan bahwa apabila secara alami tidak mungkin terjadinya kenaikan pH dari pH yang rendah, maka dapat dibantu dengan menambahkan kapur yang berfungsi sebagai buffer.

#### 4. Suhu Pencernaan

FAO (1979) menjelaskan bahwa suhu merupakan parameter lingkungan yang penting bagi proses pembentukan gas bio. Pada sistem gas bio, dalam keadaan normal, kenaikan suhu akan meningkatkan metabolisme mikroba, sehingga produksi gas juga akan meningkat.

Metanogenik masih dapat bekerja pada suhu 10°C, namun digester yang baik seharusnya bekerja pada suhu mesofilik. Karena suhu mesofilik lebih mudah dijaga, menghasilkan kadar H<sub>2</sub>S yang rendah, dan bakteri mesofilik bersifat agak toleran terhadap fluktuasi suhu. Suhu optimum bagi bakteri mesofilik adalah 30° - 35°C (House, 1981). Menurut FAO (1979), pencernaan anaerobik dapat bekerja secara optimal pada 35°C.

#### 5. Pengadukan

Bahan isian yang tidak dapat dicerna didalam digester akan membentuk kerak. Apabila dibiarkan, kerak ini akan mengeras dan akan menghambat proses produksi gas. Sehingga untuk menghilangkannya dibutuhkan proses pengadukan.

Menurut House (1981), apabila substrat tercampur merata maka produksi gas bio akan meningkat 10-15 persen. Selain itu ada beberapa keuntungan yang diperoleh, yaitu mengendalikan *scum* dipermukaan, meratakan suhu, membantu mencegah penurunan pH karena terlepasnya CO<sub>2</sub>, dan meningkatkan kontak antar bakteri karena pengadukan menyebabkan pecahnya partikel substrat.





## 6. Waktu Pengisian/Retensi

Menurut House (1981), waktu retensi adalah waktu rata-rata satu satuan substrat berada didalam digester. Waktu retensi pada pembangkit gas mencapai 30 hari atau lebih.

Menurut ESCAP (1980), waktu retensi untuk daerah tropis adalah 50 hari. Bila daerah tersebut panas sepanjang tahun, waktu retensi dapat turun sampai mencapai 40 hari.

## 7. Cairan Pemula (Starter)

Cairan pemula ini adalah cairan yang telah berisi bakteri metanogenik. Penambahan cairan ini dimaksudkan untuk mempercepat terjadinya proses produksi gas.

Menurut Kamaruddin A. et al. (1991), sistem produksi gas bio dibedakan atas cara pengisian bahan bakunya, yaitu pengisian curah dan pengisian kontinyu. Sistem pengisian curah (SPC) ini mengisi bahan baku isian yang baru dengan cara mengeluarkan sisa bahan yang sudah dicerna setelah produksi gas terhenti. Sedangkan sistem pengisian kontinyu (SPK) adalah pengisian bahan baku yang dilakukan secara kontinyu (setiap hari) tanpa harus mengeluarkan sisa bahan yang telah dicerna.

## D. SLUGDE (PUPUK ORGANIK CAIR)

Selain menghasilkan gas bio, proses anaerobik di atas juga akan menghasilkan hasil sampingan, yaitu berupa *slugde* (pupuk cair). *Slugde* ini akan

bermanfaat bagi pertanian disekitarnya. Selain itu, *slugde* ini juga tidak menimbulkan resiko berjangkitnya penyakit karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa fermentasi anaerob dari kotoran ternak dan manusia menghasilkan *slugde* dengan kandungan bibit penyakit yang rendah. Menurut Apandi (1979), proses pembentukan gas bio dapat digunakan untuk mengontrol polusi dan kesehatan masyarakat karena *slugde* yang keluar dari digester tidak berbau lagi dan tidak menarik perhatian lalat.

## E. MEKANISASI PERTANIAN

Menurut M. Siregar (1984), penggunaan mesin dan peralatan pertanian diharapkan akan membawa beberapa keuntungan seperti : peningkatan hasil persatuan luas karena lebih cepat dan lebih baik kualitas pengolahannya, peningkatan intensitas tanam sebagai hasil pengolahan yang lebih cepat dan mempersiapkan waktu antar panen dengan pekerjaan selanjutnya, menghindari lahan yang tidak tergarap sebagai akibat kekurangan tenaga kerja, meningkatkan penerimaan bagi petani pemakai sebagai hasil dari biaya pengolahan yang rendah, hasil persatuan luas yang tinggi akibat intensitas tanam lebih tinggi dan luas lahan yang digarap lebih luas, mengurangi kebosanan dan meningkatkan kenyamanan dan keamanan kerja.

Untuk pertanian di masa mendatang diharapkan dapat menggunakan mesin-mesin sebagai unsur utamanya. Perkembangan mekanisasi pertanian ini juga sebenarnya karena didukung oleh sektor yang lain.

Handaka dan Soejatmiko (1992) mengatakan bahwa perkembangan mekanisasi pertanian saat ini semakin cepat karena didukung oleh sektor lain. Sektor industri mendukung dari segi industri manufaktur alat dan mesin pertanian serta industri pangan. Sektor jasa memberikan andil dengan pertumbuhan industri jasa pengolahan tanah dan pemrosesan hasil pertanian. Begitu pula dengan sektor lain seperti keuangan, perbankan, dan perdagangan.

Dalam model ini, penggunaan tenaga mesin sangat dimaksimalkan dalam rangka “full mechanize”. Sehingga pengolahan tanahnya menggunakan traktor sebagai tenaga pengolahnya. Menurut F. J. Daywin (1993), perioda kerja traktor dalam mengolah tanah untuk pertanian dengan menggunakan traktor adalah 15 hari. Sedangkan mengenai kapasitas kerja traktor, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas kerja traktor

Keterangan	Tenaga	Jenis Bajak	Kapasitas kerja (Ha/jam/HP)
Traktor tangan 2 roda	5 - 9 HP	Singkal	0.0055
		Rotari	0.0070
Traktor mini 4 roda	12 - 25 HP	Singkal	0.0090
		Rotari	0.0086

Sumber : A. Kohar Irwanto (1984)

## F. PENENTUAN UKURAN DIGESTER GAS BIO

Menurut Sasse (1992). bio digester atau bangunan penghasil gas bio adalah sebuah tabung tertutup tempat limbah organik difermentasikan sehingga

meningkatkan kandungan bahan penyubur dari limbah organik tersebut sekaligus menghasilkan gas bio untuk keperluan rumah tangga.

Ukuran digester untuk memproduksi gas bio tergantung kepada kebutuhan akan bahan bakar (gas bio) itu sendiri.

### 1. Ukuran Digester untuk Pembangkit Listrik

Menurut NAS (1977), perhitungan untuk menentukan ukuran digester untuk membangkitkan listrik sebesar 100 kWh/hari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan termal} &= 3,415 \text{ BTU/kWh} \times 100 \text{ kWh/hari} \\ &= 341,500 \text{ BTU/hari}\end{aligned}\quad \{1 \text{ kWh} = 3,415 \text{ BTU}\}$$

Dengan mengasumsikan efisiensi termal *engine* 25% dan efisiensi generator 80%, maka kebutuhan termal dapat dihitung :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan termal} &= \frac{341,500 \text{ BTU/hari}}{(0.25 \times 0.80)} \\ &= 1,707,500 \text{ BTU/hari}\end{aligned}$$

Dengan mengasumsikan bahwa 1 ft<sup>3</sup> gas bio dengan 55 % CH<sub>4</sub> setara dengan 550 BTU, maka kebutuhan gas bio dapat dihitung :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan gas bio} &= 1,707,500 \text{ BTU/hari} \times 1 \text{ ft}^3/550 \text{ BTU} \\ &= 3,105 \text{ ft}^3/\text{hari (anggap } 3,100 \text{ ft}^3) \text{ atau } 90 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$



Dengan asumsi bahwa 1 lb kotoran sapi (20-25 % TS) akan menghasilkan 1 ft<sup>3</sup> gas bio, maka dibutuhkan 3,100 lb (1400 kg) kotoran sapi per hari. Dan jika tiap sapi menghasilkan kotoran sebanyak 25 lb (11 kg), maka jumlah sapi yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sapi} &= 3,100 \text{ lb} \times 1 \text{ sapi}/25 \text{ lb} \\ &= 125 \text{ sapi}\end{aligned}$$

Jadi nilai kesetaraan sapi dan listrik adalah 125 sapi/100 kWh atau dibutuhkan 1.25 ekor sapi untuk menghasilkan listrik 1 kWh. Jika 10 lb kotoran sapi membutuhkan ruang 2/7 ft<sup>3</sup>, maka :

$$\begin{aligned}\text{Volume digester} &= 2/7 \text{ ft}^3/10 \text{ lb} \times 3100 \text{ lb} \\ &= 90 \text{ ft}^3 \text{ atau } 2.5 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Untuk waktu retensi 50 hari, maka volume digester yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume yang dibutuhkan} &= 90 \text{ ft}^3/\text{hari} \times 50 \text{ hari} \\ &= 4500 \text{ ft}^3 \text{ atau } 127.4 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dengan mengasumsikan bahwa digester berbentuk silinder dengan perbandingan diameter dan tinggi 1 : 1, maka ukuran diameter dan tinggi digester adalah sebesar 5.5 m.

## 2. Volume Digester untuk Penerangan Menggunakan Petromak

Menurut PTP-ITB, lampu modifikasi untuk gas bio memerlukan 150 liter gas bio tiap jamnya. Menurut Kamaruddin A. et al. (1991), perhitungan kebutuhan gas bio untuk penerangan selama 6 jam/hari menggunakan lampu petromak yang sudah dimodifikasi untuk gas bio adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan gas bio} &= 6 \text{ jam/hari} \times 150 \text{ l/jam} \\ &= 900 \text{ l/hari}\end{aligned}$$

Apabila faktor keselamatan ditetapkan 80 %, maka kebutuhan gas bionya adalah :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan gas bio} &= 900 + (0.80 \times 900) \\ &= 1,630 \text{ l/hari atau } 1.63 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Bila diasumsikan bahwa tiap 1 kg total solid (TS) kotoran sapi akan menghasilkan 0.25 m<sup>3</sup> gas bio, maka :

$$\begin{aligned}\text{Berat kotoran sapi (TS)} &= 1.63 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ kg TS}/0.25 \text{ m}^3 \\ &= 6.52 \text{ kg TS/hari}\end{aligned}$$

Jika kotoran sapi mengandung 18 % berat kering (total solid/TS), maka akan diperoleh :

$$\begin{aligned}\text{Berat basah kotoran sapi} &= 6.25 \text{ kg TS} \times 1 \text{ kg berat basah}/0.18 \text{ kg TS} \\ &= 36.22 \text{ kg (anggap 37 kg)}\end{aligned}$$



Dengan perbandingan campuran kotoran dan air 1 : 1, maka bahan baku isian yang diperlukan adalah 74 kg/hari atau 74 l/hari. Dan apabila waktu retensi yang digunakan adalah 40 hari, maka volume digester efektifnya ( $V_e$ ) :

$$\begin{aligned}\text{Volume efektif digester} &= 74 \text{ l/hari} \times 40 \text{ hari} \\ &= 2,960 \text{ l atau } 2.96 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Untuk menghitung penggunaan gas bio untuk memasak digunakan metoda yang sama dengan perhitungan di atas.

### 3. Volume Digester untuk Menggerakkan Motor

Menurut Kamaruddin A. et al. (1991), konsumsi gas bio suatu motor bakar (engine) dapat dihitung dengan persamaan :

$$G = \frac{(\text{bhp}) \times 2,540 \times \text{HR}}{H_v \times E} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

G : Konsumsi gas (ft<sup>3</sup>/HP.jam)

bhp : Brake horse power motor

HR : Jumlah jam kerja

2,540 : nilai BTU per HP.jam

H<sub>v</sub> : Nilai panas dari gas (BTU/ft<sup>3</sup>)

E : Efisiensi motor (engine), 25 % untuk motor gas konvensional

Selanjutnya Kamaruddin A., et al. (1991) juga mengemukakan bahwa waktu operasi tangki digester dapat dihitung dengan persamaan :

$$OT = EV/G \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

OT : Waktu operasi digester

EV : Volume efektif digester.

## G. LIMBAH PERTANIAN TANAMAN PADI

Limbah yang dihasilkan dari tanaman padi antara lain dedak, bekatul dan sekam. Menurut Syamsuddin A., A. Halim, dan Subiardi T.A. (1985), dedak dan bekatul adalah hasil samping penggilingan padi yang berasal dari lapisan luar beras pecah kulit dalam proses penyosohan beras.

Selanjutnya menurut Syamsuddin A., A. Halim, dan Subiardi T.A. (1985), jumlah dedak berkisar antara 5 - 9 % dari berat gabah yang digiling, sedangkan jumlah bekatul berkisar 1 -3 % dari gabah yang digiling.

Dedak dapat dimanfaatkan sebagai pupuk, namun bernilai rendah unsur haranya karena mempunyai kadar N, P, dan K yang sedikit. Dedak juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan makanan ikan.

Menurut Syamsuddin A., A. Halim, dan Subiardi T.A. (1985), sekam dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dan bahan baku industri. Sebagai sumber energi alternatif, sekam memiliki nilai kalor yang tinggi dan dapat

dimanfaatkan untuk proses pengeringan. Menurut Daniel S. (1982), untuk mengeringkan 500 kg gabah dari kadar 24 % menjadi 14 % basis basah diperlukan energi sebesar 15,370.52 kkal dengan kebutuhan sekam 5.47 kg/jam.

## H. PENDEKATAN SISTEM

Eriyatno (1978), mengemukakan bahwa sistem didefinisikan sebagai satu set elemen atau komponen yang saling berhubungan satu sama lain dan terorganisir untuk menghasilkan satu tujuan atau satu set tujuan. Sedangkan Dent dan Anderson (1979), mengatakan bahwa sistem merupakan satu kesatuan yang utuh yang mempunyai implikasi bahwa kajian terhadap bagian sistem secara terpisah tidak akan memberikan pengertian yang lengkap mengenai sistem tersebut. Hal ini disebabkan oleh adanya interaksi antar bagian didalam sistem.

Untuk menganalisa suatu sistem dibutuhkan pengkajian yang menyeluruh dan rumit. Sehingga untuk menyederhanakannya dibutuhkan penyederhanaan sistem yang akan dikaji kedalam suatu model. Model ini berisi gambaran dan interaksi dari suatu sistem nyata.

Model pada hakekatnya tidak lengkap dan tidak ada satu model pun yang begitu lengkap yang pernah dikembangkan sesuai kenyataan. Model yang sebenarnya adalah realita atau kenyataan. Model hanya memiliki sebagian dari komponen realita sehingga jelas selalu terdapat kekurangan ataupun kelemahan. Dalam model dapat dilakukan berbagai macam perlakuan untuk melihat pengaruh berbagai alternatif yang akan diambil (Dent dan Blackie, 1979).

### III. PENDEKATAN TEORITIS

Untuk mendekati permasalahan, maka dilakukan pendekatan sistem. Sistem yang dimaksud adalah sistem usahatani dengan gas bio sebagai suplai energi. Untuk lebih menyederhanakan sistem ini, maka dibuat beberapa subsistem. Subsistem yang dimaksud antara lain subsistem suplai energi, subsistem konsumen rumah tangga pertanian, subsistem prapanen, dan subsistem pascapanen.

#### A. SUBSISTEM SUPLAI ENERGI

##### 1. Penyediaan Bahan Baku

Jumlah bahan baku penghasil gas bio tergantung kepada beberapa hal, antara lain : kebutuhan energi untuk rumah tangga pertanian, jumlah rumah tangga pedesaan, kebutuhan energi untuk kegiatan pascapanen, dan kebutuhan energi untuk kegiatan prapanen.

Dalam model ini, bahan baku akan disuplai dari produksi kotoran sapi dari peternakan sapi perah. Sehingga, jumlah bahan baku yang diperlukan akan mempengaruhi jumlah sapi perah yang akan ditenakkan.

##### 2. Unit Produksi Gas Bio

Untuk memproduksi gas bio, digunakan bio digester. Bio digester yang dipakai dibuat permanen, karena akan lebih murah. Menurut Sasse (1992), untuk skala besar, seperti untuk program pengembangan maka model bio



digester yang sering dipilih adalah digester permanen karena biaya pemeliharannya paling murah.

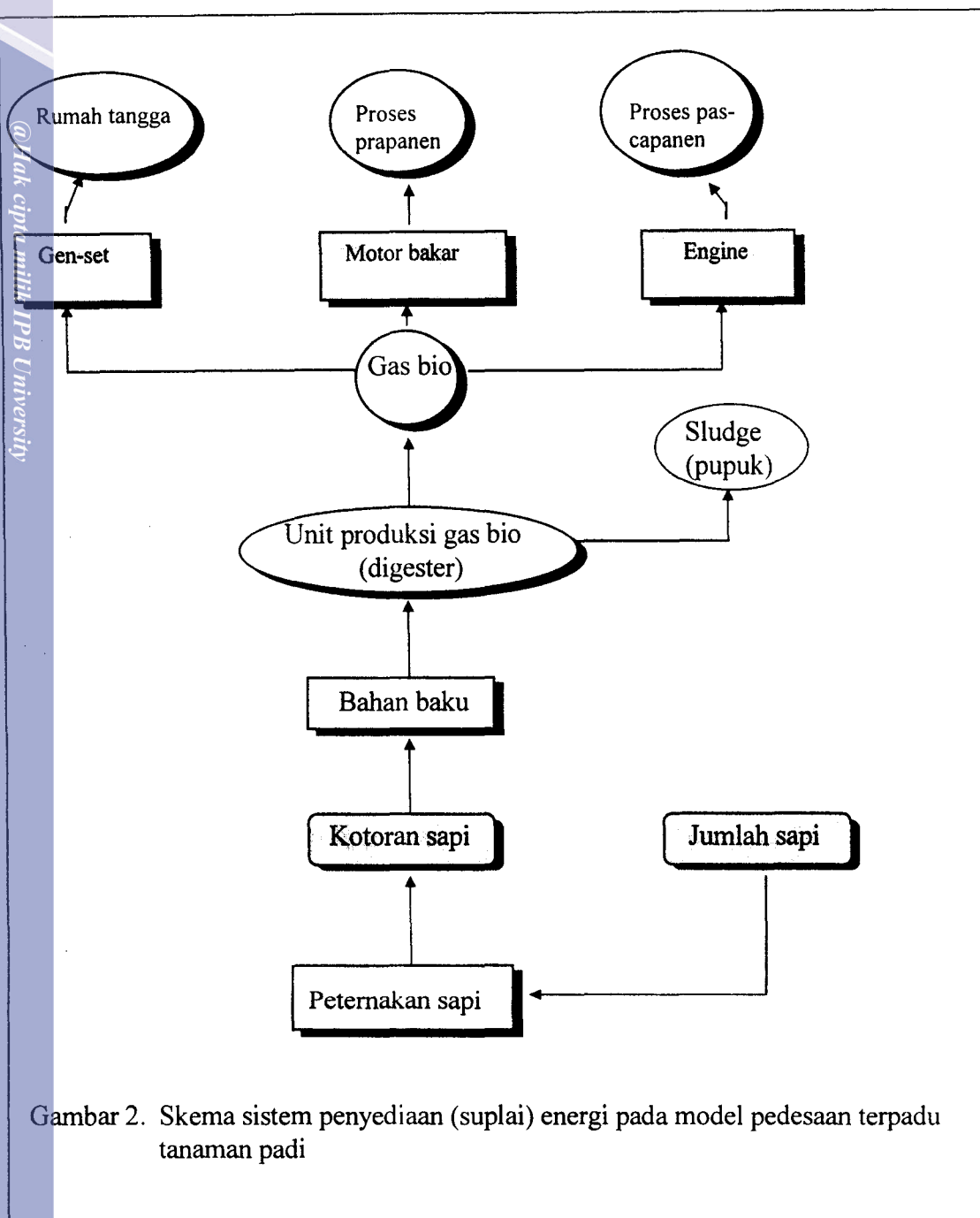
Tipe digester yang dipilih adalah digester tipe tertanam model BANPRES. Sedangkan sistem produksi yang dipakai adalah sistem pengisian kontinyu (SPK). Volume tangki digester ini akan ditentukan kemudian setelah mengetahui kebutuhan gas untuk berbagai kebutuhan.

### 3. Gas Bio

Gas bio yang dihasilkan dari unit produksi gas bio akan dimanfaatkan sebagai suplai beberapa keperluan, antara lain :

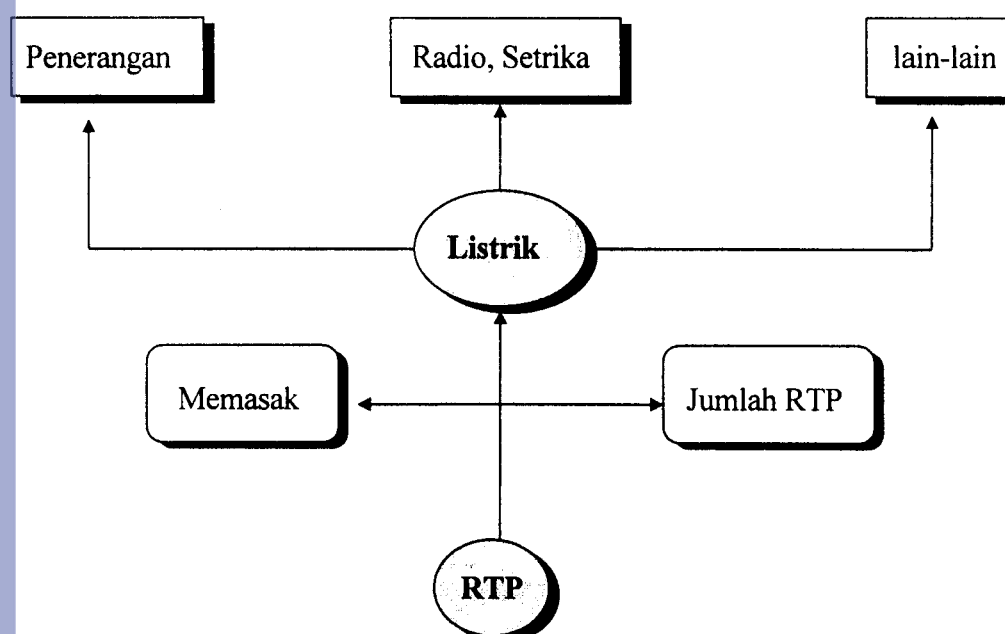
- a. Gen-set untuk menghasilkan listrik untuk penerangan
- b. Tabung-tabung gas pengganti LPG untuk memasak
- c. Motor bakar untuk menggerakkan traktor pertanian
- d. Engine penggerak mesin perontok, pengering dan penggilingan padi.

Adapun skema subsistem suplai energi ini dapat dilihat pada Gambar 2.



## B. SUBSISTEM KONSUMEN RUMAH TANGGA

Subsistem ini dipengaruhi oleh jumlah rumah tangga pertanian dan kebutuhan energi rumah tangga. Kebutuhan energi rumah tangga antara lain untuk memasak dan listrik. Listrik ini digunakan selanjutnya untuk penerangan, dan kegiatan lain (seperti setrika, radio, TV, dan lain-lain). Skema subsistem konsumen rumah tangga ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema konsumsi energi pada rumah tangga pertanian (RTP)

## C. SUBSISTEM PROSES PRAPANEN

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa hanya tanaman padi yang dihasilkan. Untuk itu, diperlukan energi untuk pengolahan tanah. Untuk pengolahan tanah, pada umumnya adalah menggunakan tiga jenis sumber tenaga,



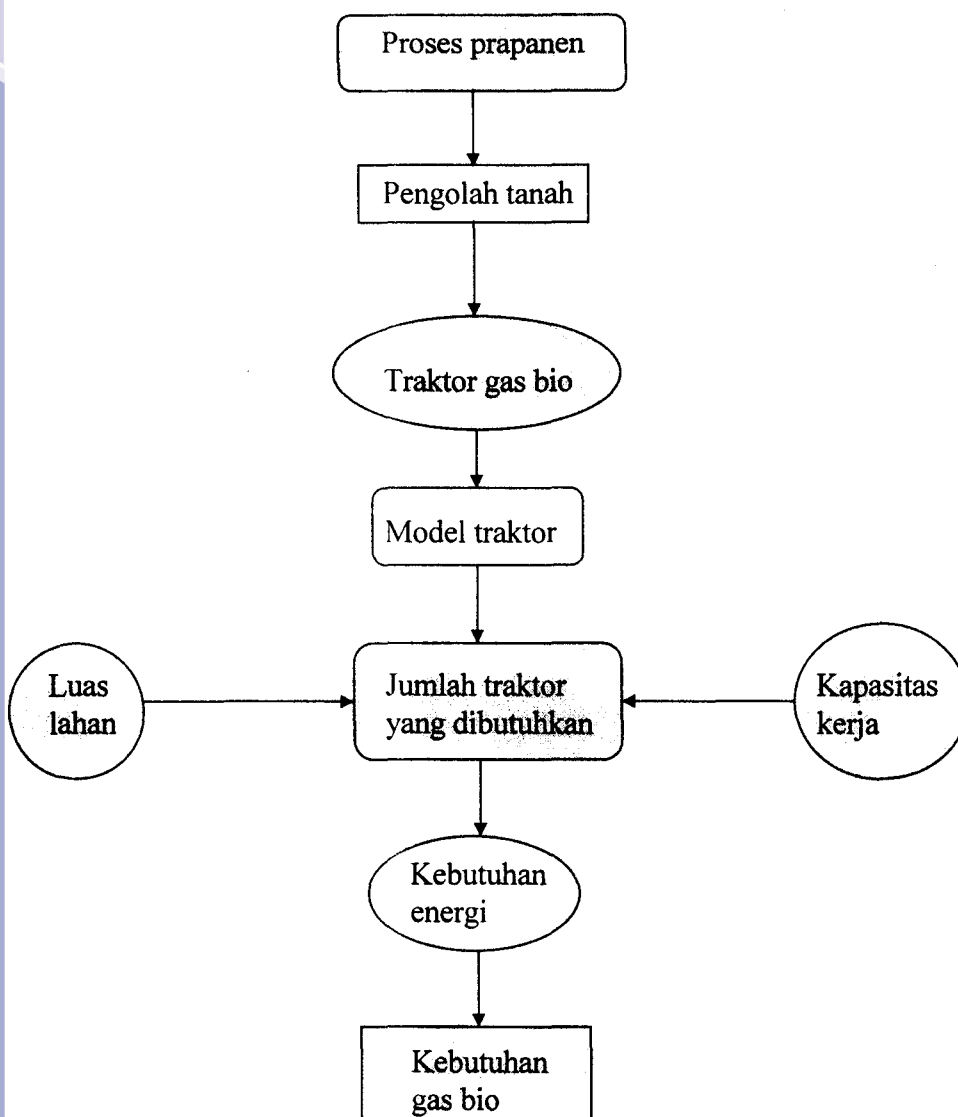
antara lain tenaga manusia, tenaga ternak, dan tenaga traktor. Dalam penelitian ini digunakan traktor pertanian sebagai pengolah tanah.

Jumlah traktor yang dibutuhkan tergantung kepada luas lahan, dan kapasitas kerja traktor. Jika jumlah traktor yang dibutuhkan sudah diperoleh maka akan diperoleh kebutuhan energi total untuk pengolah tanah (subsistem prapanen). Besarnya kebutuhan energi ini juga ditentukan oleh model traktor yang digunakan. Skema subsistem proses prapanen ini dapat dilihat pada Gambar 4.

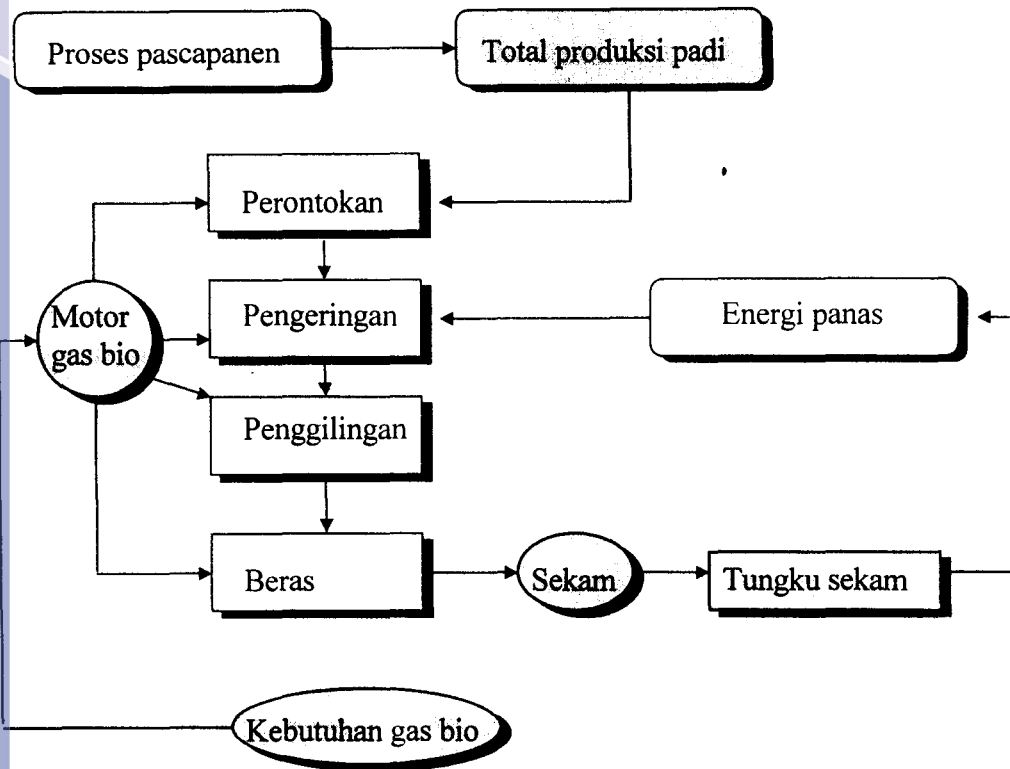
#### D. SUBSISTEM PROSES PASCAPANEN

Proses pascapanen ini meliputi semua kegiatan pengolahan hasil pertanian, antara lain pemanenan, perontokan padi, pengeringan, dan penggilingan padi. Data awal yang harus dimiliki adalah jumlah total produksi padi yang dihasilkan. Hal ini akan menentukan kapasitas kerja mesin perontok padi yang harus dipilih. Setelah padi dirontokkan, maka akan menghasilkan gabah, yang kemudian akan dikeringkan dengan mesin pengering yang digerakkan oleh motor gas bio. Setelah gabah dikeringkan, maka proses selanjutnya adalah penggilingan untuk menghasilkan beras. Hasil samping dari penggilingan ini adalah sekam. Sekam ini kemudian dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan gabah.

Jumlah total energi yang dibutuhkan untuk proses pasca panen di atas akan menentukan jumlah gas bio yang harus disuplai. Adapun skema subsistem proses pascapanen dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Skema konsumsi gas bio pada proses prapanen



Gambar 5. Skema aliran energi pada proses pascapanen

## E. PEMBUATAN MODEL

Model usahatani yang dipakai adalah pertanian dan peternakan sapi. Peternakan sapi ini menghasilkan kotoran sapi yang akan diproses dalam digester untuk menghasilkan gas bio. Gas bio yang dihasilkan kemudian digunakan untuk beberapa keperluan, yaitu kebutuhan rumah tangga, kebutuhan pengolahan tanah dan pengeringan padi. Kebutuhan rumah tangga ini meliputi kebutuhan gas untuk memasak dan penerangan (listrik). Penerangan yang digunakan dihasilkan oleh listrik yang diproduksi oleh sebuah generator tenaga gas bio.

Kebutuhan gas bio untuk pengolahan tanah adalah untuk menggerakkan traktor modifikasi sistem penggerak energi gas bio. Sedangkan untuk pengeringan, energi gas bio digunakan untuk menggerakkan motor mesin perontok, pengering dan penggilingan padi. Pada proses penggilingan gabah dihasilkan limbah berupa sekam. Untuk mengefisiensikan energi, maka sekam ini akan dimanfaatkan sebagai sumber panas untuk membantu proses pengeringan padi melalui tungku sekam.

Hasil samping yang dihasilkan oleh gas bio adalah sludge (pupuk organik cair). Sludge ini dapat dimanfaatkan untuk pupuk di lahan pertanian dan juga dapat digunakan sebagian untuk memelihara tanaman rumput disekitar peternakan sapi. Dengan tersedianya makanan bagi sapi yang cukup, maka produksi daging dan susu sapi akan meningkat. Adapun siklusnya dapat dilihat pada Gambar 6.

## F. MENENTUKAN BEBERAPA ASUMSI

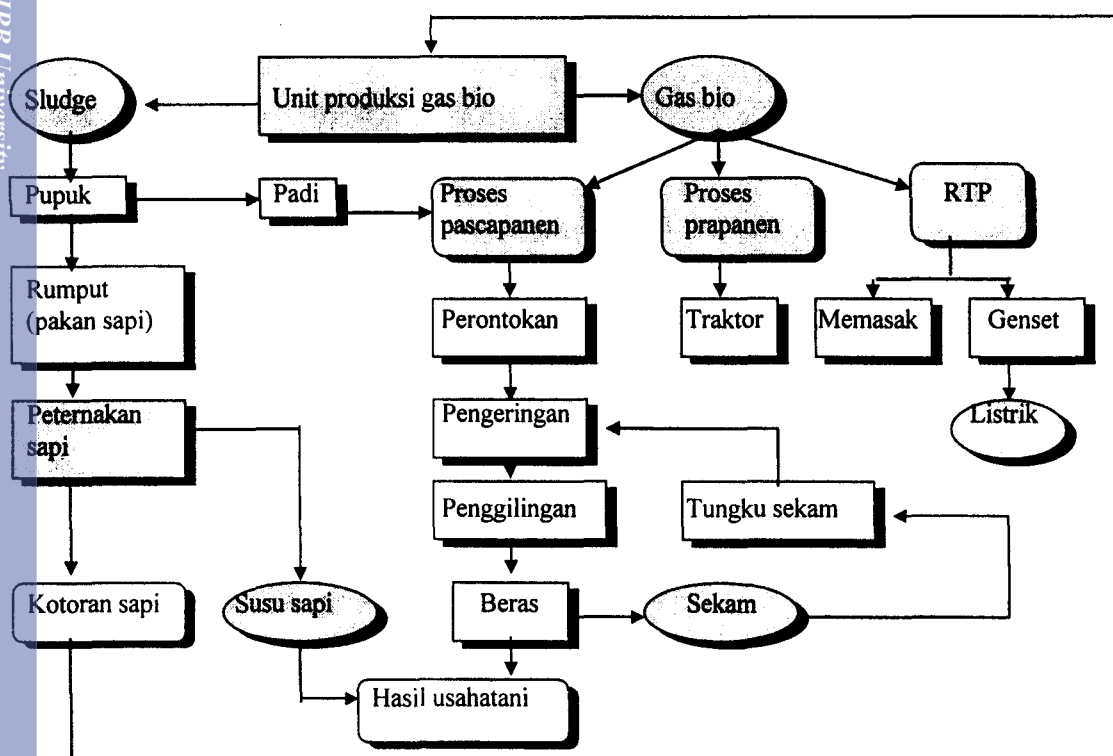
Dalam penelitian ini digunakan beberapa asumsi untuk mempermudah perhitungan. Beberapa asumsi ini nantinya akan dianggap sebagai variabel input keseluruhan model. Asumsi-asumsi yang diambil meliputi beberapa hal antara lain jumlah rumah tangga pedesaan (RTP), luas tanah tiap RTP, kebutuhan energi tiap RTP. Dalam penelitian ini digunakan asumsi bahwa terdapat 20 RTP dengan luas lahan pertanian 0.5 ha tiap RTP yang ditanami padi. Energi gas bio yang disediakan untuk tiap RTP digunakan untuk memasak dan penerangan (listrik). Kebutuhan energi untuk memasak adalah sebanyak  $1.785 \text{ m}^3$  tiap RTP dengan efisiensi kompor

60 % sedangkan kebutuhan listrik adalah 100 Watt tiap RTP dengan waktu pemakaian 7 jam per hari atau sebesar 1.2 kWh/hari tiap RTP.

Untuk keperluan pengolahan sawah digunakan traktor bertenaga gas bio.

Untuk keperluan pengeringan padi digunakan mesin pengering dengan penggerak engine yang berbahan bakar gas bio.

@Hak cipta milik IPB University



Gambar 6. Siklus model usahatani terpadu dengan gas bio sebagai penyuplai energi



## G. MENENTUKAN TOTAL KEBUTUHAN GAS BIO

### 1. Kebutuhan Gas bio Rumah Tangga ( $G_{RT}$ )

Hal pokok yang dibutuhkan oleh setiap rumah tangga adalah memasak dan penerangan. Untuk itu dibutuhkan sumber energi untuk penyediannya. Untuk memasak digunakan kompor gas bio, dengan konsumsi gas 250 l/jam selama 2 jam/hari (Junus,1987). Untuk menghitung jumlah kebutuhan gas bio untuk kegiatan memasak ini digunakan persamaan :

$$G_M = M \times t \times 1.8 \dots\dots\dots (3)$$

$$t = t_M \times N \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

- $G_M$  : Kebutuhan gas untuk memasak (liter/hari)
- $M$  : Konsumsi gas untuk kompor (liter/jam)
- $t$  : Waktu memasak total (jam/hari)
- $t_M$  : Waktu memasak tiap RTP (jam/hari)
- $N$  : Jumlah RTP

Sedangkan untuk penerangan, energi disediakan oleh listrik dengan asumsi tiap RTP mendapatkan 100 Watt. Listrik ini dihasilkan oleh suatu generator dengan efisiensi engine 80 % dan efisiensi termal 25 % (NAS,1977).

Kebutuhan gas bio untuk generator listrik dihitung dengan persamaan :

$$G_L = \frac{T}{e_t \times e_g \times 550} \dots\dots\dots (5)$$

$$T = 3,415 \times L_{tot} \dots\dots\dots (6)$$

$$L_{tot} = L \times N \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

$G_L$  : Kebutuhan gasbio untuk listrik (ft<sup>3</sup>/hari)

$T$  : Kebutuhan termal (Btu)

$L_{tot}$  : Kebutuhan listrik total (kWh/hari)

$L$  : Kebutuhan listrik tiap RTP (kWh/hari)

$N$  : Jumlah RTP

$e_t$  : Efisiensi termal

$e_g$  : Efisiensi Generator

Sehingga kebutuhan gas bio untuk rumah tangga pertanian dapat dihitung dengan persamaan :

$$G_{RT} = G_L * 0.02832 + G_M / 1000 \dots\dots\dots (8)$$

dimana :

$G_{RT}$  : Kebutuhan total gas bio untuk rumah tangga (m<sup>3</sup>/hari)

0.02832 : Faktor konversi dari ft<sup>3</sup> ke m<sup>3</sup>

1000 : Faktor konversi dari liter ke m<sup>3</sup>



## 2. Kebutuhan Gas bio untuk Proses Prapanen ( $G_{Pr}$ )

Untuk mengolah lahan pertanian dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu menggunakan tenaga manusia (petani) atau digunakan traktor. Bila menggunakan tenaga manusia, maka energi gas bio tidak diperlukan. Sedangkan bila menggunakan traktor, maka perlu dicari kebutuhan energi untuk menggerakkan traktor. Saat ini, traktor yang digerakkan langsung oleh energi gasbio belum ada, tapi hal ini dapat disetarakan dengan menggunakan persamaan :

$$G = \frac{(bhp) \times 2,540 \times HR}{H_v \times E}$$

dimana :

G : Konsumsi gas (ft<sup>3</sup>/HP.jam)

bhp : Brake horse power motor

HR : Jumlah jam kerja

2,540 : nilai BTU per HP.jam

H<sub>v</sub> : Nilai panas dari gas (BTU/ft<sup>3</sup>)

E : Efisiensi motor (engine), 25 % untuk motor gas konvensional

Persamaan ini dipakai dengan anggapan bahwa traktor itu digerakkan oleh motor bakar yang digerakkan oleh tenaga gas bio.

### 3. Kebutuhan Gas bio untuk Proses Pascapanen ( $G_{PC}$ )

Proses pascapanen pada model ini meliputi proses perontokan, pengeringan dan penggilingan padi. Ketiga proses ini dilaksanakan dengan menggunakan mesin yang digerakkan oleh motor listrik. Untuk menentukan besarnya kebutuhan gas bio untuk menggerakkan motor listrik juga digunakan persamaan di atas.

### 4. Kebutuhan Gas bio Total ( $G_{tot}$ )

Untuk menghitung total kebutuhan, digunakan persamaan :

$$G_{tot} = G_{RT} + G_{Ttot} + G_{PC} \dots\dots\dots (9)$$

## H. MENENTUKAN JUMLAH SAPI YANG DIBUTUHKAN

Setelah mengetahui penggunaan gas bio secara keseluruhan, maka kebutuhan kotoran sapi dapat dihitung dengan persamaan :

$$F = \frac{G_{TOT}}{G_F \times E_F} \dots\dots\dots (10)$$

$$N_S = \frac{F}{P_F} \dots\dots\dots (11)$$



dimana :

- $F$  : Jumlah kotoran sapi (kg/hari)  
 $N_s$  : Jumlah sapi (ekor)  
 $G_{TOT}$  : Total kebutuhan gas bio ( $m^3$ /hari)  
 $E_F$  : Kandungan kering kotoran sapi (%)  
 $G_F$  : Produksi gas tiap kg kotoran sapi ( $m^3$ /kg TS)  
 $P_F$  : Produksi kotoran segar tiap sapi (kg/ekor)

### MENENTUKAN VOLUME DIGESTER

Untuk menentukan kebutuhan ruang digester, perlu diketahui terlebih dulu jumlah bahan isian yang dipakai. Jumlah bahan isian dapat diperoleh dengan rumus:

$$I = 2 \times F \dots\dots\dots (12)$$

dimana :

- $I$  : Jumlah bahan isian ( $m^3$ /hari)

Setelah mengetahui nilai bahan isian, maka volume digester dapat dicari dengan persamaan :

$$V_E = I \times t \dots\dots\dots (13)$$

$$V_D = V_E + (\text{Daya tampung gas} \times G_{tot}) \dots\dots\dots (14)$$

dimana :

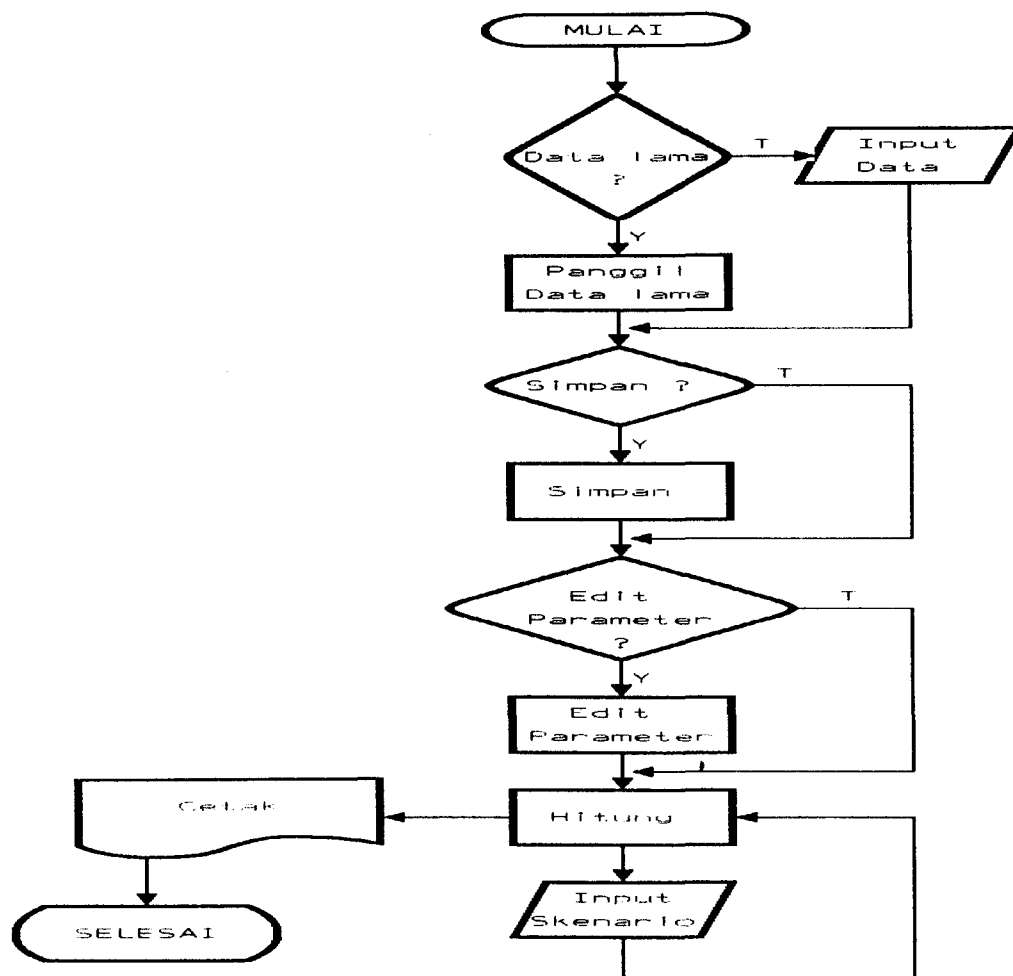
$V_E$  : Volume efektif digester ( $m^3$ )  
 $t$  : Waktu retensi/pengisian digester (hari)  
 $V_D$  : Volume digester ( $m^3$ )  
 Daya tampung gas : 70 % (Kamaruddin A. et al., 1991)

## J. PEMBUATAN PROGRAM KOMPUTER

Agar model lebih fleksibel, maka dibuat suatu program komputer yang akan memasukkan beberapa variabel input yang diinginkan. Adapun diagram alir programnya dapat dilihat pada Gambar 7.

## K. STUDI KASUS

Untuk melakukan validasi dari model atau program komputer yang telah dibuat, maka dilakukan studi kasus. Studi kasus dilakukan secara literal dan partial (bukan integral), karena sampai saat ini model seperti ini belum ada. Dengan melakukan studi kasus ini, diharapkan pengguna akan merasa yakin akan kebenaran program komputer yang telah dibuat.



Gambar 7. Diagram alir program pemanfaatan energi gas bio

## L. SKENARIO SIMULASI

Dalam penelitian ini diterapkan 6 skenario seperti terlihat pada Tabel 7. Dalam skenario satu, diadakan perubahan jumlah keluarga dengan interval 5 keluarga sebanyak 20 kali ulangan. Hal ini dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi jika jumlah keluarga pertanian bertambah. Sedangkan parameter lainnya tetap.

Dalam skenario dua, dilakukan perubahan luas lahan tiap keluarga dengan interval 0.1 Ha. Hal ini dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi jika luas lahan tiap keluarga berubah-ubah sedangkan parameter lainnya tetap.

Dalam skenario tiga, dilakukan perubahan hari kerja traktor dalam satu musim panen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perubahan yang terjadi jika hari kerja traktor berubah-ubah. Sementara parameter lainnya tetap.

Dalam skenario empat, dilakukan perubahan tenaga traktor. Hal ini untuk mengetahui perubahan yang terjadi bila tenaga traktor yang digunakan untuk mengolah lahan berubah-ubah. Sementara itu, parameter lainnya tetap.

Tabel 7. Daftar kondisi untuk masing-masing skenario simulasi

Parameter	Skenario					
	I	II	III	IV	V	VI
Jumlah keluarga	B	T	T	T	T	T
Luas lahan	T	B	T	T	T	T
Hari kerja traktor	T	T	B	T	T	T
Tenaga traktor	T	T	T	B	T	T
Varietas padi	T	T	T	T	B	T
Jenis hewan	T	T	T	T	T	B

Keterangan : T : tetap  
B : berubah

Dalam skenario lima, jenis varietas padi diubah-ubah sementara parameter lainnya tetap. Sedangkan dalam skenario enam, dilakukan perubahan jenis hewan yang dimanfaatkan untuk menghasilkan gas bio.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. PEMBAHASAN TEKNIS

#### 1. Sistematika Pemikiran

Pada proses pembuatan digester, maka perlu diketahui terlebih dulu jumlah kebutuhan gas bio untuk beberapa keperluan. Dalam model ini, energi gas bio dibutuhkan oleh beberapa hal, yakni rumah tangga, penggerak motor traktor pengolah tanah (proses prapanen), dan penggerak motor pada proses pascapanen.

Untuk mengetahui kebutuhan energi gas bio bagi rumah tangga, maka yang perlu diketahui adalah jumlah rumah tangga yang ada dalam suatu pedesaan. Kemudian akan diperoleh jumlah total rumah tangga yang akan disuplai oleh gas bio.

Dalam model ini, kebutuhan energi rumah tangga ini ada 2 macam, yaitu kebutuhan akan listrik dan kebutuhan gas untuk memasak. Kebutuhan akan listrik ditandai dengan sejumlah peralatan listrik yang dipakai oleh masing-masing rumah tangga, seperti lampu penerangan, televisi, radio, setrika, dan lain-lain. Dengan menghitung lama pemakaiannya, maka akan diperoleh nilai konsumsi listrik rata-rata rumah tangga. Setelah nilai konsumsi listrik rata-rata diperoleh, maka akan diketahui berapa jumlah gas yang dibutuhkan untuk membangkitkan listrik sejumlah itu. Sedangkan kebutuhan gas untuk memasak



dapat diperoleh dengan menghitung waktu memasak rata-rata dan menetapkan jumlah konsumsi kompor akan gas. Kemudian dari 2 macam kebutuhan gas itu, maka akan diperoleh kebutuhan total gas bio bagi rumah tangga.

Hal yang kedua yaitu penggerak motor traktor. Untuk mengetahui kebutuhan gas bio, maka perlu dicari jumlah lahan yang akan digarap, kapasitas dan tenaga traktor. Selain itu perlu ditetapkan juga jumlah traktor yang akan dipakai, sehingga akan diketahui jumlah total kebutuhan gas bio.

Hal yang ketiga adalah penggerak motor bagi proses pascapanen. Dalam model ini kegiatan pascapanen ini terbagi 3, yaitu perontokan, pengeringan dan penggilingan padi. Ketiga proses ini diharapkan dapat bekerja dengan motor penggerak yang energinya diperoleh dari gas bio. Dengan mengetahui jumlah kapasitas panen, tenaga dan kapasitas motor maka akan diperoleh jumlah kebutuhan gas bio.

Dari ketiga hal di atas, maka akan diperoleh jumlah kebutuhan total gas bio bagi seluruh kegiatan yang ada didalam model pedesaan. Dengan nilai ini maka akan dapat dihitung volume digester yang harus dibuat untuk memenuhi semua keperluan di atas. Selain itu, dalam model ini juga diharapkan dapat memperkirakan jumlah sapi yang dibutuhkan untuk menyuplai digester untuk membangkitkan energi gas bio.



## 2. Pemrograman Komputer

Untuk memudahkan perhitungan dan agar model ini dapat digunakan untuk beberapa kondisi, maka dibuat suatu program komputer untuk mendukungnya. Program ini dibuat dengan menggunakan bahasa Turbo Pascal. Bahasa ini merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi dengan kemampuannya dalam mengeksekusi program. Sehingga dengan begitu, program ini dapat dijalankan tanpa harus memiliki program Turbo Pascal lagi melainkan langsung dari DOS (Disk Operating System).

Program ini didisain dan dikembangkan dengan bahasa yang komunikatif sehingga dapat digunakan oleh siapapun juga, terutama pihak-pihak yang ingin mengembangkan suatu pedesaan terpadu seperti pemerintah atau lembaga swadaya masyarakat. Dan suatu saat kalau teknologi komputer sudah dikenal oleh para petani, maka program ini pun dapat digunakan oleh kelompok usahatani yang ingin mengembangkan pedesaannya.

Pada menu utama pengguna akan diberi 10 pilihan, yaitu : (1) Masukkan data baru, (2) Edit/Lihat Data, (3) Simpan Data, (4) Panggil Data Lama, (5) Lihat hasil keluaran, (6) Skenario, (7) Edit Parameter, (8) Cetak Hasil (ASCII), (9) Cetak Hasil (*Printer*), dan (10) ESC untuk Keluar. Pilihan pertama dimaksudkan untuk menjalankan program dengan memasukkan data terlebih dahulu. Pilihan kedua dimaksudkan untuk melakukan perubahan data (*editing*) ataupun menjalankan program dengan memakai data yang tersimpan dalam



*disket*. Pilihan ketiga digunakan untuk menyimpan data kedalam nama file tertentu. Pilihan keempat digunakan untuk memanggil data yang sudah ada dalam file. Pilihan kelima digunakan untuk melihat hasil perhitungan dari data yang telah dimasukkan. Pilihan keenam digunakan untuk menganalisa program dengan menggunakan beberapa data dengan skenario yang berbeda. Sehingga dengan menggunakan pilihan ini, pengguna dapat mengetahui perubahan keluaran (*output*) yang terjadi dengan skenario tersebut. Pilihan ketujuh digunakan untuk mengubah parameter tetap yang ada dalam program ini. Pilihan kedelapan digunakan untuk mencetak data, hasil keluaran, parameter dalam kode ASCII, sehingga dapat dibaca oleh program lainnya, seperti *Excel*, *Word*, dan lain-lain. Pilihan kesembilan digunakan untuk mencetak langsung ke *printer*. Sedangkan pilihan kesepuluh digunakan untuk keluar dari program ini.

### 3. Alur Data

Setelah semua data dimasukkan dengan menggunakan data baru ataupun data yang telah ada sebelumnya, program akan segera melakukan perhitungan. Apabila pengguna telah merasa yakin akan datanya, disarankan agar data tersebut disimpan dengan nama file tertentu. Hasil perhitungannya akan ditampilkan setelah pengguna memilih menu untuk melihat hasil keluaran. Hasil keluaran program ini ditampilkan dalam bentuk data antara lain : jumlah keluarga total, luas lahan total, jumlah traktor, mesin perontok, mesin pengering dan penggiling yang dibutuhkan, hasil panen yang dicapai, kebutuhan total gas



bio untuk masing-masing subsistem, jumlah sapi yang dibutuhkan untuk menyuplai bahan utama digester dan volume digester yang harus dibuat.

Selain itu, untuk melihat hasil keluaran dengan input beberapa nilai, program ini juga menampilkan 8 buah skenario dengan interval tertentu sesuai kehendak pengguna. Hasil keluaran dari skenario tersebut berupa serangkaian nilai/angka yang meliputi total kebutuhan gas bio yang dibutuhkan, jumlah sapi yang harus disediakan, jumlah bahan isian dan volume digester yang harus dibuat. Dan untuk melihat hasil keluaran tersebut, program ini juga dilengkapi dengan grafik untuk menggambarkan perubahan nilai-nilai tersebut, sehingga terlihat jelas perubahannya.

Dan untuk mencetak data masukan dan keluaran, maka dengan memilih menu cetak, pengguna dapat memperoleh hasil yang cukup memuaskan.

#### 4. Konfigurasi Perangkat Keras

Program ini dapat dijalankan pada PC IBM diatas AT286. Program ini memerlukan memori 1 MB (megabyte) ke atas. Sedangkan jenis monitor yang digunakan adalah VGA atau super VGA.

## B. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Parameter Berubah

Dalam pembuatan model ini, diperlukan beberapa parameter berubah.

Yang dimaksud dengan parameter berubah adalah data-data masukan yang

nilainya dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan dan kondisi yang diinginkan oleh pengguna. Pada program ini, parameter berubah ini terdiri dari 8 *item*, antara lain : jumlah keluarga, luas lahan tiap keluarga, kapasitas panen, tenaga traktor, kapasitas mesin perontok, kapasitas mesin pengering, kapasitas mesin penggiling padi, dan penggunaan gas bio pada traktor.

Tenaga traktor dapat berubah-ubah tergantung jenis traktor yang dipakai dan jenis tanahnya. Kapasitas panen juga dapat berubah-ubah tergantung kepada jenis tanaman padi yang ditanam. Kapasitas mesin perontok, pengering, dan penggiling padi juga dapat diubah-ubah tergantung mesin yang dipakai.

## 2. Parameter Tetap

Selain parameter berubah, maka ada parameter lain yang ikut mempengaruhi perhitungan dalam model ini, yaitu parameter tetap. Yang dimaksud dengan parameter tetap disini adalah semua nilai atau konstanta, yang sudah merupakan hal yang tetap. Nilai-nilai parameter tetap ini diperoleh dari beberapa sumber dan asumsi.

Walaupun parameter tetap ini merupakan nilai tetap yang tidak dapat berubah, namun dalam penelitian ini nilai-nilai parameter tetap ini dapat diubah-ubah oleh pengguna. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi berbagai perkembangan ataupun perubahan yang terjadi terhadap nilai-nilai parameter tersebut. Parameter tetap ini dapat dilihat pada Tabel 8.



Tabel 8. Daftar nilai parameter tetap yang digunakan

Parameter tetap	Nilai
Konsumsi listrik	1.75 kWh/hari <sup>4</sup>
Konsumsi gas untuk kompor	150 liter/jam <sup>1</sup>
Waktu memasak	6 jam/hari <sup>1</sup>
Jam kerja	7 jam/hari <sup>5</sup>
Kapasitas kerja traktor	0.0055 Ha/jam/HP <sup>2</sup>
Tenaga mesin perontok	5 HP <sup>5</sup>
Tenaga mesin pengering	0.75 HP <sup>5</sup>
Tenaga mesin penggiling	5 HP <sup>5</sup>
Efisiensi Termal	25 % <sup>3</sup>
Efisiensi Generator	80 % <sup>3</sup>
Maksimum masa simpan panen	2 hari <sup>7</sup>
Maks. masa perontokkan	2 hari <sup>7</sup>
Maks. masa pengeringan	2 hari <sup>7</sup>
Produksi gas bio kotoran sapi	0.25 m <sup>3</sup> /kg TS <sup>3</sup>
Produksi kotoran sapi	20 kg/ekor <sup>3</sup>
Kandungan kering	17 % <sup>3</sup>
Waktu pengisian	10 hari <sup>6</sup>

- 1) Harahap, Filino et al., 1980
- 2) Irwanto, 1987 (Traktor tangan, tanah sawah, bajak singkal)
- 3) Kamaruddin Abdullah et al., 1991
- 4) Asumsi dengan ketentuan bahwa setiap rumah memiliki daya 250 Watt dengan pemakaian 7 jam/hari
- 5) Daniel S. (1982)
- 6) Anonim (1981)
- 7) Asumsi

@Hak cipta milik IPB University



Tabel 9. Daftar nilai-nilai masukan awal program

Parameter	Nilai
Jumlah keluarga	20 KK
Luas lahan tiap keluarga	0.5 Ha
Kapasitas panen	6.995 ton/Ha
Tenaga traktor	7 HP
Kapasitas mesin perontok	1 ton/jam
Kapasitas mesin pengering	1 ton/jam
Kapasitas mesin penggiling	1 ton/jam
Traktor pakai gas bio ?	Ya

Tabel 10. Daftar nilai kapasitas panen menurut varietas padi

Varietas	Kapasitas Panen (ton/Ha)
PB-5	5.45
PB-20	4.013
PB-26	5.16
PB-30	4.30
PB-34	4.013
PB-36	4.873
PB-38	4.873
PB-42	5.733
PB-46	4.873
PB-56	5.447
IR-64	6.995

Sumber : 1. Deptan (1977)  
2. Deptan (1988)



### 3. Hasil Keluaran Program

Dari masukan di atas, diperoleh hasil bahwa total kebutuhan listrik yang dibutuhkan oleh 20 kepala keluarga adalah 35 kWh tiap hari. Listrik ini digunakan untuk penerangan dan alat listrik lainnya, dengan ketentuan setiap rumah memiliki daya 250 Watt dan lama pemakaian listrik 7 jam per hari. Kebutuhan listrik ini akan disuplai oleh pembangkit listrik tenaga gas bio. Untuk menyediakan listrik sebanyak 35 kWh/hari, maka pembangkit listriknya membutuhkan nilai panas gas bio sebesar 119,525 BTU/hari. Setelah diperhitungkan nilai efisiensi panas dan pembangkit serta faktor konversi dari BTU ke  $\text{ft}^3$ , maka kebutuhan gas bio untuk menggerakkan pembangkit listrik adalah sebesar 1,086.59  $\text{ft}^3$ /hari atau 30.67  $\text{m}^3$ /hari.

Sedangkan untuk keperluan memasak digunakan gas bio bertekanan tinggi. Dengan jumlah pemakaian gas bio sebanyak 150 liter per jam dan lama memasak 6 jam per hari, maka akan diperoleh total kebutuhan gas bio bagi 20 KK sebanyak 32,400 liter atau 32.40  $\text{m}^3$  tiap hari. Sehingga total kebutuhan gas bio yang harus disuplai bagi keperluan listrik dan memasak di perumahan adalah 63.07  $\text{m}^3$  setiap hari. Untuk konsumsi secara insidental, subsistem kegiatan rumah tangga ini merupakan konsumen energi terbesar, yaitu 30.67  $\text{m}^3$ /hari untuk listrik dan 32.40  $\text{m}^3$ /hari untuk memasak atau sebesar total 63.07  $\text{m}^3$ /hari (82.92 % dari total kebutuhan gas bio sistem). Hal ini disebabkan karena



pemakaian yang kontinyu atau terus menerus dengan jumlah yang tetap setiap harinya.

Pada model ini, setiap kepala keluarga dianggap memiliki lahan yang ditanami padi seluas 0.5 Ha. Sehingga luas lahan total model ini adalah 10 Ha. untuk proses penyiapan lahan sebelum penanaman digunakan traktor. Pada model ini, digunakan traktor tangan roda 2, dengan asumsi kondisi tanahnya adalah tanah sawah dan digunakan alat bajak singkal. Menurut Irwanto (1987), kapasitas traktor untuk kondisi di atas memiliki kapasitas kerja 0.0055 Ha/jam/HP. Apabila dimasukkan data tenaga traktor sebesar 7 HP, maka jumlah traktor minimum yang dibutuhkan adalah 3 buah, dengan asumsi 7 jam kerja per hari dan 15 hari kerja sebulan. Sedangkan jumlah gas bio bertekanan yang dibutuhkan untuk menggerakkan ketiga traktor tersebut adalah sebanyak 44.37 m<sup>3</sup>. Dengan asumsi bahwa dalam 1 (satu) tahun terdapat 3 (tiga) musim panen dan masa kerja traktor 15 hari dalam satu musim, maka perolehan gas bio dapat dilakukan dengan cara mencicil setiap harinya. Sehingga kebutuhan gas traktor adalah 5.55 m<sup>3</sup>/hari. Dalam mengoperasikan traktor ini, maka dibutuhkan tangki bahan bakar gas dengan tekanan yang tinggi. Dengan asumsi bahwa setiap tangki memiliki tekanan 1000 psi atau 68 atm, maka dibutuhkan 9 buah tangki dengan ukuran tinggi 5 ft dan 10 inci silinder. Tangki-tangki ini harus selalu diisi dan ditempatkan dekat lokasi pengolahan tanah agar mudah



penggantiannya. Hal ini dimungkinkan dengan asumsi bahwa sebelum digester menghasilkan gas, konsumsi gas untuk traktor telah tersedia lebih dulu.

Dengan total luas lahan masing-masing 0.5 Ha, maka untuk kapasitas panen 6.995 ton/Ha akan diperoleh total hasil panen padi sebanyak 69.95 ton. Dengan susut panen sebesar 8 %, maka hasil panen yang diperoleh sebesar 64.35 ton. Padi ini kemudian diolah dengan proses pascapanen, yaitu perontokan, pengeringan dan penggilingan. Untuk menjalankan semua proses pascapanen ini, digunakan motor yang digerakkan dengan energi gas bio bertekanan tinggi.

Demikian juga halnya dengan proses pascapanen. Dalam model ini, kegiatan pascapanen hanya dilakukan selama 6 hari kerja dari 120 hari musim tanam. Sehingga konsumsi energinya dapat diperkecil hingga 1.89 m<sup>3</sup>/hari. Namun demikian konsekuensinya adalah harus selalu disiapkan tangki-tangki gas penyimpan guna pemenuhan kebutuhan gas traktor dan kegiatan pascapanen pada saat diperlukan. Dan hal ini merupakan kegiatan yang membutuhkan penanganan yang khusus. Konsekuensinya, penanganan yang khusus ini memerlukan manajemen yang khusus juga dalam pengaturannya.

Proses pascapanen yang pertama adalah perontokan. Pada proses ini digunakan perontok yang digerakkan oleh mesin. Saat ini yang sering dikenal adalah *Power Thresher*. *Power Thresher* ini digerakkan oleh motor yang digerakkan oleh gas bio bertekanan tinggi. Dengan waktu kerja 7 jam tiap hari



dan kapasitas kerja 1 ton/jam, maka dibutuhkan 5 unit *power thresher* untuk menyelesaikan seluruh proses perontokan. Kebutuhan gas bio untuk menggerakkan mesin perontok bertenaga 5 HP di atas adalah 31.19 ft<sup>3</sup>/hari. Proses selanjutnya adalah pengeringan. Mesin pengering yang dipakai berkapasitas 1. ton/jam dengan tenaga 0.75 HP, dan dalam jangka waktu 2 hari maka keseluruhan hasil panen dapat dikeringkan dengan menggunakan 5 unit mesin pengering. Dan untuk menggerakkan mesin pengering ini dibutuhkan gas bio sebanyak 4.68 ft<sup>3</sup>/hari. Proses selanjutnya adalah penggilingan. Dengan waktu kerja 7 jam tiap hari dan kapasitas kerja 1 ton/jam, maka dibutuhkan 5 buah mesin penggiling untuk menyelesaikan seluruh proses penggilingan. Kebutuhan gas bio untuk mesin penggiling 5 HP ini adalah 31.19 ft<sup>3</sup>/hari. Sehingga total kebutuhan gas bio untuk seluruh proses pascapanen di atas adalah 67.06 ft<sup>3</sup>/hari atau 1.89 m<sup>3</sup> per hari. Kegiatan pasca panen di atas hanya dilakukan selama masing-masing 2 hari kerja selama 1 musim panen.

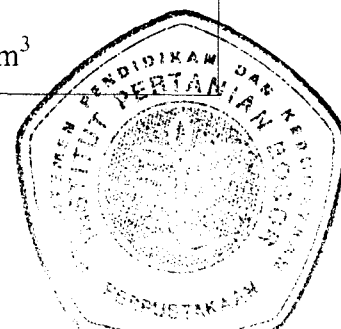
Jumlah total kebutuhan gas bio bagi seluruh kegiatan dalam model ini, yang meliputi keperluan listrik dan memasak rumah tangga, proses pengolahan tanah dan proses pascapanen adalah sebesar 70.51 m<sup>3</sup> per hari. Dan untuk memenuhi kebutuhan itu, perlu dibuat sebuah digester dengan ukuran efektif 33.20 m<sup>3</sup> dan ukuran aktual sebesar 82.56 m<sup>3</sup>. Ukuran aktual ini dimaksudkan untuk menampung seluruh bahan isian dan 70% gas bio yang dihasilkannya. Untuk proses pengisian digester digunakan sistem kontinyu dengan kewajiban



untuk mengisi digester dengan bahan isian sebanyak  $3.32 \text{ m}^3$  tiap hari dengan waktu retensi (pengisian) selama 10 hari. Sedangkan jumlah sapi yang harus disediakan adalah untuk memenuhi kebutuhan gas bio di atas adalah 83 ekor. Secara ringkas, hasil keluaran model di atas dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Daftar nilai hasil keluaran program

Keterangan	Nilai
Jumlah keluarga	20 KK
Luas lahan total	10 Ha
Jumlah traktor	3 unit
Jumlah tangki gas traktor	9 unit
Jumlah mesin Perontok	5 unit
Jumlah mesin pengering	5 unit
Jumlah mesin penggiling	5 unit
Hasil panen	64.35 ton
Keb. gas bio Listrik	$30.67 \text{ m}^3/\text{hari}$
Keb. gas bio untuk memasak	$32.40 \text{ m}^3/\text{hari}$
Keb. gas bio untuk traktor	$5.55 \text{ m}^3/\text{hari}$
Keb. gas bio untuk pascapanen	$1.89 \text{ m}^3/\text{hari}$
Keb. total gas bio	$70.52 \text{ m}^3/\text{hari}$
Jumlah sapi yang dibutuhkan	83 ekor
Jumlah bahan isian	$3.32 \text{ m}^3/\text{hari}$
Volume digester aktual	$82.54 \text{ m}^3$



#### 4. Studi kasus model

Menurut Harahap F. dkk. (1980), untuk memasak dengan energi gas bio selama 6 jam/hari dengan konsumsi gas kompor 150 liter/jam adalah sebesar  $1.63 \text{ m}^3/\text{hari}$  dengan bahan isian 74 liter dan volume digester  $4.1 \text{ m}^3$  serta sapi sebanyak 2 ekor untuk penghasil gas. Sedangkan bila diinput kedalam model diperoleh hasil kebutuhan total gas  $1.62 \text{ m}^3/\text{hari}$ , bahan isian  $0.08 \text{ m}^3$  atau sekitar 80 liter, volume digester  $4.18 \text{ m}^3$  dan sapi sebanyak 2 ekor. Selisih nilai kebutuhan total gas bio adalah  $0.01 \text{ m}^3/\text{hari}$  atau memiliki nilai ketepatan 99.39%. Selisih nilai bahan isian adalah 6 liter atau memiliki nilai ketepatan sebesar 91.89 %. Sedangkan selisih nilai volume digester adalah  $0.08 \text{ m}^3$  atau memiliki nilai ketepatan sebesar 98.05%. Dengan nilai ketepatan rata-rata diatas 90 %, model ini dapat dikatakan valid.

Sedangkan menurut Usman S.P. (1992), kebutuhan gas bio untuk keperluan memasak 1 rumah tangga adalah sebesar  $1.8 \text{ m}^3/\text{hari}$ , sedangkan bila ditambah dengan listrik naik menjadi  $3 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Sedangkan berdasarkan model ini, diperoleh hasil kebutuhan gas untuk memasak sebesar  $1.62 \text{ m}^3/\text{hari}$  dan  $3.15 \text{ m}^3/\text{hari}$  bila ditambah listrik. Selisih nilai kebutuhan gas untuk memasak adalah  $0.18 \text{ m}^3/\text{hari}$  atau memiliki nilai ketepatan sebesar 99 %. Sedangkan selisih kebutuhan gas bila ditambah dengan pemakaian listrik adalah 0.15 atau memiliki nilai ketepatan sebesar 95 %. Dengan nilai ketepatan diatas 90 % ini, maka dapat dikatakan model ini valid.



Menurut NAS (1977), untuk membangkitkan listrik sebesar 100 kWh/hari dibutuhkan gas bio sebanyak 90 m<sup>3</sup>/hari. Dan untuk menghasilkan gas bio tersebut dibutuhkan 125 ekor sapi dengan volume digester 2.5 m<sup>3</sup>. Dengan waktu retensi 50 hari, volume digester yang dibuat adalah 127.4 m<sup>3</sup> (volume efektif) atau sekitar 201.58 m<sup>3</sup> (volume real, setelah ditambah ruang pengaman sebesar 70 % dari nilai kebutuhan gas bio). Sedangkan bila diinput kedalam model, untuk menghasilkan listrik 100 kWh/hari dibutuhkan 87.64 m<sup>3</sup>/hari gas bio, 128 ekor sapi dan volume digester 190.40 m<sup>3</sup>. Selisih nilai kebutuhan gas bio adalah 2.36 m<sup>3</sup>, sehingga nilai ketepatannya adalah 97.38 %. Nilai ketepatan kebutuhan sapi adalah 97.60 %. Sedangkan nilai ketepatan volume digester adalah 94.45 %. Dengan nilai ketepatan seperti di atas, maka model ini dapat dikatakan valid.

Menurut Hendro P. (1983), sebuah traktor 14 HP dengan jam kerja 8 jam/hari mampu mengolah tanah dengan tenaga 83.28 kWh dan 5.24 hari/Ha. Dan untuk dapat melakukan kerjanya, traktor tersebut mengkonsumsi solar sebanyak 3 liter/jam atau sekitar 6.85 m<sup>3</sup> gas bio/jam atau 2.40 m<sup>3</sup> gas bio per hari (dalam 120 hari kerja total). Dan apabila nilai-nilai tersebut diinput kedalam model, maka dibutuhkan gas bio sebanyak 2.95 m<sup>3</sup> gas bio/hari. Dengan nilai-nilai tersebut, maka diperoleh nilai ketepatan sekitar 77.08 %.

M. Ahkam (1987), menerangkan bahwa untuk mengeringkan 2,613 kg gabah pada 100 m<sup>2</sup> lamporan dari kadar air 27 % bb sampai 14 % bb diperlukan





waktu 21.864 jam. Dan dengan menggunakan motor 14 DK dibutuhkan 1.8 liter solar tiap jam atau setara dengan  $4.11 \text{ m}^3$  gas bio atau sekitar  $0.74 \text{ m}^3$  gas bio per hari (dalam jangkauan 120 hari masa tanam). Apabila nilai-nilai itu diinput kedalam model/porgram, maka akan dihasilkan  $0.77 \text{ m}^3$  gas bio. Dengan nilai itu, maka dapat dikatakan bahwa model/program memiliki ketepatan senilai 95.9%.

Menurut Reky H (1995), untuk merontokkan 3 ton gabah dengan mesin perontok bertenaga 6 HP, dibutuhkan solar sebanyak 11.88 liter atau sekitar  $27.12 \text{ m}^3$  gas bio. Apabila nilai-nilai itu dimasukkan kedalam program komputer, maka diperlukan  $25.2 \text{ m}^3$  gas bio, sehingga nilai ketepatan model mencapai 92.92 %.

Menurut Elvin S. (1987), untuk menggiling 350 kg beras dengan mesin 10 HP dibutuhkan energi sebanyak 10 HP-jam atau setara dengan energi yang dihasilkan oleh  $1.37 \text{ m}^3$  gas bio. Nilai tersebut jika dikonversi kedalam sistem yaitu selama 120 hari kerja per masa tanam, maka diperoleh hasil  $0.01 \text{ m}^3$  gas bio. Dan bila semua nilai itu dimasukan kedalam model, maka akan dihasilkan kebutuhan gas bio sebanyak  $0.03 \text{ m}^3$ . Sehingga nilai ketepatan model adalah sebesar 66.67 %.

## 5. Skenario Perhitungan

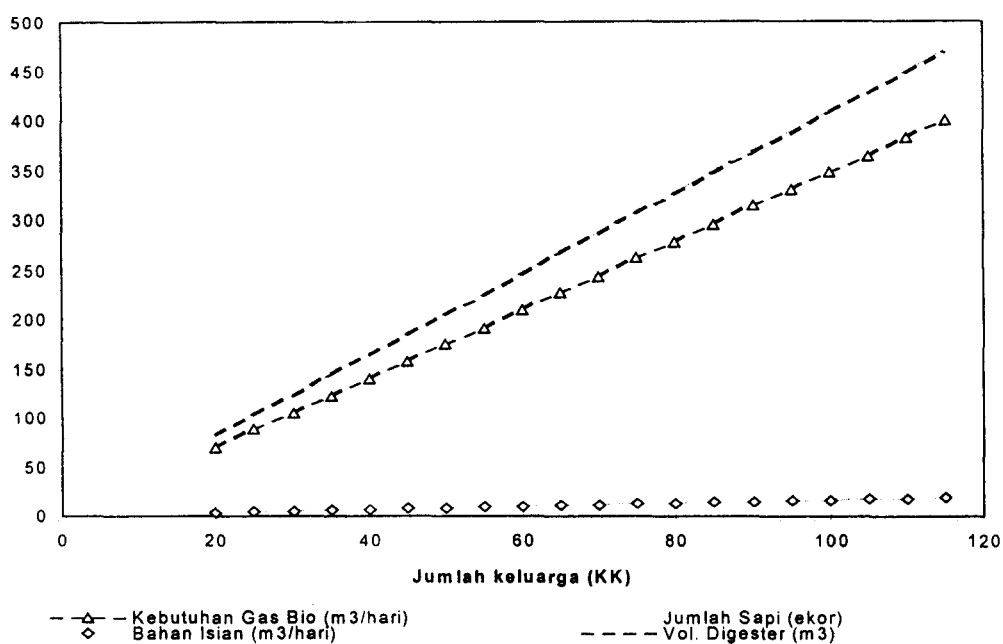
Selain pembuatan model di atas, program ini juga dilengkapi dengan 6 buah skenario, yaitu perubahan jumlah kepala keluarga dan luas lahan dengan

interval tertentu, perubahan hari kerja traktor, perubahan jenis varietas padi, dan perubahan jenis hewan. Hal ini dimaksudkan untuk melihat hubungan yang terjalin antara 6 skenario di atas dengan kebutuhan gas bio, jumlah sapi, bahan isian dan volume digester yang harus dibuat. Pada skenario 1, jumlah keluarga diubah-ubah dengan interval 5 KK. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Daftar hasil keluaran program pada berbagai kondisi jumlah KK

KK	Kebutuhan Gas Bio (m <sup>3</sup> /hari)	Jumlah Sapi (ekor)	Bahan Isian (m <sup>3</sup> /hari)	Vol. Digester (m <sup>3</sup> )
20	70.52	83	3.32	82.54
25	88.51	105	4.17	103.61
30	104.66	124	4.93	122.51
35	122.83	145	5.78	143.79
40	139.01	164	6.54	162.72
45	157.00	185	7.39	183.78
50	175.00	206	8.24	204.85
55	191.15	225	9.00	223.75
60	209.14	247	9.84	244.82
65	227.14	268	10.69	265.89
70	243.64	287	11.47	285.20
75	261.63	308	12.31	306.27
80	277.81	327	13.07	325.20
85	295.80	349	13.92	346.27
90	313.80	370	14.77	367.33
95	329.95	389	15.53	386.23
100	347.94	410	16.37	407.30
105	364.27	429	17.14	426.41
110	382.26	450	17.99	447.47
115	400.26	471	18.84	468.54

Pada hasil perhitungan di atas terlihat bahwa semua nilai naik secara linier pada setiap perubahan jumlah kepala keluarga. Untuk melihat hubungan titik-titik di atas, akan lebih jelas bila melihat Gambar 8.



Gambar 8. Grafik keluaran program pada berbagai kondisi jumlah KK

Dari gambar di atas terlihat dengan jelas bahwa jumlah kebutuhan gas bio, jumlah sapi, bahan isian, dan volume digester naik secara linear mengikuti perubahan jumlah keluarga. Artinya, bahwa setiap perubahan jumlah keluarga, selalu akan diikuti dengan kenaikan unsur-unsur yang lain. Jumlah bahan isian tidak menaik dengan gradien yang hampir sama dengan tiga unsur lainnya. Hal ini disebabkan oleh karena nilainya yang kecil sehingga menimbulkan perbedaan nilai yang ditimbulkan oleh penggabungan skala grafik.

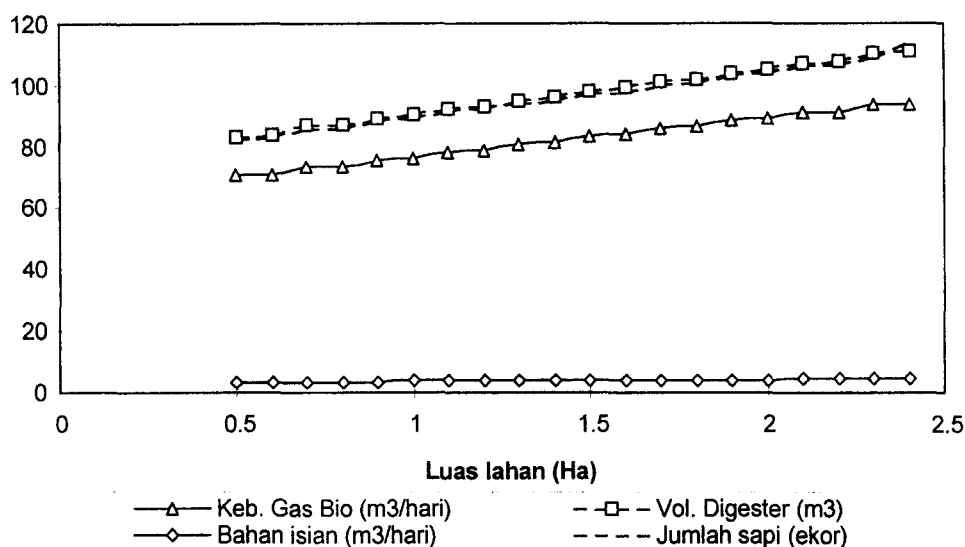
Tabel 13. Daftar hasil keluaran program untuk berbagai kondisi luas lahan

Luas (Ha)	Kebutuhan Gas bio (m <sup>3</sup> /hari)	Jumlah Sapi (ekor)	Bahan Isian (m <sup>3</sup> /hari)	Vol.Digester (m <sup>3</sup> )
0.50	70.52	83	3.32	82.54
0.60	70.89	84	3.34	82.99
0.70	73.12	87	3.44	85.60
0.80	73.32	87	3.45	85.83
0.90	75.55	89	3.56	88.44
1.00	75.93	90	3.57	88.88
1.10	78.13	92	3.68	91.46
1.20	78.51	93	3.69	91.90
1.30	80.56	95	3.79	94.31
1.40	80.94	96	3.81	94.75
1.50	82.99	98	3.91	97.15
1.60	83.37	99	3.92	97.59
1.70	85.60	101	4.03	100.20
1.80	85.98	102	4.05	100.65
1.90	88.21	104	4.15	103.25
2.00	88.58	105	4.17	103.70
2.10	90.79	107	4.27	106.27
2.20	90.99	108	4.28	106.51
2.30	93.22	110	4.39	109.12
2.40	93.60	111	4.40	109.56



Pada skenario 2, luas lahan setiap keluarga akan diubah-ubah pada interval 0.1 Ha. Dan perubahan nilai-nilai itu akan diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Pada hasil perhitungan di atas terlihat bahwa semua nilai naik secara linier pada setiap perubahan jumlah kepala keluarga. Untuk melihat hubungan titik-titik di atas, akan lebih jelas bila melihat Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil keluaran program untuk berbagai kondisi luas lahan tiap kepala keluarga

Pada Gambar 9 terlihat bahwa semua nilai naik secara linier pada setiap perubahan jumlah luas lahan tiap kepala keluarga. Namun demikian, kenaikan (gradien)nya tidak tajam. Bahkan pada titik-titik luas diperoleh nilai yang konstan/merata, terutama pada terlihat pada kenaikan jumlah sapi. Hal ini disebabkan karena terjadi proses pembulatan jumlah sapi. Dalam program ini,

pembulatan jumlah sapi selalu didekati ke atas. Sebagai contoh, jika diperoleh jumlah sapi 80.1 ekor, maka akan dianggap sebagai 81 ekor, dan jika diperoleh jumlah sapi 80.99 ekor tetap akan dianggap 81 ekor.

Pada skenario ketiga (perubahan waktu pengolahan tanah), diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil keluaran program untuk berbagai waktu pengolahan tanah

Keterangan	15	30	45	60	75	hari
Jumlah keluarga	20	20	20	20	20	KK
Luas lahan total	10	10	10	10	10	Ha
Jumlah traktor	3	2	1	1	1	buah
Jumlah tangki gas	9	6	3	3	3	buah
Jumlah perontok	5	5	5	5	5	buah
Jumlah pengering	5	5	5	5	5	buah
Jumlah penggiling	5	5	5	5	5	buah
Hasil panen	64.35	64.35	64.35	64.35	64.35	ton
Kebutuhan gas bio						
1. Listrik	30.67	30.67	30.67	30.67	30.67	m <sup>3</sup> /hr
2. Memasak	32.40	32.40	32.40	32.40	32.40	m <sup>3</sup> /hr
3. Traktor	5.55	7.40	5.55	7.40	9.25	m <sup>3</sup> /hr
4. Pasca panen	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	m <sup>3</sup> /hr
<b>Total</b>	<b>70.52</b>	<b>72.36</b>	<b>70.52</b>	<b>72.36</b>	<b>74.21</b>	m <sup>3</sup> /hr
Jumlah ternak	83	86	83	86	88	ekor
Jumlah isian	3.32	3.41	3.32	3.41	3.49	m <sup>3</sup> /hr
Volume digester	82.54	84.71	82.54	84.71	86.87	m <sup>3</sup>



Pada skenario keempat (perubahan tenaga traktor), diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 15. Dari Tabel 15 terlihat bahwa terjadi perubahan pada jumlah traktor yang digunakan. Semakin besar hari kerja traktor, maka jumlah traktor yang dibutuhkan semakin sedikit. Namun demikian, jumlah kebutuhan gas akan meningkat menjadi 9.25 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga jumlah sapi yang dibutuhkan pun akan semakin banyak.

Tabel 15. Hasil keluaran program untuk berbagai tenaga traktor

Keterangan	5.0	7.0	8.0	9.0	12.5	HP
Jumlah keluarga	20	20	20	20	20	KK
Luas lahan total	10	10	10	10	10	Ha
Jumlah traktor	4	3	3	2	2	buah
Jumlah tangki gas	9	9	10	8	11	buah
Jumlah perontok	5	5	5	5	5	buah
Jumlah pengering	5	5	5	5	5	buah
Jumlah penggiling	5	5	5	5	5	buah
Hasil panen	64.35	64.35	64.35	64.35	64.35	ton
Kebutuhan gas bio						
1. Listrik	30.67	30.67	30.67	30.67	30.67	m <sup>3</sup> /hr
2. Memasak	32.40	32.40	32.40	32.40	32.40	m <sup>3</sup> /hr
3. Traktor	5.28	5.55	6.34	4.76	6.60	m <sup>3</sup> /hr
4. Pasca panen	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	m <sup>3</sup> /hr
<b>Total</b>	<b>70.25</b>	<b>72.52</b>	<b>71.31</b>	<b>69.72</b>	<b>71.57</b>	m <sup>3</sup> /hr
Jumlah ternak	83	83	84	83	85	ekor
Jumlah isian	3.31	3.32	3.36	3.28	3.37	m <sup>3</sup> /hr
Volume digester	82.24	82.54	83.47	81.62	83.78	m <sup>3</sup>

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Pada skenario kelima (perubahan jenis varietas padi), diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil keluaran program untuk berbagai varietas padi

Keterangan	IR 64	PB 5	PB-20	PB 26	PB 36	
Jumlah keluarga	20	20	20	20	20	KK
Luas lahan total	10	10	10	10	10	Ha
Jumlah traktor	3	3	3	3	3	buah
Jumlah tangki gas	9	9	9	9	9	buah
Jumlah perontok	5	5	5	5	5	buah
Jumlah pengering	5	5	5	5	5	buah
Jumlah penggiling	5	5	5	5	5	buah
Hasil panen	64.35	64.35	64.35	64.35	64.35	ton
Kebutuhan gas bio						
1. Listrik	30.67	30.67	30.67	30.67	30.67	m <sup>3</sup> /hr
2. Memasak	32.40	32.40	32.40	32.40	32.40	m <sup>3</sup> /hr
3. Traktor	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	m <sup>3</sup> /hr
4. Pasca panen	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	m <sup>3</sup> /hr
<b>Total</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	m <sup>3</sup> /hr
Jumlah ternak	83	83	83	83	83	ekor
Jumlah isian	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	m <sup>3</sup> /hr
Volume digester	82.54	82.54	82.54	82.54	82.54	m <sup>3</sup>

Dari Tabel 16 jelas terlihat bahwa dengan melakukan perubahan jenis varietas padi, maka hasil panennya akan berubah. Hal ini disebabkan karena setiap jenis varietas memiliki kapasitas hasil panen yang berbeda. Semakin tinggi kapasitas hasil panennya, maka hasil panennya pun akan semakin tinggi.

Perubahan varietas ini juga menimbulkan perubahan pada kebutuhan gas bio pada sistem pascapanen. Hal ini terjadi karena proses pascapanen berhubungan langsung dengan hasil panen sebagai obyek kerjanya. Semakin tinggi nilai kapasitas panen, maka kebutuhan gas untuk pasca panen juga meningkat. Demikian juga halnya dengan jumlah bahan isian dan volume digester. Sedangkan jumlah sapi yang dibutuhkan sama yaitu 83 ekor. Hal ini disebabkan karena terjadi pembulatan nilai kebutuhan sapi.

Tabel 17. Hasil keluaran program untuk berbagai jenis hewan

Keterangan	Sapi	Kerbau	Babi	Ayam	Kuda	
Jumlah keluarga	20	20	20	20	20	KK
Luas lahan total	10	10	10	10	10	Ha
Jumlah traktor	3	3	3	3	3	Buah
Jumlah tangki gas	9	9	9	9	9	Buah
Jumlah perontok	5	5	5	5	5	Buah
Jumlah pengering	5	5	5	5	5	Buah
Jumlah penggiling	5	5	5	5	5	buah
Hasil panen	64.35	64.35	64.35	64.35	64.35	ton
Kebutuhan gas bio						
1. Listrik	30.67	30.67	30.67	30.67	30.67	m <sup>3</sup> /hr
2. Memasak	32.40	32.40	32.40	32.40	32.40	m <sup>3</sup> /hr
3. Traktor	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	m <sup>3</sup> /hr
4. Pasca panen	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	m <sup>3</sup> /hr
<b>Total</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>70.52</b>	<b>m<sup>3</sup>/hr</b>
Jumlah ternak	83	83	255	5224	157	ekor
Jumlah isian	3.32	3.32	1.78	2.61	0.08	m <sup>3</sup> /hr
Volume digester	82.54	82.54	67.17	58.76	72.87	m <sup>3</sup>

Pada skenario keenam, diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 17. Dari Tabel 17 (perubahan jenis hewan) terlihat perubahan jumlah hewan ternak yang dibutuhkan, bahan isian dan volume digester. Dari semua jenis hewan di atas, ayam merupakan hewan dengan tingkat hasil gas bio yang rendah. Hal ini terbukti dengan jumlah ayam yang dibutuhkan untuk menghasilkan gas yang sama, yaitu 5,224 ekor, sedangkan sapi dan kerbau hanya 83 ekor. Hal ini disebabkan karena produksi kotoran ayam yang rendah, yaitu sekitar 0.09 kg per ekor tiap hari, sedangkan sapi dan kerbau dapat mencapai 20 kg per ekor setiap hari.

### C. ORGANISASI MANAJEMEN

Permodelan sistem di atas akan lebih teratur manakala dibuat suatu sistem manajemen atau pengelolaan. Menurut Assauri (1980), peranan manajemen adalah untuk mengkombinasikan faktor-faktor produksi tersebut sedemikian rupa sehingga dapat diproduksi barang-barang/produk secara efektif dan efisien, dalam arti efisien dalam kualitas, efisien dalam variasinya dan efisien dalam waktu.

Dalam hal ini, peranan manajemen yang dimaksud dapat saja dimainkan oleh suatu lembaga khusus yang sudah banyak terbentuk di pedesaan, yaitu KUD (Koperasi Unit Desa). Untuk itu dalam tubuh KUD perlu dibentuk satu badan usaha yang menangani khusus masalah penyediaan energi dan distribusinya. Badan usaha ini akan membawahi minimal 5 bidang kerja, yaitu hubungan masyarakat,

pengelolaan peternakan sapi, pengelolaan suplai energi, pengelolaan proses prapanen, dan pengelolaan proses pascapanen. Struktur organisasinya dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 1. Bidang Hubungan Masyarakat

Bidang ini bertugas meyakinkan masyarakat untuk mendukung program ini. Hal-hal yang perlu ditekankan kepada masyarakat antara lain adalah menjelaskan tentang arti pentingnya energi gas bio, kebersihan dan kesehatan lingkungan, serta pengelolaan pertanian yang menggunakan sistem mekanisasi penuh, penggunaan mesin-mesin pertanian untuk meningkatkan hasil usahatani. Salah satu hal yang penting adalah bagaimana cara meyakinkan masyarakat agar bersedia menyerahkan sapinya kepada KUD untuk dikelola dengan imbalan sisa hasil usaha KUD nantinya atau menjual kotoran sapi yang dihasilkan.

### 2. Bidang Pengelolaan Peternakan Sapi

Bidang ini membawahi 3 divisi, yaitu pemeliharaan sapi, pengelolaan limbah, dan pengelolaan hasil. Divisi pemeliharaan sapi bertugas menghimpun sapi-sapi dari masyarakat dan sumber-sumber lain, memeriksa kesehatan sapi, mengatur pemberian pakan, dan mengatur kondisi yang ideal bagi ternak sapi.

Divisi pengelolaan limbah bertugas mengumpulkan limbah atau kotoran sapi dan menyiapkannya menjadi bahan isian digester. Penyiapan yang dimaksud adalah proses pencampuran dan pengadukan kotoran dengan air,

pengaturan pH campuran dan pengaturan suhunya. Sehingga akan diperoleh bahan isian yang siap untuk dimasukkan ke dalam digester.

Divisi pengolahan hasil bertugas mengolah hasil yang diperoleh dari peternakan sapi, terutama susu sapi. Sehingga divisi ini bertugas pemerahan sapi, mengumpulkan susu sapi, dan mengolahnya lebih lanjut. Sehingga diharapkan akan diperoleh hasil yang baik dan bernilai ekonomi tinggi.

### 3. Bidang Penyediaan Energi

Bidang ini akan membawahi 3 divisi, yaitu divisi produksi energi, divisi distribusi (penyebaran energi), dan divisi pemeliharaan/perawatan (maintenance). Divisi produksi energi bertugas mengolah bahan isian sampai menghasilkan energi. Divisi ini memulai tugasnya dengan memasukkan bahan isian kedalam digester sekaligus mengontrol kondisi-kondisi seperti suhu, pH, pengadukan dan pengaturan waktu pengisian agar dihasilkan gas yang berkualitas baik. Kemudian tugasnya dilanjutkan dengan mengumpulkan gas yang dihasilkan. Gas ini kemudian akan disiapkan untuk menjadi suplai bagi pemakaian secara langsung, pembangkit listrik dan cadangan. Pemakaian secara langsung dimaksudkan adalah untuk keperluan memasak, menggerakkan traktor, dan menggerakkan mesin-mesin pascapanen. Selain itu, gas juga dipakai untuk membangkitkan listrik dengan cara menyuplai generator set (gen-set). Yang terakhir, gas juga disimpan sebagai cadangan untuk keperluan yang tak terduga.



Divisi penyebaran (distribusi) bertugas mengatur pemakaian energi. Bagi pemakaian gas bio untuk keperluan memasak, disarankan agar menggunakan dapur umum. Sebagai contoh, untuk setiap 5 rumah disediakan satu dapur umum. Hal ini dimaksudkan untuk menghemat biaya penyebaran gas bio dan untuk meningkatkan efisiensi gas bio. Hal terpenting yang harus dilakukan divisi ini adalah memberikan kondisi bagi gas bio agar memiliki tekanan yang tinggi. Sehingga divisi ini perlu memiliki alat *compressor* (pembuat tekanan tinggi).

Divisi pemeliharaan dan perawatan (*maintenance*) bertugas mengadakan pengawasan bagi semua peralatan dan mesin yang digunakan untuk menghasilkan gas bio. Hal ini sangat diperlukan sekali karena gas bio juga mempunyai efek yang berbahaya jika terjadi kebocoran, apalagi bagi gas bertekanan tinggi. Divisi ini memeriksa berbagai kebocoran yang timbul dan berusaha untuk memperbaikinya atau menggantinya bila perlu. Selain peralatan dan mesin penghasil gas bio, divisi ini juga melakukan hal sama terhadap pembangkit listrik.

#### 4. Bidang Proses Prapanen

Bidang ini membawahi 2 divisi, yaitu divisi pengolahan tanah dan divisi pengadaan traktor. Divisi pengolahan tanah, terutama bertugas menyelidiki jenis tanah untuk menentukan jenis traktor yang akan digunakan dan melakukan proses pengolahan tanah. Menurut De Datta dalam Taslim et al. (1989), proses





pengolahan tanah meliputi penggenangan sawah sampai tanah jenuh air, membajak sebagai awal pemecahan bongkah dan pembalikan tanah, dan menggaru untuk menghancurkan dan melumpurkan tanah dengan air.

Hal lain yang tak kalah penting, yang merupakan tugas divisi ini adalah memilih jenis padi yang unggul sekaligus tepat untuk kondisi wilayah dan tanah di daerah tersebut, menentukan saat yang tepat untuk mulai menanam dan mulai memanen. Hal ini sangat penting karena akan mempengaruhi hasil panen. Deptan (1988), menyatakan bahwa pemanenan yang dilakukan terlalu awal akan menghasilkan lebih banyak gabah hampa, butir hijau dan butir mengapur sehingga tidak tahan lama disimpan dan rendemen berasnya rendah. Sebaliknya pemanenan yang terlambat juga mengakibatkan kehilangan hasil yang tinggi akibat gabah makin mudah rontok, selain persentase beras pecah meningkat.

Divisi pengadaan traktor bertugas melakukan usaha-usaha untuk memperoleh traktor yang dibutuhkan. Dapat dengan cara membeli atau menyewa dengan pertimbangan ekonomi. Tugas lainnya yaitu menentukan jadwal kerja traktor, melakukan pemeliharaan dan perawatan traktor dan melakukan perbaikan bila terjadi kerusakan (perbengkelan).

## 5. Bidang Proses Pascapanen

Bidang ini terdiri atas 2 divisi, yaitu divisi proses dan divisi perawatan.

Divisi proses bertugas melakukan proses pascapanen terhadap hasil panen.



Divisi ini juga melakukan penelitian terhadap mutu akhir (beras) yang dihasilkan dari proses pascapanen.

Divisi perawatan bertugas melakukan perawatan rutin terhadap alat dan mesin pada proses pascapanen agar dapat terus bekerja dengan baik.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Model ini dibuat untuk melihat implementasi pemanfaatan gas bio pada sistem pedesaan yang terpadu, dimana semua kegiatannya disuplai oleh energi gas bio yang dihasilkan oleh kotoran ternak dilingkungan pedesaan itu sendiri. Kegiatan yang dimaksud antara lain : kegiatan di rumah tangga seperti pemenuhan kebutuhan listrik dan gas untuk memasak, kebutuhan energi penggerak traktor pertanian, penggerak mesin perontok, mesin pengering dan penggiling untuk padi. Sehingga dengan menggunakan model ini, dapat diperkirakan kemungkinan-kemungkinan implementasi pemanfaatan gas bio, terutama mengenai berapa volume digester yang harus dibuat untuk memenuhi kebutuhan energi sekian keluarga dengan beberapa kegiatannya.

Dalam penelitian ini, model dibagi menjadi beberapa sub sistem, antara lain sub sistem suplai energi, konsumen rumah tangga, kegiatan prapanen dan pascapanen. Tiga subsistem terakhir merupakan konsumen energi dari sub sistem pertama. Untuk konsumsi secara insidentil, subsistem kegiatan rumah tangga merupakan konsumen energi terbesar, yaitu  $30.67 \text{ m}^3/\text{hari}$  untuk listrik dan  $32.40 \text{ m}^3/\text{hari}$  untuk memasak atau sebesar total  $63.07 \text{ m}^3/\text{hari}$  (87.44 % dari total kebutuhan gas bio sistem). Untuk menggerakkan traktor dibutuhkan energi sebesar  $29.59 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Suatu jumlah yang cukup besar. Namun energi ini dapat dicicil

setiap hari, karena pemakaian traktor hanya 1 bulan saja untuk satu musim tanam selama 3 kali per tahun atau 4 bulan. Sehingga dengan begitu, penyediaan energi untuk traktor dapat diperkecil menjadi  $5.55 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Hal ini dimungkinkan dengan asumsi bahwa sebelum digester menghasilkan gas, konsumsi gas untuk traktor telah tersedia lebih dulu. Untuk penyediaan gas bio traktor, diperlukan tangki-tangki gas yang efisien sehingga mudah dipindahkan. Untuk menyuplai kegiatan prapanen sistem ini membutuhkan 9 buah tangki bertekanan 1,000 psi atau 68 atm dengan ukuran 5 ft x diameter 10 inci.

Demikian juga halnya dengan proses pascapanen. Dalam model ini, kegiatan pascapanen hanya dilakukan selama 6 hari kerja dari 120 hari musim tanam. Sehingga konsumsi energinya dapat diperkecil hingga  $1.89 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Namun demikian konsekuensinya adalah harus selalu disiapkan tangki-tangki gas guna pemenuhan kebutuhan gas traktor dan kegiatan pascapanen pada saat diperlukan. Dan hal ini merupakan kegiatan yang membutuhkan penanganan yang khusus.

Total kebutuhan gas bio untuk model di atas adalah sebesar  $70.51 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Dan untuk memenuhi kebutuhan itu, dibutuhkan sapi sebanyak 83 ekor dan digester dengan volume  $82.56 \text{ m}^3$ .

Untuk menguji ketepatan sistem dan program komputer ini, maka dilakukan suatu studi kasus yang sebenarnya terjadi di lapangan. Studi kasus ini dilakukan secara disintegral atau studi per kegiatan, dan bukanlah studi kasus sistem yang integral. Hal ini dilakukan karena sistem yang integral seperti pada penelitian ini belum pernah ada, khususnya di Indonesia. Dari segi kebutuhan energi untuk



memasak, sistem ini memiliki nilai ketepatan 99.39 %. Untuk kebutuhan energi untuk penerangan (listrik), sistem ini memiliki ketepatan 97.38 %. Dari segi kegiatan pengolahan tanah, sistem ini memiliki ketepatan 77.08 %. Pada kegiatan pengeringan 95.9%, perontokan 92.92 % dan pada penggilingan 66.67 %.

Untuk melengkapi model ini, dibuat 6 macam skenario yaitu perubahan jumlah keluarga dan luas lahan tiap keluarga, hari kerja traktor, tenaga traktor, varietas padi dan jenis hewan penghasil kotoran. Sedangkan data lainnya dalam kondisi tetap/konstan. Pada 2 (dua) skenario pertama, menunjukkan hubungan yang linear. Setiap kenaikan jumlah keluarga ataupun luas lahan selalu diikuti dengan kenaikan kebutuhan gas bio, jumlah sapi, bahan isian dan volume digester. Hanya saja kenaikan nilai-nilai pada perubahan luas lahan tidak sedrastis pada perubahan keluarga.

Pada skenario 3 (perubahan waktu kerja traktor), terjadi perubahan yang menaik pada nilai kebutuhan gas traktor, output lainnya tetap. Akibatnya kebutuhan gas bio total pun meningkat. Demikian juga halnya dengan jumlah ternak dan ukuran digester. Pada skenario 4 (perubahan tenaga traktor yang menaik), terjadi perubahan yang menurun pada jumlah traktor yang dibutuhkan, disertai kenaikan konsumsi gas. Pada skenario kelima (perubahan varietas padi), perubahan terjadi pada hasil panen dan kebutuhan gas pada proses pascapanen. Sedangkan pada skenario 6 (perubahan jenis hewan), terlihat bahwa jumlah ternak yang dibutuhkan akan berbeda disebabkan oleh perbedaan output kotoran dan hasil gas tiap kotoran masing-masing hewan.



## B. SARAN

Pada dasarnya, model ini dapat dimanfaatkan langsung untuk mengamati kemungkinan implementasinya. Namun demikian, model ini dibuat hanya untuk melihat segi teknisnya saja, tanpa memperhatikan segi ekonomis. Segi ekonomis yang dimaksud adalah perbandingan nilai ekonomi pemanfaatan gas bio dengan energi lain seperti solar, bensin, dan lain-lain. Akan lebih baik jika penelitian ini ditindaklanjuti dengan pembuatan model yang sama tapi yang memperhatikan segi ekonomi juga selain segi teknis. Dengan demikian akan terjawab apakah model ini layak untuk diterapkan langsung.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kohar Irwanto. 1984. Alat dan Mesin Budidaya Pertanian. Mekanisasi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Alacala, Reynaldo M. dan Fransisco, Gerardo M. 1980. Energy self-sufficiency for an industrial hog farm in three main islands of the Philipines. Makalah pada "Alternatif energy source for rural communities" training programme. Turin 4 Februari - 30 April.
- Anonim. 1981. Biogas Production and Utilization. Ann Arbor. Science Publisher Inc. Michigan.
- Apandi, M. 1979. Pemanfaatan Instalasi Gas Bio dalam Bidang Peternakan. Proceeding Seminar Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Lembaga Penelitian Ternak, Bogor.
- Daniel Saputra. 1982. Rancangan Uji Teknis Tungku Sekam pada Alat Pengering Gabah Tipe Aksial. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Departemen Pertanian. 1977. Pedoman Bercocok tanam Padi, Palawija, Sayuran. Badan Pengendali Bimas. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 1988. Petunjuk teknis penanganan pascapanen padi. Direktorat Jendral Pertanian Tanaman Pangan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dent, J. B. dan J. R. Anderson. 1971. System Analisis in Agricultral Management. Jhon Wiley & Sons Australasia Pty. Ltd.
- Dent, J. B. dan M. J. Blackie. 1979. System Simulation in Agricultral. Applied Science Publishers Ltd. London.
- Didik Notosudjono. 1994. Stratege Pengembangan Penyediaan Energi Terbarukan di Daerah Pedesaan dan Kemungkinan untuk Kegiatan Produktif. Lokakarya Energi 31 Agustus - 2 September 1993. Jakarta.
- Elvin Septian (1987). Kebutuhan Tenaga pada Penggilingan Biji-bijian. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Eriyatno. 1978. System Development. Kumpulan bahan kuliah penataran strategi Mekanisasi Pertanian. Departemen Mekanisasi Pertanian, IPB dan Departement AgricultureEngineering, Agricultural University Wageningen. Bogor.
- ESCAP. 1980. Guidebook on Biogas Development, United Nations. New York.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





FAO. 1979. China : Azolla Propagation and Small Scale Biogas Technology. FAO Soils Bulletin No. 41.

Frans J. D. 1993. Mesin-mesin Budidaya Pertanian. JICA-DGHE/IPB Project/ADAET : JTA-9a (132). Bogor.

Handaka dan Soejatmiko. 1992. Strategi pengembangan pertanian di Indonesia. Makalah pada Seminar Mekatani HIMATETA. Jurusan Mekanisasi Pertanian, IPB. Bogor.

Harahap, F., M. Apandi dan S. Ginting. 1980. Teknologi Gas Bio, cetakan ke-2. Pusat Teknologi Pembangunan, Institut Teknologi Bandung.

Hendro Prasetyo. 1983. Kebutuhan Energi Pengolahan Tanah Siap Tanam untuk Tanaman Rumput Gajah dengan Masukan Beberapa Sumber Tenaga. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

House, D. 1981. Biogas Handbook. Peace Press Inc, Culver City, California.

Jones, Don D. et al. 1982. Gas metana Generation From Livestock Waste. Energi Management in Agriculture, A Publication of Cooperative Extension Service. Purdue University.

Junus, M. 1987. Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Kamaruddin Abdullah et al. 1991. Energi dan Listrik Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

M. Siregar. 1984. Dampak Penggunaan Traktor Terhadap Keselamatan Kerja. BPPP Bogor. Bogor.

M. Ahkam Subroto. 1987. Studi Penggunaan Sumber Energi dan Penentuan Produktivitas Energi dalam Penanganan Pasca Panen Padi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

NAS. 1977. Methane Generation from Human, Animal and Agricultural Waste. National Academy Press, Washington D.C.

Pimental. 19987. Hand Book of Energy Utilization in Agriculture. CRS Press In Boca Raton. Flonda.

Reky Hendrawan. 1995. Analisis Pemilihan Cara Panen dan Perontokkan Padi serta Kebutuhan Peralatan di Kecamatan Jatisari, Karawang, Jawa Barat.





Sasse, Ludwig. 1992. Pengembangan Energi Alternatif Biogas dan Pertanian Terpadu di Boyolali-Jawa Tengah. Lembaga Pengembangan Teknologi Pedesaan (LPTP), Solo dan Bremen Overseas Research And Development Assciation (BORDA, Jerman. Solo.

Syamsuddin A., A. Halim, dan Subiardi T.A. 1985. Limbah Pertanian Tanaman Padi didalam Limbah Pertanian. Percetakan offset PT. Metro Pos. Jakarta.

Van Buren, A. 1979. A Chinese Biogas Manual. Intermediate Technology Publication Ltd. London.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



# LAMPIRAN

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## Lampiran 1. Perhitungan

@Hak cipta milik IPB University

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan listrik total (L}_{\text{tot}}) &= L \times N \\
 &= 250 \text{ Watt} \times 7 \text{ jam/hari} \times 20 \text{ KK} \\
 &= 35 \text{ kilo Watt.jam/hari} \\
 &= 35 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan termal (T)} &= 3,415 \times L_{\text{tot}} \\
 &= 3,415 \text{ BTU/kWh} \times 35 \text{ kWh/hari} \\
 &= 119,525 \text{ BTU/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan gas listrik (G}_L) &= \frac{T}{e_t \times e_g \times 550} \\
 &= \frac{119,525}{0.25 \times 0.8 \times 550} \\
 &= 1086.59 \text{ ft}^3/\text{hari} \\
 &= 30.67 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu memasak total (t)} &= t_m \times N \\
 &= 6 \text{ jam/hari} \times 20 \text{ KK} \\
 &= 120 \text{ jam/hari}
 \end{aligned}$$

### Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan gas memasak (G}_M\text{)} &= M \times t \times 1.8 \\
 &= 150 \text{ ltr/jam} \times 120 \text{ jam/hari} \times 1.8 \\
 &= 32,400 \text{ liter/hari} \\
 &= 32.4 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan total gas rumah tangga (G}_{RT}\text{)} &= G_L + G_M \\
 &= 30.67 + 32.4 \\
 &= 63.07 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lahan total (A}_{tot}\text{)} &= A \times N \\
 &= 0.5 \text{ Ha} \times 20 \text{ KK} \\
 &= 10 \text{ Ha}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan gas tiap traktor (G}_T\text{)} &= \frac{(\text{bhp}) \times 2540 \times \text{HR}}{950 \times E} \\
 &= \frac{7 \text{ HP} \times 2,540 \times 7 \text{ jam}}{950 \times 0.25} \\
 &= 524.04 \text{ ft}^3 \\
 &= 14.79 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas kerja traktor (K}_T\text{)} &= 0.0055 \text{ Ha/jam/HP} \times 7 \text{ HP} \\
 &= 0.0385 \text{ Ha/jam}
 \end{aligned}$$





## Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

**Jumlah traktor ( $N_T$ )**

$$= \frac{L}{HR \times K_T \times 15}$$

$$= \frac{10 \text{ Ha}}{7 \text{ jam} \times 0.0385 \text{ Ha/jam} \times 15}$$

$$= 2.47 \text{ buah (anggap 3 buah)}$$

**Kebutuhan gas total traktor ( $G_{Ttot}$ )**

$$= G_T \times N_T$$

$$= 14.79 \text{ m}^3 \times 3 \text{ buah} \times 15 \text{ hari} / 120 \text{ hari}$$

$$= 5.55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

**Volume tangki traktor ( $V$ )**

$$= 5 \text{ ft} \times 10 \text{ inci silinder}$$

$$= 2.73 \text{ ft}^3$$

**Volume efektif ( $EV$ )**

$$= \text{Tekanan} \times V$$

$$= 68 \text{ atm} \times 2.73 \text{ ft}^3$$

$$= 185.64 \text{ ft}^3$$

## Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

**Waktu operasi (OT)**

$$\begin{aligned}
 & \text{EV} \\
 &= \frac{G}{\text{HP} \times \text{jam}} \\
 &= \frac{185.64 \text{ ft}^3}{7 \text{ HP} \times 2540 / (950 \times 0.25)} \\
 &= 2.47 \text{ jam per tangki}
 \end{aligned}$$

**Jumlah tangki/tabung gas (Ng)**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3 \times 7 \text{ jam}}{2.47 \text{ jam}} \\
 &= 8.50 \text{ buah (anggap 9 buah)}
 \end{aligned}$$

**Total hasil panen (H)**

$$\begin{aligned}
 &= K_P \times A_{\text{tot}} \\
 &= 6.995 \text{ ton/Ha} \times 10 \text{ Ha} \times 0.92 \\
 &= 64.35 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

**Jumlah mesin perontok (N<sub>tok</sub>)**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{H}{K_{\text{tok}} \times \text{HR} \times T_{\text{tok}}} \\
 &= \frac{64.35 \text{ ton}}{1 \text{ ton/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \times 2 \text{ hari}} \\
 &= 4.60 \text{ unit (anggap 5 unit)}
 \end{aligned}$$



## Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

**Jumlah mesin pengering ( $N_{ring}$ )**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{H \times E_{tok}}{K_{ring} \times HR \times T_{ring}} \\
 &= \frac{64.35 \text{ ton} \times 98 \%}{1 \text{ ton/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \times 2 \text{ hari}} \\
 &= 4.50 \text{ unit (anggap 5 unit)}
 \end{aligned}$$

**Jumlah mesin penggiling ( $N_{ling}$ )**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{H \times E_{ring}}{K_{ling} \times HR \times T_{ling}} \\
 &= \frac{64.35 \text{ ton} \times 93.5 \%}{1 \text{ ton/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \times 2 \text{ hari}} \\
 &= 4.29 \text{ unit (anggap 5 unit)}
 \end{aligned}$$

**Kebutuhan gas mesin perontok ( $G_R$ )**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(bhp) \times 2,540 \times HR}{950 \times E} \\
 &= \frac{5 \text{ HP} \times 2,540 \times 7 \text{ jam}}{950 \times 0.25} \\
 &= 374.32 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

**Keb. gas total Perontok ( $G_{Rtot}$ )**

$$\begin{aligned}
 &= G_R \times N_{tok} \\
 &= 374.32 \text{ ft}^3 \times 5 \text{ buah} \times 2 \text{ hari} / 120 \text{ hari} \\
 &= 31.19 \text{ ft}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

## Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan gas mesin pengering (G}_K\text{)} &= \frac{(\text{bhp}) \times 2,540 \times \text{HR}}{50 \times E} \\
 &= \frac{0.75 \text{ HP} \times 2,540 \times 7 \text{ jam}}{950 \times 0.25} \\
 &= 56.15 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keb. gas total Pengering (G}_{K\text{tot}}\text{)} &= G_K \times N_{\text{ring}} \\
 &= 56.15 \text{ ft}^3 \times 5 \text{ buah} \times 2 \text{ hari} / 120 \text{ hari} \\
 &= 4.68 \text{ ft}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan gas mesin penggiling (G}_G\text{)} &= \frac{(\text{bhp}) \times 2,540 \times \text{HR}}{950 \times E} \\
 &= \frac{5 \text{ HP} \times 2,540 \times 7 \text{ jam}}{950 \times 0.25} \\
 &= 374.32 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keb. gas total Penggiling (G}_{G\text{tot}}\text{)} &= G_G \times N_{\text{ling}} \\
 &= 374.32 \text{ ft}^3 \times 5 \text{ buah} \times 2 \text{ hari} / 120 \text{ hari} \\
 &= 31.19 \text{ ft}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

## Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

*tidak cipta milik IPB University*

**Kebutuhan gas pascapanen ( $G_{PC}$ )**

$$\begin{aligned}
 &= (G_{Rtot} + G_{Ktot} + G_{Gtot}) \times 0.02823 \\
 &= (31.19 + 4.68 + 31.19) \times 0.02823 \\
 &= 1.89 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

**Kebutuhan gas total ( $G_{tot}$ )**

$$\begin{aligned}
 &= G_{RT} + G_{Ttot} + G_{PC} \\
 &= 63.07 + 5.55 + 1.89 \\
 &= 70.51 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

**Jumlah kotoran sapi ( $F$ )**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{G_{tot}}{G_F \times E_F} \\
 &= \frac{70.51 \text{ m}^3/\text{hari}}{0.25 \text{ m}^3/\text{kg TS} \times 17 \%} \\
 &= 1659.06 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Jumlah sapi ( $N_s$ )**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{F}{P_F} \\
 &= \frac{1659.06 \text{ kg/hari}}{20 \text{ kg/ekor}} \\
 &= 82.95 \text{ ekor (anggap 83 ekor)}
 \end{aligned}$$

*tidak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

### Lampiran 1. Perhitungan (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

**Jumlah bahan isian (I)**

$$\begin{aligned}
 &= 2 \times F \\
 &= 2 \times 1659.06 \text{ kg/hari} \\
 &= 3318.12 \text{ kg/hari} \\
 &= 3.32 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

**Volume efektif digester (VE)**

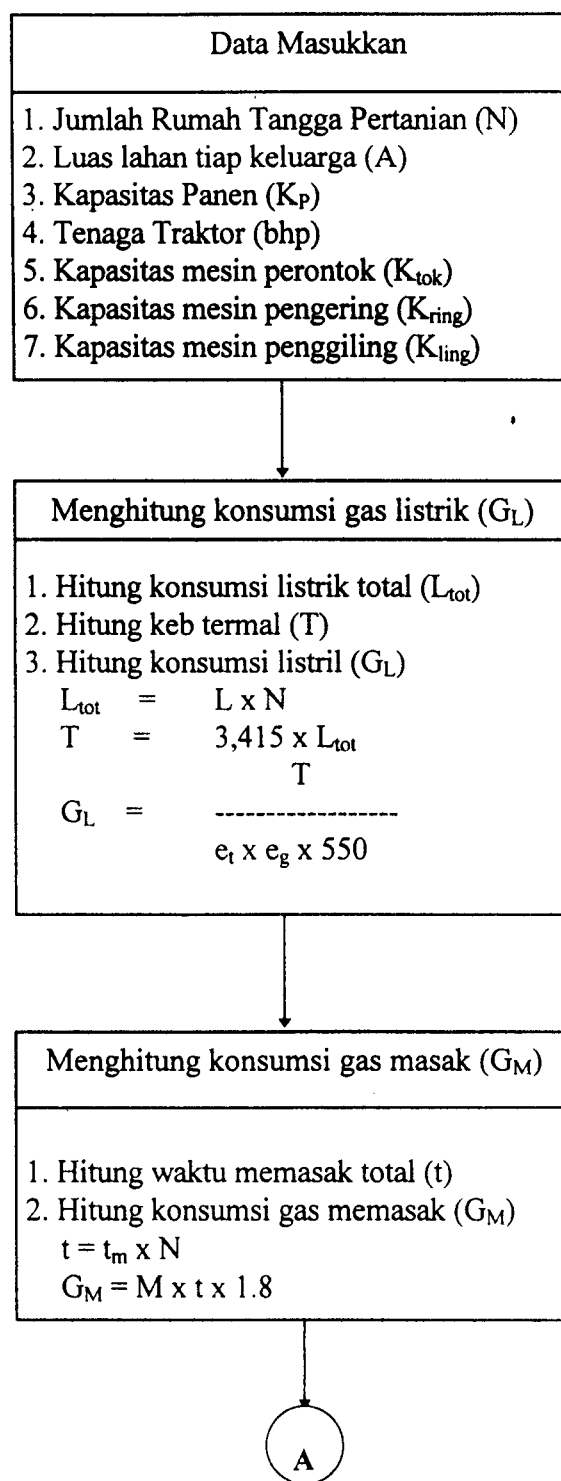
$$\begin{aligned}
 &= I \times t \\
 &= 3.32 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10 \text{ hari} \\
 &= 33.2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Volume real digester (V<sub>D</sub>)**

$$\begin{aligned}
 &= V_E + (\text{daya tampung gas} \times G_{\text{tot}}) \\
 &= 33.2 + (70 \% \times 70.51) \\
 &= 82.56 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



## Lampiran 2. Prosedur hitung



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

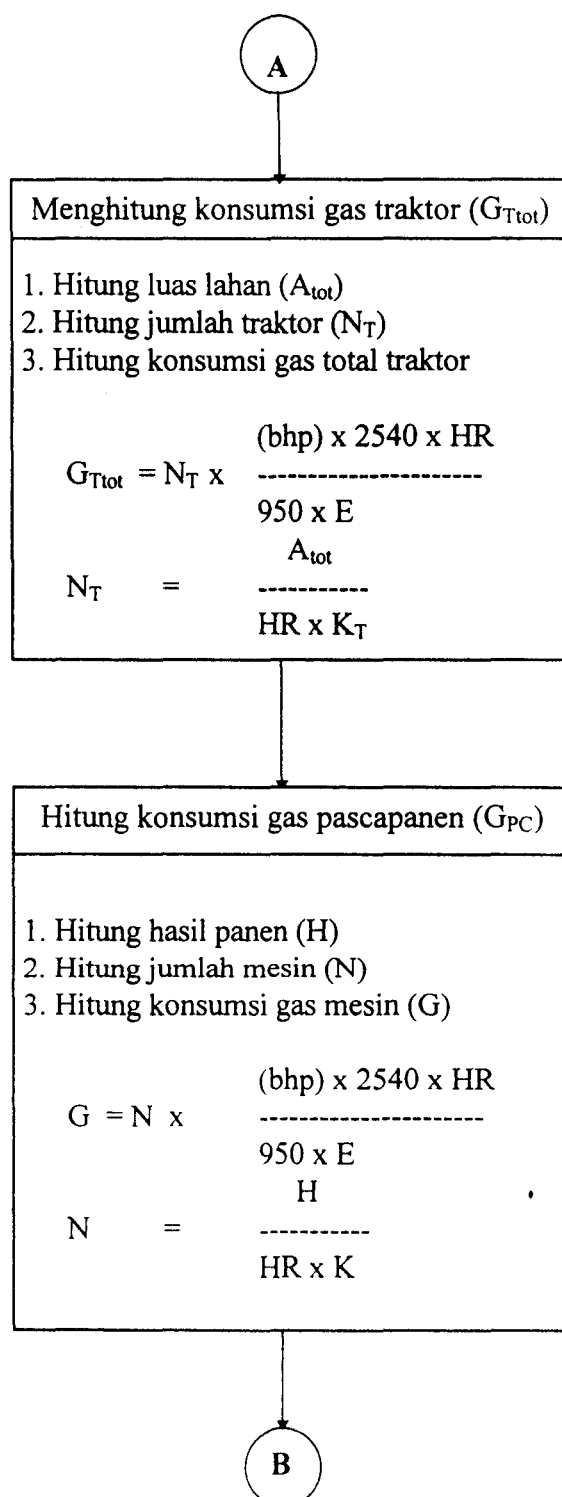


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## Lampiran 2. Prosedur hitung (lanjutan)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

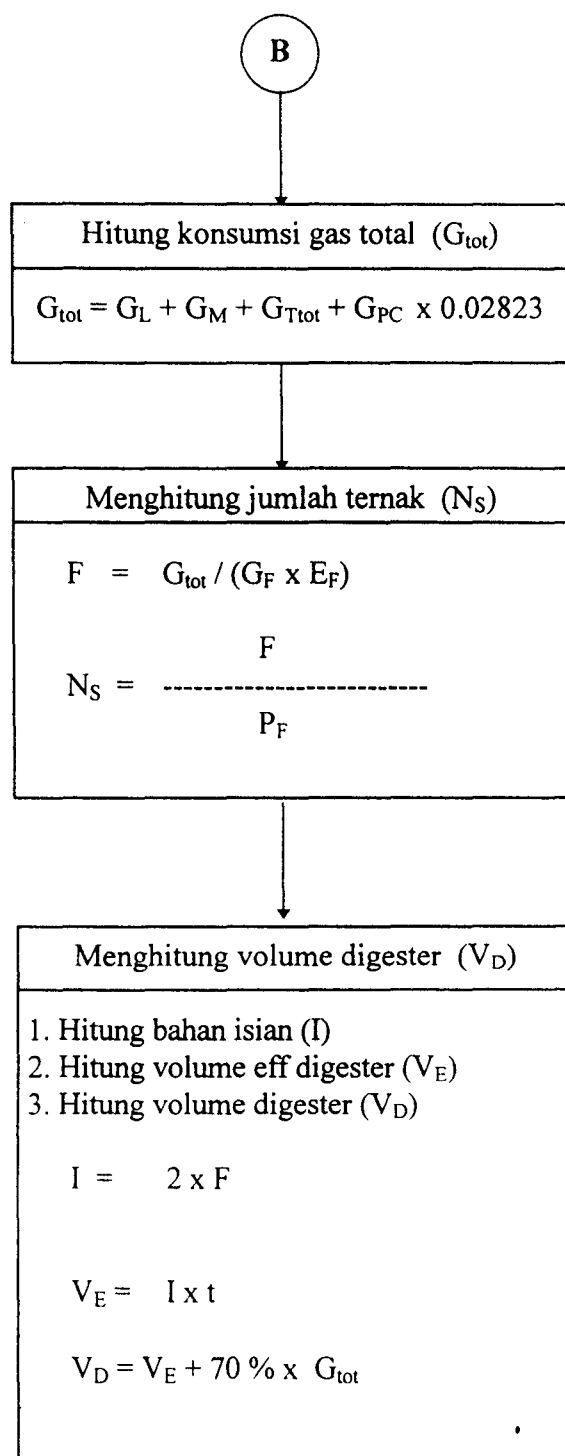


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## Lampiran 2. Prosedur hitung (lanjutan)

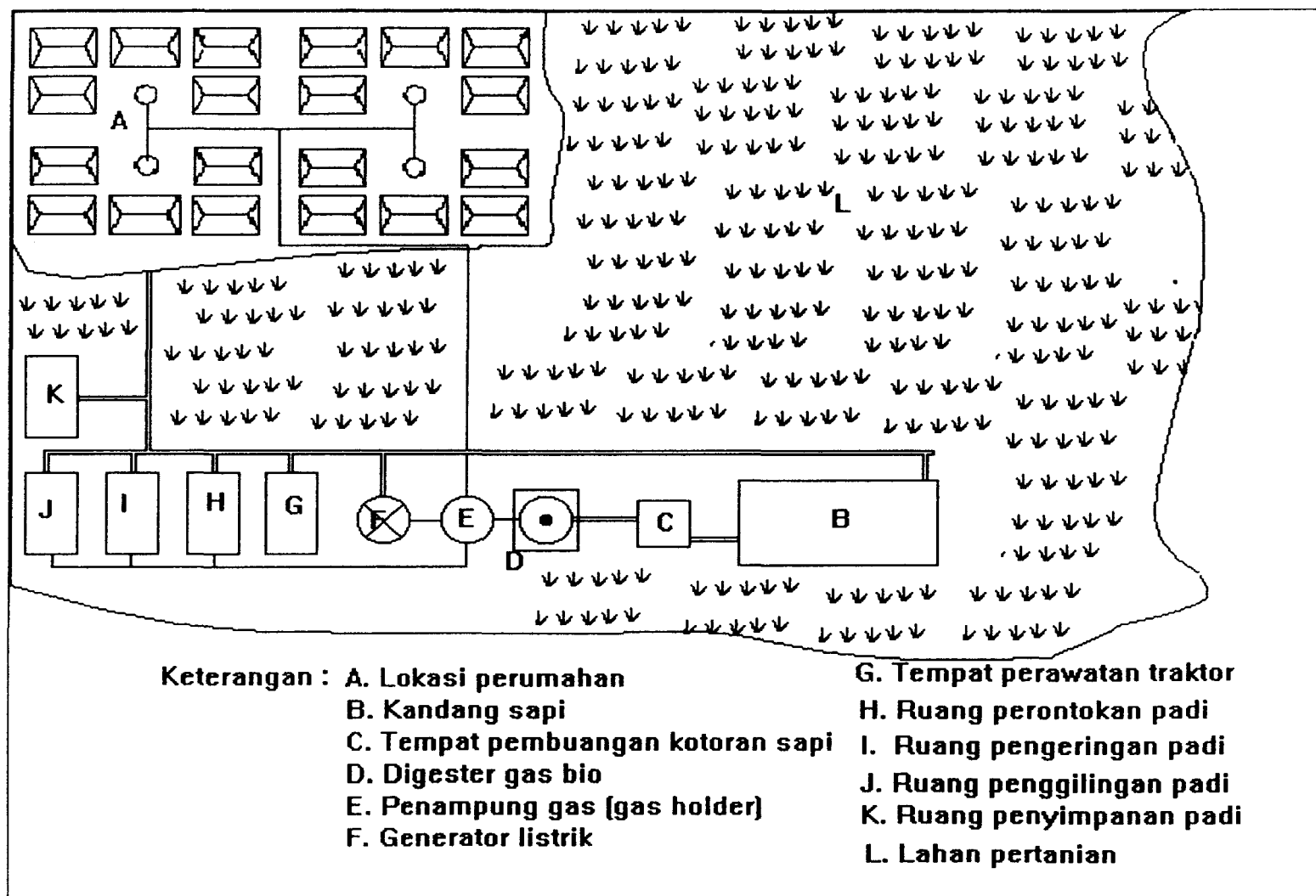


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

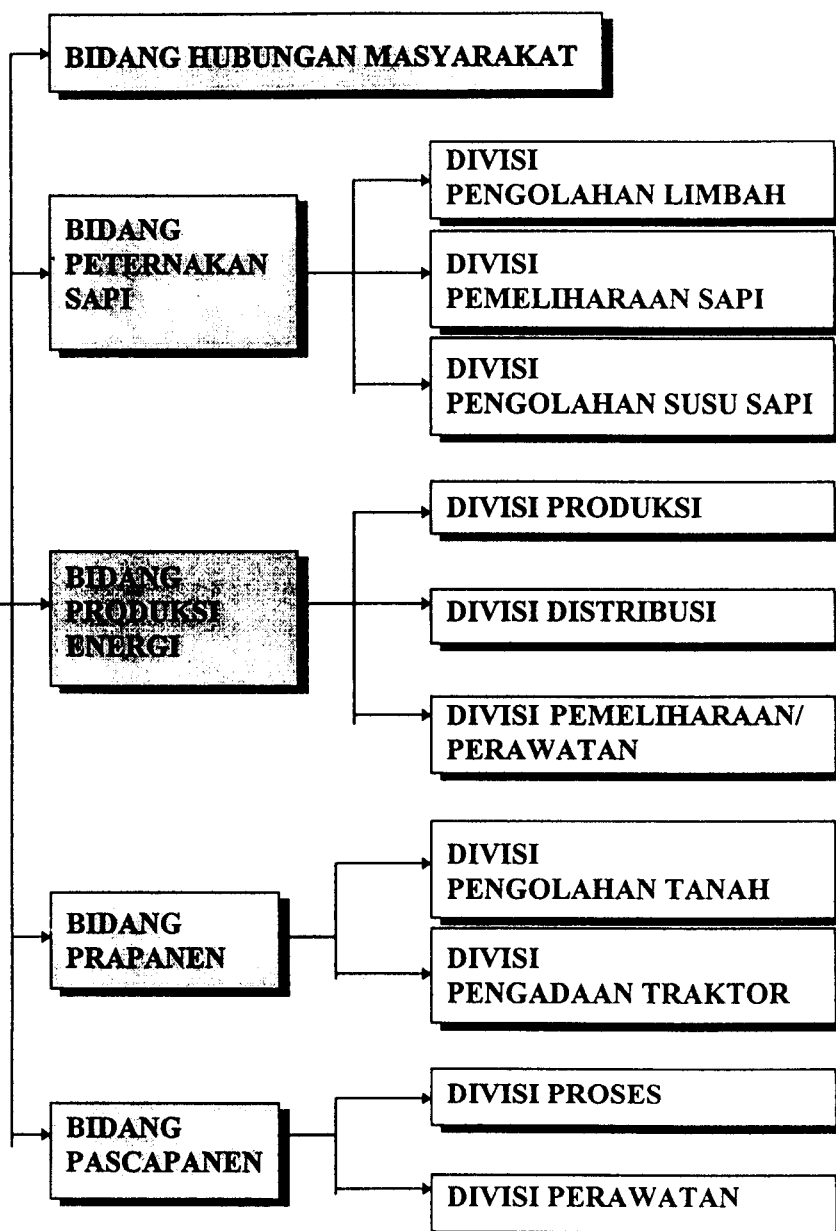
Lampiran 4. Perkiraan tata letak pedesaan terpadu yang memanfaatkan gas bio sebagai suplai energi



## Lampiran 5. Struktur organisasi

@Hak cipta milik IPB University

KUD



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

```
Uses Crt, dos, graph, {$i-}printer{$i+};
```

```
Type Data_Masukan = Record
```

```
  KK      : longint;  
  Luas_Lahan : Real;  
  Kap_Panen : Real;  
  Tenaga_Tor : Real;  
  KM_Tok    : Real;  
  KM_Ring   : Real;  
  KM_Ling   : Real;  
  jawab     : char;
```

```
End;
```

```
File_Masukan = File Of Data_Masukan;
```

```
const
```

```
  Judul : array [1..3] of string [25] = ('    Pilihan Menu    ',  
                                           '    Form Data Masukan    ',  
                                           '    Edit Parameter    ');
```

```
  Pilih : array [1..10] of string [25] = ('1. Masukkan Data Baru ',  
                                           '2. Edit/Lihat data    ',  
                                           '3. Simpan Data        ',  
                                           '4. Panggil Data Lama  ',  
                                           '5. Lihat Hasil Keluaran ',  
                                           '6. Skenario           ',  
                                           '7. Edit Parameter     ',  
                                           '8. Cetak Hasil (ASCII)',  
                                           '9. Cetak Hasil (Printer)',  
                                           '10. ESC untuk Keluar  ');
```

```
  Input : array [1..9] of string [60] = ('A. Jumlah Keluarga      :      KK      ',  
                                           'B. Luas Lahan tiap KK      :      Ha      ',  
                                           'C. Kapasitas Panen        :      Ton/Ha    ',  
                                           'D. Tenaga Traktor         :      HP        ',  
                                           'E. Kapasitas Mesin Perontok :      Ton/Jam ',  
                                           'F. Kapasitas Mesin Pengering :      Ton/Jam ',  
                                           'G. Kapasitas Mesin Penggiling :      Ton/Jam ',  
                                           'H. Traktor Pakai Biogas (Y/T) :      ',  
                                           'I. SELESAI                ');
```

```
  Param : array [1..20] of string [52] = ('Konsumsi Listrik      :      Kwh/hari ',  
                                           'Konsumsi Gas Untuk Kompor :      l/jam   ',  
                                           'Waktu Memasak            :      jam/hari ',  
                                           'Jam Kerja Traktor        :      jam/hari ',  
                                           'Kapasitas Kerja Traktor   :      Ha/jam/HP',  
                                           'Tenaga Mesin Perontok     :      HP      ',  
                                           'Tenaga Mesin Pengering    :      HP      ',  
                                           'Tenaga Mesin Penggiling   :      HP      ',  
                                           'Efisiensi Termal          :      %        ',  
                                           'Efisiensi Generator       :      %        ',  
                                           'Maks. Simpan Panen        :      Hari     ',  
                                           'Maks. Simpan Perontokan   :      Hari     ',  
                                           'Maks. Simpan Pengeringan  :      Hari     ');
```

```

'Penyusutan Mesin Perontok : % ',
'Penyusutan Mesin Penggiling : % ',
'Produksi Gas Bio Sapi : m3/Kg ',
'Produksi Kotoran Sapi : Kg/ekor ',
'Kandungan Kering : % ',
'Waktu Pengisian : hari ',
'Waktu Pengolahan Tanah : hari ');

```

```

traktor : array [1..5] of real=(5,7,8,9,12.5);
tanah : array [1..5] of real=(15,30,45,60,75);
padi : array [1..5] of real=(6.995,5.45,4.013,5.16,4.873);
korgas : array [1..5] of real=(0.25,0.25,0.44,0.25,0.25);
kotorprd : array [1..5] of real=(20,20,3.5,0.09,7.51);
korkrg : array [1..5] of real=(17,17,18,60,24);
textpadi : array [1..5] of string[5]=('IR 64','PB 5','PB 20','PB 26','PB 36');
textkotor : array [1..5] of string[6]=('sapi','kerbau','babi','ayam','kuda');

```

Var

Vol\_tangki,bk,pg,luas,Luas\_lahan\_total,Hasil\_panen,Kon\_lis\_tot,Keb\_termal,Keb\_gas\_listrik,Keb\_ga  
s\_masak,

Keb\_gas\_traktor,Keb\_gas\_tok,Keb\_gas\_ring,Keb\_gas\_ling,Keb\_gas\_pasca,keb\_gas\_total,  
Jumlah\_kotoran\_sapi,Jumlah\_bahan\_isi,Vol\_digester\_efektif,Vol\_digester\_total : real;  
keb\_tangki\_traktor,Jumlah\_traktor,Jumlah\_mesin\_tok,Jumlah\_mesin\_ring,Jumlah\_mesin\_ling,

Jumlah\_sapi : longint;

kk,ke, Angka, Pilihan,skenario : Integer;  
Form\_Masukan : Data\_Masukan;  
Nama\_File : string [11];  
File\_Simpan : File\_Masukan;  
Nilai\_param : array [1..20] of real;  
interval : array [1..4] of real;  
jkb,jbi,rvd,js : array [1..20] of real;

Procedure Buat\_garis\_tepi (x1,y1,x2,y2:integer);

var B, kolom : integer;

Begin

window(1,1,80,25);

gotoxy(x1,y1);write(chr(201));

for kolom := x1+1 to x2 do write (chr(205));

writeln (chr(187));b:=y1;

repeat

gotoxy (x1,wherey);write(chr(186));

gotoxy (x2+1,wherey);writeln(chr(186));b:=b+1;

until (b>y2-2);

gotoxy (x1,wherey);write(chr(200));

for kolom := x1+1 to x2 do write (chr(205));writeln (chr(188));

gotoxy(x1,y1+2);write (chr(204));

for kolom := x1+1 to x2 do write (chr(205));writeln (chr(185));

end;

```
Procedure kursor (Pos_awal,pos_akhir :byte);
```

```
Var regs : registers;
```

```
begin
```

```
regs.AH:=1;regs.CH:=pos_Awal;
```

```
regs.CL:=pos_akhir;intr($10,regs);
```

```
end;
```

```
Procedure cetak (kolom,baris,warna:byte;kar:string);
```

```
begin
```

```
gotoXY (kolom,baris);textattr:=warna; write(kar);
```

```
end;
```

```
Procedure default;
```

```
begin
```

```
form_masukan.kk:=20;form_masukan.Luas_lahan:=0.5;form_masukan.Kap_Panen:=6.995;
```

```
form_masukan.Tenaga_Tor:=7;form_masukan.KM_Tok:=1;form_masukan.KM_Ring:=1;form_masukan.KM_Ling:=1;
```

```
nilai_param[1]:=1.75;nilai_param[2]:=150;nilai_param[3]:=6;nilai_param[4]:=7;
```

```
nilai_param[5]:=0.0055;nilai_param[6]:=5;nilai_param[7]:=0.75;nilai_param[8]:=5;form_masukan.jawab:='Y';
```

```
nilai_param[9]:=25;nilai_param[10]:=80;nilai_param[11]:=2;nilai_param[12]:=2;interval[4]:=0.1;
```

```
nilai_param[13]:=2;nilai_param[14]:=98;nilai_param[15]:=93.5;nilai_param[16]:=0.25;nama_file:='default';
```

```
nilai_param[17]:=20;nilai_param[18]:=17;nilai_param[20]:=15;nilai_param[19]:=10;
```

```
interval[1]:=5;interval[2]:=5;interval[3]:=0.1;
```

```
end;
```

```
Procedure eksekusi2;
```

```
begin
```

```
kursor (6,7);
```

```
With Form_Masukan Do
```

```
case ke of
```

```
1 : Begin Window(48,9,57,9);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');repeat Read(KK) until kk>0;End;
```

```
2 : Begin Window(48,10,57,10);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(Luas_Lahan);End;
```

```
3 : Begin Window(48,11,57,11);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(Kap_Panen);End;
```

```
4 : Begin Window(48,12,57,12);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(Tenaga_Tor);End;
```

```
5 : Begin Window(48,13,57,13);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(KM_Tok);End;
```

```
6 : Begin Window(48,14,57,14);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(KM_Ring);End;
```

```
7 : Begin Window(48,15,57,15);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(KM_Ling);End;
```

```
8 : begin window(48,16,57,16);cetak(1,1,$7e,'
```

```
');Read(jawab);End;
```

```
end;kursor (32,0);
```

```
end;
```

```
Procedure menu3;
```

```
var e,i,jmenu3 : integer;
```

```
pilihan : char;
```

```
teks_param : string[10];
```



```

begin
window(1,1,80,25);cetak(1,1,$0e,'');clrscr;jmenu3:=20;e:=1;
window(5,1,77,24);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;Buat_garis_tepi(6,1,75,24);window(5,1,77,24);
for i:=1 to jmenu3 do
begin cetak
(10,3+i,$1e,param[i]);str(nilai_param[i]:10:3,teks_param);cetak(40,3+i,$5e,teks_param);end;
Cetak(26,2,$4e,judul[3]);
repeat
cetak (10,3+ke,$6e,param[ke]); str(nilai_param[ke]:10:3,teks_param);
cetak(40,3+ke,$6e,teks_param);
repeat pilihan:=readkey until pilihan<>' ';
case pilihan of
#72: begin
if ke=1 then ke:=jmenu3 else Dec(ke);if ke=jmenu3 then e:=1 else e:=ke+1;
end;
#80: begin
if ke=jmenu3 then ke:=1 else Inc(ke);if ke=1 then e:=jmenu3 else e:=ke-1;
end;
#27: begin cetak (35,19,$3e,'selesai');textmode(lastmode);ke:=angka;exit;end;
end;
cetak (10,3+e,$1e,param[e]);str(nilai_param[e]:10:3,teks_param);
cetak(40,3+e,$5e,teks_param);
until pilihan=#13;
Window(44,3+ke,53,3+ke);kursor (6,7);cetak(1,1,$7e,'
');Read(nilai_param[ke]);kursor(32,0);menu3;
end;

Procedure menu2;
var e,i,jmenu2 : integer;
pilihan : char;
Procedure tul_input (pencacah:integer;wrn:byte);
var temp : string[10];
begin
case pencacah of
1 : str(form_masukan.KK:10,temp);
2 : str(form_masukan.Luas_Lahan:10:3,temp);
3 : str(form_masukan.Kap_Panen:10:3,temp);
4 : str(form_masukan.Tenaga_Tor:10:3,temp);
5 : str(form_masukan.KM_Tok:10:3,temp);
6 : str(form_masukan.KM_Ring:10:3,temp);
7 : str(form_masukan.KM_Ling:10:3,temp);
8 : temp:=' '+upcase(form_masukan.jawab);
9 : temp:=' ESC';
end;
cetak (45,4+pencacah,wrn,temp);
end;

begin
window (1,1,80,25);cetak(1,1,$0e,'');clrscr;window (4,5,76,18);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;
jmenu2:=9;e:=1;Cetak(25,2,$4e,pilih[angka]);
for i:=1 to jmenu2 do begin cetak (10,4+i,$1e,input[i]);tul_input(i,$5e);end;

```

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

```

Cetak(1,1,$1e,'');buat_garis_tepi(4,5,75,18);window(4,5,76,18);
repeat
  cetak (10,4+ke,$3e,input[ke]);tul_input(ke,$6e);
  repeat pilihan := readkey until pilihan < > '';
  case pilihan of
    #72: begin if ke = 1 then ke := jmenu2 else Dec (ke);if ke=jmenu2 then e:=1 else e:=ke+1;end;
    #80: begin if ke = jmenu2 then ke := 1 else Inc (ke);if ke = 1 then e:= jmenu2 else e:=ke-1;end;
    #27: begin ke:=angka;exit;end;
  end;
  cetak (10,4+e,$1e,input[e]);tul_input(e,$5e);
until pilihan = #13;if ke = 9 then begin ke:=angka; exit; end;
eksekusi2; menu2;
end;

```

#### Procedure hitung;

```

Begin
  Luas_lahan_total := form_masukan.kk*form_masukan.Luas_lahan;
  Jumlah_traktor :=
1+trunc(Luas_lahan_Total/nilai_param[4]/nilai_param[5]/form_masukan.tenaga_tor/nilai_param[20]);
  Hasil_panen := form_masukan.kap_panen*luas_lahan_total*0.92;
  Jumlah_mesin_tok :=
1+trunc(Hasil_panen/form_masukan.km_tok/nilai_param[4]/nilai_param[11]);
  Jumlah_mesin_ring :=
1+trunc(Hasil_panen*nilai_param[14]/100/form_masukan.km_ring/nilai_param[4]/nilai_param[12]);
  Jumlah_mesin_ling :=
1+trunc(Hasil_panen*nilai_param[15]/100/form_masukan.km_ling/nilai_param[4]/nilai_param[13]);
  Kon_lis_tot := nilai_param[1]*form_masukan.kk;
  Keb_thermal := 3415*kon_lis_tot;
  Keb_gas_listrik := 10000*keb_thermal/nilai_param[9]/nilai_param[10]/550*0.02823;
  Keb_gas_masak := nilai_param[3]*form_masukan.kk*nilai_param[2]*1.8/1000;
  if upcase(form_masukan.jawab) < > 'Y' then keb_gas_traktor:=0 else
  Keb_gas_traktor :=
form_masukan.tenaga_tor*2540*nilai_param[4]/950/0.25*Jumlah_traktor*0.02823*nilai_param[20]/
120;
  Vol_tangki := 5 {ft}*22/7*(10{in}/12)*(10{in}/12)/4;

  keb_tangki_traktor:= 1+trunc(nilai_param[4]/(Vol_tangki*68{atm})/(form_masukan.tenaga_tor*2540/
950/0.25))*jumlah_traktor);
  Keb_gas_tok :=
nilai_param[6]*2540*nilai_param[4]/950/0.25*jumlah_mesin_tok*nilai_param[11]/120;
  Keb_gas_ring :=
nilai_param[7]*2540*nilai_param[4]/950/0.25*jumlah_mesin_ring*nilai_param[12]/120;
  Keb_gas_ling :=
nilai_param[8]*2540*nilai_param[4]/950/0.25*jumlah_mesin_ling*nilai_param[13]/120;
  Keb_gas_pasca := 0.02823*(Keb_gas_tok+keb_gas_ring+Keb_gas_ling);
  keb_gas_total := keb_gas_listrik+keb_gas_masak+keb_gas_traktor+keb_gas_pasca;
  Jumlah_kotoran_sapi := keb_gas_total/nilai_param[16]/nilai_param[18]*100;
  Jumlah_bahan_isi := 2*jumlah_kotoran_sapi/1000;
  Jumlah_sapi := 1+trunc(jumlah_kotoran_sapi/nilai_param[17]);
  Vol_digester_efektif := jumlah_bahan_isi*nilai_param[19];
  Vol_digester_total := vol_digester_efektif+0.7*keb_gas_total;

```

end;

procedure grafik(k:byte);

```
var i,d,m,x,y           : integer;
    xx,xxx,yy,yyy       : longint;
    mjkb,njkb,mjs,njs,mjbi,njbi,mrvd,nrvd : real;
    dumm                : array [1..20] of longint;
    kiras                : string;
```

function maks (x:array of real):real;

```
var i : integer;
    dum : real;
begin
    dum:=0;for i:= 0 to 19 do if dum<x[i] then dum := x[i]; maks:=dum;
end;
```

function min (x:array of real):real;

```
var i : integer;
    dum : real;
begin
    dum:= 100000000;for i:= 0 to 19 do if dum>x[i] then dum := x[i]; min:=dum;
end;
```

begin

```
d:=detect;initgraph(d,m,'c:\tp\bgi');
x:=getmaxx;y:=getmaxy;xx:=round(x/22);xxx:=round(xx/6);yy:=round(y/8);yyy:=round(yy/4);
Rectangle(0,0,X,Y);settextjustify(1,1);
settextstyle(4,0,4);outtextxy (xx*11,yyy,'Hasil Skenario 20 ulangan');
mjkb:=maks(jkb);njkb:=min(jkb);mjs:=maks(js);njs:=min(js);
mjbi:=maks(jbi);njbi:=min(jbi);mrvd:=maks(rvd);nrvd:=min(rvd);
for i:= 1 to 20 do
begin
    SetFillStyle(2,9);bar3d(xx*i,round(7*yy-(jkb[i]-njkb)/(mjkb-njkb)*2*yy-
yyy),xx*i+2*xxx,7*yy,xxx,true);
    SetFillStyle(5,2);bar3d(xx*i+2*xxx,round(7*yy-(js[i]-njs)/(mjs-njs)*yy-
yyy),xx*i+4*xxx,7*yy,xxx,true);
    SetFillStyle(6,9);bar3d(xx*i,round(4*yy-(rvd[i]-nrvd)/(mrvd-nrvd)*2*yy-
yyy),xx*i+2*xxx,4*yy,xxx,true);
    SetFillStyle(7,2);bar3d(xx*i+2*xxx,round(4*yy-(jbi[i]-njbi)/(mjbi-njbi)*yy-
yyy),xx*i+4*xxx,4*yy,xxx,true);
    settextjustify(0,2);settextstyle(2,1,3);
    str(jkb[i]:10:2,kiras);outtextxy(xx*i,round(7*yy-(jkb[i]-njkb)/(mjkb-njkb)*2*yy-yyy),kiras);
    str(js[i]:10:0,kiras);outtextxy(xx*i+3*xxx,round(7*yy-(js[i]-njs)/(mjs-njs)*yy-3*yyy-5),kiras);
    str(rvd[i]:15:2,kiras);outtextxy(xx*i,round(4*yy-(rvd[i]-nrvd)/(mrvd-nrvd)*2*yy-5*yyy),kiras);
    str(jbi[i]:15:2,kiras);outtextxy(xx*i+3*xxx,round(4*yy-(jbi[i]-njbi)/(mjbi-njbi)*yy-5*yyy),kiras);
    settextjustify(2,2);settextstyle(2,0,3);if k=2 then
begin
    str(form_masukan.kk+(i-1)*interval[2]:5:0,kiras);outtextxy(xx*i+5*xxx,7*yy,kiras+' KK');
end
else
begin
    str(form_masukan.luas_lahan+(i-1)*interval[4]:5:1,kiras);outtextxy(xx*i+5*xxx,7*yy,kiras+' Ha');
end;
```

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

```

end;
SetFillStyle(2,9);bar3d(xx*5,y-yyy,xx*5+2*xxx,y-2*yyy,xxx,true);
SetFillStyle(5,2);bar3d(xx*10,y-yyy,xx*10+2*xxx,y-2*yyy,xxx,true);
SetFillStyle(6,9);bar3d(xx*14,y-yyy,xx*14+2*xxx,y-2*yyy,xxx,true);
SetFillStyle(7,2);bar3d(xx*18,y-yyy,xx*18+2*xxx,y-2*yyy,xxx,true);
settextjustify(0,0);settextstyle(2,0,3);
outtextxy(xx*6,y-yyy,'Jumlah Kebutuhan Biogas');outtextxy(xx*11,y-yyy,'Jumlah Sapi');
outtextxy(xx*15,y-yyy,'Jumlah Bahan Isian');outtextxy(xx*19,y-yyy,'Real Volume Digester');
settextstyle(1,0,3);outtextxy(xx,y-yyy,'Legenda :');
repeat until readkey=chr(27);closegraph;kursor(32,0);
end;

```

#### Procedure menu4;

```

const teks_menu : array [1..8] of string [63] = ('Jumlah Kepala Keluarga berubah (Teks), interval =
KK',
'Jumlah Kepala Keluarga berubah (Graph), interval = KK',
'Luas Lahan Setiap KK berubah (Teks), interval = Ha',
'Luas Lahan Setiap KK berubah (Graph), interval = Ha',
'Macam-macam Tenaga Traktor (5, 7, 8, 9, & 12.5 HP) ',
'Macam-macam waktu pengolahan tanah (15, 30, 45, 60, & 75 hari) ',
'Macam-macam Varietas Padi (IR 64, PB 5, PB 20, PB 26, & PB 36)
'Jenis Kotoran yang digunakan (sapi, kerbau, babi, ayam, kuda) ');

```

```

var k, e, i, jmenu4 : integer;
    pilihan : char;
    dum : string [6];

```

```

procedure show(k:byte);
var dumm: string[10];
    i : integer;
begin

```

```

textmode(lastmode);kursor(32,0);Window(1,2,79,24);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;buat_garis_tepi(1,1,78,24
);Window(1,2,79,24);
case k of
5: begin
    cetak(3,3,$4e,' TENAGA TRAKTOR (HP) ');cetak(71,3,$4e,' ');
    for i:= 1 to 5 do begin str(traktor[i]:8:1,dumm);cetak(23+8*i,3,$4e,dumm);end;
    end;
6: begin
    cetak(3,3,$4e,' WAKTU PENGOLAHAN TANAH ');cetak(71,3,$4e,' Hari');
    for i:= 1 to 5 do begin str(tanah[i]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,3,$4e,dumm);end;
    end;
7: begin
    cetak(3,3,$4e,' VARIETAS TANAMAN PADI ');cetak(71,3,$4e,' ');
    for i:= 1 to 5 do cetak(23+8*i,3,$4e,' '+textpadi[i]);
    end;
8: begin
    cetak(3,3,$4e,' Jenis Kotoran Ternak ');cetak(71,3,$4e,' ');
    for i:= 1 to 5 do cetak(23+8*i,3,$4e,' '+textkotor[i]);

```

```

end;
end;
cetak(23,1,$4e,'HASIL PERHITUNGAN PADA DAERAH TERSEBUT');
cetak(3,5,$1e, 'A. Jumlah Keluarga      ');
for i:=1 to 5 do begin str(form_masukan.kk:8,dumm);cetak(23+8*i,5,$2e,dumm);end;
cetak(74,5,$1e, 'KK');
cetak(3,6,$1e, 'B. Luas Lahan Total      ');
for i:=1 to 5 do begin
str(luas_lahan_total:8:2,dumm);cetak(23+8*i,6,$2e,dumm);end;cetak(74,6,$1e, 'Ha');
cetak(3,7,$1e, 'C. Jumlah Traktor      ');
for i:=1 to 5 do begin str(js[i+5]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,7,$2e,dumm);end; cetak(74,7,$1e,
'Buah');
cetak(3,8,$1e, '   Jumlah Tangki Gas Trk.:');
for i:=1 to 5 do begin str(js[i+10]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,8,$2e,dumm);end;cetak(74,8,$1e,
'Buah');
cetak(3,9,$1e, '   Jumlah Mesin perontok :');
for i:=1 to 5 do begin str(js[i+15]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,9,$2e,dumm);end;cetak(74,9,$1e,
'Buah');
cetak(3,10,$1e, '   Jumlah Mesin pengering:');
for i:=1 to 5 do begin str(jbi[i]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,10,$2e,dumm);end;cetak(74,10,$1e,
'Buah');
cetak(3,11,$1e, '   Jumlah Mesin Giling  ');
for i:=1 to 5 do begin str(jbi[i+5]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,11,$2e,dumm);end;cetak(74,11,$1e,
'Buah');
cetak(3,12,$1e, 'D. Hasil Panen      ');
for i:=1 to 5 do begin str(jbi[i+10]:8:2,dumm);cetak(23+8*i,12,$2e,dumm);end;cetak(74,12,$1e,
'Ton');
cetak(3,13,$1e, 'E. Kebutuhan Biogas   ');
cetak(8,14,$1e,'1. Listrik      ');
for i:=1 to 5 do begin
str(keb_gas_listrik:8:2,dumm);cetak(23+8*i,14,$2e,dumm);end;cetak(74,14,$1e, 'm3');
cetak(8,15,$1e,'2. Memasak      ');
for i:=1 to 5 do begin
str(keb_gas_masak:8:2,dumm);cetak(23+8*i,15,$2e,dumm);end;cetak(74,15,$1e, 'm3');
cetak(8,16,$1e,'3. Traktor      ');
for i:=1 to 5 do begin str(jbi[i+15]:8:2,dumm);cetak(23+8*i,16,$2e,dumm);end;
cetak(74,16,$1e, 'm3');
cetak(8,17,$1e,'4. Pasca Panen   ');
for i:=1 to 5 do begin str(rvd[i]:8:2,dumm);cetak(23+8*i,17,$2e,dumm);end;cetak(74,17,$1e, 'm3');

cetak(3,18,$1e,'=====');
cetak(3,19,$1e,'   Kebutuhan Total      ');
for i:=1 to 5 do begin str(jkb[i]:8:2,dumm);cetak(23+8*i,19,$2e,dumm);end;
cetak(74,19,$1e, 'm3');
cetak(3,20,$1e,'F. Jumlah Ternak      ');
for i:=1 to 5 do begin str(js[i]:8:0,dumm);cetak(23+8*i,20,$2e,dumm);end;cetak(74,20,$1e,
'Ekor');
cetak(3,21,$1e,'G. Jumlah Bahan Isian  ');
for i:=1 to 5 do begin str(jkb[i+5]:8:2,dumm);cetak(23+8*i,21,$2e,dumm);end;cetak(74,21,$1e,
'm3');

```



```

repeat pilihan := readkey until pilihan < > '';
case pilihan of
  #72: begin
    if k = 1 then k := jmenu4 else Dec (k); if k=jmenu4 then e:= 1 else e:= k+1;
  end;
  #80: begin
    if k = jmenu4 then k := 1 else Inc (k); if k = 1 then e:= jmenu4 else e:= k-1;
  end;
  #27: begin textmode(lastmode); exit; end;
end;
cetak (4,4+e,$1e,teks_menu[e]);
if e <= 4 then begin str(interval[e]:6:2,dum); cetak(58,4+e,$5e,dum); end;
until pilihan = #13;
kk:=form_masukan.kk; luas:=form_masukan.luas_lahan;
if k <= 4 then begin
  Window(65,11+k,70,11+k); cursor (6,7); cetak(1,1,$7e,' '); Read(interval[k]); cursor(32,0);
  if k < 3 then
    begin form_masukan.kk:=kk-trunc(interval[k]); for i:= 1 to 20 do
      begin
        form_masukan.kk:=trunc(interval[k])+form_masukan.kk;hitung;
      jkb[i]:=keb_gas_total;js[i]:=jumlah_sapi/1;
        jbi[i]:=jumlah_bahan_isi;rvd[i]:=vol_digester_total;
      end;
    end
  else
    begin form_masukan.luas_lahan:=luas-interval[k]; for i:= 1 to 20 do
      begin
        form_masukan.luas_lahan:=form_masukan.luas_lahan+interval[k];hitung;
      jkb[i]:=keb_gas_total;js[i]:=jumlah_sapi/1;jbi[i]:=jumlah_bahan_isi;rvd[i]:=vol_digester_total;
      end;
    end;
  form_masukan.kk:=kk;form_masukan.Luas_lahan:=luas;eksekusi4;
  menu4;
end;

```

Procedure menu5;

```

const teks_menu : array [1..6] of string [40] = ('a. Isi Nama File      : ',
                                                    'b. Data Masukan      : ',
                                                    'c. Data Parameter    : ',
                                                    'd. Hasil Pengolahan  : ',
                                                    'e. Hasil Skenario    : ',
                                                    'f. Keluar (ESC)      ');

var k, e, i,jmenu5    : integer;
    pilihan           : char;
    dum               : string [14];

```

```

procedure ext (n : integer;w:byte);

```



```
begin
  case n of
    1: dum:=nama_file+'. ';
    2: dum:=nama_file+'.dta';
    3: dum:=nama_file+'.prm';
    4: dum:=nama_file+'.hsl';
    5: dum:=nama_file+'.skr';
    6: dum:='';
  end;
  cetak(30,4+n,w,dum);
end;
```

procedure eksekusi5;

```
var i : integer;
    t : text;
```

```
begin
  case k of
    1: begin
        kursor(6,7);window (47,13,60,13);cetak(1,1,$7e,'');clrscr;readln(nama_file);kursor(32,0);
        end;
    2: begin
        assign(t,nama_file+'.dta');rewrite(t);
        write (t,chr(201));for i:=2 to 64 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(187));
        writeln (t,chr(186),' Data Masukan ',chr(186));
        write (t,chr(204));for i:=2 to 64 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(185));
        writeln (t,chr(186),' ',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' A. Jumlah Keluarga : ',form_masukan.KK:10,' KK',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' B. Luas Lahan Tiap KK : ',form_masukan.luas_Lahan:10:3,' Ha',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' C. Kapasitas Panen : ',form_masukan.Kap_Panen:10:3,' Ton/Ha',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' D. Tenaga Traktor : ',form_masukan.Tenaga_Tor:10:3,' HP',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' E. Kapasitas Mesin Perontok : ',form_masukan.KM_Tok:10:3,' Ton/jam',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' F. Kapasitas Mesin Pengering : ',form_masukan.KM_Ring:10:3,' Ton/jam',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' G. Kapasitas Mesin Penggiling : ',form_masukan.KM_Ling:10:3,' Ton/jam',chr(186));
        writeln (t,chr(186),' H. Traktor Pakai Biogas (Y/T) : ',+upcase(form_masukan.jawab)+' ',chr(186));
        write (t,chr(200));for i:=2 to 64 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(188));
        close(t);
        end;
    3: begin
        assign(t,nama_file+'.prm');rewrite (t);
        write (t,chr(201));for i:=2 to 59 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(187));
        writeln (t,chr(186),' Data Parameter ',chr(186));
```

```

write (t,chr(204));for i:=2 to 59 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(185));
writeln (t,chr(186),'',chr(186));
for i:= 1 to 20 do
writeln (t,chr(186),'',.copy(param[i],1,30),nilai_param[i]:10:3,copy(param[i],42,52),'
',chr(186));
write (t,chr(200));for i:=2 to 59 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(188));
close(t);
end;
4: begin
hitung;assign(t,nama_file+'.hsl');rewrite(t);
write (t,chr(201));for i:=2 to 59 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(187));
writeln (t,chr(186),'',HASIL PERHITUNGAN PADA DAERAH TERSEBUT
',chr(186));
write (t,chr(204));for i:=2 to 59 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(185));
writeln (t,chr(186),'',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',A. Jumlah Keluarga : ',form_masukan.KK:15,' KK ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',B. Luas Lahan Total : ',LUAS_LAHAN_total:15:2,' Ha
',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',C. Jumlah Traktor : ',Jumlah_traktor:15,' Unit ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',Jumlah Tangki Gas Tk.: ',keb_tangki_traktor:15,' Unit ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',Jumlah Ms. Perontok : ',Jumlah_mesin_tok:15,' Unit ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',Jumlah Ms. Pengering : ',Jumlah_mesin_ring:15,' Unit ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',Jumlah Ms. Giling : ',Jumlah_Mesin_ling:15,' Unit ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',D. Hasil Panen : ',Hasil_panen:15:2,' Ton ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',E. Kebutuhan Biogas : ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',1. Listrik : ',keb_gas_listrik:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',2. Memasak : ',keb_gas_masak:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',3. Traktor : ',keb_gas_traktor:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',4. Pasca Panen : ',keb_gas_pasca:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',=====
',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',Kebutuhan Total : ',keb_gas_total:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',F. Jumlah Sapi : ',Jumlah_sapi:15,' ekor ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',G. Jumlah Bahan Isian : ',Jumlah_bahan_isi:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (t,chr(186),'',H. Real Volume Digester : ',vol_digester_total:15:2,' m3
',chr(186));
write (t,chr(200));for i:=2 to 59 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(188));
close(t);
end;
5:begin
assign(t,nama_file+'.skr');rewrite(t);
writeln (t,'',HASIL PERHITUNGAN SKENARIO PADA DAERAH TERSEBUT
');
write (t,chr(201));for i:=2 to 77 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(187));
case skenario of
1..2: begin
writeln (t,chr(186),'',KK Kebutuhan Biogas Jumlah Sapi Bahan Isi Volume Digester
',chr(186));
for i:=1 to 20 do
writeln (t,chr(186),'',form_masukan.kk+(i-1)*interval[1]:5:1,'',',jkb[i]:10:2,'

```

```

js[i]:8:0,' ',jbi[i]:12:2,rvd[i]:16:2,' ',chr(186));
end;
3..4: begin
writeln(t,chr(186),' Luas (Ha) Kebutuhan Biogas Jumlah Sapi Bahan Isi Volume
',chr(186));
write(t,chr(204));for i:=2 to 77 do write(t,chr(205));writeln(t,chr(185));
for i:=1 to 20 do
writeln(t,chr(186),' ',form_masukan.Luas_lahan+(i-1)*interval[3]:5:1,' ',jkb[i]:10:2,'

js[i]:6:0,' ',jbi[i]:10:2,rvd[i]:16:2,' ',chr(186));
end;
5..8 :
begin
case k of
5: writeln(t,chr(186),' TENAGA TRAKTOR (HP)
',traktor[1]:8:1,traktor[2]:8:1,traktor[3]:8:1,
traktor[4]:8:1,traktor[5]:8:1,' ',chr(186));
6: writeln(t,chr(186),' WAKTU PENGOLAHAN TANAH
',tanah[1]:8:0,tanah[2]:8:0,tanah[3]:8:0,tanah[4]:8:0,
tanah[5]:8:0,' Hari ',chr(186));
7: writeln(t,chr(186),' VARIETAS TANAMAN PADI ','+textpadi[1],'+textpadi[2],
'+textpadi[3],
'+textpadi[4],'+textpadi[5],',chr(186));
8: writeln(t,chr(186),' Jenis Kotoran Ternak ','+textkotor[1],'+
textkotor[2],'+textkotor[3],'+textkotor[4],'+textkotor[5],',chr(186));
end;
write(t,chr(204));for i:=2 to 77 do write(t,chr(205));writeln(t,chr(185));
writeln(t,chr(186),' ',chr(186));
write(t,chr(186),' A. Jumlah Keluarga :');for i:=1 to 5 do write(t,form_masukan.kk:8);
writeln(t,' KK ',chr(186));
write(t,chr(186),' B. Luas Lahan Total :');for i:=1 to 5 do write(t,luas_lahan_total:8:2);
writeln(t,' Ha ',chr(186));
write(t,chr(186),' C. Jumlah Traktor :');for i:=1 to 5 do write(t,Js[i+5]:8:0);
writeln(t,' Buah ',chr(186));
write(t,chr(186),' Jumlah Tangki Gas Trk.:');for i:=1 to 5 do write(t,js[i+10]:8:0);
writeln(t,' Buah ',chr(186));
write(t,chr(186),' Jumlah Mesin perontok :');for i:=1 to 5 do write(t,Js[i+15]:8:0);
writeln(t,' Buah ',chr(186));
write(t,chr(186),' Jumlah Mesin pengering:');for i:=1 to 5 do write(t,Jbi[i]:8:0);
writeln(t,' Buah ',chr(186));
write(t,chr(186),' Jumlah Mesin Giling :');for i:=1 to 5 do write(t,Jbi[i+5]:8:0);
writeln(t,' Buah ',chr(186));
write(t,chr(186),' D. Hasil Panen :');for i:=1 to 5 do write(t,jbi[i+10]:8:2);
writeln(t,' Ton ',chr(186));
write(t,chr(186),' E. Kebutuhan Biogas :');
writeln(t,' ',chr(186));
write(t,chr(186),' 1. Listrik :');for i:=1 to 5 do write(t,Keb_gas_listrik:8:2);
writeln(t,' m3 ',chr(186));
write(t,chr(186),' 2. Memasak :');for i:=1 to 5 do write(t,Keb_gas_masak:8:2);
writeln(t,' m3 ',chr(186));
write(t,chr(186),' 3. Traktor :');for i:=1 to 5 do write(t,jbi[i+15]:8:2);

```

```

writeln (t,' m3 ',chr(186));
write (t,chr(186),' 4. Pasca Panen : ');for i:=1 to 5 do write (t,rvd[i]:8:2);
writeln (t,' m3 ', chr(186));
writeln
(t,chr(186),'=====
===== ',chr(186));
write (t,chr(186),' Kebutuhan Total : ');for i:=1 to 5 do write (t,jkb[i]:8:2);
writeln (t,' m3 ',chr(186));
write (t,chr(186),' F. Jumlah Ternak : ');for i:=1 to 5 do write (t,Js[i]:8:0);
writeln (t,' Ekor ',chr(186));
write (t,chr(186),' G. Jumlah Bahan Isian : ');for i:=1 to 5 do write (t,Jkb[i+5]:8:2);
writeln (t,' m3 ',chr(186));
write (t,chr(186),' H. Real Volume Digester : ');for i:=1 to 5 do write (t,jkb[i+10]:8:2);
writeln (t,' m3 ',chr(186));
end;
end;
write (t,chr(200));for i:=2 to 77 do write (t,chr(205));writeln (t,chr(188));
close(t);
end;
end;
end;

```

#### Begin

```

window(1,1,25,80);cetak(1,1,$0e,'');clrscr;jmenu5:=6;e:=1;k:=1;
window(18,9,62,19);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;Buat_garis_tepi(18,9,62,19);window(18,9,62,19);
for i:=1 to jmenu5 do
begin cetak (4,4+i,$1e,teks_menu[i]);if i=1 then ext(i,$3e) else ext(i,$1e);end;
Cetak(10,2,$5e,pilih[angka]);
repeat
cetak (4,4+k,$6e,teks_menu[k]);if k=1 then ext(k,$4e) else ext(k,$6e);
repeat pilihan:=readkey until pilihan < '>';
case pilihan of
#72: begin
if k = 1 then k:= jmenu5 else Dec (k);if k=jmenu5 then e:=1 else e:=k+1;
end;
#80: begin
if k = jmenu5 then k:=1 else Inc (k);if k = 1 then e:= jmenu5 else e:=k-1;
end;
#27: begin textmode(lastmode);exit;end;
end;
cetak (4,4+e,$1e,teks_menu[e]);if e=1 then ext(e,$3e) else ext(e,$1e);
until pilihan = #13;if k = 6 then begin textmode(lastmode);exit;end;
eksekusi5;menu5;
end;

```

#### Procedure menu6;

```

const teks_menu : array [1..5] of string [30] = ('a. Data Masukan
'b. Data Parameter
'c. Hasil Pengolahan
'd. Hasil Simulasi (Skenario)

```

```

'e. Keluar (ESC)      ');

var k, e, i, jmenu6    : integer;
    pilihan            : char;

procedure eksekusi6;
var i:integer;
begin
    case k of
        1: begin
            write (lst,chr(201));for i:=2 to 64 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(187));
            writeln (lst,chr(186),'                Data Masukan                ',chr(186));
            write (lst,chr(204));for i:=2 to 64 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(185));
            writeln (lst,chr(186),'                ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    A.  Jumlah Keluarga          : ',form_masukan.KK:10,' KK
            ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    B.  Luas Lahan Tiap Keluarga      : ',form_masukan.Luas_Lahan:10:3,' Ha
            ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    C.  Kapasitas Panen          : ',form_masukan.Kap_Panen:10:3,' Ton/Ha
            ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    D.  Tenaga Traktor          : ',form_masukan.Tenaga_Tor:10:3,' HP
            ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    E.  Kapasitas Mesin Perontok      : ',form_masukan.KM_Tok:10:3,' Ton/jam
            ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    F.  Kapasitas Mesin Pengering   : ',form_masukan.KM_Ring:10:3,'
            Ton/jam ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    G.  Kapasitas Mesin Penggiling  : ',form_masukan.KM_Ling:10:3,'
            Ton/jam ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),
            '    H. Traktor Pakai Biogas (Y/T) : ',' ' +Ucase(form_masukan.jawab)+' ' ',
            ',chr(186));
            write (lst,chr(200));for i:=2 to 64 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(188));
            end;
        2: begin
            write (lst,chr(201));for i:=2 to 59 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(187));
            writeln (lst,chr(186),'                Data Parameter                ',chr(186));
            write (lst,chr(204));for i:=2 to 59 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(185));
            writeln (lst,chr(186),'                ',chr(186));
            for i:= 1 to 20 do
                writeln (lst,chr(186),'    ',copy(param[i],1,30),nilai_param[i]:10:3,copy(param[i],42,52),'
            ',chr(186));
            write (lst,chr(200));for i:=2 to 59 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(188));
            end;
        3: begin
            hitung;write (lst,chr(201));for i:=2 to 59 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(187));
            writeln (lst,chr(186),'                HASIL PERHITUNGAN PADA DAERAH TERSEBUT
            ',chr(186));
            write (lst,chr(204));for i:=2 to 59 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(185));
            writeln (lst,chr(186),'                ',chr(186));
            writeln (lst,chr(186),'    A.  Jumlah Keluarga          : ',form_masukan.KK:15,' KK
            ',chr(186));

```



```

writeln (lst,chr(186),' B. Luas Lahan Total : ',LUAS_LAHAN_total:15:2,' Ha
',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' C. Jumlah Traktor : ',Jumlah_traktor:15,' Unit ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' Jumlah Tangki Gas Tk.: ',keb_tangki_traktor:15,' Unit
',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' Jumlah M. Perontok : ',Jumlah_mesin_tok:15,' Unit ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' Jumlah M. Pengereng : ',Jumlah_mesin_ring:15,' Unit
',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' Jumlah M. Giling : ',Jumlah_Mesin_ling:15,' Unit ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' D. Hasil Panen : ',Hasil_panen:15:2,' Ton ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' E. Kebutuhan Biogas : ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' 1. Listrik : ',keb_gas_listrik:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' 2. Memasak : ',keb_gas_masak:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' 3. Traktor : ',keb_gas_traktor:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' 4. Pasca Panen : ',keb_gas_pasca:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' =====
',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' Kebutuhan Total : ',keb_gas_total:15:2,' m3 ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' F. Jumlah Sapi : ',Jumlah_sapi:15,' ekor ',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' G. Jumlah Bahan Isian : ',Jumlah_bahan_isi:15:2,' m3
',chr(186));
writeln (lst,chr(186),' H. Real Volume Digester : ',vol_digester_total:15:2,' m3
',chr(186));
write (lst,chr(200));for i:=2 to 59 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(188));
end;
4:begin
writeln (lst,' HASIL PERHITUNGAN SKENARIO PADA DAERAH TERSEBUT
');
write (lst,chr(201));for i:=2 to 77 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(187));
case skenario of
1..2: begin
writeln (lst,chr(186),' KK Kebutuhan Biogas Jumlah Sapi Bahan Isi Volume
Digester ',chr(186));
write (lst,chr(204));for i:=2 to 77 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(185));
for i:=1 to 20 do
writeln (lst,chr(186),' ',form_masukan.kk+(i-1)*interval[1]:5:1,' ',jkb[i]:10:2,' ',
js[i]:8:0,' ',jbi[i]:12:2,rvd[i]:16:2,' ',chr(186));
end;
3..4: begin
writeln (lst,chr(186),' Luas (Ha) Kebutuhan Biogas Jumlah Sapi Bahan Isi Volume
Digester ',chr(186));
write (lst,chr(204));for i:=2 to 77 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(185));
for i:=1 to 20 do
writeln (lst,chr(186),' ',form_masukan.Luas_lahan+(i-1)*interval[3]:5:1,' ',jkb[i]:10:2,' ',
js[i]:6:0,' ',jbi[i]:10:2,rvd[i]:16:2,' ',chr(186));
end;
5..8 :
begin
case skenario of

```

Hak Cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

```

5: writeln (lst,chr(186),' TENAGA TRAKTOR (HP)
   ,traktor[1]:8:1,traktor[2]:8:1,traktor[3]:8:1,
   traktor[4]:8:1,traktor[5]:8:1,' ',chr(186));
6: writeln (lst,chr(186),' WAKTU PENGOLAHAN TANAH
   ,tanah[1]:8:0,tanah[2]:8:0,tanah[3]:8:0,tanah[4]:8:0,
   tanah[5]:8:0,' Hari ',chr(186));
7: writeln (lst,chr(186),' VARIETAS TANAMAN PADI      ',' ' + textpadi[1], ' ' + textpadi[2],
   ,textpadi[3],
   ' ' + textpadi[4], ' ' + textpadi[5], ' ',chr(186));
8: writeln (lst,chr(186),' Jenis Kotoran Ternak      ',' ' + textkotor[1], ' ' +
   textkotor[2], ' ' + textkotor[3], ' ' + textkotor[4], ' ' + textkotor[5], ' ',chr(186));
end;
write (lst,chr(204));for i:=2 to 77 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(185));
writeln (lst,chr(186),' ',chr(186));
write (lst,chr(186),' A. Jumlah Keluarga      : ');for i:=1 to 5 do write
(lst,form_masukan.kk:8);
writeln (lst,' KK      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' B. Luas Lahan Total      : ');for i:=1 to 5 do write
(lst,luas_lahan_total:8:2);
writeln (lst,' Ha      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' C. Jumlah Traktor      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Js[i+5]:8:0);
writeln (lst,' Buah      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' Jumlah Tangki Gas Trk.: ');for i:=1 to 5 do write (lst,js[i+10]:8:0);
writeln (lst,' Buah      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' Jumlah Mesin perontok : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Js[i+15]:8:0);
writeln (lst,' Buah      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' Jumlah Mesin pengering: ');for i:=1 to 5 do write (lst,Jbi[i]:8:0);
writeln (lst,' Buah      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' Jumlah Mesin Giling : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Jbi[i+5]:8:0);
writeln (lst,' Buah      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' D. Hasil Panen      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,jbi[i+10]:8:2);
writeln (lst,' Ton      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' E. Kebutuhan Biogas      : ');
writeln (lst,' ',chr(186));
write (lst,chr(186),' 1. Listrik      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Keb_gas_listrik:8:2);
writeln (lst,' m3      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' 2. Memasak      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Keb_gas_masak:8:2);
writeln (lst,' m3      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' 3. Traktor      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,jbi[i+15]:8:2);
writeln (lst,' m3      ', chr(186));
write (lst,chr(186),' 4. Pasca Panen      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,rvd[i]:8:2);
writeln (lst,' m3      ', chr(186));
writeln
(lst,chr(186),' =====
===== ',chr(186));
write (lst,chr(186),' Kebutuhan Total      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,jkb[i]:8:2);
writeln (lst,' m3      ',chr(186));
write (lst,chr(186),' F. Jumlah Ternak      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Js[i]:8:0);
writeln (lst,' Ekor      ',chr(186));
write (lst,chr(186),' G. Jumlah Bahan Isian      : ');for i:=1 to 5 do write (lst,Jkb[i+5]:8:2);
writeln (lst,' m3      ',chr(186));

```



```

write (lst,chr(186),' H. Real Volume Digester : ');for i:=1 to 5 do write (lst,jkb[i+10]:8:2);
writeln (lst,' m3 ',chr(186));
end;
end;
write (lst,chr(200));for i:=2 to 77 do write (lst,chr(205));writeln (lst,chr(188));
end;
end;
end;

Begin
window(1,1,25,80);cetak(1,1,$0e,'');clrscr;jmenu6:=5;e:=1;k:=1;
window(23,9,56,18);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;Buat_garis_tepi(23,9,56,18);window(23,9,56,18);
for i:=1 to jmenu6 do
begin cetak (4,4+i,$1e,teks_menu[i]);end;
Cetak(8,2,$9e,'Hidupkan Printer . . . ! ');
repeat
cetak (4,4+k,$6e,teks_menu[k]);
repeat pilihan :=readkey until pilihan < > '';
case pilihan of
#72: begin
if k = 1 then k := jmenu6 else Dec (k);if k=jmenu6 then e:=1 else e:=k+1;
end;
#80: begin
if k = jmenu6 then k :=1 else Inc (k);if k = 1 then e:= jmenu6 else e:=k-1;
end;
#27: begin textmode(lastmode);exit;end;
end;
cetak (4,4+e,$1e,teks_menu[e]);
until pilihan = #13;if k = jmenu6 then begin cetak
(35,19,$3e,'selesai');textmode(lastmode);exit;end;
eksekusi6;menu6;
end;

Procedure eksekusi1;
var dumm : string[15];
begin
angka:=ke;
case ke of
1 : menu2;
2 : menu2;
3 : begin
cetak (3,3,$0e,''); clrscr; cetak(1,1,$5e,'');buat_garis_tepi(9,6,69,10);
kursor(6,7);Cetak(10,7,$5e,' <DRIVE> <DIRECTORI> <NAMA FILE>
<EXT.> ');
Cetak(10,9,$5e,' Nama file data yang disimpan . . . : ');window(50,9,67,9);
Readln>Nama_File); textmode(lastmode);kursor(32,0);
Assign(File_Simpan>Nama_File);{$I-} reset(file_simpan);{$I+}
if ioresult = 0 then begin cetak (30,15,$8e,'File SUDAH ada . . . !');delay (500); end
else begin Rewrite(File_Simpan);Write(File_Simpan, Form_Masukan);
Close(File_Simpan); end;
End;

```

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

```
4 : begin
    cetak (1,1,$0e,''); clrscr; cetak(1,1,$4e,'');buat_garis_tepi(9,6,69,10);
    kursor(6,7);Cetak(10,7,$4e,'      <DRIVE>      <DIRECTORI>      <NAMA FILE>
<EXT.> ');
    Cetak(10,9,$4e,' Nama file data yang dipanggil . . . : ');window(50,9,67,9);
    {$I-} Readln>Nama_File); textmode(lastmode);kursor(32,0);
    Assign(File_Simpan>Nama_File);Reset(File_Simpan);{$I+}
    if ioresult < > 0 then begin cetak (30,15,$9e,'File TIDAK Ditemukan . . . ! '); delay (500);
end
    else begin While (EOF(File_Simpan) = False) Do Read(File_Simpan,
Form_Masukan);Close(File_Simpan);end;
End;
5 :begin
    hitung;Window(9,3,72,24);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;
    buat_garis_tepi(10,3,70,24);Window(9,3,72,24);
    cetak(15,2,$4e,'HASIL PERHITUNGAN PADA DAERAH TERSEBUT');
    cetak(10,4,$1e,'A. Jumlah Keluarga      :');
    str(form_masukan.kk:15,dumm);cetak(38,4,$2e,dumm);cetak(54,4,$1e,'KK');
    cetak(10,5,$1e,'B. Luas Lahan Total      :');
    str(luas_lahan_total:15:2,dumm);cetak(38,5,$2e,dumm);cetak(54,5,$1e,'Ha');
    cetak(10,6,$1e,'C. Jumlah Traktor      :');
    str(Jumlah_traktor:15,dumm);cetak(38,6,$2e,dumm);cetak(54,6,$1e,'Buah');
    cetak(10,7,$1e,'    Jumlah Tangki Gas Trk.:');
    str(keb_Tangki_traktor:15,dumm);cetak(38,7,$2e,dumm);cetak(54,7,$1e,'Buah');
    cetak(10,8,$1e,'    Jumlah Mesin perontok :');
    str(Jumlah_mesin_tok:15,dumm);cetak(38,8,$2e,dumm);cetak(54,8,$1e,'Buah');
    cetak(10,9,$1e,'    Jumlah Mesin pengering:');
    str(Jumlah_mesin_ring:15,dumm);cetak(38,9,$2e,dumm);cetak(54,9,$1e,'Buah');
    cetak(10,10,$1e,'    Jumlah Mesin Giling  :');
    str(Jumlah_mesin_ling:15,dumm);cetak(38,10,$2e,dumm);cetak(54,10,$1e,'Buah');
    cetak(10,11,$1e,'D. Hasil Panen      :');
    str(hasil_panen:15:2,dumm);cetak(38,11,$2e,dumm);cetak(54,11,$1e,'Ton');
    cetak(10,12,$1e,'E. Kebutuhan Biogas      :');
    cetak(15,13,$1e,'1. Listrik      :');
    str(Keb_gas_listrik:15:2,dumm);cetak(38,13,$2e,dumm);cetak(54,13,$1e,'m3');
    cetak(15,14,$1e,'2. Memasak      :');
    str(Keb_gas_masak:15:2,dumm);cetak(38,14,$2e,dumm); cetak(54,14,$1e,'m3');
    cetak(15,15,$1e,'3. Traktor      :');
    str(Keb_gas_traktor:15:2,dumm);cetak(38,15,$2e,dumm);cetak(54,15,$1e,'m3');
    cetak(15,16,$1e,'4. Pasca Panen      :');
    str(Keb_gas_pasca:15:2,dumm);cetak(38,16,$2e,dumm);cetak(54,16,$1e,'m3');
    cetak(10,17,$1e,'=====');
    cetak(10,18,$1e,'    Kebutuhan Total      :');
    str(Keb_gas_total:15:2,dumm);cetak(38,18,$2e,dumm);cetak(54,18,$1e,'m3');
    cetak(10,19,$1e,'F. Jumlah Sapi      :');
    str(Jumlah_sapi:15,dumm);cetak(38,19,$2e,dumm);cetak(54,19,$1e,'Ekor');
    cetak(10,20,$1e,'G. Jumlah Bahan Isian      :');
    str(Jumlah_bahan_isi:15:2,dumm);cetak(38,20,$2e,dumm);cetak(54,20,$1e,'m3');
    cetak(10,21,$1e,'H. Real Volume Digester :');
    str(vol_digester_total:15:2,dumm);cetak(38,21,$2e,dumm);cetak(54,21,$1e,'m3');
    repeat until readkey = #27;textmode(lastmode);
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber ;

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

```

end;
6 : menu4;
7 : menu3;
8 : menu5;
9 : menu6;
end;
end;
Procedure menu1;
var e, i,jmenu1      : integer;
    pilihan          : char;
begin
    window(1,1,25,80);cetak(1,1,$0e,'');clrscr;window
(20,6,60,19);cetak(1,1,$1e,'');clrscr;jmenu1:=10;e:=1;
    kursor(32,0);Buat_garis_tepi(20,6,60,19);
    for i:=1 to jmenu1 do cetak (30,8+i,$1e,pilih[i]); Cetak(30,7,$4e,judul[1]);
    repeat
        cetak (30,8+ke,$3e,pilih[ke]);
        repeat pilihan :=readkey until pilihan<>' ';
        case pilihan of
            #72: begin if ke = 1 then ke := jmenu1 else Dec (ke);if ke=jmenu1 then e:=1 else e:=ke+1;end;
            #80: begin if ke = jmenu1 then ke :=1 else Inc (ke);if ke = 1 then e:= jmenu1 else e:=ke-1;end;
            #27: begin cetak (35,19,$3e,'selesai');exit;end;
        end;
        cetak (30,8+e,$1e,pilih[e]);
        until pilihan = #13;if ke = 10 then begin cetak (35,19,$3e,'selesai');exit;end;
    eksekusi1;menu1;
end;
BEGIN
    default;cetak(1,1,$0e,'');clrscr;kursor (32,0);ke:=1;menu1;kursor (6,7);textmode(lastmode);close(1st);
END.

```

