

**SKRIPSI**

**PEMETAAN ENERGI ALTERNATIF  
KETENAGALISTRIKAN DESA  
STUDI KASUS :  
DESA PANDANSARI KECAMATAN PONCOKUSUMO  
KABUPATEN MALANG**



**Disusun Oleh:  
SUGIONO  
Nim : 91.24.043**

**PROGRAM STUDI PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA  
(T.PLANOLOGI)  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2011**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PEMETAAN ENERGI ALTERNATIF KETENAGALISTRIKAN DESA  
( STUDI KASUS : DESA PANDANSARI KECAMATAN PONCOKUSUMO  
KABUPATEN MALANG )**

Disusun Oleh:

**NAMA : SUGIONO  
NIM : 91.24.043**

Dipertahankan di Hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi  
Jenjang Strata Satu ( S-1 )

Di

Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota  
( Teknik Planologi )

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang

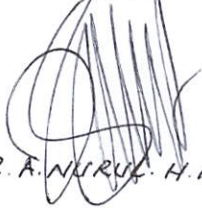
Dinyatakan Lulus dan di Terima Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Hari.....*Jumat*....., 26 Agustus 2011

Penguji I



(DR. IR. IBNU SASONGKO, MT)

Anggota Penguji  
Penguji II



(IR. A. NURUL H. MTP)

Penguji III



(IDA SUWARNI, ST.)

Menyetujui,

Pembimbing I



(Agung Witjaksana, ST, MTP)

Pembimbing II



(Trijuwono Widodo, ST)

Mengetahui,

**Dekan**

**Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang**



(Ir. A. Agus Santoso, MT)

**Ketua Jurusan**

**Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota  
FTSP ITN Malang**



(DR. Ir. H. Ibnu Sasongko, MT)

## **ABSTRAKSI**

### **PEMETAAN ENERGI ALTERNATIF KETENAGA LISTRIKAN DESA**

Pengurangan subsidi minyak mengakibatkan harga minyak menjadi mahal sehingga memungkinkan biogas menjadi sumber energi alternatif. Teknologi ini sangat berpotensi untuk dikembangkan di sentra-sentra pengembangan peternakan, mengingat saat ini kotoran hewan belum dimanfaatkan secara optimal dan menimbulkan masalah lingkungan. Teknologi biogas telah berkembang sejak lama namun aplikasi penggunaannya sebagai sumber energi alternatif belum berkembang secara luas. Ketenaga listrikan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang paling penting. Upaya masyarakat untuk terpenuhi kebutuhan listrik telah menjadi kebutuhan yang cukup kompleks. Maka dengan pertimbangan tertentu pihak penyedia energi listrik mempunyai peranan penting dalam menentukan skala prioritas sehingga wilayah terpencil di pedesaan yang belum teraliri listrik seperti di Desa Pandansari kurang diperhatikan oleh pihak penyedia listrik (PLN). Melihat kondisi tersebut, pola baru energi alternatif listrik Desa diharapkan kebutuhan listrik di wilayah yang belum teraliri listrik segera terwujud.

Studi ini membahas mengenai bentuk energi listrik pola baru dengan mengali potensi sumber energi setempat yang memanfaatkan kotoran ternak sapi sebagai penghasil tenaga biogas untuk difungsikan sebagai pemenuhan kebutuhan listrik rumah tangga yang belum teraliri listrik. Dalam pelaksanaan pola baru energi alternatif listrik Desa maka diperlukan dukungan dari semua pihak baik pemerintah maupun swasta dan lebih penting peran serta semua elemen masyarakat. Sosialisasi ke masyarakat sangat dibutuhkan untuk terlaksananya program tersebut, Penelitian akan dilakukan dengan studi literatur dan survei lapangan dengan mengambil Studi Pemetaan Energi Alternatif Ketenaga Listrikan Desa Pandansari Kec. Poncokusumo Kabupaten Malang.

Desa Pandansari dengan luas wilayah 951 Ha di bagi menjadi 3 Dusun yaitu Dusun Krajan, Sukasari dan Wonosari. Memiliki Jumlah penduduk sebesar 6.587 jiwa dengan jumlah kepala keluarga sebesar 1.647 kepala keluarga. Kepala keluarga yang memiliki sapi adalah 1.168 KK. Dengan jumlah ternak sapi adalah 3.032 ekor. Sedangkan biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak sapi adalah 6.064 m<sup>3</sup>/hari. Jumlah kepala keluarga yang menikmati jaringan listrik adalah 1.102 KK sedangkan yang belum teraliri listrik adalah 545 KK. Jadi kesimpulan dari hasil studi ini, dengan memperhatikan ketersediaan biogas di Desa Pandansari berarti jumlah ternak di wilayah studi sangat mencukupi untuk mengaliri kebutuhan listrik tenaga biogas 545 kepala keluarga yang belum teraliri. Harapan kami lewat studi ini dapat memberikan sumbangan untuk mendapatkan alternatif pemenuhan kebutuhan listrik Desa di masa mendatang.

**Kata Kunci : Pemetaan, Energi Alternatif, Biogas**

# KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Segala Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul : PEMETAAN ENERGI ALTERNATIF KETENAGALISTRIKAN DESA ( Studi Kasus Desa Pandansari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang ).

Adapun tujuan penyusunan Tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan menempuh Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Planologi, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam kesempatan ini tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. A. Agus Santoso, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
2. Bapak DR.Ir.H. Ibnu Sasongko, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Planologi, ITN Malang. Dan selaku penguji seminar hasil.
3. Bapak Arief Setiawan, ST, MTP, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Planologi, ITN Malang.
4. Bapak Agung Witjaksono, ST, MTP, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Triyuwono Widodo, ST, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Ibu Ida Suwarni, ST, selaku penguji seminar hasil.
7. Rekan-rekan Planologi 91 yang telah banyak memberikan dorongan moril serta bantuan secara ikhlas.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.



Semoga amal dan kebbaikannya mendapat imbalan dari Allah SWT.

Walau telah berupaya secara maksimal untuk menyusun Tugas Akhir ini, sebagai manusia biasa yang memiliki kelebihan dan kekurangan, penyusun menyadari adanya ketidaksempurnaan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari pembaca.

Dan akhirnya semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

# DAFTAR ISI

Abstraksi .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Peta.....	xi

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1.	Latar Belakang .....	1
1.2.	Rumusan Masalah.....	5
1.3.	Tujuan Dan Sasaran .....	7
	1.3.1. Tujuan.....	7
	1.3.2. Sasaran .....	7
1.4.	Ruang Lingkup.....	7
	1.4.1. Ruang lingkup Lokasi .....	7
	1.4.2. Ruang Lingkup Materi .....	8
1.5.	Kajian Pustaka.....	8
	1.5.1. Potensi Energi Terbarukan .....	8
	1.5.2. Pemanfaatan Energi Surya .....	10
	1.5.3. Pemanfaatan Energi Angin.....	10
	1.5.4. Pemanfaatan Energi Biomassa .....	11
	1.5.5. Peluang Pengembangan Energi Terbarukan .....	11
	1.5.6. Pengembangan Energi terbarukan di Indonesia.....	13
	1.5.7. Strategi Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia..	14
	1.5.8. Undang-Undang Republik Indonesia Tentang Ketenagalistrikan.....	15
	1.5.9. Ramalan Kebutuhan dan Ketersediaan Energi Listrik di Indonesia .....	19

1.6.	Landasan Penelitian .....	20
1.6.1.	Biogas Energi Murah Yang Ramah Lingkungan .....	24
1.6.2.	Pemanfaatan Energi Biogas dan Biofuel.....	25
1.6.3.	Prinsip Kerja Reaktor Biogas .....	26
1.6.4.	Jenis Reaktor Biogas .....	29
1.6.5.	Pembuatan Biogas .....	32
1.7.	Metode Penelitian.....	34
1.7.1.	Tahapan Pengumpulan Data.....	34
1.7.2.	Tahapan Analisa.....	35
1.8.	Sistematika Pembahasan.....	35
<b>BAB II GAMBARAN UMUM KAWASAN STUDI</b>		
2.1.	Tinjauan Umum Wilayah Studi .....	37
2.1.1.	Tinjauan Umum Wilayah Kabupaten Malang .....	37
2.1.2.	Letak Geografis dan Posisi Wilayah Kabupaten Malang.	37
2.1.3.	Kondisi dan Perkembangan Ketenagalistrikan 38	
	Kabupaten Malang .....	39
	2.1.3.1. Rekapitulasi Pelanggan Listrik di Kab Malang...	40
	2.1.3.2. Jumlah Pelanggan Listrik di Kab Malang.....	40
2.2.	Gambaran Umum Perkotaan Poncokusumo .....	41
2.2.1.	Kedudukan Perkotaan Poncokusumo Dalam SSWP.....	41
2.2.2.	Kondisi Fisik Dasar .....	42
2.2.3.	Kependudukan .....	44
2.2.4.	Aspek Ternak .....	45
2.2.5.	Utilitas.....	45
2.3.	Gambaran Umum Desa Pandansari .....	46
2.3.1.	Kondisi Fisik Dasar.....	46
2.3.2.	Pola Penggunaan Lahan .....	48
2.3.3.	Kependudukan .....	49
	2.3.3.1. Jumlah dan Kepadatan Penduduk .....	49
	2.3.3.2. Jumlah Penduduk Berdasarkan	
	Mata Pencanharian .....	51
2.3.4.	Fasilitas.....	51

2.3.4.1 Fasilitas Kesehatan.....	51
2.3.4.2 Fasilitas Pendidikan.....	51
2.3.4.3 Fasilitas Peribadatan .....	52
2.3.5. Utilitas.....	53
2.3.6. Aspek Ternak Sapi .....	53
<b>BAB III ANALISA PEMETAAN ENERGI ALTERNATIF</b>	
<b>KETENAGA LISTRIKAN</b>	
3.1. Analisa Kependudukan Desa Pandansari.....	55
3.1.1. Pertumbuhan Penduduk Desa Pandansari .....	55
3.1.2. Kepadatan Penduduk Desa Pandansari .....	57
3.2. Analisa Energi Alternatif Desa Pandansari .....	57
3.2.1. Pemanfaatan Energi Surya .....	58
3.2.2. Pemanfaatan Energi Air .....	59
3.2.3. Pemanfaatan Energi Biogas .....	60
3.3. Analisa Kondisi Kelistrikan di Desa Pandansari.....	62
3.4. Analisa Potensi Ternak .....	64
3.5. Analisa Perbandingan Energi Biogas .. ..	65
3.6. Analisa Kebutuhan Energi Alternatif .. ..	68
3.7. Analisa Proyeksi Jumlah Kebutuhan Listrik .....	70
3.8. Analisa Pemenuhan Unit Energi Alternatif Ketenagalistrikan ...	71
<b>BAB IV KESIMPULAN / REKOMENDASI</b>	
4.1. Kesimpulan .....	83
4.2. Rekomendasi.....	84
4.3. Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN .</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel :

1.1.	Ramalan Kebutuhan Energi Listrik .....	19
1.2.	Prakiraan Penyediaan Energi Listrik di Indonesia .....	19
1.3.	Kesetaraan Biogas ( 1 M3 ) Dengan Sumber Bahan Bakar Lain .....	21
1.4.	Komposisi Biogas Per (1 M3) .....	22
1.5.	Potensi Total Energi Biogas di Indonesia.....	23
1.6.	Ukuran utama Instalasi Biogas India Menurut kapasitas .....	23
2.1.	Jumlah Pelanggan, Pemakaian Energi Kabupaten Malang Tahun 2010 .....	40
2.2.	Jumlah Pelanggan Kabupaten Malang.....	40
2.3.	Jumlah Populasi Ternak (Ekor) Perkotaan Poncokusumo Tahun 2010 .....	45
2.4.	Jumlah Sarana Penerangan Utama Perkotaan Poncokusumo Tahun 2010 .....	46
2.5.	Jumlah Pola Penggunaan Lahan Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	49
2.6.	Jumlah Penduduk Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	50
2.7.	Jumlah Kepala Keluarga Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	50
2.8.	Jumlah Rukun Warga dan Rukun Tetangga Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	50
2.9.	Jumlah Fasilitas Pendidikan (Unit)Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	52
2.10.	Jumlah Fasilitas Peribadatan (Unit) Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	52
2.11.	Utilitas Listrik Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	53
2.12.	Jumlah Kepala Keluarga Yang Memiliki Ternak Sapi Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	54
2.13.	Jumlah Ternak Sapi Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	54
3.1.	Uji Kecocokan Model Linier Tahun 2008-2010 .....	56

3.2.	Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Pandansari Tahun 2010 - 2020.....	56
3.3.	Proyeksi Jumlah Kepala Keluarga Desa Pandansari Tahun 2010 - 2020.....	56
3.4.	Proyeksi Kepadatan Penduduk di Desa Pandansari Tahun 2010 – 2020 .....	56
3.5.	Tingkat Pelayanan Energi Listrik Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	64
3.6.	Jumlah Ternak Sapi & Jumlah Biogas Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	64
3.7.	Jumlah Kepemilikan Ternak Sapi Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	65
3.8.	Perbandingan Biogas dengan Elpiji/Kg Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	67
3.9.	Perbandingan Biogas dengan Minyak Tanah Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	67
3.10.	Jumlah Nilai Minyak Tanah Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	67
3.11.	Jumlah Biogas (Kayu Bakar) Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	68
3.12.	Kebutuhan Energi Alternatif Biogas (M3) Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	68
3.13.	Kebutuhan Energi Alternatif Biogas (Watt) Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	69
3.14.	Jumlah Kebutuhan Listrik Di Desa Pandansari Tahun 2010 .....	70
3.15.	Jumlah Kebutuhan Listrik Keseluruhan Penduduk Di Desa Pandansari Tahun 2010.....	70
3.16.	Jumlah Kebutuhan Listrik Keseluruhan Penduduk Di Desa Pandansari Tahun 2015.....	71
3.17.	Jumlah Kebutuhan Listrik Keseluruhan Penduduk Di Desa Pandansari Tahun 2020.....	71



3.18.	Analisa Perhitungan Jumlah Biogas	
	Desa Pandansari Dusun Sukosari Tahun 2011 .....	74
3.19.	Analisa Perhitungan Jumlah Biogas	
	Desa Pandasari Dusun Wonosari Tahun 2010.....	75
3.20.	Analisa Perhitungan Jumlah Biogas	
	Desa Pandasari Dusun Krajan Tahun 2010 .....	76
3.21.	Analisa Perhitungan Proyeksi Desa Pandasari	
	Dusun Krajan .....	76
3.22.	Analisa Perhitungan Proyeksi Desa Pandasari	
	Dusun Sukosari .....	79
3.23.	Analisa Perhitungan Proyeksi Desa Pandasari	
	Dusun Wonosari .....	81

# DAFTAR PETA

## Peta:

2.1. Peta Orientasi Wilayah Studi.....	38
2.2. Peta Wilayah Studi .....	47
2.3. Peta Jaringan Listrik .....	63
2.4. Peta Potensi Energi Alternatif Ketenagalistrikan .....	66
2.5. Peta Arahana Pemenuhan Unit Energi Ketenagalistrikan .....	73
3.1. Peta Arahana kapasitas listrik tiap Dusun .....	77
3.2. Peta Proyek kebutuhan Listrik Dusun Krajan .....	78
3.2. Peta Proyek kebutuhan Listrik Dusun Sukasari.....	80
3.2. Peta Proyek kebutuhan Listrik Dusun Wonosari.....	82

# DAFTAR GAMBAR

Gambar :

1.1. Gambar Skema Reaktor Biogas Untuk Kotoran Hewan .....	31
1.2. Fixed and Floating Dome Type Serta Kantong Gas .....	31
1.3. Katup Pengaman Tekanan Sederhana .....	32
1.4. Biodigester Kotoran Sapi .....	33

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Suatu kenyataan bahwa kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia, makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. Namun pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT.PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan. Kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik, serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat penyediaan energi listrik dalam skala nasional.<sup>1</sup>

Selain itu, makin berkurangnya ketersediaan sumber daya energi fosil, khususnya minyak bumi, yang sampai saat ini masih merupakan tulang punggung dan komponen utama penghasil energi listrik di Indonesia, serta makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, menyebabkan kita harus berpikir untuk mencari alternatif penyediaan energi listrik yang memiliki karakter;

1. Dapat mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian energi fosil, khususnya minyak bumi.
2. Dapat menyediakan energi listrik dalam skala lokal regional.
3. Mampu memanfaatkan potensi sumber daya energi setempat, serta
4. Cinta lingkungan, dalam artian proses produksi dan pembuangan hasil produksinya tidak merusak lingkungan hidup disekitarnya.

---

<sup>1</sup>Ramani,K.V., 1992, *Rural electn Ecation and rural development, Rural electrification guide book for Asia & Pacific, Bangkok, hal 20.*

Sistem penyediaan energi listrik yang dapat memenuhi kriteria di atas adalah sistem konversi energi yang memanfaatkan sumber daya energi terbarukan, seperti: matahari, angin, air, biomas dan lain sebagainya. Tak bisa dipungkiri bahwa kecenderungan untuk mengembangkan dan memanfaatkan potensi sumber-sumber daya energi terbarukan dewasa ini telah meningkat dengan pesat, khususnya di negara-negara sudah berkembang, yang telah menguasai rekayasa dan teknologinya, serta mempunyai dukungan finansial yang kuat. Oleh sebab itu, merupakan hal yang menarik untuk disimak lebih lanjut, bagaimana peluang dan kendala pemanfaatan sumber-sumber daya energi terbarukan ini di negara-negara sedang berkembang, khususnya di Indonesia. dimana pertumbuhan permintaan energi termasuk untuk bahan bakar minyak maupun tenaga listrik masih sangat tinggi di atas rata-rata laju pertumbuhan permintaan energi dunia. Konsumsi bahan bakar minyak selama sedekade terakhir meningkat 5 - 7 persen setahun bahkan dalam periode ketika negeri ini mengalami kemunduran ekonomi, dengan ekonomi yang tumbuh rendahpun permintaan listrik nasional diperkirakan akan meningkat per tahunnya. Pemenuhan kebutuhan akan BBM dan tenaga listrik yang dikembangkan di Tanah Air dalam jangka panjang telah mengandalkan pada BUMN bentukan Pemerintah, yang beroperasi secara terintegrasi vertikal (*vertically integrated*) dengan pola monopoli untuk memenuhi kebutuhan energi seluruh wilayah kepulauan Indonesia. Pola dominasi oleh BUMN di sisi lain disertai pengaturan harga energi yang dilakukan oleh Pemerintah berdasarkan alasan ideologis untuk melindungi kepentingan rakyat banyak.

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2005 tentang Penyediaan & Pemanfaatan Tenaga Listrik khususnya pada Pasal 2 disebutkan bahwa Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik berdasarkan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional dan Daerah. Penyediaan tenaga listrik dilakukan dengan memanfaatkan seoptimal mungkin sumber energi primer yang terdapat di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, Guna menjamin ketersediaan energi primer untuk penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum, diprioritaskan penggunaan sumber energi setempat dengan kewajiban mengutamakan pemanfaatan sumber energi terbarukan. Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah menyediakan dana pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik untuk membantu kelompok masyarakat tidak mampu,

pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, pembangunan tenaga listrik di daerah terpencil, perbatasan antar Negara dan pembangunan listrik pedesaan.

Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik sebagai pelaksanaan dari Undang-Undang nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan dibentuk berdasarkan sistem penyelenggaraan Pemerintah Negara yang sentralistik dengan menitikberatkan kewenangan dan tanggung jawab penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik pada Pemerintah Pusat. Dengan berlakunya Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah terjadi perkembangan keadaan, perubahan ketatanegaraan serta tuntutan penyelenggaraan otonomi daerah menurut asas otonomi dan tugas pembantuan berdasarkan Undang-Undang Dasar 1945. Sehubungan dengan perubahan sistem penyelenggaraan pemerintah tersebut, daerah memiliki kewenangan menyelenggarakan urusan pemerintah dalam penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik guna memberi pelayanan, peningkatan peran serta, prakarsa, dan pemberdayaan masyarakat yang bertujuan pada peningkatan kesejahteraan rakyat.

Penggunaan minyak bumi, termasuk solar/minyak disel, sebagai bahan bakar produksi energi listrik akan sangat berkurang, sebaliknya pemanfaatan sumber-sumber daya energi baru dan terbarukan, seperti air, matahari, angin dan biomas, mengalami peningkatan yang cukup tajam. Kecenderungan ini tentu akan terus bertahan seiring dengan makin berkurangnya cadangan minyak bumi serta batubara, yang pada saat ini masih merupakan primadona bahan bakar bagi pembangkit listrik di Indonesia. Akan tetapi sejak tahun 1992 kebutuhan energi listrik nasional meningkat mencapai 18% rata-rata per tahun, atau sekitar dua kali lebih tinggi dari skenario yang dibuat pada tahun 1990. Hal ini disebabkan oleh tingginya pertumbuhan ekonomi nasional kaitannya dengan pertumbuhan industri dan jasa konstruksi. Jika keadaan ini terus bertahan, berarti diperlukan pula pengadaan sistem pembangkit energi listrik tambahan guna mengantisipasi peningkatan kebutuhan tersebut. Dilema yang timbul adalah bahwa di satu sisi, pusat-pusat pembangkit energi listrik yang besar tentu akan diorientasikan untuk mencukupi kebutuhan beban besar, seperti industri dan komersial. Di sisi lain perlu juga dipikirkan agar beban kecil, seperti perumahan dan wilayah terpencil, dapat dipenuhi kebutuhannya akan



energi listrik. Salah satu alternatif yang dapat diupayakan adalah dengan membangun pusat-pusat pembangkit kecil sampai sedang yang memanfaatkan potensi sumber daya energi setempat, khususnya sumber daya energi baru dan terbarukan.

Ketersediaan energi termasuk energi listrik adalah dalam rangka menopang perkembangan ekonomi, sosial politik dan keamanan. Tenaga listrik sebagai salah satu bentuk energi final memegang peranan sangat penting untuk mendorong berbagai aktifitas ekonomi serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pembangunan ketenaga listrikan di Kabupaten Malang dihadapkan pada berbagai tantangan antara lain kondisi geografis dan topografi yang relatif terjal serta demografi dan densitas yang sangat variatif antar wilayah sehingga sulit untuk mengembangkan sistem kelistrikan yang optimal dan efisien. Kecamatan Poncokusumo merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Malang yang saat ini masih belum seluruh wilayahnya terlayani oleh jaringan listrik, kendala yang dihadapi sebagian desa yang ada di Kecamatan Poncokusumo yaitu umumnya berada didaerah yang kondisi geografisnya berupa perbukitan yang jauh dari pusat beban sehingga untuk pengembangannya memerlukan biaya yang cukup besar terutama untuk pembangunan infrastruktur pendukungnya. Disisi lain pembangunan sarana dan prasarana tenaga listrik memerlukan investasi yang sangat tinggi, mengingat investasi pada bidang ini bersifat padat modal dan teknologi dengan resiko investasi tinggi serta memerlukan persiapan dan kontruksi yang lama.

Secara tidak langsung pertumbuhan kebutuhan masyarakat menyebabkan beban listrik di daerah khususnya Kecamatan Poncokusumo tentunya akan bertambah dari tahun ke tahun. Agar di masa mendatang tidak mengalami kekurangan daya listrik yang pada akhirnya akan menjadi kendala dalam pembangunan, diperlukan suatu usaha untuk mengatasi krisis kelistrikan yang mungkin terjadi. Oleh karena itu dengan adanya studi ini, dengan memanfaatkan potensi sumber daya energi yang ada di Desa Pandansari maka dapat dijadikan masukan dalam arahan pengembangan energi alternatif ketenagalistrikan.

Kabupaten Malang pada saat ini kondisi ketenaga listrikannya masih kurangnya pemerataan kelistrikan disektor rumah tangga khususnya daerah terpencil yang kondisi geografisnya berupa perbukitan yang jauh dari pusat beban dan dalam

pengembangannya memerlukan biaya yang cukup besar terutama untuk pembangunan infrastruktur pendukungnya, mengingat investasi pada bidang ini bersifat padat modal dan teknologi dengan resiko investasi tinggi serta memerlukan persiapan dan konstruksi yang lama sehingga sulit untuk mengembangkan sistem kelistrikan yang optimal dan efisien.

Dengan melihat kondisi existing Desa Pandansari sekarang yang belum teraliri listrik secara menyeluruh yang di sebabkan karena masih terpecahnya jumlah rumah dan jarak rumah satu dengan yang lain terlalu jauh, jumlah rumah yang akan di layani tidak sebanding dengan biaya pengadaan, serta faktor keterbatasan dana dari pemerintah.

Faktor fisik dasar yaitu topografi, hidrologi dan klimatologi juga mempengaruhi proses pengadaan listrik yang dari PLN. Akan tetapi masih ada potensi lain yang bisa dikembangkan seperti keadaan alam atau kondisi topografi yang relatif dataran tinggi serta didukung jumlah ternak yang ada di masing-masing rumah maka dengan kondisi tersebut potensi yang ada perlu dikembangkan.

Sehingga dengan memanfaatkan potensi sumber daya energi yang ada di Desa Pandansari di harapkan terciptanya terobosan baru dan mendukung serta melengkapi kebutuhan rumah tangga seperti ketenaga listrikan Desa.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun masalah yang terdapat di Kecamatan Poncokusumo khususnya Desa Pandansari, berkaitan dengan kebutuhan listrik belum semua keluarga terpenuhi, hal ini disebabkan karena jumlah penduduk (rumah) relatif menyebar, lokasi terpencil, faktor mata pencaharian penduduk sebagai petani, aksesibilitas yang kurang mendukung serta jarak antar rumah yang terlalu jauh. Pelayanan akan fasilitas listrik belum semua teraliri, ada yang masih memakai penerangan listrik dari bahan bakar minyak tanah.

Melihat permasalahan di atas maka perlu adanya pemetaan potensi energi alternatif yang bisa di kembangkan dalam lingkup untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi warga yang belum teraliri didesa tersebut. Di dalam pengembangan energi alternatif ketenagalistrikan seringkali menemui kendala berkaitan dengan kemampuan sumber daya manusia yang ada, kemampuan atau keberadaan teknologi tepat guna

yang murah serta kemauan masyarakat setempat. Kemauan masyarakat sangat berhubungan erat dengan budaya masyarakat yang masih mengharapkan hasil dalam waktu singkat dengan tanpa memperhatikan berlangsungnya sebuah proses, segala sesuatu ingin serba instant. Secara berproses, dalam pengembangan energi alternatif ketenagalistrikan diawali dengan tahap pemetaan potensi dan masalah dengan menggali potensi tersebut dapat digunakan bahan dalam perencanaan ke depan.

Desa Pandansari berkaitan dengan kebutuhan listrik belum semua keluarga terpenuhi, hal ini disebabkan karena jumlah penduduk (rumah) relatif menyebar, lokasi terpencil, faktor mata pencaharian penduduk petani, aksesibilitas yang kurang mendukung serta jarak antar rumah yang terlalu jauh. Secara teknis di Desa Pandansari terdapat beberapa potensi pengembangan energi alternatif, diantaranya adalah kawasan tersebut berada di daerah katulistiwa berarti terdapat potensi energi Matahari / Tenaga Surya (PLTS), dan pengembangan energi alternatif Biogas karena di desa tersebut banyak petani yang sekaligus sebagai peternak sapi. Melihat potensi dan permasalahan di atas maka perlu adanya pemetaan, energi alternatif yang bisa dikembangkan dalam lingkup listrik Desa.

Di dalam pengembangan energi alternatif ketenagalistrikan seringkali menemui kendala berkaitan dengan kemampuan sumber daya manusia yang ada, kemampuan atau keberadaan teknologi tepat guna yang murah serta kemauan masyarakat setempat. Kemauan masyarakat sangat berhubungan erat dengan budaya masyarakat yang masih mengharapkan hasil dalam waktu singkat dengan tanpa memperhatikan berlangsungnya sebuah proses, segala sesuatu ingin serba instant. Secara berproses, dalam pengembangan energi alternatif ketenagalistrikan diawali dengan tahap pemetaan potensi dan masalah dengan menggali potensi tersebut dapat digunakan bahan dalam perencanaan ke depan.

Persoalan kelistrikan saat ini adalah pemanfaatan yang belum optimal tenaga listrik yang dihasilkan oleh PLN dan masih kurangnya pemerataan kelistrikan di sektor rumah tangga khususnya di daerah terpencil akibat belum adanya jaringan distribusi yang memadai seperti di Desa Pandansari. Sehingga perlu menggali potensi dan masalah energi alternatif kelistrikan di Desa sehingga ada terobosan baru pengembangan listrik, mencari alternatif dalam mengembangkan kemandirian industri ketenaga listrikan.

Dari uraian tersebut maka rumusan masalah yang akan diambil dalam penulisan ini adalah : Bagaimana menggali potensi dan masalah energi alternatif ketenagalistrikan di Desa sehingga dapat dipetakan untuk bahan perencanaan.

### **1.3. Tujuan dan Sasaran**

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya maka tujuan dan sasaran penyusunan laporan ini adalah :

#### **1.3.1. Tujuan**

Adapun tujuan dari studi Pemetaan, Energi Alternatif , kelistrikan Desa dalam kajian ini adalah :

- Pemetaan dan mengembangkan energi alternatif ketenagalistrikan berdasarkan potensi yang ada di Desa Pandansari.
- Pemetaan Perencanaan Kebutuhan Listrik Energi Alternatif berdasarkan kebutuhan warga.

#### **1.3.2. Sasaran**

Berdasarkan tujuan diatas maka sasaran yang ingin dicapai dalam studi ini adalah untuk :

- Mengidentifikasi potensi dan masalah energi alterantif ketenagalistrikan Desa.
- Peta Rencana Pengembangan Energi Alternatif.

### **1.4. Ruang lingkup**

Ruang lingkup studi terdiri dari ruang lingkup lokasi yang berisi tentang batas administrasi wilayah studi dan ruang lingkup materi yang berisi tentang batasan-batasan materi yang digunakan.

#### **1.4.1. Ruang lingkup Lokasi**

Ruang lingkup lokasi adalah terletak di Desa Pandansari Secara adiministrasi Desa Pandansari termasuk dalam Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang, dengan batas-batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Desa Poncokusumo
- Sebelah Timur : Desa Ngadas
- Sebelah Selatan : Desa Sumberejo
- Sebelah Barat : Desa Ngadireso

Adapun alasan pemilihan lokasi ini bahwa wilayah studi merupakan desa terpencil yang belum terjangkau adanya aliran listrik. Pemanfaatan yang belum optimal tenaga listrik yang dihasilkan oleh PLN dan masih kurangnya pemerataan kelistrikan disektor rumah tangga khususnya di daerah terpencil akibat belum adanya jaringan distribusi yang memadai. Dengan adanya pembatasan ruang lingkup studi ini diharapkan hasil studi yang optimal dapat tercapai.

#### **1.4.2. Ruang Lingkup Materi**

Pembahasan dalam studi ini difokuskan pada energi alternatif ketenagalistrikan di Desa Pandansari dengan mengidentifikasi kondisi kelistrikan yang ada dan mengetahui potensi sumber daya energi Desa Pandansari sebagai dasar untuk digunakan bahan pengembangan potensi energi alternatif ketenagalistrikannya.

Dalam pembahasan lingkup materi ini juga menyangkut hal-hal yang ada hubungannya dengan studi (penelitian) seperti :

- Pemanfaatan sumber energi listrik, yaitu mengali potensi Desa Pandansari.
- Mengetahui kebutuhan biogas sebagai salah satu alternatif penerangan.
- Kependudukan yaitu mengenai jumlah penduduk dan jumlah kepala keluarga.
- Aspek ternak (jumlah ternak) serta;
- Sarana Listrik

### **1.5. Kajian Pustaka**

#### **1.5.1. Potensi Energi Terbarukan**

Energi fosil khususnya minyak yang jumlahnya terbatas dan butuh waktu produksi ratusan juta tahun telah diboroskan oleh manusia secara tidak bijaksana hanya dalam waktu ratusan tahun saja. Sementara para ahli energi memperkirakan umur energi fosil tinggal 50 tahun lagi. Akibatnya bencana alam berupa polusi lingkungan tidak terhindarkan, gas beracun CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> telah merusak tata

kehidupan. Suhu bumi semakin panas, hujan asam membunuh berbagai makhluk hidup, banjir dan tanah longsor terjadi dimana-mana.

Karenanya pemanfaatan energi fosil sudah harus segera dialihkan ke energi lain yang mempunyai karakteristik tak terhabiskan (non depletable), waktu produksinya lebih singkat dan tidak merusak lingkungan, yaitu Energi Terbarukan. Energi terbarukan sebagai karunia Tuhan Yang Maha Esa terdapat pada benda-benda langit seperti matahari, bulan dan bumi. Dari matahari diperoleh energi surya langsung, angin, ombak, arus laut, air, biomassa dan biofuel. Dari bulan diperoleh energi pasang surut dan dari bumi diperoleh energi panas bumi. Adapun potensi energi baru terbarukan tersebut sangat besar dibandingkan dengan energi fosil yang juga sudah hampir habis. Namun saat ini dunia masih mengandalkan energi fosil dan usaha untuk pengalihan ke sumber lain seperti energi terbarukan masih sangat sedikit, sekalipun sudah terjadi kerusakan dimana-mana. Akan tetapi penggunaan energi terbarukan di masa mendatang merupakan suatu keniscayaan seiring dengan semakin menipisnya cadangan dan naiknya harga energi fosil.

Satu diantara banyak fasilitas hidup yang dikaruniakan oleh Tuhan Yang Maha Esa kepada makhluk-Nya adalah Energi. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja, sedang kerja adalah besarnya usaha yang dilakukan untuk menggerakkan benda sejarak tertentu. Energi surya merupakan sumber utama energi di muka bumi selain dari bulan dan bumi sendiri. Energi surya dipancarkan ke permukaan bumi berupa energi gelombang elektromagnetik yang dikonversi menjadi energi termal, energi kimia atau energi listrik. Menurut Abdul Kadir (1990) Energi surya memasuki atmosfer dengan intensitas 1 sampai  $1,4 \text{ kW/m}^2$ , dengan distribusi diperkirakan 34% dipantulkan kembali ke angkasa, 19% diserap atmosfer dan 47% diserap oleh bumi. Dengan intensitas rata-rata  $1,2 \text{ kW/m}^2$  maka jumlah energi yang diserap bumi adalah  $47\% \times 1,2 = 0,564 \text{ (kW/m}^2\text{)}$  dikalikan luas bumi secara tegak lurus ( $1,3 \cdot 10^8 \text{ km}^2$  atau  $1,3 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ ) setara dengan  $7,3 \cdot 10^{10} \text{ MW}$  atau setahun sebanyak  $2,3 \cdot 10^{24} \text{ J}$ . Energi yang diserap bumi ini akhirnya dikembalikan ke atmosfer berupa radiasi infra merah 14%, berupa energi termal melalui proses penguapan 33%, menjadi energi kinetik berupa angin, ombak dan arus laut 0,215%. Energi yang diserap bumi untuk proses foto sintesa, metabolisme dan sebagainya hanya 0,023%. Arus Energi Bumi, memperlihatkan seluruh arus energi melalui



lapisan atmosfer dan diteruskan ke ruang angkasa, dilengkapi potensi energi pasang surut, energi panas bumi dan energi yang dibangkitkan manusia.

### **1.5.2. Pemanfaatan Energi Surya**

Energi surya langsung berasal dari sebagian energi surya yang dipantulkan kembali ke atmosfer sebanyak 14% dari energi surya yang dipancarkan ke bumi berupa energi gelombang merah infra. Energi ini dapat dikonversi menjadi energi; termal, termal listrik dan listrik langsung. Hasil konversi energi menjadi energi termal dapat digunakan langsung untuk proses pengeringan berbagai macam bahan dan untuk pemanasan. Energi termal ini juga dapat digunakan sebagai sumber panas dari suatu pembangkit listrik atau pompa irigasi dengan menggunakan kolektor jenis datar maupun parabola. Panas digunakan untuk penguapan air atau fluida lain yang selanjutnya dipakai untuk penggerakan turbin uap/pompa torak. Turbin uap dipakai untuk memutar generator yang menghasilkan listrik dan dikenal sebagai Konversi Surya Termis Elektris (KSTE).

Konversi energi surya menjadi energi langsung, diperoleh melalui proses foto voltaik yang mempergunakan lapisan-lapisan tipis silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya. Energi listrik yang dihasilkan adalah arus searah yang dapat digunakan langsung atau disimpan lebih dahulu pada baterai. Sistem Pompa Air Fotovoltanik, memperlihatkan penggunaan Fotovoltanik untuk memompa air dari lembah ke dataran tinggi di Gunung Kidul, Yogyakarta oleh BPPT.

### **1.5.3. Pemanfaatan Energi Angin**

Energi angin berasal dari sebagian energi surya yang dipantulkan kembali ke atmosfer sebanyak 0,215 % dari energi surya yang dipancarkan ke bumi. Energi ini dikonversi menjadi energi termal yang menyebabkan perbedaan suhu udara di beberapa tempat di muka bumi dan mengakibatkan terjadinya pergerakan udara berupa energi kinetik. Secara global terjadinya angin adalah sebagai berikut; dikatulistiwa udara panas mengembang naik dan bergerak ke kutub lalu turun ke bawah dan mengalir ke katulistiwa sehingga terjadi sirkulasi udara dari kutub kekatulistiwa menghasilkan angin yang disebut angin pasat. Selain itu masih ada angin musim, angin laut dan angin lokal lainnya. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk energi

penggerak perahu dan kincir angin. Pada kincir angin digunakan suhu untuk mengkonversi energi kinetik angin menjadi energi mekanik putar. Energi mekanik putar selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti penggerak: pompa irigasi, gilingan tepung atau generator listrik.

#### 1.5.4. Pemanfaatan Energi Biomassa

Energi Biomassa adalah pemanfaatan energi dari pembakaran bahan-bahan sisa hasil pertanian (sekam padi, kulit kedelai, bagase tebu, bato kelapa), limbah industri, sampah rumah tangga, sampah pasar. Energi biomassa berasal dari sebagian energi surya yang dikonversi menjadi energi kimia sebanyak 0,023 % dari energi surya yang dipancarkan ke bumi melalui proses fotosintesa pada tumbuh-tumbuhan. Dalam proses kehidupan, tumbuh-tumbuhan dan bahan organik lainnya diserang oleh atom oksigen sehingga akan terurai sebagai berikut:



Memanfaatkan energi matahari, tumbuh-tumbuhan melengkapi siklus penguraian dari sintesa dengan proses sintesa dan bantuan khlorofil hijau daun sebagai berikut :



(khlorofil hijau daun)

Tumbuh-tumbuhan dan bahan organik hidup mampu mengelak dari kehancuran oleh serangan oksigen karena adanya kemampuan regenerasi seperti pada reaksi diatas. Sumber energi biomassa berupa limbah: penebangan/penggergajian kayu, sekam, jerami, tebu, kedelai dan lain-lain, seperti terlihat pada hasil reaksi regenerasi diatas telah mengandung energi kimia. Energi biomassa dapat dipakai langsung atau dibuat arang, briket atau gas lebih dahulu melalui proses gasifikasi maupun pirolisa. Selanjutnya energi ini dapat dikonversi menjadi energi termal di tungku, kompor atau pada ketel uap untuk digunakan dirumah tangga ataupun industri.

#### 1.5.5. Peluang Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia.

Setelah terjadinya krisis energi yang mencapai puncak pada dekade 1970, dunia menghadapi kenyataan bahwa persediaan minyak bumi, sebagai salah satu tulang punggung produksi energi terus berkurang Bahkan beberapa ahli berpendapat, bahwa dengan pola konsumsi seperti sekarang, maka dalam waktu 50 tahun cadangan

minyak bumi dunia akan habis. Keadaan ini bisa diamati dengan kecenderungan meningkatnya harga minyak di pasar dalam negeri, serta ketidakstabilan harga tersebut di pasar internasional, karena beberapa negara maju sebagai konsumen minyak terbesar mulai melepaskan diri dari ketergantungannya kepada minyak bumi sekaligus berusaha mengendalikan harga, agar tidak meningkat. Sebagai contoh; pada tahun 1970 negara Jerman mengkonsumsi minyak bumi sekitar 75% dari total konsumsi energinya, namun pada tahun 1990 konsumsi tersebut menurun hingga tinggal 50% (Pinske, 1993). Jika dikaitkan dengan penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar sistem pembangkit listrik, maka kecenderungan tersebut berarti akan meningkatkan pula biaya operasional pembangkitan yang berpengaruh langsung terhadap biaya satuan produksi energi listriknya. Di lain pihak biaya satuan produksi energi listrik dari sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber daya energi terbarukan menunjukkan tendensi menurun, sehingga banyak ilmuwan percaya, bahwa pada suatu saat biaya satuan produksi tersebut akan lebih rendah dari biaya satuan produksi dengan minyak bumi atau energi fosil lainnya.

Dalam sepuluh tahun terakhir ini, pengetahuan dan kesadaran masyarakat akan pelestarian lingkungan hidup menunjukkan gejala yang positif. Masyarakat makin peduli akan upaya penanggulangan segala bentuk polusi, mulai dari sekedar menjaga kebersihan lingkungan sampai dengan mengontrol limbah buangan dan sisa produksi. Banyak pembangunan proyek fisik yang memperhatikan faktor pelestarian lingkungan, sehingga kerusakan ataupun pengotoran yang merugikan lingkungan sekitar dapat dihindari, minimal dikurangi. Setiap bentuk produksi energi dan pemakaian energi secara prinsip dapat menimbulkan bahaya bagi manusia, karena pencemaran udara, air dan tanah, akibat pembakaran energi fosil, seperti batubara, minyak dan gas di industri, pusat pembangkit maupun kendaraan bermotor. Limbah produksi energi listrik konvensional, dari sumber daya energi fosil, sebagian besar memberi kontribusi terhadap polusi udara. Pembakaran energi fosil akan membebaskan Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan beberapa gas yang merugikan lainnya ke atmosfer. Pembebasan ini merubah komposisi kimia lapisan udara dan mengakibatkan terbentuknya efek rumah kaca (treibhouse effect), yang memberi kontribusi pada peningkatan suhu bumi. Guna mengurangi pengaruh negatif tersebut, sudah sepantasnya dikembangkan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan dalam

produksi energi listrik. Sebagai ilustrasi, setiap kWh energi listrik yang diproduksi dari energi terbarukan dapat menghindarkan pembebasan 974 gr CO<sub>2</sub>, 962 mg SO<sub>2</sub> dan 700 mg NO<sub>x</sub> ke udara, dari pada jika diproduksi dari energi fosil. Bisa dihitung, jika pada tahun 1990 yang lalu 85% dari produksi energi listrik di Indonesia (sekitar 43.200 GWh) dihasilkan oleh energi fosil, berarti terjadi pembebasan 42 juta ton CO<sub>2</sub>, 41,5 ribu ton SO<sub>2</sub> serta 30 ribu ton NO<sub>x</sub>. Kita tahu bahwa CO<sub>2</sub> merupakan salah satu penyebab terjadinya efek rumah kaca, SO<sub>2</sub> mengganggu proses fotosintesis pada pohon, karena merusak zat hijau daunnya, serta menjadi penyebab terjadinya hujan asam bersama-sama dengan NO<sub>x</sub>. Sedangkan NO<sub>x</sub> sendiri secara umum dapat menumbuhkan sel-sel beracun dalam tubuh makhluk hidup, serta meningkatkan derajat keasaman tanah dan air jika bereaksi dengan SO<sub>2</sub>.

#### **1.5.6. Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia.**

Pemanfaatan sumber daya energi terbarukan sebagai bahan baku produksi energi listrik mempunyai kelebihan antara lain;

- relatif mudah didapat,
- dapat diperoleh dengan gratis, berarti biaya operasional sangat rendah,
- tidak mengenal problem limbah,
- proses produksinya tidak menyebabkan kenaikan temperatur bumi, dan
- tidak terpengaruh kenaikan harga bahan bakar.

Akan tetapi bukan berarti pengembangan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan ini terbebas dari segala kendala. Khususnya di Indonesia ada beberapa kendala yang menghambat pengembangan energi terbarukan bagi produksi energi listrik, seperti :

- Harga jual energi fosil, misal; minyak bumi, solar dan batubara, di Indonesia masih sangat rendah. Sebagai perbandingan, harga solar/minyak disel di Indonesia Rp.380,-/liter sementara di Jerman mencapai Rp.2200,-/liter, atau sekitar enam kali lebih tinggi.
- Rekayasa dan teknologi pembuatan sebagian besar komponen utamanya belum dapat dilaksanakan di Indonesia, jadi masih harus mengimport dari luar negeri.

- Biaya investasi pembangunan yang tinggi menimbulkan masalah finansial pada penyediaan modal awal.
- Belum tersedianya data potensi sumber daya yang lengkap, karena masih terbatasnya studi dan penelitian yang dilakukan.
- Secara ekonomis belum dapat bersaing dengan pemakaian energi fosil.
- Kontinuitas penyediaan energi listrik rendah, karena sumber daya energinya sangat bergantung pada kondisi alam yang perubahannya tidak tentu.

Potensi sumber daya energi terbarukan, seperti; matahari, angin dan air, ini secara prinsip memang dapat diperbarui, karena selalu tersedia di alam. Namun pada kenyataannya potensi yang dapat dimanfaatkan adalah terbatas. Tidak di setiap daerah dan setiap waktu; matahari bersinar cerah air jatuh dari ketinggian dan mengalir deras serta angin bertiup dengan kencang Di sebabkan oleh keterbatasan-keterbatasan tersebut, nilai sumber daya energi sampai saat ini belum dapat begitu menggantikan kedudukan sumber daya energi fosil sebagai bahan baku produksi energi listrik. Oleh sebab itu energi terbarukan ini lebih tepat disebut sebagai energi aditif, yaitu sumber daya energi tambahan untuk memenuhi peningkatan kebutuhan energi listrik, serta menghambat atau mengurangi peranan sumber daya energi fosil.

#### **1.5.7. Strategi Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia.**

Berdasar atas kendala-kendala yang dihadapi dalam upaya mengembangkan dan meningkatkan peran energi terbarukan pada produksi energi listrik khususnya, maka beberapa strategi yang mungkin diterapkan, antara lain :

1. Meningkatkan kegiatan studi dan penelitian yang berkaitan dengan pelaksanaan identifikasi setiap jenis potensi sumber daya energi terbarukan secara lengkap di setiap wilayah; upaya perumusan spesifikasi dasar dan standar rekayasa sistem konversi energinya yang sesuai dengan kondisi di Indonesia; pembuatan "prototype" yang sesuai dengan spesifikasi dasar dan standar rekayasanya; perbaikan kontinuitas penyediaan energi listrik; pengumpulan pendapat dan tanggapan masyarakat tentang pemanfaatan energi terbarukan tersebut.
2. Menekan biaya investasi dengan menjajagi kemungkinan produksi massal sistem pembangkitannya, dan mengupayakan agar sebagian komponennya

dapat diproduksi di dalam negeri, sehingga tidak semua komponen harus diimport dari luar negeri. Penurunan biaya investasi ini akan berdampak langsung terhadap biaya produksi.

3. Memasyarakatkan pemanfaatan energi terbarukan sekaligus mengadakan analisis dan evaluasi lebih mendalam tentang kelayakan operasi sistem di lapangan dengan pembangunan beberapa proyek percontohan .
4. Meningkatkan promosi yang berkaitan dengan pemanfaatan energi dan upaya pelestarian lingkungan.
5. Memberi prioritas pembangunan pada daerah yang memiliki potensi sangat tinggi, baik teknis maupun sosio-ekonomisnya.
6. Memberikan subsidi silang guna meringankan beban finansial pada tahap pembangunan. Subsidi yang diberikan, dikembalikan oleh konsumen berupa rekening yang harus dibayarkan pada setiap periode waktu tertentu. Dana yang terkumpul dari rekening tersebut digunakan untuk mensubsidi pembangunan sistem pembangkit energi listrik di wilayah lain.

Pembangunan sistem pembangkit energi listrik yang memanfaatkan sumber daya energi terbarukan, terutama air, sudah banyak dilaksanakan di Indonesia. Pemanfaatan energi angin banyak diterapkan di daerah pantai, seperti di Jepara, pulau Lombok, Sulawesi dan Bali. Sementara energi matahari telah dimanfaatkan di beberapa wilayah di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat dan wilayah timur Indonesia. Sebagian besar dari pembangunan tersebut berupa proyek-proyek percontohan.

#### **1.5.8. Undang-Undang Republik Indonesia Tentang Ketenagalistrikan.**

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Tentang Ketenagalistrikan bahwa yang dimaksud dengan :

1. Ketenagalistrikan adalah segala sesuatu yang menyangkut penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik serta usaha penunjang tenaga listrik.
2. Tenaga Listrik adalah suatu bentuk energi sekunder yang dibangkitkan, ditransmisikan, dan didistribusikan untuk segala macam keperluan, tidak termasuk listrik yang dipakai untuk komunikasi, elektronika, atau isyarat.



Penyediaan Tenaga Listrik adalah pengadaan tenaga listrik mulai dari titik pembangkitan sampai dengan titik pemakaian.

3. Pemanfaatan Tenaga Listrik adalah penggunaan tenaga listrik mulai dari titik pemakaian.
4. Konsumen adalah setiap orang atau badan yang membeli tenaga listrik dari pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk digunakan sebagai pemanfaatan akhir dan tidak untuk diperdagangkan.
5. Sistem Tenaga Listrik adalah rangkaian instalasi tenaga listrik dari pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang dioperasikan secara serentak dalam rangka penyediaan tenaga listrik.
6. Pembangkitan Tenaga Listrik adalah kegiatan memproduksi tenaga listrik.
7. Transmisi Tenaga Listrik adalah penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber pembangkitan ke suatu sistem distribusi atau kepada konsumen, atau penyaluran tenaga listrik antar sistem.
8. Distribusi Tenaga Listrik adalah penyaluran tenaga listrik dari sistem transmisi atau dari sistem pembangkitan kepada konsumen.
9. Penjualan Tenaga Listrik adalah suatu kegiatan usaha penjualan tenaga listrik kepada konsumen.
10. Usaha Penjualan Tenaga Listrik adalah penyelenggara kegiatan usaha penjualan tenaga listrik kepada konsumen yang tersambung pada tegangan rendah.
11. Agen Penjualan Tenaga Listrik adalah penyelenggara kegiatan usaha penjualan tenaga listrik kepada konsumen yang tersambung pada tegangan tinggi dan tegangan menengah.
12. Pengelola Pasar Tenaga Listrik adalah penyelenggara kegiatan usaha untuk mempertemukan penawaran dan permintaan tenaga listrik.
13. Pengoperasian Sistem Tenaga Listrik adalah suatu kegiatan usaha untuk mengendalikan dan mengkoordinasikan antar sistem pembangkitan, transmisi, dan distribusi tenaga listrik.

14. **Pengelola Sistem Tenaga Listrik** adalah penyelenggara kegiatan usaha pengoperasian sistem tenaga listrik yang bertanggung jawab dalam mengendalikan dan mengkoordinasikan antar sistem pembangkitan, transmisi, dan distribusi, serta membuat rencana pengembangan sistem tenaga listrik.
15. **Jaringan Transmisi Nasional** adalah jaringan transmisi tegangan tinggi, ekstra tinggi, dan/atau ultra tinggi untuk menyalurkan tenaga listrik bagi kepentingan umum yang ditetapkan Pemerintah sebagai jaringan transmisi nasional.
16. **Rencana Umum Ketenagalistrikan** adalah rencana pengembangan sistem penyediaan tenaga listrik yang meliputi bidang pembangkitan, transmisi, dan distribusi tenaga listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di suatu wilayah, antar wilayah, atau secara nasional.
17. **Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik** adalah izin untuk melakukan usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum.
18. **Izin Operasi** adalah izin untuk mengoperasikan instalasi penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan sendiri.
19. **Instalasi Tenaga Listrik** adalah bangunan sipil, elektromekanik, mesin, peralatan, saluran, dan perlengkapannya yang digunakan untuk pembangkitan, konversi, transmisi, distribusi, dan pemanfaatan tenaga listrik.
20. **Usaha Penunjang Tenaga Listrik** adalah usaha yang menunjang penyediaan tenaga listrik.
21. **Izin Usaha Penunjang Tenaga Listrik** adalah izin untuk melaksanakan satu atau lebih kegiatan usaha penunjang tenaga listrik.
22. **Menteri** adalah Menteri yang bertanggung jawab di bidang ketenagalistrikan.
23. **Pemerintah** adalah Pemerintah Pusat yang terdiri atas Presiden dan para Menteri yang merupakan perangkat Negara Kesatuan Republik Indonesia.
24. **Pemerintah Daerah** adalah Kepala Daerah beserta perangkat Daerah Otonom yang lain sebagai Badan Eksekutif Daerah.
25. **Badan Pengawas Pasar Tenaga Listrik** adalah badan Pemerintah yang memiliki kewenangan dan tanggung jawab dalam pengambilan keputusan

yang independen untuk melaksanakan pengaturan dan pengawasan penyediaan tenaga listrik.

26. Badan Usaha adalah setiap badan hukum yang dapat berbentuk Badan Usaha Milik Negara, Badan Usaha Milik Daerah, koperasi atau swasta, yang didirikan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku, menjalankan jenis usaha bersifat tetap dan terus menerus, bekerja dan berkedudukan dalam wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.
27. Badan Usaha Milik Negara adalah Badan Usaha yang oleh Pemerintah disertai tugas semata-mata untuk melaksanakan usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum.
28. Daerah disertai tugas melaksanakan usaha ketenagalistrikan.
29. Koperasi adalah Badan Usaha yang beranggotakan orang seorang atau badan hukum koperasi dengan melandaskan kegiatannya berdasarkan prinsip koperasi sekaligus sebagai gerakan ekonomi rakyat yang berdasar atas asas kebersamaan yang lingkup usahanya di bidang ketenagalistrikan.
30. Swasta adalah badan hukum yang didirikan dan berdasarkan hukum di Indonesia yang berusaha di bidang ketenagalistrikan.
31. Pemanfaat Tenaga Listrik adalah semua produk atau alat yang dalam pemanfaatannya menggunakan tenaga listrik untuk berfungsinya produk atau alat tersebut.
32. Ganti kerugian hak atas tanah adalah penggantian atas nilai tanah berikut bangunan, tanaman, dan/atau benda-benda lain yang terkait dengan tanah sebagai akibat pelepasan atau penyerahan hak atas tanah.
33. Kompensasi adalah pemberian sejumlah uang kepada pemegang hak atas tanah, bangunan, tanaman dan/atau benda lain yang terkait dengan tanah tanpa dilakukan pelepasan atau penyerahan hak atas tanah, bangunan, tanaman, dan/atau benda-benda lain yang terkait dengan tanah.

### 1.5.9. Ramalan Kebutuhan Dan Ketersediaan Energi Listrik Di Indonesia

Dengan memperhatikan pertumbuhan ekonomi dalam sepuluh tahun terakhir, skenario "export-import" dan pertumbuhan penduduk, pada tahun 1990 diramalkan bahwa tingkat pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional dapat mencapai 8,2% rata-rata per tahun, seperti ditunjukkan dalam tabel 1.1 berikut:

**Tabel 1.1**  
**Ramalan Kebutuhan Energi Listrik**

Sektor	1990		2000		2010	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Industri	35.305	68,0	84.822	69,0	183.389	70,0
Rumah tangga	9.865	19,00	22.2392	18,0	40.789	16,0
Fasilitas umum	3.634	7,0	6.731	6,0	12.703	5,5
Komersial	3.115	6,0	8.811	7,0	21.869	8,5
<b>Total</b>	<b>51.919</b>	<b>100,0</b>	<b>122.603</b>	<b>100,0</b>	<b>258.747</b>	<b>100,0</b>

Sumber: Djojonegoro, 1992

Kebutuhan energi listrik tersebut diharapkan dapat dipenuhi oleh pusat-pusat pembangkit listrik, baik yang dibangun oleh pemerintah maupun non-pemerintah. Sebagai ilustrasi, pada tahun 1990 kebutuhan energi listrik sebesar 51.919 GWh telah dipenuhi oleh seluruh pusat pembangkit listrik yang ada dengan kapasitas daya terpasang sekitar 22.000 MW. Sehingga pada tahun 2010 dari kebutuhan energi listrik, yang diramalkan mencapai 258.747 GWh per tahun, diharapkan dapat dipenuhi oleh sistem suplai energi listrik dengan kapasitas total sebesar 68.760 MW, yang komposisi sumber daya energinya dapat dilihat dalam tabel 1.2.

**Tabel 1.2.**  
**Prakiraan Penyediaan Energi Listrik di Indonesia**

Sumber Energi	1990		2000		2010	
	MW	%	MW	%	MW	%
Batubara	1.930	8.8	10.750	28.4	28.050	35.3
Gas	3.530	16.0	7.080	18.7	14.760	21.5
Minyak	2.210	10.0	1.950	5.2	320	0.5
Solar	11.020	50.1	9.410	24.8	4.060	5.9
Panas Bumi	170	0.8	500	1.3	430	0.6
Air	2.850	13.0	7.720	20.4	10.310	15.0
Biomass	270	1.2	290	0.8	460	0.7
Lain-lain (Surya Angin)	20	0.1	160	0.4	370	0.5
<b>Total</b>	<b>22.000</b>	<b>100,0</b>	<b>37.860</b>	<b>100,0</b>	<b>68.760</b>	<b>100,0</b>

Sumber: Djojonegoro, 1992 & Wibawa, 1996.

Dari tabel 1-2 ini tampak jelas terlihat, bahwa penggunaan minyak bumi, termasuk solar/minyak disel, sebagai bahan bakar produksi energi listrik akan sangat berkurang, sebaliknya pemanfaatan sumber-sumber daya energi baru dan terbarukan, seperti air, matahari, angin dan biomas, mengalami peningkatan yang cukup tajam. Kecenderungan ini tentu akan terus bertahan seiring dengan makin berkurangnya cadangan minyak bumi serta batubara, yang pada saat ini masih merupakan primadona bahan bakar bagi pembangkit listrik di Indonesia. Akan tetapi sejak tahun 1992 kebutuhan energi listrik nasional meningkat mencapai 18% rata-rata per tahun, atau sekitar dua kali lebih tinggi dari skenario yang dibuat pada tahun 1990. Hal ini disebabkan oleh tingginya pertumbuhan ekonomi nasional kaitannya dengan pertumbuhan industri dan jasa konstruksi. Jika keadaan ini terus bertahan, berarti diperlukan pula pengadaan sistem pembangkit energi listrik tambahan guna mengantisipasi peningkatan kebutuhan tersebut. Dilema yang timbul adalah bahwa di satu sisi, pusat-pusat pembangkit energi listrik yang besar tentu akan diorientasikan untuk mencukupi kebutuhan beban besar, seperti industri dan komersial. Di sisi lain perlu juga dipikirkan agar beban kecil, seperti perumahan dan wilayah terpencil, dapat dipenuhi kebutuhannya akan energi listrik. Salah satu alternatif yang dapat diupayakan adalah dengan membangun pusat-pusat pembangkit kecil sampai sedang yang memanfaatkan potensi sumber daya energi setempat, khususnya sumber daya energi baru dan terbarukan.

#### **1.6. Landasan Penelitian**

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi tanpa oksigen (anaerob). Komponen biogas antara lain sebagai berikut :  $\pm 60\%$   $\text{CH}_4$  (metana),  $\pm 38\%$   $\text{CO}_2$  (karbon dioksida) dan  $\pm 2\%$   $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ , &  $\text{H}_2\text{S}$ . Biogas dapat dibakar seperti elpiji, dalam skala besar biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik, sehingga dapat dijadikan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan. Sumber energi Biogas yang utama yaitu kotoran ternak Sapi, Kerbau, Babi dan Kuda. Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain 1  $\text{m}^3$  Biogas setara dengan sumber energi lain bisa dilihat pada tabel 1.3.

**Tabel 1.3.**  
**Kesetaraan Biogas ( 1 M3 ) Dengan Sumber Bahan Bakar Lain**

Bahan Bakar	Jumlah
Elpiji	0,46 kg
Minyak Tanah	0,62 kg
Minyak Solar	0,52 kg
Bensin	0,80 kg
Gas Kota	1,50 m <sup>3</sup>
Kayu Bakar	3,50 kg

Sumber : *Energi Resources Development Series* no. 19, escap, Bangkok.

Manfaat energi biogas adalah sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan dipergunakan untuk memasak kemudian sebagai bahan pengganti bahan bakar minyak (bensin, solar). Dalam skala besar, biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dipergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman / budidaya pertanian. Potensi pengembangan Biogas di Indonesia masih cukup besar. Hal tersebut mengingat cukup banyaknya populasi sapi, kerbau dan kuda, yaitu 11 juta ekor sapi, 3 juta ekor kerbau dan 500 ribu ekor kuda pada tahun 2005. Setiap 1 ekor ternak sapi/kerbau dapat dihasilkan + 2 m<sup>3</sup> biogas per hari. Potensi ekonomis Biogas adalah sangat besar, hal tersebut mengingat bahwa 1 m<sup>3</sup> biogas dapat digunakan setara dengan 0,62 liter minyak tanah. Di samping itu pupuk organik yang dihasilkan dari proses produksi biogas sudah tentu mempunyai nilai ekonomis yang tidak kecil pula.

Untuk satu ekor sapi rata-rata dapat menghasilkan 20 kg kotoran per hr, dan setara dengan 1 s.d. 1,2 m kubik. Pada proses penghitungan gas methan yang dihasilkan dari 20 kg kotoran sapi per hari, maka akan dihasilkan gas methan sebesar campuran 0.10285 kg dan gas methan murni sebesar 0.061714 Kg. Untuk satu alat biogas dibutuhkan biaya sebesar Rp 1.500.000.

Kebutuhan BBM untuk 1 keluarga per tahun adalah Rp 2.160.000, Sedangkan produksi biogas per hari setiap 2 ekor sapi adalah 2,4 m kubik, setara dengan 1,49 liter BBM. Bila harga BBM ditetapkan Rp 3.000 / liter, maka pendapatan per tahun adalah Rp 1.607.040. Sedangkan keuntungan pada rahun ke 1 adalah sebesar Rp

107.040, dan keuntungan untuk tahun berikutnya adalah sebesar 1.067.040 – total biaya perawatan/tahun. Untuk penghematan pada tahun per tama diperoleh sebesar Rp. 660.000, sedangkan penghematan untuk tahun berikutnya adalah sebesar Rp 2.160.000 – total biaya perawatan/tahun.

Prinsip kimia yang tersangkut dalam pembuatan biogas adalah prinsip terjadinya fermentasi dari semua karbohidrat , lemak, dan protein oleh bakteri metana yang tercampur dengan udara. Satu gram bahan selulosa menghasilkan 825 cm<sup>3</sup> gas pada tekanan atmosferik yang terdiri atas 50% CH<sub>4</sub> dan 50% CO<sub>2</sub>. Satu gram lemak menghasilkan 1,25 liter biogas pada tekanan atmosferik yang terdiri atas 68% CH<sub>4</sub> dan 32% CO<sub>2</sub>.Komposisi bahan bahan yang dipakai, suhu, dan lama dekomposisi sangat mempengaruhi komposisi gas yang diperoleh. Pada umumnya, biogas punya komposisi sebagaimana terlihat pada table 1.4.

**Tabel 1.4.**  
**Komposisi Biogas Per (1 M3)**

No.	Penjelasan	Rumus	Persentase(%)
1.	Metana	CH <sub>4</sub>	55-65
2.	Karbon dioksida	CO <sub>2</sub>	36-45
3.	Nitrogen	N <sub>2</sub>	0-3
4.	Hidrogen	H <sub>2</sub>	0-1
5.	Oksigen	O <sub>2</sub>	0-1
6.	Hidrogen Sulfida	H <sub>2</sub> S	0-1

Sumber : Energi *Resources Development Series* no. 19, escap, Bangkok.

Proses fermentasi tinja tidak memerlukan suatu bahan kecuali air. Tiap empat bagian tinja perlu ditambahkan 5 bagian air. Perlu dikemukakan bahwa sisa tinja setelah diambil biogasnya tidak kehilangan nilai sebagai pupuk alam. Selanjutnya, dapat dicatat pula bahwa biogas tidak berbau. Demikian pula sisa tinja yang dipakai sebagai pupuk tidak berbau.

Kerbau adalah penghasil tinja terbesar dengan produksi sebanyak 28 Kg per ekor sehari. Dari jumlah tersebut , 20% atau 5,6 Kg adalah bahan kering. Biogas yang dapat dihasilkan adalah 0,25 m<sup>3</sup> per Kg bahan kering. Jadi, untuk 5,6 Kg bahan kering dapat dihasilkan 1,5 m<sup>3</sup> biogas dengan energi lebih kurang 7.000 kKal sehari. Satu m<sup>3</sup> biogas mengandung 5.000 kKal panas. Seekor ayam menghasilkan 0,18 Kg tinja sehari, dengan 0,05 Kg bahan kering atau 0,03 m<sup>3</sup> biogas sehari. Lebih jelasnya lihat tabel 1.5.

**Tabel 1.5.**  
**Potensi Total Energi Biogas di Indonesia**

No.	Penjelasan	Rumus	Persentase(%)
1.	Metana	CH4	55-65
2.	Karbon dioksida	CO2	36-45
3.	Nitrogen	N2	0-3
4.	Hidrogen	H2	0-1
5.	Oksigen	O2	0-1
6.	Hidrogen Sulfida	H2S	0-1

Sumber : Buku saku peternakan, Direktorat Jendral Peternakan  
Catatan : T = Ton; bk = bahan kering  
\* = Angka Populasi 1976, kecuali untuk manusia (1980).

Dalam tabel 1.5 tercantum populasi penghasil tinja di Indonesia dengan perkiraan potensi energy yang terdapat secara teoritis sebagai biogas. Dari tabel tersebut , terlihat bahwa potensi terbesar adalah pada ternak sapi dan kerbau dengan saham (56,4%). Potensi terbesar nomor dua adalah manusia (19,9%), dan ketiga adalah itik dan ayam (12,4%) karena jumlahnya yang besar. Tabel 1.6 di bawah ini memberikan gambaran mengenai ukuran Instalasi biogas.

**Tabel 1.6.**  
**Ukuran utama Instalasi Biogas India Menurut kapasitas**

Kapasitas (m³)	Jumlah Sapi (ekor)	Sumur pencernaan		Wadah Gas	
		T1 (cm)	D1 (cm)	T1 (cm)	D1 (cm)
6	5	300	135	50	125
10	8	360	165	60	155
15	12	360	195	75	185
20	15	360	220	90	210
25	20	360	240	105	230

Sumber: Tata Power Compeny Limited, Bombay

Sebagai perkiraan, dapat di katakan bahwa biogas yang dihasilkan oleh satu ekor sapi akan cukup untuk memberi energi bagi keperluan masak dan penerangan satu orang. Dengan demikian, satu keluarga yang terdiri atas lima orang akan memerlukan tinja yang berasal dari lima ekor sapi. Kebutuhan energi tersebut berdasarkan ukuran desa yang memiliki cara hidup sederhana.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Achmad Kusnandar, Pengkajian Sumber Tenaga Listrik Alternatif, CV. Arfino Raya, Bandung, 2008. Hal 51.



### 1.6.1. Biogas Energi Murah Yang Ramah Lingkungan

Krisis energi yang dipicu naiknya harga minyak dunia tak pelak turut menghimpit kehidupan masyarakat berbagai lapisan di Indonesia. Hal ini semakin menyadarkan berbagai kalangan di tanah air bahwa ketergantungan terhadap BBM secara perlahan perlu dikurangi. Buruknya pengaruh pembakaran BBM ke lingkungan juga menjadi faktor pendorong pencarian dan pengembangan energi alternatif non BBM. Dalam situasi semacam ini, pencarian, pengembangan, dan penyebaran teknologi energi non BBM yang ramah lingkungan menjadi penting, terutama ditujukan pada kalangan miskin sebagai golongan yang paling terkena dampak kenaikan BBM. Salah satu teknologi energi yang sesuai dengan persyaratan tersebut adalah teknologi biogas.

Biogas adalah campuran dari gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogen selagi bertindak sesuai dengan bahan-bahan yang biodegradabel dalam satu kondisi *anaerob*. Sifat Biogas adalah 20 persen lebih ringan dari udara dan mempunyai satu suhu nyala di sekitar 650 s.d. 750 derajat Celsius. Biogas adalah suatu gas tidak berwarna/pucat dan yang tidak berbau serta dapat membakar dengan lidah api biru yang bersih serupa dengan gas LPG (Sathianathan, 1975). Nilai kalor nya adalah 20 *Mega Joules* (MJ) per m<sup>3</sup> dan membakar dengan efisiensi 60 persen di suatu dapur biogas yang *Joules* (MJ) per m<sup>3</sup> dan membakar dengan efisiensi 60 persen di suatu dapur biogas yang konvensional.

Salah satu energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan adalah energi biogas dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa berupa limbah dapat berupa kotoran ternak bahkan tinja manusia, sisa-sisa panen seperti jerami, sekam dan daun-daunan sortiran sayur dan sebagainya. Namun, sebagian besar terdiri atas kotoran ternak.

Reaktor biogas bukanlah teknologi baru. Sejak tahun 1970 an, Denmark telah melakukan riset, pengembangan, dan aplikasi teknologi ini; mereka tercatat memiliki 20 instalasi pengolahan biogas tersentralisasi (*centralized plant*) dan 35 instalasi *farming plant*. China juga telah membangun 7 juta unit reaktor biogas pada tahun 1980 an, sedangkan India juga mencanangkan tak kurang dari 400,000 reaktor biogas pada kurun waktu yang sama (Rahman, 2005). Dari lamanya pengembangan dan

aplikasi teknologi biogas di dunia, dapat dikatakan bahwa teknologi ini sudah cukup mapan dan terbukti dapat memproduksi energi non-BBM yang sekaligus ramah lingkungan.

Terdapat beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk mengkonversi limbah (organik) menjadi energi, diantaranya: pembakaran langsung, konversi kimia, dan konversi biologi. Diantara teknologi tersebut, biogas (konversi biologi) termasuk teknologi yang memiliki efisiensi tinggi karena residu proses biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk berkualitas tinggi. Tanpa keterlibatan teknologi pengolahan sampah, methana hasil penguraian limbah secara natural akan terlepas (dan mencemari) atmosfer tanpa termanfaatkan (catatan; methana termasuk dalam gas rumah kaca). Dari sudut pandang itulah dapat disimpulkan bahwa teknologi biogas termasuk teknologi ramah lingkungan.

Sumber energi alternatif telah banyak ditemukan sebagai pengganti bahan bakar minyak, salah satunya adalah Biogas. Jika kita menggantungkan terus pada Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Gas sebagai energi utama tanpa mencari alternatif lain maka beban hidup akan semakin berat terutama masyarakat kecil pedesaan seperti Desa pandansari padahal ada energi alternatif yang mudah dengan membuat biogas dari kotoran ternak.

Sudah saatnya pula kita berfikir dan berusaha mengembangkan kreatifitas untuk mengembangkan energi alternatif dari kotoran ternak, karena sudah banyak hasil penelitian ilmiah yang berhasil. Kegiatan yang harus kita lakukan sekarang adalah mengaplikasikan hasil penelitian tersebut untuk kepentingan masyarakat. Usaha ini juga harus didukung dengan mengubah pola pikir masyarakat untuk menerima kehadiran teknologi baru.

Biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi dapat digunakan untuk memberi energi bagi keperluan penerangan, bahan bakar kompor gas, kendaraan bermotor, bahan bakar mesin generator listrik. Sampahnya dimanfaatkan untuk pupuk organik.

### **1.6.2. Pemanfaatan Energi Biogas dan Biofuel**

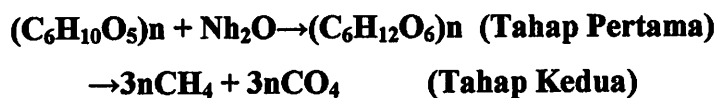
Energi biofuel juga berasal dari energi surya yang dikonversi menjadi energi kimia melalui proses foto sintesa pada tumbuh-tumbuhan. Tumbuh-tumbuhan dimakan oleh makhluk hidup di bumi seperti sapi, kambing, burung dan manusia.

Makhluk pemakan tumbuhan dan daging ini mengeluarkan kotoran dan limbah (kotoran) yang mengandung energi biogas.

Biofuel berupa biodiesel asal : minyak sawit, jarak, kelapa dan kedelai diperoleh dengan memeras dan memurnikannya. Biofuel berupa bioetanol asal dari singkong dan umbi yang mengandung pati terdapat dalam tanaman melalui proses fermentasi menghasilkan ethanol dengan reaksi sebagai berikut :



Biofuel berupa biogas berasal dari kotoran sapi, kambing/domba dan limbah hasil pertanian diperoleh dengan melakukan proses fermentasi anaerobic menghasilkan gas methan dan carbon dioksida dengan 2 tahap reaksi sebagai berikut :



Proses fermentasi anaerobic, memperlihatkan proses pengolahan kotoran ternak menjadi gas methan dan pupuk, selanjutnya gas methan ini dapat dikonversi menjadi energi methan mekanis pada mesin diesel maupun mobil atau menjadi energi thermal di tungku, kompor atau pada kabel uap.

### 1.6.3. Prinsip Kerja Reaktor Biogas

Teknologi biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri methanogen yang produknya berupa gas methana ( $\text{CH}_4$ ). Gas methana hasil pencernaan bakteri tersebut bisa mencapai 60% dari keseluruhan gas hasil reaktor biogas, sedangkan sisanya didominasi  $\text{CO}_2$ . Bakteri ini bekerja dalam lingkungan yang tidak ada udara (*anaerob*), sehingga proses ini juga disebut sebagai pencernaan anaerob (*anaerob digestion*).

Bakteri Metanogen adalah bakteri yang bertindak sesuai dengan metana (gas) bahan organik dan hasil dan gas-gas lain sedang dalam proses daur hidup perlengkapan mereka dalam satu kondisi *anaerob*. Seperti kehidupan organisme, mereka cenderung untuk menyukai kondisi-kondisi tertentu dan bersifat peka terhadap iklim tropis. Ada banyak jenis dari metanogen dan variasi ciri-ciri mereka. Sesuatu yang pantas dipertimbangkan tingkat pengetahuan dan ketrampilan yang diwajibkan secara ilmiah adalah untuk mengisolasi bakteri metanogen di dalam biakan murni dan memelihara mereka disuatu laboratorium. Bakteri metanogen

berkembang pelan-pelan dan bersifat peka pada suatu perubahan yang mendadak di dalam kondisi-kondisi kimia dan secara fisik.

Bakteri methanogen akan secara natural berada dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Keberhasilan proses pencernaan bergantung pada kelangsungan hidup bakteri methanogen di dalam reaktor, sehingga beberapa kondisi yang mendukung berkembangbiaknya bakteri ini di dalam reaktor perlu diperhatikan, misalnya temperatur, keasaman, dan jumlah material organik yang hendak dicerna. Tahap lengkap pencernaan material organik adalah sebagai berikut:

1. *Hidrolisis*. Pada tahap ini, molekul organik yang kompleks diuraikan menjadi bentuk yang lebih sederhana, seperti karbohidrat (simple sugars), asam amino, dan asam lemak.
2. *Asidogenesis*. Pada tahap ini terjadi proses penguraian yang menghasilkan amonia, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida.
3. *Asetagenesis*. Pada tahap ini dilakukan proses penguraian produk acidogenesis; menghasilkan hidrogen, karbon dioksida, dan asetat.
4. *Methanogenesis*. Ini adalah tahapan terakhir dan sekaligus yang paling menentukan, yakni dilakukan penguraian dan sintesis produk tahap sebelumnya untuk menghasilkan gas methana ( $\text{CH}_4$ ). Hasil lain dari proses ini berupa karbon dioksida, air, dan sejumlah kecil senyawa gas lainnya.

Di dalam reaktor biogas, terdapat dua jenis bakteri yang sangat berperan, yakni bakteri asam dan bakteri methan. Kedua jenis bakteri ini perlu eksis dalam jumlah yang berimbang. Kegagalan reaktor biogas bisa dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri methan terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH kurang dari 7) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri methan.

Keasaman substrat/media biogas dianjurkan untuk berada pada rentang pH 6.5 s/d 8 (Garcelon dkk). Bakteri methan ini juga cukup sensitif dengan temperatur. Temperatur 35 oC diyakini sebagai temperatur optimum untuk perkembangbiakan bakteri methan. Di dalam reaktor bakteri-bakteri methan mengolah limbah bio atau *biomassa* dan menghasilkan biogas methan. Dengan pipa yang didesain sedemikian rupa, gas tersebut dapat dialirkan ke kompor yang terletak

di dapur. Gas tersebut dapat digunakan untuk keperluan memasak dan lain-lain. Biogas dihasilkan dengan mencampur limbah yang sebagian besar terdiri atas kotoran ternak dengan potongan-potongan kecil sisa-sisa tanaman, seperti jerami dan sebagainya, dengan air yang cukup banyak.

Untuk pertama kali dibutuhkan waktu lebih kurang dua minggu sampai satu bulan sebelum dihasilkan gas awal. Campuran tersebut selalu ditambah setiap hari dan sesekali diaduk, sedangkan yang sudah diolah dikeluarkan melalui saluran pengeluaran. Sisa dari limbah yang telah dicerna oleh bakteri methan atau bakteri biogas, yang disebut *slurry* atau lumpur, mempunyai kandungan hara yang sama dengan pupuk organik yang telah matang sebagaimana halnya kompos sehingga dapat langsung digunakan untuk memupuk tanaman, atau jika akan disimpan atau diperjualbelikan dapat dikeringkan di bawah sinar matahari sebelum dimasukkan ke dalam karung.

Untuk permulaan memang diperlukan biaya untuk membangun reaktor biogas yang relatif besar bagi penduduk pedesaan. Namun sekali berdiri, alat tersebut dapat dipergunakan dan menghasilkan biogas selama bertahun-tahun. Untuk ukuran 8 meter kubik tipe kubah alat ini, cocok bagi petani yang memiliki 3 ekor sapi atau 8 ekor kambing atau 100 ekor ayam di samping juga mempunyai sumber air yang cukup dan limbah tanaman sebagai pelengkap biomassa. Setiap unit yang diisi sebanyak 80 kilogram kotoran sapi yang dicampur 80 liter air dan potongan limbah lainnya dapat menghasilkan 1 meter kubik biogas yang dapat dipergunakan untuk memasak dan penerangan. Biogas cocok dikembangkan di daerah-daerah yang memiliki biomassa berlimpah, terutama di sentra-sentra produksi padi dan ternak di Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Bali, dan lain-lain.

Reaktor biogas juga cocok dibangun untuk peternakan sapi perah atau peternakan ayam dengan mendesain pengaliran tinja ternak ke dalam reaktor. Kompleks perumahan juga dapat dirancang untuk menyalurkan tinja ke tempat pengolahan biogas bersama. Negara-negara maju banyak yang menerapkan sistem ini sebagai bagian usaha untuk daur ulang dan mengurangi polusi dan biaya pengelolaan limbah. Jadi dapat disimpulkan bahwa biogas mempunyai berbagai manfaat, yaitu menghasilkan gas, ikut menjaga kelestarian lingkungan, mengurangi polusi dan

meningkatkan kebersihan dan kesehatan, serta penghasil pupuk organik yang bermutu.

Untuk menuai hasil yang signifikan, memang diperlukan gerakan secara massal, terarah, dan terencana meliputi pengembangan teknologi, penyuluhan, dan pendampingan. Dalam jangka panjang, gerakan pengembangan biogas dapat membantu penghematan sumber daya minyak bumi dan sumber daya kehutanan. Mengenai pembiayaannya mungkin secara bertahap sebagian subsidi BBM dialihkan untuk pembangunan unit-unit reaktor biogas. Melalui jalan ini, mungkin imbauan pemerintah mengajak masyarakat untuk bersama-sama memecahkan masalah energi sebagian dapat direalisasikan.

#### 1.6.4. Jenis Reaktor Biogas

Biodigester/pembangkit biogas adalah suatu konstruksi yang secara fisik, biasanya yang dikenal sebagai kilang biogas. Karena berbagai bahan kimia dan reaksi mikrobiologi berlangsung di dalam *biodigester*, ini juga yang dikenal sebagai reaktor biogas/*bioreaktor* atau *reactor anaerob*. Fungsi utama dari konstruksi ini adalah untuk menyediakan kondisi *anaerob* didalamnya, sebagai suatu ruang yang kedap udara dan air. Dapat dilakukan dari berbagai bahan-bahan konstruksi dan di dalam bentuk dan ukuran yang berbeda.

Dilihat dari sisi konstruksinya, pada umumnya reaktor biogas bisa digolongkan dalam dua jenis, yakni *fixed dome* (kubah tetap) dan *floating drum* (terapung).

*Fixed dome* mewakili konstruksi reaktor yang memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan di dalam reaktor. Sedangkan *floating drum* berarti ada bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor tersebut juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas di dalam reaktor biogas.

Tipe terapung dikembangkan di India yang terdiri atas sumur pencernaan dan di atasnya ditaruh drum terapung dari besi terbalik yang berfungsi untuk menampung gas yang dihasilkan oleh reaktor. Sumur dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang biasa digunakan untuk membuat fondasi rumah, seperti pasir, batu bata, dan semen. Karena dikembangkan di India, maka reaktor ini disebut juga tipe India. Pada

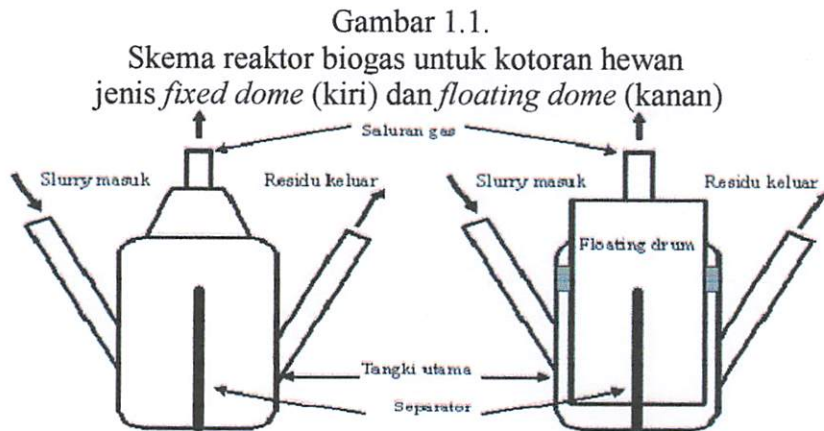
tahun 1978/79 di India terdapat l.k. 80.000 unit dan selama kurun waktu 1980-1985 ditargetkan pembangunan sampai 400.000 unit alat ini.

Tipe kubah adalah berupa reaktor yang dibangun dengan menggali tanah kemudian dibuat bangunan dengan bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti rongga yang ketat udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Tipe ini dikembangkan di China sehingga disebut juga tipe kubah atau tipe China. Tahun 1980 sebanyak tujuh juta unit alat ini telah dibangun di China dan penggunaannya meliputi untuk menggerakkan alat-alat pertanian dan untuk generator tenaga listrik. Terdapat dua macam tipe ukuran kecil untuk rumah tangga dengan volume 6-10 meter kubik dan tipe besar 60-180 meter kubik untuk kelompok.

India dan China adalah dua negara yang tidak mempunyai sumber energi minyak bumi sehingga mereka sejak lama sangat giat mengembangkan sumber energi alternatif, di antaranya biogas.

Bila dilihat dari aliran bahan baku (limbah), reaktor biogas juga bisa dibagi dua, yakni tipe *batch* (bak) dan *continuous* (mengalir). Pada tipe bak, bahan baku reaktor ditempatkan di dalam wadah (ruang tertentu) dari awal hingga selesainya proses pencernaan. Ini hanya umum digunakan pada tahap eksperimen untuk mengetahui potensi gas dari suatu jenis limbah organik. Sedangkan pada jenis mengalir, ada aliran bahan baku masuk dan residu keluar pada selang waktu tertentu. Lamanya (waktu) bahan baku berada di dalam reaktor biogas disebut sebagai waktu retensi hidrolik (*hydraulic retention time/HTR*).

Hydraulic Retention Time/ HTR dan kontak antara bahan baku dengan bakteri asam/methan, merupakan dua faktor penting yang berperan dalam reaktor biogas. Skema reaktor biogas jenis *fixed dome* dan *floating drum* dapat dilihat pada gambar Gambar 1.1.



Sumber: Artikel "Biogas". website [www.smkn3boy.sch.id](http://www.smkn3boy.sch.id)

Dapat dilihat bahwa kedua jenis konstruksi reaktor biogas tersebut tidak jauh berbeda, keduanya memiliki komponen tangki utama, saluran *slurry* masuk dan residu keluar, separator (*optional*), dan saluran gas keluar. Perbedaan yang ada antara keduanya adalah pada bagian pengumpul gasnya (*gas collector*).

Pada konstruksi *fixed dome*, gas yang terbentuk akan langsung disalurkan ke pengumpul gas di luar reaktor berupa kantung yang berbentuk balon (akan mengembang bila tekanannya naik).

Gambar 1.2.  
Gambar nyata *fixed and floating dome type* serta kantong gas



*Ternak Sapi Penghasil Biogas.*



*Fixed dome type*



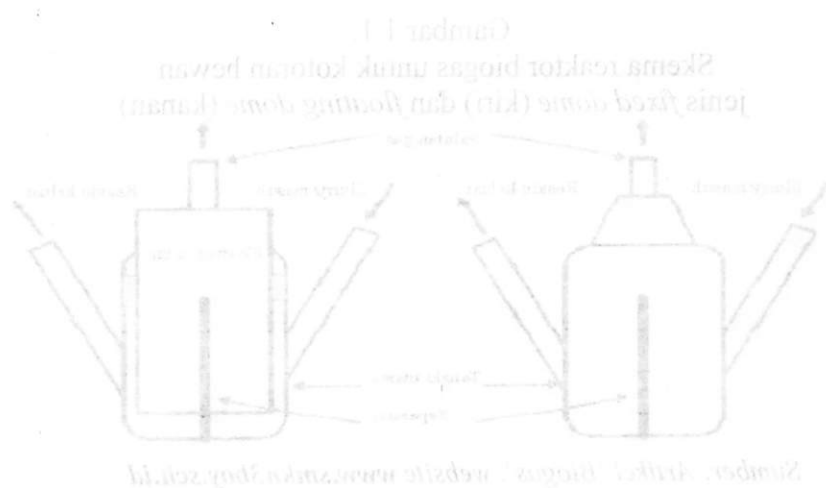
*Floating dome type*



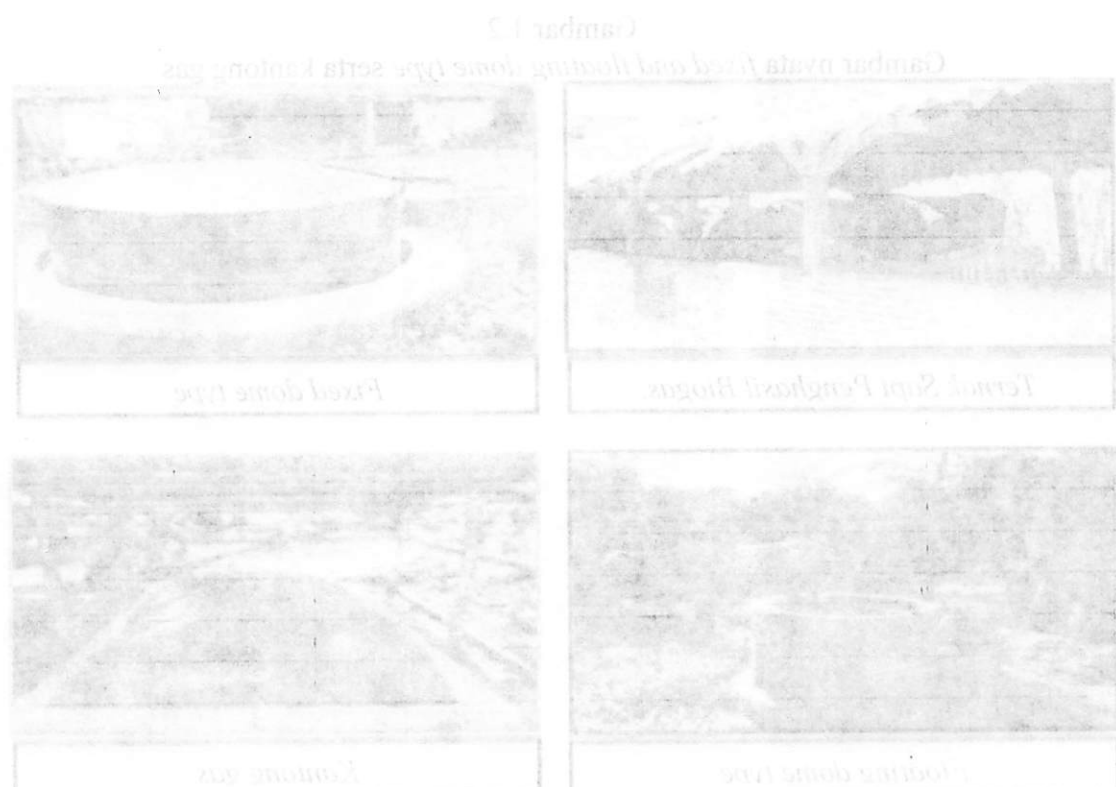
*Kantong gas*

Sumber: Artikel "Biogas". website [www.smkn3boy.sch.id](http://www.smkn3boy.sch.id)



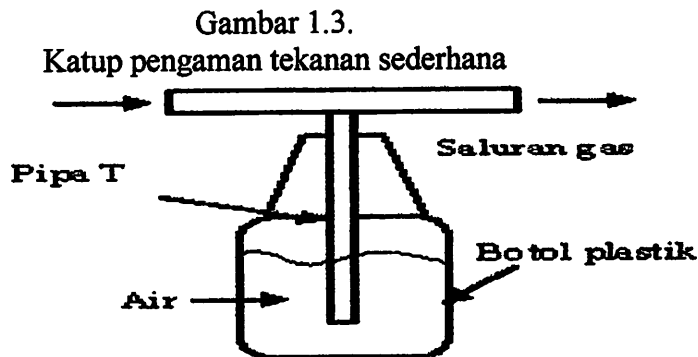


Reaktor biogas ini memiliki dua bagian utama, yaitu reaktor biogas dan gas holder. Reaktor biogas adalah bagian yang menghasilkan gas biogas, sedangkan gas holder adalah bagian yang menyimpan gas biogas. Gas biogas yang dihasilkan dari reaktor biogas akan masuk ke gas holder dan akan digunakan untuk keperluan rumah tangga.



Gambar 1.2  
Gambar nyata fixed and floating dome type serta kolam gas

Pada reaktor biogas jenis *fixed dome*, perlu diberikan katup pengaman untuk membatasi tekanan maksimal reaktor sesuai dengan kekuatan konstruksi reaktor dan tekanan hidrostatik *slurry* di dalam reaktor. Katup pengaman yang sederhana dapat dibuat dengan mencelupkan bagian pipa terbuka ke dalam air pada ketinggian tertentu seperti dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Sumber: Artikel "Biogas". website [www.smkn3boy.sch.id](http://www.smkn3boy.sch.id)

Pada gambar diatas ditunjukkan skema katup pengaman tekanan sederhana. Katup pengaman ini terutama penting untuk reaktor biogas jenis *fixed dome*. Prinsip kerja katup pengaman berikut konsekuensi yang perlu diperhatikan pada reaktor biogas akan dijelaskan pada bagian komponen reaktor. Sedangkan pada jenis *floating drum*, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor itu sendiri. Produksi gas akan ditandai dengan naiknya *floating drum*. Katup gas bisa dibuka untuk menyalurkan gas ke kompor bila *floating drum* sudah terangkat.

#### 1.6.5. Pembuatan Biogas.

Penanganan limbah yang baik dapat memperbaiki lingkungan dan menghasilkan nilai tambah *ekonomi* bagi masyarakat, diantaranya adalah para peternak dan petani. Pemanfaatan limbah yang tadinya tidak bermanfaat menjadi berhasil guna merupakan suatu pendidikan dan pembelajaran yang bermanfaat bagi masyarakat. Dalam rangka untuk mengurangi beban pencemaran sungai di kawasan perumahan, peternakan, pertanian dan juga sekaligus dapat mengurangi emisi gas rumah kaca adalah dengan pembuatan teknologi biogas. Teknologi ini dapat menghasilkan energi terbarukan, dimana dulu limbah (kotoran ternak) langsung dimanfaatkan menjadi pupuk (*zero waste*), saat ini kotoran tersebut dimanfaatkan dahulu menjadi sumber energi (biogas) baru kemudian dimanfaatkan menjadi pupuk.

Sumber pencemar yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas antara lain adalah:

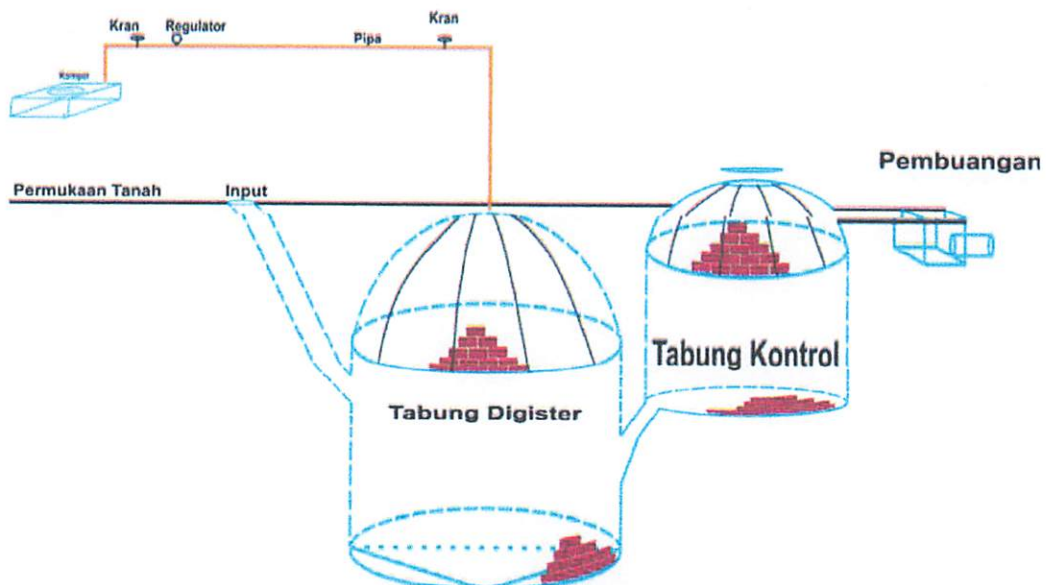
- kotoran / limbah ternak sapi / kerbau / babi dsb;
- enceng gondok;
- sisa proses pembuatan tahu / ampas tahu;
- kotoran manusia (tinja).

Untuk pembuatan teknologi biogas skala rumah tangga, minimal dilakukan 10 unit atau equivalen dengan reduksi emisi Gas Rumah Kaca (CO<sub>2</sub>) sebesar 35 tCO<sub>2</sub>/tahun.

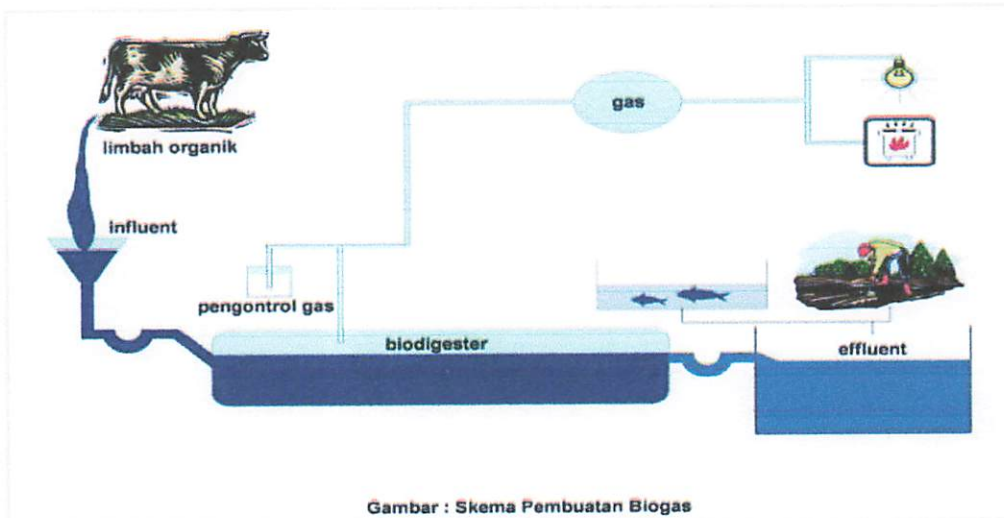
Dalam pembuatan biogas pertimbangan desain teknis perlu dilakukan. Beberapa faktor yang mempengaruhi adalah pemilihan desain / model instalasi biogas antara lain sebagai berikut :

- a. Desain sederhana, dalam hal konstruksi, operasional dan perawatan;
- b. Bahan baku mudah didapat, jenis bahan baku yang dapat digunakan adalah bahan bangunan dan bahan fabrikasi (fiber);
- c. Mudah diperbaiki, aman dan bila memungkinkan mudah dipindahkan.
- d. Harga terjangkau oleh petani dan peternak, dan umur pemakaian lama.

**Gambar 1.4.**  
**Biodigester Kotoran Sapi**



*Sumber : Juknis DAK Bidang Lingkungan Hidup 2010*



*Sumber : Juknis DAK Bidang Lingkungan Hidup 2010*

## 1.7. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan kerangka pendekatan pola berfikir dalam rangka menyusun sebuah studi. Tujuannya adalah untuk mengarahkan proses berfikir atau penalaran terhadap hasil-hasil yang ingin dicapai. Guna memudahkan pemahaman dan pelaksanaan studi, berturut-turut dikemukakan tahapan pengumpulan data dan tahapan analisa.

### 1.7.1. Tahapan Pengumpulan Data

Metode dalam tahapan pengumpulan data adalah sebagai berikut :

- Survey lapangan untuk mendapatkan data mengenai kondisi penggunaan lahan existing.
- Survey instansional untuk mengumpulkan data-data numerik berupa data fisik dasar, kependudukan dan perekonomian Desa.
- Metode Wawancara: Pengumpulan data dengan menanyakan langsung kepada tokoh masyarakat maupun penduduk yang belum teraliri energi listrik dan penduduk di wilayah studi yang memiliki ternak tentang serta hal-hal yang berkaitan dengan energi alternatif ketenagalistrikan Desa.
- Studi Literatur : Pengumpulan data dengan mencari buku referensi tentang Energi Alternatif Ketenagalistrikan Desa.

### 1.7.2. Tahapan Analisa

Metode analisa ini dilakukan untuk mewujudkan tujuan dan sasaran yang ingin dicapai. Dalam menganalisa mengenai energi alternatif kelistrikan desa, metode yang digunakan adalah :

#### A. Metode Proyeksi Penduduk.

Untuk metode yang digunakan dalam perhitungan jumlah penduduk sampai dengan akhir tahun perencanaan terlebih dahulu, diketahui pertumbuhan rata-rata jumlah penduduk tahun akhir dengan jumlah penduduk tahun awal dibagi dengan selisih tahun. Sedangkan untuk pertambahan jumlah penduduk dengan menggunakan metode perhitungan Linier. Metode ini merupakan penghalusan model polinomial, karena akan memberikan penyimpangan minimum atas data masa lampau dengan rumus :

$$P_t = P_o + a.t$$

Dimana :

- $P_t$  : Jumlah penduduk pada tahun  $t$
- $P_o$  : Jumlah penduduk tahun awal
- $a$  : Pertambahan penduduk pertahun.
- $t$  : Selisih tahun

Menggunakan metode ini karena pertumbuhan yang terjadi di desa cenderung kecil.

#### B. Analisa Deskriptif Empirit

Analisa ini akan menguraikan secara sistematis kondisi-kondisi yang ditemukan dilapangan. Penjelasan atau uraian tentang kondisi empiris tersebut akan menggunakan kaidah-kaidah penulisan ilmiah. Kaidah yang dimaksud adalah jelas, efisien, mudah dipahami dan mengandung validitas data yang baik.

### 1.8. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam studi ini adalah :

## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang mengenai alasan mengapa tema ini diangkat. Bab I juga membahas rumusan masalah, tujuan dan sasaran serta ruang lingkup studi dan ruang lingkup materi.

Selanjutnya bab ini akan membahas tinjauan pustaka/ landasan teori serta metode penelitian yang akan digunakan dalam penulisan skripsi ini.

## **BAB II            GAMBARAN UMUM KAWASAN STUDI**

Berisi uraian tentang kondisi secara umum maupun khusus tentang potensi yang ada di Desa Pandansari, tinjauan terhadap aspek fisik, kependudukan dan aspek ternak. Tentunya kondisi yang dimaksud adalah kondisi-kondisi yang berhubungan dengan energi alternatif ketenagalistrikan desa, sesuai dengan tema yang diambil.

## **BAB III           ANALISA PEMETAAN, ENERGI ALTERNATIF, LISTRIK DESA PANDANSARI KECAMATAN PONCOKUSUMO**

Bab tiga ini akan membahas mengenai analisis tentang karakteristik kawasan studi dengan mengali potensi yang ada, proyeksi penduduk dan kebutuhan sumber daya energi listrik dengan menggunakan metode-metode dan teori-teori yang telah disampaikan pada bab 1.

## **BAB IV           KESIMPULAN / REKOMENDASI**

Bab terakhir ini akan berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta rekomendasi-rekomendasi yang dihasilkan.

## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM KAWASAN STUDI**

#### **2.1. Tinjauan Umum Wilayah Studi**

##### **2.1.1. Tinjauan Umum Wilayah Kabupaten Malang**

Kabupaten Malang terletak pada wilayah dataran tinggi, dengan koordinat 112° 17' 10,9" - 112° 57' 0,0" Bujur Timur dan 7° 44' 55,11" - 8° 26' 35,45" Lintang selatan. Luas wilayah Kabupaten Malang adalah 334.787 Ha, terdiri dari 33 Kecamatan yang tersebar pada wilayah perkotaan dan perdesaan.

Kabupaten Malang terletak antara 0 - 2000 m dari permukaan air laut. Wilayah datar sebagian besar terletak di Kecamatan Bululawang, Godanglegi, Tajinan, Turen, Kepanjen, Pagelaran dan Pakisaji, serta sebagian Kecamatan Singosari, Lawang, Karangploso, Dau, Pakis, Dampit, Sumberpucung, Kromengan, Pagak, Kalipare, Donomulyo, Bantur, Ngajum dan Gedangan.

Wilayah bergelombang terletak di wilayah Sumbermanjing Wetan, Wagir dan Wonosari. Daerah yang terjal atau perbukitan sebagian besar terletak di Kecamatan Pujon, Ngantang, Kasembon, Poncokusumo, Jabung, Wajak, Ampelgading, dan Tirtoyudo.

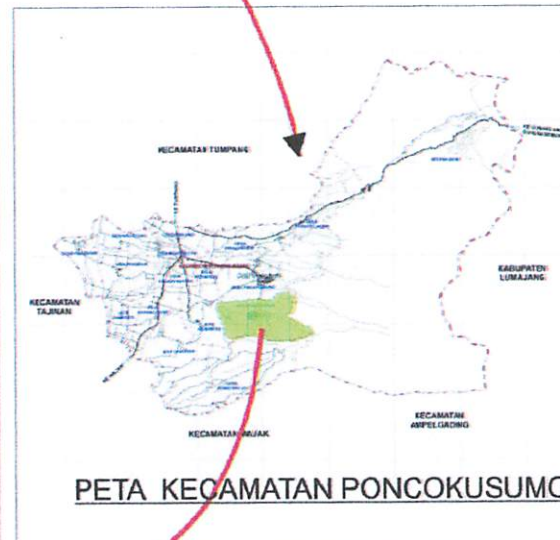
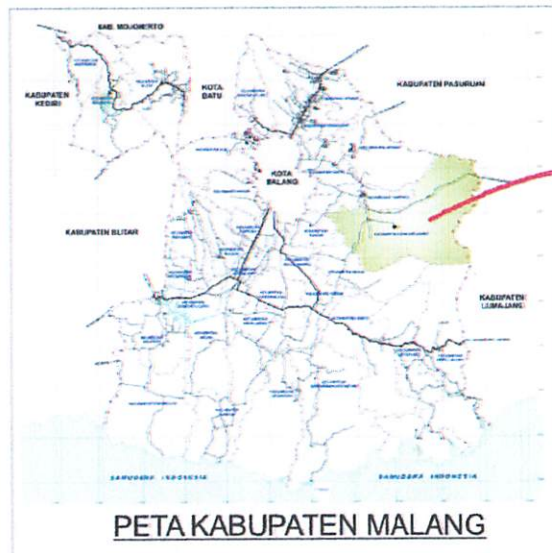
##### **2.1.2. Letak Geografis dan Posisi Wilayah Kabupaten Malang**

Adapun batas-batas administrasi Kabupaten Malang adalah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Kabupaten Jombang, Mojokerto, dan Pasuruan
Sebelah Timur	: Kabupaten Probolinggo dan Lumajang
Sebelah Selatan	: Samudra Indonesia
Sebelah Barat	: Kabupaten Blitar dan Kediri

Wilayah Kabupaten Malang dibagi dalam beberapa wilayah administrasi yang Lebih kecil didalamnya berupa 33 Kecamatan, 257 Desa dan 14 Kelurahan. Untuk lebih jelasnya orientasi Kecamatan Poncokusumo dapat dilihat pada peta 2.1.





JURUSAN TEKNIK PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG



TUGAS AKHIR

PEMETAAN ENERGI ALTERNATIF KETENAGALISTRIKAN DESA  
(Studi Kasus : Desa Pandansari Kec. Poncokusumo Kab. Malang)

PETA

ORIENTASI WILAYAH STUDI



LEGENDA

- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Jalan
- Sungai

Sumber Data  
1. Peta Satellite Google Earth  
1. Peta Dasar Desa Pandansari  
2. Hasil Survey

Nomor Peta  
2.1



### **2.1.3. Kondisi dan Perkembangan Ketenagalistrikan di Kabupaten Malang**

Tenaga listrik sebagai salah satu bentuk energi final memegang peranan penting mendorong berbagai aktivitas ekonomi untuk kesejahteraan masyarakat. Disisi lain, pembangunan sarana dan prasarana tenaga listrik memerlukan investasi yang sangat tinggi, mengingat investasi pada bidang ini bersifat padat modal, teknologi dengan resiko investasi tinggi serta memerlukan persiapan dan konstruksi yang lama.

Pembangunan ketenagalistrikan diharapkan pada berbagai tantangan antara lain kondisi geografis yang luas dan terdiri dari banyak kondisi demografi, sehingga sulit untuk mengembangkan sistim kelistrikan yang optimal dan efisien. Adapun permasalahan ketenagalistrikan di Kabupaten Malang meliputi:

- Keterbatasan kapasitas pembangkit
- Keterbatasan kemampuan pendanaan
- Kurangnya kemandirian industri ketenagalistrikan
- Tingginya ketergantungan terhadap BBM
- Rendahnya kinerja sarana dan prasarana
- Belum tercapainya tingkat tarif yang ekonomis
- Rendahnya partisipasi pemerintah dan masyarakat

Pelayanan energi listrik di wilayah Kabupaten Malang dibedakan menurut jenis pelanggannya. Menurut data PT.PLN distribusi Jawa Timur Cabang Malang pada tahun 2010 jumlah pelanggan energi listrik sebanyak 438.007 dengan pemakaian energi listrik sebanyak 684.891.531 KWH. Pelanggan dengan penggunaan energi listrik terbesar adalah rumah tangga yaitu sebanyak 415.094 dengan total pemakaian sebanyak 342.177.553 KWH. Lebih jelasnya data penggunaan energi listrik pada tahun 2010 di wilayah Kabupaten Malang dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1.**  
**Jumlah Pelanggan, Pemakaian Energi**  
**Kabupaten Malang**  
**Tahun 2010**

No	Jenis Palanggan	Banyaknya Pelanggan (Unit)	Pemakaian (KWH)
1	Sosial	10.932	15.713.564
2	Rumah Tangga	415.094	342.177.553
3	Usaha/Perhotelan	10.069	47.494.443
4	Industri	588	243.670.581
5	Gedung/Kantor	616	10.446.428
6	Lain-lain	708	25.388.952
Jumlah		438.007	684.891.531

*Sumber : Kabupaten Dalam Angka 2010*

**2.1.3.1. Rekapitulasi Pelanggan Listrik di Kabupaten Malang**

Dalam pemenuhan kebutuhan listrik di Kota Malang terdapat 3 unit pelayanan dan jaringan dalam area pelayanan, yaitu jaringan pelayanan untuk Kota Malang, Jaringan untuk pelayanan Kota Batu dan Jaringan pelayanan untuk Kabupaten Malang. Unit jaringan pelayanan kebutuhan listrik di Kabupaten Malang, yaitu salah satunya Kecamatan Poncokusumo.

**2.1.3.2. Jumlah Pelanggan di Kabupaten Malang**

Jumlah pelanggan per golongan tarif unit jaringan pelayanan listrik di Kabupaten Malang mengalami peningkatan sejak tahun 2010 dengan total sebesar 105.889. Pelanggan terbesar di golongan perumahan yang mendominasi jumlah keseluruhan pelanggan sebesar lebih dari 95%, adapun golongan industri kurang dari 1%. Lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2.**  
**Jumlah Pelanggan Kabupaten Malang**

Golongan	Jumlah Pelangan (Unit)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Rumah Tangga	400.098	405.091	410.094	410.250	415.094
Bisnis	3.232	2.752	2.782	2.885	28.997
Industri	265	247	193	169	199
Publik	2.852	2.356	2.379	2.427	2.485
Jumlah	406.447	417.096	415.298	415.091	445.094

*Sumber : PT. PLN (Persero) Malang*

## **2.2. Gambaran Umum Perkotaan Poncokusumo**

### **2.2.1. Kedudukan Perkotaan Poncokusumo Dalam Lingkup SSWP**

Perkotaan Poncokusumo termasuk dalam Sub Satuan Wilayah Pengembangan (SSWP) Tumpang dengan pusat pengembangan di Kecamatan Tumpang. Kecamatan Poncokusumo merupakan kota orde IV yang merupakan hinterland dari SSWP Tumpang. Setiap SSWP memiliki wilayah pendukung dan wilayah SSWP ini harus diberi kelengkapan beberapa fasilitas penunjang sosial-ekonomi dalam skala pelayanan sub-regional. Wilayah pusat ini juga harus memiliki aksesibilitas yang tinggi pada wilayah sekitarnya dan ke Kota Malang sebagai pusat. Maka penetapan sistem tata ruang wilayah Kabupaten Malang yang direncanakan yang terdiri atas 8 Sub Satuan Wilayah Pengembangan (SSWP) adalah sebagai berikut :

- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Ngantang**  
Pada SSWP ini berpusat di Kecamatan Ngantang dengan wilayah hinterlandnya adalah Kecamatan Ngantang, Kasembon dan Pujon.
- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Lingkar Kota Malang**  
Pada SSWP ini berpusat di Kota Malang dengan wilayah hinterlandnya adalah Kecamatan Dau, Karangploso, Singosari, Pakisaji, Tajinan, Bululawang, Pakis dan Wagir.
- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Lawang dengan pusatnya di Kecamatan Lawang.**
- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Tumpang**  
Pada SSWP ini berpusat di Kecamatan Tumpang dengan wilayah hinterlandnya kecamatan Tumpang, Jabung, Poncokusumo dan Wajak.
- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Kepanjen**  
Pada SSWP ini berpusat di Kecamatan Kepanjen dengan wilayah hinterlandnya adalah Kecamatan Kepanjen, Ngajum, Wonosari, Sumberpucung, Kromengan, Pagak dan Kalipare.
- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Donomulyo dengan pusatnya di Kecamatan Donomulyo.**
- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Gondanglegi**  
Pada SSWP ini berpusat di Kecamatan Gondanglegi dengan wilayah hinterlandnya di Kecamatan Gondanglegi, Pagelaran, Gedangan dan Bantur.

- **Sub Satuan Wilayah Pengembangan Dampit**

Pada SSWP ini berpusat di Kecamatan Tumpang dengan wilayah hinterlandnya di Kecamatan Dampit, Turen, Sumbermanjing, Tirtoyudo dan Ampelgading.

Selain itu di Kecamatan Poncokusumo terdapat Desa Poncokusumo yang mempunyai potensi besar, baik dari segi sosial – ekonomi sehingga kawasan tersebut mempunyai akses serta kemapanan sarana dan prasarana fisik kota yang lebih maju dari desa-desa lainnya di Kecamatan Poncokusumo sehingga Desa Poncokusumo dikembangkan sebagai Desa Pusat Pertumbuhan (DPP) yang fungsi dan perannya hampir sama dengan fungsi dan peran ibu kota kecamatan.

### **2.2.2. Kondisi Fisik Dasar.**

Untuk lebih jelasnya mengenai kondisi fisik dasar Perkotaan Poncokusumo, akan diuraikan sebagai berikut :

#### **a. Letak Administrasi dan Geografis**

Dalam wilayah pengembangan Perkotaan Poncokusumo yang merupakan Ibukota Kecamatan Poncokusumo termasuk Sub Satuan Wilayah Pembangunan Tumpang dan sekitarnya yang menetapkan Tumpang sebagai pusat Sub Satuan Wilayah Perencanaan. Perkotaan Poncokusumo sendiri memiliki batas administrasi sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Tumpang.
- Sebelah Selatan : Desa Karang Anyar dan Desa Ngadireso.
- Sebelah Selatan : Desa Wringinanom dan Desa Poncokusumo
- Sebelah Barat : Desa Ngebruk dan Desa Argosuko

Luas wilayah Perkotaan Poncokusumo yang meliputi empat desa yaitu Desa Belung, Wonorejo, Wonomulyo dan Karangnongko adalah sebesar 1.780,225 Ha. Dengan pembagian Desa Wonomulyo sebesar 201 Ha, Desa Wonorejo sebesar 494,794 Ha, Desa Belung sebesar 444,989 Ha dan Desa Karangnongko sebesar 639,442 Ha. Sedangkan Kecamatan Poncokusumo berjarak  $\pm$  27 km dari Ibukota Kabupaten Malang dan memerlukan waktu perjalanan sekitar 30 menit.

#### **b. Kondisi Topografi dan Geologi**

Kondisi Topografi dan Geologi di Kecamatan Poncokusumo merupakan daerah dataran yang hampir berdekatan dengan dataran tinggi dalam arti merupakan

daerah yang terletak di kaki bukit. Kecamatan Poncokusumo berada pada ketinggian 600 sampai sampai 680 meter diatas permukaan air laut, dengan kemiringan lahan berkisar antara 0-12,5 % yang perinciannya sebagai berikut :

- Desa Wonomulyo memiliki kemiringan antara 0-9 % dengan ketinggian 650 meter dari permukaan laut.
- Desa Wonorejo memiliki ketinggian antara 0-12,5 % dengan ketinggian 680 meter dari permukaan laut.
- Desa Belung memiliki kemiringan 0-8 % dengan ketinggian 650 meter dari permukaan laut.
- Desa Karangnongko memiliki kemiringan 0-8 % dengan ketinggian 660 meter dari permukaan laut.

Berdasarkan kondisi geologinya, Perkotaan Poncokusumo sebagian besar terdiri dari hasil gunung api kwarter tua dan sebagian kecil hasil gunung api kwarter muda dengan jenis tanah yang terdiri dari asosiasi andosol coklat dan regosol coklat. Dengan kondisi tanah yang demikian ini, kemampuan dan daya dukung tanah tergolong sedang dan baik.

### **c. Kondisi Iklim dan Hidrologi**

Kondisi Iklim dan Hidrologi di Kecamatan Poncokusumo memiliki temperatur harian rata-rata dengan suhu 25 °C. Curah hujan rata-rata pertahun sebesar 2.000 mm/tahun dengan curah hujan tertinggi sebesar 2.500 mm/tahun. Curah hujan tertinggi terjadi antara bulan Nopember sampai Maret, sedangkan curah hujan terendah terjadi sekitar bulan April sampai Oktober.

Sungai-sungai yang melintasi Kecamatan Poncokusumo dikelompokkan dalam sungai yang mengalir dengan debit air besar sepanjang tahun yaitu Sungai Amprong dan Sungai Lajing (yang letaknya berbatasan dengan Kecamatan Tumpang), sedangkan sungai dengan debit air relatif kecil adalah Sungai Manten (dari aliran Sungai Lesti). Sungai-sungai ini sekaligus digunakan penduduk untuk mengairi sawah dan kebutuhan sehari-hari seperti mandi dan mencuci. Namun sebagian besar penduduk juga menggunakan pipanisasi yang dikelola secara swadaya masyarakat setempat dan kemudian dialirkan menuju rumah-rumah penduduk. Selain itu disekitar Sungai Amprong terdapat kegiatan penambangan pasir dan batu kali.

Sistem irigasi yang ada di Perkotaan Poncokusumo menggunakan irigasi setengah teknis dan irigasi teknis. Untuk irigasi setengah teknis hanya yang melintas ditengah-tengah areal persawahan, sedangkan untuk irigasi teknis berada ditepi jalan raya sebagai jalur utama dari pembuangan limbah cair rumah tangga. Air tanah bisa didapatkan pada kedalaman 2 - 25 meter, sehingga kebutuhan air di Perkotaan Poncokusumo cukup terpenuhi.

### **2.2.3. Kependudukan**

Jumlah penduduk di Perkotaan Poncokusumo pada tahun 2010 sebanyak 22.979 jiwa dengan luas total 1.780,225 ha. Jumlah penduduk terbanyak terdapat di Desa Karangnongko sebanyak 7.478 jiwa, sedangkan jumlah penduduk terendah terdapat di Desa Wonorejo sebesar 4.070 jiwa. Apabila dilihat dari laju pertumbuhan penduduk keseluruhan Perkotaan Poncokusumo selama 5 tahun terakhir 2005 - 2010 maka diketahui pertumbuhan rata-ratanya adalah 0,003 % per tahun.

Kepadatan penduduk di Perkotaan Poncokusumo adalah kepadatan kasar (brutto) yang dihitung dari perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah. Kepadatan rata-rata di Perkotaan Poncokusumo pada tahun 2010 adalah 15 jiwa/Ha bila dilihat di tiap desa maka yang mempunyai kepadatan tinggi adalah Desa Wonomulyo sebesar 26,17 jiwa/Ha dan kepadatan terendah pada Desa Wonorejo yaitu 8 jiwa/Ha. Apabila dilihat dari laju pertumbuhan penduduk keseluruhan Perkotaan Poncokusumo selama 5 tahun terakhir 2005 - 2010 maka diketahui pertumbuhan rata-ratanya adalah 0.003% pertahun. Perubahan penduduk yang terjadi di suatu kota dapat mempengaruhi pertumbuhan penduduk. Perubahan penduduk yang terjadi ditentukan oleh dua faktor yaitu pertumbuhan penduduk alami dan pertumbuhan penduduk berdasarkan migrasi. Pertumbuhan penduduk alami sendiri dipengaruhi oleh adanya kelahiran dan kematian penduduk yang terjadi dalam satu tahun. Sedangkan pertumbuhan penduduk yang diakibatkan oleh proses migrasi dipengaruhi oleh adanya penduduk yang datang dan adanya penduduk yang pergi/pindah dari Perkotaan Poncokusumo.

2.2.4. Aspek Ternak.

Jenis ternak yang terdapat di Perkotaan Poncokusumo adalah sapi, kuda, kambing, ayam dan bebek. Jenis ternak sapi yang terbanyak terdapat di Desa Wonomulyo dengan jumlah 1.025 ekor. Sedangkan untuk kambing yang terbanyak dengan jumlah 800 ekor di Desa Wonorejo. Kuda yang merupakan jumlah ternak terkecil juga terdapat di semua desa yang ada di Perkotaan Poncokusumo dengan jumlah total sebesar 16 ekor. Untuk jenis ternak ayam banyak terdapat di Desa Belung yaitu sejumlah 5.000 ekor. Dan jenis ternak bebek terbanyak yang berjumlah 2.000 ekor terdapat di Desa Wonorejo. Selain itu dari peternakan yang ada dihasilkan produksi ternak seperti telur, daging dan susu. Produksi telur terbanyak yang terdapat di Desa Karangnongko adalah sejumlah 10.000 kg/tahun. Dan untuk produksi daging dengan jumlah terbanyak yaitu 30.000 kg/tahun terdapat di Desa Wonomulyo. Sedangkan jumlah produksi ternak susu yang paling banyak terdapat di Desa Karangnongko. Untuk Lebih jelasnya mengenai jumlah populasi ternak dan produksinya dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3.**  
**Jumlah Populasi Ternak (Ekor)**  
**Perkotaan Poncokusumo Tahun 2010**

No	Desa	Jenis Ternak							
		Sapi	Kerbau	Kuda	Babi	Kambing	Domba	Ayam	Bebek
1	Wonomulyo	1.025	-	6	-	250	-	4.000	150
2	Wonorejo	500	-	5	-	800	-	4.000	2.000
3	Belung	300	-	4	-	370	-	5.000	500
4	Karangnongko	665	-	1	-	156	-	-	-
Jumlah		2.490	16	16	1.576	1.576	13.000	2.650	2.650

Sumber : Potensi Desa, Tahun 2010

2.2.5. Utilitas

Jaringan Listrik masuk desa dimaksudkan untuk meratakan hasil-hasil pembangunan di bidang kelistrikan bagi masyarakat pedesaan, disamping meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang bersangkutan. Adapun kebutuhan listrik masuk desa ini, mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini tampak dari

meningkatnya permintaan pemasangan baik untuk perumahan, maupun jasa dan instansi. Sehingga pada tahun 2010 seluruh penduduk di wilayah kota telah memanfaatkan fasilitas PLN. Jumlah pemakai/pelanggan PLN tahun 2010 yaitu 5.847 KK sedangkan sebelumnya belum teraliri listrik telah menikmati kebutuhan listriknya. Lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 2.4.

**Tabel 2.4.**  
**Jumlah Sarana Penerangan Utama**  
**Perkotaan Poncokusumo Tahun 2010**

No	Desa	Jumlah Pelanggan (KK)		
		PLN	Non PLN	
			Petromak	Teplok
1	Wonomulyo	1.246	-	-
2	Wonorejo	1.146	-	-
3	Belung	1.570	-	-
4	Karangnongko	1.885	-	-
Jumlah		5.847	-	-

*Sumber : Kecamatan Dalam Angka 2010*

### 2.3. Gambaran Umum Desa Pandansari

#### 2.3.1. Kondisi Fisik Dasar

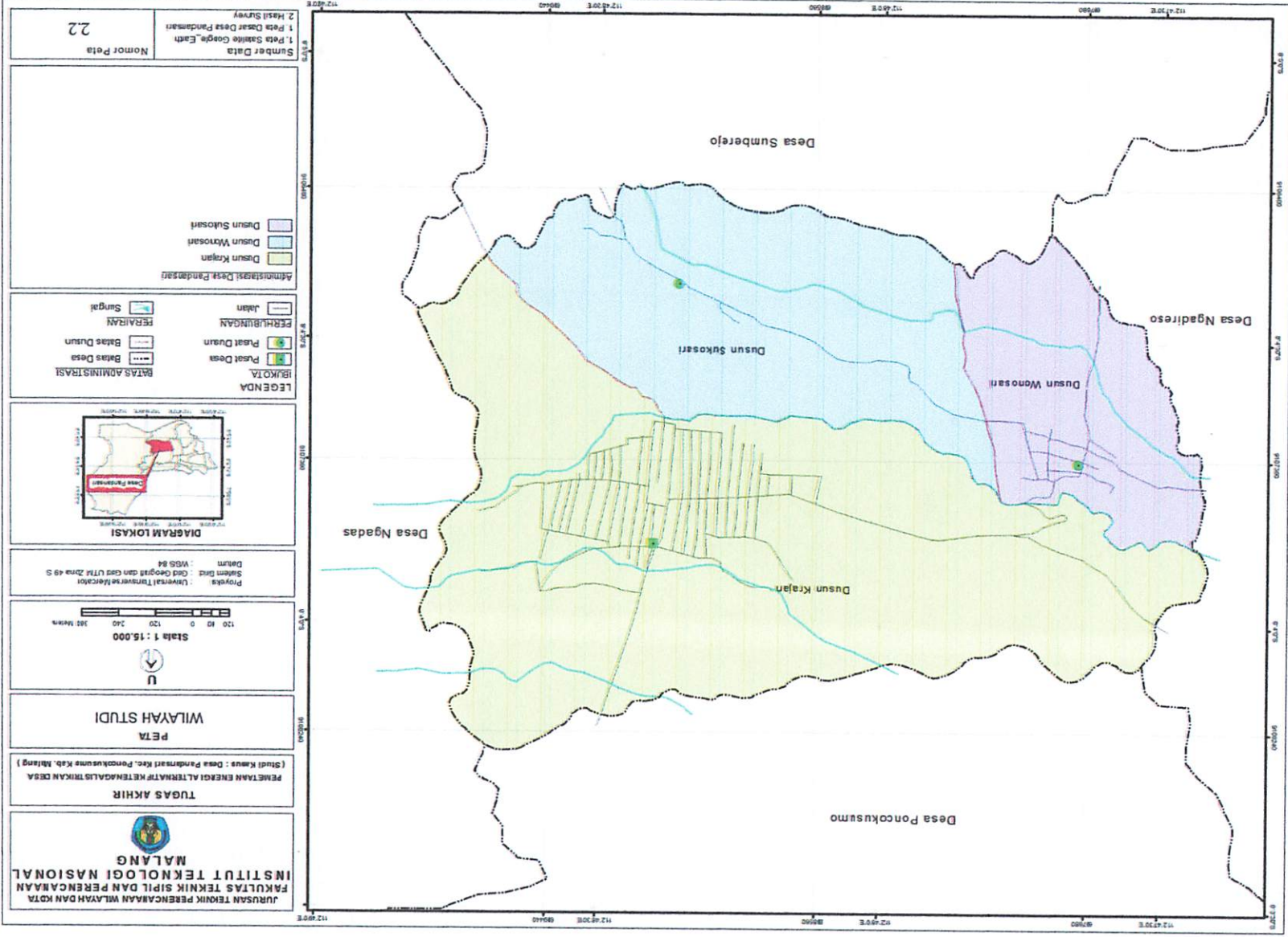
##### A. Letak Geografis dan Administrasi

Secara administratif wilayah studi merupakan bagian dari wilayah Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang, dengan batas-batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Desa Poncokusumo
- Sebeh Timur : Desa Ngadas
- Sebelah Selatan : Desa Sumberejo
- Sebelah Barat : Desa Ngadireso

Secara geografis Desa Pandansari mempunyai luas wilayah yang meliputi tiga Dusun yaitu Dusun Krajan, Sukasari dan Wonosari adalah sebesar 951 Ha. Untuk posisinya terletak pada ordinat  $112^{\circ} 17' 10,9''$  -  $112^{\circ} 57' 0,0''$  Bujur Timur dan  $7^{\circ} 44' 55,11''$  -  $8^{\circ} 26' 35,45''$  Lintang selatan, Sedangkan Desa Pandansari berjarak sekitar 10 km dari wilayah Kecamatan Poncokumo dan berjarak sekitar 37 km dari Ibukota Kabupaten Malang serta memerlukan waktu perjalanan sekitar 45 menit. Untuk lebih jelasnya wilayah studi dapat dilihat peta 2.2.





## **B. Kondisi Topografi**

Sesuai dengan letak geografisnya, wilayah Desa Pandansari berlokasi di daerah pegunungan dan kondisi topografinya dipengaruhi langsung oleh Pegunungan Tengger di sebelah timur. Desa Pandansari yang topografinya dipengaruhi oleh pegunungan umumnya. Keadaan topografi Desa Pandansari termasuk dalam wilayah dataran tinggi yaitu mempunyai kelerengannya di atas  $>40\%$  dengan ketinggian 630 meter sampai 680 meter di atas permukaan air laut. Daerah dengan kelerengannya ini merupakan daerah yang harus dihindarkan karena mempunyai fungsi sebagai perlindungan terhadap tanah dan air dan menjaga ekosistem lingkungan hidup. Selain itu pengembangan kawasan terbangun pada wilayah dengan topografi curam dan kelerengannya yang tinggi hendaknya tetap memperhatikan dan mempertahankan fungsi konservasi serta menghindari atau membatasi kawasan tersebut sebagai kawasan terbangun.

## **C. Hidrologi**

Desa Pandansari dilalui oleh Sungai Amprong selain itu banyak terdapat sungai kecil. Dengan kondisi tersebut maka wilayah studi mempunyai potensi hidrologi yang baik. Selain itu saat ini masyarakat masih banyak yang menggunakan air sungai sebagai air bersih rumah tangga dengan sistem pipanisasi dan kondisinya cukup memadai karena debitnya yang besar yaitu 1 sampai di atas 100 liter/detik. dan kualitas air yang masih jernih sehingga sangat mendukung sekali untuk pengembangan kawasan.

## **D. Iklim**

Desa Pandansari beriklim tropis dengan temperatur suhu rata-rata antara  $18,25^{\circ}\text{C}$  sampai  $31,45^{\circ}\text{C}$ . Dengan kondisi tersebut maka wilayah studi mempunyai potensi pengembangan yang cukup baik, utamanya untuk pengembangan pertanian. Untuk curah hujan di Desa Pandansari rata-rata 1.596 mm sampai 2000 mm per tahun, curah hujan turun antara bulan April-Oktober. Diantara kedua musim tersebut ada musim peralihan antara bulan April - Mei dan Oktober-November.

### **2.3.2. Pola Penggunaan Lahan**

Pola penggunaan tanah suatu daerah/wilayah, pada dasarnya menggambarkan kegiatan masyarakat di wilayah atau daerah yang bersangkutan. Penggunaan lahan di

Desa Pandansari meliputi permukiman, lahan pertanian, tegal/kebun dan hutan lindung. Dari tiga Dusun yang ada di Desa Pandansari menunjukkan bahwa penggunaan lahan yang dominan adalah penggunaan lahan jenis pertanian tegal dengan luas 690 Ha, Hutan lindung menempati urutan ke 2 dengan luas 225 Ha, sedangkan penggunaan lahan lainnya adalah untuk permukiman penduduk dengan luas 216 Ha dan perkebunan seluas 114 Ha serta sawah dengan luas 4 Ha. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5.**  
**Jumlah Pola Penggunaan Lahan**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Jenis Penggunaan Lahan	Jumlah Penggunaan Lahan (Ha)
1	Permukiman	216
2	Tegal	690
3	Sawah	4
4	Kebun	114
5	Hutan Lindung	225
Jumlah		951

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

**2.3.3. Kependudukan**

Pembahasan kondisi kependudukan akan berhubungan langsung dengan masyarakat/penduduk. Peran serta penduduk dalam pembangunan wilayah mempunyai ikatan yang cukup kuat sesuai dengan tempat tinggalnya. Karakteristik sosial yang dimaksud disini adalah karakter dari masing-masing penduduk.

**2.3.3.1. Jumlah dan kepadatan Penduduk**

Jumlah penduduk di Desa Pandansari pada tahun 2010 sebanyak 6.587 jiwa dengan luas wilayah 951 Ha. Jumlah penduduk di Desa Pandansari dari ke 3 Dusun yang terbesar adalah Dusun Krajan dengan jumlah penduduk 4.688 jiwa kemudian Dusun Wonosari sebesar 1.176 jiwa. Sedangkan Dusun Sukasari dengan jumlah penduduk 723 jiwa. Dengan kepadatan penduduk 6.9 Jiwa/Km2. Untuk Lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 2.6.

**Tabel 2.6.**  
**Jumlah Peduduk**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
1	Dusun Krajan	2.411	2.277	4.688
2	Dusun Sukasari	341	382	723
3	Dusun Wonosari	577	599	1.176
Jumlah		3.329	3.258	6.587

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

Desa Pandansari di lihat dari jumlah kepala keluarga memiliki 1.647 kepala keluarga. Dusun Krajan berada di urutan pertama yaitu 1.172 kepala keluarga dan 294 kepala keluarga berada di Dusun Wonosari sedangkan Dusun Sukasari berjumlah 181 kepala keluarga. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.7.

**Tabel 2.7.**  
**Jumlah Kepala Keluarga**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Jumah Kepala Keluarga (KK)
1	Dusun Krajan	1.172
2	Dusun Sukasari	181
3	Dusun Wonosari	294
Jumlah		1.647

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

Desa Pandansari dibagi dalam tiga Dusun yang memiliki 17 Rukun Warga dan 61 Rukun Tetangga yaitu Dusun Krajan yang di bagi dalam 12 Rukun Warga (RW) dan 42 Rukun Tetangga (RT). Dusun Sukasari adalah Dusun yang ke 2 yang dibagi dalam 2 Rukun Warga (RW) dan 9 Rukun Tetangga (RT). Sedangkan Dusun Wonosari adalah Dusun ke 3 di bagi dalam 3 Rukun Warga (RW) dan 10 Rukun Tetangga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.8.

**Tabel 2.8.**  
**Jumlah Rukun Warga dan Rukun Tetangga**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Jumah Rukun Warga (RW)	Jumlah Rukun Tetangga (RT)
1	Dusun Krajan	12	42
2	Dusun Sukasari	2	9
3	Dusun Wonosari	3	10
Jumlah		17	61

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

### **2.3.3.2. Jumlah Penduduk Berdasarkan Mata Pencarian**

Profesi penduduk suatu daerah, akan memberikan gambaran tentang pola kehidupan dan perekonomian daerah bersangkutan. Profesi penduduk Desa Pandansari pada tahun 2010 dapat dikelompokkan sebagai berikut : mata pencarian sebagai petani ada 24 jiwa, sebagai petani perkebunan ada 2.103 jiwa, Peternakan ada 1.168 jiwa, pelajar ada 1.152 jiwa, belum sekolah ada 791 jiwa, Pegawai Negeri ada 9 jiwa, bidan ada 1 jiwa, guru ada 13 jiwa, buruh ada 35 jiwa, jasa 4 jiwa, ABRI ada 2 jiwa, pedagang ada 48 jiwa, dukun bayi ada 2 jiwa , lain-lain ada 2.346 jiwa.

### **2.3.4. Fasilitas**

#### **2.3.4.1. Fasilitas Kesehatan**

Fasilitas kesehatan yang terdapat di Desa Pandansari hanya terdapat satu puskesmas pembantu dan satu bidan praktek, mengenai fasilitas kesehatan ada satu posyandu dalam lingkup kegiatan program pokok PKK.

#### **2.3.4.2. Fasilitas Pendidikan**

Pembangunan di sektor pendidikan bertujuan mencerdaskan kehidupan bangsa yang diselenggarakan secara terpadu serta diarahkan pada pemerataan dan perluasan kesempatan belajar pendidikan dasar dan menengah, serta peningkatan dan pengembangan pendidikan kejuruan. Keberhasilan pendidikan akan sangat tergantung pada kelengkapan sarana dan prasarannya termasuk para pendidik (guru). Pengadaan fasilitas pendidikan, dapat dilakukan oleh pihak pemerintah (negeri), pihak swasta, serta dapat juga atas kerjasama pemerintah dengan swasta. Fasilitas pendidikan yang terdapat di Desa Pandansari terdiri dari lembaga pendidikan di bawah naungan Dinas Pendidikan Kabupaten Malang yang meliputi fasilitas TK, SD, SMP, SMU. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.9.

**Tabel 2.9.**  
**Jumlah Fasilitas Pendidikan (Unit)**  
**Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Desa	TK		SD/ Sederajat		SMP/ Sederajat		SMU/ Sederajat	
		Negeri	Swasta	Negeri	Swasta	Negeri	Swasta	Negeri	Swasta
1	Krajan	1	1	1	-	-	1	-	-
2	Sukosari	-	1	-	-	-	-	-	-
3	Wonosari	-	1	1	-	-	-	-	-
Jumlah		1	3	2	-	-	1	-	-

*Sumber: Potensi Desa Pandansari*

#### 2.3.4.3. Fasilitas Peribadatan

Fasilitas peribadatan yang ada di Desa Pandansari meliputi Masjid dan Langgar. Jumlah fasilitas peribadatan berupa masjid sebanyak 1 unit dan 6 unit langgar/musholla yang tersebar di seluruh desa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.10.

**Tabel 2.10.**  
**Jumlah Fasilitas Peribadatan (Unit)**  
**Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Masjid	Musholla	Gereja	Pura	Wihara
1	Krajan	1	3	-	-	-
2	Sukosari	0	1	-	-	-
3	Wonosari	0	2	-	-	-
Jumlah		1	6	-	-	-

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

#### 2.3.4.4. Fasilitas Umum

Fasilitas umum merupakan fasilitas-fasilitas yang dalam penggunaannya dapat dimanfaatkan secara bersama-sama oleh masyarakat umum, tanpa perbedaan golongan atau kelompok. Lokasinya biasanya menyebar di tengah lingkungan pemukiman, atau bisa juga berlokasi di tengah pemukiman dengan radius pelayanan yang merata. Fasilitas Umum yang berada di Desa Pandansari hingga tahun 2010 hanya terdiri dari Kantor Desa yang bertempat di Dusun Krajan dan fasilitas makam umum serta lapangan sepak bola.

### 2.3.5. Utilitas

Sarana dan prasarana utilitas yang terdapat di Desa Pandansari adalah jaringan listrik, jaringan drainase dan sampah. Untuk utilitas listrik belum seluruhnya masyarakat di Desa Pandasari menikmati PLN sebagai sumber listrik, dari 1.647 kepala keluarga yang menggunakan listrik ada 1.102 kepala keluarga. Sedangkan yang belum teraliri listrik ada 545 kepala keluarga. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.11.

**Tabel 2.11.**  
**Utilitas Listrik Desa Pandansari**  
**Tahun 2010**

No	Desa	Jumlah Pelanggan (KK)		
		PLN	Non PLN	
			Petromak	Teplok
1	Dusun Krajan	1.102	70	-
2	Dusun Sukasari	-	181	-
3	Dusun Wonosari	-	294	-
Jumlah		1.102	545	-

*Sumber :: Potensi Desa Pandansari*

Untuk air minum di Desa Pandansari hampir seluruh penduduk menggunakan sumur (sumur pompa maupun sumur timba) dan sebagian kecil menggunakan sungai. Mengenai utilitas drainase sebagian besar merupakan saluran drainase terbuka. Dari hasil survey, drainase di Desa Pandasari memiliki kedalaman rata-rata antara 0,5 – 1 meter.

Sedangkan untuk jaringan sampah sebagian penduduk di Desa Pandansari mengolah sampah mereka dengan cara membakar atau menimbun sampah tersebut mengingat halaman rumah-rumah yang ada cukup luas.

### 2.3.6. Aspek Ternak Sapi

Untuk unit peternakan di Desa Pandansari yang terbesar adalah peternakan sapi, dari 1.647 kepala keluarga yang memiliki sapi ada 1.168 kepala keluarga. Dusun Krajan kepala keluarga yang memiliki ternak sapi berjumlah 832 KK, sedangkan Dusun Sukasari ada 128 KK dan Dusun Wonosari ada 208 KK. Desa Pandansari jumlah ternak sapi terbesar di Dusun Krajan yaitu 1.664 ekor sedangkan di

Dusun Sakasari sebesar 257 ekor dan di Dusun Wonosari sebesar 417 ekor. Lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 2.12.

**Tabel 2.12.**  
**Jumlah Kepala Keluarga Yang Memiliki Ternak Sapi**  
**Di Desa Pandansari**  
**Tahun 2010**

No	Dusun	Jumah Kepala Keluarga (KK)
1	Dusun Krajan	832
2	Dusun Sukasari	128
3	Dusun Wonosari	208
Jumlah		1.168

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

Desa Pandansari jumlah rata-rata tiap kepala keluarga memiliki 4 ekor sapi, Secara keseluruhan jumlah ternak di Desa Pandasari sebesar 3.032 ekor sapi. Dusun terbesar yang memiliki ternak sapi adalah Dusun Krajan yaitu memiliki 1.664 ekor, dan Dusun Sukasari memiliki 544 ekor sapi sedangkan Dusun Wonosari ada 824 ekor sapi. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 2.13.

**Tabel 2.13.**  
**Jumlah Ternak Sapi**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Jumlah Ternak Sapi (Ekor)
1	Dusun Krajan	1.664
2	Dusun Sukasari	544
3	Dusun Wonosari	824
Jumlah		3.032

*Sumber : Potensi Desa Pandansari*

Sebagai perkiraan, Biogas yang dihasilkan oleh 1 ekor sapi cukup untuk memberikan energi bagi keperluan masak dan penerangan listrik satu orang. Jika 1 kepala keluarga yang terdiri atas empat orang, maka membutuhkan tinja 4 ekor sapi untuk masak dan penerangan. Kebutuhan energi tersebut berdasarkan ukuran Desa yang memiliki cara hidup sederhana.

Jumlah sapi di Desa Pandansari pada tahun 2010 exsisting adalah 3.032 ekor yang berarti dapat untuk mengaliri 758 rumah tangga. Sedangkan kepala rumah tangga yang belum teraliri listrik pada tahun 2010 adalah 545 KK. Hal tersebut berarti jumlah ternak pada tahun 2010 masih mencukupi untuk kebutuhan listriknya.



### **BAB III**

## **ANALISA PEMETAAN, ENERGI ALTERNATIF, LISTRIK DESA PANDANSARI KECAMATAN PONCOKUSUMO**

### **3.1. Analisa Kependudukan Desa Pandansari**

#### **3.1.1. Pertumbuhan Penduduk Desa Pandansari**

Analisa pertumbuhan penduduk dilakukan berdasarkan pertumbuhan jumlah penduduk rata-rata di Desa Pandansari yaitu sebesar 0,003 per tahun dari tahun 2008 sampai tahun 2010. Pertumbuhan penduduk dipengaruhi oleh faktor alamiah yaitu kelahiran-kematian. Sedangkan faktor migrasi sangat kecil sekali. Dari hasil analisa kecenderungan perkembangan yang ada di Desa Pandansari tidak terdapat kegiatan yang dapat menimbulkan sesuatu kegiatan yang berpengaruh. Terdapat kegiatan pariwisata yang akan dikembangkan, tetapi kondisinya saat ini belum ada realisasi yang nyata dan pariwisata yang dikembangkan adalah pariwisata alam dan agro wisata yang cenderung mempunyai dampak yang kecil terhadap penyerapan tenaga kerja. Dengan asumsi tersebut maka diperkirakan tidak terjadi pertumbuhan penduduk yang pesat selain dari hasil proyeksi penduduk yang didasarkan dari pertumbuhan penduduk setempat.

Proyeksi penduduk di Desa Pandansari dilakukan selama 10 tahun yaitu dari tahun 2010 sampai tahun 2020. Proyeksi penduduk dilakukan dengan dua metode yaitu metode proyeksi linier. Metode ini merupakan penghalusan model polinomial karena akan memberikan penyimpangan minimum atas data masa lampau. Untuk menentukan model yang digunakan terlebih dahulu dilakukan perbandingan atau komparasi. Berdasarkan hasil komparasi yang akan dilakukan maka akan menentukan jenis model yang digunakan dalam memproyeksikan penduduk di Desa Pandansari yang sesuai dengan jumlah penduduk eksisting. Berikut ini komparasi yang dilakukan terhadap kecocokan model linier dengan menggunakan rumus linier seperti yang tertulis di bab 1, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1.**  
**Uji Kecocokan Model Linier**  
**Tahun 2008 - 2010**

No	Tahun	Eksisting	Hasil Hitung
1.	2008	6.393	6.387
2.	2009	6.475	6.469
3.	2010	6.587	6.581

*Sumber : Hasil Analisa*

Berdasarkan model proyeksi tersebut, maka didapat bahwa model linier sesuai jumlahnya hampir sama dengan jumlah penduduk eksisting. Melihat kondisi hasil proyeksi yang mempunyai pertambahan penduduk sedikit sekali maka digunakan model linier. Selain itu penggunaan model linier sesuai dengan skenario perkembangan yang optimis dan asumsi pengembangan berdasarkan target pengembangan. Berdasarkan proyeksi dengan model linier jumlah penduduk Desa Pandansari sampai dengan tahun 2020 adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2.**  
**Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Pandansari**  
**Tahun 2010 - 2020**

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1.	2010	6.587
2.	2015	9.451
3.	2020	13.747

*Sumber : Hasil Analisa*

Dengan asumsi 1 Keluarga Keluarga dihuni 4 orang maka jumlah kepala keluarga adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.3.**  
**Proyeksi Jumlah Kepala Keluarga Desa Pandansari**  
**Tahun 2010 - 2020**

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah KK
1.	2010	6.587 : 4	1.647
2.	2015	9.451 : 4	2.363
3.	2020	13.747 : 4	3.437

*Sumber : Hasil Analisa*

**3.1.2. Kepadatan Penduduk**

Sesuai dengan jumlah penduduk tahun proyeksi 2011 di wilayah Desa Pandansari memiliki kepadatan penduduk 7 jiwa/ha, maka diperkirakan sampai dengan tahun 2015 Desa Pandansari memiliki kepadatan penduduk 10 jiwa/ha. Sedangkan pada tahun proyeksi 2020 Desa Pandansari akan mempunyai kepadatan penduduk 14 jiwa/ha. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 3.4.

**Tabel 3.4.**  
**Proyeksi Kepadatan Penduduk di Desa Pandansari**  
**Tahun 2010 – 2020**

No	Tahun	Jumlah	Luas	Kepadatan Penduduk
		Penduduk	(Ha)	(Jiwa/Ha)
1	2010	6.587	951	7
2	2015	9.451	951	10
3	2020	13.747	951	14

*Sumber : Hasil Analisa*

**3.2. Analisa Energi Alternatif Ketenagalistrikan di Desa Pandansari**

Energi listrik di pedesaan seperti di Desa Pandansari, diperlukan suatu pola baru energi ketenagalistrikan sehingga program pemerataan pembangunan dibidang kelistrikan segera terwujud dengan memanfaatkan sumber energi setempat. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan masuknya jaringan distribusi dari PT. PLN (Persero) yang sulit dilakukan dengan terkendalanya lokasi jauh dari jaringan terdekat dan perhitungan ekonomi (investasi) yang tidak memungkinkan.

Kemandirian Desa Pandansari bila melakukan program listrik Desa yang berbasis pada energi listrik setempat dan dapat menyediakan kebutuhan listrik diharapkan dapat lebih meningkatkan kehidupan masyarakat dan produktifitas kegiatan terutama pengembangan usaha kecil dan menengah guna meningkatkan pendapatan.

Pemanfaatan sumber-sumber daya energi baru dan terbarukan, seperti air, matahari, dan biogas, mengalami peningkatan yang cukup tajam. Kecenderungan ini tentu akan terus bertahan seiring dengan makin berkurangnya cadangan minyak bumi serta batubara, yang pada saat ini masih merupakan primadona bahan bakar bagi

pembangkit listrik. Pemanfaatan sumber daya energi terbarukan sebagai bahan baku produksi energi listrik mempunyai kelebihan antara lain;

- relatif mudah didapat
- dapat diperoleh dengan gratis, berarti biaya operasional sangat rendah,
- tidak mengenal problem limbah,
- proses produksinya tidak menyebabkan kenaikan temperatur bumi, dan
- tidak terpengaruh kenaikan harga bahan bakar.

Potensi sumber daya energi terbarukan, seperti; matahari, angin dan air, ini secara prinsip memang dapat diperbarui, karena selalu tersedia di alam. Namun pada kenyataannya potensi yang dapat dimanfaatkan adalah terbatas. Tidak di setiap daerah dan setiap waktu; matahari bersinar cerah air jatuh dari ketinggian dan mengalir deras serta angin bertiup dengan kencang. Di sebabkan oleh keterbatasan-keterbatasan tersebut, nilai sumber daya energi sampai saat ini belum dapat begitu menggantikan kedudukan sumber daya energi fosil sebagai bahan baku produksi energi listrik. Oleh sebab itu energi terbarukan ini lebih tepat disebut sebagai energi aditif, yaitu sumber daya energi tambahan untuk memenuhi peningkatan kebutuhan energi listrik, serta menghambat atau mengurangi peranan sumber daya energi fosil.

### **3.2.1. Pemanfaatan Energi Surya**

Energi panas matahari merupakan salah satu energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi, dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Di jelaskan bahwa energi matahari yang tersedia adalah sebesar 81.000 TerraWatt sedangkan yang dimanfaatkan masih sangat sedikit.

Energi surya langsung berasal dari sebagian energi surya yang dipantulkan kembali ke atmosfer sebanyak 14% dari energi surya yang dipancarkan ke bumi berupa energi gelombang merah infra. Energi ini dapat dikonversi menjadi energi; termal, termal listrik dan listrik langsung. Hasil konversi energi menjadi energi termal dapat digunakan langsung untuk proses pengeringan berbagai macam bahan dan untuk pemanasan. Energi termal ini juga dapat digunakan sebagai sumber panas dari suatu pembangkit listrik atau pompa irigasi dengan menggunakan kolektor jenis datar maupun parabola. Panas digunakan untuk penguapan air atau fluida lain yang selanjutnya dipakai untuk penggerakan turbin uap/pompa torak. Turbin uap dipakai

untuk memutar generator yang menghasilkan listrik dan dikenal sebagai Konversi Surya Termis Elektris (KSTE). Konversi energi surya menjadi energi langsung, diperoleh melalui proses foto voltaik yang mempergunakan lapisan-lapisan tipis silicon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya. Energi listrik yang dihasilkan adalah arus searah yang dapat digunakan langsung atau disimpan lebih dahulu pada baterai.

Dari uraian diatas pemanfaatan energi surya apabila diterapkan di Desa Pandansari kurang berpotensi hal ini dikarenakan :

1. Lama penyinaran matahari rata-rata diwaktu musim hujan terbatas
2. Jumlah bulan basah rata-rata 8 bulan
3. Sistem hanya bisa digunakan pada saat matahari bersinar dan tidak bisa digunakan ketika malam hari atau pada saat cuaca berawan.
4. Investasi relatif mahal.

### **3.2.2. Pemanfaatan Energi Air**

Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dad instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari istalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (flow capacity) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah head. Mikrohidro juga dikenal sebagai white resources dengan teluemahan bebas bisa dikatakan "*energi putih*". Dikatakan demikian karena instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang telah disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi perbedaan ketinggiannya dengan daerah tertentu (tempat instalasi akan dibangun) dapat diubah menjadi energi listrik

Dari uraian diatas pemanfaatan energi air apabila diterapkan di Desa Pandansari kurang berpotensi hal ini dikarenakan :

- Topografi relatif landai
- Debit musim kemarau kecil
- Air Sungai mengalir hanya pada saat musim penghujan.

### **3.2.3. Pemanfaatan Energi Biogas**

Salah satu sumber energi alternatif adalah biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion. Proses ini merupakan peluang besar untuk menghasilkan energi alternatif sehingga akan mengurangi dampak penggunaan bahan bakar fosil.

Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut anaerobik digestion Gas yang dihasilkan sebagian besar (lebih 50 % ) berupa metana. material organik yang terkumpul pada digester (reaktor) akan diuraikan menjadi dua tahap dengan bantuan dua jenis bakteri. Tahap pertama material organik akan didegradasi menjadi asam lemak dengan bantuan bakteri pembentuk asam. Bakteri ini akan menguraikan sampah pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Hidrolisis yaitu penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti lemak, protein, karbohidrat menjadi senyawa yang sederhana.

Setelah material organik berubah menjadi asam lemak, maka tahap kedua dari proses anaerobik digestion adalah pembentukan gas metana dengan bantuan bakteri pembentuk metana seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, *methano bacterium*. Perkembangan proses Anaerobik digestion telah berhasil pada banyak aplikasi. Proses ini memiliki kemampuan untuk mengolah sampah / limbah yang keberadaanya melimpah dan tidak bermanfaat menjadi produk yang lebih bernilai. Aplikasi anaerobik digestion telah berhasil pada pengolahan limbah industri, limbah pertanian limbah peternakan dan municipal solid waste (MSW).

Konversi limbah melalui proses anaerobik digestion dengan menghasilkan biogas memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

- ➡ biogas merupakan energi tanpa menggunakan material yang masih memiliki manfaat termasuk biomassa sehingga biogas tidak merusak keseimbangan karbondioksida yang diakibatkan oleh penggundulan hutan (deforestation) dan perusakan tanah.
- ➡ Energi biogas dapat berfungsi sebagai energi pengganti bahan bakar fosil sehingga akan menurunkan gas rumah kaca di atmosfer dan emisi lainnya.
- ➡ Metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang keberadaannya di atmosfer akan meningkatkan temperatur, dengan menggunakan biogas sebagai bahan bakar maka akan mengurangi gas metana di udara.
- ➡ Limbah berupa sampah kotoran hewan dan manusia merupakan material yang tidak bermanfaat, bahkan bisa mengakibatkan racun yang sangat berbahaya. Aplikasi anaerobik digestion akan meminimalkan efek tersebut dan meningkatkan nilai manfaat dari limbah.

Selain keuntungan energi yang didapat dari proses anaerobik digestion dengan menghasilkan gas bio, produk samping seperti sludge. Material ini diperoleh dari sisa proses anaerobik digestion yang berupa padat dan cair. Masing-masing dapat digunakan sebagai pupuk berupa pupuk cair dan pupuk padat.

Pemanfaatan sumber-sumber daya energi yang terbarukan, seperti air, matahari, dan biogas, masing-masing energi alternatif tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan apabila diterapkan di Desa Pandansari, hal ini tergantung dari kondisi fisik wilayah maupun potensi bahan yang tersedia.

Salah satu energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk Desa Pandansari adalah energi biogas dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa berupa limbah dapat berupa kotoran ternak bahkan tinja manusia, sisa-sisa panen seperti jerami, sekam dan daun-daunan sortiran sayur dan sebagainya, namun, sebagian besar terdiri atas kotoran ternak. teknologi ini bisa segera diaplikasikan, terutama untuk kalangan masyarakat pedesaan yang memelihara hewan ternak sapi. Dalam rangka pemenuhan keperluan energi rumah tangga, khususnya di pedesaan, maka perlu dilakukan upaya yang sistematis untuk menerapkan berbagai alternatif energi yang layak bagi masyarakat.

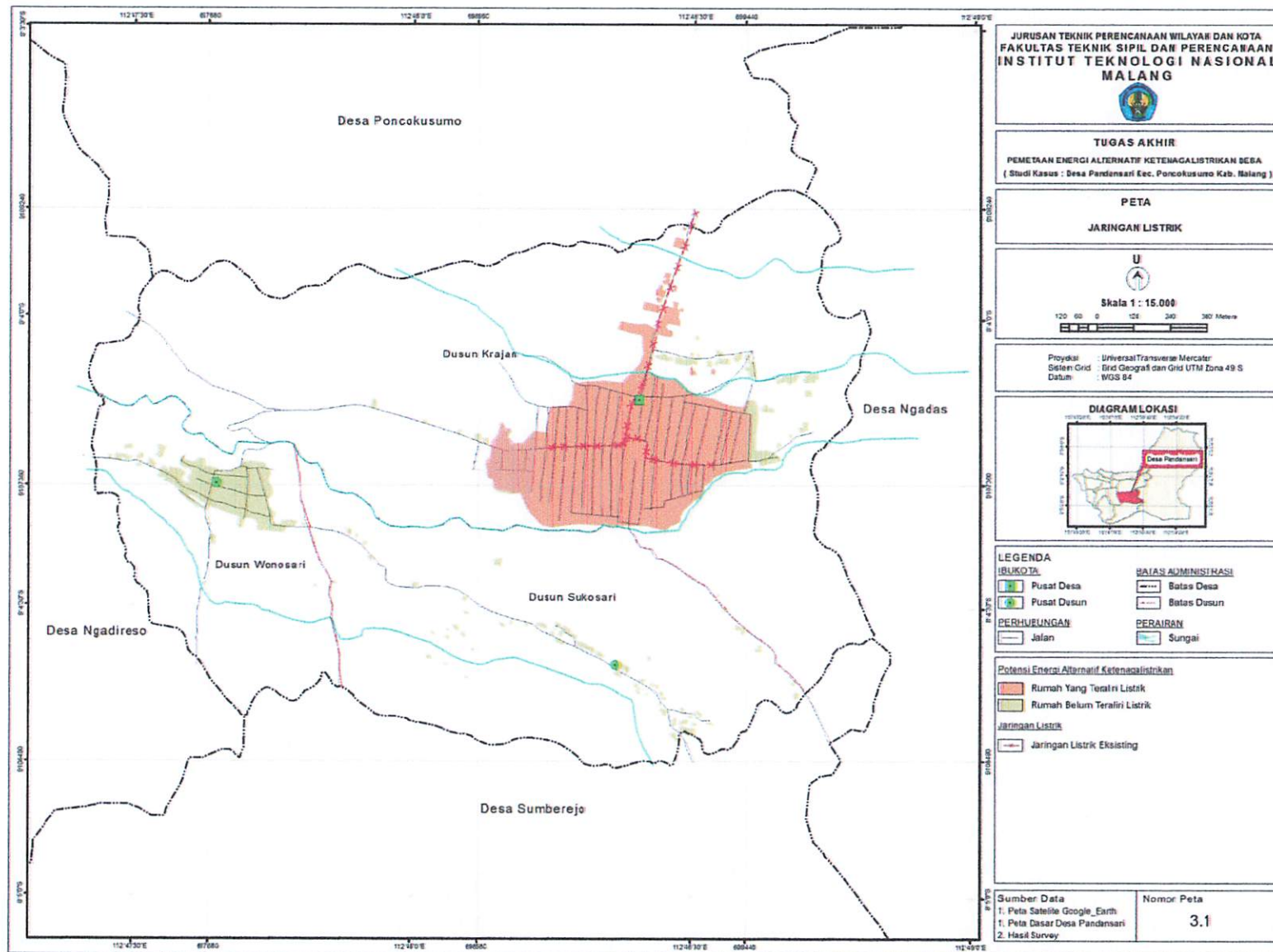
### 3.3. Analisa Kondisi Kelistrikan di Desa Pandansari

Persoalan kelistrikan di Desa Pandansari saat ini adalah pemanfaatan yang belum optimal tenaga listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Negara dan masih kurangnya pemerataan kelistrikan disektor rumah tangga khususnya di daerah terpencil akibat belum adanya jaringan distribusi yang memadai hal ini disebabkan bahwa wilayah studi berada didaerah yang kondisi geografisnya berupa perbukitan yang jauh dari pusat beban sehingga untuk pengembangannya memerlukan biaya yang cukup besar terutama untuk pembangunan infrastruktur pendukungnya. Disisi lain pembangunan sarana dan prasarana tenaga listrik memerlukan investasi yang sangat tinggi, mengingat investasi pada bidang ini bersifat padat modal dan teknologi dengan resiko investasi tinggi serta memerlukan persiapan dan kontruksi yang lama.

Desa Pandansari memiliki tiga Dusun yaitu Dusun Krajan, Sukasari dan Wonosari. Dengan jumlah penduduk 6.587 jiwa yang masing-masing Dusun Krajan adalah 4.688 jiwa, Dusun Sukasari 723 jiwa dan Dusun Wonosari adalah 1.176 jiwa. Dari keseluruhan dusun tersebut belum semua kepala keluarga teraliri listrik dari PLN. Sehingga dalam rangka pemenuhan keperluan energi rumah tangga, khususnya di pedesaan, maka perlu dilakukan upaya yang sistematis untuk menerapkan berbagai alternatif energi yang layak bagi masyarakat. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dilapangan bahwa di Desa Pandasari yang belum teraliri listrik adalah 545 kepala keluarga dari jumlah kepala keluarga keseluruhan sebesar 1.647 kepala keluarga yang masing-masing tersebar di tiga Dusun yaitu Dusun Krajan yang belum teraliri listrik adalah 70 kepala keluarga, Dusun Sukasari yang belum teraliri adalah 181 kepala keluarga sedangkan Dusun Wonosari yang belum teraliri listrik adalah 294 kepala keluarga.

Dengan memanfaatkan potensi sumber daya energi biogas yang ada diwilayah studi bahwa biogas yang tersedia di Desa Pandansari bisa mencukupi untuk kebutuhan penerangan, kepala keluarga yang belum teraliri listrik. Kepala keluarga yang teraliri listrik dan belum teraliri listrik jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.5. dan peta 3.1.





**Tabel 3.5.**  
**Tingkat Pelayanan Energi Listrik**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Jumlah Penduduk (KK)	Penduduk Yang Belum Teraliri (KK)	Penduduk Yang Teraliri (KK)
1	Dusun Krajan	1.172	70	1.102
2	Dusun Sukasari	181	181	-
3	Dusun Wonosari	294	294	-
Jumlah		1.647	545	1.102

*Sumber : Hasil Analisa*

**3.4. Analisa Potensi Ternak**

Ternak sapi sangat baik dan memiliki nilai lebih apabila di manfaatkan kotoran sapi tiap harinya. Hasil penelitian dinas peternakan 1 ekor sapi bila di buat menjadi biogas dapat menghasilkan  $\pm 2$  m3 gas per hari. Bila dilihat dari data yang ada di Desa Pandansari dari tiap Dusun, seperti Dusun Krajan memiliki 1.664 ekor sapi bila di kelola dengan benar bisa menghasilkan 3.328 M3 biogas. Dusun Sukasari memiliki 544 ekor sapi bila di kelola kotoran sapinya menjadi biogas menghasilkan 1.088 m3 biogas. Dusun Wonosari dengan jumlah ternak 824 ekor bisa menghasilkan 1.648 m3 biogas. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 3.6.

**Tabel 3.6.**  
**Jumlah Ternak Sapi & Jumlah Biogas**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Jumlah Ternak Sapi (Ekor)	Jumlah Biogas (m3)	Jumlah (Watt)
1	Dusun Krajan	1.664	3.328	187.200
2	Dusun Sukasari	544	1.088	61.200
3	Dusun Wonosari	824	1.648	92.700
Jumlah		3.032	6.064	341.100

*Sumber : Hasil Analisa*

Desa Pandansari memiliki jumlah ternak sebesar 3.032 ekor sapi. kepemilikan sapi hampir seluruh kepala keluarga memiliki ternak sapi, dari 1.647 kepala keluarga yang memiliki sapi adalah 1.168 kepala keluarga sedangkan kepala keluarga yang tidak memiliki sapi adalah 479 Kepala keluarga. Dusun Krajan dengan jumlah ternak sapi adalah 1.664 ekor dimiliki oleh 832 kepala keluarga sedangkan Dusun Sukasari

kepala keluarga yang memiliki sapi adalah 128 KK dan yang tidak memiliki sapi adalah 53 KK. Dusun wonosari kepala keluarga yang memiliki ternak adalah 208 KK, yang tidak memiliki ternak adalah 86 KK sedangkan jumlah ternak sapi adalah 824 ekor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di tabel 3.7. dan peta 3.2.

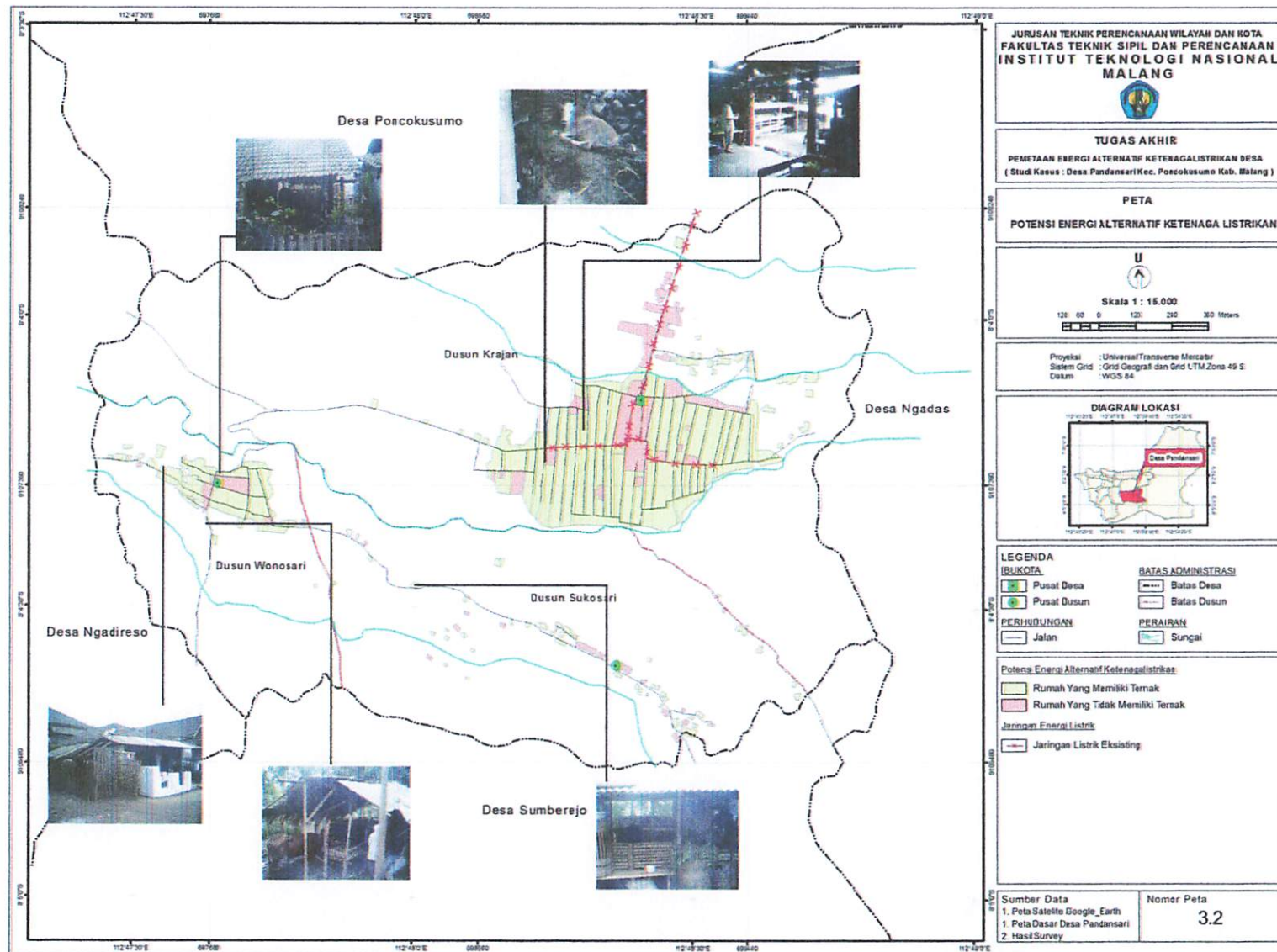
**Tabel 3.7.**  
**Jumlah Kepemilikan Ternak Sapi**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Jumlah Ternak Sapi (Ekor)	Penduduk Yg Memiliki Sapi (KK)	Penduduk Yg Tidak Memiliki Sapi (KK)
1	Dusun Krajan	1.664	832	340
2	Dusun Sukasari	544	128	53
3	Dusun Wonosari	824	208	86
Jumlah		3.032	1.168	479

*Sumber : Hasil Analisa*

**3.5. Analisa Perbandingan Energi Biogas Dengan Bahan Bakar Lain.**

Kotoran ternak sapi yang menghasilkan biogas bisa juga dikonversi dalam bentuk gas elpiji. Perbandingan 1 m3 biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi sama dengan 0,46 Kg gas elpiji. Untuk Desa Pandansari biogas yang dihasilkan sebesar 6.064 M3 setara dengan 2.789 kg gas elpiji. Dusun Krajan jumlah biogas yang dihasilkan 3.328 m3 bisa setara dengan 1.531 Kg gas elpiji. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 3.8.





**Tabel 3.8.**  
**Perbandingan Biogas denganElpiji/Kg**  
**Di Desa Pandansari**

No	Dusun	Jumlah Biogas (M3)	Hasil (Kg) 1 m3 = 0,46 kg
1	Dusun Krajan	3.328	1.531
2	Dusun Sukasari	1.088	500
3	Dusun Wonosari	1.648	758
Jumlah		6.064	2.789

*Sumber : Hasil Analisa*

Jika kotoran ternak sapi dikonversi dengan minyak tanah, 1 m3 biogas sama dengan 0,62 liter minyak tanah, Perbandingan ini bila dilihat dari hasil perhitungan biogas tiap Dusun yang ada di Desa Pandansari akan menghasilkan 2.063 liter untuk Dusun Krajan, sedangkan Dusun Sukasari ada 318 liter, sedangkan Dusun Wonosari ada 1.345 liter. Lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 3.9.

**Tabel 3.9.**  
**Perbandingan Biogas dengan Minyak Tanah**  
**Di Desa Pandansari**

No	Dusun	Jumlah Biogas (M3)	Hasil 1 m3 = 0,62 liter
1	Dusun Krajan	3.328	2.063
2	Dusun Sukasari	1.088	674
3	Dusun Wonosari	1.648	1.021

*Sumber : Hasil Analisa*

Sedangkan Hasil perhitungan secara finansial dengan perbandingan 1 liter dengan nilai Rp. 4000,-. Dusun Krajan dengan jumah 2.063 liter memiliki nilai Rp. 8.252.000, Dusun Sukasari Rp. 2.696.000, sedangkan Dusun Wonosari memiliki nilai Rp. 4.084.000. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 3.10.

**Tabel 3.10.**  
**Jumlah Nilai Minyak Tanah**  
**Di Desa Pandansari**

No	Dusun	Jumlah (Liter)	Hasil (Kg) 1 liter = Rp.4000,-
1	Dusun Krajan	2.063	Rp. 8.252.000
2	Dusun Sukasari	674	Rp. 2.696.000
3	Dusun Wonosari	1.021	Rp. 4.084.000

*Sumber : Hasil Analisa*

Jika jumlah biogas per 1 m<sup>3</sup> dibandingkan dengan kayu bakar bisa menghasilkan 3,50 Kg kayu bakar. Dalam hitungan per hari Dusun Krajan bisa menghasilkan kayu bakar 11.648 Kg dan Dusun Sukasari ada 3.808 Kg sedangkan Dusun Wonosari ada 5.768 Kg. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 3.11.

**Tabel 3.11.**  
**Jumlah Biogas (Kayu Bakar)**  
**Di Desa Pandansari**

No	Dusun	Jumlah Biogas (M3)	Hasil (Kg) 1 m <sup>3</sup> = 3,50 kg
1	Dusun Krajan	3.328	11.648
2	Dusun Sukasari	1.088	3.808
3	Dusun Wonosari	1.648	5.768

*Sumber : Hasil Analisa*

**3.6. Analisa Kebutuhan Energi Alternatif Desa Pandansari.**

Kebutuhan energi biogas kepala keluarga yang belum teraliri listrik di Desa Pandansari dibutuhkan energi biogas sebesar 4.350 M<sup>3</sup>. Dari ketiga Dusun yang ada, Dusun Krajan dengan jumlah rumah yang belum teraliri listrik adalah 70 KK sehingga kebutuhan biogasnya adalah 560 M<sup>3</sup> sedangkan Dusun Sukasari yang belum teraliri listrik ada 181 KK dengan jumlah 723 jiwa, untuk kebutuhan energi listriknya dibutuhkan 1.088 M<sup>3</sup> biogas dan Dusun Wonosari dengan jumlah penduduk 1.176 jiwa atau 294 KK membutuhkan biogas 1.648 M<sup>3</sup>. Melihat ketersediaan biogas di Desa Pandansari dan jumlah ternak yang ada maka kebutuhan penduduk yang belum teraliri listrik akan terpenuhi energi listriknya. lebih jelasnya lihat tabel 3.12

**Tabel 3.12.**  
**Kebutuhan Energi Alternatif Biogas (M3)**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Penduduk Yang Belum Teraliri (KK)	Kebutuhan Biogas Biogas (M3)	Ketersediaan Biogas (M3)
1	Dusun Krajan	70	560	3.328
2	Dusun Sukasari	181	1.448	1.088
3	Dusun Wonosari	294	2.352	1.648
Jumlah		545	4.350	6.064

*Sumber : Hasil Analisa*

Desa Pandansari kebutuhan energi listriknya adalah 245.250 watt yang masing-masing Dusun adalah Dusun Krajan kebutuhan energi kepala keluarga yang belum teraliri adalah 31.500 watt dan Dusun Sukasari kebutuhan energi listriknya adalah 81.450 watt sedangkan Dusun Wonosari kebutuhan energi listriknya adalah 132.250 watt. Untuk ketersediaan energi listriknya adalah 341.100 watt. Lebih jelas lihat tabel 3.13.

**Tabel 3.13.**  
**Kebutuhan Energi Alternatif Biogas (Watt)**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2010**

No	Dusun	Penduduk Yang Belum Teraliri (KK)	Kebutuhan Biogas (Watt)	Ketersediaan Biogas (Watt)
1	Dusun Krajan	70	31.500	187.200
2	Dusun Sukasari	181	81.450	61.200
3	Dusun Wonosari	294	132.300	92.700
Jumlah		545	245.250	341.100

*Sumber : Hasil Analisa*

Jadi pada tahun 2010 kebutuhan listrik di Desa Pandansari secara keseluruhan masih terpenuhi, ketersediaan sumber daya energi biogas adalah 341.100 Watt sedangkan kebutuhan energi listrik desa Pandansari adalah 245.250 watt. Sehingga sisa biogas adalah 95.850 watt. Dari masing-masing dusun tingkat kebutuhan energi listriknya tidak semua terpenuhi jika mengikuti standar kebutuhan pemerintah dengan perhitungan 450 watt per kepala keluarga. Dusun Sukasari ketersediaan biogas adalah 61.200 watt dengan kebutuhan biogas adalah 81.450 watt sehingga masih membutuhkan 20.250 watt. Dusun Wonosari ketersediaan biogas adalah 92.700 watt dengan kebutuhan biogas adalah 132.300 watt sehingga masih membutuhkan 39.600 watt. Sedangkan Dusun Krajan kebutuhan listriknya adalah 31.500 watt dengan ketersediaan biogas adalah 187.200 watt. Sehingga sisa biogas adalah 155.700 watt. Lebih jelasnya lihat tabel 3.14.



**Tabel 3.14.**  
**Jumlah Kebutuhan Listrik**  
**Di Desa Pandansari 2010**

No	Dusun	Jumlah KK	Ketersediaan Biogas Listrik (Watt)	Kebutuhan Biogas Listrik (Watt)	Sisa Biogas (Watt)
1	Dusun Krajan	70	187.200	31.500	155.700
2	Dusun Sukasari	181	61.200	81.450	- 20.250
3	Dusun Wonosari	294	92.700	132.300	-39.600
Jumlah		545	341.100	245.250	95.850

*Sumber : Hasil Analisa*

### 3.7. Analisa Proyeksi Jumlah Kebutuhan Listrik.

Analisa proyeksi kebutuhan listrik tiap Dusun di Desa Pandansari untuk tahun 2011 sampai dengan 2020 di dasarkan pada jumlah penduduk dan jumlah rumah. Sesuai dengan perhitungan kebutuhan pemerintah untuk keluarga membutuhkan 450 watt per kepala keluarga. Dengan memperhatikan jumlah penduduk pada tahun proyeksi 2011 adalah 6.587 jiwa. Maka kebutuhan listrik rumah tangga dibutuhkan 741.038 watt. Hal tersebut berarti kebutuhan listrik di Desa Pandansari dengan memperhatikan ketersediaan biogas pada tahun 2011 masih belum mencukupi untuk mengaliri kebutuhan listrik di Desa Pandansari. Untuk lebih jelasnya kebutuhan listrik pada proyeksi per tahun, dapat di lihat pada tabel 3.15 sampai dengan tabel 3.17.

**Tabel 3.15.**  
**Jumlah Kebutuhan Listrik Keseluruhan Penduduk**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2011**

No	Dusun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah (KK)	Jumlah Watt (450) (KK)
<b>Tahun Proyeksi</b>		<b>2011</b>		<b>450</b>
1	Dusun Krajan	4.688	1.172	527.400
2	Dusun Sukasari	723	181	81.338
3	Dusun Wonosari	1.176	294	132.300
Jumlah		6.587	1.647	741.038

*Sumber : Hasil Analisa*

**Tabel 3.16.**  
**Jumlah Kebutuhan Listrik Keseluruhan Penduduk**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2015**

No	Dusun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah (KK)	Jumlah Watt (450) (KK)
<b>Tahun Proyeksi</b>		<b>2015</b>		<b>450</b>
1	Dusun Krajan	6.764	1.691	760.950
2	Dusun Sukasari	1.015	254	114.188
3	Dusun Wonosari	1.672	418	188.100
<b>Jumlah</b>		9.451	2.363	1.063.238

*Sumber : Hasil Analisa*

**Tabel 3.17.**  
**Jumlah Kebutuhan Listrik Keseluruhan Penduduk**  
**Di Desa Pandansari Tahun 2020**

No	Dusun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah (KK)	Jumlah Watt (450) (KK)
<b>Tahun Proyeksi</b>		<b>2020</b>		<b>450</b>
1	Dusun Krajan	9.878	2.470	1.111.275
2	Dusun Sukasari	1.453	363	163.463
3	Dusun Wonosari	2.416	604	271.800
<b>Jumlah</b>		13.747	3.437	1.546.538

*Sumber : Hasil Analisa*

Sedangkan jumlah penduduk di Desa Pandansari pada tahun proyeksi 2011 yang belum teraliri listrik adalah 545 KK. Maka kebutuhan listrik rumah tangga dibutuhkan 245.650 watt atau setara dengan 4.360 m<sup>3</sup> biogas. Hal tersebut berarti kebutuhan listrik di Desa Pandansari jika memperhatikan ketersediaan biogas pada tahun 2011 adalah 6.064 M<sup>3</sup> masih mencukupi untuk mengaliri kebutuhan listrik kepala keluarga yang belum teraliri listrik.

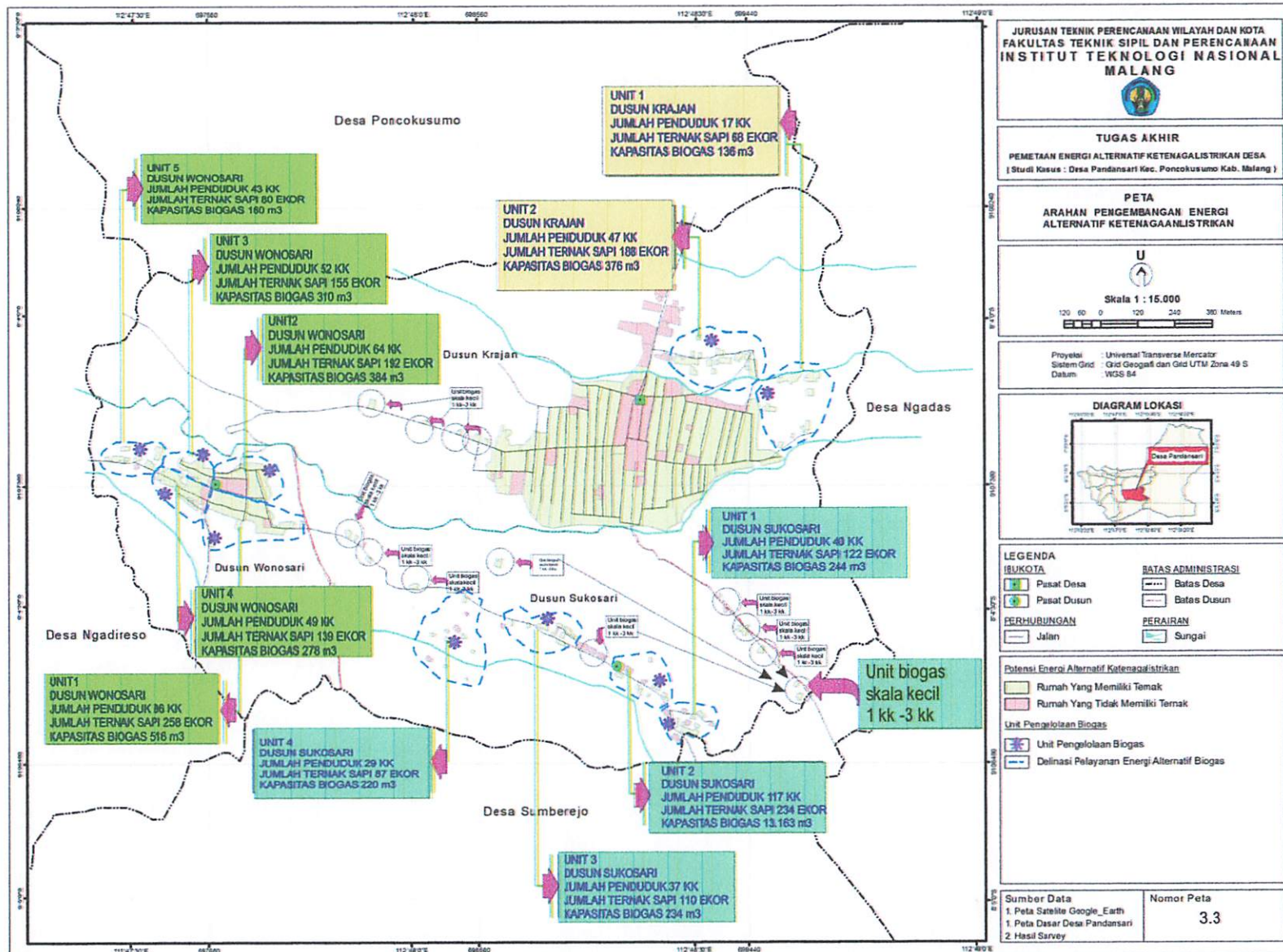
### **3.8. Analisa Pemenuhan Unit Energi Alternatif Ketenagalistrikan.**

Desa Pandansari di dalam penyebarannya, dibagi dalam tiga Dusun yaitu Dusun Krajan, Dusun Wonosari dan Dusun Sukosari. Jumlah Kepala keluarga di Dusun Krajan sebagian memusat, sedangkan jumlah Kepala Keluarga di Dusun Wonosari dan Dusun Sukosari cenderung menyebar.

Jumlah penduduk yang belum menikmati listrik, yang diharapkan dapat memanfaatkan energi ketenagalistrikan desa, dengan memanfaatkan energi biogas adalah:

#### **A. Dusun Sukosari**

- Unit 1 di Dusun Sukosari dengan jumlah penduduk 35 kepala keluarga, atau 140 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 122 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 244 m<sup>3</sup> per hari dan jumlah listrik yang dihasilkan berjumlah 13.725 Watt.
- Unit 2 di Dusun Sukosari dengan jumlah penduduk 39 kepala keluarga, atau 156 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 117 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 234 m<sup>3</sup> per hari, dan jumlah listrik yang dihasilkan berjumlah 13.163 Watt.
- Unit 3 di Dusun Sukosari dengan jumlah penduduk 37 kepala keluarga, atau 148 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 110 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 234 m<sup>3</sup> per hari, dan jumlah listrik yang dihasilkan berjumlah 12.375 Watt.
- Unit 4 di Dusun Sukosari dengan jumlah penduduk 29 kepala keluarga, atau 116 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 87 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 220 m<sup>3</sup> per hari. Lebih jelasnya mengenai analisa perhitungan jumlah biogas Dusun Sukosari dapat dilihat pada tabel 3.18 berikut, dan jumlah listrik yang dihasilkan berjumlah 9.778 Watt.
- Unit 5 di Dusun Sukosari pengolahan biogas lingkup kecil, berjumlah 36 kk yang belum teraliri listrik, jumlah ternak sapi berjumlah 108 ekor, biogas yang dihasilkan berjumlah 174 m<sup>3</sup>, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 12.150 watt. Lebih jelas dapat dilihat pada tabel 3.18.dan peta 3.3.



**Tabel 3.18**  
**Analisa Perhitungan Jumlah Biogas Desa Pandansari**  
**Dusun Sukosari Tahun 2011**

<b>DUSUN SUKOSARI (UNIT)</b>	<b>Jumlah Penduduk belum ada listrik (kk)</b>	<b>Jumlah Ternak Sapi (ekor)</b>	<b>Jumlah Biogas yang di hasilkan m3</b>	<b>Jumlah Listrik yang di hasilkan (Watt)</b>
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	40	122	244	13,725
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)	39	117	234	13,163
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)	37	110	234	12,375
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)	29	87	220	9,788
Unit 5 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil	36	108	174	12,150
<b>Jumlah Total</b>	<b>181</b>	<b>544</b>	<b>1106</b>	<b>61,200</b>

Sumber : Hasil Analisa

#### **B. Dusun Wonosari**

- Unit 1 di Dusun Wonosari dengan jumlah penduduk 86 kepala keluarga, atau 344 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 258 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 156 m3 per hari, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 29.025 watt.
- Unit 2 di Dusun Wonosari dengan jumlah penduduk 64 kepala keluarga, atau 256 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 192 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 384 m3 per hari, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 21.600 watt.
- Unit 3 di Dusun Wonosari dengan jumlah penduduk 52 kepala keluarga, atau 208 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 155 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 310 m3 per hari, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 17.438 watt.
- Unit 4 di Dusun Wonosari dengan jumlah penduduk 34 kepala keluarga, atau 136 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 135 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 270 m3 per hari, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 12.150 watt.
- Unit 4 di Dusun Wonosari dengan jumlah penduduk 49 kepala keluarga, atau 196 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 139 ekor. Perkiraan jumlah

biogas dengan kapasitas 278 m<sup>3</sup> per hari, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 15.638 watt.

- Unit 5 di Dusun Sukosari pengolahan biogas lingkup kecil, berjumlah 43 kk yang belum teraliri listrik, jumlah ternak sapi berjumlah 80 ekor, biogas yang dihasilkan berjumlah 160 m<sup>3</sup>, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 9.000 Watt. Selanjutnya mengenai analisa perhitungan jumlah biogas Dusun Wonosari dapat dilihat pada tabel 3.19 berikut :

**Tabel 3.19**  
**Analisa Perhitungan Jumlah Biogas Desa Pandasari**  
**Dusun Wonosari**

DUSUN WONOSARI (UNIT)	Jumlah Penduduk belum ada listrik (kk)	Jumlah Ternak Sapi (ekor)	Jumlah Biogas yang di hasilkan m <sup>3</sup>	Jumlah Listrik yang di hasilkan (Watt)
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	86	258	516	29,025
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)	64	192	384	21,600
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)	52	155	310	17,438
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)	49	139	278	15,638
Unit 5 (Pusat Pengolahan Biogas)	43	80	160	9,000
Jumlah Total	294	824	1,648	92,700

Sumber : Hasil Analisa

### **C. Desa Krajan**

- Unit 1 di Dusun Krajan dengan jumlah penduduk 17 kepala keluarga, atau 68 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 68 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 136 m<sup>3</sup> per hari.
- Unit 2 di Dusun Krajan dengan jumlah penduduk 47 kepala keluarga, atau 188 jiwa penduduk. Jumlah Ternah sapi berjumlah 212 ekor. Perkiraan jumlah biogas dengan kapasitas 376 m<sup>3</sup> per hari.
- Unit 3 di Dusun Sukosari pengolahan biogas lingkup kecil, berjumlah 6 kk yang belum teraliri listrik, jumlah ternak sapi berjumlah 24 ekor, biogas yang dihasilkan berjumlah 48 m<sup>3</sup>, dengan jumlah listrik yang dihasilkan 2.700 watt. Lebih jelasnya mengenai analisa perhitungan jumlah biogas Dusun Sukosari dapat dilihat pada tabel 3.20 dan peta 3.4.

**Tabel 3.20**  
**Analisa Perhitungan Jumlah Biogas Desa Pandasari**  
**Dusun Krajan**

DUSUN KRAJAN (UNIT)	Jumlah Penduduk belum ada listrik (kk)	Jumlah Ternak Sapi (ekor)	Jumlah Biogas yang di hasilkan m3	Jumlah Listrik yang di hasilkan (Watt)
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	17	68	136	7,650
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)	47	188	376	21,150
Unit 3 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil	6	24	48	2,700
Jumlah Total	70	280	560	31,500

Sumber : Hasil Analisa

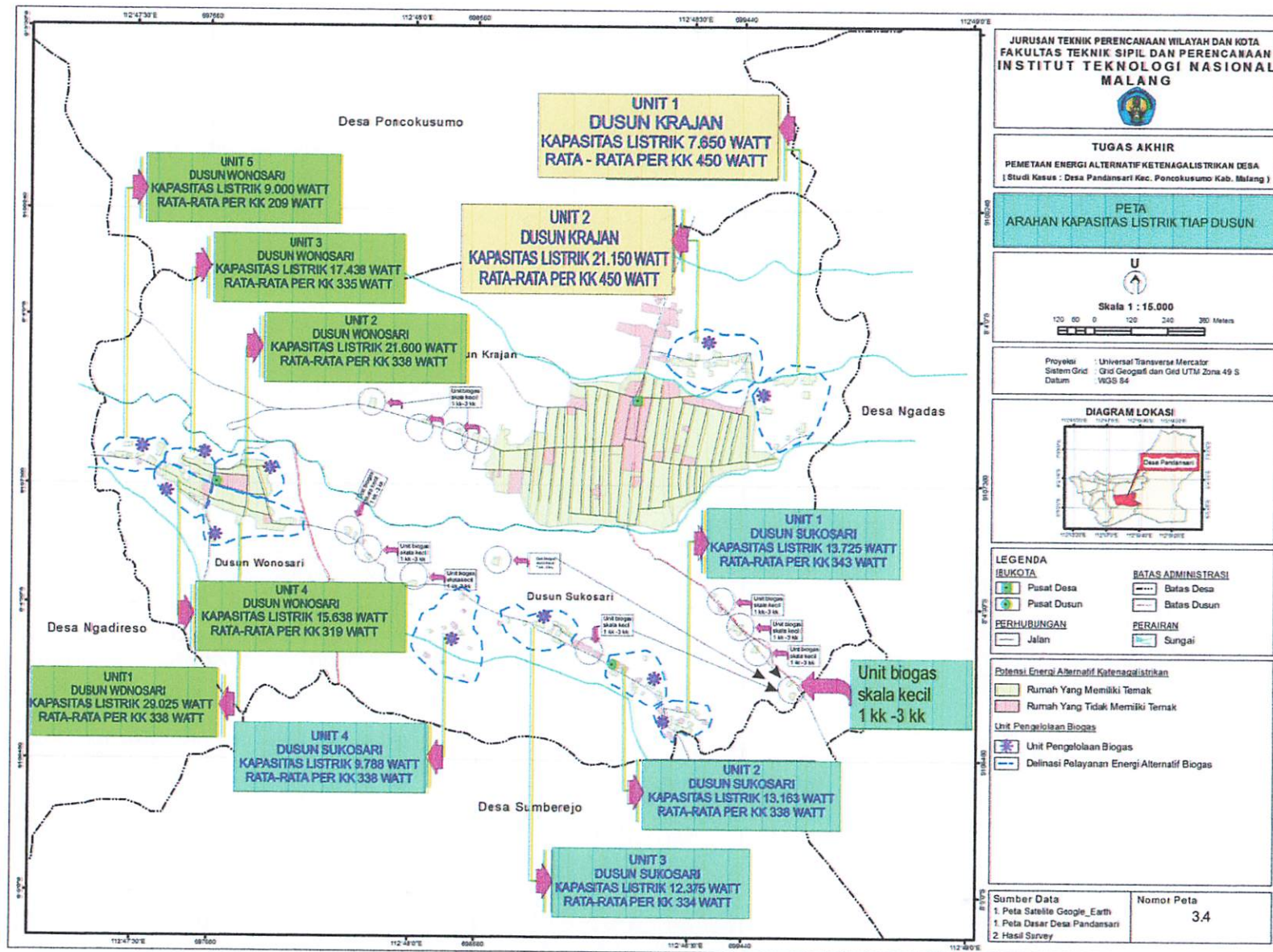
Untuk jelasnya penyebaran penduduk dan kebutuhan energi biogas di Dusun Krajan Desa Pandansari dapat dilihat pada peta 3.5.

**Tabel 3.21**  
**Analisa Perhitungan Proyeksi Desa Pandasari**  
**Dusun Krajan**

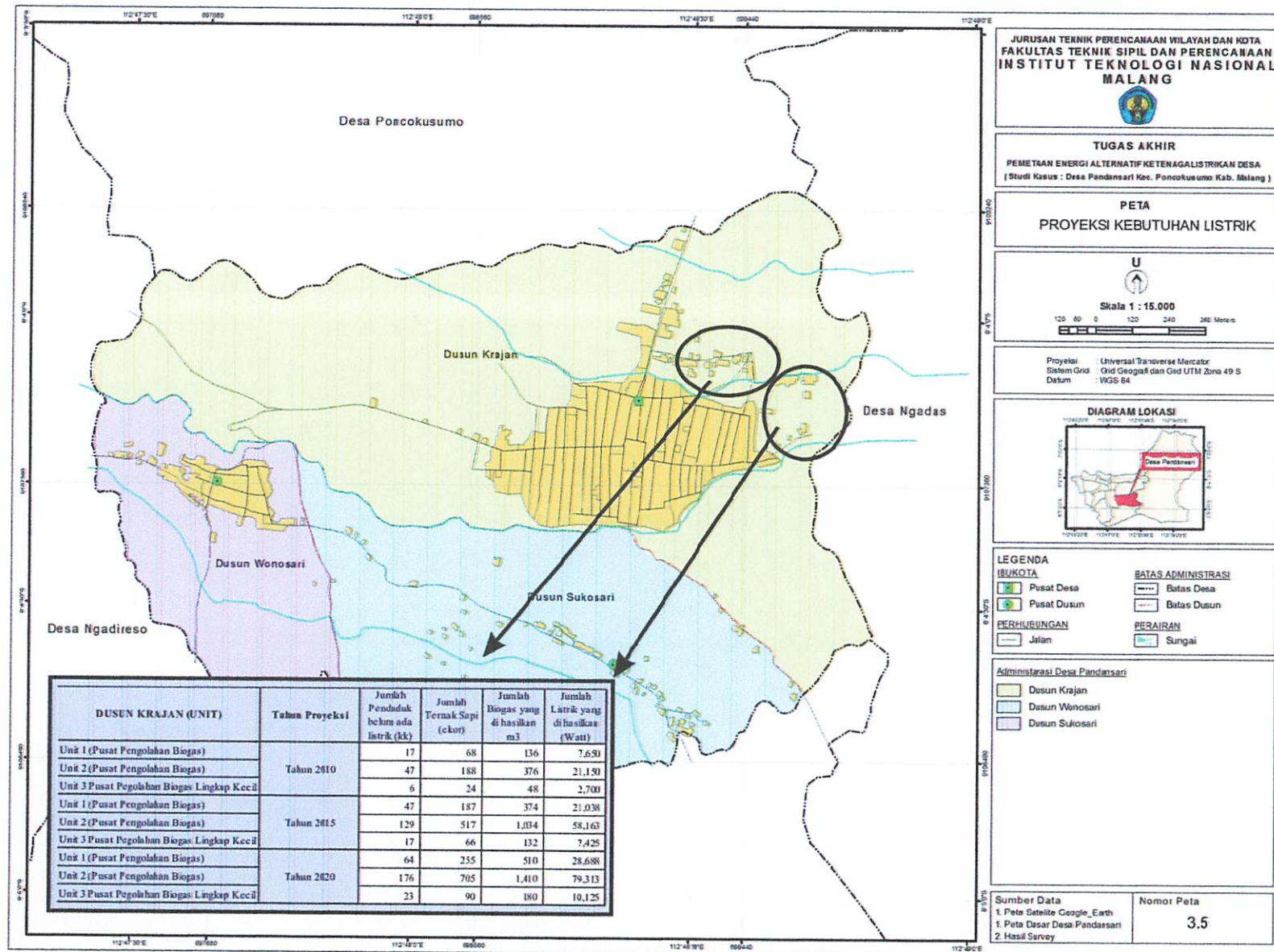
DUSUN KRAJAN (UNIT)	Tahun Proyeksi	Jumlah Penduduk belum ada listrik (kk)	Jumlah Ternak Sapi (ekor)	Jumlah Biogas yang di hasilkan m3	Jumlah Listrik yang di hasilkan (Watt)
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2010	17	68	136	7,650
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		47	188	376	21,150
Unit 3 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil		6	24	48	2,700
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2015	47	187	374	21,038
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		129	517	1,034	58,163
Unit 3 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil		17	66	132	7,425
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2020	64	255	510	28,688
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		176	705	1,410	79,313
Unit 3 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil		23	90	180	10,125

Sumber : Hasil Analisa







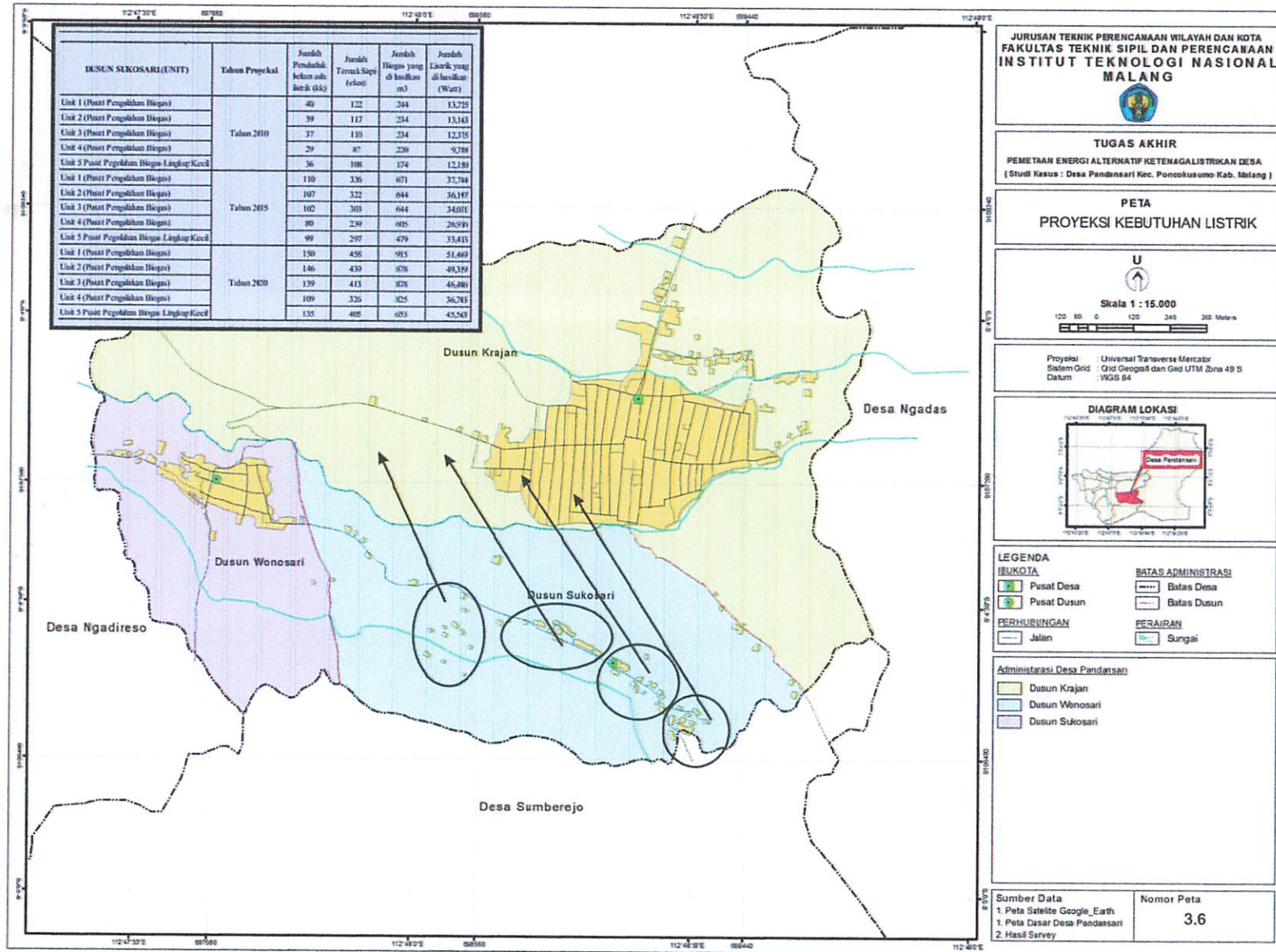


Untuk jelasnya penyebaran penduduk dan kebutuhan energi biogas di Dusun Krajan Desa Pandansari dapat dilihat pada peta 3.6.

**Tabel 3.22**  
**Analisa Perhitungan Proyeksi Desa Pandasari**  
**Dusun Sukosari**

DUSUN SUKOSARI (UNIT)	Tahun Proyeksi	Jumlah Penduduk belum ada listrik (kk)	Jumlah Ternak Sapi (ekor)	Jumlah Biogas yang di hasilkan m3	Jumlah Listrik yang di hasilkan (Watt)
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2010	40	122	244	13,725
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		39	117	234	13,163
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)		37	110	234	12,375
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)		29	87	220	9,788
Unit 5 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil		36	108	174	12,150
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2015	110	336	671	37,744
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		107	322	644	36,197
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)		102	303	644	34,031
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)		80	239	605	26,916
Unit 5 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil		99	297	479	33,413
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2020	150	458	915	51,469
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		146	439	878	49,359
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)		139	413	878	46,406
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)		109	326	825	36,703
Unit 5 Pusat Pegolahan Biogas Lingkup Kecil		135	405	653	45,563

Sumber : Hasil Analisa



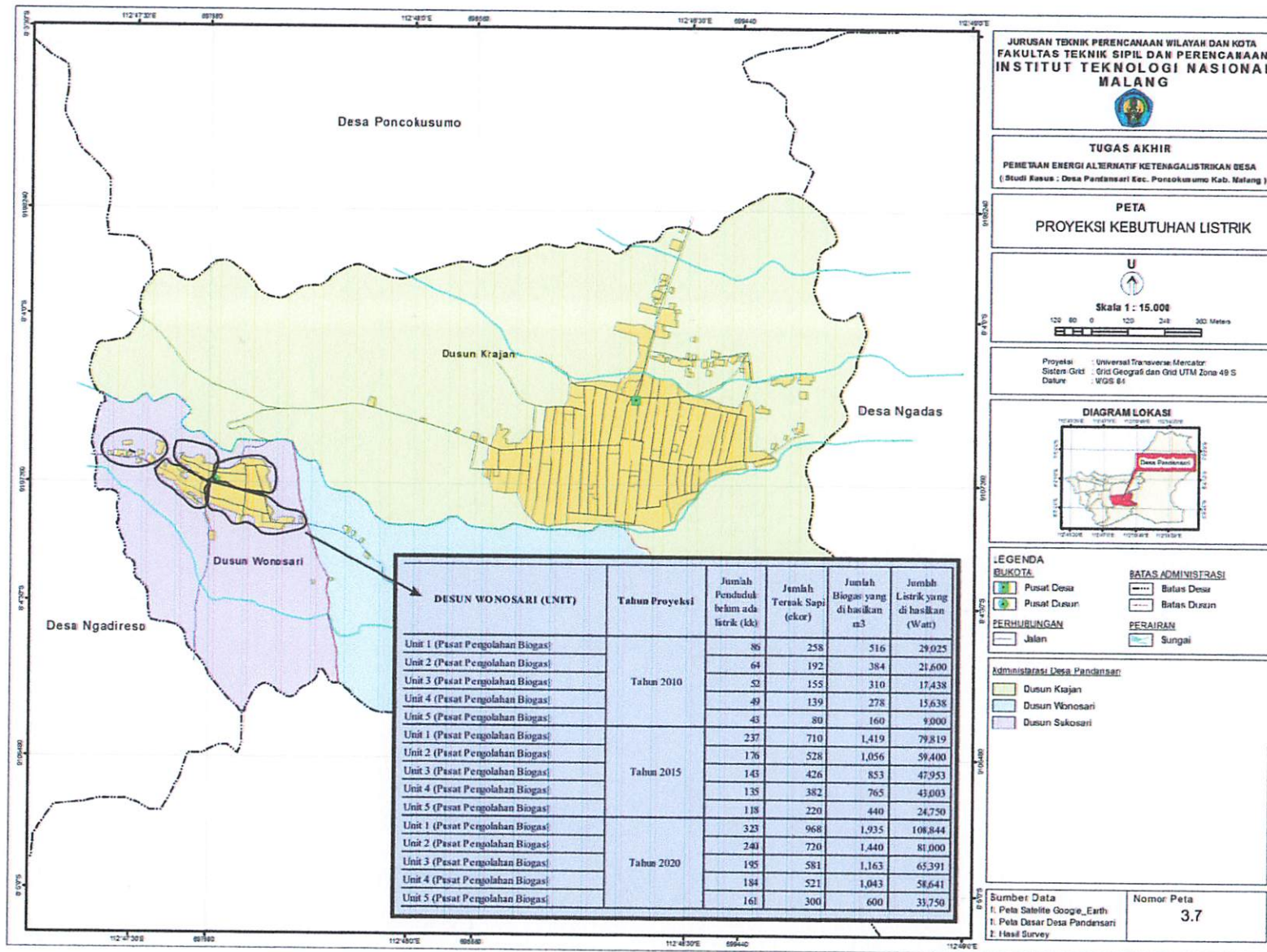
Untuk jelasnya penyebaran penduduk dan kebutuhan energi biogas di Dusun Krajan Desa Pandansari dapat dilihat pada peta 3.7.

**Tabel 3.23**  
**Analisa Perhitungan Proyeksi Desa Pandasari**  
**Dusun Wonosari**

DUSUN WONOSARI (UNIT)	Tahun Proyeksi	Jumlah Penduduk belum ada listrik (kk)	Jumlah Ternak Sapi (ekor)	Jumlah Biogas yang di hasilkan m3	Jumlah Listrik yang di hasilkan (Watt)
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2010	86	258	516	29,025
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		64	192	384	21,600
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)		52	155	310	17,438
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)		49	139	278	15,638
Unit 5 (Pusat Pengolahan Biogas)		43	80	160	9,000
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2015	237	710	1,419	79,819
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		176	528	1,056	59,400
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)		143	426	853	47,953
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)		135	382	765	43,003
Unit 5 (Pusat Pengolahan Biogas)		118	220	440	24,750
Unit 1 (Pusat Pengolahan Biogas)	Tahun 2020	323	968	1,935	108,844
Unit 2 (Pusat Pengolahan Biogas)		240	720	1,440	81,000
Unit 3 (Pusat Pengolahan Biogas)		195	581	1,163	65,391
Unit 4 (Pusat Pengolahan Biogas)		184	521	1,043	58,641
Unit 5 (Pusat Pengolahan Biogas)		161	300	600	33,750

Sumber : Hasil Analisa





## **BAB IV**

### **KESIMPULAN / REKOMENDASI**

#### **4.1. Kesimpulan**

Dalam rangka pemerataan pembangunan, maka penerangan di wilayah terisolasi atau wilayah yang belum terjangkau kebutuhan akan listrik harus dilakukan melalui pengembangan jaringan baru atau terobosan baru, salah satunya dengan peningkatan fungsi dan peran biogas sesuai dengan sumber energi alternatif yaitu di Desa Pandansari. Sehingga diperlukan terobosan baru yaitu sumber energi listrik yang bisa dikembangkan untuk peningkatan pelayanan penerangan listrik khususnya daerah terpencil seperti Desa Pandansari dengan energi biogas. Untuk memenuhi kebutuhan akan listrik diperlukan upaya pengembangan listrik yang dapat menjangkau tempat terpencil yang murah dan ramah lingkungan antara lain berupa pemanfaatan biogas. Adapun pengembangan energi alternatif di Desa Pandansari sesuai dengan potensi yang ada adalah pemanfaatan kotoran ternak sapi.

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menjawab kebutuhan energi alternatif. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion. Sehingga dengan menggali potensi sumber daya energi yang ada di wilayah studi dengan memanfaatkan kotoran ternak sapi sebagai biogas diharapkan akan terpenuhi kebutuhan listriknya.

Dengan pemanfaatan kotoran ternak yang ada di wilayah studi, yang mempunyai potensi yang cukup besar dalam pengembangan ketenagalistrikan Biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat dalam pemenuhan kebutuhan akan energi listrik. Teknologi ini bisa segera diaplikasikan; terutama untuk kalangan masyarakat pedesaan yang memelihara hewan ternak (sapi, kerbau, atau kambing). Teknologi reaktor ini telah cukup lama dikembangkan di berbagai negara, baik negara maju ataupun berkembang, dengan hasil yang cukup baik. Bagi pengguna, biogas ini akan menghasilkan dua keuntungan sekaligus, yakni berupa bahan bakar gas (untuk memasak) serta pupuk berkualitas tinggi. biogas yang terbuat dari bahan polyethylene cocok diterapkan untuk

masyarakat kecil pengoperasian serta perawatan. Penggunaan biogas juga memberikan kontribusi positif bagi lingkungan (berupa pengurangan polusi gas methana, bau tidak sedap, potensi penyakit, dsb).

#### **4.2. Rekomendasi**

Berdasarkan uraian dan analisis dari penelitian ini maka diharapkan dari studi ini memberikan suport terhadap program dan kebijakan Pemerintah Kabupaten Malang dalam rangka tercapainya pemerataan pembangunan dari sektor ketenagalistrikan. Saat ini listrik pedesaan telah menjadi isu utama menyangkut rasio elektrifikasi tingkat kota bahkan Nasional. Masih ada Dusun yang berada di wilayah Desa Pandansari yang belum mendapatkan aliran listrik baik di tingkat Kota umumnya maupun di Kabupaten Malang khususnya telah menjadi indikator belum tercapainya pemerataan pembangunan.

Untuk lebih optimalisasi dan keberlanjutan pengadaan listrik, pemerintah Kabupaten Malang perlu melakukan:

- Pendataan Desa-Desa (Desa Pandansari) yang belum mendapatkan aliran listrik yang menyangkut luas, jumlah kepala keluarga, jarak Desa/pusat beban ke sistem yang besar;
- Perkiraan kebutuhan energi dan kapasitas yang dibutuhkan;
- Pendataan potensi sumber energi listrik Desa terutama sumber energi terbarukan;
- Penetapan pilihan suplai energi listrik berupa sistem tersendiri atau penarikan jaringan listrik ke sistem terdekat.
- Alokasi dana/anggaran investasi sesuai penetapan program;

Dalam pelaksanaan pola baru dalam pengembangan listrik Desa dengan memperhatikan ketersediaan potensi sumber daya energi yang ada di pedesaan maka diperlukan dukungan dari semua pihak baik pemerintah maupun swasta dan lebih penting peran serta semua elemen masyarakat. Sehingga Sosialisasi ke masyarakat sangat dibutuhkan untuk terlaksananya program tersebut, beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pola baru listrik Desa adalah :

- Jenis prodak listrik Desa harus di sosialisasikan terlebih dulu.
- Pembentukan kelompok swadaya masyarakat

- Pemberian pengetahuan dan pelatihan masyarakat serta;
- Dukungan bantuan permodalan dari pemerintah dan swasta.

Pengembangan sumber daya energi listrik di Desa Pandansari merupakan salah satu pilihan terbaik. Pilihan ini dilatarbelakangi antara lain bahwa dari segi aspek teknologi konstruksi mini hidro yang relatif sederhana, mudah dalam perawatan dan pengoperasiannya. Dari sisi finansial diperlukan biaya operasi dan pemeliharaan yang rendah. Sedangkan dari aspek lingkungan sangat ramah lingkungan, dari aspek ekonomi kehadiran listrik desa skala mikro akan dapat mendorong aktifitas perekonomian, menciptakan lapangan kerja dan mendorong pemberdayaan organisasi masyarakat. Sehingga diperlukan dukungan dari berbagai pihak dan peran serta elemen masyarakat yang nantinya sangat menentukan terlaksana program ini. Perlunya penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan energi terbarukan untuk pembangkit listrik sehingga didapatkan alternatif untuk diversifikasi dan mendapatkan harga energi yang lebih kompetitif untuk jangka panjang.

#### **4.3. Saran**

Untuk memanfaatkan kotoran ternak menjadi biogas, diperlukan beberapa syarat yang terkait dengan aspek teknis, infrastruktur, manajemen dan sumber daya manusia. Bila faktor tersebut dapat dipenuhi, maka pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas sebagai penyediaan energi dipedesaan dapat berjalan dengan optimal.

Sepuluh faktor yang dapat mempengaruhi optimasi pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas yaitu:

##### **1. Ketersediaan ternak.**

Jenis, jumlah dan sebaran ternak di suatu daerah dapat menjadi potensi bagi pengembangan biogas. Hal ini karena biogas dijalankan dengan memanfaatkan kotoran ternak. Kotoran ternak yang dapat diproses menjadi biogas berasal dari ternak ruminansia dan non ruminansia seperti sapi potong, sapi perah dan babi; serta unggas. Jenis ternak mempengaruhi jumlah kotoran yang dihasilkannya. Untuk menjalankan biogas skala individual atau rumah tangga diperlukan kotoran ternak dari 3 ekor sapi, atau 7 ekor babi, atau 400 ekor ayam.



## **2. Kepemilikan Ternak.**

Jumlah ternak yang dimiliki oleh peternak menjadi dasar pemilihan jenis dan kapasitas biogas yang dapat digunakan. Saat ini biogas kapasitas rumah tangga terkecil dapat dijalankan dengan kotoran ternak yang berasal dari 3 ekor sapi atau 7 ekor babi atau 400 ekor ayam. Bila ternak yang dimiliki lebih dari jumlah tersebut, maka dapat dipilihkan biogas dengan kapasitas yang lebih besar (berbahan fiber atau semen) atau beberapa biogas skala rumah tangga.

## **3. Pola Pemeliharaan Ternak**

Ketersediaan kotoran ternak perlu dijaga agar biogas dapat berfungsi optimal. Kotoran ternak lebih mudah didapatkan bila ternak dipelihara dengan cara dikandangkan dibandingkan dengan cara digembalakan.

## **4. Ketersediaan Lahan.**

Untuk membangun biogas diperlukan lahan disekitar kandang yang luasannya bergantung pada jenis dan kapasitas biogas. Lahan yang dibutuhkan untuk membangun biogas skala terkecil (skala rumah tangga) adalah 14 m<sup>2</sup> (7m x 2m). Sedangkan skala komunal terkecil membutuhkan lahan sebesar 40m<sup>2</sup> (8m x 5m).

## **5. Tenaga Kerja**

Untuk mengoperasikan biogas diperlukan tenaga kerja yang berasal dari peternak/pengelola itu sendiri. Hal ini penting mengingat biogas dapat berfungsi optimal bila pengisian kotoran ke dalam reaktor dilakukan dengan baik serta dilakukan perawatan peralatannya. Banyak kasus mengenai tidak beroperasinya atau tidak optimalnya biogas disebabkan karena: pertama, tidak adanya tenaga kerja yang menangani unit tersebut; kedua, peternak/pengelola tidak memiliki waktu untuk melakukan pengisian kotoran karena memiliki pekerjaan lain selain memelihara ternak.

## **6. Manajemen Limbah/Kotoran.**

Manajemen limbah/kotoran terkait dengan penentuan komposisi padat cair kotoran ternak yang sesuai untuk menghasilkan biogas, frekuensi pemasukan kotoran,

dan pengangkutan atau pengaliran kotoran ternak ke dalam reaktor. Bahan baku (raw material) reaktor biogas adalah kotoran ternak yang komposisi padat cairnya sesuai yaitu 1 berbanding 3. Pada peternakan sapi perah komposisi padat cair kotoran ternak biasanya telah sesuai, namun pada peternakan sapi potong perlu penambahan air agar komposisinya menjadi sesuai. Frekuensi pemasukan kotoran dilakukan secara berkala setiap hari atau setiap 2 hari sekali tergantung dari jumlah kotoran yang tersedia dan sarana penunjang yang dimiliki. Pemasukan kotoran ini dapat dilakukan secara manual dengan cara diangkut atau melalui saluran.

### **7. Kebutuhan Energi.**

Pengelolaan kotoran ternak melalui proses reaktor an-aerobik akan menghasilkan gas yang dapat digunakan sebagai energi. Dengan demikian, kebutuhan peternak akan energi dari sumber biogas harus menjadi salah satu faktor yang utama. Hal ini mengingat, bila energi lain berupa listrik, minyak tanah atau kayu bakar mudah, murah dan tersedia dengan cukup di lingkungan peternak, maka energi yang bersumber dari biogas tidak menarik untuk dimanfaatkan. Bila energi dari sumber lain tersedia, peternak dapat diarahkan untuk mengolah kotoran ternaknya menjadi kompos atau kompos cacing (kascing).

### **8. Jarak (kandang-reaktor biogas-rumah)**

Energi yang dihasilkan dari reaktor biogas dapat dimanfaatkan untuk memasak, menyalakan petromak, menjalankan generator listrik, mesin penghangat telur/ungas dll. Selain itu air panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses sanitasi sapi perah. Pemanfaatan energi ini dapat optimal bila jarak antara kandang ternak, reaktor biogas dan rumah peternak tidak telampau jauh dan masih memungkinkan dijangkau instalasi penyaluran biogas. Karena secara umum pemanfaatan energi biogas dilakukan di rumah peternak baik untuk memasak dan keperluan lainnya.

### **9. Pengelolaan Hasil Samping Biogas.**

Pengelolaan hasil samping biogas ditujukan untuk memanfaatkannya menjadi pupuk cair atau pupuk padat (kompos). Pengeolahannya relatif sederhana yaitu untuk pupuk cair dilakukan fermentasi dengan penambahan bioaktivator agar unsur haranya

dapat lebih baik, sedangkan untuk membuat pupuk kompos hasil samping biogas perlu dikurangi kandungan airnya dengan cara diendapkan, disaring atau dijemur. Pupuk yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sendiri atau dijual kepada kelompok tani setempat dan menjadi sumber tambahan pendapatan bagi peternak.

#### **10. Sarana Pendukung.**

Sarana pendukung dalam pemanfaatan biogas terdiri dari saluran air/drainase, air dan peralatan kerja. Sarana ini dapat mempermudah operasional dan perawatan instalasi biogas. Saluran air dapat digunakan untuk mengalirkan kotoran ternak dari kandang ke reaktor biogas sehingga kotoran tidak perlu diangkut secara manual. Air digunakan untuk membersihkan kandang ternak dan juga digunakan untuk membuat komposisi padat cair kotoran ternak yang sesuai. Sedangkan peralatan kerja digunakan untuk mempermudah/meringankan pekerjaan/perawatan instalasi biogas.

Selain sepuluh faktor di atas, kemauan peternak/pelaku untuk, menjalankan instalasi biogas dan merawatnya serta memanfaatkan energi biogas menjadi modal utama dalam pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas. Tanpa adanya kemauan peternak untuk secara aktif mengoptimalkan biogas, maka faktor-faktor lain tidak akan cukup membantu dalam optimalisasi pemanfaatan biogas.

## Daftar Pustaka

### Referensi:

- Achmad Kusnandar, Pengkajian Sumber Tenaga Listrik, Arfino Raya, Bandung, 2008.
- Djojonegoro, W., Pengembangan dan penerapan energi baru dan terbarukan, Lokakarya "Bio Mature Unit" (BMU) untuk pengembangan masyarakat pedesaan, BPPT, Jakarta. 1998
- Dikun, Suyono (ed.) Bappenas.. The economic landscape of Indonesian infrastructure. Jakarta: BAPPENAS 2004
- Nugroho, Hanan. Pengembangan industri hilir gas bumi Indonesia: tantangan & gagasan. Cipta Lestari. Jakarta 2004.
- Nugroho, Hanan. Penyediaan BBM Nasional, Masalah Besar Menghadang. Jakarta: Kompas, 6 Juli 2004
- Ramani, K.V., Rural electrification and rural development, Rural electrification guide book for Asia & Pacific, Bangkok, 1992.
- Rahman, B. 2005. *Biogas, Sumber Energi Alternatif*. Kompas: 8 Agustus 1998
- Widodo, Modelling Indonesia's energy and infrastructure Cipta Lestari. Jakarta: November 2004

### Peraturan & Undang Undang :

- Peraturan Pemerintah No. 42 & 67 / 2002 tentang BP MIGAS.
- Peraturan Pemerintah No. 53 / 2002 tentang BAPEPTAL.
- Peraturan Pemerintah No. 35/2004 tentang Kegiatan Hulu.
- Peraturan Pemerintah No. 36/2004 tentang Kegiatan Hilir.
- Undang-Undang No. 20/2002 tentang Ketenagalistrikan

Undang Undang x  
Peraturan  
• UU No ...  
• PP ...