

**LAPORAN TUGAS AKHIR
EVALUASI INSTALASI BIOGAS DI KELURAHAN
COKRODININGRATAN DAN KELURAHAN MUJA-MUJU
YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

Lintang Nugroho 04513020

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2009

TUGAS AKHIR
EVALUASI INSTALASI BIOGAS DI KELURAHAN
COKRODININGRATAN DAN KELURAHAN MUJA-MUJU
YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Dosen Pembimbing I

Andik Yulianto, ST., MT.

Tanggal: 5/3 '09

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Kasam, MT.

Tanggal: 5/3 '09

Mengetahui:

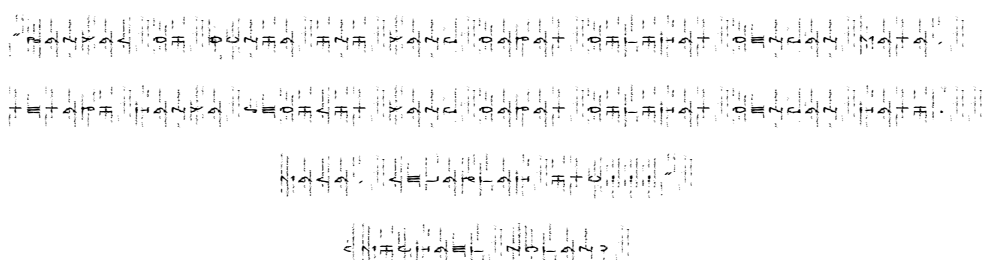
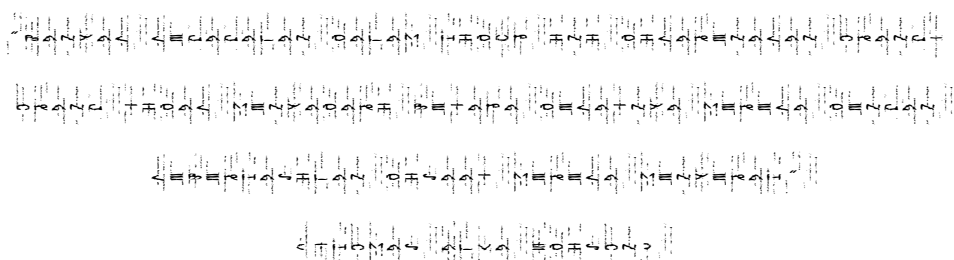
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Luqman Hakim ST., M.Si.

HALAMAN PERSEMBAHAN

KARYA INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK:
KEDUA ORANG TUA SAYA, BAPAK SISWANDI DAN
IBU ENDANG TRI PURWANINGSIH
ADEK SAYA LISTYA CANDRA NUGRAHA
SERTA KELUARGA BESAR
EMBAH SIGIT MANGKUDIHARJO



KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Alkhamdulillah, puji syukur saya panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga saya dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **"Evaluasi Instalasi Biogas Di Kelurahan Cokrodingratan Dan Kelurahan Muja-Muju Yogyakarta"**. Sholawat serta salam saya haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah banyak memberikan syafa'at kepada umatnya.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, saya tidak lepas dari bantuan dan pengarahan dari berbagai pihak yang telah membantu baik berupa materiil, moril maupun spiritual dengan ikhlas. Untuk itu, pada kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Andik Yulianto, ST., MT., selaku dosen pembimbing I atas koreksi dan arahannya pada pelaksanaan penelitian yang saya lakukan.
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT., selaku dosen pembimbing II atas koreksi dan arahannya pada pelaksanaan penelitian yang saya lakukan.
4. Ibu Any Juliani, ST., M.Sc., selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Luqman Hakim, ST., M.Si., Bapak Eko Siswoyo, ST., dan Bapak Hudori, ST., MT., selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
6. Mas Agus Adi Prananto, SP., atas bantuan dalam segala hal.
7. Bapak Tasyono, A.Md. dan mas Iwan Ardiyanta, A.Md., atas bantuan dan bimbingannya di Laboratorium Kualitas Air.
8. Bapak Siswandi dan ibu Endang Tri Purwaningsih selaku orang tua yang selalu memberikan bantuan dalam segala hal dan telah menjadi teman terbaik dalam hidup ini.

9. Pakde, Bude, Mas Poer, Mas Agus, Mbak Tutik, Mbak Ita, Mbak Sari, Mbak Nani, Mas Tri, Dek Condro, Zahra, Calvin, Harun, Telon dan Kucing-kucingku atas dukungan dan do'a restunya serta semua keluargaku dimanapun engkau berada.
10. Teman-teman seperjuangan (Topan, Rendra, Azis, Tejo, Rama, Randi, Mala, Heny, Ica). Teman-teman TL 99, 00, 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 dan 08 UII, serta personel Kosong Band (Aulan Hijazz, Doe-Doe, Puluh, Adi dan Tank Nugro) dan Gosong Fans Club.

Semoga ilmu yang telah saya peroleh dapat berguna bagi saya khususnya dan bagi seluruh umat manusia, Amin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini terdapat kesalahan dan kekurangan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak akan saya terima sebagai referensi dalam penyusunan laporan-laporan selanjutnya.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Februari 2009

Penulis

Lintang Nugroho

ABSTRAKSI

EVALUASI INSTALASI BIOGAS DI KELURAHAN COKRODININGRATAN DAN KELURAHAN MUJA-MUJU YOGYAKARTA

Lintang Nugroho

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Dalam setiap proses pengolahan air limbah domestik khususnya limbah dari kloset (black water), pengolahan tersebut menghasilkan suatu gas yang mudah terbakar (flammable gas) yang disebut biogas. Gas ini disebut biogas karena diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam biomassa sebagai hasil suatu aktivitas mikroorganisme (fermentasi) pada kondisi kedap udara (anaerobic). Kandungan utama biogas adalah gas metan (CH_4), dan karbondioksida (CO_2). Sebagian kecil adalah gas hydrogen sulfida (H_2S), nitrogen (N_2), hidrogen (H_2), dan karbon monooksida (CO). Karena bahan baku utama pembuat biogas adalah limbah yang berasal dari limbah organik, maka bahan organik yang homogenlah yang dapat menghasilkan biogas.

Konsentrasi metan didapatkan dari hasil observasi, wawancara, kuisioner dan studi literatur. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil sampel dari inlet dan outlet dengan gayung dan dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi corong dan saringan. Setelah selesai melakukan sampling, maka sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis parameter fisik maupun kimianya. Untuk pengambilan sampel di Kelurahan Cokrodiningratan dilaksanakan pada pukul 06.30 WIB, sedangkan untuk pengambilan sampel di Kelurahan Muja-muju dilaksanakan pada pukul 07.15 WIB. Pengambilan sampel dilakukan selama empat belas hari berturut-turut. Metode Analisis Laboratorium adalah dengan menggunakan Analisa COD (Chemical Oxygen Demand) SNI M-70-1990-03, Analisa TSS (Total Suspended Solid) SNI M-03-1989-F, Analisa VSS (Volatile Suspended Solid) Standard Methods No. 2540 E, Analisa Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) SNI M-47-1990-03, Analisa pH (Potential of Hydrogen) SNI M-03-1989-F dan Analisa Temperatur

Dari hasil analisa data dan uji laboratorium serta pembahasan, biogas dari IPAL komunal di wilayah penelitian dimanfaatkan sebagai energi alternatif pelengkap LPG dan minyak tanah. Energi pelengkap ini belum optimal karena terbatasnya produksi biogas dan terbatasnya jaringan perpipaan biogas. Apabila digunakan oleh 25 KK, maka biogas dapat menyala selama 28,8 menit. Jadi produksi biogas ini dapat membantu masyarakat dalam hal mengurangi jumlah konsumsi LPG dan minyak tanah.

Kata Kunci : Biogas, Metan, COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid) , VSS (Volatile Suspended Solid), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	i
Halaman Persembahan.....	ii
Motto.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Abstraksi.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi

Bab I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3

Bab II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas.....	5
2.3.1 Perkembangan Biogas.....	5
2.3.2 Komponen Penyusun Biogas.....	6
2.3.3 Proses Terbentuknya Biogas.....	6
2.3.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Biogas.....	8
2.3.5 Jenis-Jenis Reaktor Biogas Secara Umum.....	10
2.3.6 Penelitian Tentang Biogas Sebelumnya.....	13
2.2 Air Buangan Domestik.....	13
2.2.1 Pengertian Tinja.....	16
2.2.2 Sumber Tinja.....	16
2.2.3 Karakteristik Tinja.....	17

2.2.4	Pengaruh Tinja Terhadap Lingkungan.....	18
2.2.5	Dasar Hukum Pengelolaan Tinja.....	19
2.2.6	Standarisasi Pengelolaan Limbah Tinja.....	21
2.2.7	Penelitian Tentang Limbah Domestik Sebelumnya.....	26

Bab III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.2	Studi Literatur.....	28
3.3	Survey Lokasi.....	29
3.4	Lokasi Penelitian.....	29
3.5	Waktu Penelitian.....	30
3.6	Pengumpulan Data Sekunder.....	30
3.6	Pengumpulan Data Primer.....	31
3.7.1	Observasi, Kuisioner dan Wawancara.....	31
3.7.2	Penentuan Titik Sampling.....	31
3.7.3	Sampling.....	31
3.7.4	Uji Laboratorium.....	31
3.7.5	Analisis Data.....	32

Bab IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Data.....	35
4.1.1	Observasi, Kuisioner dan Wawancara Kependudukan.....	35
4.1.1.1	Kelompok Responden Menurut Jumlah Anggota Keluarga.....	36
4.1.1.2	Kelompok Responden Menurut Pemakaian Air Bersih Tiap Hari.....	37
4.1.1.3	Kelompok Responden Menurut Jenis Limbah Cair Yang Dibuang ke IPAL.....	38
4.1.1.4	Kelompok Responden Menurut Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga.....	39

4.2 Pembahasan.....	41
4.2.1 Data Primer.....	41
4.2.1.1 Konsentrasi COD.....	42
4.2.1.2 Konsentrasi TKN.....	44
4.2.1.3 Konsentrasi TSS.....	47
4.2.1.4 Konsentrasi VSS.....	49
4.2.2 Sistem Pengaliran.....	52
4.2.3 Metan Yang Dihasilkan.....	54
4.2.3.1 Konsentrasi Metan.....	54
4.2.3.2 Energi Biogas Yang Dihasilkan.....	55
 Bab V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58

Daftar Pustaka

Lampiran

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Komposisi biogas.	6
Tabel 2.2 Kandungan Bahan Kering (BK) dari beberapa jenis ternak.....	9
Tabel 2.3 Karakteristik limbah domestik.	14
Tabel 2.4 Baku mutu air limbah domestik.	15
Tabel 2.5 Perkiraan komposisi tinja.	18
Tabel 4.1 Perhitungan Tingkat Pemakaian Air Rata-rata.....	38
Tabel 4.2 Perhitungan Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga.....	41
Tabel 4.3 Hasil pengujian COD air limbah di Cokrodiningratan.	42
Tabel 4.4 Hasil pengujian COD air limbah di Muja-muju.	43
Tabel 4.5 Hasil pengujian TKN air limbah di Cokrodiningratan.....	44
Tabel 4.6 Hasil pengujian TKN air limbah di Muja-muju.	45
Tabel 4.7 Hasil pengujian TSS air limbah di Cokrodiningratan.....	47
Tabel 4.8 Hasil pengujian TSS air limbah di Muja-muju.....	48
Tabel 4.9 Hasil pengujian VSS air limbah di Cokrodiningratan.	49
Tabel 4.10 Hasil pengujian VSS air limbah di Muja-muju.....	50
Tabel 4.11 Energi Biogas Yang Dihasilkan.....	56
Tabel 4.12 Hasil Wawancara Tentang Energi Yang Digunakan.....	56
Tabel 4.13 Substitusi Energi Yang Lain Dengan Biogas.....	57

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Proses terbentuknya biogas	8
Gambar 2.2 Reaktor biogas jenis kubah tetap (<i>fixed dome</i>)	11
Gambar 2.3 Reaktor biogas jenis terapung (<i>floating</i>)	12
Gambar 2.4 Reaktor Biogas Jenis Balon.....	12
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	28
Gambar 3.1 Lokasi penelitian Di Kelurahan Cokrodiningratan.....	29
Gambar 3.2 Lokasi penelitian Di Kelurahan Muja-muju.....	30
Gambar 4.1 Prosentase responden menurut jumlah anggota keluarga.....	36
Gambar 4.2 Prosentase responden menurut pemakaian air bersih tiap hari.....	37
Gambar 4.3 Jenis limbah cair yang dibuang ke IPAL.....	39
Gambar 4.4 Kelompok responden menurut rata-rata buang air besar.....	40
Gambar 4.5 Perbandingan COD inlet dan outlet di Cokrodiningratan.....	42
Gambar 4.6 Perbandingan COD Inlet dan Outlet di Muja-muju.....	43
Gambar 4.7 Perbandingan TKN Inlet dan Outlet di Cokrodiningratan.....	45
Gambar 4.8 Perbandingan TKN Inlet dan Outlet di Muja-muju.....	45
Gambar 4.9 Perbandingan TSS Inlet dan Outlet di Cokrodiningratan.....	47
Gambar 4.10 Perbandingan TSS Inlet dan Outlet di Muja-muju.....	48
Gambar 4.11 Perbandingan VSS Inlet dan Outlet di Cokrodiningratan.....	50
Gambar 4.12 Perbandingan VSS Inlet dan Outlet di Muja-muju.....	51
Gambar 4.13 Sambungan rumah dan bak kontrol.....	52
Gambar 4.14 Jaringan perpipaan IPAL.....	53
Gambar 4.15 Inlet dari IPAL.....	53
Gambar 4.16 Outlet dari IPAL.....	53
Gambar 4.17 IPAL Muja-muju dan Cokrodiningratan.....	54
Gambar 4.18 Kompor yang menggunakan biogas dari digester.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap manusia tidak bisa terlepas dari aktivitas membuang sisa suatu hasil kegiatan yang berupa limbah. Limbah yang berasal dari tubuh manusia ada dua jenis, yaitu limbah cair yang berupa urine dan limbah padat yang berupa feses. Kedua limbah tersebut apabila dibuang tanpa diolah terlebih dahulu maka dapat menimbulkan penyakit bagi manusia itu sendiri. Hal ini disebabkan karena limbah yang belum mengalami proses pengolahan terlebih dahulu dapat dipastikan mengandung banyak zat-zat pencemar yang berbahaya bagi kehidupan manusia.

Untuk mengurangi zat-zat pencemar dan timbulan penyakit dari limbah tersebut, maka diperlukan suatu instalasi pengolahan air limbah yang dapat mengolah limbah tersebut menjadi hasil suatu proses yang bermanfaat. Di Kota Yogyakarta telah dibangun instalasi pengolahan air limbah yang melayani sebagian wilayah tertentu. Limbah yang diolah dalam instalasi ini adalah limbah domestik yang berupa limbah dari kloset (*black water*) dan limbah dari non kloset (*grey water*).

Dalam setiap proses pengolahan air limbah domestik khususnya limbah dari kloset (*black water*), pengolahan tersebut menghasilkan suatu gas yang mudah terbakar (*flammable gas*) yang disebut biogas. Gas ini disebut biogas karena diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam biomassa sebagai hasil suatu aktivitas mikroorganisme (*fermentasi*) pada kondisi kedap udara (*anaerobic*). Kandungan utama biogas adalah gas metan (CH_4), dan karbondioksida (CO_2). Sebagian kecil adalah gas hydrogen sulfida (H_2S), nitrogen (N_2), hidrogen (H_2), dan karbon monooksida (CO). Karena bahan baku utama pembuat biogas adalah limbah yang berasal dari limbah organik, maka bahan organik yang homogenlah yang dapat menghasilkan biogas.

Biogas yang dihasilkan tersebut mempunyai sifat mudah terbakar, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi alternatif pengganti minyak tanah dan Liquid Petroleum Gas (LPG) untuk memasak dan untuk penerangan. Manfaat biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif pengganti minyak tanah dan Liquid Petroleum Gas (LPG) dapat diperbesar sesuai dengan kapasitas instalasi pengolahan air limbah dan banyak sedikitnya jumlah limbah yang masuk ke instalasi pengolahan air limbah tersebut. Pemanfaatan biogas yang terencana dapat mengurangi emisi gas metan (CH_4), karena gas metan termasuk gas rumah kaca (*green house gas*), bersama dengan gas karbon dioksida (CO_2) memberikan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global.

Di Kota Yogyakarta, instalasi pengolahan air limbah komunal yang dimanfaatkan biogasnya salah satunya terletak di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan Kampung Cokrokusuman RW 08 RT 37 dan Kelurahan Muja-muju Kampung Sidobali RW 08 RT 54.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana biogas dari instalasi pengolahan air limbah komunal di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti minyak tanah dan LPG ?.
2. Bagaimana biogas dari instalasi pengolahan air limbah komunal di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju agar dapat dimanfaatkan secara optimal ?.

1.3 Tujuan

Dari perumusan masalah yang ada, maka dapat diketahui tujuan penelitian, yaitu:

1. Untuk menganalisa apakah biogas dari instalasi pengolahan air limbah komunal di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti minyak tanah dan LPG.
2. Untuk menganalisa apakah biogas dari instalasi pengolahan air limbah komunal di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju telah dimanfaatkan secara optimal.

1.4 Manfaat

1. Memberikan pengetahuan tentang kinerja dari instalasi pengolahan air limbah komunal khususnya biogas di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju.
2. Memberikan informasi mengenai kandungan gas pembentuk biogas yang berada dalam instalasi pengolahan air limbah komunal di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju.
3. Memberikan informasi mengenai pengoptimalan gas pembentuk biogas yang berada dalam instalasi pengolahan air limbah komunal di Wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari melebar nya masalah, maka diperlukan beberapa batasan masalah diantaranya:

1. Meneliti bagaimana kondisi dan kinerja dari instalasi biogas di wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju.
2. Sampel diambil dari inlet dan outlet instalasi biogas di wilayah Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Muja-muju.

3. Pengambilan sampel dilakukan satu kali selama 14 hari yaitu pada pagi hari.
4. Parameter utama yang digunakan adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Volatile Suspended Solid* (VSS), *Potential of Hydrogen* (pH), temperatur, *Total Kjeldahl Nitrogen* (TKN).
5. Pengambilan data tentang kinerja instalasi biogas dan hasil produksi biogas dilakukan dengan observasi, kuisioner dan wawancara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas adalah gas mudah terbakar (*flammable gas*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara). Keadaan anaerob ini dapat terjadi secara alami atau secara buatan. Misalnya proses yang berlangsung alamiah terjadi dalam perut binatang atau manusia, dan yang terjadi secara tiruan adalah proses degradasi yang terjadi dalam bak pencerna (*digester*) dengan bahan baku limbah organik (Fry dan Mevil, 1973). Kondisi anaerob dalam bak pencerna ini yang kemudian berkembang dengan bermacam-macam bentuk dan bahan yang digunakan. Dengan alat ini maka kondisi anaerob yang diharapkan akan lebih terjamin dan biogas yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

2.1.1 Perkembangan Biogas

Pembuatan biogas bukanlah teknologi yang baru. Berbagai negara telah mengaplikasikan teknologi ini sejak puluhan tahun yang lalu seperti Inggris, Rusia dan Amerika Serikat. Sementara itu di Cina pada tahun 1992, 5 juta rumah tangga sudah menggunakan biogas. Reaktor biogas yang banyak digunakan adalah model sumur tembok dengan bahan baku kotoran ternak dan manusia serta limbah pertanian. Kemudian di India sudah dikembangkan sejak tahun 1981 melalui "*The National Project on Biogas Development*" oleh Departemen Sumber Energi non-Konvensional dan tahun 1999, 3 juta rumah tangga menggunakan biogas. Reaktor biogas yang digunakan model sumur tembok dan dengan drum serta dengan bahan baku kotoran ternak dan limbah pertanian.

Sistem biogas di Indonesia mulai diperkenalkan pada tahun 1970-an, pada tahun 1981 melalui Proyek Pengembangan Biogas dengan dukungan dana dari FAO dibangun contoh instalasi biogas di beberapa provinsi. Penggunaan biogas belum cukup berkembang luas antara lain disebabkan oleh karena masih

relatif murah nya harga BBM yang disubsidi, sementara teknologi yang diperkenalkan selama ini masih memerlukan biaya yang cukup tinggi karena berupa konstruksi beton dengan ukuran yang cukup besar. Mulai tahun 2000-an telah dikembangkan reaktor biogas skala kecil (rumah tangga) dengan konstruksi sederhana, terbuat dari plastik secara siap pasang (*knockdown*) dan dengan harga yang relatif murah.

2.1.2 Komponen Penyusun Biogas

Pada umumnya, semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas, tetapi hanya bahan organik (padat, cair) homogen, seperti kotoran dan urine (air kencing) hewan ternak atau manusia yang cocok untuk sistem biogas. Kandungan utama biogas adalah metana (CH_4) sekitar 50%-75%, karbon dioksida (CO_2) sekitar 25%-45%, dan beberapa kandungan lain yang jumlahnya kecil.

Tabel 2.1 Komposisi biogas.

No.	Komponen	Konsentrasi
1	Metana	50 - 75% vol.
2	Karbon dioksida	25 - 45% vol.
3	Air	2 - 7% vol. (20 - 40°C)
4	Hidrogen sulfida	20 - 20.000 ppm
5	Nitrogen	<2% vol.
6	Oksigen	<2% vol.
7	Hidrogen	<1% vol.

Sumber : Kaltschmitt dan Hartmann, 2001

2.1.3 Proses Terbentuknya Biogas

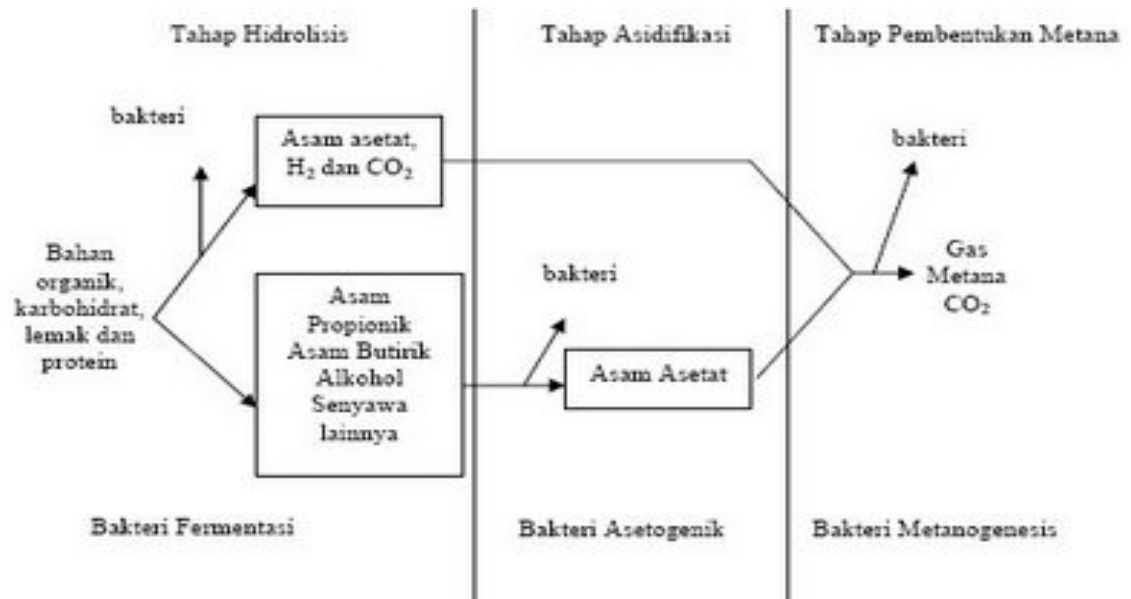
Selanjutnya dijelaskan bahwa secara garis besar reaksi kimia proses dekomposisi anaerob pada proses pembentukan biogas dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap pelarutan bahan-bahan organik atau hidrolisis/pencairan.
2. Tahap asidifikasi atau pengasaman.
3. Tahap metanogenik atau pembentukan metan.

Tahap pertama adalah pelarutan bahan-bahan organik atau hidrolisis/pencairan. Bahan-bahan organik pertama-tama harus diuraikan terlebih dahulu oleh menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat larut dan diasimilasikan oleh sel bakteri. Tahap ini bahan padat yang mudah larut atau yang sukar larut akan diuraikan oleh bakteri fermentasi dan berubah menjadi senyawa organik yang larut. Proses ini merupakan proses yang paling lambat dari ketiga proses lainnya, terutama jika berada pada suhu rendah dan pH lebih kecil dari 6. Proses degradasi hidrolisis ini merupakan proses yang paling menentukan dalam menghasilkan substrat-substrat untuk tahap-tahap degradasi berikutnya.

Tahap kedua adalah tahap asidifikasi atau pengasaman. Selain menjadi bentuk molekul yang lebih sederhana, selanjutnya terjadi proses terbentuknya senyawa-senyawa asam melalui proses fermentasi dan pertumbuhan atau perkembangan sel bakteri oleh bakteri asetonik. Proses fermentasi ini berlangsung cepat yang menguraikan hasil hidrolisis menjadi senyawa hidrogen, bikarbonat piruvat, alkohol dan asam lemak yang lebih sederhana. Proses ini tidak mempengaruhi laju proses keseluruhan dan akibat proses ini tidak seberapa berarti dan pH pada proses ini cenderung netral.

Tahap ketiga adalah tahap metanogenik atau pembentukan metan. Tahap ini merupakan tahap dominasi perkembangan sel mikroorganisme metanogenik dengan spesies tertentu yang menghasilkan gas metan. Proses ini sebagai fase pembentukan gas metan baik dari senyawa asetat maupun dari H dan CO₂. Proses ini menggunakan bakteri metanogenik yang sangat sensitif terhadap pH. Bila pH dibawah 6 maka pembentukan metan akan terhenti, selain itu bakteri ini sangat lambat tetapi mempunyai kemampuan untuk mempertahankan diri dalam waktu lama asalkan suhu tetap stabil dibawah 15 ° C. Adapun gambar proses terbentuknya biogas dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini.



(www.google.com)

Gambar 2.1 Proses terbentuknya biogas

Proses penguraian yang terjadi yang dilakukan oleh mikroorganisme itulah yang diharapkan terjadi sehingga kadar bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat diturunkan. Dalam hal ini peran mikroorganisme sebagai subyek dalam menurunkan konsentrasi air buangan sangatlah penting sehingga keberadaannya perlu dijaga dan diperhatikan dengan baik. Seperti halnya makhluk hidup lainnya, mikroorganisme memerlukan makanan dan kondisi yang ideal untuk melakukan proses penguraian bahan organik tersebut. Adapun hal-hal yang sangat diperlukan oleh mikroorganisme dalam penguraian bahan organik adalah N, S, P, C sebagai makanan, O_2 (mikroorganisme aerobik), dan suhu yang ideal.

2.1.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Biogas

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi biogas. Faktor pendukung untuk mempercepat proses fermentasi adalah kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bakteri perombak. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap produksi biogas sebagai berikut

- 1) Kandungan unsur C (karbon) dan N (nitrogen) yang dikenal dengan rasio C/N

Beberapa hasil penelitian menginformasikan bahwa C/N rasio yang paling baik untuk pembentukan biogas adalah 30. Sedangkan untuk sampah mendekati nilai 12, kemudian kotoran kuda dan babi adalah 25, lalu untuk kotoran sapi dan kerbau adalah 18 (Hadi, et. all., 1982).

- 2) Kondisi anaerob atau kedap udara

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme anaerob. Karena itu, instalasi pengolah biogas harus kedap udara (keadaan anaerob).

- 3) Kandungan air

Bahan baku yang paling baik untuk menghasilkan biogas adalah bahan yang mengandung 7 – 9% bahan kering (BK). Persentase bahan kering ini apabila digunakan sebagai acuan oleh petani akan menyebabkan kesulitan karena sulit perhitungannya, disamping itu nilai rata-rata bahan kering dari beberapa kotoran hewan berkisar 9 – 26% (Indriyati, 2002; Junus, 1987). Kandungan BK untuk setiap jenisnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Kandungan Bahan Kering (BK) dari beberapa jenis ternak.

No.	Ternak	Bobot (kg)	Bobot kotoran basah (kg)	Bahan Kering (%)
1	Sapi pedaging	520	29	12
2	Sapi perah	640	50	14
3	Babi	90	7	9
4	Domba	40	2	26

Sumber : Junus, 1987

- 4) Jasad renik/mirkoorganisme

Jasad renik (bakteri metan) mempunyai kemampuan untuk menguraikan bahan-bahan yang akhirnya membentuk CH_4 dan CO_2 . Bahan-bahan yang banyak mengandung mikroorganisme tersebut diantaranya kotoran manusia, kotoran ternak, limbah tanaman dan lainnya.

Apabila bahan yang digunakan tidak dapat melakukan fermentasi dan tidak mampu menghasilkan biogas, maka perlu ditambahkan bahan yang di dalamnya sudah dipastikan mengandung mikroba metan.

5) Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 – 7,8.

6) Temperatur

Pencernaan anaerobik dapat berlangsung pada kisaran 5°C sampai 55°C, sedangkan temperatur yang optimal untuk dapat menghasilkan biogas adalah 35°C. Oleh karena itu, upaya praktis untuk menstabilkan temperatur adalah dengan menempatkan instalasi biogas dalam tanah.

7) Pengadukan

Pengadukan berfungsi untuk memecah lapisan kerak di permukaan cairan dalam sistem yang menggunakan bahan baku yang sukar dicerna (misalnya jerami yang mengandung senyawa lignin). Lapisan kerak tersebut perlu dipecah agar mengurangi hambatan terhadap laju biogas yang dihasilkan.

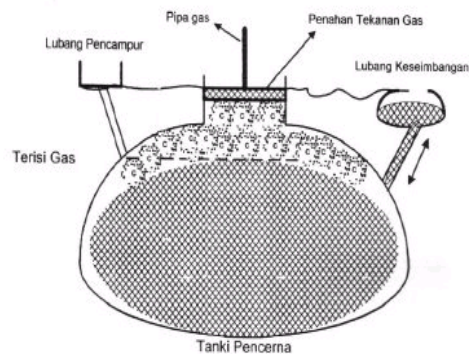
2.1.5 Jenis-Jenis Reaktor Biogas Secara Umum

Biogas sistem anaerob (kedap udara) dapat dibuat dengan mudah. Terdapat tiga jenis sistem biogas dan sering dipakai dalam peternakan , yaitu:

- a) Jenis Kubah Tetap (*fixed dome*).
- b) Jenis Terapung (*floating*).
- c) Jenis Balon.

Reaktor jenis kubah tetap (*fixed dome*) disebut juga reaktor Cina. Dinamakan demikian karena reaktor ini dibuat pertama kali di Cina sekitar tahun 1930-an, kemudian sejak saat itu reaktor ini berkembang dengan berbagai model. Pada reaktor ini memiliki dua bagian yaitu digester sebagai tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Bagian ini dapat dibuat dengan

kedalaman tertentu menggunakan batu, batu bata atau beton. Bagian yang kedua adalah kubah tetap (*fixed-dome*). Dinamakan kubah tetap karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Gas yang dihasilkan dari material organik pada digester akan mengalir dan disimpan di bagian kubah. Adapun gambar reaktor biogas jenis kubah tetap (*fixed dome*) dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini



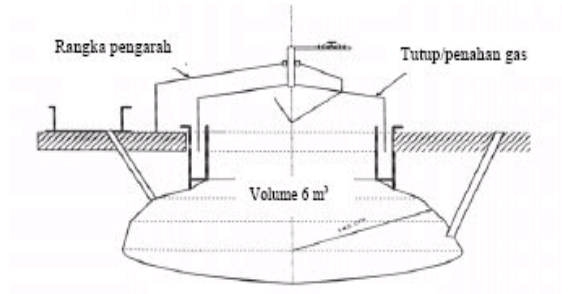
(www.google.com)

Gambar 2.2 Reaktor biogas jenis kubah tetap (*fixed dome*)

Selain reaktor jenis kubah tetap, terdapat juga reaktor jenis terapung (*floating*). Reaktor ini pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937, sehingga dinamakan dengan reaktor India. Jenis ini memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas menggunakan peralatan bergerak menggunakan drum. Drum ini dapat bergerak naik turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi dalam digester. Pergerakan drum mengapung pada cairan dan tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan.

Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat melihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Karena tempat penyimpanan yang terapung sehingga tekanan gas konstan. Sedangkan kerugiannya adalah biaya material konstruksi dari drum lebih mahal. Faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada reaktor ini memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan menggunakan tipe

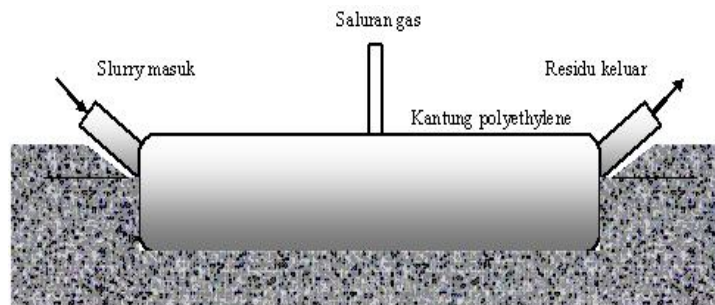
kubah tetap. Adapun gambar reaktor biogas jenis terapung (*floating*) dapat dilihat pada gambar 2.3.



(www.google.com)

Gambar 2.3 Reaktor biogas jenis terapung (*floating*)

Selain reaktor jenis kubah tetap dan terapung, terdapat juga reaktor jenis balon. Reaktor jenis balon ini merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga yang menggunakan bahan plastik *polyethylene* sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai digester dan penyimpan gas masing masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak dibagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas. Adapun gambar reaktor biogas jenis balon dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



(www.google.com)

Gambar 2.4 Reaktor Biogas Jenis Balon

2.1.6 Penelitian Tentang Biogas Sebelumnya

Penelitian yang telah dilakukan oleh Teguh Wikan Widodo, Ahmad Asari, Ana N., dan Elita R. dari Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian menyebutkan teknologi biogas telah berkembang sejak lama namun aplikasi penggunaannya sebagai sumber energi alternatif belum berkembang secara luas. Beberapa kendala antara lain yaitu kekurangan technical expertise, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/ kesalahan konstruksi, disain tidak user friendly, penanganan masih secara manual dan biaya konstruksi yang mahal. Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan reaktor biogas skala kelompok tani ternak. Reaktor didesain dengan kapasitas 18 m³ untuk menampung kotoran sapi sebanyak 10–12 ekor.

Berdasarkan perhitungan desain, reaktor mampu menghasilkan biogas sebanyak 6 m³/ hari. Produksi gas metana dipengaruhi oleh C/N rasio input (kotoran ternak), residence time, pH, suhu dan toxicity. Suhu digester berkisar 25–27°C dan pH 7–7,8 menghasilkan biogas dengan kandungan gas metan (CH₄) sekitar 77%. Penggunaan lampu penerangan diperlukan biogas 0.23 m³/jam dengan tekanan 45 mmH₂O dan untuk kompor gas diperlukan biogas 0.30 m³/jam dengan tekanan 75 mmH₂O. Analisa dampak lingkungan dari lumpur keluaran dari reaktor biogas menunjukkan penurunan COD sebesar 90% dari kondisi bahan awal dan pebandingan BOD/COD sebesar 0,37 lebih kecil dari kondisi normal limbah cair BOD/COD=0,5.

2.2 Air Buangan Domestik

Menurut Duncan Mara (1975) dalam "*sewage treatment in hot climate* " mendefinisikan air buangan adalah air buangan dari kegiatan pembersihan rumah tangga (air buangan domestik). Air buangan kemudian disebut dengan air buangan tercemar secara fisik, kimia, biologis bahkan mungkin radioaktif. Air buangan yang keluar dari sumber air buangan disebut *effluent*, sedangkan air buangan yang masuk ke tempat pengumpulan disebut *influent*. Air buangan biasanya mengandung unsur-unsur yang hampir sama dengan air bersih yang bersangkutan

dan ditambah dengan beberapa pencemar lainnya yang berasal dari proses yang menghasilkan limbah tersebut.

Air limbah yang berasal dari daerah pemukiman dikumpulkan dan dikelola secara komunal dengan instalasi pengolahan air limbah. Sistem komunal lebih efisien dibandingkan penanganan individual. Sistem pengolahan air limbah domestik di kota besar secara komunal menangani air limbah yang berasal dari permukiman. Pengumpulan air limbah dilakukan dengan sistem pengaliran yang menggunakan berbagai macam saluran tertutup atau perpipaan. Cara ini disebut sistem sewerage, dimana sistem plambing air limbah pelanggan dihubungkan langsung ke sistem sewerage yang mengalirkan ke instalasi pengolahan.

Air buangan domestik merupakan campuran antara bahan organik dengan anorganik dalam bentuk seperti partikel-partikel benda padat besar dan kecil atau sisa-sisa bahan larutan dalam bentuk koloid. Air buangan juga mengandung unsur-unsur hara, sehingga dengan demikian merupakan tempat yang baik sekali untuk berkembang biak mikroorganisme. Adapun karakteristik limbah domestik secara umum dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Karakteristik limbah domestik.

No.	Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
1	Suhu	Kondisi udara sekitar	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain, kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
2	Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik halus, algae, mikroorganisme	Mematikan sinar, mengurangi produksi oksigen
3	Warna	Sisa bahan organik dari daun dan tanaman	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air
4	Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik	Mengurangi estetika
5	Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion	
6	Benda padat	Benda organik dan anorganik yang larut	Mempengaruhi jumlah organik padat

Sumber : Sugiharto, 1987

Sedangkan sesuai dengan KepMenLH 112/2003 tentang Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku bagi:

- a) Semua kawasan permukiman (*real estate*), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan dan apartemen.
- b) Rumah makan (restauran yang luas bangunannya lebih dari 1000 m²).
- c) Asrama yang berpenghuni 100 orang atau lebih

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara komunal ditentukan berdasarkan KepMenLH No. 112/2003.

Tabel 2.4 Baku mutu air limbah domestik.

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1	pH	-	6-9
2	BOD	mg/l	100
3	TSS	mg/l	100
4	Minyak dan lemak	mg/l	10

Sumber : KepMenLH 112/2003

Air buangan yang tidak memenuhi atau melebihi baku mutu yang ditetapkan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air. Pencemar air dapat menentukan indikator yang terjadi pada air lingkungan. Pencemar air dikelompokkan sebagai berikut:

1. Bahan buangan organik
2. Bahan buangan anorganik
3. Bahan buangan zat kimia

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga hal ini dapat mengakibatkan semakin berkembangnya mikroorganisme dan mikroba patogen pun ikut juga berkembang biak di mana hal ini dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit.

Bahan buangan anorganik pada umumnya berupa limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit didegradasi oleh mikroorganisme. Apabila bahan

buangan anorganik ini masuk ke air lingkungan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di dalam air, sehingga hal ini dapat mengakibatkan air menjadi bersifat sadah karena mengandung ion kalsium (Ca) dan ion magnesium (Mg). Selain itu ion-ion tersebut dapat bersifat racun seperti timbal (Pb), arsen (As) dan air raksa (Hg) yang sangat berbahaya bagi tubuh manusia.

Bahan buangan zat kimia banyak ragamnya seperti bahan pencemar air yang berupa sabun, bahan pemberantas hama, zat warna kimia, larutan penyamak kulit dan zat radioaktif. Zat kimia ini di air lingkungan merupakan racun yang mengganggu dan dapat mematikan hewan air, tanaman air dan mungkin juga manusia.

2.2.1 Pengertian Tinja

Tinja adalah bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia sebagai sisa dari pencernaan makanan di sepanjang sistem saluran pencernaan (Suparman dan Suparmin, 2001). Beberapa kepustakaan menyebut tinja dengan istilah kotoran manusia. Istilah itu sebenarnya kurang tepat karena pengertiannya mencakup seluruh bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia termasuk karbon dioksida (CO_2) yang dikeluarkan sebagai sisa dari proses pernafasan, keringat, lendir, dari ekskresi kelenjar dan sebagainya. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, dari berbagai jenis kotoran manusia yang lebih dipentingkan adalah tinja dan air seni karena kedua bahan buangan ini mempunyai karakteristik tersendiri dan dapat menjadi sumber penyebab timbulnya berbagai macam penyakit. Untuk mengurangi atau mencegah terjadinya penyebaran penyakit yang disebabkan oleh kotoran tersebut, maka diperlukan suatu pengolahan yang dapat menghasilkan suatu produk yang bermanfaat seperti biogas.

2.2.2 Sumber Tinja

Dalam hubungannya dengan strategi penanganan tinja, manusia sebagai sumber penghasil tinja dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

➤ **Manusia sebagai individu atau perorangan**

Manusia sebagai individu dalam hal ini adalah seorang manusia yang hidup sendiri dalam suatu tempat tinggal terpisah dari individu yang menempati tempat tinggal lain atau kelompok manusia yang satu individu dengan individu lainnya terikat dalam satu hubungan kekeluargaan atau kekerabatan yang menempati satu tempat tinggal sebagai keluarga. Tinja yang dihasilkan dari sumber ini biasanya ditangani secara perorangan oleh individu atau keluarga yang bersangkutan dengan menggunakan sarana pembuangan tinja berupa jamban perorangan atau jamban keluarga (*private latrine*). Dalam hal ini, perencanaan, pembangunan, penggunaan serta pemeliharaan sarana itu merupakan tanggung jawab individu atau keluarga yang menggunakan.

➤ **Manusia sebagai kelompok**

Manusia sebagai kelompok adalah kumpulan manusia yang bertempat tinggal di satu wilayah geografis dengan batas-batas tertentu. Individu dalam kelompok terikat oleh satu hubungan kemasyarakatan yang memiliki norma kelompok yang telah disepakati bersama. Masalah penanganan tinja dalam kelompok ini sering bersifat sangat kompleks. Berbagai penyebabnya yaitu keterbatasan penyediaan lahan, kepentingan yang berbeda antar individu, faktor sumber daya, dan sebagainya sangat menentukan keberhasilan penanganan tinja dari manusia sebagai kelompok. Penanganan tinja dari manusia sebagai kelompok biasanya dilakukan secara kolektif dengan menggunakan jamban umum (*public latrine*). Dalam hal ini, perencanaan, pembangunan, penggunaan serta pemeliharaan sarana itu merupakan tanggung jawab kelompok individu yang bersangkutan.

2.2.3 Karakteristik Tinja

Setiap hari manusia di dunia ini selalu melakukan aktivitas mengeluarkan sisa-sisa makanan yang dicerna oleh tubuh. Tetapi manusia tidak pernah berpikir apa yang dapat dilakukan terhadap buangan manusia tersebut. Adapun menurut sumber Pusdiknas Depkes RI, manusia mampu menghasilkan tinja (kondisi basah)

seberat 135-170 gram/orang/hari atau 35-70 gram/orang/hari jika dikeringkan. Maka dapat diketahui bahwa seorang manusia akan mengumpulkan 49.410-62.220 gram/tahun berat basah atau 12.810-25.620 gram/tahun berat kering. Angka ini sangat signifikan jika diasumsikan untuk seluruh penduduk Indonesia.

Tabel 2.5 Perkiraan komposisi tinja.

No.	Komponen	Kandungan (%)
1	Air	66-80
2	Bahan organik (dari berat kering)	88-97
3	Nitrogen (dari berat kering)	5,0-7,0
4	Fosfor (sebagai P_2O_5) (dari berat kering)	3,0-5,4
5	Potasium (sebagai K_2O) (dari berat kering)	1,0-2,5
6	Karbon (dari berat kering)	40-55
7	Kalsium (sebagai CaO) (dari berat kering)	4-5
8	C/N rasio (dari berat kering)	5-10

Suparman dan Suparmin, 2001

Selain komponen-komponen di atas, per gram tinja juga mengandung berjuta-juta mikroorganisme yang pada umumnya bersifat patogen. Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, virus, protozoa, ataupun cacing-cacing parasit, *coliform bacteria* yang dikenal sebagai *Escherichia Coli* dan *Fecal Streptococci* yang sering terdapat di saluran pencernaan manusia, dikeluarkan dari tubuh manusia dan hewan berdarah panas dalam jumlah besar rata-rata sekitar 50 juta per gram.

2.2.4 Pengaruh Tinja Terhadap Lingkungan

➤ Hubungan dengan pelestarian lingkungan

Pelestarian lingkungan adalah upaya nyata yang dilaksanakan manusia yang meliputi berbagai kegiatan yang ditujukan kepada manusia dan faktor-faktor lingkungan secara terpadu. Upaya ini bertujuan untuk memotivasi manusia untuk berbuat ramah terhadap lingkungan dan memelihara kapasitas sumber daya alam agar dapat berfungsi sebagai sumber pemenuhan kebutuhan manusia untuk dapat hidup sehat dan sejahtera.

Sebagaimana telah dikemukakan di atas, tinja yang tidak ditangani sebagaimana semestinya dapat menimbulkan dampak negatif terhadap manusia dan lingkungannya. Keseimbangan ekosistem tanah, air dan udara dapat terganggu karena pencemaran ekosistem itu oleh berbagai jenis bahan pencemar biologis, kimia maupun fisik yang terdapat pada tinja daya dukung lingkungan akan menurun sampai tingkat yang sangat kritis akibat dari pencemaran tinja pada ekosistem. Pembuangan tinja yang dilaksanakan dengan semestinya, aman, dan saniter akan mencegah pencemaran lingkungan dan mendukung upaya pelestarian lingkungan.

➤ **Hubungan dengan kesehatan masyarakat**

Pembuangan tinja dan limbah cair yang dilakukan secara saniter merupakan salah satu kegiatan dalam rangka penyehatan lingkungan disamping berbagai kegiatan penyehatan lingkungan yang lain seperti penyediaan air bersih, pembuangan sampah, higiene sanitasimakanan dan minuman, pengendalian vektor, higiene perusahaan dan kesehatan kerja, pengendalian pencemaran lingkungan fisik, sanitasi tempat umum, penyehatan perumahan dan lingkungan permukiman. Dalam rangka penyehatan lingkungan pembuangan tinja tidak berdiri sendiri, tetapi bersama-sama dengan upaya penyehatan lingkungan yang lain. Dengan demikian, penurunan angka kejadian penyakit diare yang terjadi sebagai hasil pelaksanaan program perbaikan sistem pembuangan tinja dan mungkin pula merupakan hasil dari pelaksanaan kegiatan penyehatan lingkungan lain yang diselenggarakan pada waktu yang sama.

2.2.5 Dasar Hukum Pengelolaan Tinja

❖ **Aspek hukum dalam pembuangan tinja dan limbah cair**

Tinja dan limbah cair merupakan bahan buangan yang timbul karena adanya kehidupan manusia. Bahan tersebut dapat menimbulkan masalah bagi manusia yang menghasilkan, manusia lain, maupun komponen lingkungan lain yang ada disekitarnya. Untuk menghilangkan dan menekan dampak negatif seminimal mungkin, tinja dan limbah cair harus ditangani secara saniter. Upaya

penanganan tinja dan limbah cair sejak proses dihasilkan, proses pengumpulan, proses pengolahan sampai dengan pembuangan akhirnya akan melibatkan aktivitas manusia.

Banyak manusia yang atas dasar pengetahuan serat kesadaran diri berupaya melakukan kegiatan penanganan tinja dan limbah cair yang dihasilkan sebaik-baiknya agar tidak menimbulkan gangguan atau malapetaka bagi manusia yang lain. Namun tidak sedikit pula manusia yang tahu bahwa tinja dan limbah cair yang dihasilkannya dapat menimbulkan bahaya bagi manusia lain, tetapi manusia tersebut bersikap tidak peduli dan tidak terdorong untuk berupaya menangani bahan buangan tersebut dengan sebaik-baiknya.

Banyak faktor yang mempengaruhi agar mau bertindak atau berbuat sesuatu, salah satu faktor itu disebut motif. Motif dapat timbul dari diri manusia dengan sendirinya secara cepat atau lambat. Namun faktor lingkungan akan berpengaruh terhadap timbulnya motif tersebut. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh adalah norma yang berlaku dimasyarakat.

Norma merupakan perwujudan sistem nilai diberbagai aspek kehidupan yang telah dipaham, dihayati serta disepakati bersama oleh kelompok manusia di lingkungan masyarakat tertentu. Peraturan perundang-undangan merupakan bentuk formal dari norma yang berlaku secara nasional maupun regional, yang telah disepakati oleh wakil rakyat yang duduk di DPR atau DPRD dan yang telah diterbitkan oleh pemerintah dalam bentuk Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, Keputusan Presiden, Keputusan Menteri, Peraturan Daerah, dan sebagainya.

Peraturan perundang-undangan bersifat mengikat bagi seluruh aparat pemerintah maupun seluruh warga masyarakat untuk wajib ditaati dan dilaksanakan. Dalam peraturan perundang-undangan melekat sanksi yang harus diterapkan terhadap siapa saja, tanpa pandang bulu, yang menentang atau tidak mau melaksanakan ketentuan-ketentuan dalam peraturan perundang-undangan tersebut.

Dalam hubungannya dengan upaya penanganan tinja dan limbah cair, peraturan perundang-undangan yang bersifat umum maupun spesifik sangat diperlukan untuk mengikat semua warga negara untuk melaksanakan ketentuan-

ketentuan yang berhubungan dengan upaya penyehatan pembuangan tinja dan limbah cair. Peraturan itu terutama penting bagi masyarakat yang bersikap tidak peduli atau masa bodoh terhadap pembuangan produk tinja dan limbah cair yang mencemari lingkungan dan mengganggu kenyamanan hidup warga lain.

❖ **Produk hukum yang berkaitan dengan pembuangan tinja dan limbah cair**

Di Indonesia telah diterbitkan banyak perundang-undangan yang secara umum atau secara khusus yang berhubungan dengan upaya penanganan tinja dan limbah cair. Produk hukum yang berhubungan dengan upaya penanganan tinja dan limbah cair diterbitkan oleh berbagai departemen, lembaga non departemen, pemerintah daerah serta dinas/ instansi/ unit pelaksana teknis yang terkait. Sebagai contoh adalah KepMenLH 112/2003 tentang Baku Mutu Limbah Domestik yang ketentuan baku mutu air limbah domestik terdapat pada tabel 2.4.

2.2.6 Standarisasi Pengelolaan Limbah Tinja

❖ **Aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan dan pengembangan teknik pembuangan tinja**

Setiap manusia mempunyai kebutuhan alami untuk membuang hajat karena tinja yang berada di dalam ususnya harus dikeluarkan. Mengingat kuantitas dan karakteristik tinja yang dihasilkan manusia, maka diperlukan teknik pembuangan yang memadai agar tinja tidak menimbulkan masalah kenyamanan ataupun kesehatan bagi manusia.

Teknik pembuangan tinja, dalam arti cara serta sarana yang digunakan untuk membuang tinja telah berkembang sejak adanya kehidupan manusia sampai sekarang. Pada awalnya, hanya diupayakan agar pembuangan tinja dilakukan di tempat yang sedikit tersembunyi dari pandangan orang lain. Namun, dewasa ini teknik pembuangan tinja sudah berkembang sangat pesat dan sudah mempertimbangkan serta mengarah pemenuhan berbagai keinginan diantaranya :

1. Sedapat mungkin pembuangan tinja dilakukan orang dengan tenang, tanpa terganggu privasinya.

2. Sedapat mungkin pembuangan tinja dilakukan orang dengan nyaman dalam posisi dan suasana yang disukai.
3. Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan oleh orang yang sedang menderita penyakit saluran pencernaan dengan tidak menimbulkan resiko bahaya penularan bagi orang lain.
4. Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan orang dengan semaksimal mungkin memperoleh manfaat dari tinja yang dibuang dengan diproses menjadi biogas atau kompos.
5. Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan orang di berbagai daerah dengan teknik yang sesuai dengan kondisi setempat.

❖ **Kuantitas tinja manusia**

Tenaga kesehatan lingkungan sangat berkepentingan dengan informasi tentang kuantitas tinja manusia. Kuantitas tinja manusia bervariasi dari satu daerah ke daerah lain. Selain itu, kuantitas tinja dipengaruhi oleh kebiasaan makan, kondisi kesehatan, kondisi psikologis, kehidupan agama serta kondisi sosial ekonomi dan budaya yang mempengaruhi kebiasaan hidup, termasuk kebiasaan menggunakan bahan pembersih. .

❖ **Pencemaran air tanah dan tanah**

Dari sudut pandang sanitasi, yang penting diperhatikan adalah jarak perpindahan maksimum dari bahan pencemar dan kenyataan bahwa arah perpindahan selalu searah dengan arah aliran air tanah. Dalam penempatan sumur harus diingat bahwa air yang berada dalam lingkaran sumur akan menuju ke arah sumur tersebut. Tidak boleh ada bagian daerah kontaminasi kimiawi ataupun bakteriologis yang berada dalam jarak jangkauan lingkaran sumur.

Dengan memperhatikan pola pencemaran tanah dan air tanah tersebut di atas, penempatan sarana pembuangan tinja perlu memperhatikan ketentuan sebagai berikut

1. Tidak ada aturan pasti yang menentukan jarak yang diperlukan untuk keamanan antara sumber pembuangan tinja dengan sumber air bersih.

Banyak faktor yang mempengaruhi perpindahan bakteri melalui air tanah antara lain kemiringan, permukaan air tanah dan permeabilitas tanah. Hal penting yang harus diperhatikan adalah bahwa pembuangan harus di tempatkan lebih rendah, atau sekurang-kurangnya sama tinggi dengan sumber air bersih.

2. Pada tanah yang homogen, kemungkinan pencemaran air tanah sebenarnya tidak ada apabila dasar lubang pembuangan tinja berjarak lebih dari 1,5 m di atas permukaan air tanah, atau apabila dasar kolam pembuangan berjarak lebih dari 3 m di atas permukaan air tanah.
3. Penyelidikan yang seksama harus dilakukan sebelum membuat kolam pembuangan dan sumur peresapan di daerah yang mengandung lapisan batu karang atau batu kapur. Alasannya, pencemaran dapat terjadi secara langsung melalui saluran dalam tanah tanpa filtrasi alami ke sumur yang jauh atau sumber penyediaan air minum lainnya.

❖ Tutup lubang

Tutup lubang atau tempat duduk atau tempat jongkok penting meskipun merupakan segi yang kontroversial dalam perencanaan pembuangan tinja. Tidak diragukan lagi bahwa tutup memang diinginkan, dan di beberapa tempat memang diperlukan untuk mencegah masuknya alat atau serangga lain serta mengurangi bau.

❖ Aspek teknis

Pemilihan perencanaan, penempatan dan pembangunan instalasi pembuangan tinja memerlukan penerapan pengetahuan teknik. Pengetahuan itu sangat penting untuk daerah tertentu karena adanya faktor dan kesulitan tertentu. Sifat lapisan tanah yang sering menjadi faktor penentu dalam pemilihan jenis instalasi. Di daerah yang mengandung karang, batu besar, batu kapur, permukaan air tanah yang tinggi harus memerlukan bantuan dari seorang teknisi untuk mendapatkan cara pemecahan yang memadai dan ekonomis.

Pemilihan dan penggunaan bahan setempat yang sesuai juga merupakan faktor teknis yang penting dalam pembangunan dan pembiayaan pengelolaan pembuangan tinja dalam skala besar. Penggunaan bambu untuk penguat dinding

lubang dan kerangka beton dan penggunaan tanah yang distabilkan dengan pasir merupakan beberapa contoh dari penggunaan bahan setempat. Setiap daerah disarankan untuk dilakukan penelitian lapangan dan percobaan sebelum memilih dan menggunakan bahan yang murah dan tersedia di tempat.

Pemilihan aspek-aspek perencanaan yang dapat ditangani oleh tenaga kerja setempat merupakan pertimbangan teknis yang penting. Tenaga terampil setempat harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Jika jenis instalasi yang dipilih tidak dapat dibangun oleh tenaga kerja setempat, rencana pembangunan pembuangan tinja akan terbatas pada instalasi yang dapat dikerjakan oleh tenaga dari luar.

❖ Aspek manusia

Dalam hal pembuangan tinja, aspek manusia sama pentingnya dengan aspek teknis. Khususnya manusia yang tinggal di wilayah pedesaan, tidak akan mau menggunakan tempat pembuangan tinja yang tidak disukai atau yang tidak menawarkan privasi yang memadai, atau yang tidak diupayakan untuk tetap bersih. Sehubungan dengan tipe pembuangan tinja yang akan dipilih, survey pendahuluan dalam bidang sanitasi dan sosiologi akan menunjukkan tipe sarana yang cocok untuk daerah tertentu.

Tahap pertama adalah mencoba untuk meningkatkan sistem yang sudah ada dan memelihara semaksimal mungkin aspek sosiologisnya. Aspek manusia yang juga penting untuk diperhatikan adalah masalah privasi dan masalah untuk laki-laki dan perempuan. Tempat pembuangan tinja yang dibuat untuk sejumlah besar manusia mungkin akan cepat kotor dan tetap kotor.

❖ Aspek biaya

Tipe pembuangan tinja yang dianjurkan untuk satu kelompok masyarakat atau keluarga harus sederhana, dapat diterima dan ekonomis dalam pembuatan, pemeliharaan dan pemindahan atau penggantinya apabila kebutuhan meningkat. Namun terjadi kontradiksi, di satu pihak terdapat tempat pembuangan tinja yang sederhana dan diterima di masyarakat tetapi tidak murah dalam pembuatan, pemeliharaan dan pemindahannya. Sementara itu di pihak lainnya sistem pembuangan tinja yang paling mahal seperti tipe tempat pembuangan tinja model

tuang siram (*water-flash latrine*), ternyata paling murah dalam jangka panjang karena awet dan mudah dalam pemeliharaannya.

❖ Evaluasi dan pemilihan sistem pembuangan tinja

Masalah pemilihan tipe instalasi sanitasi untuk masyarakat tertentu tidak mungkin dijawab secara pasti, jelas dan sederhana. Kenyataan menunjukkan bahwa untuk mengatasi secara tetap masalah pembuangan tinja, banyak faktor terkait yang harus dipertimbangkan. Diantara faktor itu dapat disebut pola budaya, kebiasaan yang berhubungan dengan agama, kondisi klimatologis dan geologis, standar ekonomi, organisasi sosial dan politik, pendidikan umum dan pendidikan kesehatan, keterampilan penduduk setempat dan tersedianya bahan bangunan serta tenaga untuk pengawasan teknis. Masalah yang semula tampak sederhana, setelah dikaji secara lebih seksama ternyata relatif kompleks.

Pemilihan tipe instalasi yang paling sesuai dengan kebutuhan setempat harus memperhitungkan unsur biaya. Sistem pembuangan limbah cair yang dilengkapi dengan pengelontor sangat mahal dan mungkin berat diluar jangkauan kemampuan ekonomi dari kebanyakan anggota masyarakat, sementara itu, mungkin saja seseorang memilih tipe pembuangan tinja yang tanpa biaya sama sekali, tetapi banyak mengandung bahaya. Artinya, cara itu dapat menimbulkan penularan penyakit serta kematian dan mengakibatkan kerugian ekonomi.

❖ Pemeliharaan sarana pembuangan tinja

Sarana pembuangan tinja yang menggunakan sistem jamban maupun yang menggunakan sistem aliran air perlu dipelihara dengan baik. Apabila tidak, maka sarana tersebut akan menjadi sumber penyakit karena :

1. Apabila tidak dibersihkan/digelontor setiap selesai dipakai, tinja yang tertinggal pada sisi lubang pembuangan atau pada leher angsa akan menarik kedatangan lalat, menimbulkan bau serta pemandangan yang tidak sedap.
2. Jamban yang tidak dirawat akan menimbulkan kesan kotor sehingga orang akan segan atau bahkan takut untuk menggunakannya.
3. Lubang jamban yang terlambat dibersihkan akan menimbulkan kesulitan bagi pemakai karena sulit digelontor atau dibersihkan

Beberapa kegiatan yang dianjurkan dalam pemeliharaan sarana pembuangan tinja adalah sebagai berikut :

1. Pembersihan halaman rumah di sekitar tempat pembuangan tinja dari sampah dan tumbuhan rumput atau semak yang tidak dikehendaki.
2. Pembersihan lantai. Dinding dan atap rumah tempat pembuangan tinja secara teratur, minimal seminggu sekali dari lumut, debu, tanah dan sarang laba-laba.
3. Penggelontoran tinja pada lubang masuka tinja atau leher angsa setiap selesai penggunaan.
4. Menghindari memasukkan sampah padat yang susah dan tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme dan bahan kimia yang beracun bagi mikroorganisme.

2.2.7 Penelitian Tentang Limbah Domestik Sebelumnya

Di daerah Banjar Ubung Sari, pola penyebaran penduduknya tidak merata dan volume penduduk pendatangnya cukup besar. Hal ini mengakibatkan makin berkembangnya permukiman-permukiman yang kurang terencana dengan baik dan kurang terencana sehingga dapat mengakibatkan sistem pembuangan limbah rumah tangga seperti pembuangan limbah kamar mandi/wc dan dapur tidak terkoordinasi dengan baik. Limbah tersebut dapat berakibat pada pencemaran air tanah yang dapat mengakibatkan terjadinya penyebaran beberapa penyakit menular.

Hasil penelitian terhadap air sumur yang berasal dari air sumur bor tidak mengalami pencemaran oleh bakteri, sehingga air sumur bor dapat dikonsumsi menjadi air minum. Untuk air yang berasal dari sumur gali sebagian besar tercemar oleh bakteri E.Coli dan bakteri Coliforms, sehingga air sumur yang berasal dari sumur gali sebagian tidak boleh dikonsumsi menjadi air minum. Tetapi sebagian besar (82,98 %) penduduk Banjar Ubung Sari memakai air dari PDAM untuk kebutuhan sehari-harinya.

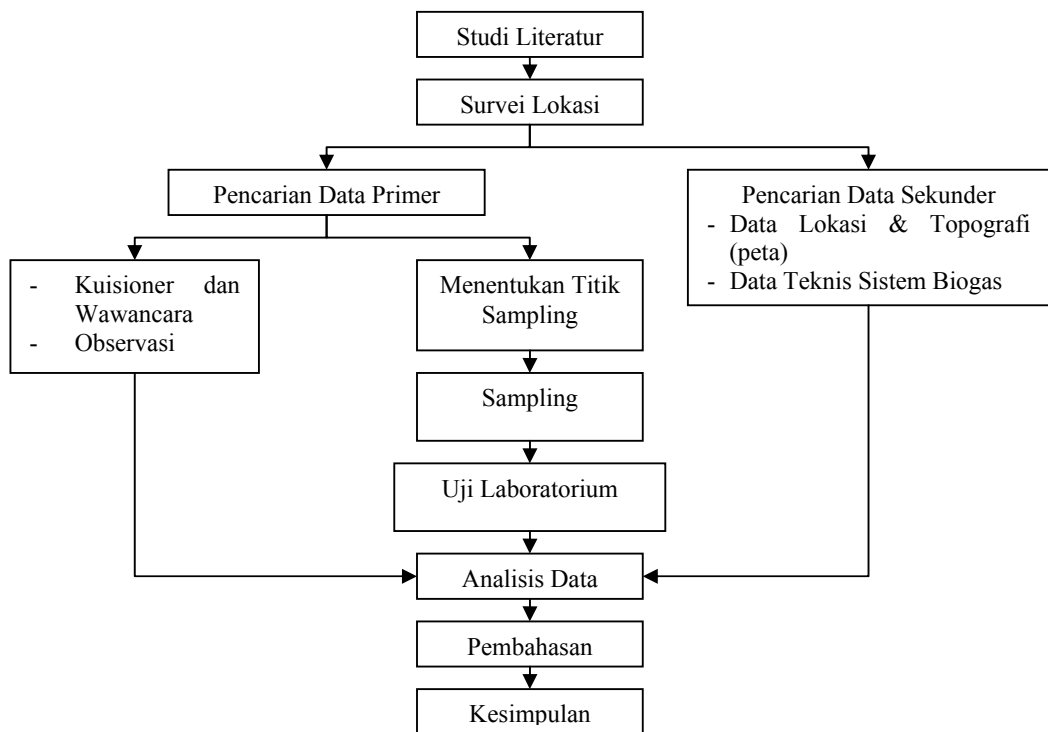
Permasalahan pembuangan tinja dan air seni di daerah tersebut diatasi dengan direncanakan sebuah tangki septik yang terletak di gang/jalan, perencanaan ini dilaksanakan karena lahan yang dikuasai oleh penduduk sekitar tidak cukup untuk merencanakan tangki septik di halaman rumah. Selain itu, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya masalah lingkungan hidup, masalah kesehatan penduduk sekitar, dan untuk meringankan beban/biaya pengurusan tangki septik bagi penduduk sekitar

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah atau diagram alir penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Studi Literatur

- ❖ Metodologi Penelitian.
- ❖ Karakteristik biogas dan air buangan domestik.
- ❖ Studi literatur IPAL komunal dengan biogas.

3.3 Survey Lokasi

Informasi tentang keberadaan IPAL komunal dengan biogas ini di dapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta dan LPTP Yogyakarta. Dinas Lingkungan Hidup memberikan informasi bahwa letak IPAL komunal dengan biogas terletak di Kelurahan Cokrodiningratan Kampung Cokrokusuman RW 08 RT 37, sedangkan LPTP memberikan informasi bahwa letak IPAL komunal dengan biogas terletak di Kelurahan Muja-muju Kampung Sidobali RW 08 RT 54. Untuk itu penelitian dilakukan pada dua tempat yaitu di wilayah Kelurahan Muja-Muju dan Kelurahan Cokrodiningratan.

3.4 Lokasi Penelitian

Lokasi dilakukannya penelitian terletak di Kelurahan Cokrodiningratan Kampung Cokrokusuman RW 08 RT 37 dan Kelurahan Muja-muju Kampung Sidobali RW 08 RT 54. Penelitian dilakukan di lokasi tersebut karena kedua lokasi tersebut terdapat IPAL komunal dengan biogas.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian Di Kelurahan Cokrodiningratan



Gambar 3.2 Lokasi penelitian Di Kelurahan Muja-muju

3.5 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Agustus 2008 sampai dengan bulan November 2008 yang dilanjutkan dengan pengolahan data dan penyusunan laporan hasil penelitian.

3.6 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder meliputi pengumpulan data lokasi dan data teknis IPAL Biogas. Pengumpulan data lokasi didapatkan dari instansi-instansi pemerintah seperti Kelurahan dan Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. Sedangkan untuk pengumpulan data teknis tentang IPAL komunal dengan biogas didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta dan LPTP Yogyakarta.

3.7 Pengumpulan Data Primer

3.7.1 Observasi, Kuisioner dan Wawancara

Observasi dilakukan untuk mengetahui lokasi penelitian, keadaan-keadaan yang dapat menghambat ataupun memperlancar proses penelitian serta untuk mendapatkan informasi tentang titik pengambilan sampel. Untuk pengambilan data melalui penyebaran kuisioner dilakukan dengan pembagian lembaran kuisioner kepada setiap kepala keluarga yang bertempat tinggal di wilayah RT dimana IPAL komunal dengan biogas tersebut berada. Sedangkan untuk wawancara dilakukan untuk pengguna biogas dan operator IPAL komunal dengan biogas tersebut.

3.7.2 Penentuan Titik Sampling

Untuk parameter TSS, VSS, COD, TKN, pH dan temperatur lokasi pengambilan sampel adalah terletak pada inlet dan outlet IPAL komunal dengan biogas tersebut.

3.7.3 Sampling

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil sampel dari inlet dan outlet dengan gayung dan dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi corong dan saringan. Setelah selesai melakukan sampling, maka sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis parameter fisik maupun kimianya. Untuk pengambilan sampel di Kelurahan Cokrodiningratan dilaksanakan pada pukul 06.30 WIB, sedangkan untuk pengambilan sampel di Kelurahan Muja-muju dilaksanakan pada pukul 07.15 WIB. Pengambilan sampel dilakukan selama empat belas hari berturut-turut.

3.7.4 Uji Laboratorium

Untuk penelitian sampel parameter TSS, VSS, COD, TKN, pH dan temperatur dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3.7.5 Analisis Data

Data yang diperlukan meliputi kualitas parameter kimia dan fisik pada sistem IPAL komunal dengan biogas:

- Parameter kimia : COD, TKN
- Parameter fisika : TSS, VSS, pH, temperatur

Metode Analisis Laboratorium dengan menggunakan:

1) Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) SNI M-70-1990-03

Metode pengujian kadar COD dalam air dengan menggunakan alat refluks tertutup. Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian COD dalam air. COD adalah jumlah mg oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 L air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat.

2) Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) SNI M-03-1989-F

Pemeriksaan TSS dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 µm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105° C hingga diperoleh berat tetap. Gangguan yang terdapat dalam analisis ini adalah partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian. Perhitungan yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus berikut ini

$$mg / L ..TSS = \frac{(A - B) \times 1000}{mLcontoh} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

A = Berat kertas saring isi, dalam mg

B = Berat kertas saring kosong

3) Analisa VSS (*Volatile Suspended Solid*) *Standard Methods* No. 2540 E

Perhitungan yang digunakan dalam analisa VSS adalah dengan menggunakan rumus berikut ini

$$mg / L \text{..VSS} = \frac{(A - B) \times 1000}{mL \text{contoh}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

A = Berat cawan isi, dalam mg

B = Berat cawan kosong

4) Analisa *Total Kjeldahl Nitrogen* (TKN) SNI M-47-1990-03

Metode pengujian kadar TKN dalam air dengan menggunakan alat spektrofotometer secara makro kjeldahl. Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian TKN dalam air.

5) Analisa pH (*Potential of Hydrogen*) SNI M-03-1989-F

Derajat keasaman (pH) dapat langsung dibaca dengan skala atau digital alat pH meter.

6) Analisa Temperatur

Temperatur dapat langsung dibaca dengan termometer pada saat pengambilan sampel.

Untuk analisa parameter, dilakukan dengan metode t-test. Kemudian data lain mengenai pengelolaan dan produksi biogas didapatkan melalui observasi dan wawancara dengan pihak terkait, kemudian dianalisis secara deskriptif. Sedangkan untuk analisa metan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut

Annual methane emissions =

Tonnes rds processed x methane potential (g CH₄ per tonne) x emission factor.....(3.3)

Dimana :

- Padatan kering yang diproses (ton) pada awal proses anaerobik = 889 (CES(1993)), Hobson dan Palfrey (1996).

- Padatan yang mudah menguap =

$$\frac{\% \text{ Penurunan } .VSS}{65} \times 200 \text{ Kg / ton} \dots\dots\dots(3.4)$$

- Faktor emisi = 0,065

- Potensial gas metan =

$$200 \text{ kg CH}_4/\text{ton} \cdot \text{padatan mudah menguap}/65 \cdot 889 \text{ ton} \dots\dots\dots(3.5)$$

- Produksi gas digester =

$$\text{potensial metan} \cdot \text{padatan mudah menguap} /65 \cdot \text{g/ton} \cdot 889 \text{ ton} \dots\dots\dots(3.6)$$

- Perkiraan gas metan yang terlepas ke atmosfer =

$$\text{Produksi gas digester} \times 7,5 \% \dots\dots\dots(3.7)$$

- Sehingga, Emisi gas metan tahunan =

$$889 \cdot \text{potensial metan} \cdot 0,065 \dots\dots\dots(3.8)$$

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data-data kependudukan diperoleh melalui observasi, wawancara dan kuisioner terhadap responden untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan IPAL komunal dengan biogas. Responden diambil dari warga sekitar IPAL komunal dengan biogas yaitu warga RT 37 RW 08 Kampung Cokrokusuman Kelurahan Cokrodiningratan dan warga RT 54 RW 08 Kampung Sidobali Kelurahan Muja-muju Yogyakarta dengan jumlah responden sebanyak 25 dengan pembagian kuisioner secara acak.

Pengambilan sampel parameter TSS, VSS, COD, TKN, pH dan temperatur terletak pada inlet dan outlet IPAL komunal dengan biogas tersebut. Pengambilan dilakukan dengan cara mengambil sampel dari inlet dan outlet dengan gayung dan dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi corong dan saringan. Setelah selesai melakukan sampling, maka sampel dibawa ke Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk dianalisis parameter fisik maupun kimianya. Untuk pengambilan sampel di Kelurahan Cokrodiningratan dilaksanakan pada pukul 06.30 WIB, sedangkan untuk pengambilan sampel di Kelurahan Muja-muju dilaksanakan pada pukul 07.15 WIB. Pengambilan sampel dilakukan selama empat belas hari berturut-turut.

4.1 Analisa Data

4.1.1 Observasi, Kuisioner dan Wawancara Kependudukan

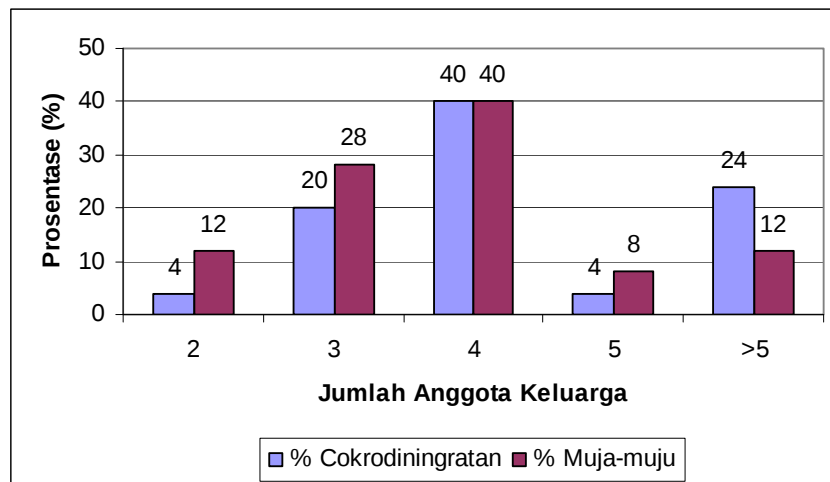
Pencarian data diperoleh dari hasil observasi, kuisioner dan wawancara kependudukan dan diperoleh hasil berupa data sosial kemasyarakatan seperti jumlah anggota keluarga, pemakaian air bersih tiap hari, jenis limbah yang dihasilkan dan dibuang, rata-rata buang air besar dan sebagainya.

Untuk selanjutnya dalam bab ini akan menyajikan analisa data tersebut untuk memperoleh suatu kesimpulan untuk mengetahui jawaban dari tujuan

penelitian yaitu untuk mengetahui pemanfaatan biogas sebagai pengganti minyak tanah dan LPG secara optimal. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode analisa deskriptif dimana data disajikan dalam bentuk tabel dan dilanjutkan dengan grafik.

4.1.1.1 Kelompok Responden Menurut Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah anggota keluarga mempunyai pengaruh dalam pemakaian air bersih dan jumlah limbah cair yang dihasilkan dalam suatu rumah tangga. Prosentase anggota keluarga responden di Kelurahan Cokrodingratan dan Muja-muju dapat dilihat pada diagram berikut ini.



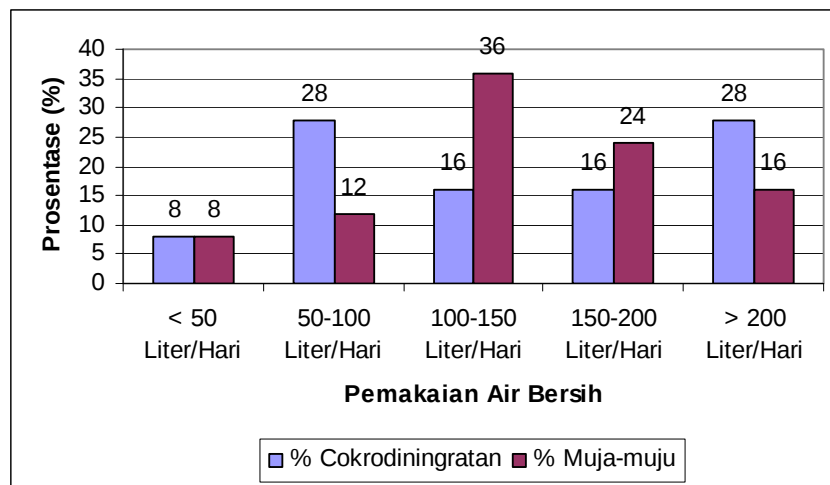
Gambar 4.1 Prosentase responden menurut jumlah anggota keluarga

Dari gambar 4.1 di atas dapat diketahui prosentase responden menurut jumlah anggota keluarga. Untuk prosentase jumlah anggota keluarga 2 orang di Cokrodingratan adalah 4 % dan prosentase jumlah anggota keluarga di Muja-muju adalah 12 %. Untuk prosentase jumlah anggota keluarga 3 orang di Cokrodingratan adalah 20 % dan prosentase jumlah anggota keluarga di Muja-muju adalah 28 %. Untuk prosentase jumlah anggota keluarga 4 orang di Cokrodingratan adalah 40 % dan prosentase jumlah anggota keluarga di Muja-muju adalah 40 %. Untuk prosentase jumlah anggota keluarga 5 orang di Cokrodingratan adalah 4 % dan prosentase jumlah anggota keluarga di Muja-

muju adalah 8 %. Dan untuk prosentase jumlah anggota keluarga >5 orang di Cokrodiningratan adalah 24 % dan prosentase jumlah anggota keluarga di Muja-muju adalah 12 %.

4.1.1.2 Kelompok Responden Menurut Pemakaian Air Bersih Tiap Hari

Tingkat pemakaian air bersih dapat digunakan untuk mengetahui besarnya debit air bersih dan air buangan yang dihasilkan oleh warga di lokasi penelitian. Sumber air bersih warga berasal dari air sumur dan PDAM untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Prosentase pemakaian air bersih responden di Kelurahan Cokrodiningratan dan Muja-muju dapat dilihat pada diagram berikut ini.



Gambar 4.2 Prosentase responden menurut pemakaian air bersih tiap hari

Dari gambar 4.2 di atas dapat diketahui prosentase responden menurut pemakaian air bersih tiap hari. Untuk prosentase pemakaian air bersih tiap hari kurang dari 50 liter/hari di Cokrodiningratan adalah 8 % dan pemakaian air bersih tiap hari di Muja-muju adalah 8 %. Untuk prosentase pemakaian air bersih tiap hari kurang dari 50-100 liter/hari di Cokrodiningratan adalah 28 % dan pemakaian air bersih tiap hari di Muja-muju adalah 12 %. Untuk prosentase pemakaian air bersih tiap hari kurang dari 100-150 liter/hari di Cokrodiningratan adalah 16 % dan pemakaian air bersih tiap hari di Muja-muju adalah 36 %. Untuk prosentase

pemakaian air bersih tiap hari kurang dari 150-200 liter/hari di Cokrodingratan adalah 16 % dan pemakaian air bersih tiap hari di Muja-muju adalah 24 %. Dan untuk prosentase pemakaian air bersih tiap hari lebih dari 200 liter/hari di Cokrodingratan adalah 28 % dan pemakaian air bersih tiap hari di Muja-muju adalah 16 %.

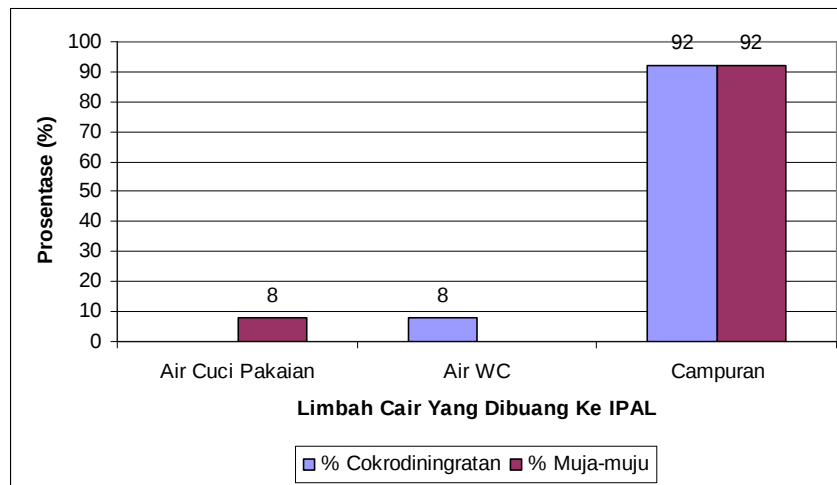
Dari hasil prosentase penggunaan air bersih setiap hari di atas dapat diketahui rata-rata penggunaan air bersih di lokasi penelitian. Karena berdasarkan hasil rata-rata penggunaan air bersih antara Kelurahan Cokrodingratan dan Kelurahan Muja-muju sama, maka hasil perhitungan rata-rata penggunaan air bersih ditampilkan dalam satu tabel berikut ini

Tabel 4.1 Perhitungan Tingkat Pemakaian Air Rata-rata

Pemakaian Air Bersih Tiap Hari	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
< 50 Liter/Hari	2	25	50	2
50-100 Liter/Hari	7	75	525	9
100-150 Liter/Hari	4	125	500	13
150-200 Liter/Hari	4	175	700	17
> 200 Liter/Hari	7	225	1575	24
Kosong	1			
Jumlah	25		3350	
Rata-rata (Liter/Hari)	134.00			
Limbah (liter/Hari)	80%	107.20	liter/hari	
Limbah Warga/Hari		10,720	liter/hari	
Limbah Warga m3/Hari		10.72	m3/hari	

4.1.1.3 Kelompok Responden Menurut Jenis Limbah Cair Yang Dibuang ke IPAL

Jenis limbah cair yang dibuang ke IPAL diperlukan untuk mengetahui responden yang membuang jenis-jenis limbah cair ke dalam IPAL. Adapun prosentase responden menurut jenis limbah cair yang dibuang ke IPAL dapat dilihat pada diagram berikut ini.

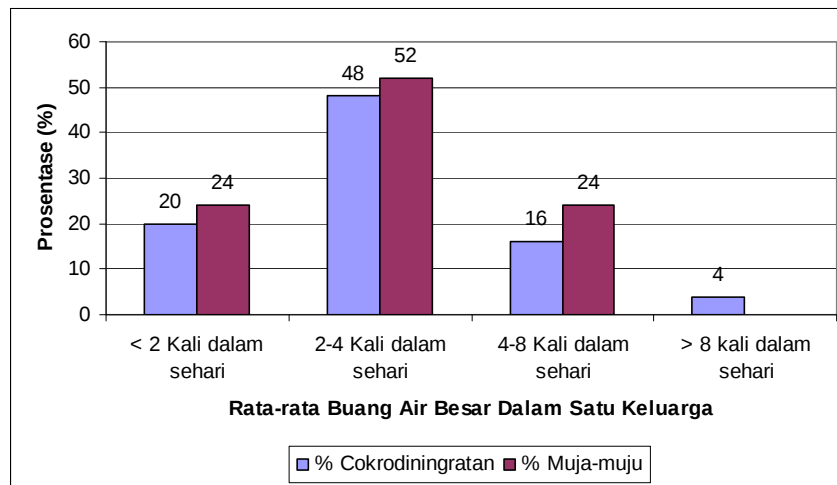


Gambar 4.3 Jenis limbah cair yang dibuang ke IPAL

Dari tabel dan gambar 4.3 dapat diketahui prosentase responden menurut jenis limbah cair yang dibuang ke IPAL. Untuk prosentase jenis limbah cair air cuci pakaian di Cokrodiningratan adalah 0 % dan di Muja-muju 8 %. Untuk prosentase jenis limbah cair air WC di Cokrodiningratan adalah 8 % dan di Muja-muju 0 %. Dan untuk prosentase jenis limbah cair campuran di Cokrodiningratan adalah 92 % dan di Muja-muju 92 %.

4.1.1.4 Kelompok Responden Menurut Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga

Rata-rata buang air besar diperlukan untuk mengetahui rata-rata tinja yang dihasilkan setiap harinya yang masuk ke dalam IPAL. Adapun untuk prosentase responden menurut rata-rata buang air besar dapat dilihat pada diagram berikut ini.



Gambar 4.4 Kelompok responden menurut rata-rata buang air besar

Dari gambar 4.4 dapat diketahui prosentase responden menurut rata-rata buang air besar. Untuk responden dengan rata-rata buang air besar < 2 kali dalam sehari di Cokrodingratan adalah 20 % dan di Muja-muju adalah 24 %. Untuk responden dengan rata-rata buang air besar 2-4 kali dalam sehari di Cokrodingratan adalah 48 % dan di Muja-muju adalah 52 %. Untuk responden dengan rata-rata buang air besar 4-8 kali dalam sehari di Cokrodingratan adalah 16 % dan di Muja-muju adalah 24 %. Dan untuk responden dengan rata-rata buang air besar > 8 kali dalam sehari di Cokrodingratan adalah 4 % dan di Muja-muju adalah 0 %.

Dari hasil prosentase penggunaan air bersih setiap hari di atas dapat diketahui rata-rata penggunaan air bersih di lokasi penelitian. Karena berdasarkan hasil rata-rata penggunaan air bersih antara Kelurahan Cokrodingratan dan Kelurahan Muja-muju sama, maka hasil perhitungan rata-rata penggunaan air bersih ditampilkan dalam satu tabel berikut ini

Tabel 4.2 Perhitungan Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga

Rata-rata Buang Air Besar	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Rata-rata per kelas	Kumulatif
< 2 Kali dalam sehari	5	1	5	5
2-4 Kali dalam sehari	12	3	36	17
4-8 Kali dalam sehari	4	6	24	21
> 8 kali dalam sehari	1	12	12	22
Kosong	3			25
Jumlah	25		77	
Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga	3.08 $\approx$ 3 kali			

4.2 Pembahasan

4.2.1 Data Primer

Sampel air limbah diambil dari dua titik lokasi sampling yaitu dari inlet dan outlet bangunan instalasi pengolahan air limbah komunal domestik yang terletak di wilayah Kelurahan Cokrodiningratan Kampung Cokrokusuman RW 08 RT 37 dan Kelurahan Muja-muju Kampung Sidobali RW 08 RT 54 Yogyakarta. Pengambilan sampel parameter TSS, VSS, COD, TKN, pH dan temperatur terletak pada inlet dan outlet IPAL komunal dengan biogas tersebut. Pengambilan dilakukan dengan cara mengambil sampel dari inlet dan outlet dengan gayung dan dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi corong dan saringan. Setelah selesai melakukan sampling, maka sampel dibawa ke Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk dianalisis parameter fisik maupun kimianya. Untuk pengambilan sampel di Kelurahan Cokrodiningratan dilaksanakan pada pukul 06.30 WIB, sedangkan untuk pengambilan sampel di Kelurahan Muja-muju dilaksanakan pada pukul 07.15 WIB. Pengambilan sampel dilakukan selama empat belas hari berturut-turut.

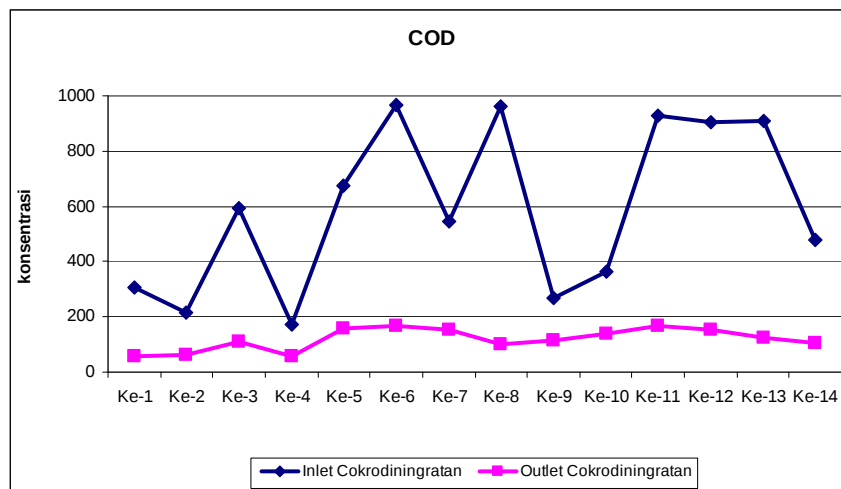
Dari hasil analisa di laboratorium, diperoleh data konsentrasi dan perbedaan konsentrasi untuk setiap parameter. Adapun untuk data hasil analisa dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

4.2.1.1 COD (Chemical Oxygen Demand)

Tabel 4.3 Hasil Pengujian COD Air Limbah di Cokrodingratan.

COD (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	306	58
Ke-2	216	61
Ke-3	592	110
Ke-4	173	56
Ke-5	673	156
Ke-6	964	169
Ke-7	546	153
Ke-8	961	101
Ke-9	266	113
Ke-10	362	140
Ke-11	930	167
Ke-12	905	153
Ke-13	908	123
Ke-14	477	107
Rata-rata	591	119

Sumber : data primer

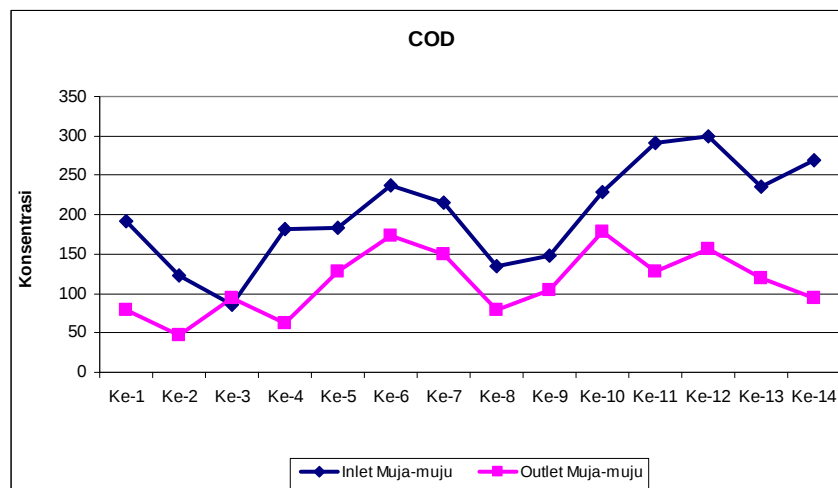


Gambar 4.5 Perbandingan konsentrasi COD inlet dan outlet di Cokrodingratan

Tabel 4.4 Hasil pengujian COD air limbah di Muja-muju.

COD (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	192	80
Ke-2	122	47
Ke-3	86	94
Ke-4	182	62
Ke-5	184	128
Ke-6	237	173
Ke-7	215	150
Ke-8	134	78
Ke-9	148	104
Ke-10	228	179
Ke-11	291	128
Ke-12	300	156
Ke-13	235	120
Ke-14	269	94
Rata-rata	202	114

Sumber : data primer

**Gambar 4.6** Perbandingan COD Inlet dan Outlet di Muja-muju.

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air secara kimia. Berdasarkan hasil analisa COD di Kelurahan Cokrodiningratan dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi konsentrasi COD untuk setiap pengambilan sampel. Nilai

rata-rata inlet COD di Cokrodiningratan adalah sebesar 591 mg/l^t dan nilai rata-rata outlet COD adalah sebesar 119 mg/l^t. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 79,86 %. Sedangkan nilai rata-rata inlet COD di Muja-muju adalah sebesar 202 mg/l^t dan nilai rata-rata outlet COD adalah sebesar 114 mg/l^t. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 43,63 %.

Penurunan konsentrasi COD di dalam instalasi dikarenakan terjadinya reaksi pengoksidasian zat-zat organik secara alamiah. Sedangkan peningkatan konsentrasi COD dikarenakan adanya gangguan yang terjadi terhadap proses pengoksidasian tersebut. Tidak terjadinya proses pengoksidasian dikarenakan akibat dari limbah dalam kondisi basa.

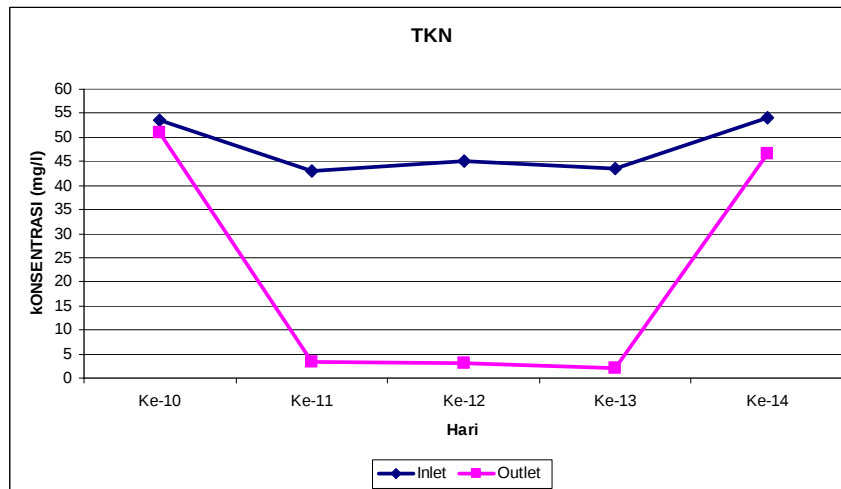
Kenaikan konsentrasi COD yang terjadi disebabkan adanya aktivitas warga membuang limbah-limbah domestik ke dalam instalasi pengolahan air limbah seperti mandi, mencuci dan lain sebagainya. Sedangkan penurunan konsentrasi COD juga disebabkan pengoksidasian bahan organik secara anaerob berjalan dengan baik sehingga terjadi proses penguraian dan kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme.

4.2.1.2 TKN (*Total Kjeldahl Nitrogen*)

Tabel 4.5 Hasil Pengujian TKN Air Limbah di Cokrodiningratan.

TKN		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-10	53,459	50,960
Ke-11	43,041	3,440
Ke-12	44,970	3,187
Ke-13	43,624	2,118
Ke-14	54,072	46,669
Rata-rata	47,833	21,275

Sumber : data primer

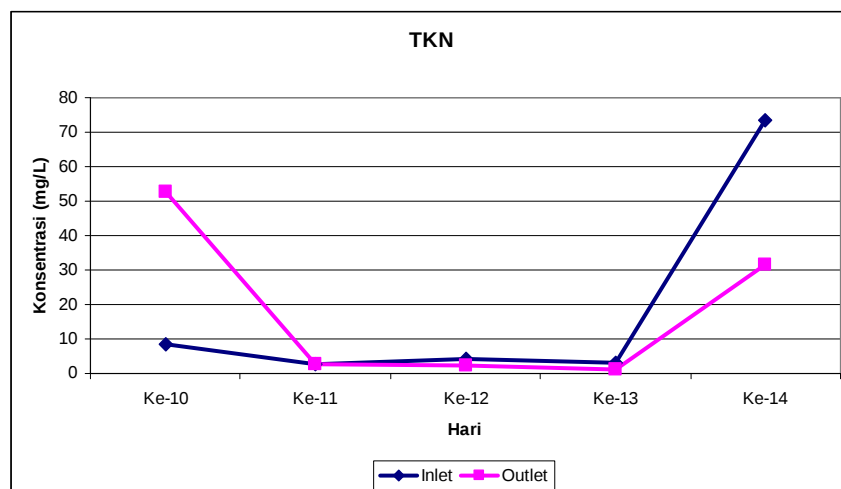


Gambar 4.7 Perbandingan Konsentrasi TKN Inlet dan Outlet di Cokrodiningratan

Tabel 4.6 Hasil pengujian TKN air limbah di Muja-muju.

TKN (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-10	8,422	52,835
Ke-11	2,515	2,535
Ke-12	4,196	2,369
Ke-13	3,226	1,062
Ke-14	73,374	31,444
Rata-rata	17,538	17,453

Sumber : data primer



Gambar 4.8 Perbandingan Konsentrasi TKN Inlet dan Outlet di Muja-muju.

TKN (*Total Kjeldahl Nitrogen*) adalah kandungan nitrogen organik maupun nitrogen anorganik yang terkandung dalam suatu limbah cair yang cara analisisnya menggunakan analisa *Kjeldahl*. Berdasarkan hasil analisa TKN di Kelurahan Cokrodiningratan dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi konsentrasi TKN untuk setiap pengambilan sampel. Nilai rata-rata inlet TKN di Cokrodiningratan adalah sebesar 47,83 mg/lit dan nilai rata-rata outlet TKN adalah sebesar 21,27 mg/lit. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 55,52 %. Sedangkan nilai rata-rata inlet TKN di Muja-muju adalah sebesar 17,54 mg/lit dan nilai rata-rata outlet TKN adalah sebesar 17,45 mg/lit. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 0,5 %.

Penurunan konsentrasi TKN di dalam instalasi dikarenakan terjadinya reaksi pengoksidasian zat-zat organik secara alamiah. Sedangkan peningkatan konsentrasi TKN dikarenakan adanya gangguan yang terjadi terhadap proses pengoksidasian tersebut. Tidak terjadinya proses pengoksidasian dikarenakan akibat dari limbah dalam kondisi basa.

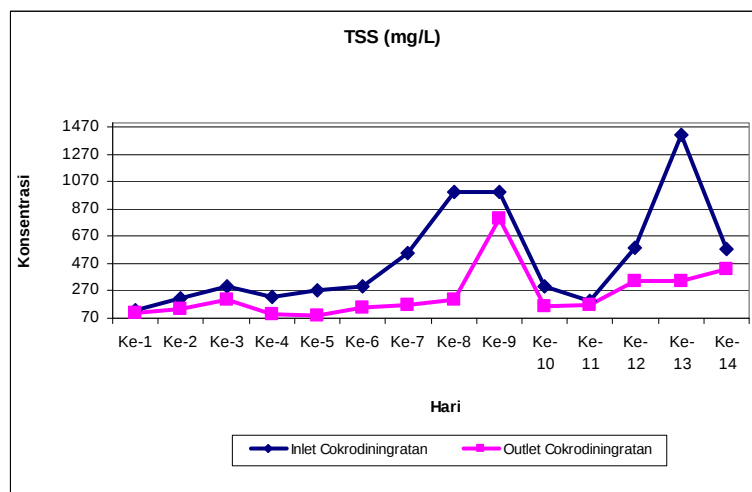
Kenaikan konsentrasi TKN yang terjadi disebabkan adanya aktivitas warga membuang limbah-limbah domestik ke dalam instalasi pengolahan air limbah seperti mandi, mencuci dan lain sebagainya. Sedangkan penurunan konsentrasi TKN juga disebabkan pengoksidasian bahan organik secara anaerob berjalan dengan baik sehingga terjadi proses penguraian dan kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme.

4.2.1.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

Tabel 4.7 Hasil pengujian TSS air limbah di Cokrodingratan.

TSS (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	124	110
Ke-2	216	134
Ke-3	302	202
Ke-4	226	98
Ke-5	278	86
Ke-6	304	146
Ke-7	542	172
Ke-8	998	204
Ke-9	992	796
Ke-10	304	154
Ke-11	200	168
Ke-12	588	344
Ke-13	1410	346
Ke-14	574	432
Rata-rata	504	242

Sumber : data primer

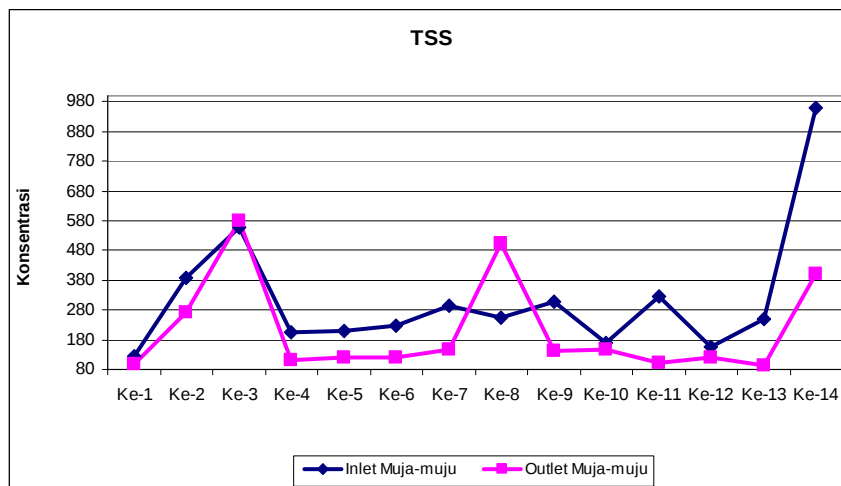


Gambar 4.9 Perbandingan Konsentrasi TSS Inlet dan Outlet di Cokrodingratan

Tabel 4.8 Hasil pengujian TSS air limbah di Muja-muju.

TSS (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	124	98
Ke-2	390	274
Ke-3	556	578
Ke-4	206	112
Ke-5	210	120
Ke-6	226	122
Ke-7	296	148
Ke-8	252	504
Ke-9	308	144
Ke-10	168	148
Ke-11	326	104
Ke-12	156	118
Ke-13	250	92
Ke-14	958	400
Rata-rata	316	212

Sumber : data primer

**Gambar 4.10** Perbandingan Konsentrasi TSS Inlet dan Outlet di Muja-muju.

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang melayang-layang dalam air dan tidak dapat mengendap secara alamiah. Berdasarkan hasil analisa TSS di Kelurahan Cokrodiningratan dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi konsentrasi TSS untuk setiap pengambilan sampel. Nilai rata-rata inlet TSS di

Cokrodiningratan adalah sebesar 504 mg/lit dan nilai rata-rata outlet TSS adalah sebesar 242 mg/lit. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 51,94 %. Sedangkan nilai rata-rata inlet TSS di Muja-muju adalah sebesar 316 mg/lit dan nilai rata-rata outlet TSS adalah sebesar 212 mg/lit. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 33,08 %.

Kenaikan konsentrasi TSS karena adanya endapan lumpur yang naik yang disebabkan karena bereaksinya bakteri metana. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS karena mengendapnya partikel-partikel yang disebabkan adanya gaya berat sehingga membentuk flok-flok yang membesar lalu menjadi partikel yang lebih besar sehingga mampu mengendap.

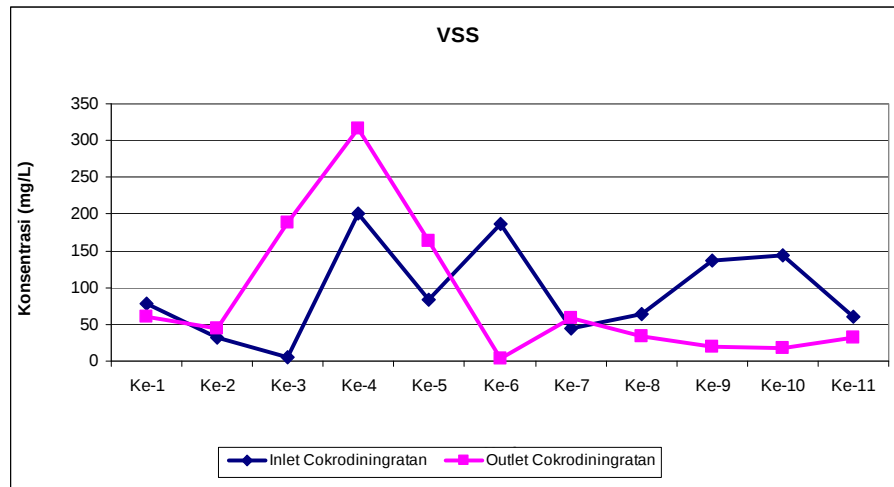
Kenaikan dan penurunan konsentrasi TSS juga bisa diakibatkan karena tidak seimbangnya komposisi antara tinja dengan air dan limbah-limbah lain, perbandingan komposisi tergantung dari pola konsumsi air oleh warga yang dibuang ke kloset. Selain itu juga tergantung dari bahan-bahan lain selain tinja dan air seperti air sabun yang dapat berpengaruh terhadap konsentrasi TSS.

4.2.1.4 VSS (*Volatile Suspended Solid*)

Tabel 4.9 Hasil pengujian VSS air limbah di Cokrodiningratan.

VSS (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	78	60
Ke-2	32	44
Ke-3	6	188
Ke-4	200	316
Ke-5	84	164
Ke-6	186	4
Ke-7	44	58
Ke-8	64	34
Ke-9	136	20
Ke-10	144	18
Ke-11	60	32
Rata-rata	94	85

Sumber : data primer

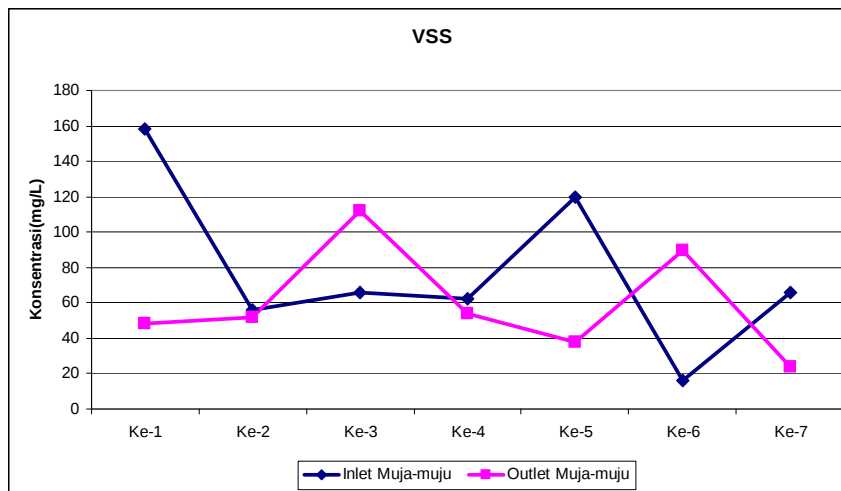


Gambar 4.11 Perbandingan Konsentrasi VSS Inlet dan Outlet di Cokrodingratan

Tabel 4.10 Hasil pengujian VSS air limbah di Muja-muju.

VSS (mg/L)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	158	48
Ke-2	56	52
Ke-3	66	112
Ke-4	62	54
Ke-5	120	38
Ke-6	16	90
Ke-7	66	24
Rata-rata	78	60

Sumber : data primer



Gambar 4.12 Perbandingan Konsentrasi VSS Inlet dan Outlet di Muja-muju.

VSS (*Volatile Suspended Solid*) adalah bahan organik yang berubah menjadi gas metan oleh bakteri anaerob. Berdasarkan hasil analisa VSS di Kelurahan Cokrodingratan dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi konsentrasi VSS untuk setiap pengambilan sampel. Nilai rata-rata inlet VSS di Cokrodingratan adalah sebesar 94 mg/Lt dan nilai rata-rata outlet VSS adalah sebesar 85 mg/Lt. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 9,28 %. Sedangkan nilai rata-rata inlet VSS di Muja-muju adalah sebesar 78 mg/Lt dan nilai rata-rata outlet VSS adalah sebesar 60 mg/Lt. Sehingga bisa didapat nilai efisiensi sebesar 23,16 %.

Kenaikan dan penurunan konsentrasi VSS bisa diakibatkan karena tidak seimbangnya komposisi antara tinja dengan air dan bahan-bahan lain, perbandingan komposisi tergantung dari pola konsumsi air oleh warga yang dibuang ke kloset. Selain itu juga tergantung dari bahan-bahan lain selain tinja dan air seperti air sabun yang dapat berpengaruh terhadap konsentrasi VSS.

4.2.2 Sistem Pengaliran

Berdasarkan analisa data kuisioner, observasi dan wawancara telah diketahui bahwa air limbah yang masuk ke dalam IPAL komunal dengan biogas berasal dari aktivitas rumah tangga atau limbah domestik. Limbah domestik ini dialirkan melalui saluran-saluran air buangan yang terdiri dari sambungan rumah, bak kontrol, jaringan perpipaan dan yang terakhir adalah IPAL.

➤ Bak Kontrol

Seluruh air limbah domestik yang dihasilkan oleh setiap rumah tangga dialirkan melalui jaringan perpipaan menuju bak kontrol. Bak kontrol berfungsi sebagai pengatur fluktuasi debit sekaligus sebagai alat untuk mengontrol kondisi saluran tersebut. Pengontrolan dilakukan seminggu sekali oleh operator IPAL agar kondisi saluran tetap terjaga dari material-material penyumbat saluran seperti pembalut wanita, plastik dan sebagainya.



Gambar 4.13 Sambungan rumah dan bak kontrol

➤ Jaringan Perpipaan

Jaringan perpipaan yang dipasang adalah dengan menggunakan pipa PVC yang ditanam di dalam tanah. Penggunaan pipa PVC dilakukan karena terletak di jalan perkampungan atau gang-gang, sehingga resiko terjadinya kerusakan akibat gangguan oleh kendaraan-kendaraan berat seperti mobil tidak akan pernah terjadi.



Gambar 4.14 Jaringan perpipan IPAL



Gambar 4.15 Inlet dari IPAL



Gambar 4.16 Outlet dari IPAL



Gambar 4.17 IPAL Muja-muju dan Cokrodingratan

4.2.3 Metan Yang Dihasilkan

Limbah-limbah domestik yang telah masuk ke IPAL selanjutnya akan diolah menjadi suatu output yang telah berkurang tingkat pencemarnya. Untuk limbah dari kamar mandi, air cucian, dapur atau yang sering disebut dengan *grey water* diolah oleh IPAL. Sedangkan untuk limbah yang dari kloset atau *black water* diolah oleh digester yang dalam pengolahan anaerobik dapat menghasilkan gas metan.

4.2.3.1 Konsentrasi Metan

Proses anaerobik di dalam digester dapat menghasilkan gas metan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak. Dari hasil perhitungan gas metan yang menggunakan rumus pada persamaan 3.3, didapatkan konsentrasi gas metan tahunan sebesar

- Padatan kering yang diproses (ton) pada awal proses anaerobik = 889 (CES(1993)), Hobson dan Palfrey (1996).
- Padatan yang mudah menguap =
$$\frac{\% \text{ Penurunan } .VSS}{65} \times 200 \text{ Kg / ton}$$
- Faktor emisi = 0,065
- Padatan mudah menguap = 46,67 %

- Potensial gas metan =
 $200 \text{ kg CH}_4/\text{ton} \cdot 46,67/65 = 143,6 \text{ kg CH}_4/\text{ton}$
- $143.000 \text{ g/ton} \cdot 889 \text{ ton} = 1,277 \cdot 10^{-4} \text{ Tg}$
- Produksi gas digester =
 $143.000 \cdot 46,67/65 \cdot \text{g/ton} \cdot 889 \text{ ton} = 9,13 \cdot 10^{-5} \text{ Tg}$
- Perkiraan gas metan yang terlepas ke atmosfer =
 $9,13 \cdot 10^{-5} \text{ Tg} \times 7,5 \% = 6,85 \cdot 10^{-6} \text{ Tg}$
- Sehingga, Emisi gas metan tahunan =
 $889 \cdot 1,277 \cdot 10^{-4} \cdot 0,065 = 7,38 \cdot 10^{-3} \text{ Tg}$

4.2.3.2 Energi Biogas Yang Dihasilkan

Program penghapusan BBM yang akan dilaksanakan oleh pemerintah akan menjadi saat yang tepat dalam penggunaan energi alternatif seperti biogas. Hal ini bisa dihitung dengan adanya jumlah bahan baku biogas yang melimpah dan rasio antara energi biogas dan energi minyak bumi yang menjanjikan.

Dari hasil observasi, wawancara dan kuisioner diperoleh data tentang berapa rata-rata tinja yang dihasilkan, rata-rata air bersih yang digunakan setiap harinya. Data rata-rata tinja yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung energi biogas yang dihasilkan dari bio digester IPAL komunal.

Dari hasil kuisioner yang telah diperoleh dan diolah, ternyata untuk rata-rata jumlah anggota keluarga, rata-rata jumlah air bersih yang digunakan setiap hari dan rata-rata buang air besar setiap keluarga setiap hari warga Kelurahan Cokrodiningratan Kampung Cokrokusuman RW 08 RT 37 dengan warga Kelurahan Muja-muju Kampung Sidobali RW 08 RT 54 adalah sama. Jadi untuk perhitungan jumlah energi biogas yang dihasilkan dari setiap reaktor adalah sama. Adapun untuk perhitungan jumlah energi biogas yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.11 Energi Biogas Yang Dihasilkan

Rata-rata Buang Air Besar	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Rata-rata per kelas	Kumulatif
< 2 Kali dalam sehari	5	1	5	5
2-4 Kali dalam sehari	12	3	36	17
4-8 Kali dalam sehari	4	6	24	21
> 8 kali dalam sehari	1	12	12	22
Kosong	3			25
Jumlah	25		77	
Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga	3.08 kali $\approx$ 3 kali/hari			
Rata-rata Warga Buang Air Besar	75 kali/hari			
Berat Tinja/orang/hari (kg)	0.5			
Berat Tinja Warga/ hari (kg)		37.5	Kg/hari	
Konversi ke m3/hari	0.0125	0.47	m3/hari	
Konversi ke kkal/hari	8,900	4,171.88	kkal/hari	

Jadi dari tabel perhitungan di atas apabila diasumsikan bio digester yang ada berfungsi dengan baik, maka energi yang dapat dihasilkan dari bio digester adalah 4.171,88 kkal/hari atau 125.156,4 kkal/bulan. Sedangkan berdasarkan hasil wawancara dengan warga pengguna biogas, maka didapatkan data berikut ini

Tabel 4.12 Hasil Wawancara Tentang Energi Yang Digunakan

No.	Uraian	Keterangan
1	Lama biogas menyala/hari	$\pm$ 6 jam
2	Energi yang dipakai selain biogas	LPG 3 kg
3	Kebutuhan LPG/bulan	$\pm$ 4 tabung LPG 3 kg

Dari tabel hasil wawancara di atas, maka dapat diketahui bahwa kebutuhan LPG/bulan adalah $\pm$ 4 tabung. Jika dirupiahkan, maka pengeluaran untuk membeli gas LPG adalah Rp. 56.000,- /bulan. Sedangkan biogas yang dihasilkan dapat menyala $\pm$ 6 jam/hari/rumah dan yang menggunakan biogas adalah dua rumah. Jadi produksi biogas dalam satu hari dapat menyala selama 12 jam/hari. Sedangkan jumlah KK adalah 25 KK, jadi apabila seluruh KK menggunakan biogas, maka biogas yang dapat menyala untuk setiap KK adalah $12 \text{ jam} / 25 \text{ KK} = 0,48 \text{ jam}$ atau 28,8 menit

Dengan biogas yang dihasilkan dapat menyala $\pm$ 28,8 menit/hari/KK, warga dikenakan iuran Rp. 3000-5000,- /bulan untuk biaya operasional IPAL. Apabila energi biogas tersebut dapat dihasilkan dengan baik, maka kebutuhan warga akan minyak tanah atau LPG untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari akan berkurang oleh energi biogas tersebut.

Tabel 4.13 Substitusi Energi Yang Lain Dengan Biogas

No.	Energi Yang Digunakan	Harga	Pemakaian / Bulan	Pengeluaran / Bulan	Substitusi Dengan Biogas / Bulan	%
1	LPG 3 Kg	Rp 14,000	4 tabung	Rp 56,000	Rp 52,000	7.14
2	Minyak Tanah 1 Liter	Rp 6,000	20,88 Liter	Rp 125,280	Rp 121,280	3.19
3	Biogas	Rp 3,000 - 5,000	28,8 menit	Rp 4,000	-	-

Dari tabel di atas maka dapat diketahui apabila warga menggunakan energi LPG 3 Kg, maka warga harus mengeluarkan Rp. 56.000,- / bulan. Apabila di tambah dengan energi biogas maka substitusi LPG 3 Kg dengan biogas adalah Rp. 52.000,- / bulan dengan prosentase 7,14 %. Sedangkan apabila menggunakan minyak tanah, maka warga harus mengeluarkan Rp. 125.280,- / bulan. Apabila di tambah dengan energi biogas maka substitusi minyak tanah dengan biogas adalah Rp. 121.280,- / bulan dengan prosentase 3,19 %.



Gambar 4.18 Kompor yang menggunakan biogas dari digester

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Biogas dari IPAL komunal di wilayah penelitian dimanfaatkan sebagai energi alternatif pelengkap LPG dan minyak tanah.
2. Biogas dari IPAL komunal di wilayah penelitian belum dimanfaatkan secara optimal karena terbatasnya jaringan perpipaan biogas.
3. Apabila digunakan oleh 25 KK, maka biogas dapat menyala selama 28,8 menit.

5.2 Saran

Dari hasil analisa dan pembahasan, maka didapatkan saran sebagai berikut:

1. Diperlukan redesain IPAL dengan biogas yang dapat memperbarui atau mempertinggi produksi biogas dan efisiensi dalam menurunkan konsentrasi pencemar.
2. Perlu adanya keterlibatan langsung dari masyarakat dalam perencanaan dan pembangunan IPAL.
3. Diperlukan suatu kesadaran masyarakat dalam menjaga dan merawat keberadaan IPAL tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Fry, C.J. dan Mevil, R. 1973 dalam Muryanto, dkk. 2006. *Biogas Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Ungaran : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Hadi, dkk. 1982 dalam Muryanto, dkk. 2006. *Biogas Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Ungaran : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Hambali, E., dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : PT AgroMedia Pustaka.
- <http://ariodesign.blogspot.com/2008/11/lpg-dari-blog-sebleah.html>
- http://72.14.235.132/search?q=cache:8nGwtz6A6L0J:www.lead.or.id/download/c12/lap/Santi.pdf+penelitian+biogas+filetype:pdf&hl=id&ct=clnk&cd=4&gl=id&lr=lang_id&client=firefox-a
- <http://syifaunindra4.multiply.com/journal/item/8>
- http://www.sanitasi.or.id/index.php?option=com_content&task=view&id=138&Itemid=76
- Indriyati. 2002. *Pengaruh Waktu Tinggal Substrat Terhadap Efisiensi Reaktor Tipe Totally Mix*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. Vol. 4, No. 4. 2002, hal. 67-71. BPPT. Jakarta.
- Junaidi, M & Sami'an. 2001. *Pemanfaatan Teknologi Biogas Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan Di Perusahaan Susu Umbul Katon Surakarta*. Jurnal Asosiasi Politeknik Indonesia, Vol. II, No. 4. 2001. P&PT Journal. Jakarta.
- Junus, 1987 dalam Muryanto, dkk. 2006. *Biogas Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Ungaran : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Kaltschmitt dan Hartmann, 2001 dalam Hambali, E., dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : PT AgroMedia Pustaka.
- Mara, 1976 dalam Triyono A., 2006. *Evaluasi Sistem Pengelolaan Air Buangan Terdesentralisasi Di Kelurahan Wirogunan Yogyakarta*. Laporan Tugas Akhir, tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Lingkungan
- Muryanto, dkk. 2006. *Biogas Energi Alternatif Ramah Lingkungan*. Ungaran : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.

- Nandiyanto, 2007., *Biogas Sebagai Peluang Pengembangan Energi Alternatif*
<http://disperindag-jabar.go.id/?pilih=lihat&id=1960>
- Perwaningsih, H. 1994. *Limbah Gas Bio Sebagai Pupuk*. Jurnal Asosiasi Politeknik Indonesia, Vol. I, No. 2. 1994. P&PT Journal. Jakarta.
- Simamora, S., dkk. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan Gas Dari Kotoran Ternak*. Jakarta : PT AgroMedia Pustaka.
- Suharto, Ign., dkk. 2004. *Perekayasaan Metodologi Penelitian*. Yogyakarta : Andi.
- Suparman dan Suparmin, 2001 dalam Widagdo A.W., 2007. *Perencanaan Reaktor Biogas Dengan Menggunakan Media Limbah Tinja Di Kampus Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*. Laporan Tugas Akhir, tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Lingkungan
- Wardhana, W,A, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Analiasa Data Kuisisioner
Lampiran 2.	Perhitungan Rata-rata
Lampiran 3.	Uji T-test
Lampiran 4.	Hasil Analisa Laboratorium
Lampiran 5.	Hasil Uji Secara In Situ
Lampiran 6.	Kuisisioner
Lampiran 7.	SNI dan Standard Method
Lampiran 8.	Perijinan Penelitian

Lampiran 1
Analisa Data Kuisisioner

❖ **Kelurahan Cokrodingratan**

Tabel 1 Kelompok Responden Menurut Kependudukan

Penduduk	Jumlah KK	%
Asli	19	76.00
Pendatang	5	20.00
Kosong	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 2 Kelompok Responden Menurut Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah KK	%
2	1	4.00
3	5	20.00
4	10	40.00
5	1	4.00
>5	6	24.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 3 Kelompok Responden Menurut Lama Tinggal

Lama Tinggal	Jumlah KK	%
<1 tahun	2	8.00
1-5 tahun	2	8.00
5-10 tahun	2	8.00
10-15 tahun	1	4.00
15-20 tahun	0	0.00
> 20 tahun	17	68.00
Kosong	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 4 Kelompok Responden Menurut Pekerjaan

Pekerjaan	Jumlah KK	%
Pegawai Negeri Sipil	5	20.00
Karyawan Perusahaan	1	4.00
Wiraswasta	15	60.00
TNI/POLRI	0	0.00
Buruh	2	8.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

abel 5 Kelompok Responden Menurut Pendapatan per Bulan

Pendapatan per Bulan	Jumlah KK	%
< Rp. 100.000,	0	0.00
Rp. 100.000, - Rp. 300.000,	3	12.00
Rp. 300.000, - Rp. 500.000,	8	32.00
Rp. 500.000, - Rp. 1.000.000,	7	28.00
> Rp. 1.000.000,	5	20.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 6 Kelompok Responden Menurut Pendidikan Terakhir

Pendidikan Terakhir	Jumlah KK	%
Tidak Sekolah	0	0.00
TK	0	0.00
SD	4	16.00
SMP	7	28.00
SMA / SMU / SMK	8	32.00
Perguruan Tinggi	4	16.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 7 Kelompok Responden Menurut Pemakaian Air Bersih

Pemakaian Air Bersih Tiap Hari	Jumlah KK	%
< 50 Liter/Hari	2	8.00
50-100 Liter/Hari	7	28.00
100-150 Liter/Hari	4	16.00
150-200 Liter/Hari	4	16.00
> 200 Liter/Hari	7	28.00
Kosong	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 8 Kelompok Responden Menurut Jenis Sampah Yang Dihasilkan

Jenis Sampah Yang Dihasilkan	Jumlah KK	%
Kertas	0	0.00
Plastik	4	16.00
Daun-daunan	0	0.00
Sisa Makanan	6	24.00
Campuran	13	52.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 9 Kelompok Responden Menurut Tempat Sampah Yang Digunakan

Tempat Sampah Yang Digunakan	Jumlah KK	%
Tas Plastik	4	16.00
Keranjang Sampah	10	40.00
Karung	2	8.00
Tong Sampah	7	28.00
Ember Bekas	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 10 Kelompok Responden Menurut Jenis Limbah Cair Yang Dibuang ke IPAL

Jenis Limbah Cair Yang Dibuang ke IPAL	Jumlah KK	%
Air Mandi	0	0.00
Sisa Minuman	0	0.00
Air Cuci Pakaian	0	0.00
Air WC	2	8.00
Dapur	0	0.00
Campuran	23	92.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 11 Kelompok Responden Menurut Rata-rata Buang Air Besar

Rata-rata Buang Air Besar	Jumlah KK	%
< 2 Kali dalam sehari	5	20.00
2-4 Kali dalam sehari	12	48.00
4-8 Kali dalam sehari	4	16.00
> 8 kali dalam sehari	1	4.00
Kosong	3	12.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 12 Kelompok Responden Tentang Adanya IPAL Komunal Dengan Biogas

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Tahu	18	72.00
Tidak	5	20.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 13 Kelompok Responden Tentang Kesetujuan Adanya IPAL Komunal Dengan Biogas

Kesetujuan	Jumlah KK	%
Setuju	22	88.00
Tidak	1	4.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 14 Kelompok Responden Yang Menggunakan Biogas

Menggunakan	Jumlah KK	%
Ya	4	16.00
Tidak	19	76.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

abel 15 Kelompok Responden Yang Mengetahui Adanya Masalah dengan IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Pernah	8	32.00
Tidak	12	48.00
Kosong	5	20.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 16 Kelompok Responden Yang Mengetahui Adanya Pengelolaan IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Ada	22	88.00
Tidak	1	4.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 17 Kelompok Responden Yang Mengetahui Tentang Adanya Keterlibatan Masyarakat Dalam Pengelolaan IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Ada	22	88.00
Tidak	1	4.00
Kosong	2	8.00
Jumlah	25	100.00

❖ **Kelurahan Muja-muju**

Tabel 18 Kelompok Responden Menurut Kependudukan

Penduduk	Jumlah KK	%
Asli	16	64.00
Pendatang	9	36.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 19 Kelompok Responden Menurut Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah KK	%
2	3	12.00
3	7	28.00
4	10	40.00
5	2	8.00
>5	3	12.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 20 Kelompok Responden Menurut Lama Tinggal

Lama Tinggal	Jumlah KK	%
<1 tahun	0	0.00
1-5 tahun	1	4.00
5-10 tahun	5	20.00
10-15 tahun	4	16.00
15-20 tahun	4	16.00
> 20 tahun	11	44.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 21 Kelompok Responden Menurut Pekerjaan

Pekerjaan	Jumlah KK	%
Pegawai Negeri Sipil	3	12.00
Karyawan Perusahaan	3	12.00
Wiraswasta	13	52.00
TNI/POLRI	0	0.00
Buruh	6	24.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 22 Kelompok Responden Menurut Pendapatan per Bulan

Pendapatan per Bulan	Jumlah KK	%
< Rp. 100.000,	3	12.00
Rp. 100.000, - Rp. 300.000,	7	28.00
Rp. 300.000, - Rp. 500.000,	9	36.00
Rp. 500.000, - Rp. 1.000.000,	5	20.00
> Rp. 1.000.000,	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 23 Kelompok Responden Menurut Pendidikan Terakhir

Pendidikan Terakhir	Jumlah KK	%
Tidak Sekolah	0	0.00
TK	1	4.00
SD	12	48.00
SMP	4	16.00
SMA / SMU / SMK	8	32.00
Perguruan Tinggi	0	0.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 24 Kelompok Responden Menurut Pemakaian Air Bersih Tiap Hari

Pemakaian Air Bersih Tiap Hari	Jumlah KK	%
< 50 Liter/Hari	2	8.00
50-100 Liter/Hari	3	12.00
100-150 Liter/Hari	9	36.00
150-200 Liter/Hari	6	24.00
> 200 Liter/Hari	4	16.00
Tidak Tahu	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 25 Kelompok Responden Menurut Jenis Sampah Yang Dihasilkan

Jenis Sampah Yang Dihasilkan	Jumlah KK	%
Kertas	0	0.00
Plastik	4	16.00
Daun-daunan	6	24.00
Sisa Makanan	2	8.00
Campuran	12	48.00
Tidak Tahu	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 26 Kelompok Responden Menurut Tempat Sampah Yang Digunakan

Tempat Sampah Yang Digunakan	Jumlah KK	%
Tas Plastik	3	12.00
Keranjang Sampah	10	40.00
Karung	9	36.00
Tong Sampah	1	4.00
Ember Bekas	2	8.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 27 Kelompok Responden Menurut Jenis Limbah Cair Yang Dibuang ke IPAL

Jenis Limbah Cair Yang Dibuang ke IPAL	Jumlah KK	%
Air Mandi	0	0.00
Sisa Minuman	0	0.00
Air Cuci Pakaian	2	8.00
Air WC	0	0.00
Dapur	0	0.00
Campuran	23	92.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 28 Kelompok Responden Menurut Rata-rata Buang Air Besar

Rata-rata Buang Air Besar	Jumlah KK	%
< 2 Kali dalam sehari	6	24.00
2-4 Kali dalam sehari	13	52.00
4-8 Kali dalam sehari	6	24.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 29 Pengetahuan Responden Tentang Adanya IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Tahu	24	96.00
Tidak	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 30 Kesetujuan Warga Tentang Adanya IPAL Komunal Dengan Biogas

Kesetujuan	Jumlah KK	%
Setuju	24	96.00
Tidak	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 31 Kelompok Responden Yang Menggunakan Biogas

Menggunakan	Jumlah KK	%
Ya	5	20.00
Tidak	20	80.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 32 Responden Yang Mengetahui Adanya Masalah dengan IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Pernah	9	36.00
Tidak	16	64.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 33 Responden Yang Mengetahui Adanya Pengelolaan IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Ada	20	80.00
Tidak	2	8.00
Kosong	3	12.00
Jumlah	25	100.00

Tabel 34 Responden Yang Mengetahui Adanya Keterlibatan Masyarakat Dalam Pengelolaan IPAL

Pengetahuan	Jumlah KK	%
Ada	19	76.00
Tidak	5	20.00
Kosong	1	4.00
Jumlah	25	100.00

Lampiran 2

Perhitungan Rata-rata

❖ Kelurahan Cokrodingratan

Tabel 35 Perhitungan Rata-rata Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah KK	Skala	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
2	1	1	1	1
3	5	2	10	6
4	10	3	30	16
5	1	4	4	17
>5	6	5	30	23
Kosong	2	6	12	25
Jumlah	25		87	
Rata-rata	3.48			

Rata-rata dari jumlah anggota keluarga dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$Rata - rata = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{87}{25} = 3,48 \approx 3$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh skala rata-rata 3,48 atau dibulatkan menjadi 3 sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah anggota keluarga untuk 25 responden adalah 4 orang.

Tabel 36 Perhitungan Rata-rata Tingkat Pendapatan per Bulan

Pendapatan per Bulan	Jumlah KK	Skala	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
< Rp. 100.000,	0	1	0	0
Rp. 100.000, - Rp. 300.000,	3	2	6	3
Rp. 300.000, - Rp. 500.000,	8	3	24	11
Rp. 500.000, - Rp. 1.000.000,	7	4	28	18
> Rp. 1.000.000,	5	5	25	23
Kosong	2	6	12	25
Jumlah	25		95	
Rata-rata	3.80			

Rata-rata dari tingkat pendapatan per bulan dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$Rata - rata = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{95}{25} = 3,80 \approx 4$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh skala rata-rata 3,80 atau dibulatkan menjadi 4 sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat pendapatan per bulan untuk 25 responden adalah antara Rp. 500.000, - Rp. 1.000.000.

Tabel 37 Perhitungan Tingkat Pemakaian Air Rata-rata

Pemakaian Air Bersih Tiap Hari	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
< 50 Liter/Hari	2	25	50	2
50-100 Liter/Hari	7	75	525	9
100-150 Liter/Hari	4	125	500	13
150-200 Liter/Hari	4	175	700	17
> 200 Liter/Hari	7	225	1575	24
Kosong	1			
Jumlah	25		3350	
Rata-rata (Liter/Hari)	134.00			

Rata-rata dari tingkat pemakaian air rata-rata dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$Rata - rata = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{3350}{25} = 134 \text{ Liter / hari}$$

Dari perhitungan di atas, diambil tanda kelas yaitu setengah dari ujung bawah dan ujung atas sebagai wakil tiap kelas. Jadi telah dianggap 2 KK yang menggunakan 25 liter/hari, 7 KK yang menggunakan 75 liter/hari dan seterusnya. Dengan demikian dapat diperoleh nilai rata-rata pemakaian air bersih di wilayah penelitian Kelurahan Cokrodiningratan untuk 25 responden sebanyak 134 liter/hari atau rata-rata 100-150 liter/hari.

Tabel 38 Perhitungan Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga

Buang Air Besar	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Rata-rata per kelas	Kumulatif
< 2 Kali dalam sehari	5	1	5	5
2-4 Kali dalam sehari	12	3	36	17
4-8 Kali dalam sehari	4	6	24	21
> 8 kali dalam sehari	1	12	12	22
Kosong	3			25
Jumlah	25		77	
Rata-rata	3.08			

Rata-rata dari tingkat buang air besar dalam satu keluarga dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{77}{25} = 3,08 \approx 3$$

Dari perhitungan di atas, diambil tanda kelas yaitu setengah dari ujung bawah dan ujung atas sebagai wakil tiap kelas. Jadi telah dianggap 5 KK yang telah buang air besar dalam satu keluarga 1 kali/hari, 12 KK yang telah buang air besar dalam satu keluarga 3 kali/hari dan seterusnya. Dengan demikian dapat diperoleh nilai rata-rata buang air besar dalam satu keluarga di wilayah penelitian Kelurahan Cokrodiningratan untuk 25 responden sebanyak 3 kali/hari atau rata-rata 2-4 kali/hari

❖ Kelurahan Muja-muju

Tabel 39 Perhitungan Rata-rata Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah KK	Skala	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
2	3	1	3	3
3	7	2	14	10
4	10	3	30	20
5	2	4	8	22
>5	3	5	15	25
Jumlah	25		70	
Rata-rata	2.8			

Rata-rata dari jumlah anggota keluarga dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$Rata - rata = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{70}{25} = 2,8 \approx 3$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh skala rata-rata 2,8 atau dibulatkan menjadi 3 sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah anggota keluarga untuk 25 responden adalah 4 orang.

Tabel 40 Perhitungan Rata-rata Tingkat Pendapatan per Bulan

Pendapatan per Bulan	Jumlah KK	Skala	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
< Rp. 100.000,	3	1	3	3
Rp. 100.000, - Rp. 300.000,	7	2	14	10
Rp. 300.000, - Rp. 500.000,	9	3	27	19
Rp. 500.000, - Rp. 1.000.000,	5	4	20	24
> Rp. 1.000.000,	1	5	5	25
Jumlah	25		69	
Rata-rata	2.76			

Rata-rata dari tingkat pendapatan per bulan dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$Rata - rata = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{69}{25} = 2,76 \approx 3$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh skala rata-rata 2,76 atau dibulatkan menjadi 3 sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat pendapatan per bulan untuk 25 responden adalah antara Rp. 300.000, - Rp. 500.000.

Tabel 41 Perhitungan Tingkat Pemakaian Air Rata-rata

Pemakaian Air Bersih Tiap Hari	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
< 50 Liter/Hari	2	25	50	2
50-100 Liter/Hari	3	75	225	5
100-150 Liter/Hari	9	125	1125	14
150-200 Liter/Hari	6	175	1050	20
> 200 Liter/Hari	4	225	900	24
Tidak Tahu	1			25
Jumlah	25		3350	
Rata-rata	134.00			

Rata-rata dari tingkat pemakaian air rata-rata dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{3350}{25} = 134 \text{ Liter / hari}$$

Dari perhitungan di atas, diambil tanda kelas yaitu setengah dari ujung bawah dan ujung atas sebagai wakil tiap kelas. Jadi telah dianggap 2 KK yang menggunakan 25 liter/hari, 3 KK yang menggunakan 75 liter/hari dan seterusnya. Dengan demikian dapat diperoleh nilai rata-rata pemakaian air bersih di wilayah penelitian Kelurahan Cokrodiningratan untuk 25 responden sebanyak 134 liter/hari atau rata-rata 100-150 liter/hari.

Tabel 42 Perhitungan Rata-rata Buang Air Besar Dalam Satu Keluarga

Rata-rata Buang Air Besar	Jumlah KK	Rata-rata per Kelas	Jumlah KK * Skala	Kumulatif
< 2 Kali dalam sehari	6	1	6	6
2-4 Kali dalam sehari	13	3	39	19
4-8 Kali dalam sehari	6	6	36	25
Jumlah	25		81	
Rata-rata	3.24			

Rata-rata dari tingkat buang air besar dalam satu keluarga dari responden dapat dihitung sebagai berikut

$$Rata - rata = \frac{\sum (skala \times JumlahKK)}{\sum responden} = \frac{81}{25} = 3,24 \approx 3$$

Dari perhitungan di atas, diambil tanda kelas yaitu setengah dari ujung bawah dan ujung atas sebagai wakil tiap kelas. Jadi telah dianggap 6 KK yang telah buang air besar dalam satu keluarga 1 kali/hari, 13 KK yang telah buang air besar dalam satu keluarga 3 kali/hari dan seterusnya. Dengan demikian dapat diperoleh nilai rata-rata buang air besar dalam satu keluarga di wilayah penelitian Kelurahan Cokrodiningratan untuk 25 responden sebanyak 3 kali/hari atau rata-rata 2-4 kali/hari

Lampiran 3

Uji T-test

1) Kelurahan Cokrodingratan

a) COD

Tabel 43 Perhitungan Statistik COD Cokrodingratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	591.335	119.0923
Variance	89726.83	1584.369
Observations	14	14
Pooled Variance	45655.6	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	5.84746	
P(T<=t) one-tail	1.83E-06	
t Critical one-tail	1.705618	
P(T<=t) two-tail	3.65E-06	
t Critical two-tail	2.055529	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistik

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)

2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan “t stat” terdapat t hitung sebesar 5.84746

3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 14 + 14 - 2 = 26$, maka t tabel = 2.055529

4. Kriteria pengujian dua pihak

a. Jika t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak

b. Jika t-hitung $\geq$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $5.84746 > 2.055529$ atau $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_i diterima

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_0 = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel

a. Jika $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$, maka H_0 ditolak

b. Jika $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, maka H_0 diterima

Oleh karena $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ sehingga H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas

a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Diketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $3.65E-06 < 0,05$, maka H_0 ditolak.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi COD pada inlet dan outlet terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut efektif dalam menurunkan konsentrasi COD.

b) TKN

Tabel 44 Perhitungan Statistik TKN Cokrodiningratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	45.33	19.9518
Variance	30.5398	603.8896
Observations	5	5
Pooled Variance	317.2147	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	2.252963	
P(T<=t) one-tail	0.027158	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.054316	
t Critical two-tail	2.306004	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TKN pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TKN pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistik

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)
2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan “t stat” terdapat t hitung sebesar 2.252963
3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 5 + 5 - 2 = 8$, maka t tabel = 2.306004
4. Kriteria pengujian dua pihak
 - a. Jika t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak
 - b. Jika t-hitung $\geq$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $2.252963 > 2.306004$ atau t-hitung $>$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TKN terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_o = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel
 - a. Jika t-hitung $>$ t-tabel, maka H_o ditolak
 - b. Jika t-hitung $<$ t-tabel, maka H_o diterimaOleh karena t-hitung $>$ t-tabel sehingga H_o ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.
2. Berdasarkan nilai probabilitas
 - a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_o diterima
 - b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_o ditolakDiketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $0.054316 > 0,05$, maka H_o diterima.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi TKN pada inlet dan outlet tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut belum efektif dalam menurunkan konsentrasi TKN.

c) TSS

Tabel 45 Perhitungan Statistik COD Cokrodingratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	504.1429	242.2857
Variance	145026.1	36059.6
Observations	14	14
Pooled Variance	90542.87	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	2.302429	
P(T<=t) one-tail	0.014785	
t Critical one-tail	1.705618	
P(T<=t) two-tail	0.02957	
t Critical two-tail	2.055529	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistik

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)
2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan "t stat" terdapat t hitung sebesar 2,302429
3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 14 + 14 - 2 = 26$, maka t tabel = 2,055529
4. Kriteria pengujian dua pihak
 - a. Jika t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak
 - b. Jika t-hitung $\geq$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $2,302429 > 2,055529$ atau $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_i diterima

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_0 = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel

a. Jika $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$, maka H_0 ditolak

b. Jika $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, maka H_0 diterima

Oleh karena $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ sehingga H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas

a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Diketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $0.02957 < 0,05$, maka H_0 ditolak.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi TSS pada inlet dan outlet terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS.

d) VSS

Tabel 46 Perhitungan Statistik COD Cokrodiningratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	73.85714	73.85714
Variance	4714.747	8212.593
Observations	14	14
Pooled Variance	6463.67	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	0	
P(T<=t) one-tail	0.5	
t Critical one-tail	1.705618	
P(T<=t) two-tail	1	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi VSS pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi VSS pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistic

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)
2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan “t stat” terdapat t hitung sebesar 0
3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 14 + 14 - 2 = 26$, maka t tabel = 1
4. Kriteria pengujian dua pihak
 - a. Jika $t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$, maka H_o diterima dan H_i ditolak
 - b. Jika $t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \geq t\text{-tabel}$, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $1 > 0 < 1$ atau $t\text{-tabel} > t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, maka H_o diterima dan H_i ditolak

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi VSS terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_o = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel
 - a. Jika $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$, maka H_o ditolak
 - b. Jika $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, maka H_o diterimaOleh karena $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ sehingga H_o diterima, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.
2. Berdasarkan nilai probabilitas
 - a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_o diterima
 - b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_o ditolakDiketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $1.705618 > 0,05$, maka H_o diterima.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi VSS pada inlet dan outlet tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut belum efektif dalam menurunkan konsentrasi VSS.

2) Kelurahan Muja-muju

a) COD

Tabel 47 Perhitungan Statistik COD Cokrodiningratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	201.7036429	113.6950714
Variance	4101.26107	1674.827568
Observations	14	14
Pooled Variance	2888.044319	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	4.332834141	
P(T<=t) one-tail	9.77084E-05	
t Critical one-tail	1.705617901	
P(T<=t) two-tail	0.000195417	
t Critical two-tail	2.055529418	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistik

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)

2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan "t stat" terdapat t hitung sebesar 4.332834141

3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 14 + 14 - 2 = 26$, maka t tabel = 2,055529

4. Kriteria pengujian dua pihak

a. Jika t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak

b. Jika t-hitung $\geq$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $4.332834141 > 2,055529$ atau t-hitung $>$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_o = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel

a. Jika t-hitung > t-tabel, maka H_o ditolak

b. Jika t-hitung < t-tabel, maka H_o diterima

Oleh karena t-hitung > t-tabel sehingga H_o ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas

a. Jika probabilitas > 0,05, maka H_o diterima

b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_o ditolak

Diketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $0.000195417 < 0,05$, maka H_o ditolak.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi COD pada inlet dan outlet terdapat perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut efektif dalam menurunkan konsentrasi COD.

b) TKN

Tabel 48 Perhitungan Statistik COD Cokrodiningratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	18.3466	18.049
Variance	951.5060048	541.1491465
Observations	5	5
Pooled Variance	746.3275757	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	0.017224165	
P(T<=t) one-tail	0.493339803	
t Critical one-tail	1.859548033	
P(T<=t) two-tail	0.986679605	
t Critical two-tail	2.306004133	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TKN pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TKN pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistik

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)
2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan “t stat” terdapat t hitung sebesar 0.017224165

3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 5 + 5 - 2 = 8$, maka t tabel = 2.306004133

4. Kriteria pengujian dua pihak

- a. Jika t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak
- b. Jika t-hitung $\geq$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $0.017224165 < 2.306004133$ atau t-hitung < t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TKN terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_o = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel

- a. Jika t-hitung > t-tabel, maka H_o ditolak
- b. Jika t-hitung < t-tabel, maka H_o diterima

Oleh karena t-hitung > t-tabel sehingga H_o ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas

- a. Jika probabilitas > 0,05, maka H_o diterima
- b. Jika probabilitas < 0,05, maka H_o ditolak

Diketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $0.986679605 > 0,05$, maka H_o diterima.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi TKN pada inlet dan outlet terdapat perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut efektif dalam menurunkan konsentrasi TKN.

c) TSS

Tabel 49 Perhitungan Statistik COD Cokrodiningratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	316.1428571	211.5714286
Variance	46158.43956	26590.87912
Observations	14	14
Pooled Variance	36374.65934	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	1.450649837	
P(T<=t) one-tail	0.079417912	
t Critical one-tail	1.705617901	
P(T<=t) two-tail	0.158835824	
t Critical two-tail	2.055529418	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistik

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)
2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan "t stat" terdapat t hitung sebesar 1,451065
3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 14 + 14 - 2 = 26$, maka t tabel = 2,055529
4. Kriteria pengujian dua pihak
 - a. Jika $t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$, maka H_o diterima dan H_i ditolak
 - b. Jika $t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \geq t\text{-tabel}$, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $2,055529 > 1,451065 < 2,055529$ atau $t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \geq t\text{-tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Langkah 5 : hipotesis

H_1 = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_0 = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel

a. Jika t-hitung $>$ t-tabel, maka H_0 ditolak

b. Jika t-hitung $<$ t-tabel, maka H_0 diterima

Oleh karena t-hitung $>$ t-tabel sehingga H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.

2. Berdasarkan nilai probabilitas

a. Jika probabilitas $>$ 0,05, maka H_0 diterima

b. Jika probabilitas $<$ 0,05, maka H_0 ditolak

Diketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $0,158836 >$ 0,05, maka H_0 diterima.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi TSS pada inlet dan outlet tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut belum efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS.

d) VSS

Tabel 50 Perhitungan Statistik COD Cokrodiningratan

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	61.85714286	36.14285714
Variance	2143.054945	1541.824176
Observations	14	14
Pooled Variance	1842.43956	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	1.584991217	
P(T<=t) one-tail	0.062528729	
t Critical one-tail	1.705617901	
P(T<=t) two-tail	0.125057457	
t Critical two-tail	2.055529418	

Langkah 1 : membuat H_i dan H_o dalam bentuk kalimat

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi VSS pada inlet dan outlet

H_o = tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi VSS pada inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_i dan H_o model statistic

H_i : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : menentukan kaidah pengujian

1. Tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$)
2. t hitung dari hasil komputer, pada baris keterangan “t stat” terdapat t hitung sebesar 1,584991217
3. *degree of freedom* (df) sebesar $(n_1 + n_2 - 2) = 14 + 14 - 2 = 26$, maka t tabel = 2,055529
4. Kriteria pengujian dua pihak
 - a. Jika t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak
 - b. Jika t-hitung $\geq$ t-tabel, maka H_o ditolak dan H_i diterima

Langkah 4 : membandingkan t-tabel dengan t-hitung

Ternyata $1,584991217 \leq 2,055529$ atau t-hitung $\leq$ t-tabel, maka H_o diterima dan H_i ditolak

Langkah 5 : hipotesis

H_i = terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS terhadap konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet

H_o = tidak terdapat

Langkah 6 : kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan t-hitung dengan t-tabel
 - a. Jika t-hitung $>$ t-tabel, maka H_o ditolak
 - b. Jika t-hitung $<$ t-tabel, maka H_o diterimaOleh karena t-hitung $>$ t-tabel sehingga H_o diterima, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi inlet dan outlet.
2. Berdasarkan nilai probabilitas
 - a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_o diterima
 - b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_o ditolakDiketahui bahwa nilai probabilitas, P-value adalah $0.125057457 > 0,05$, maka H_o diterima.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi VSS pada inlet dan outlet tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Berarti instalasi biogas yang digunakan tersebut belum efektif dalam menurunkan konsentrasi VSS.

Lampiran 4
Hasil Analisa Laboratorium

Lampiran 5

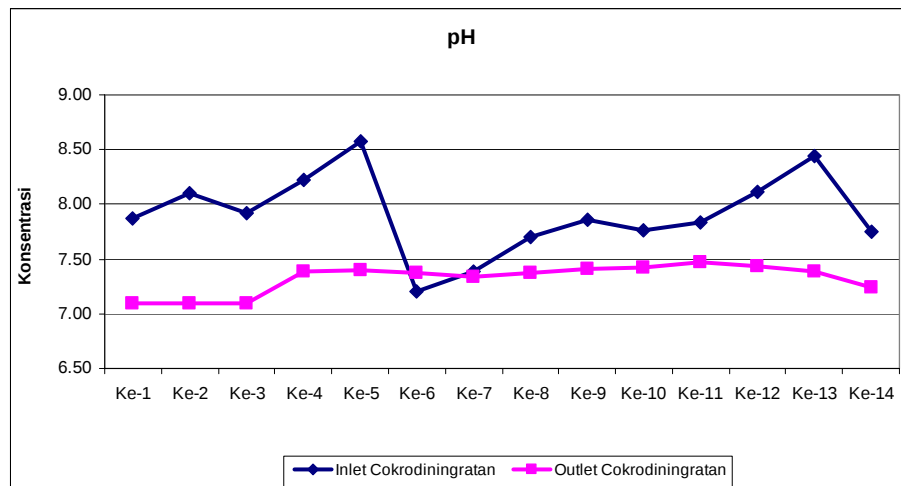
Hasil Uji Secara In Situ

1) pH (*Potential of Hydrogen*)

Tabel 51 Hasil pengujian pH air limbah di Cokrodiningratan.

pH		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	7.87	7.10
Ke-2	8.10	7.09
Ke-3	7.92	7.09
Ke-4	8.22	7.38
Ke-5	8.57	7.40
Ke-6	7.20	7.37
Ke-7	7.38	7.34
Ke-8	7.70	7.37
Ke-9	7.86	7.41
Ke-10	7.76	7.42
Ke-11	7.84	7.47
Ke-12	8.12	7.44
Ke-13	8.44	7.38
Ke-14	7.75	7.24

Sumber : data primer

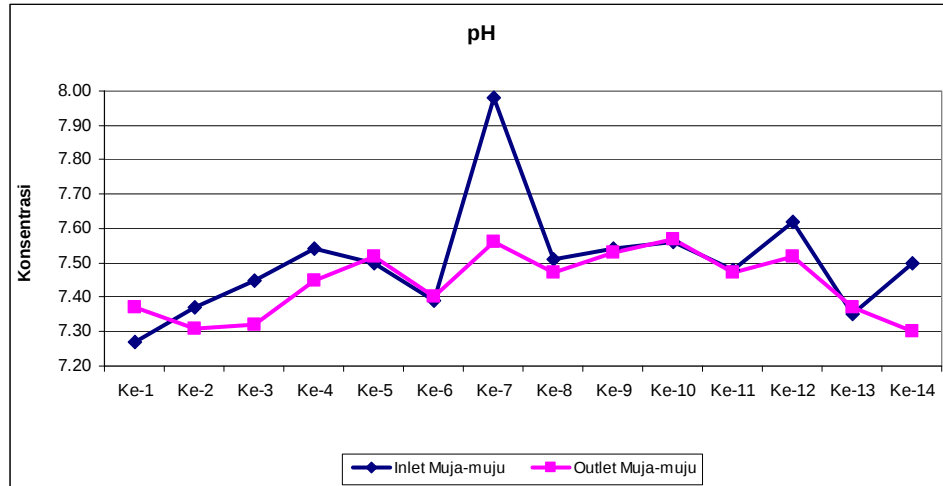


Gambar 1 Perbandingan Konsentrasi pH Inlet dan Outlet di Cokrodiningratan

Tabel 52 Hasil pengujian pH air limbah di Muja-muju.

pH		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	7.27	7.37
Ke-2	7.37	7.31
Ke-3	7.45	7.32
Ke-4	7.54	7.45
Ke-5	7.50	7.52
Ke-6	7.39	7.40
Ke-7	7.98	7.56
Ke-8	7.51	7.47
Ke-9	7.54	7.53
Ke-10	7.56	7.57
Ke-11	7.48	7.47
Ke-12	7.62	7.52
Ke-13	7.35	7.37
Ke-14	7.50	7.30

Sumber : data primer



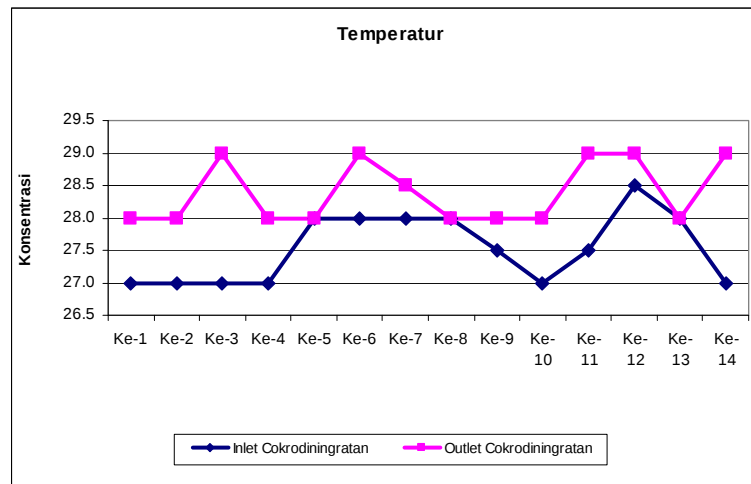
Gambar 2 Perbandingan Konsentrasi pH Inlet dan Outlet di Muja-muju.

2) Temperatur

Tabel 53 Hasil pengujian Temperatur air limbah di Cokrodingratan.

Temperatur (° C)		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	27	28
Ke-2	27	28
Ke-3	27	29
Ke-4	27	28
Ke-5	28	28
Ke-6	28	29
Ke-7	28	28.5
Ke-8	28	28
Ke-9	27.5	28
Ke-10	27	28
Ke-11	27.5	29
Ke-12	28.5	29
Ke-13	28	28
Ke-14	27	29

Sumber : data primer

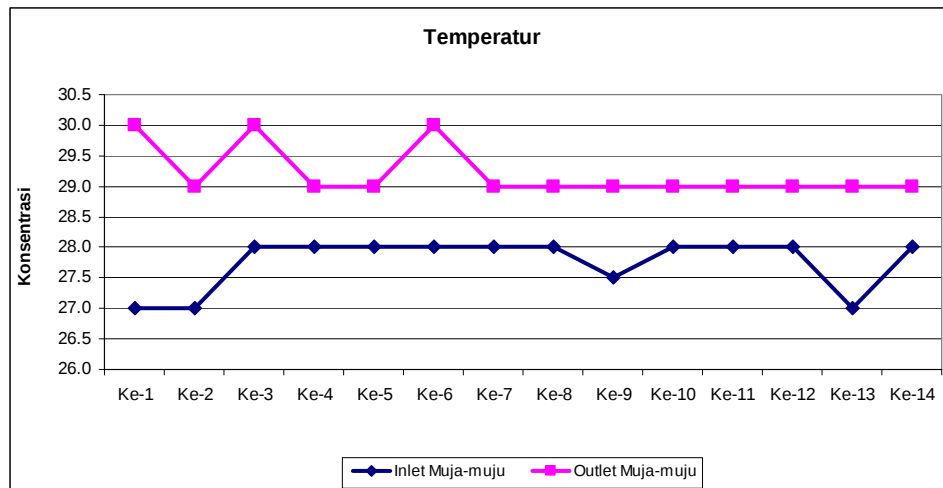


Gambar 3 Perbandingan Temperatur Inlet dan Outlet di Cokrodingratan

Tabel 54 Hasil pengujian temperatur air limbah di Muja-muju.

Temperatur		
Hari	Inlet	Outlet
Ke-1	27	30
Ke-2	27	29
Ke-3	28	30
Ke-4	28	29
Ke-5	28	29
Ke-6	28	30
Ke-7	28	29
Ke-8	28	29
Ke-9	27.5	29
Ke-10	28	29
Ke-11	28	29
Ke-12	28	29
Ke-13	27	29
Ke-14	28	29

Sumber : data primer



Gambar 4 Perbandingan Temperatur Inlet dan Outlet di Muja-muju.

Lampiran 6

Kuisisioner

Mohon diisi dengan jelas dan sejujur-jujurnya

A. Biodata penduduk

1. Nama :

2. Alamat :

.....

RT : RW :

3. Apakah anda penduduk asli wilayah ini?

a. Ya

b. Tidak, asal daerah dari

4. Berapakah jumlah anggota keluarga anda?

a. 2 orang

b. 3 orang

c. 4 orang

d. 5 orang

e. Lebih dari 5 orang

5. Sudah berapa lama anda tinggal di wilayah ini?

a. Kurang dari 1 tahun

b. 1 – 5 tahun

c. 5 – 10 tahun

d. 10 – 15 tahun

e. 15 – 20 tahun

f. Lebih dari 20 tahun

B. Tingkat sosial ekonomi

1. Pekerjaan

a. Pegawai Negeri Sipil

b. Karyawan Perusahaan

- c. Wiraswasta
- d. TNI/POLRI
- e.

2. Pendapatan per bulan

- a. Kurang dari Rp. 100.000
- b. Rp. 100.000 – 300.000
- c. Rp. 300.000 – 500.000
- d. Rp. 500.000 – 1.000.000
- e. Lebih dari Rp. 1.000.000

C. Pendidikan (terakhir)

- a. Tidak Sekolah
- b. TK
- c. SD
- d. SMP
- e. SMA/SMU/SMK
- f. Perguruan Tinggi

D. Status rumah dan fasilitas

- 1. Jumlah kamar mandi/WC :
- 2. Pemakaian rata-rata air bersih setiap harinya
 - a. Kurang dari 50 liter/hari
 - b. 50 – 100 liter/hari
 - c. 100 – 150 liter/hari
 - d. 150 – 200 liter/hari
 - e. Lebih dari 200 liter/hari
- 3. Dari mana sumber air bersih yang digunakan
 - a. Air sumur
 - b. PDAM
 - c. Air hujan
 - d. Air sungai

- e. Membeli

E. Fasilitas umum

1. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat fasilitas tempat ibadah?
 - a. Masjid/Mushola : Buah
 - b. Gereja : Buah
 - c. : Buah
2. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat fasilitas sekolah?
 - a. Play Group
 - b. TK
 - c. SD
 - d. SMP
 - e. SMA/SMU/SMK
 - f. Perguruan Tinggi
3. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat pabrik/industri?
 - a. Ada, industri/pabrik
 - b. Tidak
4. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat MCK umum?
 - a. Ada, Buah
 - b. Tidak
5. Apakah disekitar tempat tinggal anda terdapat fasilitas kesehatan?
 - a. Ada
 - b. Tidak
6. Penyakit yang sering/pernah diderita :

F. Jenis, bentuk, sifat limbah yang dibuang dari rumah

➤ Padat

1. Jenis sampah apa yang sering dihasilkan dari rumah anda?
 - a. Kertas
 - b. Plastik
 - c. Daun-daunan

- d. Sisa makanan
 - e.
2. Bila membuang sampah, wadah apa yang biasa digunakan?
- a. Tas plastik
 - b. Keranjang sampah
 - c. Karung
 - d. Tong sampah
 - e.
3. Berapa banyak jumlah sampah yang anda buang setiap harinya?
(berdasarkan wadah yang biasa digunakan / jawaban no. 2)
-

➤ **Cair**

1. Jenis limbah cair apa yang dihasilkan dari rumah anda? (bisa memilih lebih dari satu)
- a. Air mandi
 - b. Sisa minuman
 - c. Air cuci pakaian
 - d. Air WC
 - e. Dapur
 - f.
2. Dibuang kemana limbah yang dihasilkan dari rumah anda?
- a. Instalasi Pengolahan Air Limbah
 - b. Septic tank
 - c. Sungai
 - d.
3. Jika dibuang ke IPAL, air buangan dari mana saja yang dibuang ke IPAL tersebut? (bisa memilih lebih dari satu)
- a. Air mandi
 - b. Sisa minuman
 - c. Air cuci pakaian
 - d. Air WC

- e. Dapur
 - f.
4. Berapa kali sehari rata-rata keluarga anda buang air besar? (jumlah anggota keluarga dikalikan rata-rata buang air besar)
- a. Kurang dari 2 kali dalam sehari
 - b. 2 – 4 kali dalam sehari
 - c. 4 – 8 kali dalam sehari
 - d.kali dalam sehari

G. Persepsi/tanggapan masyarakat tentang adanya sistem pengolahan air buangan secara komunal yang dimanfaatkan biogasnya

1. Apakah anda mengetahui adanya IPAL komunal yang dimanfaatkan biogasnya di daerah anda?
 - a. Ya
 - b. Tidak
2. Apakah anda setuju dengan adanya IPAL komunal yang dimanfaatkan biogasnya di daerah anda?
 - a. Setuju
 - b. Tidak

Alasan

.....

3. Apakah anda termasuk pengguna biogas dari IPAL komunal yang dimanfaatkan biogasnya tersebut?
 - a. Ya
 - b. Tidak

4. Berapakah iuran yang anda untuk usaha perawatan IPAL komunal tersebut?

Jawab :

5. Apakah pernah ada masalah dengan adanya IPAL komunal yang dimanfaatkan biogasnya di daerah anda?

- a. Pernah
- b. Tidak

Jika pernah, masalah apa yang pernah ada?

Jawab :

Bagaimana cara warga untuk mengatasi masalah tersebut

Jawab :

6. Adakah pengelolaan IPAL komunal yang dimanfaatkan biogasnya di daerah anda?

- a. Ada
- b. Tidak

7. Apakah masyarakat terlibat dengan pengelolaan IPAL komunal yang dimanfaatkan biogasnya di daerah anda?

- a. Ya
- b. Tidak

Jika ya, berupa apa?.....

H. Tanggapan masyarakat tentang pemeliharaan sistem pengolahan air buangan secara komunal yang dimanfaatkan biogasnya

.....
.....

I. Harapan masyarakat kedepan tentang adanya sistem pengolahan air buangan secara komunal yang dimanfaatkan biogasnya

.....
.....

Wawancara Untuk Operator

- 1) Kapan instalasi biogas ini dibangun ?
- 2) Bahan baku apakah yang digunakan dalam proses pembentukan biogas ?
- 3) Apakah pernah ada masalah dengan kinerja reaktor biogas ?
- 4) Apabila bahan baku yang selama ini digunakan jumlahnya terbatas, apakah bisa digantikan oleh bahan baku yang lainnya agar reaktor biogas tetap berjalan ?
- 5) Dimanfaatkan untuk apa sajakah energi biogas tersebut ?
- 6) Berapa iuran yang dikeluarkan setiap bulannya apabila menggunakan energi biogas tersebut ?
- 7) Apakah pembangunan reaktor biogas berasal dari swadaya masyarakat, pemerintah ?
- 8) Berapa iuran setiap bulannya yang dikeluarkan untuk perawatan reaktor biogas ?

Wawancara Untuk Pengguna Biogas

- 1) Sudah berapa lama anda menggunakan biogas dari IPAL di wilayah anda ?
- 2) Kendala apa saja yang sering ditemui dalam pemanfaatan bioagas ?
- 3) Cara apa yang anda lakukan jika mendapat kendala tersebut ?
- 4) Sampai berapa lamakah biogas bisa menyala dalam satu hari ?
- 5) Selain menggunakan biogas, energi apa saja yang anda gunakan ?
- 6) Berapa kebutuhan energi selain biogas yang dibutuhkan dalam satu bulan ?
- 7) Apakah bisa biogas dijadikan sebagai energi alternatif pengganti energi yang biasa anda gunakan ?

Lampiran 7
SNI dan Standard Method

Lampiran 8
Perijinan Penelitian

Lampiran 9
Detailed Engineering Design