

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENJADI
BIOGAS DI DESA BEJI KECAMATAN JUNREJO**

SKRIPSI

PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**M ZULFA RISYAD
NIM. 125060602111002**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018



repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN
PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENJADI
BIOGAS DI DESA BEJI KECAMATAN JUNREJO

SKRIPSI
PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



M ZULFA RISYAD
NIM. 125060602111002

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 25 Juli 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Tech. Christia Meidiana, ST., M.Eng.
NIP. 19720501 199903 2 002

Aris Subagiyo, ST., MT.
NIP. 19810404 201212 1 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota

Dr. Ir. Abdul Wahid Hasyim, MSP.
NIP. 19651218 199412 1 001



Teriring Ucapan Terimakasih kepada:

Bapak dan Ibu tercinta



Kupersembahkan gelar ST. kepada kalian

*Terimakasih atas perjuangan dan doa-doa kalian dalam menjadikanku seorang SARJANA
semoga gelar SARJANA inni bisa memberikan manfaat dan keberkahan bagi semua*

JUDUL SKRIPSI:

Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Menjadi Biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo.

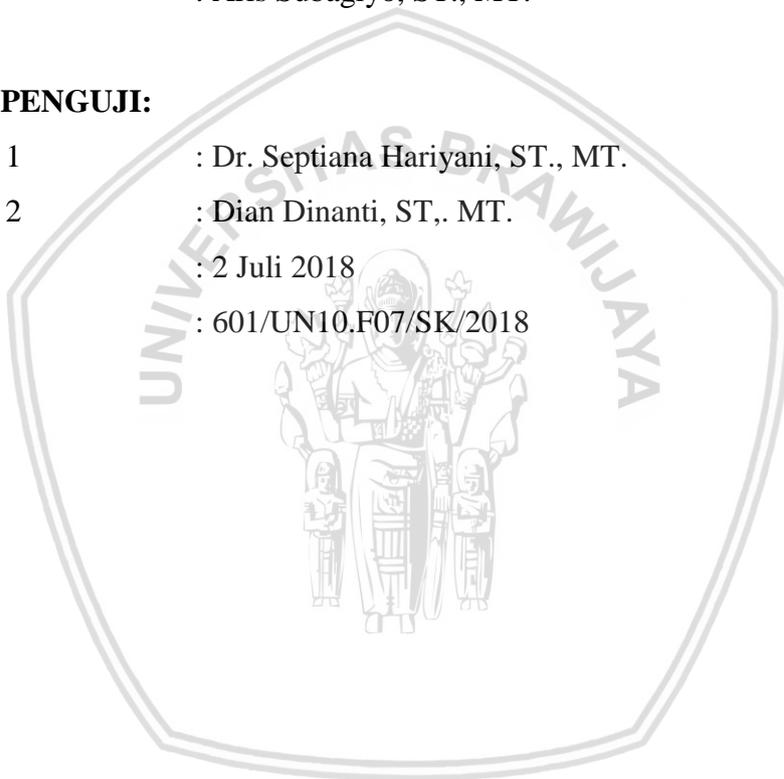
Nama Mahasiswa : M Zulfa Risyad
NIM : 1250606002111002
Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Dr. Tech. Christia Meidiana, ST., M. Eng.
Anggota : Aris Subagiyo, ST., MT.

TIM DOSEN PENGUJI:

Dosen Penguji 1 : Dr. Septiana Hariyani, ST., MT.
Dosen Penguji 2 : Dian Dinanti, ST., MT.
Tanggal Ujian : 2 Juli 2018
SK Penguji : 601/UN10.F07/SK/2018



repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN
PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENJADI
BIOGAS DI DESA BEJI KECAMATAN JUNREJO

SKRIPSI
PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



M ZULFA RISYAD
NIM. 125060602111002

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 25 Juli 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Tech. Christia Meidiana, ST., M.Eng.
NIP. 19720501 199903 2 002

Aris Subagiyo, ST., MT.
NIP. 19810404 201212 1 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota

Dr. Ir. Abdul Wahid Hasyim, MSP.
NIP. 19651218 199412 1 001



RINGKASAN

M Zulfa Risyad, Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, Juli 2018, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Menadi Biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo*. Dosen Pembimbing: Christia Meidiana dan Aris Subagiyo.

Kegiatan industri tahu di Desa Beji menghasilkan buangan limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan dibuang ke lingkungan sekitar sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Seiring berkembangnya teknologi muncul teknologi pengolahan limbah salah satunya adalah pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas. Pengembangan biogas dari limbah tahu menjadi peluang besar dalam menghadapi permasalahan pengolahan limbah cair. Selain potensi yang besar, pemanfaatan energi biogas dengan biodigester memiliki keuntungan, yaitu menghasilkan panas dan daya (mekanisme atau energi listrik). Pemanfaatan limbah dengan cara ini secara ekonomi akan sangat menguntungkan seiring naiknya harga bahan bakar minyak karena dapat menggantikan bahan bakar minyak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas melalui program pengadaan alat instalasi pengolahan limbah (Biodigester) oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu. Selain itu untuk menunjang pengadaan biodigester ini dibutuhkan lahan atau lokasi yang aman sehingga proses penyaluran biogas dapat berfungsi dengan optimal. Kelayakan pemanfaatan biogas dihitung dengan membandingkan manfaat yang diterima dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas dan biaya yang dikeluarkan untuk energi memasak, pembangunan biodigester dan perawatan biodigester dengan menggunakan Benefits Cost Ratio (BCR) dan payback periode (PBP). Jika $B/C > 1$ maka program tersebut dinilai menguntungkan dan jika $B/C < 1$ maka program tersebut dinilai tidak menguntungkan. Hasil penelitian diperoleh bahwa rata-rata nilai BCR sebesar 3,04 sehingga program pemanfaatan biogas dinilai menguntungkan, sedangkan pengembalian dana investasi pembangunan biodigester rata-rata telah kembali pada tahun kedua dengan nilai PBP rata-rata 1,67. Semakin cepat masa pengembalian biaya investasi maka semakin layak program tersebut untuk dilakukan.

Kata Kunci: Limbah Tahu, Biogas, Biodigester.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”



SUMMARY

Hamzah Syaiful Haqqoni, *Department of Urban and Regional Planning Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2018, The Ability of Open Space in Absorbing Motor Vehicle Emissions in the Kawasan Pendidikan Tinggi Kota Malang, Academic Supervisor: Abdul Wahid Hasyim and Dadang Meru Utomo.*

Knowable industrial activities in Beji Village produce waste disposal, namely solid waste and liquid waste. The resulting liquid waste is discharged into the surrounding environment so as to degrade the environmental quality. Along with the development of technology emerging technology pengolahan waste one of them is to know liquid waste processing into biogas. The development of biogas from tofu waste becomes a great opportunity in facing liquid waste processing problems. In addition to the great potential, biogas energy biogas with biodigester has a keutungan, namely to generate heat and power (mechanism or electrical energy). Utilization of waste in this way will be economically profitable as the price of fuel oil increases because it can replace fuel oil

This study aims to identify the utilization of tofu liquid waste into biogas through the procurement program of waste processing equipment (Biodigester) by Batu City Environmental Office. In addition to supporting the procurement of biodigester is required land or a safe location so that the process of channeling biogas can function optimally. The feasibility of biogas utilization was calculated by comparing the benefits received from the utilization of biogas wastewater and the costs incurred for cooking energy, biodigester development and biodigester treatment by using Benefits Cost Ratio (BCR) and payback period (PBP). If $B / C > 1$ then the program is considered profitable and if $B / C < 1$ then the program is considered unprofitable. The result of the research shows that the average value of BCR is 3.04 so that biogas utilization program is considered beneficial, while the return of investment fund of biodigester development on average has returned in the second year with an average PBP value of 1.67. The sooner the return period of the investment costs the more feasible the program will be to do.

Keywords: Liquid Tofu, Bioga, Biodigester..



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya, Tugas Akhir “**Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Menjadi Biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo**” dapat terselesaikan dengan sangat baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat wajib kelulusan studi Strata-1 Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota. Adapun proses penyelesaian tugas akhir tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr.Tech. Christia Meidiana, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang banyak membantu penulis dalam bimbingan yang beliau berikan untuk kesempurnaan penulisan laporan
2. Bapak Aris Subagiyo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang banyak membantu penulis dalam memberikan referensi untuk kesempurnaan penulisan laporan
3. Seluruh dosen jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK), Universitas Brawijaya yang telah mengajarkan dan memberi pengetahuan tentang dunia PWK.
4. Seluruh teman-teman PWK 2012.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mempersilahkan pembaca memberikan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan dalam penulisan berikutnya. Pada akhirnya semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Malang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6 Ruang Lingkup	4
1.6.1 Ruang Lingkup Materi	4
1.6.2 Ruang Lingkup Wilayah	5
1.7 Sistematika Pembahasan	7
1.7 Kerangka Pemikiran	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangunan Perdesaan	9
2.2 Tantangan Pengembangan Wilayah Perdesaan	9
2.2.1 Distribusi Biogas	10
2.2.2 Pemanfaatan Limbah	11
2.3 Ukuran Biodigester	13
2.3.1 Tipe Biodigester	13
2.4 Ketersediaan Lahan	16
2.5 Manfaat Ekonomi Biogas	18
2.6 Metode Analisis	19
2.6.1 Perhitungan <i>Supply</i> dan <i>Demand</i>	19
2.6.2. Analaisis <i>Benefits Cost Ratio</i>	20
2.6.3. <i>Payback</i> Periode	22
2.7 Penelitian Terdahulu	22
2.9 Kerangka Teori	25



BAB III METODE PENELITIAN

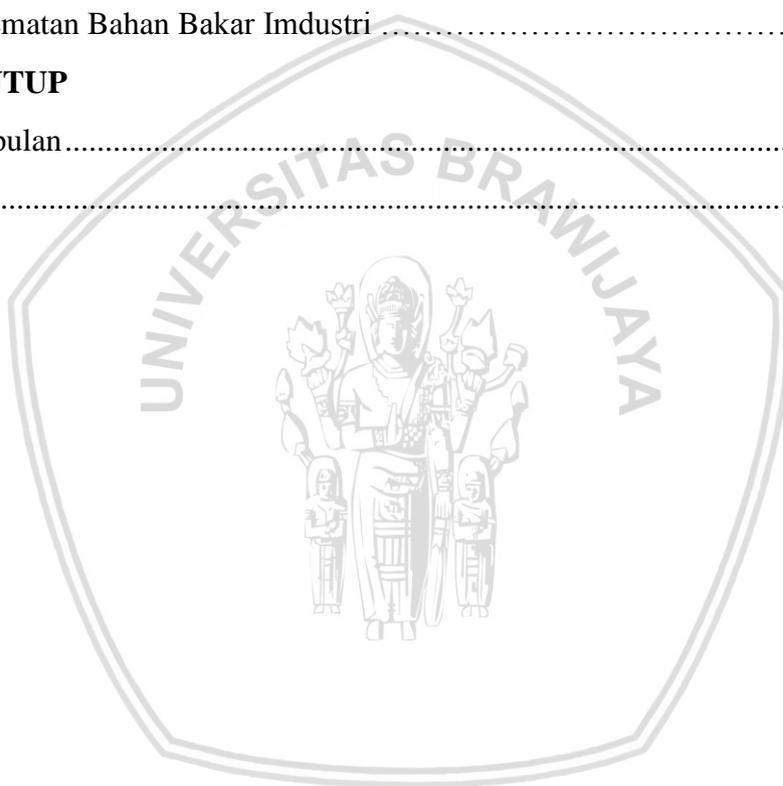
3.1	Definisi Operasional	27
3.2	Variabel Penelitian	28
3.3	Teknik Sampling	29
3.3.1	Sampel Jenuh.....	29
3.4	Metode Pengumpulan Data	29
3.5	Metode Analisis Data	32
3.5.1	Analisis <i>Supply</i>	32
3.5.2	Analisis Kriteria Pemilihan Lokasi Biodigester	32
3.5.3	Analisis <i>Demand</i>	35
3.8	<i>Cost Benefit Analisis</i>	35
3.9	<i>Payback Periode</i> (PBP).....	37
3.10	Asumsi Penting.....	37
3.11	Desain Survei.....	39
3.10	Kerangka Analisis	40

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Gambaran Umum Kecamatan Junrejo.....	41
4.1.1	Karakteristik Penduduk	41
4.2	Karakteristik Wilayah Studi	41
4.2.1	Batas Administratif.....	41
4.2.2	Tata Guna Lahan	42
4.3	Karakteristik Industri Tahu.....	45
4.3.1	Konsumsi Bahan Bakar Pengguna Biogas	46
4.3.2	Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas	47
4.4	Pengolahan limbah tahu sebagai biogas	50
4.4.1	Input Pengolahan Limbah Tahu	50
4.4.2	Proses pengolahan limbah tahu	51
4.4.3	Output pengolahan limbah tahu.....	53
4.5	Permasalahan Limbah Industri Tahu	56
4.6	Pengadaan Biodigester	57
4.6.1	Komponen Pembuatan Biodigester	57
4.7	Analisis <i>Supply Demand</i> Energi Biogas	58



4.7.1	Biogas <i>Supply Demand</i> Rumah Tangga	58
4.7.2	Biogas <i>Supply Demand</i> Industri.....	60
4.8	Analisis Ketersediaan Lahan	61
4.9	Rekomendasi Lokasi Pembangunan Biodigester	69
4.10	Manfaat Biogas.....	70
4.10.1	Manfaat Secara Ekonomi	71
4.10.2	<i>Benefits Cost Ratio</i>	72
4.10.3	<i>Payback Periode</i> (PBP).....	78
4.10.4	Penghematan Bahan Bakar Rumah Tangga	82
4.10.5	Penghematan Bahan Bakar Industri	82
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	85
5.2	Saran	86



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konversi Energi Biogas dan Penggunaannya.....	12
Tabel 2. 2 Besaran Perbandingan Yang Terganti Untuk 1m ³ biogas	12
Tabel 2. 3 Potensi Gas yang Dihasilkan	13
Tabel 2. 4 Ukuran Biodigester.....	13
Tabel 2. 5 Biaya Mterial dan Manfaat Biogas.....	21
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian	28
Tabel 3. 2 Teknik Pengumpulan Data	30
Tabel 3. 3 Potensi Gas yang Dihasilkan	32
Tabel 3. 4 Persyaratan Penentuan Lokasi Biodigester.....	34
Tabel 3. 5 Perbandingan Biogas dengan Sumber Lain Per 1 m ³	35
Tabel 3. 6 Biaya Pembangunan Biodigester.....	36
Tabel 4. 1 Jumlah Penduduk Kecamatan Junrejo 2014.....	41
Tabel 4. 2 Karakteristik industri di Desa Beji	45
Tabel 4. 3 Konsumsi Bahan Bakar Pengguna Biogas	46
Tabel 4. 4 Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas 1-B	47
Tabel 4. 5 Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas 1-C	47
Tabel 4. 6 Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas 1-D.....	48
Tabel 4. 7 Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas 1-E	49
Tabel 4. 8 Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas 1-F.....	49
Tabel 4. 9 Input Pengolahan Biogas	50
Tabel 4. 10 Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu 1-A.....	53
Tabel 4. 11 Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu 1-B.....	54
Tabel 4. 12 Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu 1-C.....	54
Tabel 4. 13 Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu 1-D.....	55
Tabel 4. 14 Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu 1-E.....	55
Tabel 4. 15 Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu 1-F	55
Tabel 4. 16 Jumlah <i>Supply</i> Energi Biogas	59
Tabel 4. 17 <i>Supply Demand</i> Biogas Untuk Rumah Tangga.....	59

Tabel 4. 18 <i>Supply Demand</i> Biogas Untuk Industri	61
Tabel 4. 19 Kecukupan Lahan Pembangunan Biodigester.....	61
Tabel 4.20 Rekomendasi Hasil Penelitian	69
Tabel 4.21 Daftar Satuan Harga Konstruksi Biodigester	71
Tabel 4.22 Harga Satuan Biaya Pembongkaran Bangunan.....	73
Tabel 4.23 Perhitungan BCR Industri 1-B	73
Tabel 4.24 Perhitungan BCR Industri 1-C	74
Tabel 4.25 Harga Satuan Biaya Pembongkaran Bangunan.....	75
Tabel 4.26 Perhitungan BCR Industri 1-D	75
Tabel 4.27 Perhitungan BCR Industri 1-E	76
Tabel 4.28 Perhitungan BCR Industri 1-F.....	77
Tabel 4.29 Perhitungan BCR Pemanfaatan Biogas di Desa Beji	78
Tabel 4.30 Perhitungan PBP Pembangunan Biodigester Desa Beji.....	79
Tabel 4.31 Perhitunga PBP Pembangunan Biodigester Desa Beji.....	80
Tabel 4.32 Perhitunga PBP Pembangunan Biodigester Desa Beji.....	80
Tabel 4.33 Perhitunga PBP Pembangunan Biodigester Desa Beji.....	80
Tabel 4.34 Perhitunga PBP Pembangunan Biodigester Desa Beji.....	81
Tabel 4.35 Perhitungan PBP Pembangunan Biodigester Limbah Cair Tahu	81
Tabel 4.36 Rincian Biaya Bahan Bakar Memasak Rumah Tangga	82
Tabel 4.37 Rincian Biaya Bahan Bakar Memasak Industri.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Wilayah Studi	6
Gambar 1.2	Kerangka Pemikiran	8
Gambar 2.1	Biodigester Tipe Fix Dome	14
Gambar 2.2	Biodigester floating drum	15
Gambar 2.3	Biodigester <i>Baloon Plant</i>	16
Gambar 3.1	Kerangka Analisis	40
Gambar 4.1	Peta Guna Lahan Desa Beji	43
Gambar 4.2	Peta Kontur Desa Beji	44
Gambar 4.3	Pengolahan Tahu	52
Gambar 4.4	Pengolahan Limbah Biogas	53
Gambar 4.5	Komponen Biodigesster	57
Gambar 4.6	Sebaran Industri Tahu di Dusun Karang Jambe	63
Gambar 4.7	Sebaran Industri Tahu di Dusun Karang Jambe	64
Gambar 4.8	Sebaran Industri Tahu di Dusun Karang Jambe	65
Gambar 4.9	Sebaran Industri Tahu di Dusun Karang Jambe	66
Gambar 4.10	Sebaran Industri Tahu di Dusun Beji	67
Gambar 4.11	Sebaran Industri Tahu di Dusun Beji	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 2	From Kuisisioner Biogas.....	L-89
Lampiran 3	Kebutuhan Energi Biogas.....	L-89
Lampiran 4	Kebutuhan Energi Kayu Bakar Rumah Tangga	L-89
Lampiran 5	Kebutuhan Energi Kayu Bakar Industri	L-89
Lampiran 6	Kebutuhan Energi Elpiji Rumah Tangga	L-89
Lampiran 7	Rincia Pengeluaran dan Pemasukan Bembangunan Biodigester Industri 1-B.....	L-90
Lampiran 8	Rincia Pengeluaran dan Pemasukan Bembangunan Biodigester Industri 1-C.....	L-90
Lampiran 9	Rincia Pengeluaran dan Pemasukan Bembangunan Biodigester Industri 1-D	L-91
Lampiran 10	Rincia Pengeluaran dan Pemasukan Bembangunan Biodigester Industri 1-E.....	L-92
Lampiran 11	Rincia Pengeluaran dan Pemasukan Bembangunan Biodigester Industri 1-F	L-92
Lampiran 12	Perhitungan BCR Industri 1-B	L-94
Lampiran 13	Perhitungan BCR Industri 1-C	L-94
Lampiran 14	Perhitungan BCR Industri 1-D	L-94
Lampiran 15	Perhitungan BCR Industri 1-E.....	L-94
Lampiran 16	Perhitungan BCR Industri 1-F.....	L-94
Lampiran 17	Perhitungan PBP Industri 1-B	L-95
Lampiran 18	Perhitungan PBP Industri 1-C	L-95
Lampiran 19	Perhitungan PBP Industri 1-D	L-95
Lampiran 20	Perhitungan PBP Industri 1-E.....	L-95
Lampiran 21	Perhitungan PBP Industri 1-F.....	L-95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dapat menyebabkan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan (Hariansyah, M. 2009). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan adalah energi biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia atau hewan yang dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion, yaitu dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Energi tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk menghasilkan panas (kalor), gerak (mekanik), dan listrik tergantung pada alat yang digunakan dan kebutuhan dari masyarakat.

Biogas merupakan salah satu teknologi yang tepat guna untuk pengolahan limbah cair industri tahu hal ini merupakan tantangan tersendiri untuk dikembangkan di kalangan masyarakat desa. Menurut (Syamsudin, et al, 2015) Limbah cair industri tahu adalah salah satu jenis sumber daya yang dapat dijadikan biogas. Biogas berfungsi sebagai energi pengganti bahan bahan bakar, penerangan atau konsumsi penggunaan energi lainnya. Bahan bakar memasak yang digunakan oleh masyarakat Desa Beji untuk saat ini adalah elpiji dan kayu bakar. Kayu bakar digunakan untuk proses pembuatan tahu sedangkan elpiji lebih banyak digunakan untuk kegiatan memasak sehari-hari. Pemanfaatan limbah cair sebagai energi biogas juga mempunyai nilai ekonomi untuk menggantikan biaya dari penggunaan bahan bakar atau penerangan (Syamsudin, et al. 2015). Pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif memberikan solusi terhadap masalah pencemaran lingkungan dan pengeluaran

energi untuk memasak yang relatif lebih murah (Wahyuni, 2011). Biogas dari limbah cair industri tahu ini sangat potensial untuk diterapkan di Desa Beji karena Desa Beji memiliki 6 industri tahu dan merupakan salah satu desa yang dijadikan sasaran untuk program pengadaan biodigester oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu (KLH Kota Batu, 2016).

Berdasarkan wawancara terhadap Kantor Lingkungan Hidup Kota Batu pada tahun 2016 terdapat 11 unit Industri Kecil / UKM Pembuatan Tahu yang terpusat di Kecamatan Junrejo. Salah satunya terdapat di Desa Beji sebanyak 6 industri. Program pengadaan biodigester di Desa Beji yang dimulai sejak tahu 2012, namun hingga tahun 2018 masih terdapat 5 industri di Desa Beji yang belum mempunyai biodigester dan hanya 1 industri yang mempunyai biodigester. Hal ini dikarenakan belum adanya keberlanjutan program pembangunan biodigester oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu sehingga pemilik industri tahu belum mendapatkan bantuan dana untuk pembangunan biodigester.

Faktor lain penyebab rendahnya tingkat pemanfaatan limbah tahu di Desa Beji antara lain adanya kendala seperti (1) kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap limbah cair industri tahu yang dapat dijadikan sebagai biogas, (2) kurangnya pengetahuan tentang manfaat ekonomi dari biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak, (3) biaya pembangunan biodigester, (4) terbatasnya lahan yang harus disediakan untuk pembangunan biodigester karena industri tahu di Desa Beji berada di daerah permukiman (Wawancara, 2016). Untuk menangani permasalahan yang dihadapi pemerintah diharapkan memberikan penyuluhan tentang manfaat-manfaat yang didapat dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas seperti (1) manfaat yang didapatkan lingkungan akibat limbah telah di proses sehingga tidak mencemari lingkungan, (2) manfaat ekonomi yang didapat untuk menggantikan bahan bakar sehingga pemilik industri dapat menghemat biaya pengeluaran bahan bakar untuk memasak. Manfaat ekonomi yang didapat dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas juga dapat digunakan untuk menutupi biaya konstruksi biodigester (Yunda, 2017). Dengan demikian perlu diketahui keuntungan yang diterima oleh industri, masyarakat dan pemerintah sebanding dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk pengadaan biodigester industri tahu di Desa Beji sebagai alat pengolahan limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi manfaat-manfaat yang didapat oleh masyarakat dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas, hal ini diketahui dengan menghitung besarnya *benefit* yang diperoleh dan *cost* yang digunakan untuk program pengadaan biodigester. *Benefit* yang ditimbulkan antara lain (1) Energi memasak yang tergantikan oleh biogas, (2) Sisa energi biogas, (3) Penjualan limbah padat dari proses pengolahan tahu, sedangkan *Cost* diperoleh dari (1) Beban biaya yang harus ditanggung

untuk pembangunan biodigester, (2) Upah pekerja, (3) Biaya operasional biodigester. Sehingga dengan mengetahui manfaat yang didapat dan biaya yang harus dikeluarkan diharapkan masyarakat dapat meningkatkan pemanfaatan biogas dari limbah cair industri tahu dan pemerintah dapat memberikan dana batuan untuk pembangunan biodigester.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah terkait penelitian pemanfaatan biogas di Desa Beji yaitu sebagai berikut:

1. Desa Beji memiliki 6 industri tahu dimana limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu dapat dijadikan sebagai biogas, namun 5 industri belum memanfaatkan limbah cairnya sebagai bahan baku biogas. Limbah cair dari proses pembuatan tahu dapat dimanfaatkan sebagai biogas yang mana bila digunakan dapat untuk menghemat dan mengganti biaya kebutuhan energi yang dikeluarkan untuk memasak (KLH Kota Batu, 2016).
2. Letak industri rumah tangga yang berada di permukiman menyebabkan kendala dalam pembangunan biodigester dikarenakan terbatasnya lahan yang tersedia untuk pembangunan biodigester.
3. Sebanyak 5 industri yang belum memanfaatkan limbah cairnya dikarenakan belum memiliki alat pengolahan limbah atau biodigester. Hal ini dikarenakan terbatasnya lahan yang dimiliki, biaya konstruksi pembuatan biodigester, kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai limbah tahu yang dapat dijadikan sebagai biogas, dan keterbatasan informasi terkait profit atau keuntungan dari segi ekonomi yang didapat dari hasil pemanfaatan biogas sehingga hal ini dapat dijadikan salah satu cara untuk mengajak masyarakat menggunakan biogas (Hasil Survei, 2016).

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana ketersediaan energi biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo?
2. Bagaimana kebutuhan energi biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo ?
3. Bagaimana penentuan luasan dan lokasi pembangunan biodigester ?
4. Berapa besar manfaat ekonomi yang diperoleh dari pemanfaatan biogas limbah cair industri tahu di Desa Beji?

1.4 Tujuan

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini diantaranya adalah :

- Menghitung ketersediaan energi biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo
- Menghitung kebutuhan energi biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo

- Menentukan luasan dan lokasi biodigester limbah tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo.
- Menghitung manfaat ekonomi dari pemanfaatan limbah cair industri tahu menjadi biogas di Desa Beji

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui ketersediaan dan kebutuhan energi di Desa Beji, mengetahui manfaat ekonomi yang didapatkan dari pemanfaatan limbah cair industri tahu menjadi biogas dan mengetahui lokasi yang tepat untuk pembangunan biodigester. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Masyarakat
 - a. Memberikan informasi terkait dampak negatif yang dihasilkan dari pembuangan limbah cair industri tahu jika tidak diproses terlebih dahulu
 - b. Memberikan informasi terkait manfaat ekonomi dan keuntungan lainnya yang didapat dari pemanfaatan limbah cair tahu sebagai biogas
2. Pemerintah
 - a. Sebagai saran pemerintah daerah untuk menjadi dasar masukan dalam pengambilan kebijakan program pengadaan pembangunan biodigester limbah cair industri tahu di Desa Beji.

1.6 Ruang Lingkup

1.6.1 Ruang Lingkup Materi

Untuk mempermudah penulisan laporan penelitian ini dan agar lebih terarah dan berjalan dengan baik, maka perlu kiranya dibuat suatu batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan laporan penelitian ini, yaitu :

1. Penelitian membahas tentang ketersediaan energi dari limbah cair pembuatan tahu dan kebutuhan energi untuk memasak rumah tangga . Perhitungan ketersediaan dan kebutuhan energi biogas menggunakan analisis *Supply Demand*. Kebutuhan energi diketahui dari penggunaan Elpiji dan kayu bakar setiap harinya.
2. Profitabilitas dari pemanfaatan biogas yang didapat dari limbah cair pembuatan tahu sebagai pengganti bahan bakar memasak. *Benefits Cost Ratio* adalah analisis yang akan digunakan untuk menghitung profitabilitas pemanfaatan biogas di Desa Beji. Analisis ini digunakan untuk mengetahui serangkaian biaya dan manfaat yang didapat dari pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar memasak.

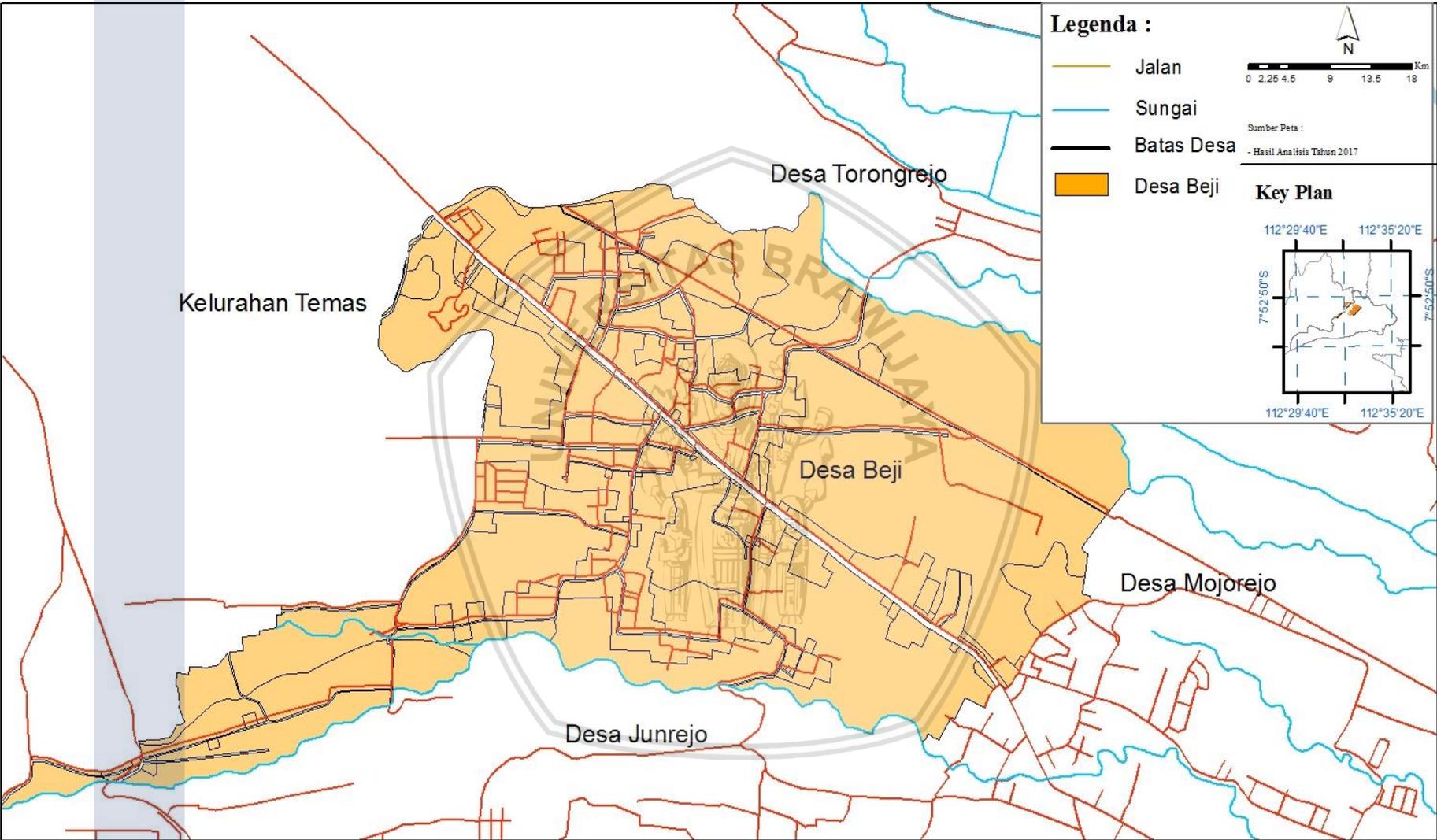
3. Menentukan luasan dan lokasi biodigester di Desa Beji Kecamatan Junrejo. Berdasarkan kriteria pemilihan lokasi dengan mempertimbangkan jumlah energi yang teredia dan luas lahan yang tersedia.

1.6.2 Ruang Lingkup Wilayah

Kecamatan Junrejo merupakan kecamatan yang diarahkan menjadi sentra industri salah satunya adalah industri pembuatan tahu. Ruang lingkup wilayah penelitian ini difokuskan pada industri-industri yang ada di Desa Beji Kecamatan Junrejo. Berikut merupakan batas-batas administratif Desa Beji.

Sebelah Utara	: Desa Torongrejo
Sebelah Selatan	: Desa Mojorejo
Sebelah Timur	: Desa Junrejo dan Tlekung
Sebelah Barat	: Kelurahan Temas dan Desa Oro-oro Ombo





Gambar 1. 1 Peta Wilayah Studi

1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penelitian evaluasi pemanfaatan limbah tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo ini meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang yang mendasari pemilihan objek penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup materi dan wilayah penelitian terkait dengan pengelolaan limbah cair tahu, seta kerangka pemikiran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang definisi dan teori yang berhubungan dengan pembahasan studi ini yaitu, faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi biodigester, manfaat ekonomi dari pengolahan limbah cair menjadi biogas dan dasar hukum.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas ruang lingkup dan langkah kegiatan, metode dan langkah-langkah analisis data yang digunakan untuk menjawab permasalahan. Komponen-komponen penyusunan pada bab ini akan digunakan untuk memperoleh data guna penyusunan penelitian ini.

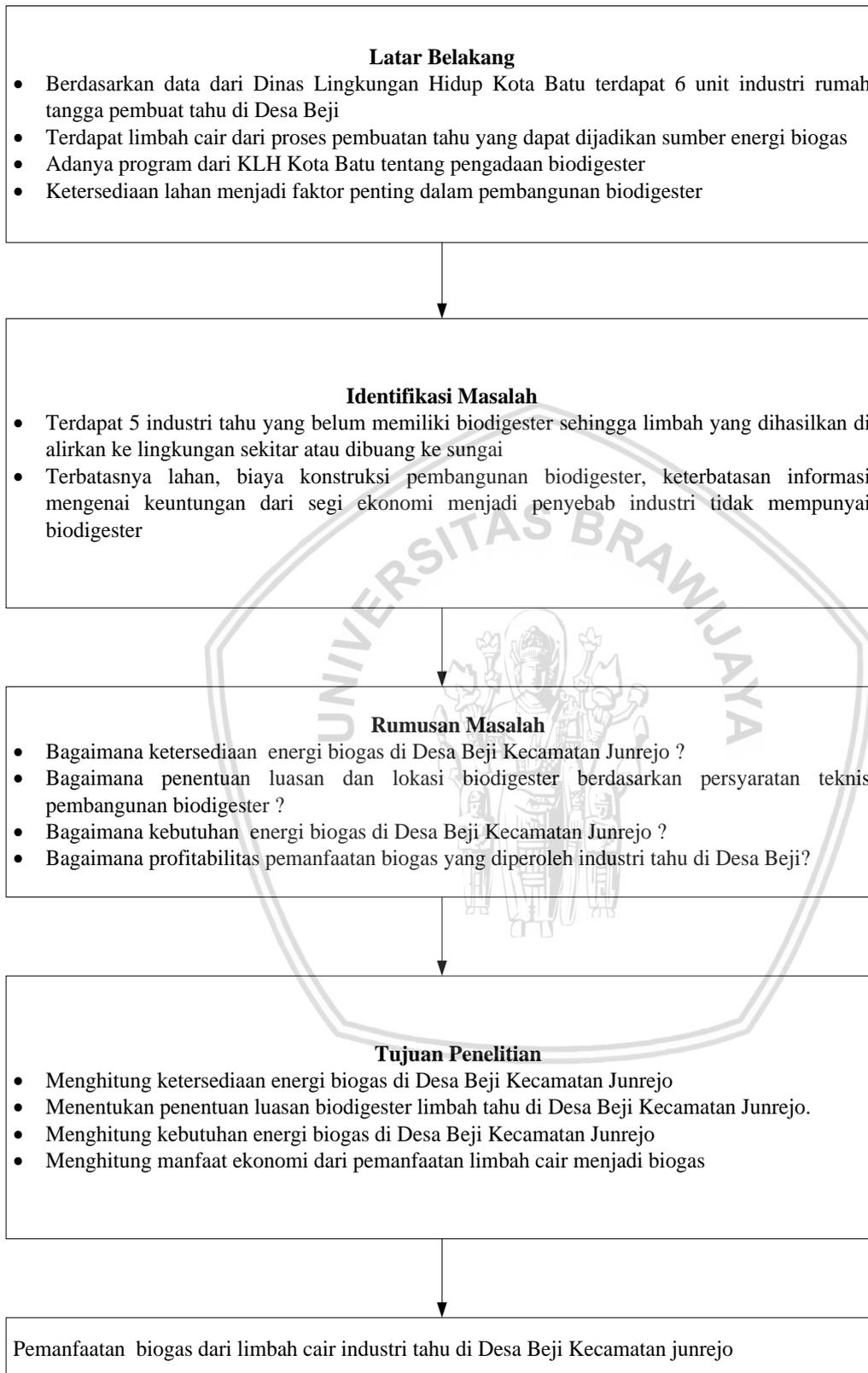
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengurai hasil penelitian berupa data-data objek penelitian kemudian dilakukan proses analisis yang bertujuan untuk menjawab pokok permasalahan dalam penelitian yang pada akhirnya memberikan arahan untuk penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitiandan saran bagi penelitian ini.

1.8 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. 2 Kerangka Pemikiran

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme (bakteri) pada kondisi yang relatif kurang oksigen (Hariansyah, M. 2009). Limbah cair industri tahu adalah salah satu jenis sumber daya yang dapat dijadikan biogas. Biogas berfungsi sebagai energi pengganti bahan bahan bakar, penerangan atau konsumsi penggunaan energi lainnya (Syamsudin, et al, 2015).

Produksi biogas diperoleh dengan memasukkan bahan baku kedalam suatu ruangan kedap udara yang berfungsi sebagai tempat fermentasi limbah cair yaitu biodigester. Pengertian biogas dijadikan sebagai referensi untuk mengetahui biogas sebagai energi alternatif yang dapat dikembangkan untuk pengganti kebutuhan energi. Limbah cair dari proses pembuatan tahu yang digunakan sebagai bahan baku biogas dalam penelitian ini.

2.2 Biogas Sebagai Energi Alternatif

Biogas adalah gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteribakteri anaerob. Kandungan biogas didominasi oleh CH₄ (gas metana) yang berpotensi besar sebagai sumber energi untuk memasak, pemanasan atau dikonversi menjadi listrik (Mahmud Hasan, 2016).

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerobik. Untuk menghasilkan biogas dibutuhkan reaktor biogas (digester) yang merupakan suatu instalasi kedap udara sehingga proses dekomposisi dari bahan organik dapat berjalan secara optimum (Asri Wuryantari, dkk. 2014).

Pengertian biogas dijadikan sebagai referensi untuk mengetahui tentang biogas yang dapat dijadikan sebagai energi alternatif untuk krisis energi yang terjadi. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair dari pembuatan tahu. Menurut Haryati 2006, penggunaa biogas memiliki beberapa keuntungan dari aspek energi, ekonomi, dan lingkungan antara lain :

1. Keuntungan Energi
 - a. Proses produksi energi bersih.
 - b. Memperoleh bahan bakar berkualitas tinggi dan dapat diperbaharui.

- c. Biogas dapat dipergunakan untuk berbagai penggunaan.
- 2. Keuntungan Lingkungan
 - a. Proses produksi energi bersih.
 - b. Memperoleh bahan bakar berkualitas tinggi dan dapat diperbaharui.
 - c. Biogas dapat dipergunakan untuk berbagai penggunaan.
- 3. Keuntungan Ekonomi
 - a. Lebih ekonomis dari proses lainnya

Penggunaan biogas dari limbah cair pembuatan tahu diharapkan dapat memberikan manfaat dari aspek ekonomi maupun aspek lingkungan sehingga masyarakat dapat diarahkan untuk memanfaatkan biogas sebagai energi alternatif untuk memasak.

2.2.1 Distribusi Biogas

Distribusi menurut (Supriyadi, 2012) adalah kegiatan penyampaian produk dari produsen kepada konsumen sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Distribusi gas pada biogas sangat ditentukan oleh jarak antar sumber energi dengan konsumen dan juga jumlah konsumen yang menggunakan. Distribusi yang melebihi jarak 2 km diperlukan adanya augmentasi dengan pompa penguat untuk mendukung api stabil dengan menggunakan pipa plastik *standart* (Khoiyangbam, 2011: 20). Pipa tersebut selanjutnya dirangkai atau dihubungkan dengan pipa-pipa lainnya hingga mencapai tempat yang dikehendaki, yakni tempat memasak (kompor atau lampu). Pada ujung pengeluaran gas dipasang kran guna mengalirkan atau mematikan aliran gas. Jaringan pipa biogas atau instalasi biogas adalah suatu jaringan pipa yang digunakan untuk mengalirkan atau mendistribusikan biogas ke masyarakat sekitar.

Pada sistem penyimpanan dan pendistribusian biogas ini, pipa yang digunakan adalah jenis *Polivinil Chlorida* (PVC). Pipa tersebut tersedia dipasaran dengan berbagai merk baik yang diproduksi oleh industri dalam negeri maupun dari produk impor. Pemilihan/ penggunaan pipa PVC ini tentunya dengan berbagai pertimbangan sesuai dengan kebutuhan, antara lain: saluran pipa harus tahan terhadap korosi, tahan terhadap temperatur tinggi, tidak mudah pecah atau bocor dan mudah dipasang secara fleksibel. Proses distribusi digunakan untuk menyalurkan ketersediaan energi biogas terhadap kebutuhan masyarakat atas energi biogas. Dengan adanya sistem distribusi yang tepat, kelebihan energi yang dihasilkan oleh masing-masing biogas dari industri tahu dapat disalurkan kepada tetangga terdekat.

Berdasarkan standar (BIRU. 2010) biogas yang diproduksi disimpan dipenampungan gas dan dialirkan ke rumah yang memproduksi biogas menggunakan pipa. Instalasi pipa

harus benar, apabila proses pemasangan pipa tidak dilakukan dengan benar maka gas yang dihasilkan tidak berfungsi dengan optimal ke lokasi pengguna. Berikut langkah-langkah pemasangan pipa untuk distribusi biogas.

1. Sebelum memasang pipa, panjang pipa dari reaktor biogas hingga ke titik aplikasi (dapur) harus diukur. Rute diusahakan sependek mungkin sehingga risiko kerusakan saluran pipa karena faktor luar dapat ditekan.
2. Setelah panjang pipa ditentukan, penggalian parit tempat pipa dapat dimulai. Kemiringan parit tidak terlalu curam dan tepat, sehingga peletakan pipa ke dalamnya dapat dilakukan pada kemiringan tertentu.
3. Pipa harus dipotong sesuai kebutuhan. Setelah pemotongan, pipa diurutkan dan digabungkan. Penggabungan dua pipa PVC harus benar-benar rekat dengan bantuan lem.
4. Saluran pipa yang menyalurkan biogas rentan rusak sehingga sangat disarankan untuk menggunakan pipa besi (GI) dan ditanam minimal 30 cm di dalam tanah.
5. Setelah pipa di tanah dipasang dengan benar dari kubah ke dapur, langkah selanjutnya adalah untuk menyesuaikan kompos gas dan lampu. Atur posisi keran terlebih dulu, baru gunakan pipa selang karet neoprene untuk menghubungkan keran dan kompor gas.
6. Pasang meteran gas (Manometer)
7. Penghubung dan katup (keran) harus dicek apakah ada kebocoran dengan menggunakan cairan kental air yang dicampur dengan sabun. Apabila ada kebocoran, gelembung busa yang ada di penghubung akan bergerak atau pecah. Jika hal ini terjadi, penghubung itu harus benar-benar direkatkan kembali.

Keterkaitan teori ini dalam penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana cara pendistribusian biogas. Pendistribusian energi biogas ini dapat dilakukan jika sumber energi yang diperoleh lebih besar dari kebutuhan energi yang digunakan sehingga dapat disalurkan ke rumah-rumah sekitar melalui pipa-pipa. Namun tidak semua rumah bisa tersalurkan biogas hal ini dikarenakan adanya faktor lokasi seperti ketersediaan lahan dan kontur tanah.

2.2.2 Pemanfaatan Biogas

Biogas merupakan sumber energi terbarukan sebagai salah satu usaha memenuhi kebutuhan bahan bakar. Menurut Haryati 2012 beberapa alasan lain mengapa biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif dan semakin mendapat perhatian yaitu :

- Harga bahan bakar yang terus meningkat .
- Dalam rangka usaha untuk memperoleh bahan bakar lain yang dapat diperbaharui.
- Dapat diproduksi dalam skala kecil di tempat yang tidak terjangkau listrik atau energi lainnya .
- Dapat diproduksi dalam konstruksi yang sederhana.

Biogas dapat diubah menjadi beberapa bentuk energi, yaitu salah satunya energi panas yang diubah menjadi energi memasak. Terdapat beberapa proses konversi biogas yang dapat digunakan sebagai energi alternatif yang dapat mengurangi penggunaan energi fosil (Ramadhan, I. 2016). Dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Konversi Energi Biogas dan Penggunaannya

Penggunaan	Energi per 1m ³ Biogas
Penerangan	Sebanding dengan lampu 60-100 W selama 6 jam
Memasak	Untuk memasak 3 jenis makanan untuk 5-6 orang 0,3 m ³ dapat mengganti waktu memasak 1 jam
Pengganti bahan bakar	Sebanding dengan 0,7 kg bensin
Tenaga pengangkut	Menjalankan motor 1 PK selama 2 jam
Listrik	Sebanding dengan 1,25 kWh listrik

Sumber: Haryati, 2006

Dapat diketahui dari Tabel 2.1 perbandingan 1m³ biogas dengan kebutuhan energi yang digunakan sehari-hari seperti kebutuhan memasak, penerangan, bahan bakar, dan kebutuhan energi lainnya.

Pemanfaatan ini dapat menghemat beberapa bahan bakar komersial dengan memanfaatkan limbah cair tahu, yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.2
Besaran Perbandingan Yang Terganti Untuk 1m³ biogas

Bahan Bakar	Besaran yang terganti untuk 1m ³ biogas
Elpiji	0,46 kg
Minyak Tanah	0,62 liter
Bensin	0,8 liter
Kayu Bakar	3,5 kg

Sumber: (Kementrian ESDM, 2012)

Dari Tabel 2.2 dapat diketahui perbandingan energi yang dihasilkan dari 1m³ biogas dapat menghasilkan berapa kilogram gas elpiji, kayu bakar serta berapa liter bensin dan minyak tanah.

Tabel 2.3
Potensi Gas yang Dihasilkan

Bahan Baku Kedelai (per hari)	Limbah Cair yang Dihasilkan	Potensi Gas yang Dihasilkan
30-75 kg	0,6400 m ³	0,7936 m ³
>75-140 kg	1,2800 m ³	1,5872 m ³
>140-200 kg	1,9200 m ³	2,3808 m ³

200 kg	2,5600 m ³	3,1744 m ³
--------	-----------------------	-----------------------

Sumber: Dinata, Muiz Azhar, 2015

Dari Tabel 2.3 dapat diketahui berapa jumlah bahan baku kedelai industri tahu, banyaknya limbah cair yang dihasilkan dan potensi gas yang dihasilkan dari limbah cair tersebut dan dari data tersebut dapat menghitung besaran *supply* energi yang dihasilkan.

Pemanfaatan biogas digunakan sebagai pendukung dalam penelitian ini untuk mengetahui manfaat-manfaat khususnya manfaat ekonomi dari biogas oleh industri tahu di Desa Beji.

2.3 Ukuran Biodigester

Dinas Lingkungan Hidup (KLH) Kota Batu memberikan pilihan dalam tipe dan ukuran *biodigester*. Pemilihan tipe *biodigester* mempertimbangkan dari segi kecocokan dengan tempat pembangunan, ketahanan konstruksi *biodigester* dan biaya pembangunan. Pemilihan ukuran *biodigester* berdasarkan laporan penelitian KLH Kota Batu dibangun dengan mempertimbangkan ketersediaan lahan dan jumlah produksi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4
Ukuran Biodigester

SN	Kapasitas biodigester (m ³)	Luas biodigester (m ²)	Produksi gas per hari (m ³)
1	4	14	0,8 – 1,6
2	6	18	1,6 – 2,4
3	8	22	2,4 – 3,2
4	10	26	3,2 – 4,2

Sumber: Shilvy, D. 2017

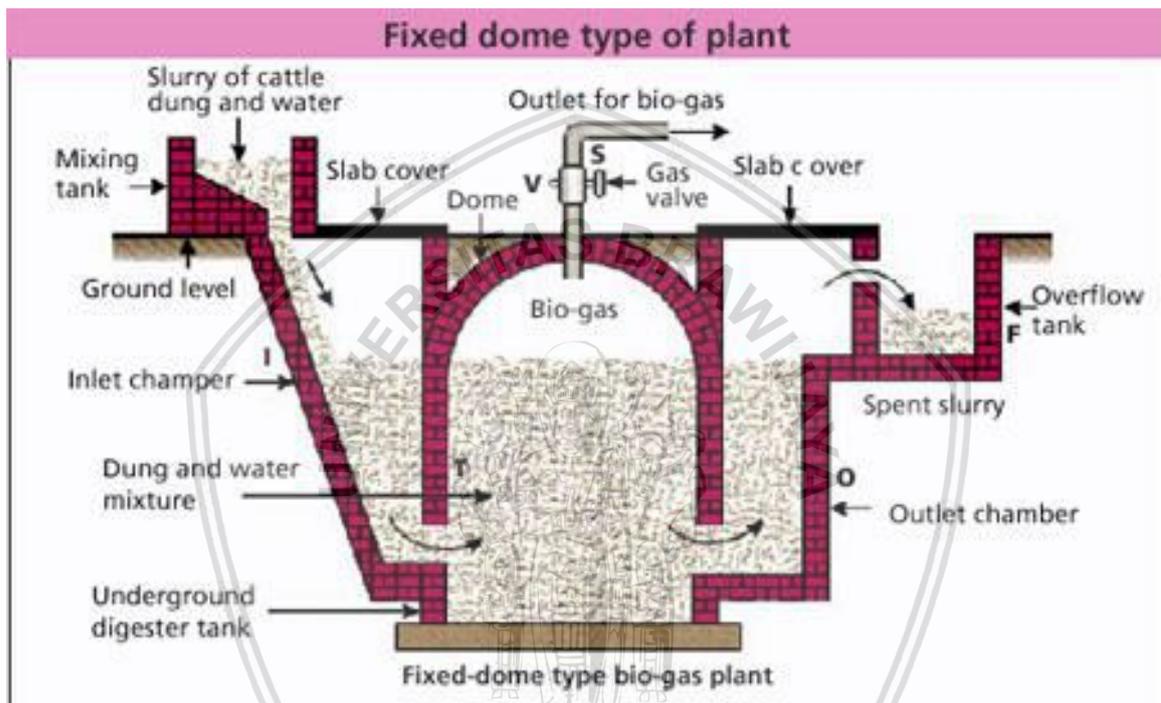
Volume *biodigester* yang berasal KLH Kota Batu nantinya akan digunakan sebagai pemilihan alternatif terbaik penentuan skala *biodigester* di Dea Beji. Sehingga, dapat diketahui pembangunan skala *biodigester* terbaik yang sesuai. Penentuan ukuran *biodigester* dalam penelitian ini sangatlah penting. Hal ini dikarenakan ukuran *biodigester* sangat berpengaruh terhadap titik lokasi yang akan dibangun serta ukuran *biodigester* disesuaikan dengan luas lahan dan jumlah limbah yang dihasilkan.

2.3.1 Tipe Biodigester

Digester biogas memiliki tiga (3) macam tipe dengan keunggulan dan kelemahannya masing-masing. Ketiga tipe biogas tersebut adalah :

- a. *Tipe fixed domed plant* Terdiri dari digester yang memiliki penampung gas dibagian atas digester. Ketika gas mulai timbul, gas tersebut menekan lumpur sisa fermentasi (slurry) ke bak slurry. Jika pemasukan kotoran ternak dilakukan terus menerus, gas

yang timbul akan terus menekan slurry sampai keluar dari bak slurry. Gas yang timbul akan tertampung diatas kotoran yang mengalami fermentasi dan akan digunakan/dikeluarkan lewat pipa gas yang berada diatas digester menuju tempat penampungan. Keunggulan : tidak ada bagian yang bergerak, awet (berumur panjang), dibuat di dalam tanah sehingga terlindung dari berbagai cuaca atau gangguan lain dan tidak membutuhkan ruangan (diatas tanah). Kelemahan : rawan terjadi kertakan di bagian penampung gas, tekanan gas tidak stabil karena tidak ada katup gas.



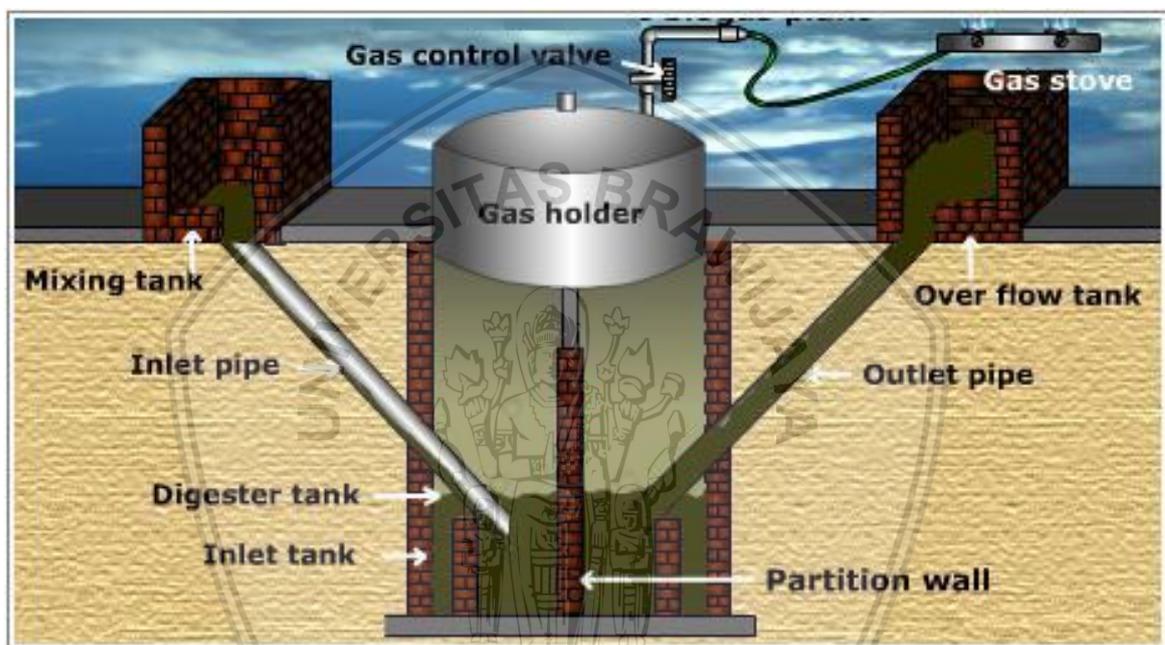
Gambar 2. 1 Biodigester Tipe Fix Dome

Sumber: Wahyuni, 2013

- b. *Tipe Floating Drum* Tipe ini merupakan tipe yang paling banyak dipakai di Indonesia. Tipe kubah adalah berupa biodigester yang dibangun dengan menggali tanah kemudiandibuat dengan bata, pasir, dan semen yang berbentukseperti rongga yang kedap udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Dengan sistem anaerobic biogas, gas yang dihasilkan tergantung pada kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang terkandung dalam limbah, lamanya waktu pembusukan minimal 30 hari karena semakin lama pembusukan semakin sempurna prosesnya, suhu didalam digester yaitu 15°C - 35°C , kapasitas kedelai minimal untuk dapat menghasilkan biogas adalah ± 400 kg, untuk produksi tahu dengan kapasitaskedelai 700 kg/hari dihasilkan tidak kurang dari 10.500 liter gas bio per hari, kebutuhan satu

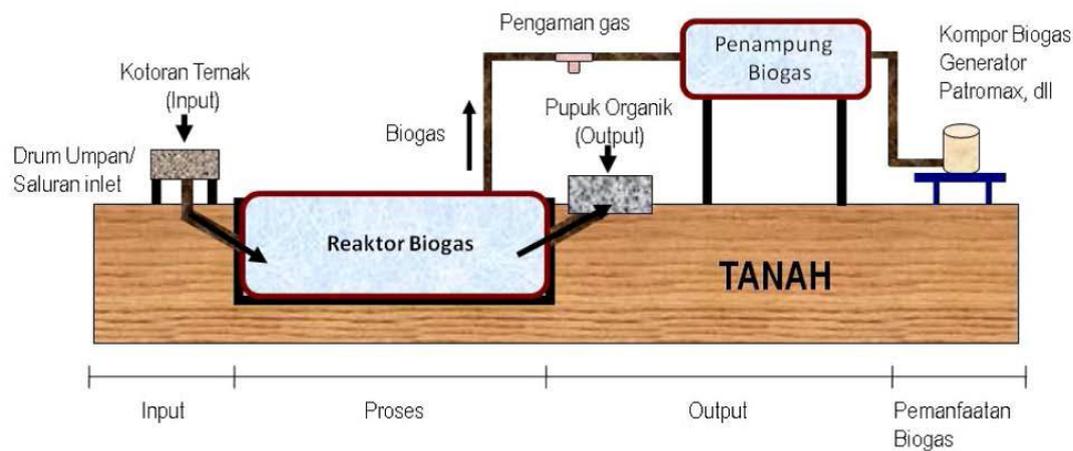
rumah tangga dengan 4-5 orang anggota \pm 1.200–2.000 liter gas bio per hari (KLH, 2012).

- c. *Tipe floating drum plant* Terdiri dari satu digester dan penampung gas yang bisa bergerak. Penampung gas ini akan bergerak keatas ketika gas bertambah dan turun lagi ketika gas berkurang, seiring dengan penggunaan dan produksi gasnya. Kelebihan : konstruksi alat sederhana dan mudah dioperasikan. Tekanan gas konstan karena penampung gas yang bergerak mengikuti jumlah gas. Jumlah gas bisa dengan mudah diketahui dengan melihat naik turunnya drum. Sedangkan kelemahannya yaitu digester rawan korosi sehingga waktu pakai menjadi pendek.



Gambar 2. 2 Biodigester floating drum
Sumber: Wahyuni, 2013

- d. *Tipe baloon plant* Konstruksi sederhana, terbuat dari plastik yang pada ujung-ujungnya dipasang pipa masuk untuk kotoran ternak dan pipa keluar peluapan slurry. Sedangkan pada bagian atas dipasang pipa keluar gas. Kelebihan biaya pembuatan murah, mudah dibersihkan, mudah dipindahkan. Kelemahannya waktu pakai relatif singkat dan mudah mengalami kerusakan.



Teori pemilihan tipe biodigester ini dilakukan untuk menentukan tipe yang sesuai dengan keadaan eksisting di Desa Beji. Dalam penelitian yang dilakukan di Desa Beji keadaan Desa Beji lebih sesuai jika dibangun biodigester tipe *fixed dome* karena biodigester tipe *fixed dome* sesuai dengan kondisi lahan di Desa Beji (KLH Kota Batu, 2017).

2.4 Ketersediaan Lahan

Ketersediaan lahan merupakan faktor yang sangat penting dalam pembangunan biodigester. Ketersediaan lahan ini menjadi faktor dalam menentukan ukuran biodigester. Secara infrastruktur, dibutuhkan ketersediaan lahan yang dekat dengan sumber bahan baku sebagai tempat untuk mendirikan reaktor karena jarak sumber bahan baku dengan biodigester mempengaruhi tekanan gas (Jimmy & M. Istnaeny Hudha, 2011). Berdasarkan jumlah ketersediaan energi biogas di Desa baji luas lahan minimal untuk pembangunan biodigester industri tahu adalah 26 m². Selain luas lahan, kondisi tanah juga harus diperhatikan seperti topografi tanah dan struktur tanah (tidak mudah hancur) sehingga biodigester berfungsi dengan optimal.

Berdasarkan standar BIRU, 2010 untuk pemilihan lokasi kotruksi biodigester umumnya berdasarkan factor-faktor sebagai berikut:

1. Lokasi harus mempermudah pekerjaan konstruksi.
2. Lokasi yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga biaya konstruksi dapat diminimalisir.
3. Memilih lokasi yang mudah dijangkau untuk penggunaan dan pemeliharaan. Tempat pengolahan, katup gas utama, saluran penggunaan, dan pengecekan gas harus mudah dicapai.
4. Lokasi tempat pengolahan harus aman

Berdasarkan factor-faktor tersebut pemilihan lokasi harus mempertimbangkan hal berikut:

1. Agar dapat berfungsi efektif, suhu yang benar (20-35°C) harus dapat dijaga di bagian dalam reaktor. Karenanya, tempat dingin dan berkabut harus dihindari. Tempat hangat yang disinari matahari lebih baik.
2. Lokasi konstruksi harus memiliki permukaan yang datar.
3. Lokasi harus lebih tinggi dibandingkan sekitarnya untuk mencegah genangan air dan memperlancar aliran *bio-slurry* dari *outlet* ke lubang pembuatan kompos. Tempat pengolahan harus berlokasi dekat dengan industri tahu untuk memudahkan penggunaan dan menghindari kehilangan bahan baku, khususnya limbah tahu..
4. Pertimbangkan jumlah air yang dibutuhkan untuk dicampur dengan limbah tahu. Sumber air yang jauh akan merepotkan. Untuk menjaga air supaya tidak terkena polusi, jarak sumur atau sumber mata air minimal 10 meter dari reaktor biogas, khususnya lubang *bio-slurry*.
5. Pipa gas yang terlalu panjang akan menambah resiko kebocoran gas dan biaya yang lebih tinggi. Katup gas utama yang terpasang di atas penampung gas harus dibuka dan ditutup sebelum dan sesudah biogas digunakan. Akan lebih baik jika tempat pengolahan dekat dengan tempat pemakaian.
6. Ujung tempat pengolahan minimal 2 meter dari fondasi rumah atau bangunan lain.
7. Lubang kompos harus cukup luas karena bagian ini merupakan satu kesatuan dari reaktor biogas.
8. Lokasi harus cukup jauh dari pepohonan untuk menghindari kerusakan reaktor biogas yang disebabkan oleh akar pohon
9. Jenis tanah harus dapat menahan muatan untuk mencegah bangunan amblas ke dalam tanah.
10. Apabila luas tempat menjadi masalah, industri tahu dapat didirikan di atas tempat pengolahan setelah reaktor biogas selesai di cor.

Berdasarkan penelitian Ariani (2011) bahwa dalam melakukan pembangunan biodigester ketersediaan lahan merupakan salah satu faktor penting, ketersediaan lahan disini juga harus disesuaikan dengan jumlah produksi dan lahan yang tersedia. Selain itu, menurut Wahyuni (2013) jarak biodigester dengan dapur maksimal 30meter , dengan tujuan agar tidak membutuhkan pipa yang lebih panjang dan mencegah terjadinya kebocoran gas.

Dalam memanfaatkan biogas maka, disarankan apabila sistem pendistribusian melebihi jarak 2km maka diperlukan adanya augmentasi pompa penguat untuk mendukung api stabil (Khoiyangbam, 2011). Dari hasil uraian diatas terdapat faktor – faktor dalam pemilihan lokasi biodigester yang nantinya dapat dipergunakan dalam penelitian ini. Sehingga, terdapat beberapa faktor yang dapat digunakan untuk penelitian dalam melakukan pemilihan lokasi biodigester di Desa Beji.

Karakteristik pemilihan lokasi sangat berkaitan dengan penelitian yang dilakukan karena dalam menentukan lokasi pembangunan biodigester dibutuhkan kriteria-kriteria lokasi sehingga didapatkan lokasi yang ideal.

2.5 Manfaat Ekonomi Biogas

Manfaat ekonomi adalah Manfaat bersih yang bernilai positif dengan manfaat bersih yang bernilai negatif. Dengan kata lain, manfaat bersih yang menguntungkan bisnis yang dihasilkan terhadap setiap satu satuan kerugian dari bisnis tersebut (Febryan, Y. et al. 2017)

Manfaat ekonomi adalah keuntungan yang diperoleh antara pendapatan program yang dilakukan dengan variabel biaya, biaya tetap, dan biaya yang dikeluarkan untuk suatu program (Purnamasari, 2017).

Manfaat ekonomi merupakan suatu penekanan dalam perhitungan keuntungan dan kerugian suatu program dengan mempertimbangkan jumlah biaya yang dikeluarkan serta manfaat yang diperoleh dari program tersebut (Doerachman et al. 2012). Faktor yang mempengaruhi manfaat ekonomi yaitu harga output, biaya investasi dan biaya perawatan (Delzeit & Kellner, 2013).

Manfaat ekonomi yang diterima dalam penelitian ini didapat dari pemanfaatan limbah cair industri tahu menjadi biogas di Desa Beji. Perhitungan manfaat ekonomi diperoleh dengan membandingkan biaya pembangunan alat instalasi biogas atau biodigester, biaya tenaga kerja, dan biaya perawatan biodigester dengan biaya yang diterima dari hasil penjualan limbah padat tahu dan jumlah energi memasak yang tergantikan oleh biogas limbah tahu. Manfaat dari penggunaan biogas juga dapat digunakan sebagai pengganti energi penerangan dan memberikan dampak positif terhadap lingkungan karena limbah yang dihasilkan diproses menjadi biogas sehingga tidak mencemari lingkungan. Dengan mengetahui berapa besar manfaat yang didapat dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas maka dapat diketahui layak tidaknya program pengadaan biodigester sebagai alat instalasi pengolahan limbah tahu menjadi biogas.

Keterangan :

Demand biogas (m^3/hari)

Konsumsi energi (m^3/hari)

Perbandingan sumber energi (m^3)

Dengan menggunakan data jumlah elpiji dan Kayu bakar yang digunakan untuk masing-masing industri tahu per harinya, maka dapat diketahui kebutuhan energi per hari dengan menggunakan perbandingan biogas dengan sumber lain per 1m^3 .

2.6.2 Analisis *Benefits Cost Ratio*

Manfaat ekonomi adalah keuntungan yang diperoleh antara pendapatan dengan biaya yang dikeluarkan untuk suatu program. Manfaat ekonomi merupakan salah satu aspek penting untuk menentukan apakah sebuah teknologi layak dan tidaknya untuk diterapkan. Salah satu cara yang digunakan adalah memproyeksi aliran kas. Aliran kas dalam pengembangan biogas terdiri dari aliran kas masuk dan aliran kas keluar. Aliran kas masuk (*inflow*) berasal dari penerimaan harga biogas yang dihasilkan (disetarakan dengan harga elpiji dan kayu bakar) dan hasil penjualan limbah padat. Arus kas keluar (*outflow*) berasal dari pengeluaran biaya investasi untuk pembangunan instalasi biogas dan biaya operasional. Selisih antara keduanya merupakan suatu keuntungan atau kerugian dari penerapan instalasi biogas.

Analisis yang digunakan adalah analisis *Benefits Cost Ratio* memiliki penekanan dalam suatu perhitungan tingkat keuntungan atau kerugian suatu program dengan mempertimbangkan biaya yang akan dikeluarkan serta manfaat yang akan didapat (Doerachman et al, 2012). Profitabilitas yang dimaksud dalam penelitian ini adalah keuntungan yang diperoleh dari hubungan antara biaya instalasi pipa dengan manfaat dari penggunaan limbah cair tahu sebagai biogas.

Analisis kelayakan investasi dilakukan untuk mengetahui apakah suatu usaha memiliki nilai keuntungan atau tidak. Kriteria yang digunakan untuk mengukur keuntungan dari limbah cair industri tahu sebagai biogas yaitu *B/C Ratio* merupakan perbandingan antara manfaat yang diperoleh terhadap biaya yang dikeluarkan (Putra et al, 2014).

Hasil dari BCR kemudian diklasifikasikan menjadi 3, yaitu sebagai berikut (Nugroho et al, 2017).

- a. Jika nilai $\text{BCR} < 1$ maka manfaat yang diperoleh dari program lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan, program tersebut tidak layak untuk dijalankan.

- b. Jika nilai $BCR = 1$ maka manfaat yang diperoleh dari program sama dengan biaya yang dikeluarkan, program tersebut layak untuk dijalankan.
- c. Jika nilai $BCR > 1$ maka manfaat yang diperoleh dari program lebih besar dari biaya yang dikeluarkan, program tersebut layak untuk dijalankan.

Dengan menggunakan formula tersebut untuk menghitung biaya dan manfaat adanya biogas. Variable biaya dan manfaat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Biaya penerimaan

Penerimaan manfaat dari penelitian ini berasal dari limbah cair dari proses pengolahan tahu yang akan dimanfaatkan sebagai biogas. Besaran penerimaan tergantung pada besaran limbah cair yang dimasukkan kedalam instalasi biogas dan bantuan dari pemerintah Kota Batu.

- b. Biaya pengeluaran

Biaya pengeluaran didapatkan dari biaya material konstruksi pembuatan biodigester, biaya operasional dan biaya upah pekerja. Biaya pengeluaran dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5
Biaya Material dan manfaat Biogas

No	Biaya dan Manfaat	Harga Satuan
1	Material Bangunan Biodigester	
	Batu Bata	Rp 650/buah
	Pasir	Rp 97.000/ m ³
	Semen 40 kg	Rp 60.000/ sak
	Batu Pecah	Rp 202.500/ m ³
	Pipa Gas Utama	Rp 200.000/ buah
	Gas Tap	Rp 50.000/ buah
	Cop Selang Manometer	Rp 14.000/ buah
	Cop Selang Kompor	Rp 75.000/ buah
	Mixer	Rp175.000/ buah
	Manometer	Rp 150.000/ buah
	Penguras Air	Rp 100.000/ buah
	Kompur Gas	Rp 150.000/ buah
	Selang Gas Kompur	Rp 20.000/ buah
	Batang Besi	Rp 60.000/ batang
	Bendrat	Rp 15.000/ kg
	Kaleng Cor	Rp 100.000/ buah
	Sokdrat Luar PVC 0,5"	Rp 3.000/ buah
	Sokdrat Dalam PVC 0,5"	Rp 3.000/ buah
	Tee 0,5"	Rp 3.500/ buah
	Stop Kran 0,5"	Rp 21.000/ buah
	Paku	Rp 3.000/ buah
	SDD 0,5"	Rp 3.000/ buah
	Knee 0,5"	Rp 3.500/ buah
	TBA	Rp 3.500/buah
	Lem PVC	Rp 8.000/ buah
	Tenaga Ahli	Rp 200.000/ orang
	Pekerja	Rp 50.000/ orang
	Biaya Perawatan	Rp 300.000/ tahun

No	Biaya dan Manfaat	Harga Satuan
1	Material Bangunan Biodigester	
	Biaya Pembangunan Biodigester 1m³	Rp 870.000/m ³
2	Manfaat Biogas	
	Konversi bahan bakar yang digantikan	
	- LPG	
	- Kayu Bakar	Rp 17.000/ tabung (3kg)
	- Penjualan Limbah Padat	Rp 7.000/ ikat (20kg)
		Rp 2.500/ 4kg

Sumber: Purnamasari, Y. 2017

2.6.3 Payback Periode

Masa pengembalian investasi atau *payback periode* adalah jangka waktu tertentu yang menunjukkan kapan investasi akan kembali. Semakin cepat waktu pengembalian investasi maka semakin layak program untuk tersebut dilakukan karena semakin lancar perputaran modalnya.

Menurut Sutiono & khusnul, 2014 Payback period adalah suatu periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi dengan menggunakan aliran kas. Perhitungan payback period secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PBP = n + \frac{a - b}{c - b} \times 1 \text{ tahun} \dots \dots \dots 2 - 1$$

Keterangan:

n = Tahun terakhir dimana \sum arus kas masih belum menutup investasi mula-mula

a = \sum Investasi mula-mula

b = \sum Investasi arus kas pada tahun ke - n

c = \sum Kumulatif arus kas pada tahun ke - n +1

Kriteria payback period ini tidak memiliki indikator standar dan bersifat relatif tergantung umur proyek dan besarnya investasi. Usaha layak dijalankan jika payback period usaha tidak terlalu lama mendekati akhir proyek atau lebih lama dari umur proyek. Payback period yang relatif cepat lebih disukai untuk investasi.

2.7 Penelitian Terdahulu

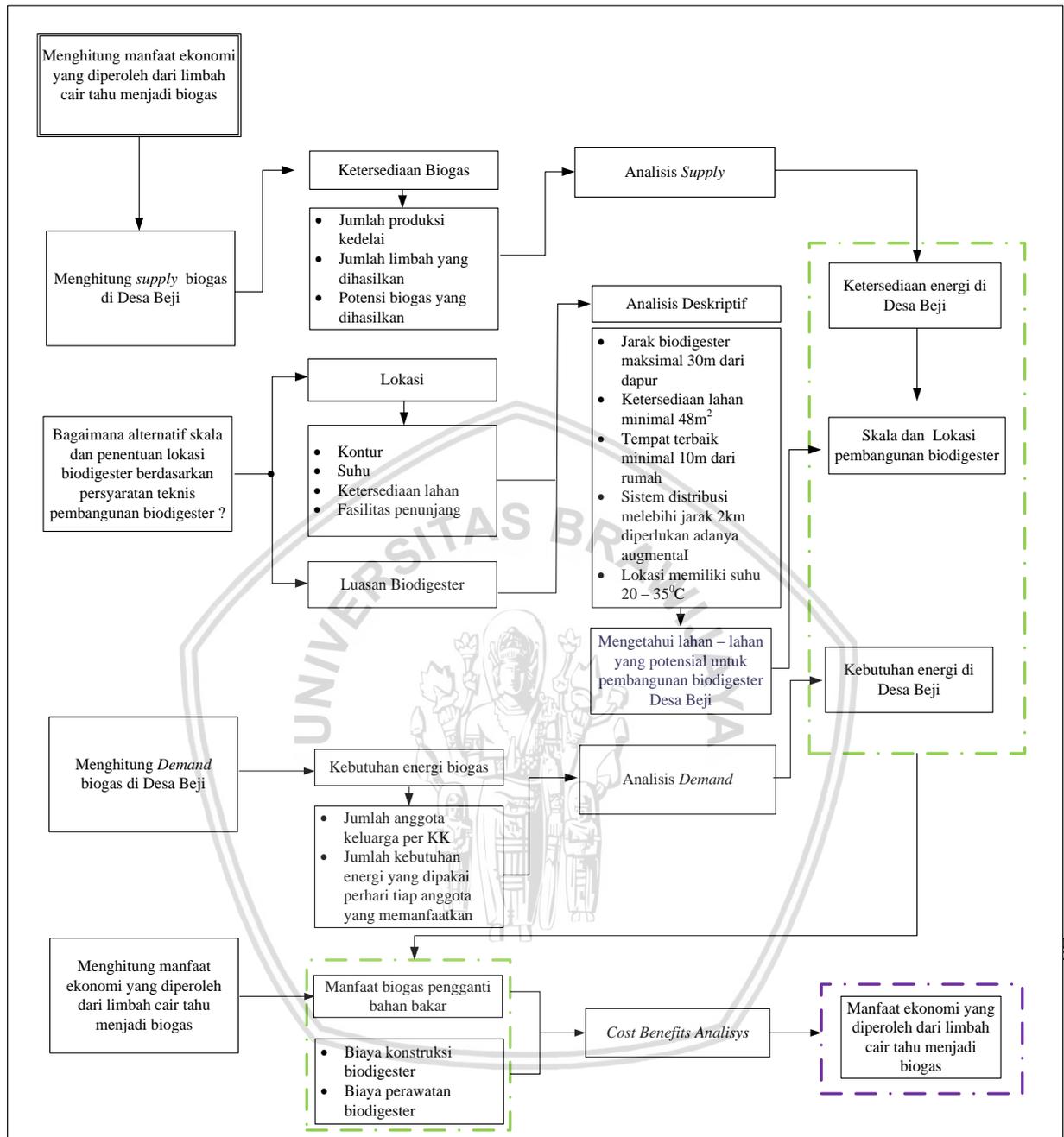
Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya referensi yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakuka. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6
 Penelitian Terdahulu

Sumber	Judul	Tujuan Penelitian	Variabel	Metode Analisis	Hasil
Dr. Budhijanto. 2017	Reaktor Biogas Skala Kecil (Rumah Tangga dan Semi-Komunal)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemilihan tipe biodigester - Pemilihan lokasi dan distribusi biogas - Masalah yang dering dihadapi dalam pembangunan dan perawatan biodigester 	<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi - Tipe Biodigester 	- Analisis Deskriptif	Pembangunan reaktor biogas skala kecil (Rumah Tangga)
Siska Ita Selvia 2015	Pola Distribusi Biogas Berdasarkan Supply dan Demand Energi di Desa Argosari	- Pendistribusian Biogas Ternak	<ul style="list-style-type: none"> - Ketersediaan energi - Kebutuhan energi 	- Analisis <i>Supply & Demand</i>	Potensi Biogas Sebagai Sumber Energi Manajemen Pemanfaatan Biogas
Wahyuni, Sri. 2009	Analisis Kelayakan Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif	<ul style="list-style-type: none"> - Menganalisis tingkat kelayakan pengembangan biogas sebagai energi alternatif - Menganalisis tingkat kepekaan biogas terhadap biaya dan manfaat yang didapat. - Menentukan strategi dalam pengembangan instalasi biogas bagi peternak 	- Aspek kelayakan	- Analisis Biaya dan manfaat	Analisis Kelayakan Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif
Subekti, Sri. 2011	Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif	<ul style="list-style-type: none"> - Mengidentifikasi proses produksi tahu - Mengidentifikasi proses pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas - Mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan pengolahan limbah tahu menjadi biogas 	<ul style="list-style-type: none"> - Kelebihan pemanfaatan biogas - Kelemahan pemanfaatan biogas 	- Analisis SWOT	Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif
Yunda Endra Purnamasari, 2016	Profitabilitas Pemanfaatan Potensi Biogas Sebagai Energi		<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran Biodigester - Luas Lahan Sisa - Profit Biogas 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis <i>Supply Demand</i> - Analisis <i>Cost Benefits Ratio</i> 	Profitabilitas pemanfaatan biogas dari limbah ternak sebagai energi terbarukan

Sumber	Judul	Tujuan Penelitian	Variabel	Metode Analisis	Hasil
	Terbarukan Oleh Peternak Non Biogas di Desa Galengdowo Kecamatan Wonosalam	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan ukuran kapasitas biodigester yang sesuai berdasarkan ketersediaan jumlah ternak dan sisa lahan. - Menghitung sisa energi peternak non biogas - Menghitung profitabilitas pemanfaatan biogas 			
Risyad, Zulfa, 2018	Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung Ketersediaan dan kebutuhan energi biogas di Desa Beji - Menentukan luasan dan lokasi biodigester - Menghitung berapa besar manfaat ekonomi yang diperoleh dari pemanfaatan limbah cair tahu 	<ul style="list-style-type: none"> - Ketersediaan biogas - Kebutuhan biogas - Lokasi - Luasan biodigester - Biaya 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis <i>Supply Demand</i> - Analisis <i>Cost Benefits Ratio</i> 	Berapa manfaat yang diperoleh dari Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo

2.8 Kerangka Teori



Gambar 2. 4 Kerangka Teori

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Definisi operasional dalam penelitian ini diperlukan agar tidak terjadi salah pemahaman tentang suatu penelitian yang akan diteliti. Penelitian yang berjudul “Pemanfaatan limbah cair industri tahu menjadi biogas di Desa Beji Kecamatan Junrejo” terdapat beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

1. **Industri Biogas adalah** Masyarakat yang memiliki industri rumah tangga pembuatan tahu dan sudah memiliki alat instalasi pengolahan limbah menjadi biogas sehingga limbah yang dihasilkan sudah dimanfaatkan.
2. **Industri Non Biogas adalah** Masyarakat yang memiliki industri rumah tangga pembuatan tahu, namun industri tersebut belum memiliki alat instalasi pengolahan limbah sehingga limbah yang dihasilkan belum dimanfaatkan.
3. **Ketersediaan energi Biogas** adalah jumlah energi biogas yang tersedia dengan mempertimbangkan jumlah limbah cair industri tahu yang dihasilkan disesuaikan dengan volume biodigester.
4. **Kebutuhan energi Biogas** adalah jumlah kebutuhan energi yang dilihat dari karakteristik penggunaan bahan bakar untuk memasak dan penggunaan bahan bakar untuk pembuatan tahu. Kebutuhan energi biogas dihitung dengan konversi kesetaraan biogas dengan bahan bakar lain (LPG/kayu bakar), yaitu 1 m³ biogas setara dengan 0,46 kg LPG dan 3,5 kg kayu bakar (Agustina, 2017).
5. **Lahan sisa** adalah luas lahan yang tersedia untuk pembangunan biodigester dengan mempertimbangkan jumlah energi yang tersedia dan luas lahan yang tersedia. Jika luas lahan mencukupi namun energi biogas tidak mencukupi maka jumlah energi biogas menjadi acuan dalam menentukan volume pembangunan biodigester dan jika luas lahan tidak mencukupi namun energi biogas mencukupi maka luas lahan menjadi acuan dalam menentukan volume pembangunan biodigester.
6. **Pemanfaatan biogas adalah** keuntungan yang diperoleh dari hubungan antara fungsi pendapatan dan fungsi biaya yang dikeluarkan untuk suatu program (Agustina, 2017). Manfaat dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi keuntungan ekonomi yang didapat dari pemanfaatan limbah cair industri tahu di Desa Beji

dengan melihat perbandingan dari penggunaan bahan bakar untuk memasak dan Penghematan yang didapatkan jika menggunakan biogas.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah objek penelitian atau apa yang menjadi tujuan dalam suatu penelitian. Berikut variable penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1
Variabel Penelitian

Tujuan	Variabel	Parameter	Referensi
Menghitung <i>Supply</i> energi biogas desa Beji Kecamatan Junrejo	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah produksi kedelai Jumlah limbah yang dihasilkan Potensi biogas yang dihasilkan 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah produksi kedelai (kg/ hari) Jumlah limbah yang dihasilkan (m^3/hari) Potensi gas yang dihasilkan per $1m^3$ 	<ul style="list-style-type: none"> KLH Kota Batu, 2013 Agustina, Kiki. 2017
Menentukan sebaran lokasi digester limbah tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo	<ul style="list-style-type: none"> Jarak biodigester Ketersediaan lahan Sistem distribusi melebihi jarak 2km diperlukan adanya augmentasi Suhu Volume Biodigester 	<ul style="list-style-type: none"> Jarak biodigester maksimal 30 m. Luas lahan yang tersedia oleh masing-masing industri Suhu $25^0 C-30^0 C$ Jumlah limbah cair yang dihasilkan (m^3) Potensi gas yang dihasilkan (m^3) 	<ul style="list-style-type: none"> Pedoman Model Instalasi Biogas Indonesia – Edisi Panduan Kontruksi – BIRU, 2010 KLH Kota Batu, 2013 Wahyuni, S. 2013. Mariawan, I Made. 2012. ISSN: 1410-4369 Januari 2012. Khoiyangbam, RS., Navindu Gupta & Sushil Kauman. 2011 KLH Kota Batu, 2013
Menghitung <i>Demand</i> energi biogas desa Beji Kecamatan Junrejo	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah anggota keluarga per KK Jumlah kebutuhan energi memasak 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah kebutuhan energi yang digunakan untuk memasak m^3 (LPG & kayu bakar) 	<ul style="list-style-type: none"> KLH Kota Batu, 2013 Agustina, Kiki. 2017
Menghitung manfaat ekonomi biogas dari limbah cair industri tahu	<ul style="list-style-type: none"> Biaya investasi biodigester Biaya operasional Manfaat penggunaan biogas untuk bahan bakar memasak 	<ul style="list-style-type: none"> Biaya investasi biodigester Biaya bahan konstruksi biodigester Biaya tenaga kerja Biaya operasional Biaya perawatan biodigester Manfaat penggunaan biogas atau harga LPG dan kayu bakar 	<ul style="list-style-type: none"> Yunda (2016) Syamsudin et al. 2013. Wahyuni et al. 2010. Doerachman. et al. 2012 Nugroho et al. 2017

Tujuan	Variabel	Parameter	Referensi
		yang tergantung oleh biogas	

Variabel ini digunakan untuk mengetahui ketersediaan dan kebutuhan energi memasak masing-masing industri tahu di Desa Beji. Untuk variable kedua akan digunakan dalam menganalisis penentuan lokasi pembangunan biodigester.

3.3 Teknik Sampling

3.3.1 Sampel Jenuh

Menurut Sugiyono (2011: 61) sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. Hal ini sering dilakukan bila jumlah populasi relatif kecil, kurang dari 30 orang. Istilah lain sampel jenuh adalah sensus, dimana semua anggota populasi dijadikan sampel. Populasi dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 6 industri tahu yang berada di Desa Beji, Kota Batu. .

3.4 Metode Pengumpulan Data

Jenis dan sumber data yang akan dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

a. Data Primer

Data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti yang berasal dari pengamatan di lokasi penelitian dalam menyelesaikan permasalahan yang akan ditanganinya.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui studi literatur maupun atau data yng sudah ada dan data tersebut dapat berasal dari instansi terkait dan studi literatur.

Data lain yang dibutuhkan dan ditinjau dari cara memperolehnya , yaitu :

3.4.1 Survei Primer

A. Observasi

Pengumpulan data melalui survei lapangan atau pengamatan secara langsung lokasi studi mengenai kondisi fisik kawasan di wilayah studi yang terdiri dari tinjauan langsung penempatan biodigester, ketersediaan lahan, penggunaan lahan dan kontur di

Desa Beji. Hal ini dilakukan guna menentukan lokasi biodigester yang sesuai dengan persyaratan teknis yang ada.

B. Wawancara

Menurut (Sugiyono, 2011) wawancara merupakan suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab secara lisan, baik langsung atau tidak langsung dengan sumber data responden (terwawancara). Wawancara langsung yaitu ditujukan langsung kepada orang yang diperlukan keterangan/datanya dalam penelitian. Sedangkan wawancara tidak langsung, yaitu wawancara yang ditujukan kepada orang-orang lain yang dipandang dapat memberikan keterangan mengenai keadaan orang yang diperlukan datanya.

Wawancara dilakukan dengan dinas Lingkungan Hidup Kota Batu, pemilik industri tahu dan pekerja industri tahu. Wawancara yang dilakukan untuk mengetahui letak lokasi biodigester, jumlah biodigester yang telah dibangun di Desa Beji, ukuran biodigester dan luas lahan yang dibutuhkan. Uraian wawancara yang dilakukan untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2
Teknik Pengumpulan Data Survei Primer

Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data	Data yang dibutuhkan
Observasi Lapangan	Pengamatan langsung di lokasi penelitian sesuai kondisi fisik lapangan seperti : <ul style="list-style-type: none"> - Observasi luas lahan yang tersedia di Desa Beji - Observasi letak UKM Tahu di Desa Beji - Observasi lokasi biodigester yang telah dibangun - Observasi ukuran biodigester yang telah dibangun 	<ul style="list-style-type: none"> • Data-data: - Lokasi Pembangunan Biodigester - Jumlah Produksi Limbah - Jumlah Pengguna Biodigester - Data Kapasitas Bioigester - Ukuran Biodigester - Desain Instalasi Biodigester - Ketersediaan Lahan - Distribusi Biogas - Lokasi Aman
Wawancara	Dinas dan Lembaga Terkait : <ol style="list-style-type: none"> a. KLH Kota Batu <ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah ada dukungan pemerintah atau swasta dalam pengadaan biodigester? 2. Bantuan apa yang diberikan untuk pengadaan atau pengelolaan biodigester? 3. Berapa ukuran biodigester yang telah dibangun saat ini di Desa Beji ? b. Beberapa Perangkat Desa 	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah Produksi Limbah - Desain Instalasi Biodigester - Ukuran Biodigester - Jumlah Pengguna Biodigester - Desain Instalasi Biodigester

Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data	Data yang dibutuhkan
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berapa jumlah industri tahu yang sudah menggunakan biogas di Desa Beji ? 2. Berapa jumlah industri tahu yang tidak menggunakan biogas di Desa Beji? c. Pemilik Industri Tahu Rumah Tangga <ol style="list-style-type: none"> 1. Berapa jumlah produksi kedelai dalam 1 hari? 2. Berapa jumlah limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan dalam 1 hari ? 3. Apakah anda memiliki lahan kosong dengan luas minimal 48m² di sekitar rumah anda? 4. Bagaimana pola perawatan komponen biodigester? 	

3.4.2 Survei Sekunder

Survei sekunder dilakukan dengan cara mempelajari literatur, karya ilmiah, jurnal, laporan, buku serta pustaka lain yang berhubungan dengan penelitian agar diperoleh dasar teori dalam pembahasan.

A. Studi Literatur

Studi literatur yaitu melalui studi kepustakaan dari buku – buku, literature, jurnal laporan serta bahan pustaka lainnya yang memiliki hubungan langsung dengan studi penelitian. Pustaka yang digunakan dalam penelitian ini antara lain dokumen dinas Kota Batu, buku, jurnal dan skripsi terdahulu.

B. Lembaga Terkait

Data sekunder ini merupakan data yang mendukung data – data yang didapat melalui survei primer. Pengambilan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pencatatan dokumen – dokumen dari instansi atau lembaga yang terkait. Lembaga terkait yang diminta datanya antara lain Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu, Kantor Kecamatan Junrejo, Kantor Desa Beji dan Industri Tahu Desa Beji.

- a. Prinsip pembuatan biodigester skala besar digunakan untuk industri tahu dengan ukuran 16 m^3 .
- b. Prinsip pembuatan biodigester skala sedang digunakan industri dengan ukuran 12 m^3 .
- c. Prinsip pembuatan biodigester skala sedang digunakan industri dengan ukuran 10 m^3 .

Menurut paduan konstruksi pembuatan biodigester (BIRU), 2010 Penentuan lokasi biodigester merupakan hal yang sangat penting. Hal ini dilakukan agar biodigester yang telah dibangun berfungsi dengan optimal. Dalam melakukan penentuan lokasi pembangunan biodigester di Desa Beji terdapat beberapa langkah-langkah yang harus diperhatikan diantaranya sebagai berikut:

1. Pemilik industri rumah tangga di Desa Beji minimal harus memiliki luas lahan tersedia untuk pembangunan biodigester minimal 26 m^2 .
2. Lahan yang tersedia merupakan lahan kosong atau lahan tidak terbangun.
3. Lahan yang tersedia bersebelahan dengan lokasi industri rumah tangga.
4. Lokasi yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga biaya konstruksi dapat diminimalisir.
5. Memilih lokasi yang mudah dijangkau untuk penggunaan dan pemeliharaan. Tempat pengolahan, katup gas utama, saluran penggunaan, dan pengecekan gas harus mudah dicapai.
6. Jika industri rumah tangga tersebut tidak memiliki lahan kosong, tempat pembangunan biodigester dapat dilakukan dibawah tempat pengolahan industri atau dibangun dilahan milik orang lain yang bersebelahan dengan industri tersebut.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut pemilihan lokasi harus mempertimbangkan hal berikut:

1. Agar dapat berfungsi efektif, suhu yang benar ($20\text{-}35^\circ\text{C}$) harus dapat dijaga di bagian dalam reaktor. Karenanya, tempat dingin dan berkabut harus dihindari. Tempat hangat yang disinari matahari lebih baik.
2. Lokasi konstruksi harus memiliki permukaan yang datar.
3. Lokasi harus lebih tinggi dibandingkan sekitarnya untuk mencegah genangan air dan memperlancar aliran *bio-slurry* dari *outlet* ke lubang pembuatan kompos. Tempat pengolahan harus berlokasi dekat dengan industri tahu untuk memudahkan penggunaan dan menghindari kehilangan bahan baku, khususnya limbah tahu..

4. Pertimbangkan jumlah air yang dibutuhkan untuk dicampur dengan limbah tahu. Sumber air yang jauh akan merepotkan. Untuk menjaga air supaya tidak terkena polusi, jarak sumur atau sumber mata air minimal 10 meter dari reaktor biogas, khususnya lubang *bio-slurry*.
5. Pipa gas yang terlalu panjang akan menambah resiko kebocoran gas dan biaya yang lebih tinggi. Katup gas utama yang terpasang di atas penampung gas harus dibuka dan ditutup sebelum dan sesudah biogas digunakan. Akan lebih baik jika tempat pengolahan dekat dengan tempat pemakaian.
6. Ujung tempat pengolahan minimal 2 meter dari fondasi rumah atau bangunan lain.
7. Lokasi harus cukup jauh dari pepohonan untuk menghindari kerusakan reaktor biogas yang disebabkan oleh akar pohon
8. Jenis tanah harus dapat menahan muatan untuk mencegah bangunan amblas ke dalam tanah.

Berdasarkan penelitian Ariani (2011) bahwa dalam melakukan pembangunan biodigester ketersediaan lahan merupakan salah satu faktor penting, ketersediaan lahan disini juga harus disesuaikan dengan jumlah produksi dan lahan yang tersedia. Selain itu, menurut Wahyuni (2013) jarak biodigester dengan dapur maksimal 30meter , dengan tujuan agar tidak membutuhkan pipa yang lebih panjang dan mencegah terjadinya kebocoran gas.

Pemanfaatan biogas disarankan apabila sistem pendistribusian melebihi jarak 2km maka diperlukan adanya augmentasi pompa penguat untuk mendukung api stabil (Khoiyangbam, 2011). Dari hasil uraian diatas terdapat faktor – faktor dalam pemilihan lokasi biodigester yang nantinya dapat dipergunakan dalam penelitian ini. Sehingga, terdapat beberapa faktor yang dapat digunakan untuk penelitian dalam melakukan pemilihan lokasi biodigester di Desa Beji. Berikut adalah Tabel 3.4 persyaratan penentuan lokasi biodigester:

Tabel 3. 4

Persyaratan Penentuan Lokasi Biodigester

Lokasi	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak biogas dengan sumur pompa air 10 meter • Ujung tempet pengolahan minimal 2 meter dai fondasi bangunan rumah lain. • Jarak reaktor biogas dengan dapur maksimal 30 meter • Jaringan biogas minimal 10 meter dari rumah
Ketersediaan Lahan	<ul style="list-style-type: none"> • Tempat pengolahan dan lokasi reaktor bersebelahan tempat industri tahu • ukuran biodigester digunakan sesuai dengan jumlah produksi industri tahu
Kelembaban Udara	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki suhu 20-35°C • Lokasi harus terkena sinar matahari • Jenis tanah tidak mudah amblas

Sumber : BIRU, 2010

,Kecukupan lahan dalam pengadaan biogas tidak hanya dipertimbangkan dari luas lahan minimal, tetapi juga mempertimbangkan lokasi yang tersedia dan jumlah limbah yang dihasilkan industri tahu.

3.5.3 Analisis Demand

Analisis demand berarti sumber energi yang dibutuhkan industri tahu untuk keperluan konsumsi bahan bakar. Kebutuhan energi tersebut dilihat dari kebutuhan mengkonsumsi bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5
Perbandingan Biogas dengan Sumber Lain Per 1 m³

Bahan Bakar	Besaran yang terganti untuk 1m ³ biogas
Elpiji	0,46 kg
Kayu Bakar	3,5 kg

Sumber: (Zaini, M *et al.* 2012)

Perhitungan *demand* energi untuk mengetahui kebutuhan energi masing-masing industri di Desa Beji dihitung menggunakan Rumus 3-2. (Agustina, 2017)

Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui demand energi yang dibutuhkan masing-masing industri tahu. (Agustina, 2017).

$$Demand\ biogas = \frac{konsumsi\ energi}{perbandingan\ sumber\ energi} \quad (3 - 2)$$

Keterangan :

Demand biogas (m³/hari)

Konsumsi energi (m³/hari)

Perbandingan sumber energi (m³)

Dengan menggunakan data jumlah tabung elpiji dan kayu bakar yang digunakan masing-masing industri setiap bulannya, maka dapat diketahui kebutuhan energi dengan menggunakan perbandingan biogas dengan sumber lain per 1 m³. Misalnya, dalam 1 industri menghabiskan 3 tabung elpiji ukuran 3 kg untuk memasak pada setiap bulannya. Maka dapat dilakukan konversi dengan cara membagi konsumsi energi dalam satu bulan, yakni 9 kg dibagi dengan 0,46 kg. maka dapat dihasilkan 19,5 m³. Untuk mengetahui kebutuhan energi untuk memasak dalam satu harinya dapat dibagi dengan 22 hari karena pada hari sabtu dan minggu tidak berproduksi dan didapatkan hasil sebesar 0,89 m³/hari.

3.6 Cots Benefits Analisis

Cots Benefits Analisis merupakan suatu teknik analisis yang digunakan untuk membandingkan biaya terkait dengan manfaat yang didapat dari suatu program dan biaya yang dikeluarkan untuk program tersebut. Menurut Febriyan *et al.* (2017), dalam membandingkan arus biaya dan manfaat dari suatu proyek maka dipakai beberapa

parameter untuk mengukur kelayakan dari proyek tersebut. Berikut merupakan parameter yang digunakan.

1. *Benefits Cost Ratio*

Benefits Cost Ratio adalah perbandingan antara nilai tunai manfaat proyek dengan nilai biaya proyek. Berikut merupakan rumus *Benefits Cost Ratio* yang ditunjukkan pada rumus 3-3 (Purnamasari, Y. 2017)

$$BCR = \frac{\text{keuntungan (Bn)}}{\text{biaya (Cn)}} \quad 3 - 3$$

Keterangan :

Bn : manfaat yang diperoleh

Cn : biaya yang dikeluarkan

Dalam perhitungan perbandingan biaya manfaat, sebuah program dinilai menguntungkan jika $B/C > 1$ dan sebaliknya jika nilai $B/C < 1$ maka program tersebut merugikan.

Dengan menggunakan formula tersebut untuk menghitung biaya dan manfaat adanya biogas. Variable biaya dan manfaat yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Biaya penerimaan

Penerimaan manfaat dari penelitian ini berasal dari limbah cair dari proses pengolahan tahu yang akan dimanfaatkan sebagai biogas. Besaran penerimaan tergantung pada besaran limbah cair yang dimasukkan kedalam instalasi biogas.

b. Biaya pengeluaran

Biaya pengeluaran didapatkan dari biaya material konstruksi pembuatan biodigester, biaya operasional dan biaya upah pekerja.

Perhitungan manfaat ekonomi dalam penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan industri rumah tangga pembuat tahu di Desa Beji dengan membandingkan biaya yang dikeluarkan saat pembangunan biodigester dengan manfaat yang didapatkan dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas. Berikut merupakan daftar harga untuk pembangunan biodigester per 1 m^3 ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6
Biaya Pembangunan Biodigester

Ukuran Biodigester (m^3)	Biaya
1	Rp 870.000

Sumber : Purnamasari, Y. 2017.

Berdasarkan Tabel 3.6 dapat diketahui satuan biaya yang dikeluarkan untuk biodigester ukuran 12 m^3 . Untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan biodigester

ukuran tertentu dapat dengan menjumlahkan seluruh total perkalian antara ukuran dengan satuan harga yang berlaku. Perhitungan manfaat biogas dan konversi pengeluaran bahan bakar yang digantikan diasumsikan baru dimulai pada tahun kedua karena pada tahun pertama masih dilakukan pembangunan biodigester.

3.7 Payback Periode (PBP)

Masa pengembalian investasi atau *payback periode* adalah jangka waktu tertentu yang menunjukkan kapan investasi akan kembali. Semakin cepat waktu pengembalian investasi maka semakin layak program untuk tersebut dilakukan. Berikut merupakan rumus perhitungan *Payback periode* yang ditunjukkan pada rumus 3-4 (Purnamasari, Y. 2017).

$$PBP = n + \frac{a - b}{c - b} \times 1 \text{ tahun} \quad 3 - 4$$

Keterangan:

n = Tahun terakhir dimana \sum arus kas masih belum menutup investasi mula-mula

a = \sum Investasi mula-mula

b = \sum Investasi arus kas pada tahun ke - n

c = \sum Kumulatif arus kas pada tahun ke - n + 1

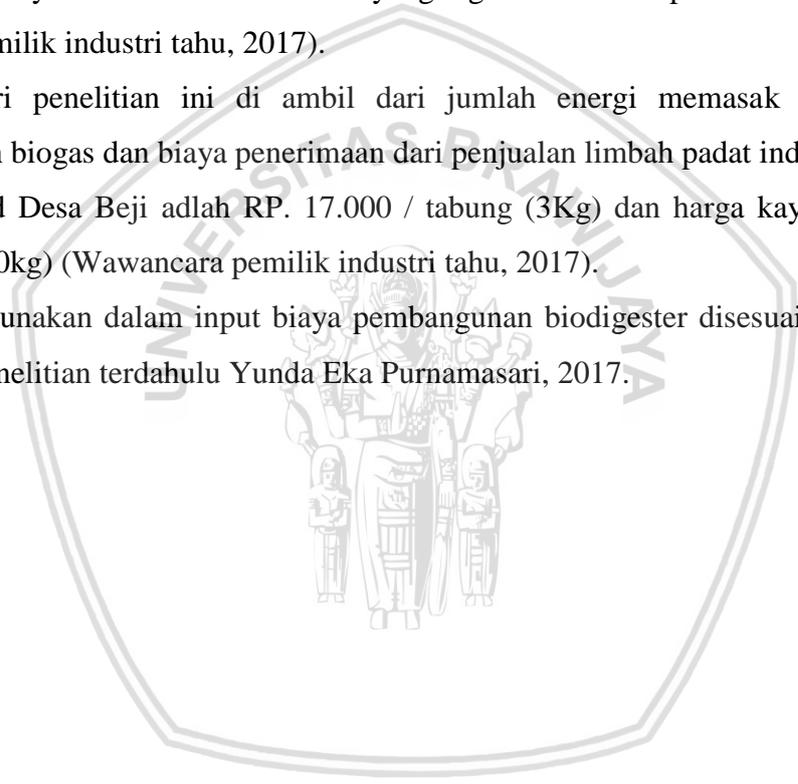
Perhitungan manfaat ekonomi difokuskan pada pemanfaatan limbah industri di Desa Beji dengan membandingkan biaya yang dikeluarkan saat pembangunan biodigester dengan manfaat yang diperoleh dari pemanfaatan biogas tersebut sehingga dapat diketahui keuntungan dari pemanfaatan biogas untuk masing-masing industri.

3.8 Asumsi Penting

Asumsi adalah dugaan yang diterima sebagai dasar atau landasan berpikir karena dianggap benar (KBBI Daring, 2016). Asumsi – asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Jumlah limbah cair industri tahu yang dikonversi menjadi biogas tidak mengalami perubahan selama periode perhitungan.
2. Jumlah penjualan limbah padat dapat mengalami perubahan sesuai dengan pembelian yang dilakukan masyarakat yang membeli limbah padat. Rata-rata penjualan limbah padat sebanyak 20kg - 40kg per hari sehingga rentan untuk penjualan limbah padat diasumsikan sebanyak 20kg – 40kg per harinya (Wawancara, 2017).
3. Jumlah hari dalam 1 bulan diasumsikan 22 hari karena pada hari sabtu dan minggu libur (Wawancara pemilik industri , 2017).

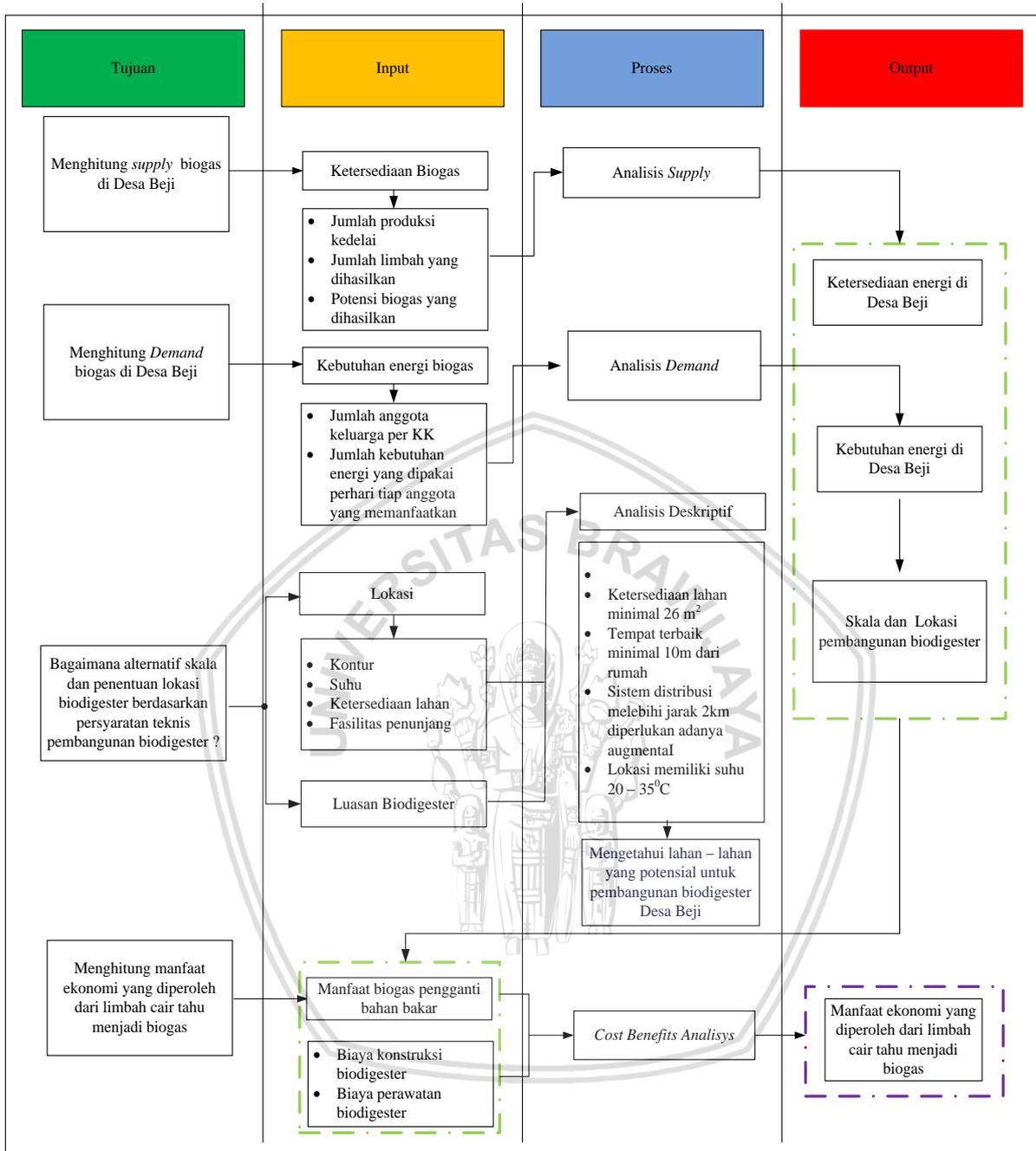
4. Pada penelitian ini setiap 1 liter limbah cair menghasilkan 0.00124 m³ (Dinata, Muiz. 2015)
5. Setiap 1 m³ biogas dapat menggantikan 0,46 kg Elpiji (Ramadhan, I. 2016).
6. Setiap 1 m³ biogas dapat menggantikan 3,5 kg kayu bakar (Ramadhan, I. 2016).
7. Setiap 4 kg limbah padat dijual dengan harga sebesar Rp 2.500 (Wawancara, 2017).
8. Penggunaan kayu bakar untuk memasak 2kg – 5kg per hari (wawancara, 2017).
9. Ketersediaan energi biogas hanya digunakan untuk energi memasak menggantikan energi LPG dan Kayu bakar (wawancara, 2017).
10. Biaya perawatan yang digunakan dalam penelitian ini sebesar Rp. 250.000-300.000 per tahun meliputi biaya seluruh alat dan bahan yang digunakan untuk perawatan biodigester (wawancara pemilik industri tahu, 2017).
11. Pemasukan dari penelitian ini di ambil dari jumlah energi memasak yang dapat tergantikan oleh biogas dan biaya penerimaan dari penjualan limbah padat industri tahu.
12. Harga elpiji did Desa Beji adlah RP. 17.000 / tabung (3Kg) dan harga kayu bakar Rp 7.000,- / ikat (20kg) (Wawancara pemilik industri tahu, 2017).
13. Harga yang digunakan dalam input biaya pembangunan biodigester disesuaikan dengan satuan harga penelitian terdahulu Yunda Eka Purnamasari, 2017.



3.9 Desain Survei

Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Data yang dibutuhkan	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Teknik Analisis	Output
Menghitung <i>supply</i> energi biogas desa Beji Kecamatan Junrejo.	• Potensi Energi Biogas	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah produksi kedelai • Jumlah limbah yang dihasilkan • Potensi biogas yang dihasilkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Data jumlah produksi kedelai per hari • Data jumlah limbah yang dihasilkan • Data biogas yang dihasilkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Monografi desa • KDA • Hasil wawancara dan kuisisioner 	Survei Primer : melakukan observasi, wawancara dan kuisisioner di wilayah studi Survei sekunder : - Instansi terkait - Studi literatur	Analisis <i>Supply</i>	Ketersediaan biogas dari limbah tahu di Desa Beji
Menentukan luasan dan lokasi digester limbah tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo	• Lokasi Biodigester	<ul style="list-style-type: none"> • Luasan biodigester • Jumlah limbah • Kontur • Suhu • Ketersediaan lahan • Fasilitas penunjang 	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi eksisting lokasi biodigester • Kondisi eksisting desa • Peta kontur • Peta guna lahan • Peta persebaran industri tahu 	Observasi lapangan dan Instansi terkait	Survei Primer : melakukan observasi dan wawancara di wilayah studi	Overlay peta	Penentuan lokasi biodigester di Desa Beji
Menghitung <i>demand</i> energi biogas desa Beji Kecamatan Junrejo.	• Kebutuhan Energi	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah anggota keluarga per KK • Jumlah kebutuhan energi yang dipakai perhari tiap anggota yang memanfaatkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah anggota keluarga • Jumlah kebutuhan energi yang dipakai perhari tiap Industri tahu 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil wawancara dan kuisisioner 		Analisis <i>Demand</i>	Besar kebutuhan energi yang dipakai per hari tiap anggota keluarga
Menghitung manfaat ekonomi biogas dari limbah cair tahu	• Keuntungan Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya konstruksi • Biaya perawatan biodigester • Konversi untuk pengganti bahan bakar 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah biaya konstruksi • Jumlah biaya perawatan biodigester • Hasil konversi untuk pengganti bahan bakar 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil survei • Studi literatur 	Survei primer Kuisisioner Survei sekunder Studi literatur	Cost Benefits Ratio	Manfaat ekonomi biogas dari limbah cair industri tahu

3.10 Kerangka Analisis



Gambar 3. 1 Kerangka Analisis

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kecamatan Junrejo

Kota Batu merupakan pemekaran dari kabupaten malang. Kota Batu terbagi menjadi 3 Kecamatan yaitu: Kecamatan Batu, Kecamatan Junrejo dan Kecamatan Bumiaji. Luas Kecamatan Junrejo adalah 25,65 km² atau sekitar 12,88 persen.dari total luas Kota Batu. Secara adminitratif Kecamatan Junrejo dibagi menjadi 6 desa, 19 dusun, 59 RW dan 240 RT.

4.1.1 Karakteristik Penduduk

Berdasarkan kecamatan dalam angka 2015 penduduk Kecamatan Junrejo tercatat sebesar 48.922 jiwa dengan tingkat kepadatan 1.907 orang/km. Jumlah penduduk Kecamatan Junrejo dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1

Jumlah Penduduk Kecamatan Junrejo 2014

Desa/ Kelurahan	Penduduk	
	2013	2014
Tlekung	4.050	4.080
Junrejo	9.069	9.256
Mojorejo	4.789	4.921
Torongrejo	5.578	5.621
Beji	7.736	7.856
Pendem	10.947	11.043
Dadaprejo	5.942	6.145
Kecamatan Junrejo	48.111	48.922

Sumber: KDA 2015

Jumlah penduduk Kecamatan Junrejo Berdasarkan kecamatan dalam angka 2015, jumlah Penduduk Kecamatan Junrejo tercatat sebesar 48.922 jiwa dengan tingkat kepadatan 1.907 orang/km. Komposisi penduduk menurut jenis kelamin menunjukkan bahwa 50,85 persen adalah penduduk laki-laki dan 49,14 persen adalah penduduk perempuan dengan angka sex ratio sebesar 103,5 persen.

4.2 Karakteristik Wilayah Studi

4.2.1 Batas Administratif

Desa Beji adalah merupakan salah satu bagian desa di wilayah Kecamatan Junrejo yang mempunyai dataran tinggi dan terletak di kiri kanan jalan utama menuju Kota Batu setelah memasuki Desa Mojorejo setelah Kelurahan Temas. Desa Beji hanya mempunyai 3 Dusun yaitu Brugan, Beji dan Karang Jambe. Masyarakatnya mempunyai mata pencaharian

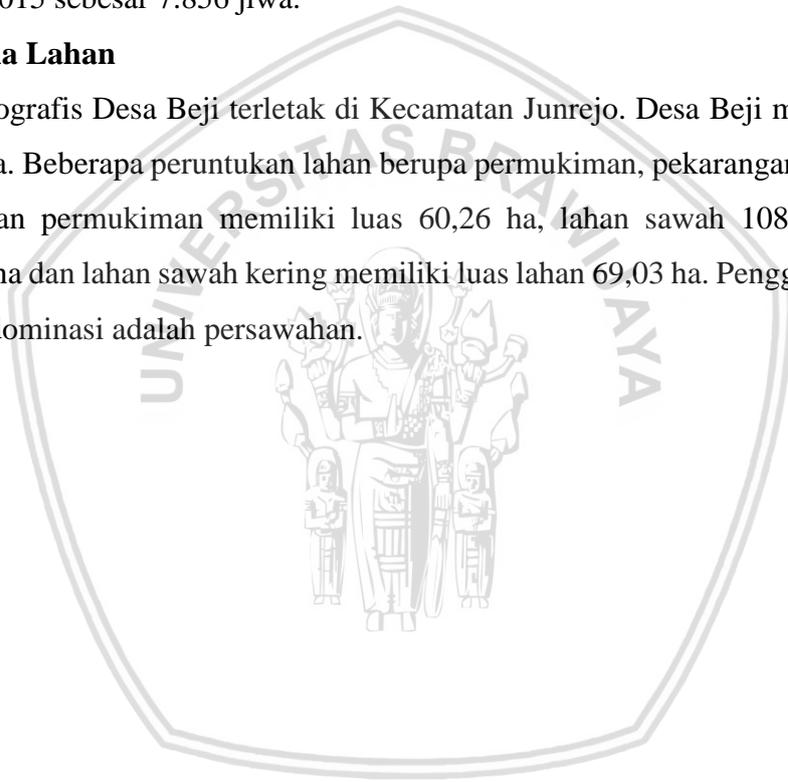
bertani dan sayur mayur, ada pula masyarakat beji yang bermata pencaharian sebagai pembuat tempe dan tahu, oleh karena itu untuk wilayah malang raya khususnya tempe dan tahu yang dihasilkan Desa Beji ini sangat terkenal. Adapun batas batas wilayah Desa Bji adalah sebagai berikut :

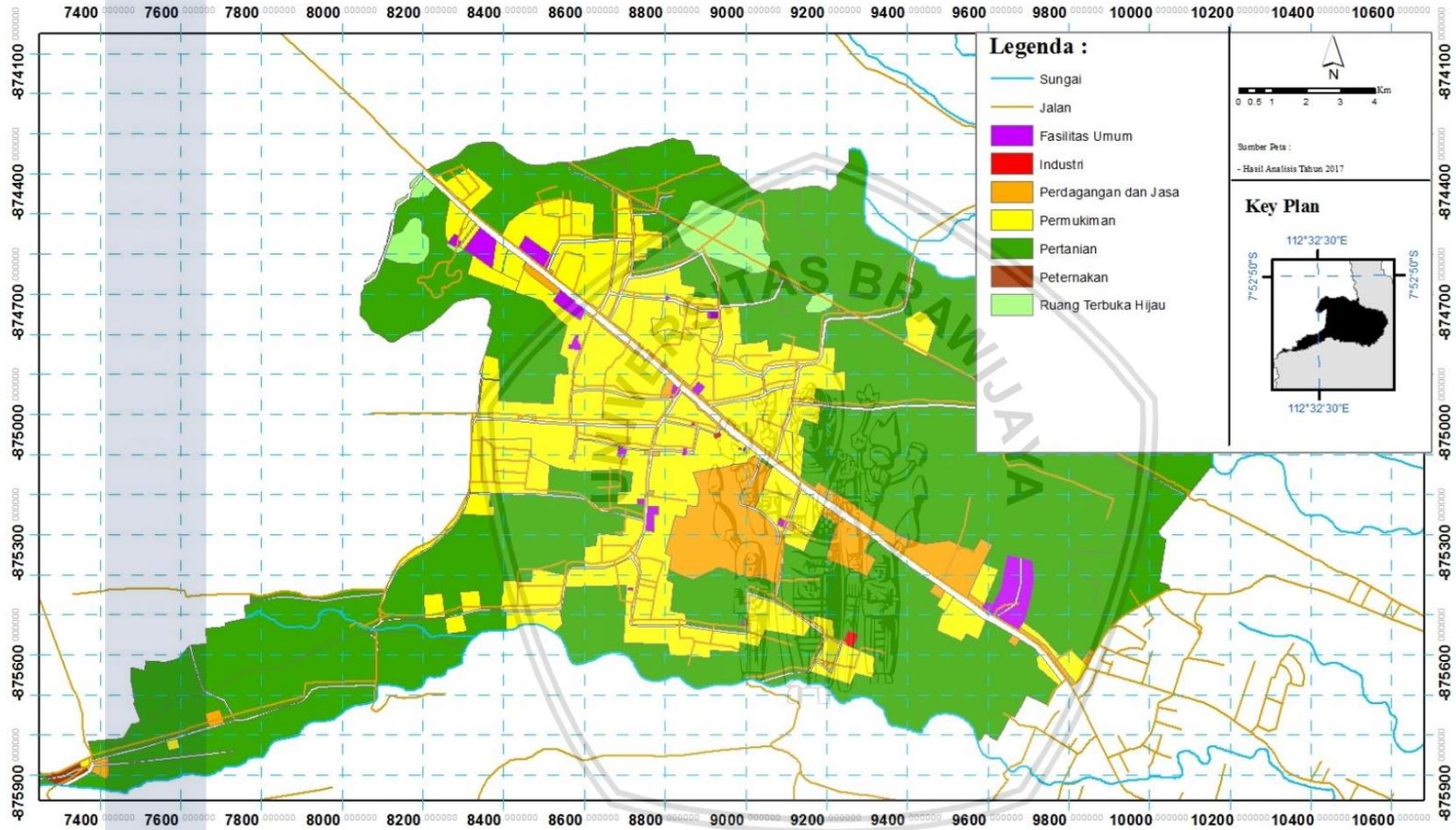
- Sebelah utara : Kecamatan Batu
- Sebelah timur : Desa Mojorejo
- Sebelah selatan : Desa Junrejo dan Desa Tlekung
- Sebelah barat : Kelurahan Temas dan Desa Oro-oro Ombo

Berdasarkan kecamatan dalam angka Kecamatan Junrejo jumlah penduduk Desa Beji pada tahun 2015 sebesar 7.856 jiwa.

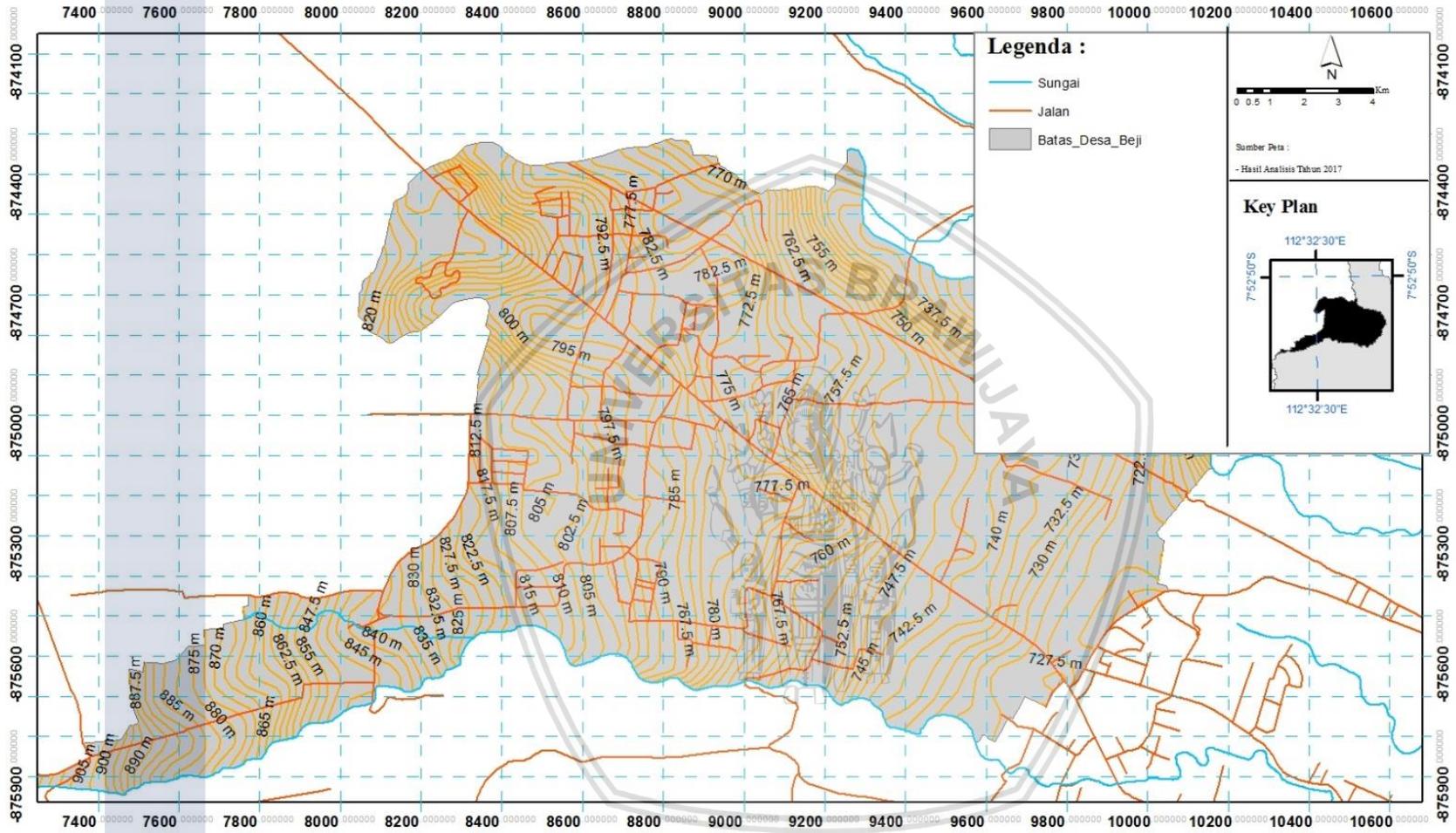
4.2.2 Tata Guna Lahan

Secara geografis Desa Beji terletak di Kecamatan Junrejo. Desa Beji memiliki luas wilayah 241,24 ha. Beberapa peruntukan lahan berupa permukiman, pekarangan, sawah dan perkebunan. Lahan permukiman memiliki luas 60,26 ha, lahan sawah 108,99 ha, luas perkebunan 5,81 ha dan lahan sawah kering memiliki luas lahan 69,03 ha. Penggunaan lahan yang paling mendominasi adalah persawahan.





Gambar 4. 1 Peta Guna Lahan Desa Beji



Gambar 4. 2 Peta Kontur Desa Beji

4.3 Karakteristik Industri Tahu

Terdapat 6 industri rumah tangga pembuatan tahu di Desa Beji. Industri tersebut belum memiliki biodigester sebagai alat pengolahan limbah cair tahu. Namun pada tahun 2012 Pemerintah Kota Batu mengadakan program pembuatan biodigester untuk menangani masalah pembuangan limbah dari industri pembuatan tahu. Sebelum adanya instalasi pengolahan air limbah industri pembuatan tahu limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke media lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Dari 6 industri tahu yang ada di Desa Beji terdapat 1 industri yang sudah menggunakan biodigester dalam proses pengolahan limbah. Sementara 5 diantaranya masih belum menggunakan biodigester. Hal ini dikarenakan belum adanya program lanjutan dari pemerintah terhadap pembangunan biodigester yang dilakukan sejak tahun 2012. Karakteristik dari 6 industri di Desa Beji dapat dilihat dari Tabel 4.2.

Tabel 4. 2.

Karakteristik industri di Desa Beji

Industri	Status Usaha	Jumlah Tenaga Kerja	Input Tahu (kg/hr)	Pengolahan Limbah
1-A	Status usaha industri adalah milik pribadi tidak ada kerja sama dengan pihak lain sehingga semua beban ditanggung sendiri oleh pengrajin.	Jumlah pekerja di industri pak riono sebanyak 5 orang dengan upah pekerja @ Rp 50.000	Jumlah kedelai sebesar 400 kg / hari. Kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dimanfaatkan menjadi biogas dengan cara dialirkan kedalam biodigester sehingga dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar memasak, sementara untuk limbah padatnya sebagian dijual kepada masyarakat sekitar dan sebagian digunakan sendiri untuk pakan ternak dengan harga @ Rp 2500/ 4 kg ampas tahu.
1-B	Status usaha industri adalah milik pribadi tidak ada kerja sama dengan pihak lain sehingga semua beban ditanggung sendiri oleh pengrajin.	Jumlah pekerja di industri pak riono sebanyak 4 orang dengan upah pekerja @ Rp 50.000	Jumlah produksi kedelai sebesar 300 kg / hari. Kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dialirkan ke sungai karena tidak mempunyai bak penampungan limbah. sementara untuk limbah padatnya dijual kepada masyarakat sekitar dengan harga @ Rp 2500/ 4 kg ampas tahu.
1-C	Status usaha industri adalah milik pribadi tidak ada kerja sama dengan pihak lain sehingga semua beban ditanggung sendiri oleh pengrajin.	Jumlah pekerja di industri pak riono sebanyak 5 orang dengan upah pekerja @ Rp 50.000	Jumlah produksi kedelai sebesar 400 kg / hari. Kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dialirkan ke sungai karena tidak mempunyai bak penampungan limbah. sementara untuk limbah padatnya dijual kepada masyarakat sekitar dengan harga @ Rp 2500/ 4 kg ampas tahu.

1-D	Status usaha industri adalah milik pribadi tidak ada kerja sama dengan pihak lain sehingga semua beban ditanggung sendiri oleh pengrajin.	Jumlah pekerja di industri pak riono sebanyak 4 orang dengan upah pekerja @ Rp 50.000	Jumlah produksi kedelai sebesar 300 kg / hari. Kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dialirkan ke sungai karena tidak mempunyai bak penampungan limbah. sementara untuk limbah padatnya dijual kepada masyarakat sekitar dengan harga @ Rp 2500/ 4 kg ampas tahu.
1-E	Status usaha industri adalah milik pribadi tidak ada kerja sama dengan pihak lain sehingga semua beban ditanggung sendiri oleh pengrajin.	Jumlah pekerja di industri pak riono sebanyak 4 orang dengan upah pekerja @ Rp 50.000	Jumlah produksi kedelai sebesar 300 kg / hari. Kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dialirkan ke sungai karena tidak mempunyai bak penampungan limbah. sementara untuk limbah padatnya dijual kepada masyarakat sekitar dengan harga @ Rp 2500/ 4 kg ampas tahu.
1-F	Status usaha industri adalah milik pribadi tidak ada kerja sama dengan pihak lain sehingga semua beban ditanggung sendiri oleh pengrajin.	Jumlah pekerja di industri pak riono sebanyak 3 orang dengan upah pekerja @ Rp 50.000	Jumlah produksi kedelai sebesar 200 kg / hari. Kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dialirkan ke sungai karena tidak mempunyai bak penampungan limbah. sementara untuk limbah padatnya dijual kepada masyarakat sekitar dengan harga @ Rp 2500/ 4 kg ampas tahu.

Sumber: Hasil Survei, 2017

4.3.1 Konsumsi Bahan Bakar Pengguna Biogas

Dalam mengkonsumsi bahan bakar industri tahu 1-A milik pak riono yang sudah menggunakan biogas berbeda dengan pengrajin yang tidak menggunakan biogas. Pengrajin yang menggunakan biogas juga menggunakan kayu dan LPG sebagai bahan bakar untuk memasak. namun penggunaan Elpiji ini hanya bersifat sebagai pengganti dari biogas. Hal ini dikarenakan penyaluran biogas terkadang mengalami hambatan atau terjadi masalah teknis sehingga harus menggunakan kayu dan Elpiji. Penggunaan bahan bakar memasak rumah tangga industri pengguna biogas di Desa Beji dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3.

Konsumsi Bahan Bakar Pengguna Biogas

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
1-A	Elpiji	4,5	30-40	5.120
	Kayu Bakar	52		

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan elpiji sebesar 3 Kg/Bulan sementara jumlah kebutuhan kayu bakar sebesar 1.144 Kg/Bulan terdiri dari 44 Kg kayu bakar untuk memasak rumah tangga dan 1.100 Kg kayu bakar untuk kebutuhan memasak industri tahu. Kebutuhan energi bahan bakar dibeli dengan harga Elpiji sebesar Rp 17.000/3Kg dan kayu bakar sebesar Rp 350/Kg. Adapun pengeluaran biaya yang digunakan

untuk membeli bahan bakar Elpiji sebesar Rp. 24.933/bulan dan kayu bakar sebesar Rp. 400.400/ bulan.

4.3.2 Konsumsi Bahan Bakar Non Biogas

A. Industri Non Biogas 1-B

Penggunaan bahan bakar industri tahu 1-B menggunakan kayu bakar dan Elpiji sebagai sumber energi bahan bakar. Ketergantungan terhadap sumber energi gas Elpii dan kayu bakar disebabkan karena industri tahu tidak memiliki instalasi biodigester. Selain itu mereka enggan membangun instalasi biodigester karena keterbatasan biaya dan lahan yang tidak dapat digunakan untuk membangun biodigester. Penggunaan bahan bakar memasak industri 1-B dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4.

Konsumsi Bahan Bakar Industri Non Biogas 1-B

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
1-B	Elpiji	5,5	30-40	3.840
	Kayu Bakar	946		

Sumber : Hasil Survey, 2017

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan elpiji sebesar 3 Kg/Bulan sementara jumlah kebutuhan kayu bakar sebesar 946 Kg/Bulan terdiri dari 66 Kg kayu bakar untuk memasak rumah tangga dan 880 Kg kayu bakar untuk kebutuhan memasak industri tahu. Kebutuhan energi bahan bakar dibeli dengan harga Elpiji sebesar Rp 17.000/3Kg dan kayu bakar sebesar Rp 350/Kg. Adapun pengeluaran biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar Elpiji sebesar Rp. 93.500/bulan dan kayu bakar sebesar Rp. 311.100/ bulan.

B. Industri Non Biogas 1-C

Penggunaan bahan bakar industri tahu 1-C menggunakan kayu bakar dan Elpiji sebagai sumber energi bahan bakar. Ketergantungan terhadap sumber energi gas Elpii dan kayu bakar disebabkan karena industri tahu tidak memiliki instalasi biodigester. Selain itu mereka enggan membangun instalasi biodigester karena keterbatasan biaya dan lahan yang tidak dapat digunakan untuk membangun biodigester. Penggunaan bahan bakar memasak industri 1-C dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5.

Konsumsi Bahan Bakar Industri Non Biogas 1-C

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
1-C	Elpiji	4,4	30-40	5.120

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
	Kayu Bakar	1.166		

Sumber : Hasil Survey, 2017

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan elpiji sebesar 3 Kg/Bulan sementara jumlah kebutuhan kayu bakar sebesar 1.166 Kg/Bulan terdiri dari 66 Kg kayu bakar untuk memasak rumah tangga dan 1.100 Kg kayu bakar untuk kebutuhan memasak industri tahu. Kebutuhan energi bahan bakar dibeli dengan harga Elpiji sebesar Rp 17.000/3Kg dan kayu bakar sebesar Rp 350/Kg. Adapun pengeluaran biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar Elpiji sebesar Rp. 74.800/bulan dan kayu bakar sebesar Rp. 408.100/ bulan.

C. Industri Non Biogas 1-D

Penggunaan bahan bakar industri tahu 1-D menggunakan kayu bakar dan Elpiji sebagai sumber energi bahan bakar. Ketergantungan terhadap sumber energi gas Elpii dan kayu bakar disebabkan karena industri tahu tidak memiliki instalasi biodigester. Selain itu mereka enggan membangun instalasi biodigester karena keterbatasan biaya dan lahan yang tidak dapat digunakan untuk membangun biodigester. Penggunaan bahan bakar memasak industri 1-D dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6.

Konsumsi Bahan Bakar Industri Non Biogas 1-D

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
1-D	Elpiji	5.5	30-40	3.940
	Kayu Bakar	1.100		

Sumber : Hasil Survey, 2017

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan elpiji sebesar 3 Kg/Bulan sementara jumlah kebutuhan kayu bakar sebesar 1.100 Kg/Bulan terdiri dari 110 Kg kayu bakar untuk memasak rumah tangga dan 990 Kg kayu bakar untuk kebutuhan memasak industri tahu. Kebutuhan energi bahan bakar dibeli dengan harga Elpiji sebesar Rp 17.000/3Kg dan kayu bakar sebesar Rp 350/Kg. Adapun pengeluaran biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar Elpiji sebesar Rp. 93.500/bulan dan kayu bakar sebesar Rp. 385.000/ bulan.

D. Industri Non Biogas 1-E

Penggunaan bahan bakar industri tahu 1-E menggunakan kayu bakar dan Elpiji sebagai sumber energi bahan bakar. Ketergantungan terhadap sumber energi gas Elpii dan kayu bakar disebabkan karena industri tahu tidak memiliki instalasi biodigester. Selain

itu mereka enggan membangun instalasi biodigester karena keterbatasan biaya dan lahan yang tidak dapat digunakan untuk membangun biodigester. Penggunaan bahan bakar memasak industri 1-E dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7.

Konsumsi Bahan Bakar Industri Non Biogas 1-E

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
1-E	Elpiji	4,4	30-40	3.840
	Kayu Bakar	968		

Sumber : Hasil Survey, 2017

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan elpiji sebesar 3 Kg/Bulan sementara jumlah kebutuhan kayu bakar sebesar 968 Kg/Bulan terdiri dari 88 Kg kayu bakar untuk memasak rumah tangga dan 880 Kg kayu bakar untuk kebutuhan memasak industri tahu. Kebutuhan energi bahan bakar dibeli dengan harga Elpiji sebesar Rp 17.000/3Kg dan kayu bakar sebesar Rp 350/Kg. Adapun pengeluaran biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar Elpiji sebesar Rp. 74.800/bulan dan kayu bakar sebesar Rp. 338.800/ bulan.

E. Industri Non Biogas 1-F

Penggunaan bahan bakar industri tahu 1-F menggunakan kayu bakar dan Elpiji sebagai sumber energi bahan bakar. Ketergantungan terhadap sumber energi gas Elpii dan kayu bakar disebabkan karena industri tahu tidak memiliki instalasi biodigester. Selain itu mereka enggan membangun instalasi biodigester karena keterbatasan biaya dan lahan yang tidak dapat digunakan untuk membangun biodigester. Penggunaan bahan bakar memasak industri 1-F dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8.

Konsumsi Bahan Bakar Industri Non Biogas 1-F

Industri	Sumber Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Kg/Bulan)	Limbah padat (kg/hr)	Limbah cair (liter/hr)
1-F	Elpiji	4	30-40	2.560
	Kayu Bakar	814		

Sumber : Hasil Survey, 2017

Dari Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa jumlah kebutuhan elpiji sebesar 3 Kg/Bulan sementara jumlah kebutuhan kayu bakar sebesar 814 Kg/Bulan terdiri dari 44 Kg kayu bakar untuk memasak rumah tangga dan 770 Kg kayu bakar untuk kebutuhan memasak industri tahu. Kebutuhan energi bahan bakar dibeli dengan harga Elpiji sebesar Rp 17.000/3Kg dan kayu bakar sebesar Rp 350/Kg. Adapun pengeluaran biaya yang digunakan

untuk membeli bahan bakar Elpiji sebesar Rp. 68.000/bulan dan kayu bakar sebesar Rp. 284.900/ bulan.

4.4 Pengolahan limbah tahu menjadi biogas

4.4.1 Input pengolahan biogas

Semua industri tahu di Desa Beji rata-rata memiliki input produksi 200-400kg kedelai per hari dan memiliki pekerja sebanyak 3-5 orang tergantung berapa banyak tahu yang diproduksi. Untuk bahan baku berupa kedelai biasa diperoleh dari petani dan pengepul kedelai. Sebagian membeli ke pedagang dipasar jika terdapat kekurangan bahan baku dalam proses produksi tahu. Faktor yang tidak kalah penting dari keberadaan suatu industri adalah ketersediaan sumber energi. Sumber energi dominan yang digunakan dalam industri tahu ini adalah air, listrik, dan bahan bakar. Air yang digunakan dalam proses produksi adalah air sumur milik pribadi sehingga tidak membutuhkan modal tambahan untuk suplai air selama produksi berlangsung. Bahan bakar yang digunakan selama produksi tahu adalah kayu bakar dan LPG dan sebagian menggunakan biogas bagi yang sudah menggunakan alat instalasi pengolahan limbah (biodigester). Energi biogas yang digunakan pada penelitian ini adalah energi yang dihasilkan dari limbah cair tahu lalu diproses menggunakan alat instalasi limbah atau biodigester sehingga dapat menghasilkan energi.

Tabel 4. 9
Input Pengolahan Biogas

Input	Industri 1-A	Industri 1-B	Industri 1-C	Industri 1-D	Industri 1-E	Industri 1-F
Kedelai	400 kg	300 kg	400 kg	300 kg	300 kg	200kg
Limbah cair	5120 Liter	3840 liter	5120 liter	3840 liter	3840 liter	2560 liter
Tenaga Kerja	6 Orang	3 Orang	5 Orang	4 Orang	3 Orang	3 Orang
Bahan Bakar	Kayu Bakar	Kayu Bakar	Kayu Bakar	Kayu Bakar	Kayu Bakar	Kayu Bakar
Alat Pengolahan Tahu	- Mesin penggiling - Tungku Bakar - Bak Perendaman - Cetakan Tahu - Saringan Tahu	- Mesin penggiling - Tungku Bakar - Bak Perendaman - Cetakan Tahu - Saringan Tahu	- Mesin penggiling - Tungku Bakar - Bak Perendaman - Cetakan Tahu - Saringan Tahu	- Mesin penggiling - Tungku Bakar - Bak Perendaman - Cetakan Tahu - Saringan Tahu	- Mesin penggiling - Tungku Bakar - Bak Perendaman - Cetakan Tahu - Saringan Tahu	- Mesin penggiling - Tungku Bakar - Bak Perendaman - Cetakan Tahu - Saringan Tahu

Input	Industri 1-A	Industri 1-B	Industri 1-C	Industri 1-D	Industri 1-E	Industri 1-F
Alat instalasi limbah	Reaktor Biogas	-	-	-	-	-

Beberapa keuntungan penggunaan limbah cair industri tahu sebagai penghasil biogas sebagai berikut:

- Mengurangi pencemaran lingkungan terhadap air dan tanah, pencemaran udara (bau).
- Memanfaatkan limbah cair tersebut sebagai bahan bakar biogas yang dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk keperluan rumah tangga.
- Mengurangi biaya pengeluaran pengrajin industri untuk kebutuhan energi bagi kegiatan rumah tangga yang berarti dapat meningkatkan kesejahteraan pemilik industri.
- Melaksanakan pengkajian terhadap kemungkinan dimanfaatkannya biogas untuk menjadi energi listrik untuk diterapkan di lokasi yang masih belum memiliki akses listrik.
- Melaksanakan pengkajian terhadap kemungkinan dimanfaatkannya kegiatan ini sebagai usulan untuk mekanisme pembangunan bersih (Clean Development Mechanism).

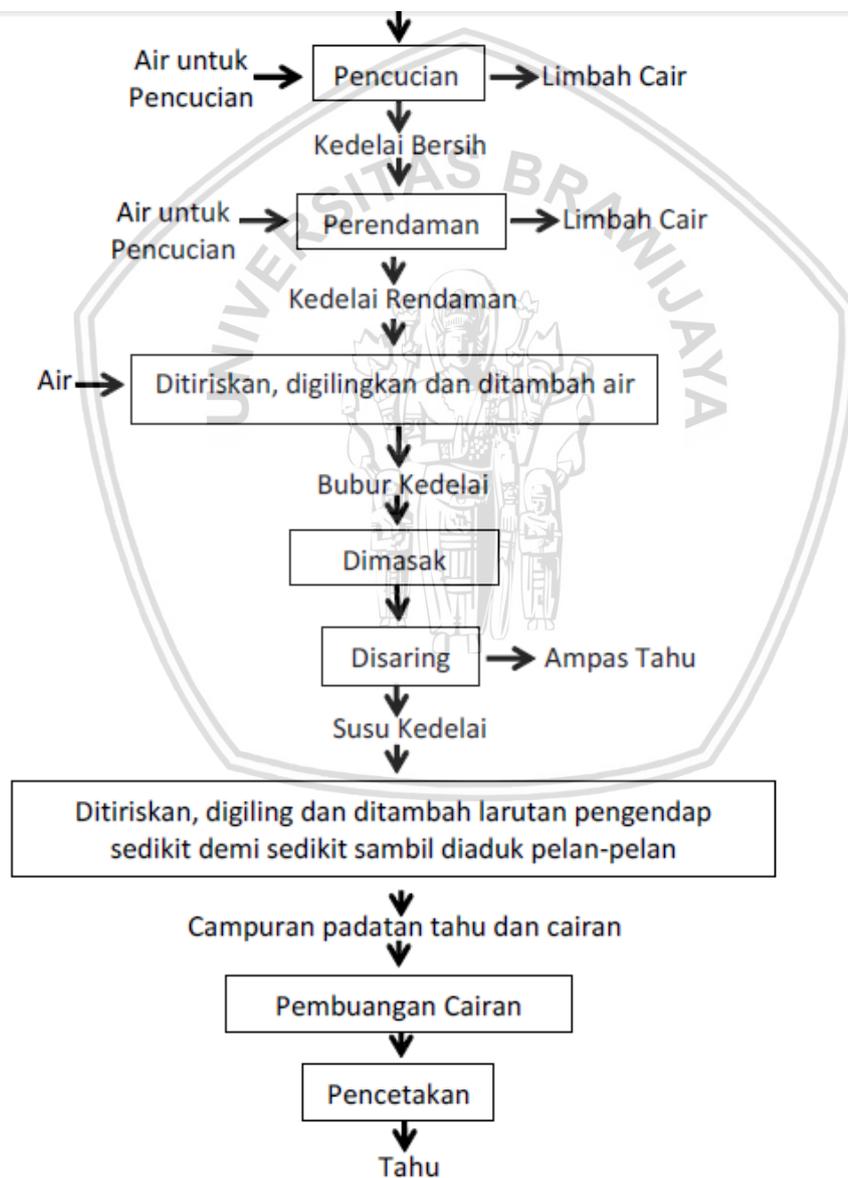
4.4.2 Proses pengolahan limbah tahu

Secara umum tahapan proses pembuatan tahu adalah sebagai berikut:

1. Kedelai yang telah dipilih dibersihkan menggunakan tampi atau menggunakan alat pembersih.
2. Rendam kedelai selama 4 - 10 jam dalam air bersih agar kedelai dapat mengembang sehingga cukup lunak untuk digiling.
3. Tiriskan kedelai untuk persiapan penggilingan.
4. Proses penggilingan kedelai menjadi bubur kedelai dengan mesin giling. Untuk memperlancar proses penggilingan perlu ditambahkan air sedikit demi sedikit.
5. Selanjutnya bubur kedelai dimasak di atas tungku dan dididihkan selama 5 menit. Selama pemasakan ini harus dijaga agar tidak berbuih, dengan cara menambahkan air dan sambil diaduk.
6. Penyaringan bubur kedelai dilakukan dengan menggunakan kain penyaring. Ampas yang diperoleh diperas dan dibilas dengan air hangat.

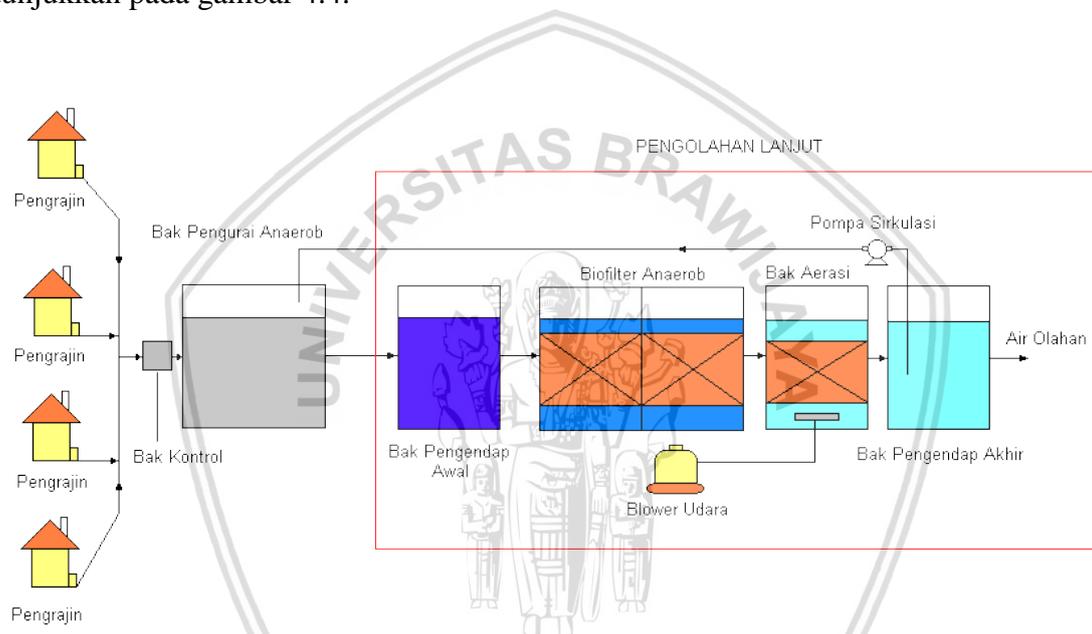
7. Kemudian dilakukan penggumpalan dengan air asam, pada suhu 50 °C, kemudian didiamkan sampai terbentuk gumpalan besar. Selanjutnya air di atas endapan dibuang dan sebagian digunakan untuk proses penggumpalan kembali.
8. Langkah terakhir adalah pengepresan dan pencetakan yang dilapisi dengan kain penyaring sampai padat. Setelah air tinggal sedikit, maka cetakan dibuka dan diangin-anginkan.

Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada tahun 2006 dapat diketahui proses produksi tahu secara rinci dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Instalasi pengolahan limbah tahu
Sumber : Sri Subekti, 2011

Air limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu dikumpulkan melalui saluran air limbah. Kemudian dialirkan ke bak kontrol untuk memisahkan kotoran padat. Setelah itu dibubuhi dengan larutan kapur atau larutan NaOH air limbah dialirkan ke bak penguraian anaerob. Di dalam bak pengurai anaerob tersebut polutan organik yang ada didalam air limbah akan diuraikan oleh mikroorganismenya secara anaerob. Menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Dengan proses tahap pertama konsentrasi COD dalam air limbah dapat diturunkan sampai kira-kira 600 ppm (efisiensi pengolahan air 90%). Air olahan tahap awal ini selanjutnya diolah dengan proses pengolahan lanjut dengan sistem biofilter aerob. Berikut merupakan gambar pengolahan biogas limbah tahu ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Pengolahan Limbah Cair Menjadi Biogas

4.4.3 Output pengolahan limbah tahu

A. Output Pengolahan Limbah Tahu Industri 1-A

Output dari pengolahan limbah cair tahu adalah biogas. Kuantitas dari *output* tergantung dari *input* atau jumlah limbah tahu yang dimasukkan kedalam biodigester. Berdasarkan kondisi eksisting pemanfaatan biogas masih sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil Output dari pengolahan limbah industri tahu 1-A dapat dilihat dari Tabel 4. 10.

Tabel 4. 10

Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Cair	5.120 liter/hari

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Padat	30-50 kg/hari
Potensi Biogas	6,35 m ³ /hari

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Dari survei yang dilakukan di Desa Beji total limbah cair yang dihasilkan industri tahu 1- A sebanyak 5.120 liter/hari dan dapat menghasilkan biogas 6,35 m³/hari. Sementara limbah padat sekitar 30-50 kg/hari.

B. Output Pengolahan Limbah Tahu Industri 1-B

Output dari pengolahan limbah cair tahu adalah biogas. Kuantitas dari *output* tergantung dari *input* atau jumlah limbah tahu yang dimasukkan kedalam biodigester. Berdasarkan kondisi eksisting pemanfaatan biogas masih sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil *Output* dari pengolahan limbah industri tahu 1-B dapat dilihat dari Tabel 4. 11.

Tabel 4. 11

Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Cair	3.840 liter/hari
Limbah Padat	30-50 kg/hari
Potensi Biogas	4.75 m ³ /hari

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Dari survei yang dilakukan di Desa Beji total limbah cair yang dihasilkan industri tahu 1- B sebanyak 3.840 liter/hari dan dapat menghasilkan biogas 4.75 m³/hari. Sementara limbah padat sekitar 30-50 kg/hari.

C. Output Pengolahan Limbah Tahu Industri 1-C

Output dari pengolahan limbah cair tahu adalah biogas. Kuantitas dari *output* tergantung dari *input* atau jumlah limbah tahu yang dimasukkan kedalam biodigester. Berdasarkan kondisi eksisting pemanfaatan biogas masih sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil *Output* dari pengolahan limbah industri tahu 1-C dapat dilihat dari Tabel 4. 12.

Tabel 4. 12

Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Cair	5.120 liter/hari
Limbah Padat	30-50 kg/hari
Potensi Biogas	6,35 m ³ /hari

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Dari survei yang dilakukan di Desa Beji total limbah cair yang dihasilkan industri tahu 1- C sebanyak 5.120 liter/hari dan dapat menghasilkan biogas 6,35 m³/hari. Sementara limbah padat sekitar 30-50 kg/hari.

D. Output Pengolahan Limbah Tahu Industri 1-D

Output dari pengolahan limbah cair tahu adalah biogas. Kuantitas dari *output* tergantung dari *input* atau jumlah limbah tahu yang dimasukkan kedalam biodigester. Berdasarkan kondisi eksisting pemanfaatan biogas masih sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil *Output* dari pengolahan limbah industri tahu 1-D dapat dilihat dari Tabel 4. 13.

Tabel 4. 13

Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Cair	3.840 liter/hari
Limbah Padat	30-50 kg/hari
Potensi Biogas	4.75 m ³ /hari

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Dari survei yang dilakukan di Desa Beji total limbah cair yang dihasilkan industri tahu 1- D sebanyak 3.840 liter/hari dan dapat menghasilkan biogas 4.75 m³/hari. Sementara limbah padat sekitar 30-50 kg/hari.

E. Output Pengolahan Limbah Tahu Industri 1-E

Output dari pengolahan limbah cair tahu adalah biogas. Kuantitas dari *output* tergantung dari *input* atau jumlah limbah tahu yang dimasukkan kedalam biodigester. Berdasarkan kondisi eksisting pemanfaatan biogas masih sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil *Output* dari pengolahan limbah industri tahu 1-E dapat dilihat dari Tabel 4. 14.

Tabel 4. 14

Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Cair	3.840 liter/hari
Limbah Padat	30-50 kg/hari
Potensi Biogas	4.75 m ³ /hari

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Dari survei yang dilakukan di Desa Beji total limbah cair yang dihasilkan industri tahu 1- E sebanyak 3.840 liter/hari dan dapat menghasilkan biogas 4.75 m³/hari. Sementara limbah padat sekitar 30-50 kg/hari.

F. Output Pengolahan Limbah Tahu Industri 1-F

Output dari pengolahan limbah cair tahu adalah biogas. Kuantitas dari *output* tergantung dari *input* atau jumlah limbah tahu yang dimasukkan kedalam biodigester. Berdasarkan kondisi eksisting pemanfaatan biogas masih sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil *Output* dari pengolahan limbah industri tahu 1-F dapat dilihat dari Tabel 4. 15.

Tabel 4. 15

Hasil Limbah Pengolahan Industri Tahu

Sumber Limbah	Jumlah Limbah
Limbah Cair	2.560 liter/hari
Limbah Padat	30-50 kg/hari
Potensi Biogas	3.17 m ³ /hari

Sumber : Hasil Survey, 2017.

Dari survei yang dilakukan di Desa Beji total limbah cair yang dihasilkan industri tahu 1- F sebanyak 2.560 liter/hari dan dapat menghasilkan biogas 3.17 m³/hari. Sementara limbah padat sekitar 30-50 kg/hari.

4.5 Permasalahan Limba Industri Tahu

Pertumbuhan dan perkembangan industri tahu memang sangat menunjang perekonomian masyarakat, namun disisi lain perkembangan atau pertumbuhan industri ini menimbulkan masalah bagi lingkungan dikarenakan limbah yang dihasilkan. Limbah ini menjadi polutan karena dekomposisinya berupa BOD dan COD (*Biological/Chemical Oxygen Demand*), bakteri patogen sehingga menyebabkan polusi air (terkontaminasinya air bawah tanah, air permukaan), polusi udara dengan debu dan bau yang ditimbulkannya. Air buangan industri tahu rata-rata mengandung BOD, COD, TSS dan minyak/lemak berturut-turut sebesar 4583, 7050, 4743 dan 26 mg/l. Bila dibandingkan dengan baku mutu limbah cair industri produk makanan dari kedelai menurut KepMenLH No. Kep-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Inddustri, kadar maksimum diperbolehkan untuk BOD₅, COD dan TTS berturut-turut adalah 50, 100 dan 200 mg/l, sehingga jelas bahwa limbah cair industri ini telah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan.

Industri pembuatan tahu di Kota Batu pada umumnya merupakan skala rumah tangga. Permasalahan yang dihadapi di Desa Beji Kecamatan Junrejo mengenai penanganan limbah cair industri tahu adalah belum adanya sistem instalasi pengolahan hasil limbah. Sehingga limbah yang di hasilkan langsung dibuang ke sungai yang ada tanpa adanya proses penanganan terlebih dahulu. Sehingga dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai dan biota yang hidup didalamnya. Disamping itu, kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG (Liquefied Petroleum Gas), premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong pengembangan sumber energi elternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan (Nurhasanah dkk., 2006). Dilain pihak limbah cair dari pembuatan tahu sebenarnya memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi yang berpotensi menghasilkan biogas jika diolah melalui proses fermentasi secara anaerob.

4.6 Pengadaan biodigester

Penanganan limbah yang dihasilkan Industri Pembuatan Tahu melalui Kegiatan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Pembuatan Tahu. Kantor Lingkungan Hidup Kota Batu baru dimulai pada tahun 2012 sebanyak 4 unit, terdiri dari 2 unit instalasi pengolahan air limbah pembuatan tahu dan 2 unit instalasi pengolahan air limbah pembuatan tempe. Volume rata – rata instalasi pengolahan limbah industri pembuatan tahu sebesar 47 m³ . Pemerintah Kota Batu terus berupaya melaksanakan Pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah dari industri kecil/UKM pembuatan tahu dari tahun ke tahun dengan anggaran baik dari Dana Alokasi Khusus (DAK) dan Dana Alokasi Umum (DAU) Kota Batu. Anggaran yang telah digunakan pada tahun 2012 sekitar Rp. 100.000.000,-; sedangkan pada tahun 2013 saat ini disediakan anggaran kurang lebih Rp. 138.000.000,-.

Sebelum adanya instalasi pengolahan air limbah industri pembuatan tahu, limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke media lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pada saat ini limbah yang dihasilkan dapat bermanfaat secara ekologi dan ekonomi.

4.6.1 Komponen Pembuatan Biodigester



Gambar 4. 5 Komponen Biodigester
Sumber: Survei, 2017

Pembuatan biodigester membutuhkan beberapa komponen diantaranya :

1. Saluran masuk Slurry - Saluran ini digunakan untuk memasukkan *slurry* (campuran kotoran ternak dan air) ke dalam reaktor utama. Pencampuran ini berfungsi untuk memaksimalkan potensi biogas, memudahkan pengaliran, serta menghindari terbentuknya endapan pada saluran masuk.
2. Saluran keluar residu – Saluran ini digunakan untuk mengeluarkan kotoran yang telah difermentasi oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik. Residu yang keluar pertama kali merupakan

slurry masukan yang pertama setelah waktu retensi. *Slurry* yang keluar sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi.

3. Katup pengaman tekanan (*control valve*) – Katup pengaman ini digunakan sebagai pengatur tekanan gas dalam biodigester. Katup pengaman ini menggunakan prinsip pipa T. Bila tekanan gas dalam saluran gas lebih tinggi dari kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan dalam biodigester akan turun.
4. Sistem pengaduk – Pengadukan dilakukan dengan berbagai cara, yaitu pengadukan mekanis, sirkulasi substrat biodigester, atau sirkulasi ulang produksi biogas ke atas biodigester menggunakan pompa. Pengadukan ini bertujuan untuk mengurangi pengendapan dan meningkatkan produktifitas biodigester karena kondisi substrat yang seragam.
5. Saluran gas – Saluran gas ini disarankan terbuat dari bahan polimer untuk menghindari korosi. Untuk pembakaran gas pada tungku, pada ujung saluran pipa bisa disambung dengan pipa baja antikarat.
6. Tangki penyimpan gas terdapat dua jenis tangki penyimpan gas, yaitu tangki bersatu dengan unit reaktor (*floating dome*) dan terpisah dengan reaktor (*fixed dome*). Untuk tangki terpisah, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang terdapat dalam tangki seragam, serta dilengkapi H₂S Removal untuk mencegah korosi.

4.7 Analisis Supply Demand Energi Biogas

Perhitungan ketersediaan dan kebutuhan energi biogas dihitung dengan menggunakan jumlah limbah cair yang dihasilkan dari pembuatan tahu, sedangkan untuk perhitungan permintaan (*Demand*) dihitung dengan jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan. Setelah itu, perhitungan ketersediaan dengan kebutuhan energi akan dibandingkan sehingga dapat diketahui sisa energi yang ada.

4.7.1 Supply Demand Biogas Untuk Memasak Rumah Tangga

Jumlah UKM industri tahu di Desa Beji berjumlah 6 unit. Setiap industri tahu rata-rata memiliki produksi antara 200Kg- 400 Kg per unit. Berdasarkan jumlah limbah yang dihasilkan dari produksi pembuatan tahu desa beji sebesar 24320 liter perhari dan menghasilkan potensi biogas untuk kebutuhan sumber energi setiap harinya sebesar 30,16 m³. Jumlah ketersediaan biogas yang ada di Desa Beji dapat dilihat pada Tabel 4.16. Rincian perhitungan *Supply* biogas ditunjukkan pada lampiran 3.

Tabel 4. 16
Jumlah *Supply* Energi Biogas

Industri	Jumlah pekerja	Jumlah produksi tahu(kg/ hari)	Jumlah produksi limbah (liter/ hari)	Potensi gas yang dihasilkan (m ³ / hari)
1-A	6	400	5.120 liter	6,35m ³
1-B	3	300	3.840 liter	4,76m ³
1-C	5	400	5.120 liter	6,35m ³
1-D	4	300	3.840 liter	4,76m ³³
1-E	3	300	3.840 liter	4,76m ³
1-F	3	200	2.560 liter	3,17m ³
Total	24	1900	24.,320 liter	30,16m ³

Sumber : Hasil Analisis, 2018.

Berdasarkan perhitungan potensi ketersediaan energi (*supply*) biogas dari limbah cair tahu dan kebutuhan energi (*demand*) biogas memasak dari masing-masing industri tahu yang menggunakan biogas dan non biogas, dari hasil yang didapatkan bahwa ketersediaan energi lebih banyak dibandingkan kebutuhan energi untuk memasak. Acuan yang digunakan dalam perhitungan ketersediaan dan kebutuhan energi didasarkan pada jumlah limbah cair industri tahu per hari, 200-400 kg/hari. Setelah itu akan dikonversikan dengan menggunakan standar setiap 2,560 m³ limbah cair tahu berpotensi menghasilkan gas sebesar 3.1744 m³ per hari (Dinata, Muiz. 2015). Perhitungan kebutuhan energi masyarakat Desa Beji menggunakan bahan bakar elpiji untuk memasak. Perbandingan biogas dengan elpiji = 0,46 kg/ 1 m³. Berikut merupakan hasil dari *supply* dan *demand* energi untuk kegiatan memasak rumah tangga di Desa Beji ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17
Supply dan *Demand* Energi Biogas untuk memasak rumah tangga

Industri	Jumlah Limbah cair tahu(liter/ hari)	<i>Supply</i>	<i>Demand</i> Elpiji	<i>Demand</i> Kayu bakar	Sisa Energi
1-A	5120	6,35 m ³	0.507 m ³	0,571	5.272
1-B	3840	4,76 m ³	1.902 m ³	0,857	2.001
1-C	5120	6,35 m ³	1.268 m ³	0,857	4.225
1-D	3840	4,76 m ³³	1.522 m ³	1,429	1.809
1-E	3840	4,76 m ³	1.902 m ³	1,143	1.715
1-F	2560	3,17 m ³	1.522 m ³	0,571	1.077
Total	24.320	30,16 m ³	8.623 m ³	5,429	16,108

Sumber : Hasil Analisis, 2018.

Dapat diketahui dari Tabel 4.7 bahwa jumlah *supply* yang tersedia lebih besar daripada jumlah *demand* energi yang dibutuhkan untuk kegiatan memasak. Dimana jumlah *demand* sebesar 14,631 m³ dan jumlah *supply* yang tersedia sebesar 30,16 m³. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan energi biogas di Desa Beji masih bisa mencukupi jika digunakan untuk kebutuhan energi memasak rumah tangga sehari-hari pemilik industri sehingga sisa energi biogas berpotensi untuk didistribusikan kepada non industri. Pendistribusian biogas kepada non industri disesuaikan dengan kuantitas sisa energi biogas

sehingga masing-masing industri memiliki jumlah yang berbeda dalam mendistribusikan biogas kepada non industri. Rincian perhitungan *Demand* memasak rumah tangga ditunjukkan pada lampiran 4 dan 6.

4.7.2 Supply Demand Biogas Untuk Memasak Industri Tahu

Berdasarkan perhitungan potensi ketersediaan energi (*supply*) biogas dari limbah cair tahu dan kebutuhan energi (*demand*) biogas untuk industri pembuatan tahu dari masing-masing industri tahu yang menggunakan biogas dan non biogas, dari hasil yang didapatkan bahwa ketersediaan energi biogas tidak mencukupi dibandingkan dengan kebutuhan energi untuk memasak. Acuan yang digunakan dalam perhitungan ketersediaan dan kebutuhan energi didasarkan pada jumlah limbah cair industri tahu per hari, 200-400 kg/hari. Setelah itu akan dikonversikan dengan menggunakan standar setiap 2,560 m³ limbah cair tahu berpotensi menghasilkan gas sebesar 3.1744 m³ per hari (Dinata, Muiz. 2015). Perhitungan kebutuhan energi masyarakat Desa Beji menggunakan bahan bakar kayu bakar untuk memasak. Perbandingan biogas dengan kayu bakar = 3,5 kg/ 1 m³. Berikut merupakan hasil dari *supply* dan *demand* energi untuk kegiatan memasak industri di Desa Beji ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18

Supply dan *Demand* Energi Biogas Untuk Memasak Industri

Industri	Jumlah Limbah cair tahu(liter/ hari)	<i>Supply</i>	<i>Demand</i> Kayu bakar	Sisa Energi
1-A	5120	6,35m ³	14.286	-7.94
1-B	3840	4,76m ³	11.429	-6.67
1-C	5120	6,35m ³	14.286	-7.94
1-D	3840	4,76m ³	12.857	-8.10
1-E	3840	4,76m ³	11.429	-6.67
1-F	2560	3,17m ³	10.000	-6.83
Total	24.320	30,16m³	74.286	-44.13

Sumber : Hasil Analisis, 2018.

Dapat diketahui dari Tabel 4.8 bahwa jumlah *demand* yang dibutuhkan lebih besar daripada jumlah *supply* energi biogas yang tersedia untuk kegiatan memasak industri. Dimana jumlah *demand* sebesar 74,286 m³ dan jumlah *supply* yang tersedia hanya sebesar 30,16 m³. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan energi biogas di Desa Beji belum bisa mencukupi jika digunakan sebagai pengganti kebutuhan bahan bakar untuk industri tahu dan masih terdapat kekurangan pemenuhan energi yaitu sebesar -44,13 m³. Sehingga energi biogas tidak dapat didistribusikan karena energi biogas tidak mencukupi kebutuhan energi memasak. Rincian perhitungan *Demand* memasak industri ditunjukkan pada lampiran 5.

4.8 Analisis Ketersediaan Lahan

Berdasarkan kondisi eksisting dan hasil dari overlay peta di Desa Beji ketersediaan lahan, guna lahan dan kelerengan lahan menjadi faktor penting dalam pembangunan biodigester. Dalam penelitian ini penentuan volume biodigester dilihat dari jumlah limbah dan luas lahan minimal pembangunan biodigester, serta disesuaikan dengan program Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu tentang pengadaan instalasi pengolahan air limbah di Desa Bji Kecamatan Junrejo. Luas lahan minimal yang dibutuhkan yaitu 26 m². Ketersediaan lahan dilihat dari kondisi lahan eksisting yang dimiliki oleh industri tahu. Luas volume dan luas lahan biodigester ini menggunakan sumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu. Hasil dari ketersediaan lahan di Desa Beji untuk pembangunan biodigester sesuai dengan jumlah limbah cair dan ketersediaan lahan eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19
Kecukupan Lahan Pembangunan Biodigester di Desa Beji

Industri	Jumlah Energi yang tersedia (m ³ /hari)	Lahan Sisa (m ²)	Ukuran Biodigester (m ³)	Lahan yang dibutuhkan (m ²)	Kecukupann Lahan
1-A	6,35	145 m ²	47	54	Cukup
1-B	4,76	0 m ²	12	30	Tidak Cukup
1-C	6,35	288 m ²	16	38	Cukup
1-D	4,76	0 m ²	12	30	Tidak Cukup
1-E	4,76	122 m ²	16	38	Cukup
1-F	3,17	50 m ²	10	26	Cukup

Sumber: Hasil Analisis 2018

1. Ketersediaan Lahan Industri 1-A

Industri Rumah Tangga milik pak riono terletak di Dusun Brugan dengan produksi kedelai rata-rata mencapai 400kg per hari. Industri milik pak riono ini sudah memiliki biodigester. Biodigester ini dibangun oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu pada tahun 2012 terletak disebelah tempat pengolahan tahu dengan volume 48m³ dan luas lahan 54m². Karakteristik lahan industri pak riono dapat dilihat pada Gambar 4.6.

2. Ketersediaan Lahan Industri 1-B

Industri tahu milik Pak Slamet terletak di Dusun Karangjambe dengan produksi rata-rata 300kg per hari. Industri milik pak slamet ini belum mempunyai biodigester sebagai alat pengolah limbah cair tahu. Lahan yang dimiliki 200m². Namun lahan yang tersedia sudah terpenuhi oleh bangunan sehingga tidak ada lahan kosong yang tersedia. Karakteristik lahan industri Pak Slamet dapat dilihat pada Gambar 4.7.

3. Ketersediaan Lahan Industri 1-C

Tempat industri pengolahan tahu milik pak udin terletak di Dusun Karangjambe dengan rata-rata produksi 400kg per hari. Industri milik pak udin belum terdapat alat instalasi pengolahan limbah atau biodigester. Lahan yang dimiliki cukup luas yaitu sebesar 664m². Karakteristik lahan industri Pak Udin dapat dilihat pada Gambar 4.8.

4. Ketersediaan Lahan Industri 1-D

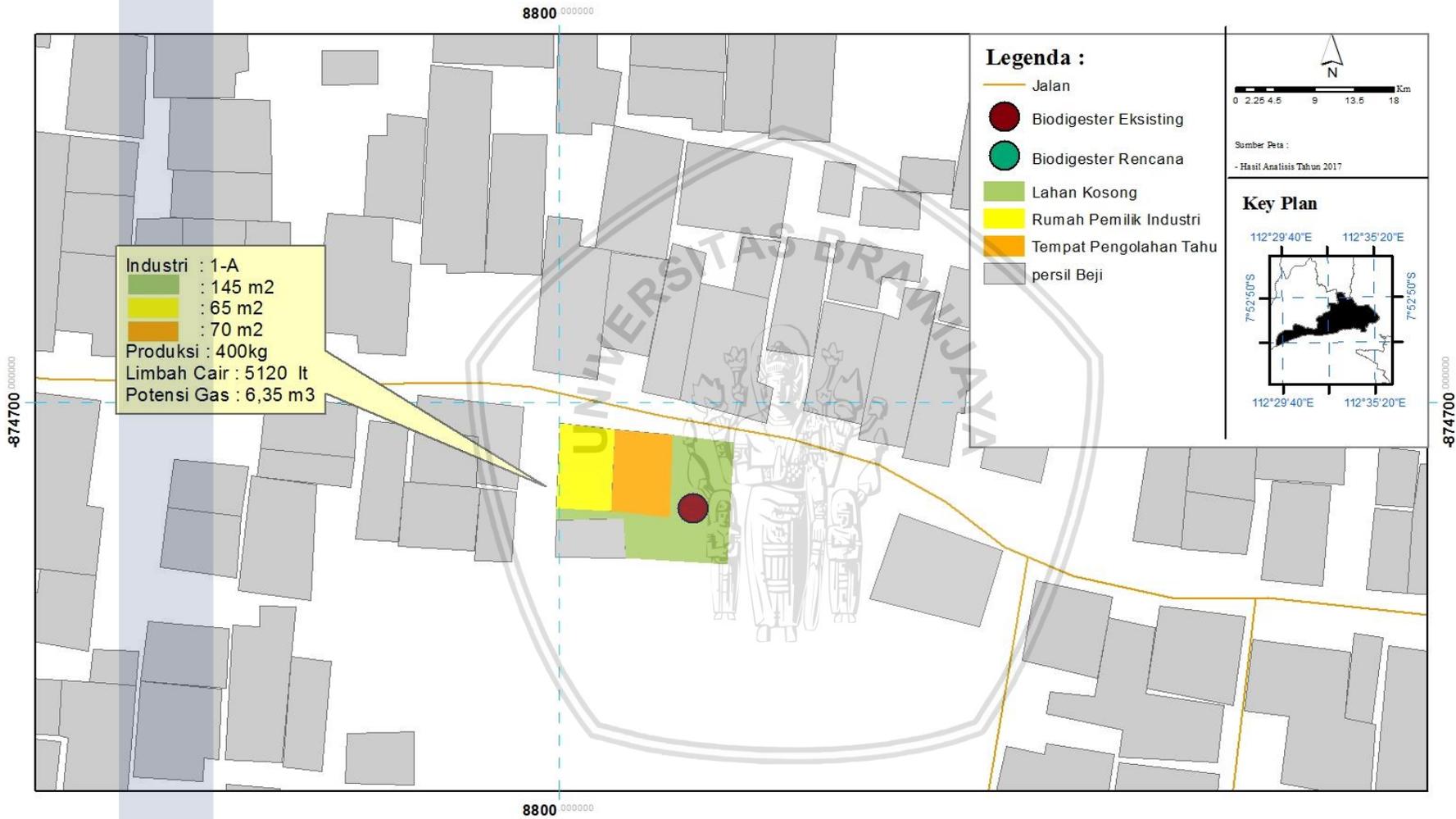
Industri tempat pengolahan tahu bu juminten memiliki terletak di Dusun Karangjambe dengan rata-rata produksi 300kg per hari. Industri ini belum terdapat biodigester sehingga limbah cair yang dihasilkan masih dialirkan ke lingkungan sekitar. Luas lahan yang dimiliki keseluruhan sebesar 72m². Karakteristik lahan industri Bu Juminten dapat dilihat pada Gambar 4.9.

5. Ketersediaan Lahan Industri 1-E

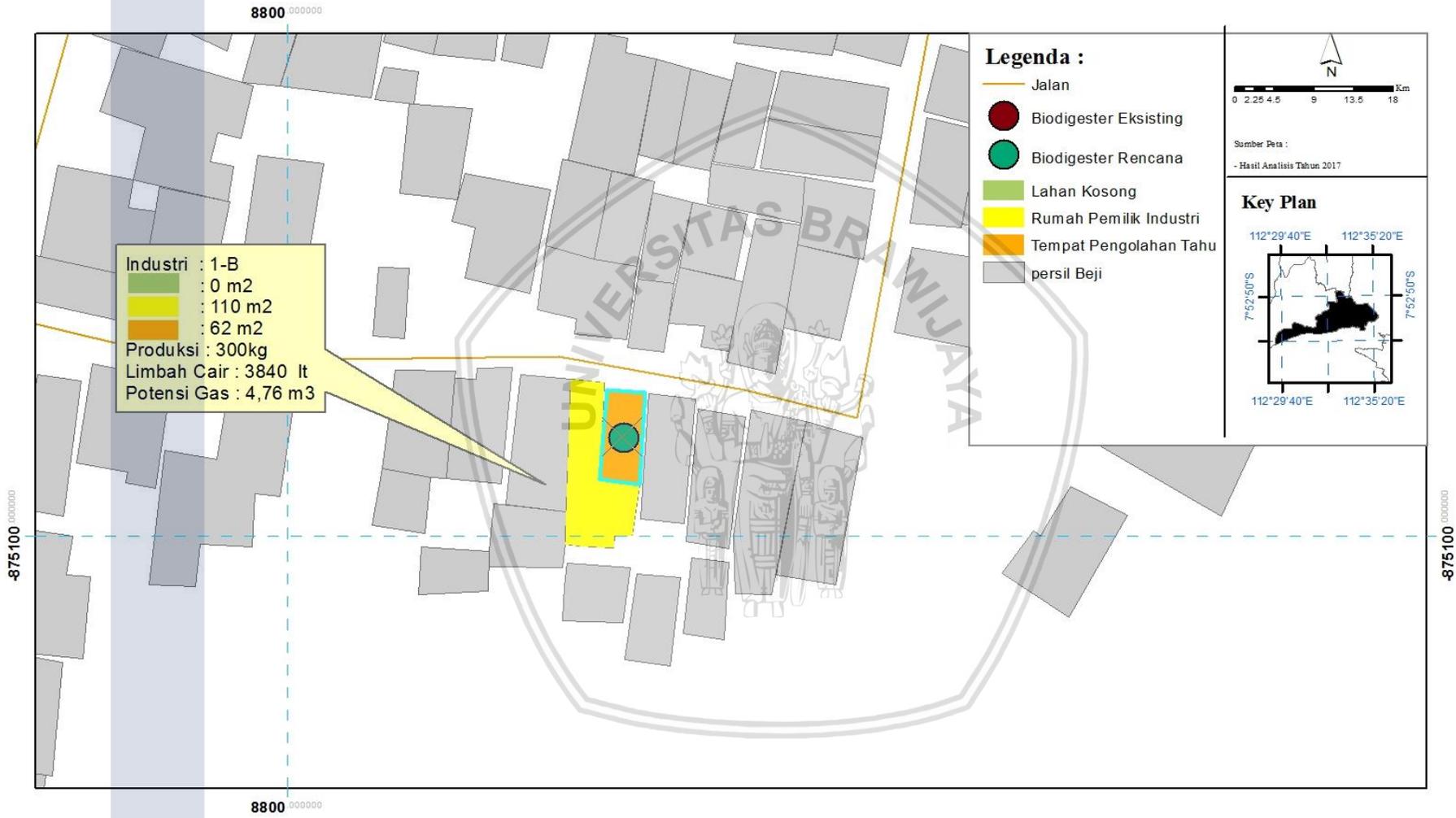
Industri tahu milik pak tris memiliki terletak di Dusun Beji dengan produksi kedelai 300kg kedelai perhari. . Industri ini belum terdapat biodigester sehingga limbah cair yang dihasilkan masih dialirkan ke lingkungan sekitar. Luas lahan yang dimiliki 81m². Karakteristik lahan industri Pak Tris dapat dilihat pada Gambar 4.10.

6. Ketersediaan Lahan Industri 1-F

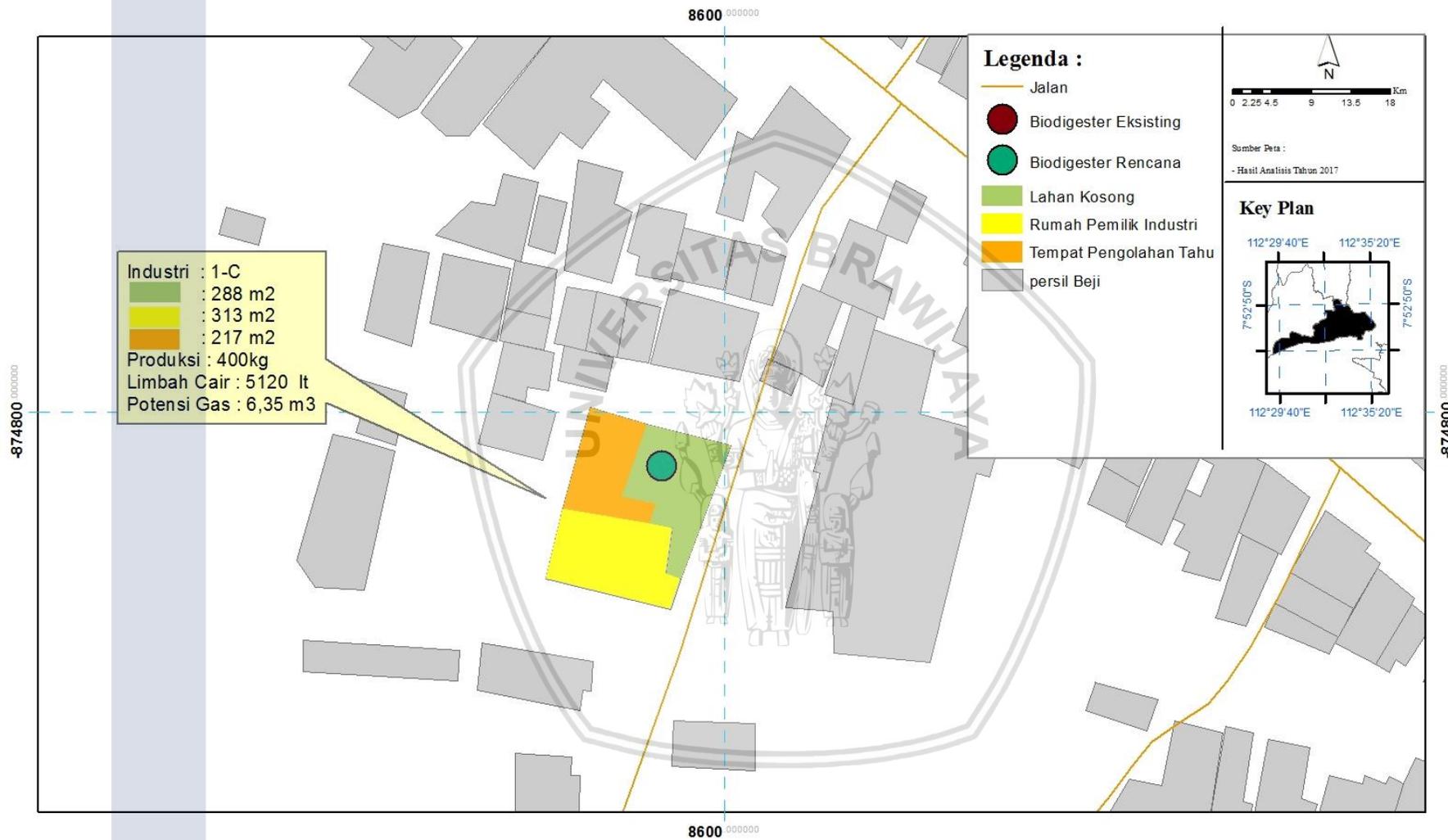
Tempat industri tahu milik bu suniah terletak di Dusun Beji dengan produksi kedelai 200kg dan luas lahan yang dimiliki 92m². Namun luas lahan yang tersedia sudah dipenuhi oleh bangunan sehingga tidak memiliki lahan kosong. Industri miliki bu suniah ini belum memiliki alat instalasi pengolahan limbah. Karakteristik lahan industri Bu Suniah dapat dilihat pada Gambar 4.11.



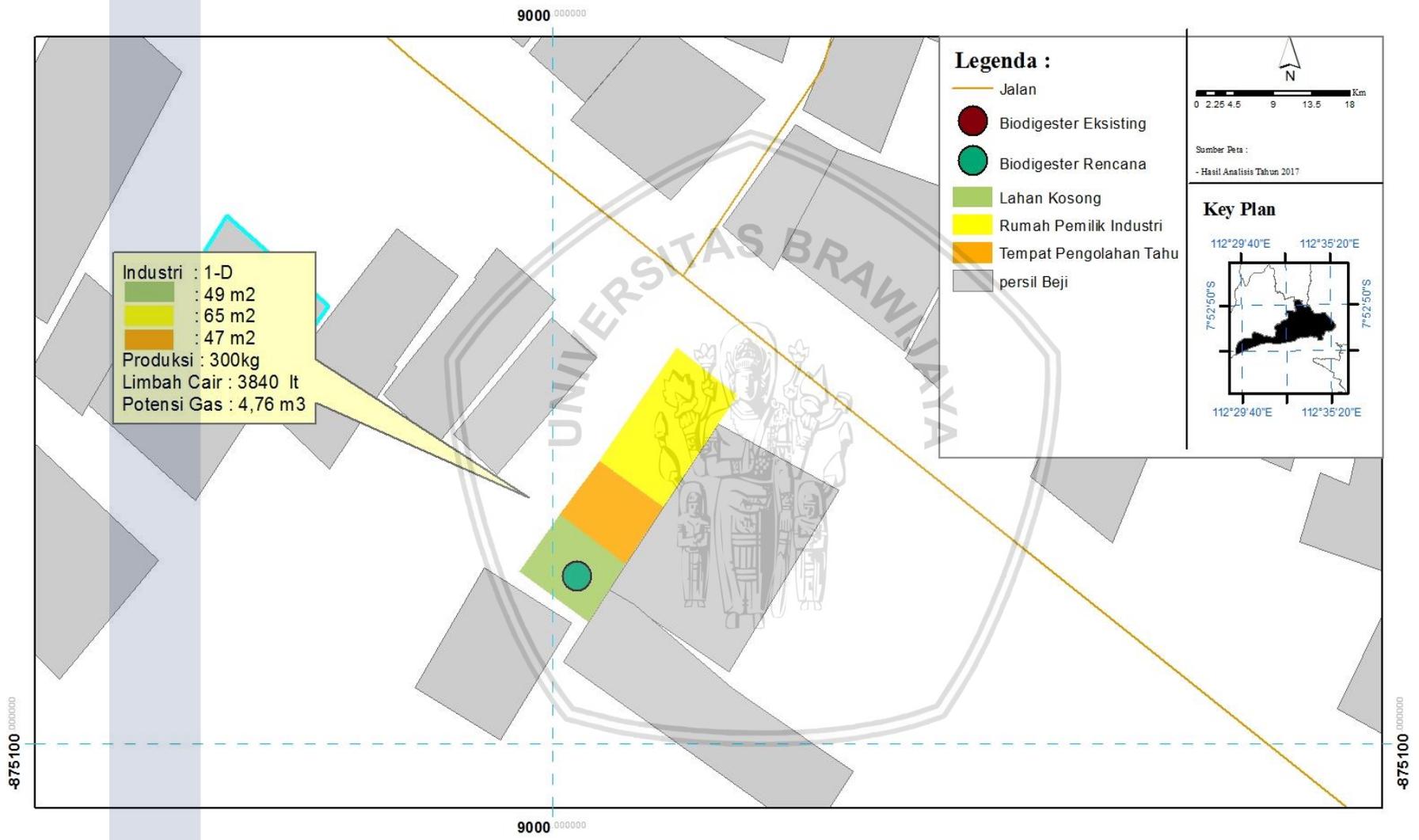
Gambar 4. 6 Sebaran Imdustri Tahu di Dusun Brugan



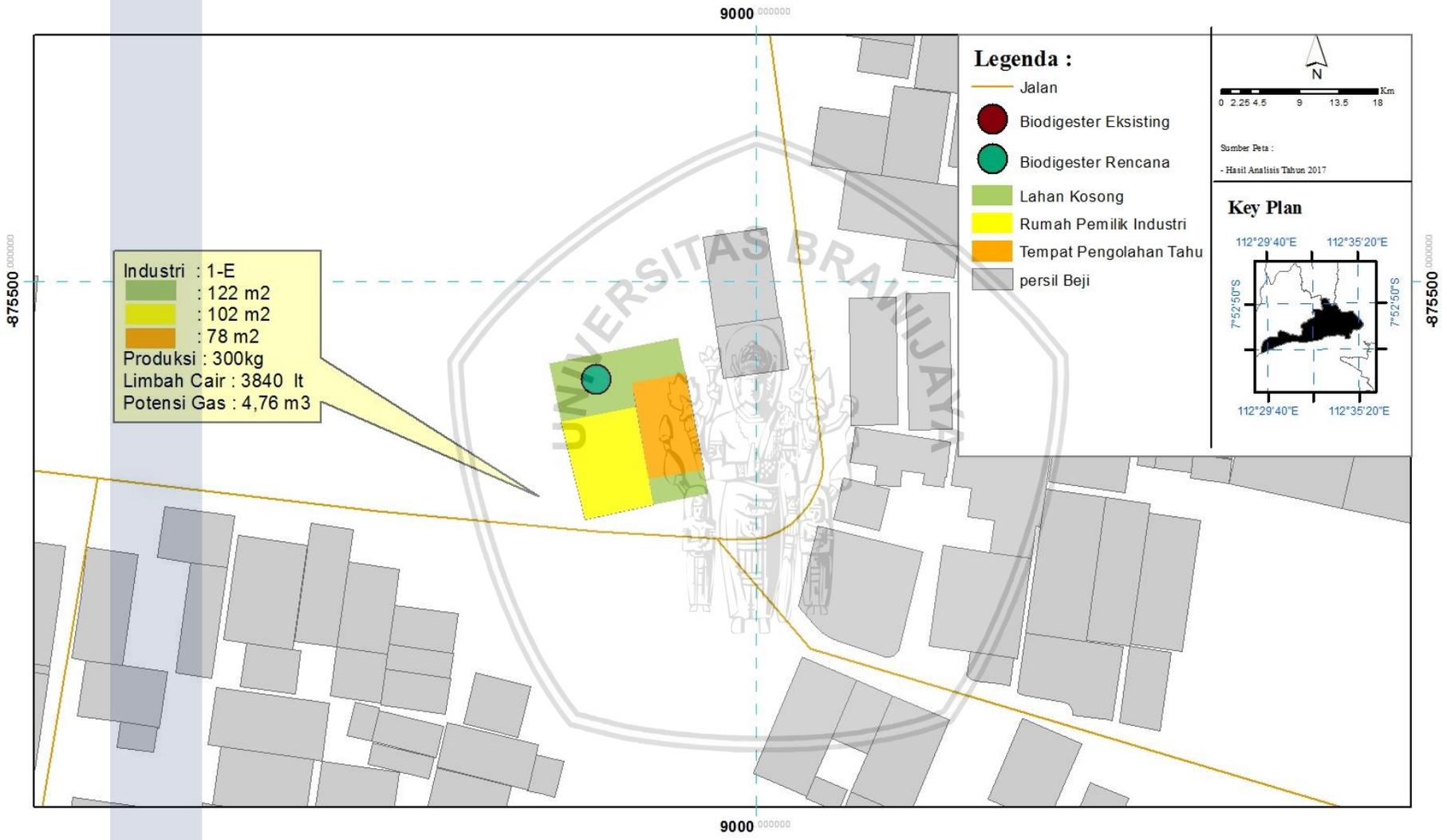
Gambar 4. 7 Sebaran Industri Tahu di Dusun Karang Jambe



Gambar 4. 8 Sebaran Industri Tahu di Dusun Karang Jambe



Gambar 4. 9 Sebaran Imdustri Tahu di Dusun Karang Jambe



Gambar 4. 10 Sebaran Imdustri Tahu di Dusun Beji



Gambar 4. 11 Sebaran Industri Tahu di Dusun Beji

Penentuan ukuran biodigester mempertimbangkan dua hal, yaitu kesesuaian jumlah limbah cair tahu yang dihasilkan dan kecukupan lahan. Jika jumlah limbah tidak sesuai maka jumlah limbah menjadi acuan untuk penentuan kapasitas biodigester, sedangkan jika jumlah ternak sesuai, namun lahan tidak cukup maka lahan yang menjadi acuan untuk penentuan kapasitas biodigester. Penentuan lahan juga mempertimbangkan beberapa kriteria seperti sisa lahan yang dimiliki dan kontur tanah. Pembangunan biodigester di Desa Beji menggunakan tipe *Fixed Dome* karena biodigester eksisting dan program yang disediakan oleh pemerintah kota batu menggunakan tipe tersebut. Biodigester diletakkan di pada lahan sisa yang dimiliki oleh masing-masing industri.

4.9 Rekomendasi Lokasi Pembangunan Biodigester

Rekomendasi dalam menentukan luasan dan lokasi pembangunan biodigester di Desa Beji. Berdasarkan analisis jumlah energi yang tersedia, luas lahan sisa dan persyaratan teknis lokasi pembangunan biodigester dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20

Rekomendasi Hasil Penelitian

Hasil Analisis	Rekomendasi
Rekomendasi Lokasi	
Berdasarkan kriteria lokasi pembangunan biodigester di Desa Beji. Dari 6 industri 1 industri sudah terbangun biodigester, 3 industri tahu belum mempunyai biodigester namun sudah memiliki lahan yang cukup untuk dibangun biodigester sementara 2 diantaranya belum memiliki biodigester dan tidak memiliki lahan kosong sehingga pembangunan biodigester dilakukan dibawah tempat pengolahan tahu.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Industri 1-B Industri tahu milik pak slamet memiliki luas lahan 172m² terdiri dari 110 m² rumah dan 62m² tempat pengolahan tahu. Memproduksi 300 kg kedelai perhari. Untuk industri milik pak slamet direkomendasikan membangun biodigester dibawah tempat industri pengolahan tahu. Dikarenakan pak slamet sudah tidak memiliki lahan kosong untuk dibangun biodigester. Pembangunan biodigester dibawah tempat pengolahan tahu. Pembangunan ini dapat digunakan untuk industri yang memiliki lahan terbatas atau tidak cukup jika dibangun biodigester. Dilihat dari jumlah energi yang tersedia yaitu sebesar 4,76 m³ maka dapat dilakukan pembangunan biodigester volume 12 m³. 2. Industri 1-C Tempat industri pengolahan tahu milik pak udin memiliki lahan yang cukup luas yaitu sebesar 818m² terdiri dari 288m² lahan kosong, 217m² tempat pengolahan tahu dan 313m² rumah. Memproduksi 400kg kedelai dengan potensi gas yang dihasilkan sebesar 6,35 m³ perhari. Melihat jumlah produksi dan luas lahan yang tersedia dapat dilakukan pembangunan biodigester ukuran 16 m³. 3. Industri 1-D Tempat pengolahan tahu bu juminten memiliki luas lahan 161 m² terdiri dari 49 m² lahan kosong, 47m² tempat pengolahan tahu

dan 65m² rumah. dan memproduksi 300kg kedelai dan potensi gas yang dihasilkan 4,75 m³ per hari. Rekomendasi pengadaan pembangunan biodigester limbah tahu milik Bu Juminten dapat dilakukan dibawah tempat pengolahan tahu karena lahan sudah terpenuhi bangunan. Dilihat dari jumlah potensi gas yang dihasilkan maka direkomendasikan untuk membangun biodigester dengan volume 12 m³.

4. Industri 1-E

Industri tahu milik pak tris memiliki luas lahan 302m² terdiri dari 122m² lahan kosong, 78m² tempat pengolahan tahu dan 102m² rumah dan memproduksi 300kg kedelai dan potensi gas yang dihasilkan 4,76 m³ per hari. Rekomendasi pengadaan pembangunan biodigester limbah tahu milik pak Tris dapat dilakukan disebelah tempat industri pengolahan tahu dengan volume biodigester sebesar 12 m³.

5. Industri 1-F

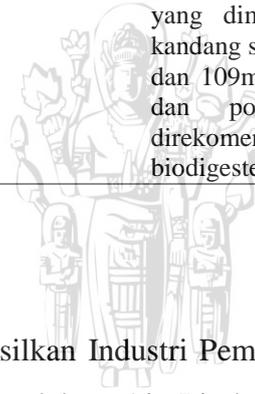
Tempat industri tahu milik bu suniah memproduksi kedelai 200kg dengan potensi gas yang dihasilkan 3,17 m³ dan luas lahan yang dimiliki 216m² terdiri dari 50m² kandang sapi, 57m² tempat pengolahan tahu dan 109m² rumah. Dilihat dari luas lahan dan potensi gas yang dihasilkan direkomendasikan untuk membangun biodigester volume 10 m³.

Sumber: Hasil Survei, 2017

4.10 Manfaat Biogas

Penanganan limbah yang dihasilkan Industri Pembuatan Tahu dan Tempe melalui Kegiatan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Pembuatan Tahu dan Tempe Kantor Lingkungan Hidup Kota Batu baru dimulai pada tahun 2012 sebanyak 4 unit, terdiri dari 2 unit instalasi pengolahan air limbah pembuatan tahu dan 2 unit instalasi pengolahan air limbah pembuatan tempe. Volume rata – rata instalasi pengolahan limbah industri pembuatan tahu sebesar 47 m³ dengan volume limbah cair yang diolah sebesar 5120 liter dan biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh 6 KK. Pemerintah Kota Batu terus berupaya melaksanakan Pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah dari industri kecil/UKM pembuatan tahu dan tempe dari tahun ke tahun dengan anggaran baik dari Dana Alokasi Khusus (DAK) dan Dana Alokasi Umum (DAU) Kota Batu.

Sebelum adanya instalasi pengolahan air limbah industri pembuatan tahu dan tempe, limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke media lingkungan tanpa adanya



pengolahan terlebih dahulu. Pada saat ini limbah yang dihasilkan dapat bermanfaat secara ekologi dan ekonomi.

4.10.1 Manfaat Secara Ekonomi

Penelitian ini bertujuan terutama untuk mengetahui nilai biaya pembangunan biodigester dan manfaat ekonomi biogas yang diperoleh dari industri rumah tangga pembuat tahu. Manfaat ekonomi dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui kelayakan dari pembangunan biodigester sebagai alat penghasil biogas dari limbah cair industri tahu di Desa Beji sehingga masyarakat Desa Beji dapat mengetahui manfaat yang diperoleh dari penggunaan limbah cair tahu menjadi biogas. Biaya yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biaya investasi dan biaya operasional pembangunan biodigester. Hasil dari pemanfaatan biogas digunakan sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak, sehingga dapat mempengaruhi pengeluaran yang digunakan untuk mengkonsumsi bahan bakar. Dalam penelitian ini menggunakan metode perbandingan biaya dan manfaat (*Benefits Cost Ratio*) dan metode *Payback Periode*. Sebuah program dinilai menguntungkan jika $B/C > 1$ dan jika $B/C < 1$ maka program tersebut tidak layak untuk dilanjutkan, sedangkan dalam metode *Payback Periode* Sebuah program dinilai menguntungkan jika masa pengembalian dana yang diinvestasikan dapat kembali dalam kurun waktu < 3 tahun.

Pada analisis ini terdapat 2 variabel, yaitu variabel biaya dan manfaat yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Biaya penerimaan

Penerimaan manfaat dari penelitian ini berasal dari limbah cair dari proses pengolahan tahu yang akan dimanfaatkan sebagai biogas. Besaran penerimaan tergantung pada besaran limbah cair yang dimasukkan kedalam instalasi biogas.

b. Biaya pengeluaran

Biaya pengeluaran didapatkan dari biaya material konstruksi pembuatan biodigester, biaya operasional dan biaya upah pekerja.

Berikut merupakan daftar satuan harga konstruksi untuk ukuran biodigester ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21

Daftar Satuan Harga Konstruksi Biodigester

No	Biaya dan Manfaat	Harga Satuan
1	Material Bangunan Biodigester	
	Batu Bata	Rp 650/buah
	Pasir	Rp 97.000/ m ³
	Semen 40 kg	Rp 60.000/ sak
	Batu Pecah	Rp 202.500/ m ³
	Pipa Gas Utama	Rp 200.000/ buah

No	Biaya dan Manfaat	Harga Satuan
1	Material Bangunan Biodigester	
	Gas Tap	Rp 50.000/ buah
	Cop Selang Manometer	Rp 14.000/ buah
	Cop Selang Kompor	Rp 75.000/ buah
	Mixer	Rp175.000/ buah
	Manometer	Rp 150.000/ buah
	Penguras Air	Rp 100.000/ buah
	Kompur Gas	Rp 150.000/ buah
	Selang Gas Kompur	Rp 20.000/ buah
	Batang Besi	Rp 60.000/ batang
	Bendrat	Rp 15.000/ kg
	Kaleng Cor	Rp 100.000/ buah
	Sokdrat Luar PVC 0,5"	Rp 3.000/ buah
	Sokdrat Dalam PVC 0,5"	Rp 3.000/ buah
	Tee 0,5"	Rp 3.500/ buah
	Stop Kran 0,5"	Rp 21.000/ buah
	Paku	Rp 3.000/ buah
	SDD 0,5"	Rp 3.000/ buah
	Knee 0,5"	Rp 3.500/ buah
	TBA	Rp 3.500/buah
	Lem PVC	Rp 8.000/ buah
	Tenaga Ahli	Rp 200.000/ orang
	Pekerja	Rp 50.000/ orang
	Biaya Perawatan	Rp 300.000/ tahun
	Biaya Pembangunan Biodigester 1m³	Rp 870.000/m ³
2	Manfaat	
	Konversi bahan bakar yang digantikan	
	- LPG	
	- Kayu Bakar	Rp 17.000/ tabung (3kg)
	- Penjualan Limbah Padat	Rp 7.000/ ikat (20kg)
		Rp 2.500/ 4kg

Sumber: Hasil Survei Primer & Sekunder, 2018

Perhitungan manfaat ekonomi difokuskan pada pemanfaatan limbah cair industri tahu sebagai biogas di Desa Beji dengan membandingkan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan biodigester dengan manfaat yang diperoleh dari hasil pemanfaatan biogas limbah cair tahu sehingga dapat diketahui keuntungan dari pemanfaatan masing-masing industri di Desa Beji di lihat dari nilai BCR dan masa pengembalian investasi.

4.10.2 *Benefits Cost Ratio*

Perhitungan manfaat dari pemanfaatan biogas diasumsikan baru dimulai pada tahun kedua karena pada tahun pertama masih dilakukan pembangunan biodigester sehingga manfaatnya belum dapat diketahui. Biaya perawatan biodigester juga dimulai pada tahun kedua karena diasumsikan perawatan biodigester baru dimulai setelah pembangunan. Adapun besar biaya perawatan biodigester yaitu Rp 300.000,- meliputi biaya perawatan pipa dan perawatan jika terjadi kebocoran. Perhitungan *Benefit Cost Ratio* dihitung pada tahun ke 2 karena pada tahun pertama masih dilakukan pembangunan. Berikut merupakan hasil

perhitungan perbandingan biaya dan manfaat biogas masing-masing industri tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo.

A. Industri 1-B

Pada industri 1-B tidak terdapat lahan sisa karena sudah tertutup bangunan jika ingin melakukan pembangunan biodigester dapat dilakukan dibawah tempat tersebut dengan melakukan pembongkaran bangunan terlebih dahulu sehingga membutuhkan biaya yang lebih besar. Berikut merupakan perhitungan biaya pembongkaran bangunan industri 1-B ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22

Harga satuan biaya pembongkaran bangunan industri 1-B

Upah m ²	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Genteng	1.00	15.000	15.000
Bata	1.00	32.050	32.050
Plester	1.00	27.560	27.560
Pondasi	1.00	115.380	115.380
Jumlah		189.990	189.990

Sumber : Harga Satuan Material Mitra Konstruksi, 2017.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pembongkaran} &= \frac{(\text{Jumlah Harga Satuan} \times \text{Koefisien})}{0,5} \\ \text{Biaya Pembongkaran} &= \frac{(189.990 \times 1)}{0,5} \\ &= 94.995 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

Dapat dilihat pada Tabel 4.22 besaran biaya pembongkaran per 1 m² adalah Rp 94.995,- pembangunan biodigester volume 12 m³ membutuhkan luas lahan sebesar 30 m² sehingga jika ingin mengetahui biaya pembongkaran untuk biodigester volume 12 m³ berarti luas lahan yang dibutuhkan dikalikan dengan biaya pembongkaran per m². Biaya pembongkaran industri 1-B sebesar Rp 2.849.850,-. Biaya pembongkaran bangunan akan dijumlahkan dengan biaya pembangunan biodigester untuk menghitung *Benefits Cost Ratio*. Berikut merupakan perhitungan *Benefits Cost Ratio* industri 1-B ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23

Perhitungan BCR industri 1-B Volume 12 m³

Tahun	Pemasukan	Pengeluaran	p/f 5%	Keuntungan (BN)	Biaya (CN)
1	0	10.440.000	0.952	0	9.942.857
2	8.491.200	200.000	0.907	7.701.769	181.406
3	8.491.200	363.500	0.864	7.335.018	314.005
4	8.491.200	331.000	0.823	6.985.731	272.315
Total				22.022.518	10.710.583
BCR					2.06

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan menggunakan Tabel 4,23 dapat diketahui bahwa perhitungan BCR adalah sebagai berikut.

$$BCR = \frac{22.022.518}{10.710.583} = 2.06$$

Perhitungan nilai *Benefit Cost Ratio* menunjukkan bahwa nilai $BCR > 1$ dengan *Discount Rate* 5%. Dengan demikian program pembangunan Biodigester pada industri 1-B layak untuk dilaksanakan. Hasil pemasukan industri 1-B didapat dari penjualan limbah padat dan konversi penggunaan biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak, sedangkan pengeluaran diperoleh dari biaya operasional perawatan biodigester. Penjualan limbah padat setiap harinya berbeda-beda karena penjualan setiap harinya tidak menentu tergantung konsumen yang membeli, sehingga diasumsikan penjualan limbah padat per hari antara 20kg-40kg dengan harga Rp 2500 per 4 kg (Wawancara, 2017), sementara untuk konversi penggunaan biogas tidak mengalami perubahan selama masa perhitungan. Rincian perhitungan BCR industri 1-B dapat dilihat pada lampiran 7.

B. Industri 1-C

Berikut merupakan perhitungan Benefits Cost Ratio industri 1-C ditunjukkan pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24

Perhitungan BCR industri 1-C Volume 16 m³

Tahun	Pemasukan	Pengeluaran	p/f 5%	Keuntungan (BN)	Biaya (CN)
1	0	13.920.000	0.952	0	13.257.143
2	9.579.200	250.000	0.907	8.688.617	226.757
3	9.579.200	342.700	0.864	8.274.873	296.037
4	9.579.200	456.400	0.823	7.880.832	375.481
Total				24.844.321	14.155.419
BCR					1.76

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan menggunakan Tabel 4,24 dapat diketahui bahwa perhitungan BCR adalah sebagai berikut.

$$BCR = \frac{24.844.321}{14.155.419} = 1,76$$

Perhitungan nilai *Benefit Cost Ratio* menunjukkan bahwa nilai $BCR > 1$ dengan *Discount Rate* 5%. Dengan demikian program pembangunan Biodigester pada industri 1-C layak untuk dilaksanakan. Hasil pemasukan industri 1-B didapat dari penjualan limbah padat

dan konversi penggunaan biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak, sedangkan pengeluaran diperoleh dari biaya operasional perawatan biodigester. Penjualan limbah padat setiap harinya berbeda-beda karena penjualan setiap harinya tidak tentu tergantung konsumen yang membeli, sehingga diasumsikan penjualan limbah padat per hari antara 20kg-40kg dengan harga Rp 2500 per 4 kg (Wawancara, 2017), sementara untuk konversi penggunaan biogas tidak mengalami perubahan selama masa perhitungan. Rincian perhitungan BCR industri 1-C dapat dilihat pada lampiran 8.

C. Industri 1-D

Pada industri 1-D tidak terdapat lahan sisa karena sudah tertutup bangunan jika ingin melakukan pembangunan biodigester dapat dilakukan dibawah tempat tersebut dengan melakukan pembongkaran bangunan terlebih dahulu sehingga membutuhkan biaya yang lebih besar. Berikut merupakan perhitungan biaya pembongkaran bangunan industri 1-D ditunjukkan pada tabel 4.25.

Tabel 4. 25

Harga satuan biaya pembongkaran bangunan industri 1-D

Upah m ²	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Genteng	1.00	15.000	15.000
Bata	1.00	32.050	32.050
Plester	1.00	27.560	27.560
Pondasi	1.00	115.380	115.380
Jumlah		189.990	189.990

Sumber : Harga Satuan Material Mitra Konstruksi, 2017.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pembongkaran} &= \frac{(\text{Jumlah Harga Satuan} \times \text{Koefisien})}{0,5} \\ \text{Biaya Pembongkaran} &= \frac{(189.990 \times 1)}{0,5} \\ &= 94.995 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

Dapat dilihat pada Tabel 4.25 besaran biaya pembongkaran per m² adalah Rp 94.995,- pembangunan biodigester volume 12 m³ membutuhkan luas lahan sebesar 30 m² sehingga jika ingin mengetahui biaya pembongkaran untuk biodigester volume 12 m³ berarti luas lahan yang dibutuhkan dikalikan dengan biaya pembongkaran per m². Biaya pembongkaran industri 1-D sebesar Rp 2.849.850,-. Biaya pembongkaran bangunan akan dijumlahkan dengan biaya pembangunan biodigester untuk menghitung *Benefits Cost Ratio*. Berikut merupakan perhitungan *Benefits Cost Ratio* industri 1-D ditunjukkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26

Perhitungan BCR industri 1-D Volume 12 m³

Tahun	Pemasukan	Pengeluaran	p/f 5%	Keuntungan (BN)	Biaya (CN)
1	0	10.440.000	0.952	0	9942857

Tahun	Pemasukan	Pengeluaran	p/f 5%	Keuntungan (BN)	Biaya (CN)
2	8.676.000	250.000	0.907	7.869.388	226.757
3	8.676.000	310.000	0.864	7.494.655	267.790
4	8.676.000	517.000	0.823	7.137.767	425.337
Total				22.501.809	10.862.741
BCR					2.07

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan menggunakan Tabel 4,26 dapat diketahui bahwa perhitungan BCR adalah sebagai berikut.

$$BCR = \frac{22.501.809}{10.862.741}$$

2,07

Perhitungan nilai *Benefit Cost Ratio* menunjukkan bahwa nilai $BCR > 1$ dengan *Discount Rate* 5%. Dengan demikian program pembangunan Biodigester pada industri 1-D layak untuk dilaksanakan. Hasil pemasukan industri 1-D didapat dari penjualan limbah padat dan konversi penggunaan biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak, sedangkan pengeluaran diperoleh dari biaya operasional perawatan biodigester. Penjualan limbah padat setiap harinya berbeda-beda karena penjualan setiap harinya tidak menentu tergantung konsumen yang membeli, sehingga diasumsikan penjualan limbah padat per hari antara 20kg-40kg dengan harga Rp 2500 per 4 kg (Wawancara, 2017), sementara untuk konversi penggunaan biogas tidak mengalami perubahan selama masa perhitungan. Rincian perhitungan BCR industri 1-D dapat dilihat pada lampiran 9.

D. Industri 1- E

Berikut merupakan perhitungan Benefits Cost Ratio industri 1-E ditunjukkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 27

Perhitungan BCR industri 1-E Volume 16 m³

Tahun	Pemasukan	Pengeluaran	p/f 5%	Keuntungan (BN)	Biaya (CN)
1	0	13.920.000	0.952	0	13.257.143
2	8.491.200	250.000	0.907	7.701.769	226.757
3	8.491.200	250.000	0.864	7.335.018	215.959
4	8.491.200	720.700	0.823	6.985.731	592.922
Total				22.022.518	14.292.781
BCR					1.54

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan menggunakan Tabel 4,27 dapat diketahui bahwa perhitungan BCR adalah sebagai berikut.

$$BCR = \frac{22.022.518}{14.292.781}$$

$$= 1,54$$

Perhitungan nilai *Benefit Cost Ratio* menunjukkan bahwa nilai $BCR > 1$ dengan *Discount Rate* 5%. Dengan demikian program pembangunan Biodigester pada industri 1-E layak untuk dilaksanakan. Hasil pemasukan industri 1-E didapat dari penjualan limbah padat dan konversi penggunaan biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak, sedangkan pengeluaran diperoleh dari biaya operasional perawatan biodigester. Penjualan limbah padat setiap harinya berbeda-beda karena penjualan setiap harinya tidak menentu tergantung konsumen yang membeli, sehingga diasumsikan penjualan limbah padat per hari antara 20kg-40kg dengan harga Rp 2500 per 4 kg (Wawancara, 2017), sementara untuk konversi penggunaan biogas tidak mengalami perubahan selama masa perhitungan. Rincian perhitungan BCR industri 1-E dapat dilihat pada lampiran 10.

E. Industri 1- F

Berikut merupakan perhitungan Benefits Cost Ratio industri 1-F ditunjukkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28

Perhitungan BCR industri 1-F Volume 10 m³

Tahun	Pemasukan	Pengeluaran	p/f 5%	Keuntungan (BN)	Biaya (CN)
1	0	8.700.000	0.952	0	8.285.714
2	7.310.800	200.000	0.907	6.631.111	181.406
3	7.310.800	282.000	0.864	6.315.344	243.602
4	7.310.800	365.000	0.823	6.014.613	300.286
Total				18.961.068	9.011.009
BCR					2.10

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Dengan menggunakan Tabel 4,19 dapat diketahui bahwa perhitungan BCR adalah sebagai berikut.

$$BCR = \frac{18.961.068}{9.011.009}$$

$$= 2,10$$

Perhitungan nilai *Benefit Cost Ratio* menunjukkan bahwa nilai $BCR > 1$ dengan *Discount Rate* 5%. Dengan demikian program pembangunan Biodigester pada industri 1-F layak untuk dilaksanakan. Hasil pemasukan industri 1-F didapat dari penjualan limbah padat dan konversi penggunaan biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak, sedangkan pengeluaran diperoleh dari biaya operasional perawatan biodigester. Penjualan limbah padat setiap harinya berbeda-beda karena penjualan setiap harinya tidak menentu tergantung

konsumen yang membeli, sehingga diasumsikan penjualan limbah padat per hari antara 20kg-40kg dengan harga Rp 2500 per 4 kg (Wawancara, 2017), sementara untuk konversi penggunaan biogas tidak mengalami perubahan selama masa perhitungan. Rincian perhitungan BCR industri 1-F dapat dilihat pada lampiran 11.

Tabel 4. 29

Perhitungan BCR Pemanfaatan Biogas di Desa Beji

Industri	Ukuran Biodigester	Hasil Perhitungan BCR	Keterangan
1-B	<i>Fixed Dome</i> 12 m ³	2,06	Nilai BCR > 1 sehingga investasi dinilai menguntungkan.
1-C	<i>Fixed Dome</i> 16 m ³	1,76	Nilai BCR > 1 sehingga investasi dinilai menguntungkan.
1-D	<i>Fixed Dome</i> 12 m ³	2,07	Nilai BCR > 1 sehingga investasi dinilai menguntungkan.
1-E	<i>Fixed Dome</i> 16 m ³	1,54	Nilai BCR > 1 sehingga investasi dinilai menguntungkan.
1-F	<i>Fixed Dome</i> 10 m ³	2,10	Nilai BCR > 1 sehingga investasi dinilai menguntungkan.
Rata-rata		1.90	

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan perhitungan BCR dapat diketahui bahwa semua industri tahu memiliki nilai BCR > 1 berarti program pembangunan biodigester layak untuk dilanjutkan. Nilai BCR dipengaruhi oleh beberapa komponen, seperti jumlah pemasukan atau manfaat yang diperoleh dari limbah cair tahu menjadi biogas untuk menggantikan bahan bakar memasak dan limbah padat yang dijual sebagai pakan ternak, komponen lain yang mempengaruhi perhitungan BCR adalah pengeluaran seperti perawatan pipa dan perawatan jika terjadi kebocoran.

Jika dilihat dari analisis BCR pembangunan biodigester untuk 6 industri layak dikembangkan, namun terdapat 2 industri yang tidak mempunyai lahan sisa sehingga jika ingin membangun biodigester harus dilakukan dibawah tempat pengolahan tahu atau dilahan milik orang lain dengan sistem sewa. Hal tersebut membutuhkan biaya investasi yang lebih besar, namun dalam penelitian ini tidak menghitung besaran yang harus dikeluarkan untuk membangun biodigester jika lahan sisa tidak tersedia.

Dari hasil analisis BCR ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas di Desa Beji dapat memberikan manfaat ekonomi bagi industri rumah tangga pembuat tahu.

4.10.3 *Payback Periode*

Masa pengembalian atau *Payback Periode* adalah jangka waktu tertentu yang menunjukkan kapan dana investasi akan kembali. Dalam penelitian ini program pemanfaatan

biogas di nilai menguntungkan jika masa pengembalian dana yang diinvestasikan dapat kembali dalam jangka waktu < 3 tahun semakin cepat waktu pengebalian dana yang digunakan untuk investasi maka semakin layak program tersebut untuk dilanjutkan. Perhitungan hasil PBP ditunjukkan pada Tabel berikut.

A. Industri 1-B

Berikut merupakan perhitungan *Payback Periode* 1-B ditunjukkan pada Tabel 4.30.

Tabel 4. 30

Perhitunga PBP pembangunan biodigester Desa Beji

Tahun	Pemasukan	P kumulatif	Pengeluaran
1	0	0	10.440.000
2	8.491.200	8.491.200	200.000
3	8.491.200	16.982.400	363.500
4	8.491.200	25.473.600	331.000
Nilai PBP			2.61

Sumber : Hasil Analisis, 2018

$$\begin{aligned}
 PBP &= 1 + (10.440.000 - 0) / (16.982.400 - 0) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 1 + (10.440.000 / 16.982.400) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 2,61 \text{ Tahun atau } 2 \text{ Tahun } 6 \text{ Bulan}
 \end{aligned}$$

Perhitungan PBP dari industri 1-B menunjukkan bahwa nilai PBP > 1 berarti program pembangunan biodigester dengan volume 12 m³ layak untuk dilaksanakan. Diketahui dari hasil perhitungan investasi yang dikeluarkan akan kembali pada tahun ke-2 bulan ke-7.

B. Industri 1-C

Berikut merupakan perhitungan *Payback Periode* 1-C ditunjukkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 31

Perhitunga PBP pembangunan biodigester Industri 1-C

Tahun	Pemasukan	P kumulatif	Pengeluaran
1	0	0	13.920.000
2	9.579.200	9.579.200	250.000
3	9.579.200	19.158.400	342.700
4	9.579.200	28.737.600	456.400
Nilai PBP			2.73

Sumber : Hasil Analisis, 2018

$$\begin{aligned}
 PBP &= 1 + (13.920.000 - 0) / (19.158.400 - 0) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 1 + (13.920.000 / 19.158.400) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 2,73 \text{ Tahun atau } 2 \text{ Tahun } 7 \text{ Bulan}
 \end{aligned}$$

Perhitungan PBP dari industri 1-C menunjukkan bahwa nilai PBP > 1 berarti program pembangunan biodigester dengan volume 16 m³ layak untuk dilaksanakan.

Diketahui dari hasil perhitungan investasi yang dikeluarkan akan kembali pada tahun ke-2 bulan ke-7.

C. Industri 1-D

Berikut merupakan perhitungan *Payback Periode* 1-D ditunjukkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4. 32

Perhitunga PBP pembangunan biodigester Industri 1-D

Tahun	Pemasukan	P kumulatif	Pengeluaran
1	0	0	10.440.000
2	8.676.000	8.676.000	250.000
3	8.676.000	17.352.000	310.000
4	8.676.000	26.028.000	517.000
Nilai PBP			2.60

Sumber : Hasil Analisis, 2018

$$\begin{aligned}
 PBP &= 1 + (10.440.000 - 0) / (17.352.000 - 0) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 1 + (10.440.000 / 17.352.000) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 2,60 \text{ Tahun atau } 2 \text{ Tahun } 6 \text{ Bulan}
 \end{aligned}$$

Perhitungan PBP dari industri 1-D menunjukkan bahwa nilai PBP > 1 berarti program pembangunan biodigester dengan volume 12 m³ layak untuk dilaksanakan. Diketahui dari hasil perhitungan investasi yang dikeluarkan akan kembali pada tahun ke-2, bulan ke - 7.

D. Industri 1-E

Berikut merupakan perhitungan *Payback Periode* 1-E ditunjukkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4. 33

Perhitunga PBP pembangunan biodigester Industri 1-E

Tahun	Pemasukan	P kumulatif	Pengeluaran
1	0	0	13.920.000
2	8.491.200	8.491.200	315.000
3	8.491.200	16.982.400	325.000
4	8.491.200	25.473.600	745.700
Nilai PBP			2.82

Sumber : Hasil Analisis, 2018

$$\begin{aligned}
 PBP &= 1 + (13.920.000 - 0) / (16.982.400 - 0) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 1 + (13.920.000 / 16.982.400) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 2,82 \text{ Tahun atau } 2 \text{ Tahun } 8 \text{ Bulan}
 \end{aligned}$$

Perhitungan PBP dari industri 1-E menunjukkan bahwa nilai PBP > 1 berarti program pembangunan biodigester dengan volume 16 m³ layak untuk dilaksanakan. Diketahui dari hasil perhitungan investasi yang dikeluarkan akan kembali pada tahun ke-2 bulan ke-8.

E. Industri 1-F

Berikut merupakan perhitungan *Payback Periode* 1-F ditunjukkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4. 34

Perhitungan PBP pembangunan biodigester Desa Beji

Tahun	Pemasukan	P kumulatif	Pengeluaran
1	0	0	8.700.000
2	7.310.800	7.310.800	315.000
3	7.310.800	14.621.600	325.000
4	7.310.800	21.932.400	745.700
Nilai PBP			2,60

Sumber : Hasil Analisis, 2018

$$\begin{aligned}
 PBP &= 1 + (8.700.000 - 0) / (14.621.600 - 0) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 1 + (8.700.000 / 14.621.600) \times 1 \text{ Tahun} \\
 &= 2,60 \text{ Tahun atau } 2 \text{ Tahun } 6 \text{ Bulan}
 \end{aligned}$$

Perhitungan PBP dari industri 1-F menunjukkan bahwa nilai PBP > 1 berarti program pembangunan biodigester dengan volume 10 m³ layak untuk dilaksanakan. Diketahui dari hasil perhitungan investasi yang dikeluarkan akan kembali pada tahun ke-2 bulan ke-6.

Tabel 4. 35

Perhitungan PBP Pembangunan Biodigester Limbah Cair Tahu

Industri	Ukuran Biodigester	Perhitungan PBP	Keterangan
1-B	16 m ³	2,61	Nilai PBP < 3 tahun sehingga investasi dinilai menguntungkan . rata- rata investasi kembali pada tahun ke -2
1-C	12 m ³	2,73	Nilai PBP < 3 tahun sehingga investasi dinilai menguntungkan . rata- rata investasi kembali pada tahun ke -2
1-D	16 m ³	2,60	Nilai PBP < 3 tahun sehingga investasi dinilai menguntungkan . rata- rata investasi kembali pada tahun ke -2
1-E	12 m ³	2,82	Nilai PBP < 3 tahun sehingga investasi dinilai menguntungkan . rata- rata investasi kembali pada tahun ke -2
1-F	10 m ³	2,60	Nilai PBP < 3 tahun sehingga investasi dinilai menguntungkan . rata- rata investasi kembali pada tahun ke -2
Rata-rata		2,67	Nilai PBP < 3 tahun sehingga investasi dinilai menguntungkan . rata- rata investasi kembali pada tahun ke -2

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Tabel 4.35 dapat diketahui bahwa semua industri tahu di Desa Beji memiliki nilai PBP < 3 tahun sehingga program pembangunan biodigester layak untuk dilakukan. Dengan demikian industri tahu di Desa Beji dianjurkan untuk memanfaatkan limbah cair tahu menjadi biogas. Karena program pemanfaatan biogas dinilai menguntungkan.

4.10.4 Penghematan Bahan Bakar Rumah Tangga

Dilihat dari sisi penghematan bahan memasak rumah tangga biaya yang dikeluarkan seluruh pemilik industri untuk bahan bakar memasak sehari-hari adalah Rp 699.933,- per bulan. Sedangkan potensi limbah tahu menjadi biogas dapat menggantikan bahan bakar memasak setara dengan Rp 1.739.292 berarti dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan biogas dari limbah cair tahu sebagai pengganti bahan bakar memasak dapat menggantikan biaya keseluruhan dan masih terdapat sisa energi biogas. Total penerimaan energi biogas didapatkan dari jumlah energi memasak yang dapat tergantikan dikalikan dengan harga bahan bakar memasak. Berikut merupakan biaya bahan bakar yang dikeluarkan masing-masing pemilik industri untuk memasak ditunjukkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4. 36

Rincian biaya bahan bakar memasak rumah tangga Desa Beji

Industri	Total penerimaan Biogas (Rp/Bulan)	Total biaya Elpiji (Rp/bulan)	Tota biaya Kayu Bakar (Rp/Bulan)	Total Biaya	Sisa Biaya Biogas
1-A	364.083	68.000	15.400	83.400	280.683
1-B	273.062	124.667	23.100	147.767	125.295
1-C	364.083	74.800	30.800	105.600	258.483
1-D	273.062	93.500	38.500	132.000	141.062
1-E	273.062	124.667	23.100	147.767	125.295
1-F	182.041	68.000	15.400	83.400	98.641
Total	1.729.392	553.633	146.300	699.933	1.029.458

Sumber : Hasil Analisis, 2017.

Dengan demikian, dilihat dari biaya penghematan bahan bakar memasak rumah tangga energi penggunaan biogas dapat menggantikan energi kebutuhan memasak rumah tangga dan masih terdapat sisa.

4.10.5 Penghematan Bahan Bakar Industri

Dilihat dari sisi penghematan bahan memasak rumah tangga biaya yang dikeluarkan seluruh pemilik industri untuk bahan bakar memasak industri adalah Rp 2.002.000,- per bulan. Sedangkan potensi limbah tahu menjadi biogas dapat menggantikan bahan bakar memasak setara dengan Rp 1.739.292 berarti dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan biogas dari limbah cair tahu sebagai pengganti bahan bakar memasak belum dapat menggantikan biaya keseluruhan penggunaan bahan bakar industri. Masih terdapat kekurangan biaya sebesar Rp 272.608 ,-. Berikut merupakan biaya bahan bakar yang dikeluarkan masing-masing pemilik industri untuk memasak ditunjukkan pada Tabel 4.37.

Tabel 4. 37

Rincian biaya bahan bakar memasak industri Desa Beji

Industri	Total penerimaan Biogas (Rp/Bulan)	Tota biaya Kayu Bakar (Rp/Bulan)	Sisa Biaya Biogas
1-A	364.083	385.000	-20.917
1-B	273.062	308.000	-34.938
1-C	364.083	385.000	-20.917
1-D	273.062	346.500	-73.438
1-E	273.062	308.000	-34.938
1-F	182.041	.269.500	-87.459
Total	1.729.392	2.002.000	-272.608

Sumber : Hasil Analisis, 2017.

Dengan demikian, dilihat dari biaya penghematan bahan bakar industri energi penggunaan biogas belum dapat menggantikan energi kebutuhan memasak industri masih terdapat kekurangan biaya.

Dari hasil analisis *supply demand* energi biogas cukup untuk memenuhi kebutuhan energi memasak rumah tangga, sementara itu jika digunakan untuk mengganti bahan bakar memasak industri masih belum mencukupi terdapat kekurangan sebesar 44,13 m³. Perhitungan analisis *benefits cost ratio*, analisis *payback periode*, semuanya menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah cair industri tahu di Desa Beji memberikan mafaat ekonomi bagi pemilik industri dan layak untuk dilaksanakan sehingga diharapkan kepada industri-industri tahu di Desa Beji dapat memanfaatkan limbahnya menjadi biogas. Dari sisi penghematan biaya bahan bakar energi biogas dapat menggantikan energi memasak rumah tangga, sementara itu jika digunakan untuk mengganti biaya bahan bakar memasak industri masih belum mencukupi terdapat kekurangan sebesar Rp 272.608 ,-

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Ketersediaan energi yang diperoleh dari pemanfaatan limbah cair tahu di Desa Beji sebesar $30,16 \text{ m}^3$ setiap harinya, sedangkan kebutuhan energi untuk memasak rumah tangga sebesar $14,63 \text{ m}^3$ setiap harinya dan kebutuhan energi memasak industri sebesar $74,28 \text{ m}^3$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ketersediaan energi biogas dapat mencukupi kebutuhan energi untuk memasak rumah tangga. Namun tidak mencukupi kebutuhan energi memasak industri.
2. Terdapat 3 ukuran biodigester limbah cair tahu yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu ukuran 10 m^3 , 12 m^3 , 16 m^3 . Ukuran biodigester ditentukan dengan mempertimbangkan jumlah limbah dan kecukupan lahan untuk pembangunan biodigester. Jika jumlah limbah memenuhi namun luas lahan tidak memenuhi maka luas lahan menjadi acuan dalam menentukan luasan biodigester. Jika luas lahan memenuhi namun jumlah limbah tidak memenuhi maka jumlah limbah menjadi acuan dalam menentukan luasan biodigester.
3. Terdapat 2 industri yang tidak mempunyai lahan sisa sehingga direkomendasikan untuk membangun biodigester dibawah tanah. Namun akan membutuhkan biaya yang lebih besar karena untuk biaya pembongkaran bangunan.
4. Hasil perhitungan BCR diketahui bahwa nilai rata-rata BCR industri tahu 1,90 maka dapat disimpulkan bahwa industri tahu pengguna biogas mengalami keuntungan. Sehingga investasi pembangunan biogas dinilai menguntungkan.
5. Hasil perhitungan PBP diketahui bahwa nilai rata-rata PBP adalah 2,67 sehingga dapat program pembangunan biodigester layak untuk dilakukan. Rata-rata pengembalian investasi pembangunan biodigester telah kembali pada tahun ke – 2.
6. Dari hasil penelitian pemanfaatan biogas di Desa Beji dapat disimpulkan bahwa jika potensi biogas dari limbah cair tahu dimanfaatkan akan memiliki nilai keuntungan bagi industri tahu. Karena akan menghemat pengeluaran untuk membeli bahan bakar memasak dan juga menjaga kelestarian lingkungan akibat limbah yang tidak dibuang ke lingkungan sekitar.



5.2 Saran

Penelitian ini dimaksudkan untuk menghitung manfaat ekonomi dari pemanfaatan limbah tahu menjadi biogas dan menentukan luasan biodigester limbah cair industri tahu di Desa Beji Kecamatan Junrejo Kota Batu. Berikut merupakan kajian yang dapat diteliti lebih lanjut:

1. Penelitian Berikutnya

- Kepada peneliti selanjutnya, disarankan untuk membahas mengenai potensi pendistribusian biogas yang tersisa kepada non industri. Karena industri tahu di Desa Beji berada di tengah permukiman.
- Penelitian ini hanya membahas mengenai pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif untuk memasak sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menghitung mengenai penggunaan biogas sebagai energi untuk listrik.
- Penelitian ini difokuskan untuk menghitung manfaat ekonomi yang didapat dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai pengganti bahan bakar memasak sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji tentang manfaat ekonomi sebagai pengganti untuk penerangan atau energi lainnya.

2. Pemerintah Kota

- Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pemerintah daerah untuk menjadi dasar masukan dalam pengambilan kebijakan program pengadaan pembangunan biodigester limbah cair industri tahu di Desa Beji.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Kiki., Meidiana, C & Sari, K.E. 2017. *Profitabilitas Pemanfaatan Biogas Oleh Non Peternak di Desa Galendowo Kabupaten Jombang*. Jurnal Teknik Tata Ruang Kota.
- BIRU. 2010. *Pemodelan Instalasi Biogas Indonesia – Edisi Paduan Konstruksi*. Jakarta : BIRU.
- Dinata, Muiz Azhar & Saputra, Sinar Ilham H. 2015. BIMA “*Biogas Mandiri*” Hasil *Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Digester Anaerob Tipe Fixe Dome Untuk Terciptanya Energi Pedesaan*. Tegal.
- Doerachman, J.D., Kaunang, Karouw. Rindengan. 2012. *Analisis Kelayakan Investasi TI Menggunakan Metode Cost-Benefit*. Manado.I (2)
- Dr. Budhijanto. 2017. *Reaktor Biogas Skala Kecil (Rumah Tangga dan Semi Komunal)*
- Febriyan, H. Y. & Sibi, D. R. O. *Studi Kelayakan Proyek Pembangunan Perumahan Betshaida Bitung*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
- Haryati, Tuti. 2006. *Biogas: Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Penelitian Ternak. Bogor.
- Hasan, Mahmud. 2016. *Potensi Limbah Cair Industri Tahu*. Makalah Teknologi Limbah Cair Industri Tahu. Kediri
- Junaidi & Hatmanto, Bima. 2006. *Analisis Teknologi Pengolahan Limbah cair Industri Tekstil*: Surakarta
- Jimmy & Huda, I. 2011. *Potensi Pemanfaatan Biogas di Kabupaten*. Jurnal teknik Kimia. ITN Malang, Jawa Timur.
- Kementerian Lingkungan Hidup Kota Batu. 2012. *Laporan Akhir Pelaksanaan Kegiatan Pembangunan Tempat Pembuangan Benda Padat/ Cair yang Menimbulkan Polusi*. Batu.
- Khoiyangbam, R, Gupta, N. Kumar, S. 2011. *Biogas Technology: Towards Sustainable Development. India. The Energy and Resources Institute (TERI) :83*
- Mariawan, I Made. 2012. *Ibm Biogas*. Jurnal Pengabdian Masyarakat ISSN: 1410-4369 Januari 2012.



- Maryati, Anis & Anggraini, Widya. 2014. *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Alternatif*. Masaran.
- Nugroho & Musthofa, K. 2017. *Sistem Pendukung Keputusan Tender Proyek Insfrastruktur Jaringan Komputer UPTD SMA 3 Tegal Dengan Metode Benefit Cost Ratio*. Vol. 1 No. 2 Mei 2017 ISSN: 2548-3846 Yogyakarta.
- Subekti, Sri. 2011. *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*: Jurnal Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNPAND. Semarang.
- Supriyadi, J. 2012. *Pola Distribusi Genteng Soka di Kabupaten Kebumen*. Depok : Universitas Indonesia.
- Profil Desa Beji
- Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 *Tentang Pengolahan dan Pengendalian Air Limbah*.
- Peraturan Pemerintah Tentang Pengolahan Limbah No 101 Tahun 2014
- Prakarindo. 1996. *Collecting Data Air Limbah, Pengolahan Tahu Tempe dan Penyusunan the Low Cost PIK KOPTI SEMANAN*. DPU DKI Jakarta.
- Purnamasari, Yunda. Meidiana, C. & Dinanti, D. 2017. *Profitabilitas Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Terbarukan Oleh Peternak Non Biogas di Desa Galengdowo*. Jurnal Tekni Tata Ruang Kota. Universitas Brawijaya,
- Ramadhan, M Ilham & Meidiana, C. 2016. *Distribusi Biogas Limbah Ternak dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Desa Karangnongko*. Jurnal Tekni Tata Ruang Kota. Volume 5, Nomor 1, Januari 2016. Universitas Brawijaya,
- Selvia, Siska Ita. 2015. *Pola Distribusi Biogas Berdasarkan Supply dan Demand Energi di Desa Argosari*. Malang. Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Dian, Shilvy. 2016. *Penentuan Skala dan Lokasi Biodigester Dusun Toyomerto*. Kota Batu. Jurnal Tekni Tata Ruang Kota. Universitas Brawijaya.
- Syamsudin & Natsir A. 2013. *Analisis Manfaat Program Biogas Asal Ternak Bersama Masyarakat (Batamas) Kecamatan Wara Selatan Kota Palopo*.
- Wahyuni, S. 2013. *Biogas energi alternatif pengganti BBM, Gas dan Listrik*. PT Agromedia Pustaka.
- Wahyuni, S. 2011. *Biogas Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Kongres Ilmu Pengetahuan. Jakarta.
- Wuryantari, A., & Nurcahyaningtyas. 2014. *Kajian Ekonomi Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif Desa Poncosari*, Jurnal Fakultas Ekonomi. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.

