



TESIS- RE142541

**STUDI REPLIKASI IPAL *GREY WATER* TEPAT
GUNA BERBASIS SURABAYA *GREEN AND CLEAN***

SARAH INTAN PRATIWI
3312 201 017

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.,.SE.,MSC.,PhD

**PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



THESIS - RE142541

**REPLICATION STUDY ON WASTEWATER
TREATMENT TREATING GREYWATER FOR
SURABAYA GREEN AND CLEAN**

**SARAH INTAN PRATIWI
3312 201 017**

**SUPERVISOR
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.,SE.,MSC.,PhD**

**MASTER PROGRAM
ENVIRONMENTAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

Di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Sarah Intan Pratiwi

3312 201 017

Tanggal Ujian : 8 Januari 2015

Periode Wisuda : Maret 2015

Disetujui Oleh :



1. Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl., SE., MSc., PhD
NIP. 196601161997031001

(Pembimbing I)



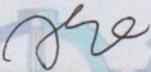
2. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MscES
NIP. 195408241984031001

(Penguji)



4. Dr. Ali Masduqi., ST., MT
NIP. 196801281994031003

(Penguji)



5. Alia Damayanti, ST., MT., PhD
NIP. 197702092003122001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Dr. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 196404051990021001

STUDI REPLIKASI IPAL *GREY WATER* TEPAT GUNA BERBASIS SURABAYA *GREEN AND CLEAN*

Nama Mahasiswa : Sarah Intan Pratiwi
NRP : 3312 201 017
Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., PhD

ABSTRAK

Surabaya *Green and Clean* (SGC) merupakan program kerja sama Pemerintah Kota Surabaya dengan pihak swasta dan media untuk mendorong tercapainya Kota Surabaya yang sehat, bersih, dan hijau. Sejak tahun 2010 sudah terdapat kampung juara SGC yang berinovasi membuat IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) untuk mengolah *grey water* dengan swadaya masyarakat. Namun belum semua kampung di Kota Surabaya memiliki IPAL *grey water* hasil swadaya masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi IPAL kampung juara SGC ditinjau dari aspek teknis, pengelola, biaya, dan peran serta masyarakat. Kemudian ditentukan mekanisme replikasi IPAL yang sesuai khususnya untuk permukiman padat di Kota Surabaya berdasarkan keempat aspek tersebut.

Penelitian ini melingkupi IPAL *grey water* hasil swadaya masyarakat di Kota Surabaya, kemudian akan diidentifikasi karakteristik teknologi IPAL di masing-masing wilayah berdasarkan aspek teknis, aspek pengelola, aspek biaya, dan aspek peran serta masyarakat. Kemudian dipilih salah satu lokasi yang belum memiliki IPAL sebagai contoh studi kasus dalam penelitian ini dan dilakukan identifikasi sesuai empat aspek tersebut. Pada penelitian ini data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan kuisioner. Pemilihan teknologi yang akan direplikasikan akan digunakan *Focus Group Discussion* (FGD).

Berdasarkan hasil analisa, teknologi IPAL yang digunakan adalah secara *attached growth biofilter*, debit air limbah 0,1-0,24 liter/detik, kapasitas pengolahan antara 1825-7500 liter, titik penyaluran 3-26 kran, nilai investasi antara Rp.2.950.000,- sampai Rp 12.000.000,-, dan Efisiensi removal TSS 12,5-96%, BOD 32-94%, dan COD 30-95%. Mekanisme replikasi antara lain mencari referensi teknologi IPAL berbasis Surabaya *Green and Clean*, memformulasikan gagasan antara lain penentuan lokasi, pemilihan teknologi, perumusan sumber dana, perumusan kendala dan masalah, pembentukan panitia pembangunan melalui pertemuan warga, mencari dukungan dan sumber dana, tahap pembangunan dan pengembangan IPAL dengan melibatkan masyarakat, dan dilakukan pemantauan dan evaluasi demi keberlanjutan IPAL.

Kata kunci : *Grey water*, IPAL, Surabaya *Green and Clean*.

REPLICATION STUDY ON WASTEWATER TREATMENT TREATING GREY WATER FOR SURABAYA GREEN AND CLEAN

Name : Sarah Intan Pratiwi
NRP : 3312 201 017
Supervisor : Ir. Eddy Setiadl Soedjono, Dipl. SE., M. Sc., PhD

ABSTRACT

Surabaya Green and Clean (SGC) is a partnership program between Surabaya government with private companies and the media to become Surabaya healthy, clean, and green. Since 2010, there have been areas that become the winners in the SGC competition that innovate to make WWTP (Waste Water Treatment Plant) to treat grey water with a non-governmental. However, there are areas in Surabaya City which didn't have a WWTP. The purpose of this study to identify the WWTP in SGC champion reviewed of technical aspects, management aspects, cost aspects, and public participation aspects. Then defined the mechanism of replication of appropriate WWTP especially for slum in the Surabaya City based of the fourth aspect.

This study consists of grey water WWTP non-governmental result in Surabaya, which will be identified characteristics of wastewater technology in each area based on the technical aspects, cost aspects, and public participation aspects. Then identified the location for replication based on fourth aspect. In this study, the primary data obtained through observation, interviews, and questionnaires. The selection of technology WWTP to be replicated will be used Focus Group Discussion (FGD).

Based on the analysis, wastewater treatment technology used is attached growth biofilte, discharge of waste water from 0.1 to 0.24 liters / sec, the processing capacity of 1825-7500 liters, 3-26 faucet distribution point, the value of investments between Rp.2.950. 000, - to Rp 12.000.000, -, and removal efficiency 12.5 to 96% TSS, 32-94% BOD, and 30-95% COD. Replication mechanism include lookig for WWTP teknologi based Surabaya Green and Clean, formulate the idea consists of determining the location, technology selection, financial, constraints and problem through community meeting (FGD), looking support for funding, the construction and development, and monitoring and evaluation in order to sustainability of WWTP.

Key word : Grey water, WWTP, Surabaya Green and Clean.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat, karunia, dan hidayahNya lah sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Tesis yang berjudul Studi Replikasi IPAL *Grey Water* Berbasis Surabaya *Green and Clean* yang disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan jenjang strata dua (S 2) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyelesaian tesis ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak terkait dalam pelaksanaan tesis. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., MSc., PhD., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Lingkungan dan Dosen pembimbing atas segala pengertian dan arahannya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MscES. selaku Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan tesis ini.
3. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST., MT., PhD. selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Lingkungan dan Dosen penguji yang telah dengan sabar memberikan arahan, masukan, kritik dan saran perbaikan.
4. Ibu Alia Damayanti, ST., MT., PhD. selaku Dosen penguji syang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan ehingga laporan tesis ini menjadi lebih baik.
5. Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST, MT, Ph.D. selaku Koordinator Tesis
6. Kung Sutanto, Bapak Fauzan, Ibu Herlina, Ibu Melik, dan para kader lingkungan yang tidak bias disebutkan satu persatu selaku nara sumber tesis atas informasi yang berkaitan dengan topic penelitian.
7. Keluarga di rumah, ayah dan ibu, Ir. Hamid Ahmad dan Ir Titien Suhermiation, kedua kakak laki-laki saya, Daud Mubarak Ahmad, ST dan Yahya Wisuda Nugraha Ahmad, ST., kedua kakak ipar saya Ghina Husnulnisha, S.Farm, Apt. dan Vidya Tika Pratiwi, ST, serta ketiga ponakan saya Virsyha Hasna Nabillah, Jazib Mubarak Ahmad, dan Dzakira Aftani

Nabilah yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang luar biasa baik moril atau pun materiil.

8. Laboran Teknik Lingkungan Bapak Edi yang telah banyak membantu dalam analisis kualitas air.
9. Sahabat dan rekan penulis terutama Siswanto Budi, Bang Wong Yen Yen, Didi, Indah, Annisa, Sasa, Louise, dan Lawer yang selalu membantu, memberikann semangat dan motivasi dalam pengerjaan tesis.
10. Teman-teman S2 yang tidak bias disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyelesaian tesis.
11. Teman-teman Geo-Enviro terutama Mbak Ayu Kumalla, Mbak Ika, Mbak Endah, Mas Jay, dan Mbak Nila yang selalu meberikan perhatian dan semangat dalam pengerjaan tesis.
12. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITS atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada kami dan Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna. Akhir kata, Penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat baik bagi Penulis sendiri maupun pembaca.

Surabaya Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

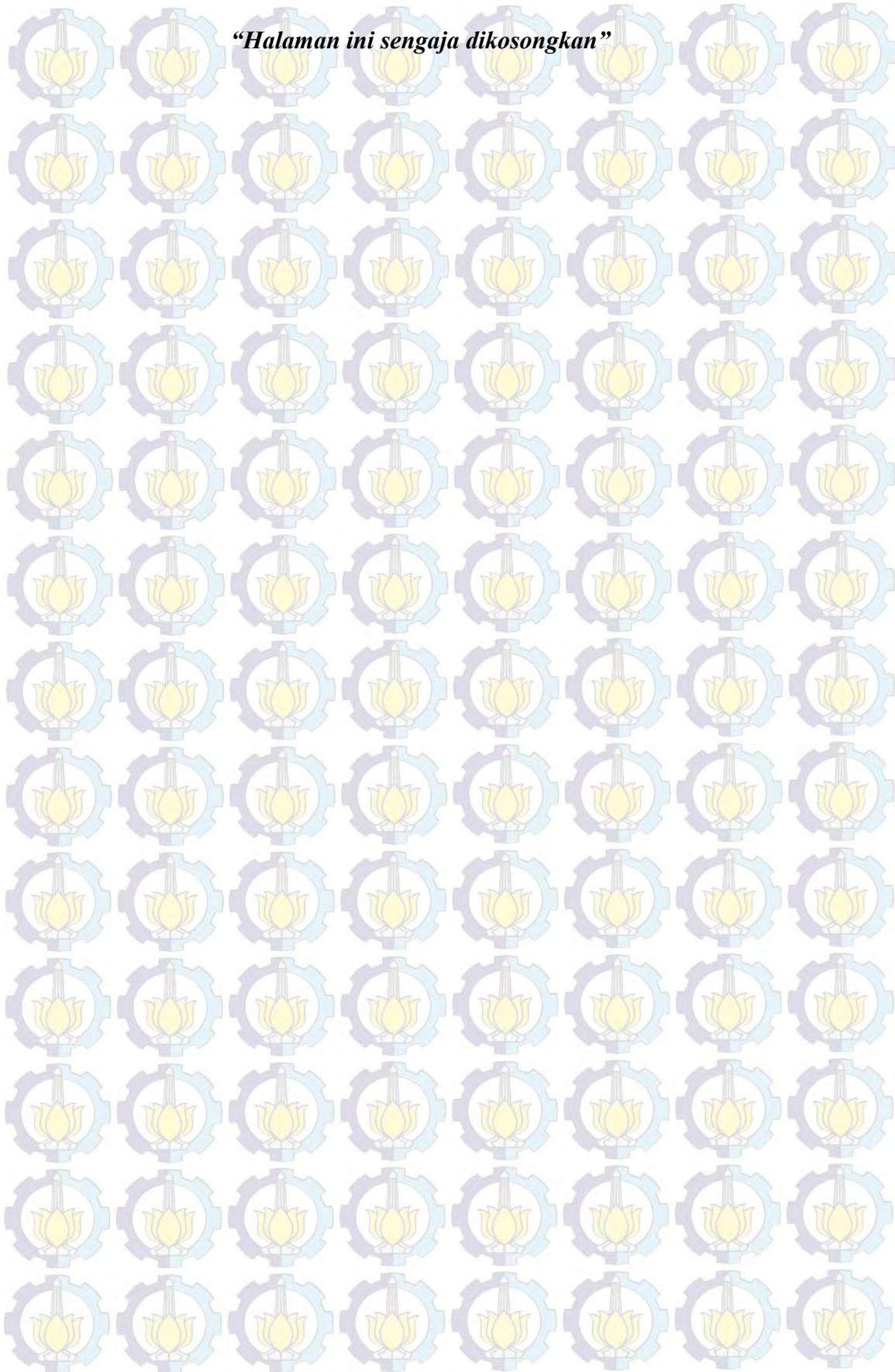
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 PELINGKUPAN.....	5
2.1 Pengertian Air Limbah Domestik	5
2.1.1 Karakteristik Air Limbah Domestik	7
2.1.2 Air Limbah Bekas Mandi, Cuci, Dapur (<i>Grey water</i>)	8
2.2 Pengelolaan Air Limbah Domestik.....	9
2.2.1 Pengumpulan Air Limbah Domestik	11
2.2.2 Pengolahan Air Limbah Domestik.....	12
2.2.3 Pembuangan Air Limbah Domestik.....	16
2.3 Teknologi Pengolah Air Limbah Permukiman	17
2.3.1 Desain IPAL Limbah Permukiman.....	23
2.3.2 Pemanfaatan Kembali (Reuse) Air Limbah <i>Grey Water</i>	25
2.4 Surabaya Green and Clean	26
2.4.1 Sejarah Surabaya Green and Clean	27
2.4.2 Penilaian Kejuaraan Surabaya Green and Clean.....	28
2.5 Pengertian Teknologi Tepat Guna (TTG).....	29
2.5.1 TTG Pengelolaan Air Limbah Rumah Tangga	30
2.6 Pengertian Replikasi	32
2.7 Focused Group Discussion	33
BAB 3 METODE PENELITIAN	35
3.1 Umum	35
3.2 Kerangka Metoda Penelitian.....	35
3.3 Lokasi Penelitian.....	37
3.4 Waktu dan Tahapan Penelitian	37
3.4.1 Tahap Persiapan.....	37
3.4.2 Tahap Pengumpulan	37

3.4.3	Tahap Analisis dan Pembahasan.....	38
3.4.3.1	Anaslisa Hasil Observasi dan Pengamatan.....	39
3.4.3.2	Focus Group Discussion (FGD).....	42
3.4.4	Mekanisme Replikasi.....	42
3.4.5	Kesimpulan dan Saran.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Teknologi IPAL <i>Grey Water</i> Berbasis Surabaya <i>Green and Clean</i>	43
4.1.1	IPAL <i>Grey Water</i> Bantuan CSR-PJB.....	44
4.1.2	IPAL <i>Grey Water</i> Swadaya Masyarakat.....	48
4.1.2.1	Analisa Aspek Teknis.....	49
4.1.2.2	Analisa Aspek Pengelola.....	71
4.1.2.3	Analisa Aspek Biaya.....	75
4.1.2.4	Analisa Aspek Peran Serta Masyarakat.....	76
4.2	Kriteria IPAL <i>Grey Water</i> Berbasis Surabaya <i>Green and Clean</i>	78
4.2.1	Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Teknis.....	79
4.2.2	Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Pengelola.....	80
4.2.3	Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Biaya.....	81
4.2.4	Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Peran Serta Masyarakat.....	82
4.2.5	Identifikasi Kelebihan dan Kekurangan IPAL.....	85
4.2.6	Pemilihan Teknologi IPAL <i>Grey Water</i>	85
4.3	Mekanisme Replikasi IPAL <i>Grey Water</i> Berbasis Surabaya <i>Green and Clean</i>	87
4.3.1	Pemilihan Kampung Tujuan Replikasi.....	87
4.3.2	Aspek Teknis.....	88
4.3.2.1	Perencanaan Teknologi IPAL <i>Grey Water</i> Terpilih.....	93
4.3.2.2	Perencanaan Penyaluran Limbah <i>Grey Water</i>	96
4.3.3	Aspek Biaya.....	99
4.3.3.1	Perhitungan Pengadaan Material dan Penyaluran Limbah ...	99
4.3.4	Aspek Pengelola.....	100
4.3.5	Aspek Peran Serta Masyarakat.....	100
4.3.5.1	Analisa Kondisi Sosial.....	101
4.3.6	Penentuan Mekanisme Replikasi IPAL Tepat Guna.....	103
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		107
5.1	Kesimpulan.....	107
5.2	Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA		109
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik	7
Tabel 2.2 Karakteristik <i>Grey Water</i> di Kota Surabaya	9
Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik	17
Tabel 2.4. Efisiensi Pengolahan Sistem DEWATS	24
Tabel 4.1 Daftar Kampung IPAL CSR-PJB Tahap 1	44
Tabel 4.2 Daftar Kampung IPAL CSR-PJB Tahap 2	46
Tabel 4.3 Efisiensi Removal APAL RW X Kelurahan Gundih.....	53
Tabel 4.4 Hasil Analisa <i>Effluent</i> IPAL Kelurahan Gundih.....	54
Tabel 4.5 Efisiensi Removal IPAL RT 3 RW VIII Kelurahan Gading	58
Tabel 4.6 Hasil Analisa <i>Effluent</i> IPAL Kelurahan Gading.....	58
Tabel 4.7 Efisiensi Removal IPAL RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat	62
Tabel 4.8 Hasil Analisa <i>Effluent</i> IPAL Kelurahan Babat Jerawat.....	62
Tabel 4.9 Efisiensi Removal IPAL RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari	66
Tabel 4.10 Hasil Analisa <i>Effluent</i> IPAL RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari	66
Tabel 4.11 Efisiensi Removal IPAL RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip.....	70
Tabel 4.12 Hasil Analisa <i>Effluent</i> IPAL Kelurahan Banyu Urip.....	71
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Contoh Air <i>Effluent</i> IPAL	77
Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Analisa Kualitas <i>Effluent</i> IPAL.....	79
Tabel 4.15 Efisiensi Removal IPAL <i>Grey Water</i> Surabaya <i>Green and Clean</i>	80
Tabel 4.16 Perbandingan Teknologi IPAL Swadaya Masyarakat	83
Tabel 4.17 Analisa Kelebihan dan Kekurangan Teknologi IPAL <i>Grey Water</i>	85
Tabel 4.18 Pemilihan IPAL <i>Grey Water</i> di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan	86
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Perencanaan Penyaluran Air Limbah.....	98
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Kedalaman Pipa	98
Tabel 4.21 Pembiayaan Pengadaan Material IPAL dan Penyaluran Air Limbah.....	99

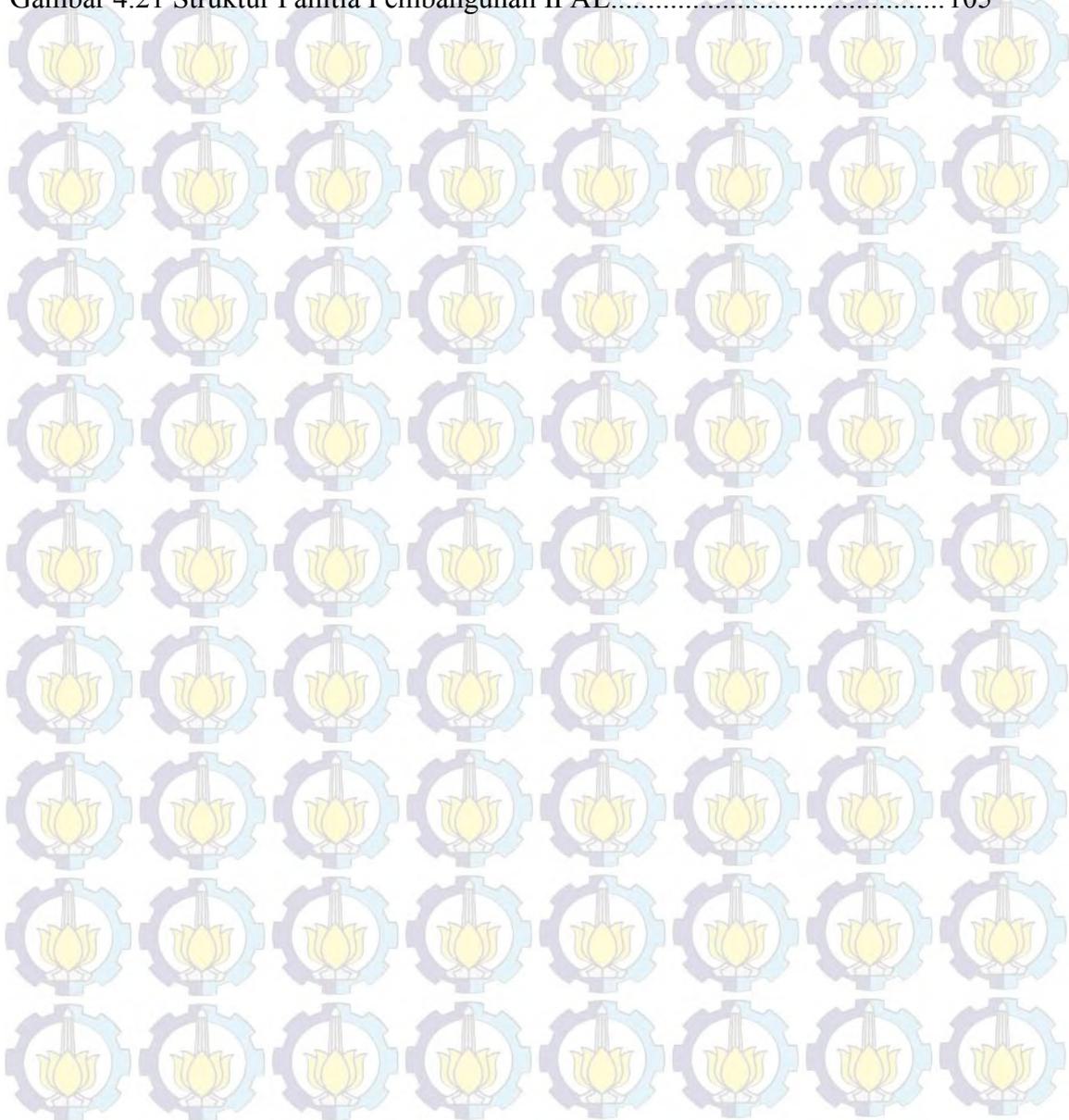
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Komposisi Air Limbah (Mara, 1975).....	5
Gambar 2.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Air Limbah Domestik	6
Gambar 2.3 Contoh Pengolahan Unit Filtrasi.....	19
Gambar 2.4 Contoh Pengolahan Anaerobic Baffled Reaktor	21
Gambar 2.5 Contoh Pengolahan Unit ABR+Filter	21
Gambar 2.6 Contoh Pengolahan Unit Constructed Wetland	23
Gambar 2.7 Sistem DEWATS Borda	23
Gambar 2.8 Desain IPAL Balai Teknologi Permukiman	24
Gambar 2.9 Desain IPAL BLH Provinsi Jawa Timur	25
Gambar 2.10 Bak Penampung Air Limbah.....	31
Gambar 2.11 Saluran Air Limbah ke Bak	28
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	36
Gambar 3.2. Konsep Analisa Penelitian	35
Gambar 4.1 Unit IPAL CSR Tahap 1	46
Gambar 4.2 Unit IPAL CSR Tahap 2	48
Gambar 4.3 Lokasi IPAL <i>Grey Water</i> Hasil Swadaya Masyarakat.....	49
Gambar 4.4 Unit APAL Kelurahan Gundih	50
Gambar 4.5 Skema Unit APAL Kelurahan Gundih.....	51
Gambar 4.6 Unit IPAL RT 3 RW VIII Kelurahan Gading.....	54
Gambar 4.7 Skema Unit IPAL Kelurahan Gading	55
Gambar 4.8 Unit IPAL RT 9 RW IX Kel.Babat Jerawat.....	59
Gambar 4.9 Skema IPAL Kelurahan Babat Jerawat.....	60
Gambar 4.10 Unit IPAL RT 02 RW I Kel.Kebonsari.....	63
Gambar 4.11 Skema Unit IPAL Kelurahan Kebonsari.....	64
Gambar 4.12 Unit IPAL RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip.....	67

Gambar 4.13 Skema Unit IPAL Kelurahan Banyu Urip	68
Gambar 4.14 Rata-rata Penggunaan Air Bersih per Bulan.....	87
Gambar 4.15 Kondisi Eksisting RT 1 RW I Kelurahan Pagesangan	87
Gambar 4.16 Kondisi Lahan untuk Pembangunan IPAL.....	89
Gambar 4.17 Lokasi Lahan untuk Pembangunan IPAL.....	90
Gambar 4.18 Skema Sistem Pengolahan Air Limbah Hasil Replikasi IPAL.....	91
Gambar 4.19 Skema Replikasi Unit IPAL <i>Grey Water</i>	94
Gambar 4.20 Struktur Kader Lingkungan RT 1 RW 1 Kel.Pagesangan.....	100
Gambar 4.21 Struktur Panitia Pembangunan IPAL.....	105



DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman.(2013).”Pengertian Teknologi Tepat Guna (TTG)”.
<http://teknotepatguna.blogspot.com/2013/09/pengertian-teknologi-tepat-guna-ttg.html>. 23 Maret 2014.

Anonim.(2012). “Apa Itu Teknologi Tepat Guna”. <http://himaka-amaliatul.blogspot.com/2012/02/apa-itu-teknologi-tepat-guna.html>. 23 Maret 2014.

Anonim.(2014).”Replikasi dan Kesadaran Daerah Mendukung Program PAMSIMAS”.http://www.ampl.or.id/read_article/replikasi-dan-kesadaran-daerah-mendukung-program-pamsimas/408. 11 Juni 2014.

Anonim.(2009).”Sistem Penyaluran Air Limbah dan Drainase”, Bahan kuliah: Rekayasa Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan, ITB, Bandung.

Beal,C.D., Rassam,D.W., Gardner,E.A., Kirchof,G., Menzies,N.W., (2008).”Influence of Hydraulic Loading and Effluent Flux on Surface Surcharging in Soil Absorption Systems, *J. Hydrolic Engineering*, Vol.13, No.8, hal.681-692.

Bevilacqua dan Braglia. (2000). *The Analytic Hierarchy Process Applied To Maintenance Strategy Selection*. *Journal Reliability and System Safety* 71-83.

Carden, K., Armitage, N., Winter, K., Sichone, O., Rivett, U., Kahonde, J. (2007). *The use and disposal of grey water in the non-sewered areas of South Africa: part 1e quantifying the grey water generated and assessing its quality*. *Water SA*33 (4), 425e432.

Dalahmeh,S.S., Pell,M., Hylander,L.D., Lalander,C., Vinneras,B., Jonsson,H. (2013). “Effects of Changing Hydraulic and Organic Loading Rates on Pollutant Reduction in Bark, Charcoal, and Sand Filtrs Treating Greywater”, *Journal of Envi. Management*, Vol.132, No.7, hal.338-345.

do Cuoto, E.A., Calijuri, M.L., Assemany, P.P., Santiago, A.F., Lopes, L.S. (2014). “Greywater Treatment in Airports Using Anaerobic Filter Followed

- by UV Disinfection: an Efficient and Low Cost Alternative”, *Journal of Cleaner Production*, Vol.30, hal.1-8.
- Elmitwalli,T.A. dan Otterpohl,R. (2007). “Anaerobic Biodegradability and Treatment of Grey Water in Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactor”, *Water Res.* Vol.41, hal.1379-1387.
- Fakhrizal.(2004).Mewaspadai Bahaya Limbah Domestik di Kali Mas. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah.
- Fatnasari, H. (2010), *Strategi Pengelolaan Air Limbah Permukiman di Bantaran Kali Surabaya*, Tesis MMT,, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Foxon,K.M., Pillay,S., Lalbahadur,T., Rodda,N., Holder,F., Buckley,C.A. (2007).”The Anaerobic Baffled Reactor (ABR) : An Appropriate Technology for on-site Sanitation”, *Water SA*, Vol.30, No.5, hal.44-50.
- Ghunmi, A.L., Zeeman,G., van Lier, J., Fayyed, M. (2008). “Quantitative and Qualitative Characteristics of Grey Water for Reuse Requirements and Treatment Alternatives: The Case of Jordan”, *Water Science Technology*, Vol.58, No.7, hal.1385-1396.
- Gross,A., Shmueli,O., Ronen,Z., Raveh,E. (2007). “Recycled Vertical Flow Constructed Wetland (RVFCW)-a Novel Method of Recycling Greywater for Irrigation in Small Communities”, *Chemosphere*, Vol.66, No.5, hal.916-923.
- Hernandez Leal,L., Temmink,H., Zeeman,G.,Buisman,C.J.N. (2011). “Characterization and Anaerobic Biodegradability of Grey Water”, *Desalination*, Vol.270, hal.111-115.
- Hwang, J dan Syamsudin. (2009). *The Application of AHP Model to Guide Decision Makers: A Case Study of E-Banking Security*. International Conference on Computer Sciences and Convergence information Technology.
- Jamrah, A., Al-Futaisi, A., Prathapar, S., Harrasi, A.A. (2008). “Evaluating Greywater Reuse Potential for Sustainable Water Resources Management in Oman”, *Environment Monitory Assessment*, Vol.137, No.1-3, hal.315-327.

Kariuki, F.W., Ngángá, V.G., Kotut, K. (2012). “Hydrochemical Characteristics, Plant Nutrients and Metals In Household Greywater and Soils in Homa Bay Town”, *Open Environmental Engineering*, Vol.J, No.5, hal.103-109.

Katukiza, A.Y., Ronteltap, M., Niwagaba, C., Kansiiime, F., Lens, P.N.L. (2010). “Selection of Sustainable Sanitation Technologies for Urban Slums E A Case of Bwaise Iii in Kampala, Uganda, *Science Total Environmental*, Vol.409, No.1, hal.52-62.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. *Pedoman Status Penentuan Mutu Air*.

Kulabako, N.R., Ssonko, N.K.M., Kinobe, J. (2011). “Greywater Characteristics and Reuse in Tower Gardens in Peri-urban Areas Experiences of Kawaala, Kampala, Uganda”, *Open Environmental Engineering*, Vol.J, No.4, hal.147-154.

Kusumawardani, D. (2010). *Valuasi Ekonomi Air Bersih di Surabaya*. UGM: Yogyakarta.

Lalander, C., Dalahmeh, S., Jönsson, H., Vinnerås, B. (2013). “Hygienic Quality of Artificial Greywater Subjected to Aerobic Treatment: a Comparison of Three Filter Media at Increasing Organic Loading Rates”, *Environ. Technol.*, Vol.34, No.18, hal.2657-2662.

Langergraber, G. dan Muellegger, E. (2005), “Ecological Sanitation-a Way to Solve Global Sanitation Problem”, *Environmental International*, Vol.31, hal.433-444

Lesjean, B. dan Gnirs, R. (2006). “Grey Water Treatment with a Membrane Bioreactor Operated at Low SRT and Low HRT”, *Desalination*, Vol.199, hal.432-434

Leverenz, H.L., Tchobanoglous, G., Darby, J.L. (2009). “Clogging in intermittently dosed sand filters used for wastewater treatment”, *Water Resistant*. Vol.43, No.3, hal.695-705.

Li, Z., Gulyas, H., Jahn, M., Gajurel, D.R., Otterpohl, R. (2003). “Greywater Treatment by Constructed Wetland in Combination with TiO₂-based Photocatalytic Oxidation for Suburban and Rural Areas without Sewer System”, *Water Sci. Technol*, Vol.48, No.11, hal.101-106.

Li,F., Wichman,K., Otterpohl,R.(2009). “Review of The Technological Approaches for Grey Water Treatment and Reuses”, *Sci. Total Environ*, Vol.407, hal.3439-3449.

Mara,D.(1975).*Pengolahan Air Limbah di Daerah Beriklim Panas*. John Wiley dan Sonc Inc.Scotland.

March,J.G., Gual,M., Orozco,F. (2004). “Experiences on Greywater Re-use for Toilet Flushing in a Hotel (Mallorca Island, Spain)”, *Desalination*, Vol.164, No.3, hal.241-247.

Metcalf

Munaf, D.R., Suseno, T., Janu, R.I., Badar, A.M. 2013. Peran Teknologi Tepat Guna untuk Masyarakat Daerah Perbatasan. Riau.

Nasional news viva comp.news red (2009).Air PDAM Surabaya Tercemar.Purnomo Siswanto.
<http://nasional.news.viva.co.id/news/read/114613-air-pdam-surabaya-tercemar>. 4 Oktober 2014.

Novotny, V dan Olem, H. (1993). “Water Quality : Prevention, Identification and Management of Difuse Pollution”.

Nyenje, P.M., Foppen, J.W., Uhlenbrook, S., Kulabako, R., Muwanga, A. (2010). *Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa: a review*. *Sci. Total Environ*. 408 (3), 447e455.

Peraturan Daerah Jawa Timur No. 2 Tahun (2008). *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa timur*

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun (2010). *Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*

Pidou,M., Avery,L., Stenphenson,T., Jeffrey,P., Parsons,S.A., Liu,S., Memon,F.A., Jefferson,B. (2008). “Chemical Solutions for Greywater Recycling”. *Chemosphere*, Vol.71, hal.147-155.

Rodgers,M., Healy,M.G., Mulqueen,J. (2005).”Organic Carbon Removal and Nitrification of High Strength Wastewaters Using Stratified Sand Filters”, *Water Res*. Vol.39, No.14, hal.3279-3286.

Suswati, A., dan Wibisono, G. (2013). Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*). JTS-Universitas Merdeka : Malang

Wang, Ching Yu dan Jhen Bi Wang. (2010). *Analysis and Evaluation of Taiwan Water Shortage Factors and Solution Strategies*. Asian Social Science vol 6. Taiwan.

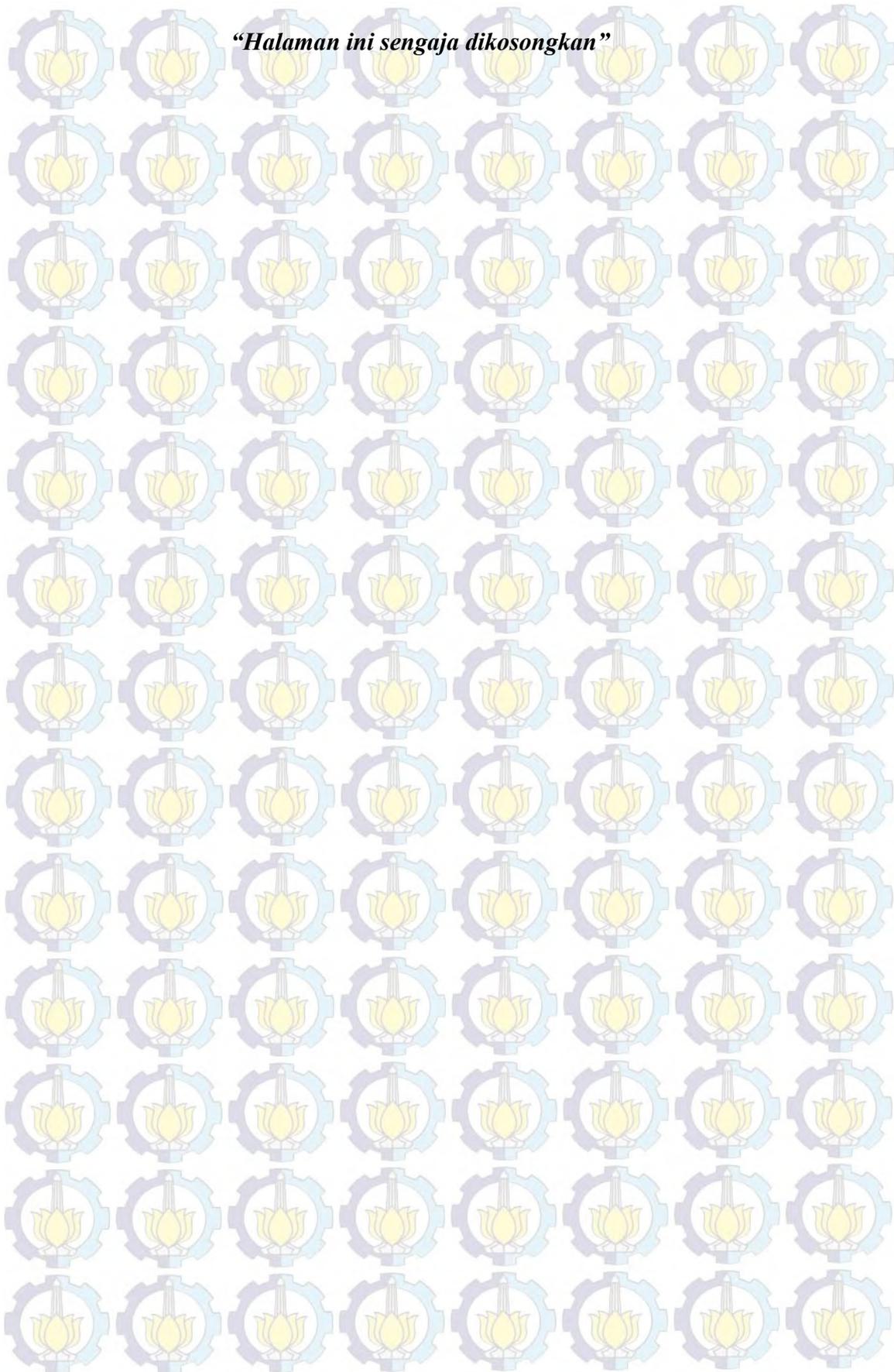
Wang, Ching Yu dan Jhen Bi Wang. (2010). *Analysis and Evaluation of Taiwan Water Shortage Factors and Solution Strategies*. Asian Social Science vol 6. Taiwan.

Wibiwo, Juli. (2008). Strategi *Peningkatan Sanitasi Lingkungan Permukiman di Bantaran Sungai Daerah Rawa Kabupaten Hulu Sungai Selatan*. JTL-ITS. Surabaya.

Widianti,D. dan Handajani,M. (2010).”Studi Karakteristik Greywater untuk Melihat Potensi Pemanfaatan Greywater Di Kota Bandung”.FTSL-ITB.Bandung.

Wilson,J., Boutilier,L., Jamieson,R., Havard,P., Lake,C. (2011). “Effects of Hydraulic Loading Rate and Filter Length on The Performance of Lateral Flow Sand Filters for on-site Wastewater Treatment. *J. Hydrol. Eng.* Vol.16, No.8, hal.639-649.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BIODATA PENULIS



Penulis bernama Sarah Intan Pratiwi, lahir di Jember pada tanggal 19 Desember 1989. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Hamid Ahmad dan Titien Suhermatien. Pendidikan formal ditempuh di TK Dharma Indria 2, SDN Jember Lor I, SMPN 2 Jember, SMAN 1 Jember. Kemudian diterima masuk di perguruan tinggi melalui jalur SPMB di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di program studi Teknik Lingkungan angkatan 2008. Lulus jenjang strata 1 Teknik Lingkungan ITS pada tahun 2012, kemudian penulis melanjutkan pendidikan strata 2 Program Studi Teknik Lingkungan ITS tahun 2012. Penulis mengambil bidang sanitasi dalam penelitian studi replikasi Instalasi Pengolahan Air Limbah *Grey Water* hasil swadaya masyarakat pada penyelesaian tesis. Penulis dapat dihubungi di *e-mail* sarah.intanpratiwi@yahoo.com. Alamat rumah JL Karangsetra No.15 Jember.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya sebagai Ibukota Provinsi Jawa Timur merupakan kota metropolitan terbesar kedua di Indonesia. Berbagai kegiatan yang ada di dalamnya cenderung menimbulkan pencemaran baik di tanah, udara, maupun air. Pencemaran tersebut terjadi dikarenakan aktivitas penduduk di Kota Surabaya yang tidak *green oriented* dan kurangnya kesadaran warga untuk menjaga lingkungannya. Beberapa masalah lingkungan yang pernah ada di Kota Surabaya antara lain banjir, sampah, polusi udara, dan pencemaran sungai. Pada umumnya di Kota Surabaya, limbah rumah tangga seperti *grey water* langsung dibuang menuju badan air atau saluran drainase yang ada di depan rumah tanpa diolah terlebih dahulu. Bahkan berdasarkan kajian dari Perum Jasa Tirta tahun 2000 di Kali Surabaya, sumber pencemaran terbesar sekitar 87 % berasal dari limbah cair domestik dan sisanya 13 % dari limbah cair industri (Fakhrizal, 2004). Apabila permasalahan tersebut tidak segera diatasi dapat menambah beban pencemaran bagi sungai-sungai di Kota Surabaya dan dalam jangka panjang dapat berakibat negatif bagi kesehatan masyarakat.

Guna mencegah pencemaran terhadap lingkungan yang lebih parah, perlu adanya peningkatan kesadaran masyarakat untuk menjaga dan melestarikan lingkungan. Berbagai cara telah ditempuh oleh Pemerintah Kota Surabaya untuk mewujudkan masyarakat di Kota Surabaya peduli terhadap lingkungan. Salah satunya dengan mengadakan kegiatan lingkungan seperti Merdeka Dari Sampah (MDS) dan Surabaya *Green and Clean* (SGC). Kedua kegiatan ini berupa kompetisi kebersihan lingkungan yang diikuti RT dan RW di seluruh wilayah Kota Surabaya. MDS merupakan kompetisi yang lebih fokus pada penghijauan dan pengelolaan sampah oleh masyarakat. Sedangkan kompetisi SGC penilaiannya lebih kompleks dimulai dari penghijauan, pengolahan sampah, hingga pengolahan limbah rumah tangga dalam hal ini yaitu *grey water*. Salah satu syarat peserta kompetisi SGC adalah sudah mengikuti MDS terlebih dahulu.

Kompetisi SGC dimulai pada tahun 2005 yang merupakan salah satu program hasil kerja sama antara Pemerintah Kota Surabaya, pihak swasta, dan media guna mendorong tercapainya Kota Surabaya yang sehat, hijau, dan bersih. Tujuan diadakan program ini adalah untuk menjadikan Kota Surabaya sebagai pelopor kota terdepan dalam terobosan baru di bidang lingkungan. Keprihatinan masyarakat terhadap permasalahan lingkungan yang ada seperti pola hidup masyarakat yang tidak ramah lingkungan menjadi awal dari adanya kegiatan SGC ini. Program SGC juga merupakan salah satu bentuk strategi sosialisasi, edukasi, dan apresiasi kepada masyarakat demi peningkatan kualitas lingkungan. Program SGC juga digunakan sebagai ajang kompetisi di bidang kebersihan, penghijauan, dan kesehatan antar kampung di Kota Surabaya. Diharapkan kegiatan SGC ini dapat menumbuhkan kesadaran setiap warga untuk menciptakan rumah tinggal dan lingkungan yang hijau, bersih, dan sehat.

Guna meminimalisasi pencemaran badan air oleh limbah rumah tangga di Kota Surabaya dapat dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal di setiap permukiman (Perdana, 2007). Diperlukan penerapan strategi yang tepat agar pengolahan air limbah rumah tangga lebih efektif. Namun realita yang sedang dihadapi oleh Pemerintah Kota Surabaya saat ini adalah masih terdapat aset fasilitas pengolahan air limbah yang belum dikelola dengan baik dan belum terakomodirnya pembiayaan penyelenggaraan pengolahan air limbah. Terbatasnya anggaran daerah menyebabkan tidak semua wilayah mendapat fasilitas pengolahan air limbah. Bahkan IPAL yang pernah dibangun sudah tidak berfungsi dan ada yang dirusak warga untuk dibangun jalan karena dianggap tidak bermanfaat dan mengganggu aktifitas warga. Permasalahan ini dapat diatasi dengan peningkatan swadaya masyarakat untuk pengolahan air limbah rumah tangga melalui pendampingan untuk berinovasi dalam pengelolaan lingkungan..

Surabaya *Green and Clean* yang menjadi acara tahunan di Kota Surabaya hingga kini sudah banyak menghasilkan kampung-kampung juara. Kampung yang dahulu kotor dan kumuh, kini berubah menjadi kampung hijau, bersih, dan sehat. Selain itu juga sudah terdapat kampung yang berinovasi untuk membuat pengolahan air limbah dalam hal ini *grey water*, dimana pengolahan air limbah tersebut dibuat oleh hasil swadaya masyarakat. Selain itu, pihak swasta juga turut

andil dalam acara tahunan itu sebagai bentuk komitmen *Corporate Social Responsibility* (CSR) baik bantuan berupa bentuk fisik bangunan IPAL atau pun bantuan berupa uang. Adanya IPAL dirasa sangat bermanfaat bagi lingkungan dan masyarakat yaitu untuk mengurangi pencemaran badan air, penyiraman tanaman, pembasahan lingkungan saat kemarau, dan terutama mengurangi biaya penggunaan PDAM. Sehingga IPAL dapat dirasa lebih tepat guna karena masyarakat dapat menerima banyak manfaat dari hasil pengolahan air limbah tersebut.

Namun di Kota Surabaya masih banyak ditemukan kampung yang belum berinovasi dalam pengolahan limbah *grey water*. Studi ini dibutuhkan untuk mengkaji lebih dalam terhadap berbagai teknologi pengolahan limbah *grey water* yang sudah ada di beberapa kampung juara SGC di Kota Surabaya. Dari hasil kajian tersebut kemudian direplikasikan kepada kampung yang belum memiliki IPAL melalui swadaya masyarakat. Teknologi yang dipilih disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan masyarakat di lokasi replikasi. Sehingga diharapkan dengan adanya IPAL komunal dengan hasil swadaya masyarakat ini dapat memberikan manfaat besar khususnya bagi lokasi replikasi IPAL dan umumnya dapat membantu mengatasi permasalahan limbah *grey water* yang berasal dari permukiman di Kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana kriteria IPAL *grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean* jika ditinjau dari aspek teknis, aspek pengelola, aspek biaya, dan aspek peran serta masyarakat?
2. Bagaimana mekanisme replikasi IPAL *grey water* yang sesuai dengan kondisi permukiman padat di Kota Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengidentifikasi kriteria IPAL *grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean* jika ditinjau dari aspek teknis, aspek pengelola, aspek biaya, dan aspek peran serta masyarakat.
2. Menentukan mekanisme replikasi IPAL *grey water* yang sesuai dengan kondisi permukiman padat di Kota Surabaya.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga Desember 2014.
2. Identifikasi IPAL sederhana yang dikaji adalah:
 - IPAL swadaya masyarakat
3. Lokasi penelitian berada di Kota Surabaya khususnya kampung juara dalam Surabaya *Green and clean*.
4. Limbah domestik yang diolah IPAL hanya *grey water*.
5. Identifikasi IPAL meliputi aspek teknis, aspek pengelola, aspek biaya, dan aspek peran serta masyarakat.

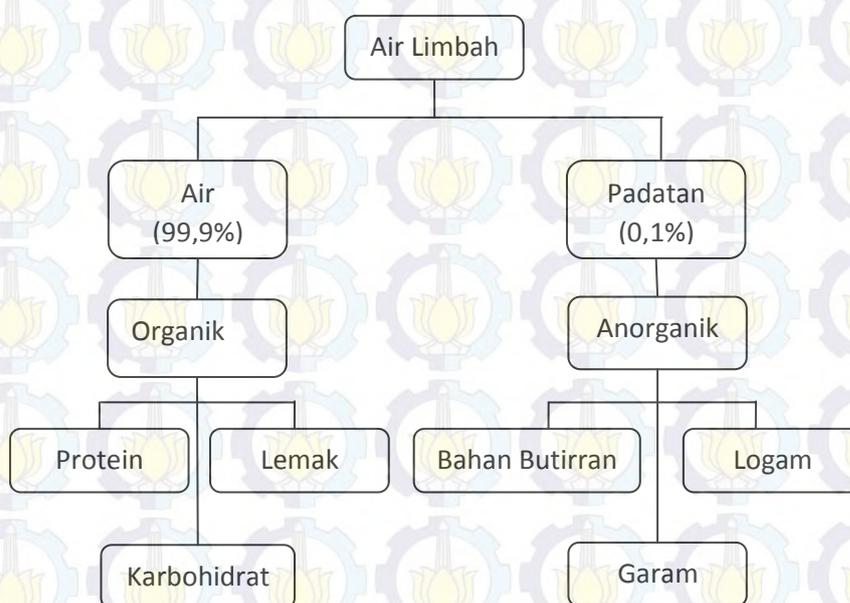
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memperoleh informasi tentang IPAL tepat guna untuk menyelesaikan permasalahan sanitasi perkotaan padat terutama pengolahan limbah *grey water* khususnya bagi permukiman padat di Kota Surabaya. Selain itu dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya dalam penyelesaian permasalahan sanitasi lingkungan terutama air limbah *grey water*.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Limbah Domestik

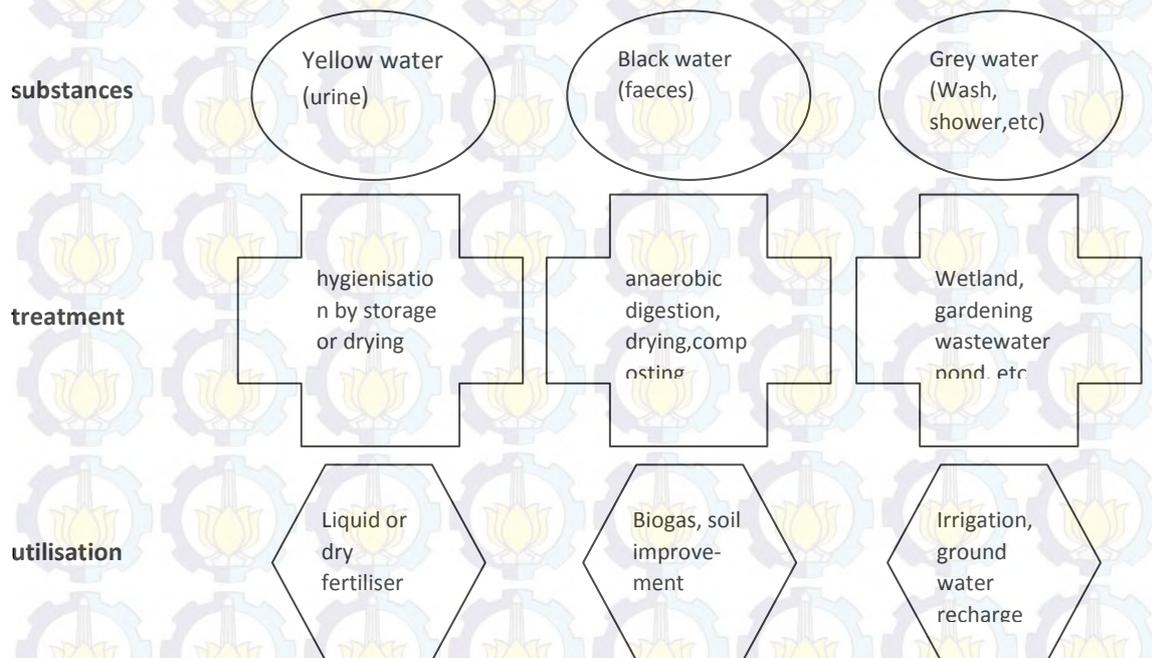
Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari bekas kegiatan/aktivitas manusia di rumah tangga, perumahan, rumah susun, apartemen, perkantoran, rumah sakit, mall, pasar swalayan, hotel, industri, sekolah, dan lainnya. Di daerah beriklim tropis, air limbah dapat segera kehilangan kandungan oksigen terlarutnya (*dissolved oxygen*) sehingga menjadi *septic* (busuk). Air limbah *septic* mempunyai bau yang sangat menyengat karena adanya kandungan hidrogen sulfida (Mara, 1975). Komposisi air limbah dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Komposisi Air Limbah (Mara, 1975)

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 tahun 2003, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Di Indonesia, air limbah domestik termasuk salah satu permasalahan sanitasi yang saat ini menjadi sorotan pemerintah disamping permasalahan sampah, drainase,

dan penyediaan air bersih. Dilihat dari sumbernya, air limbah domestik terdiri atas tiga, yaitu *black water*, *grey water*, dan *yellow water*. Limbah *black water* bersumber dari toilet/ kakus, limbah *grey water* bersumber dari mandi, cuci, dan dapur, dan limbah *yellow water* bersumber dari *urine*. Air limbah domestik dianggap sebagai permasalahan lingkungan karena secara tidak langsung air limbah domestik tanpa pengolahan dapat mencemari tanah, air tanah, sungai, danau, dan laut. Jika air limbah domestik diolah terlebih dahulu maka dapat mendatangkan banyak manfaat bahkan dapat mendatangkan nilai ekonomis. Seperti hasil pengolahan limbah *black water* dapat berupa biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak. Hasil pengolahan air limbah *grey water* dapat dimanfaatkan kembali untuk irigasi, menyirami tanaman, mencuci kendaraan bermotor, dan lain sebagainya. Sehingga dapat menghemat penggunaan air bersih dan dapat menjaga kelestarian lingkungan (Langergraber dan Muellegger, 2005). Adapun pengolahan dan pemanfaatan air limbah domestik dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Air Limbah Domestik

Di Indonesia, sumber air limbah terdiri atas dua yaitu *black water* dan *grey water* dimana tidak adanya pemisahan limbah *yellow water* atau *urine* karena pada umumnya *urine* bercampur dengan limbah dari kamar mandi atau dari limbah toilet. Di negara berkembang seperti Indonesia, sistem sanitasi konvensional untuk pembuangan limbah *black water* masih didominasi oleh jamban. Penggunaan jamban bukan merupakan alternatif pembuangan limbah yang baik karena memiliki banyak kelemahan. Kelemahan jamban antara lain menimbulkan pencemaran tanah dan air tanah, bau, runtuhnya lubang, dan banyak nyamuk/ lalat. Hal tersebut pasti akan menyebabkan penurunan tingkat kesehatan masyarakat (Esrey et al., 2001; Werner et al., 2004). Selain itu, untuk permasalahan air limbah *grey water* khususnya saluran pembuangan limbah cair *grey water* bercampur dengan saluran drainase. Sistem seperti ini pasti akan menimbulkan pencemaran jika limbah cair tidak melalui pengolahan terlebih dahulu (Wilderer, 2001; Letting et al., 2001).

2.1.1 Karakteristik Air Limbah Domestik

Berdasarkan komposisi dan jenis zat tersuspensi yang terkandung di dalam air limbah, pencemar air limbah domestik dominan berupa bahan organik yang bersifat organobiologis. Sebagian besar mengandung padatan tersuspensi baik berukuran besar, sedang, maupun kecil, partikel koloid maupun terlarut, senyawa kimia (sabun dan detergen), minyak dan lemak. Karakteristik air limbah domestik dapat bervariasi sesuai dengan kondisi lokal masing-masing daerah, waktu aktivitas (jam, hari, minggu, musim), tipe penyaluran (terpisah atau kombinasi), kebiasaan, budaya, dan gaya hidup masyarakat. Tabel 2.1 berikut memperlihatkan karakteristik air limbah domestik.

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik

Parameter	Air Limbah Domestik
BOD	100-300 mg/l
COD	160-500 mg/l
Total Solid (Padatan total)	200-1000 mg/l
Suspended Solid (Padatan Tersuspensi)	100-500 mg/l

Parameter	Air Limbah Domestik
Dissolved Solid (Padatan Terlarut)	100-500 mg/l
Nitrogen Total	5-86 mg/l
Phosphor Total	2-10 mg/l
Logam Berat	0 mg/l
Minyak dan Lemak	0-40 mg/l

Sumber : Wisjnuprpto, 2007

2.1.2 Air Limbah Bekas Mandi, Cuci, Dapur (*Grey Water*)

Limbah *grey water* merupakan salah satu air limbah domestik yang bersumber dari air bekas cuci, mandi, dan dapur. Di lingkungan pemukiman kumuh, produksi limbah domestik mencapai 65-90 %. *Grey water* pada umumnya langsung dibuang ke badan air tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu (Kulabako *et al.*, 2011; Ghunmi *et al.*, 2008; Jamrah *et al.*, 2008; Carden *et al.*, 2007a; Kariuki *et al.*, 2012; Katukiza *et al.*, 2014). *Grey water* berasal dari 82 % dari total penggunaan air bersih, dimana 56 % berasal dari air bekas mandi, 28-33 % dari dapur, 6-9 % dari air bekas cuci, dan 5-7 % dari wastafel (Jamrah *et al.*, 2008). Masuknya limbah domestik ke dalam badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menimbulkan pencemaran oleh polutan, eutrofikasi di permukaan air, dan salinitas tanah. Total Suspended Solids (TSS) yang melebihi baku mutu pada *grey water* akan menyebabkan sedimentasi, sehingga dapat mengurangi kapasitas daya tampung dari sungai (Leverenz *et al.*, 2009).

Karakteristik *grey water* pada umumnya banyak mengandung unsur nitrogen, fosfat, dan potasium yang merupakan nutrisi bagi tumbuhan. Jika *grey water* dialirkan begitu saja ke badan air permukaan maka akan menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi adalah sebuah peristiwa dimana badan air menjadi kaya akan materi organik, sehingga menyebabkan pertumbuhan ganggang yang pesat pada permukaan badan air. Peristiwa eutrofikasi dapat menurunkan kualitas badan air permukaan karena dapat menurunkan kadar oksigen terlarut. Sebagai akibatnya, makhluk hidup air yang hidup di badan air tersebut tidak dapat tumbuh

dengan baik atau mungkin mati (Widianti dan Handajani, 2010). Karakteristik air limbah *grey water* di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristik *Grey Water* di Kota Surabaya

Parameter	Air Limbah Domestik
COD	330 mg/l
Total Solid (Padatan total)	1585 mg/l
NO ₃ ⁻	1,9 mg/l
PO ₄ -P	2,1 mg/l
Logam Berat	0 mg/l
Minyak dan Lemak	0 mg/l

Sumber: Januarti dan Dwirinti, 2005

2.2 Pengelolaan Air Limbah Domestik

Kebanyakan di negara beriklim tropis, beban pencemaran pada badan air berpotensi sebagai sumber penyakit. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan upaya untuk mengurangi pencemaran terhadap badan air tersebut. Secara teori, pengolahan air limbah sangat dibutuhkan untuk meremoval bahan pencemar yang terkandung di dalam badan air. Namun, kebanyakan negara tropis terutama yang sedang berkembang mengalami keterbatasan dana untuk memenuhi kebutuhan sarana prasarana sanitasi. Adapun tujuan adanya pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air adalah mengurangi penyebaran penularan penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen yang ada di dalam air limbah dan mencegah terjadinya pencemaran pada air permukaan dan air tanah. Jika pencemaran terhadap badan air dapat dicegah, maka derajat kesehatan masyarakat dan lingkungan akan meningkat. Untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan suatu pengelolaan air limbah yang baik. Pengelolaan air limbah meliputi tiga unsur yang saling terkait, antara lain:

1. Pengumpulan

Pengumpulan air limbah sebaiknya menggunakan sistem pengaliran air dalam pipa (terpusat).

2. Pengolahan

Pengolahan adalah unsur yang diutamakan untuk membunuh organisme patogen yang terdapat pada air limbah agar hasil pengolahan memenuhi baku mutu air limbah.

3. Pembuangan

Hasil pengolahan air limbah yang telah sesuai baku mutu dapat dibuang ke badan air.

Di Kota Surabaya, secara umum pengelolaan air limbah adalah dengan menggunakan sistem *on-site* dari masing-masing rumah dengan cubluk atau tangki septik yang diletakkan di masing-masing kapling rumah itu sendiri. Air limbah domestik yang diolah hanya *black water* saja, sedangkan *grey water* dibuang ke saluran drainase terdekat. Jenis fasilitas pembuangan limbah domestik *black water* yang ada di Kota Surabaya berdasarkan daftar Buku Putih Sanitasi Kota Surabaya tahun 2010 adalah:

1. Jamban keluarga (Jaga), biasanya dimiliki secara pribadi terdiri dari pelat jongkok dan leher angsa yang dilengkapi saluran pembuangan berupa cubluk atau tangki septik.
2. Mandi Cuci Kakus (MCK), merupakan fasilitas bersama terdiri dari kamar mandi dan kakus ditambah fasilitas cuci. Pada umumnya pemeliharaan MCK semakin kurang mendapatkan perhatian.
3. Mandi Kakus (MK), merupakan fasilitas umum yang terdiri dari kamar mandi dan kakus yang biasanya berada di tempat-tempat umum seperti terminal, stasiun, dan lain-lain.
4. Tanpa fasilitas, masih terdapat sebagian penduduk Kota Surabaya yang belum memiliki fasilitas sanitasi sehingga penduduk membuang air limbah ke sungai atau saluran drainase.

Sedangkan fasilitas pengolahan air limbah *grey water* dari kamar mandi, dapur, dan tempat cuci umumnya dibuang ke saluran atau sarana pembuangan air limbah (SPAL). SPAL tersebut menampung *grey water* di dalam reservoir berukuran kecil. Penduduk yang belum memiliki fasilitas SPAL membuang langsung ke saluran terbuka (pematusan).

2.2.1 Pengumpulan Air Limbah Domestik

Sistem pengumpulan air limbah domestik dapat dilakukan dengan sistem *off-site* atau *on-site* atau kombinasi dari kedua sistem tersebut, dan sistem cluster. Sistem pengumpulan air limbah terpusat (sistem *off-site*) merupakan sistem pengelolaan air limbah domestik melalui jaringan pengumpul kemudian diteruskan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sistem pengumpulan air limbah setempat (sistem *on-site*) merupakan sistem pengelolaan air limbah individual atau komunal dengan satu atau banyak bangunan fasilitas dan pelayanan dimana pengolahannya secara setempat atau di lokasi sumber.

Di Indonesia hanya sedikit masyarakat yang dilayani oleh sistem pengumpul air limbah terpusat, dikarenakan biaya yang dibutuhkan untuk membuat sistem pengumpul air limbah terpusat sangat besar. Kota-kota di Indonesia yang sudah memiliki sistem pengumpul air limbah yaitu Bandung, Surakarta, Medan, Cirebon, Yogya, dan Jakarta. Sedangkan kota-kota lain masih menggunakan sistem individu seperti tangki septik dan cubluk yang dapat mencemari lingkungan (Anonim, 2009).

A. Sistem *On-site*

Sistem ini merupakan sistem kumpulan limbah mandiri, dimana penghasil limbah mengolah limbahnya sendiri. Limbah yang diolah hanya kotoran manusia, sedangkan buangan air limbah rumah tangga lainnya langsung dibuang ke badan air penerima. Beberapa contoh pengolahan secara *on-site* adalah tangki septik, cubluk, dan *imhoff tank*. Beberapa contoh tersebut merupakan sistem pengolahan air limbah pemukiman dengan efisiensi pengolahan antara 20 % - 40 %, sedangkan *effluent* dari pengolahan air limbah tersebut masuk ke lingkungan (meresap ke tanah atau badan air).

B. Sistem *Off-site*

Sistem ini merupakan sistem pengumpulan air limbah secara komunal yang terpusat. Sistem ini terdiri dari sistem perpipaan dan pengolahan air limbah. Sistem perpipaannya dapat dibedakan menjadi perpipaan (*sewerage*) yang dilengkapi dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), *shallow sewer*, dan *small bore sewer* untuk mengalirkan air limbah dengan kapasitas dan

luasan daerah pelayanan yang terbatas. Pemilihan sistem ini berdasarkan pada upaya pengolahan limbah cair secara menyeluruh dalam suatu kawasan, dimana dalam pemilihan sistem ini peran pemerintah maupun pihak ketiga (swasta) sangat diperlukan.

C. Sistem Cluster

Selain sistem *off-site* atau *on-site*, juga terdapat sistem cluster dimana sistem ini hampir sama dengan sistem *off site* hanya saja sistem ini dibuat dalam skala lebih kecil.

2.2.2 Pengolahan Air Limbah Domestik

Salah satu unsur penting dalam pengelolaan air limbah domestik adalah pengolahan air limbah dimana tujuan dari pengolahan ini adalah untuk membunuh organisme patogen yang berada di dalam air limbah yang jika tidak diolah dapat menyebabkan pencemaran dan penurunan kesehatan masyarakat. Secara umum pengolahan air limbah yang dapat digunakan untuk mengolah *grey water* terdiri dari tiga metode yaitu pengolahan fisik, kimia, dan biologis (March *et al.*, 2004). Ketiga metode pengolahan air limbah tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau dapat juga dikombinasikan.

a. Pengolahan Fisik

Merupakan tahap awal dari pengolahan air limbah sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, dengan tujuan agar bahan-bahan tersuspensi yang berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan terapung disisihkan terlebih dahulu. Beberapa proses pengolahan fisik yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah domestik *grey water* antara lain *screening*, sedimentasi, flotasi, dan lainnya.

- Proses *screening* biasanya merupakan unit pengolahan limbah pertama untuk mencegah material padat seperti daun dan benda lain yang tidak dapat diurai sehingga tidak mengganggu proses pengolahan di tahap selanjutnya.
- Proses sedimentasi adalah pengendapan partikel koloid dan tersuspensi secara gravitasi dengan syarat berat jenis partikel lebih besar dibandingkan

dengan berat jenis air. Jika masih ditemukan partikel yang berat jenisnya lebih kecil biasanya proses sedimentasi dibarengi dengan proses koagulasi dengan penambahan koagulan untuk mengikat partikel-partikel sehingga dapat mengendap.

- Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisahkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya.

b. Pengolahan Kimia

Pengolahan air limbah secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap, logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun dengan cara membubuhkan bahan kimia tertentu yang dibutuhkan. Beberapa proses pengolahan secara kimiawi yang dapat digunakan untuk mengolah limbah *grey water* antara lain koagulasi flokulasi, penukaran ion, dan karbon aktif (Li *et al.*, 2009; Pidou *et al.*, 2008).

- Proses koagulasi adalah proses destabilisasi partikel senyawa koloid di dalam air limbah. Dengan penambahan bahan koagulan, partikel koloid di dalam air limbah akan saling terikat sehingga partikel koloid tadi dapat mengendap. Koagulasi disebut juga proses pembubuhan senyawa kimia. Proses flokulasi proses pengadukan atau pencampuran bahan koagulan yang sudah ditambahkan pada proses koagulasi sehingga senyawa koloid dalam air limbah dapat dengan cepat saling terikat kemudian terjadi pengendapan. Kecepatan pada proses flokulasi sangat lambat. Air limbah yang sudah diberi koagulan dengan dosis tertentu diaduk dalam tangki flokulasi kemudian pengaduk dimatikan dan didiamkan, maka akan terbentuk endapan di bagian bawah tangki.
- Pengolahan dengan cara pertukaran ion adalah suatu cara yang menggunakan *ion exchange resin* dengan garam-garam terlarut (ion) di dalam air
- Proses dengan karbon aktif, dilakukan untuk menyisahkan senyawa aromatik (misalnya: fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut.

Pada dasarnya efisiensi dengan proses kimia sangat tinggi, akan tetapi biaya pengolahan menjadi lebih mahal karena membutuhkan bahan kimia.

c. Pengolahan Biologi

Pengolahan biologi pada umumnya digunakan untuk menghilangkan bahan pencemar berupa zat organik. Pengolahan secara biologi merupakan pengolahan sekunder yang paling murah dan efektif dalam meremoval zat organik yang ada di dalam air limbah (Metcalf dan Eddy, 1997). Untuk pengolahan air limbah biodegradabel, yang lebih efisien adalah dengan proses aerobik karena tidak akan menimbulkan bau dan mencegah pertumbuhan patogen sehingga air limbah dapat disimpan lebih lama (Elmitwalli dan Otterpohl, 2007; Li *et al.*, 2003; Gross *et al.*, 2007; Lesjean dan Gnirs, 2006). Namun, terdapat penelitian juga menyebutkan bahwa pengolahan anaerobik adalah yang paling efisien karena dapat menghemat energi dan biaya. Selain itu dalam meremoval nutrient, efisiensi pengolahan anaerobik lebih besar dibandingkan aerobik (Hernandez *et al.*, 2011). Secara garis besar pengolahan air limbah secara biologis dibagi menjadi tiga, yaitu proses biologis dengan metode pembiakan mikroorganisme tersuspensi (*suspended growth*), proses biologis dengan metode pembiakan mikroorganisme secara melekat (*attached growth*), dan proses pengolahan dengan sistem lagoon atau kolam.

- Pengolahan biologis secara *suspended growth* adalah proses pengolahan dengan menggunakan aktifitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik polutan yang ada di dalam air limbah. pembiakan mikroorganisme dilakukan secara tersuspensi di dalam lumpur yang dialirkan dalam suatu reaktor. Beberapa contoh proses pengolahan dengan sistem ini adalah *activated sludge*, *contact stabilization*, *oxidation ditch*, dan lainnya. Dalam proses pengaliran tersebut, air limbah akan melalui filter berupa lumpur yang terdiri dari butiran mikroorganisme untuk mendegradasi senyawa organik. Namun pengolahan dengan lumpur aktif kurang sesuai untuk masyarakat kecil atau pedesaan tanpa pasokan air dan

listrik yang memadai. Selain itu operasional dan perawatannya juga tidak mudah.

- Pengolahan biologis secara *attached growth* adalah pengolahan biologis dimana pembiakan mikroorganisme dilakukan pada permukaan suatu media sehingga mikroorganisme melekat dan membentuk lapisan film yang disebut *biofilm*. Beberapa contoh teknologi pengolahan air limbah secara *attached growth* antara lain *tricking filter*, *submerged biofilter*, *rotating biological contactor* (RBC), dan lainnya.
- Proses pengolahan air limbah dengan lagoon atau kolam adalah dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal cukup lama. Pembiakan mikroorganisme dilakukan secara alami dan senyawa polutan yang ada di dalam air akan terurai. Untuk mempercepat proses penguraian senyawa polutan atau memperpendek waktu tinggal dapat dilakukan proses aerasi. Salah satu contoh pengolahan adalah (*stabilization pond*). Contoh lain dari konsep pembiakan mikroorganisme secara alami adalah *Constructed wetland*. *Constructed wetland* adalah salah satu teknologi alternatif untuk pengolahan air limbah dengan konsep natural treatment. *Constructed wetland* berupa kolam dangkal yang didalamnya terdapat berbagai substrat seperti tanah atau kerikil dan tanaman air. Dalam pengolahannya *constructed wetland* memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah dan tanaman untuk mengolah air limbah.

Terdapat berbagai jenis teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah domestik, baik dengan pengolahan secara fisik, kimia, biologis, atau pun kombinasi dari ketiganya. Namun teknologi yang terpilih nantinya harus memenuhi beberapa kriteria pengolahan air limbah. Adapun kriteria dari sistem pengolahan air limbah yang baik antara lain (Fatnasari, 2010):

1. Kriteria kesehatan

Organisme patogen yang ada di dalam air limbah harus hilang dan sistem pengolahan yang terpilih nantinya harus dapat memisahkan organisme patogen dari air limbah sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan mempengaruhi kesehatan masyarakat.

2. Kriteria penggunaan ulang

Hasil pengolahan air limbah harus aman untuk dibuang ke badan air atau dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai keperluan lain selain untuk keperluan konsumsi.

3. Kriteria ekologis

Pembuangan air hasil pengolahan ke dalam badan air tidak boleh melampaui *self purification* dari badan air penerima dan harus memenuhi baku mutu yang berlaku.

4. Kriteria gangguan

Parameter bau pada air hasil pengolahan harus dibawah ambang gangguan sehingga tidak meresahkan masyarakat atau warga yang tinggal di sekitar.

5. Kriteria budaya

Metode pengolahan air limbah yang terpilih harus sesuai dengan budaya masyarakat setempat.

6. Kriteria operasional

Untuk unit pengolahan terpilih perlu adanya tenaga operasional dan pemeliharaan rutin. Walaupun tidak ada tenaga operasional, masyarakat yang tinggal di sekitar unit pengolahan harus diberi edukasi sehingga operasional dapat dilakukan oleh swadaya masyarakat sendiri dan teknologi yang terpilih haruslah yang mudah dan mudah untuk pemeliharaannya.

7. Kriteria biaya

Biaya operasional dan pemeliharaan sebaiknya tidak melebihi kemampuan masyarakat.

2.2.3 Pembuangan Air Limbah Domestik

Air limbah domestik yang dapat dibuang ke lingkungan adalah air limbah yang sudah memenuhi baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Berdasarkan keputusan tersebut, baku mutu limbah domestik meliputi parameter pH, BOD, TSS, dan minyak lemak.

Baku mutu air limbah domestik yang ada di Indonesia khususnya di Jawa Timur selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	(a*)	(b*)
pH	-	6-9	6-9
BOD	mg/l	100	30
COD	mg/l	-	50
TSS	mg/l	100	50
Minyak dan Lemak	mg/l	10	10

Sumber : a*: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 tahun 2003

b*: Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013

2.3 Teknologi Pengolahan Air Limbah Permukiman

Pengolahan air limbah yang dilakukan tidak harus meliputi seluruh proses pengolahan fisik, kimia, dan biologi, tetapi harus disesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Setiap unit bangunan pengolah air limbah akan berbeda teknik yang digunakan dan tidak semua tahap perlu dilalui. Penerapan teknologi pengolahan air limbah dapat ditentukan dari nilai perbandingan kadar BOD dan COD dalam air limbah (Tchobanoglous, 1998), dengan ketentuan:

$BOD/COD = 0,3 - 0,8$ → Proses Biologi (*Biodegradable*)

$BOD/COD = \text{kurang dari } 0,3$ → Proses Kimia

Pada umumnya, air limbah domestik yang berasal dari permukiman merupakan zat organik yang mudah terurai (*biodegradable*) sehingga dapat teknologi yang dapat diterapkan adalah proses pengolahan secara biologi.

Teknologi pengolahan limbah yang dapat diterapkan untuk mengolah limbah *grey water* antara lain:

A. Proses *Biofilter*

Merupakan teknologi pengolahan air limbah secara biologi, dimana air limbah dilewatkan pada suatu media filter untuk menghilangkan kontaminan

berupa zat organik dengan memanfaatkan penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme. Proses *biofilter* yang paling sering digunakan adalah *submerged attached growth*. Proses *Biofilter* dapat dilakukan secara anaerobic, aerobic, atau gabungan proses anaerobic-aerob. Mekanisme yang terjadi pada reaktor biologis secara *submerged attached growth* adalah (Lim dan Grady, 1980):

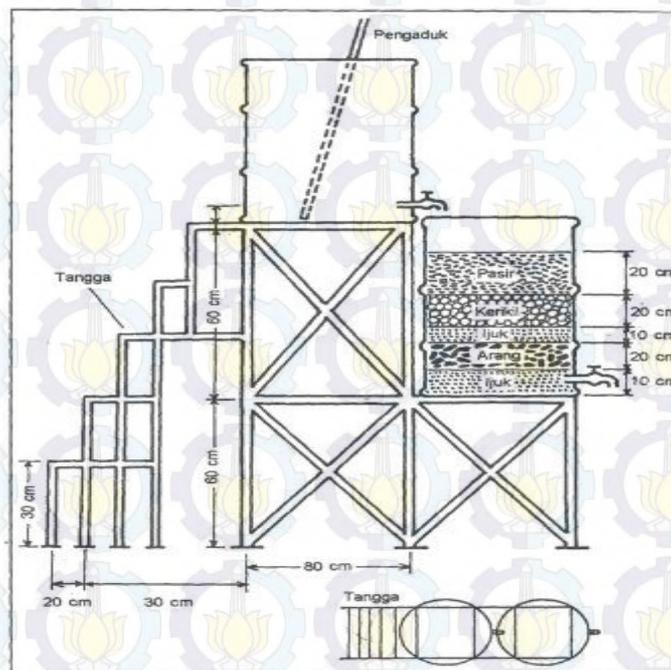
- Transportasi dan adsorpsi zat organik dan nutrient dari fasa liquid ke fasa *biofilm*.
- Transportasi mikroorganisme dari fasa liquid ke fasa *biofilm*.
- Adsorpsi polutan oleh mikroorgaisme yang terjadi di dalam lapisan *biofilm*.
- Reaksi metabolisme mikroorganisme yang terjadi di lapisan *biofilm*, memungkinkan terjadinya mekanisme pertumbuhan, pemeliharaan, dan kematian sel.
- Penempelan (*attachment*) dari sel yaitu mulai saat lapisan *biofilm* terbentuk dan terakumulasi secara kontinyu dan bertahap.
- Mekanisme pelepasan (*detachment biofilm*) dan produk lainnya.

Media filter yang paling umum digunakan untuk pengolahan air limbah *grey water* adalah tanah, pasir, dan karbon aktif. Selain itu serabut kayu dan arang batok kelapa saat ini juga menjadi pilihan sebagai media filter, karena selain mudah didapat, beratnya yang ringan, kandungan karbon tinggi sehingga dapat meremoval bau dan warna pada air limbah. Arang juga terbukti dapat meremoval kandungan bahan organik dengan proses adsorpsi dan dengan *biofilm*. Lebih dari itu media filter dengan serabut kayu/ kelapa dapat mereduksi bakteri *Escherichia coli* (Lalander *et al.*,2013). Selain itu pengolahan air limbah *grey water* dengan sistem *biofilter* tidak membutuhkan teknologi tinggi dan pengetahuan khusus sehingga dapat diaplikasikan oleh masyarakat terutama di daerah yang tidak terjangkau oleh pengolahan terpusat.

Pengolahan dengan sistem *bifilter* biasanya banyak digunakan untuk pengolahan air limbah terpusat, namun dengan kondisi tekanan hidrolis dan

kandungan organik pada aliran air limbah yang fluktuatif, menyebabkan penurunan kinerja dari unit filtrasi, hal itu disebut kerusakan yang tidak disengaja. Tekanan hidrolis yang tinggi dapat meningkatkan laju infiltrasi sehingga mengurangi waktu kontak, sedangkan tekanan hidrolis yang rendah dapat memperpanjang waktu kontak sehingga lebih efisien dalam meremoval polutan (Beal *et al.*,2008; Rodgers *et al.*,2005; Wilson *et al.*,2011).

Berdasarkan studi kemampuan meremoal bahan organik, nitrogen, dan fosfor yang terdapat pada *grey water* dengan membandingkan serabut kayu, arang, dan pasir menunjukkan bahwa filter dengan serabut kayu lebih efisien dalam pengolahan *grey water* dibandingkan dengan filter pasir, namun sesuai untuk aliran dengan tekanan hidrolis yang rendah. Filter arang kapasitas pengolahannya lebih besar dibandingkan dengan serabut kayu dan dapat menghilangkan polutan pada aliran dengan tekanan hidrolis yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa media filter yang lebih efektif adalah arang (Dalahmeh *et al.*, 2013). Gambar 2.3 menunjukkan contoh pengolahan dengan sistem filtrasi sederhana.



Gambar 2.3 Contoh Pengolahan Unit Filtrasi

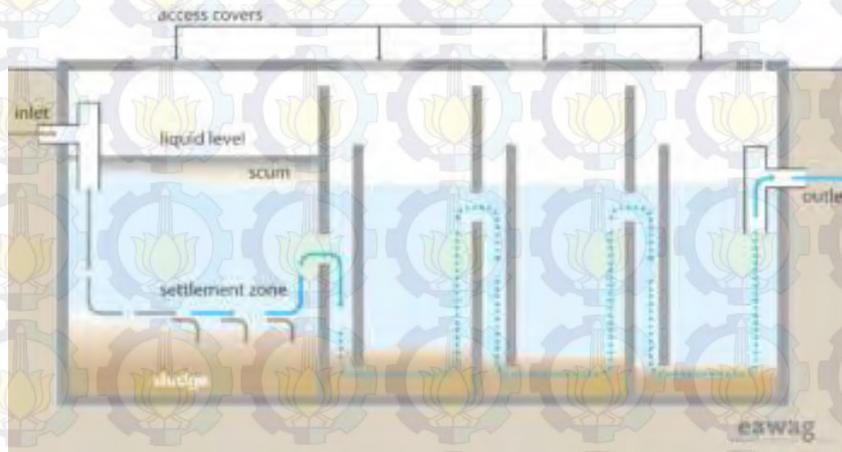
B. Anaerobic Baffle Reactor (ABR)

ABR terdiri dari baffle yang disusun berbeda yaitu satu sisi berdiri tegak (*standing baffles*) dan satu sisi lainnya dipasang menggantung (*hanging baffles*). Sehingga dalam reactor ABR, akan terbentuk aliran naik (*up flow*) dan aliran turun (*down flow*). Pada kompartemen *up flow* terjadi proses pengendapan dan sludge yang dihasilkan rendah. Dalam pengolahan ABR juga terjadi proses biologis dari sludge yang dihasilkan per kompartemen. Di setiap kompartemen dapat menghasilkan populasi mikroorganisme yang berbeda tergantung dari gradient konsentrasi organik di tiap kompartemen. Populasi yang berbeda di setiap kompartemen dapat meningkatkan ketahanan terhadap *feed load*, temperature, dan pH. Teknologi ABR sangat disarankan untuk pengolahan air limbah terutama di kawasan dengan tingkat pendapatan rendah karena:

- Tidak membutuhkan daya yang besar selama pengoperasian normal. Hal tersebut dikarenakan aliran pada reaktor dibuat horizontal dengan pembuatan baffle sebagai pengatur arah aliran *up flow*, sehingga secara tidak langsung terjadi proses mixing untuk meningkatkan waktu kontak antara biomassa dengan air limbah.
- Reaktor ABR dapat mengolah air limbah secara efektif untuk berbagai kondisi air limbah (aliran dan beban organik). Reaktor ABR juga tahan terhadap terjadinya *shock load* jika dibandingkan dengan pengolahan konvensional lain.
- Operasional dan pemeliharaannya mudah dan aman
- Lumpur yang dihasilkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan proses aerobik.
- Desain reaktor ABR mudah dan tidak membutuhkan instalasi lain diluar reaktor ABR.

Hasil analisis menunjukkan penggunaan reaktor ABR dalam pengolahan air limbah domestik dapat meremoval COD 58-72 % dan mereduksi organisme patogen (*E.coli* dan total coliforms) dan *suspended solid*. Hasil uji *effluent* ABR menunjukkan air hasil olahan tidak dapat langsung dibuang ke sungai karena masih ditemukan organisme patogen. Dibutuhkan

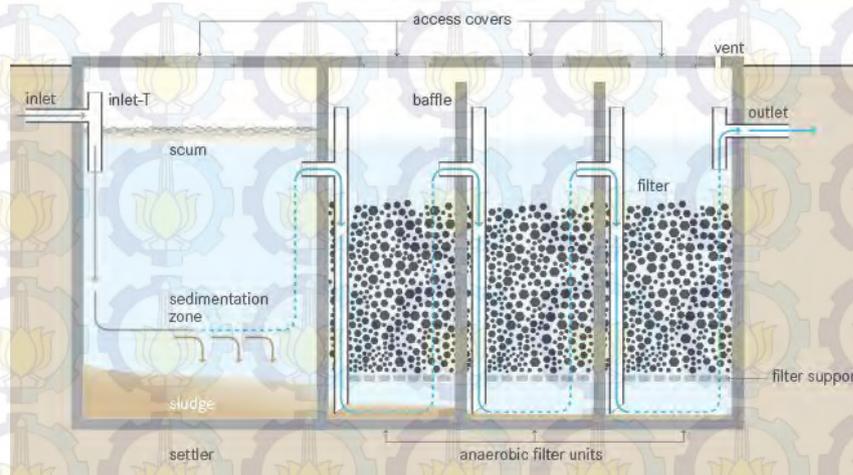
pengolahan lanjutan sebelum digunakan kembali untuk irigasi pertanian. (Foxon *et al.*, 2007). Skema unit pengolahan dengan ABR dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Contoh Pengolahan Anaerobic Baffled Reaktor

C. Anaerobic Baffled Reaktor (ABR) + *Biofilter*

Merupakan kombinasi dari pengolahan dengan unit ABR dan *biofilter*. Dimana arah aliran yang melewati reaktor prinsipnya sama dengan aliran di reaktor ABR yaitu aliran *up flow*, dan setiap kompartemen pada ABR diberi media filter seperti pasir, kerikil, ijuk, arang, dan lain-lain yang dapat meremoval polutan yang ada di dalam air limbah. Gambar 2.5 menunjukkan contoh unit pengolahan dengan sistem kombinasi antara ABR dan Filter.



Gambar 2.5 Contoh Pengolahan Unit ABR+Filter

D. Constructed Wetlands

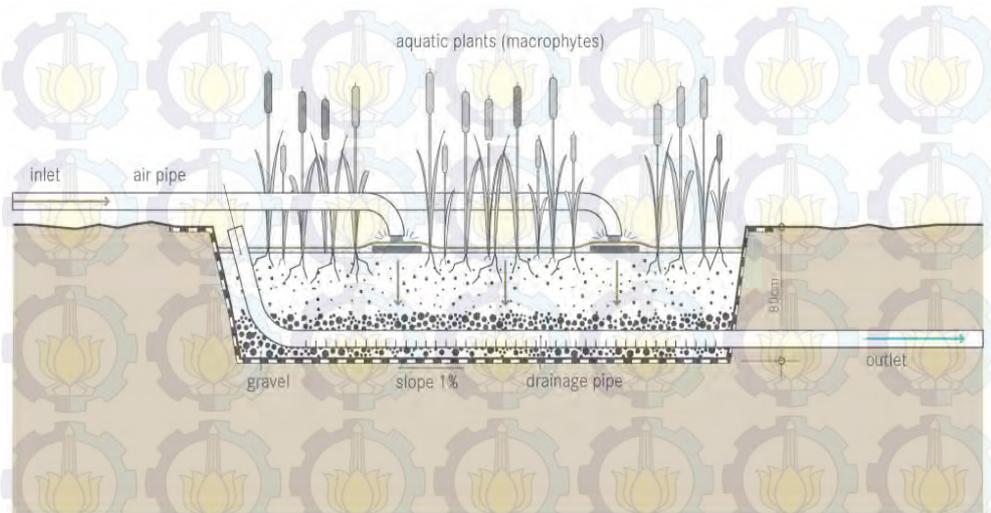
Constructed wetlands merupakan proses pengolahan limbah dengan sistem lahan basah buatan. Prinsip pengolahan lahan basah buatan ini meniru atau mengaplikasikan proses penjernihan air yang terjadi di lahan basah/rawa, dimana tumbuhan air yang tumbuh di daerah tersebut memiliki peranan penting dalam proses pemulihan kualitas air limbah (*self purification*). Faktor utama dalam sistem pengolahan dengan *constructed wetlands* yaitu:

- Area yang tergenangi air dan mendukung kehidupan tumbuhan air
- Media tempat tumbuh berupa tanah yang selalu digenangi air (basah)
- Media juga bias selain tanah asalkan media yang jenuh dengan air.

Didalam pengolahan dengan sistem *constructed wetlands* sudah termasuk pengolahan alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis hasil aktivitas mikroorganisme tanah dan aktivitas tanaman. Di Negara tropis seperti Indonesia kemampuan pengolahan untuk lahan basah buatan lebih baik jika dibandingkan dengan negara empat musim karena tidak adanya musim dingin, tetapi perubahan musim mempengaruhi efisiensi penyisihan.

Bentuk-bentuk lahan basah buatan bervariasi tergantung tujuan pengolahan air limbah. Lahan basah buatan ini dapat mengolah air limbah dari rumah tangga dan dapat pula membersihkan sungai tercemar dengan cara membelokkan aliran air agar melewati lahan basah kemudian dikembalikan ke sungai.

Terdapat beberapa keuntungan dari *constructed wetland* yaitu murah karena jika menggunakan sistem gravitasi maka pemanfaatan energi dari luar hanyalah sinar matahari, operasi dan pemeliharaan sangat mudah, tidak butuh bahan kimia, tidak menimbulkan bau karena limbah tidak kontak dengan udara luar, tidak menjadi tempat berkembangnya nyamuk; dan dapat ditampilkan sebagai sebuah taman yang memiliki nilai estetika (Novotny,1993; Suswati dan Wibisono, 2013).



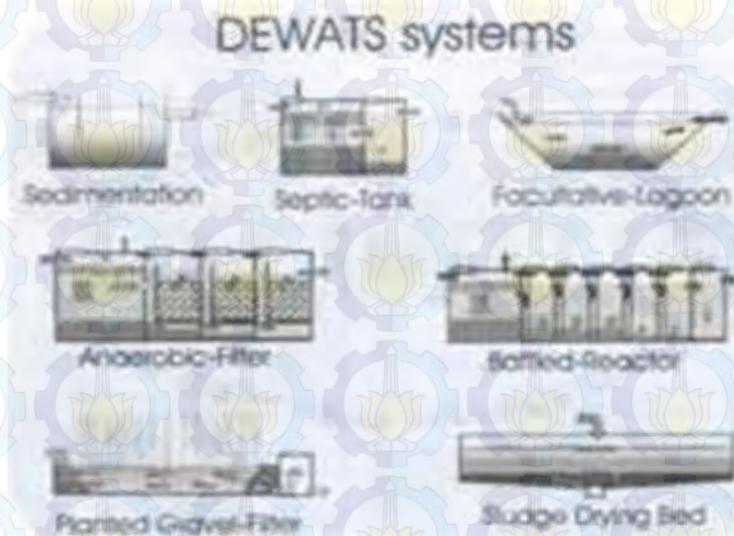
Gambar 2.6 Contoh Pengolahan Unit Constructed Wetland

2.3.1 Desain IPAL Limbah Permukiman

Pada sub bab ini akan dibahas beberapa contoh teknologi pengolahan air limbah permukiman yang telah diterapkan di lapangan.

A. Desain IPAL BORDA

Desain IPAL Borda yang digunakan adalah sistem DEWATS (*Desentralized Wastewater Treatment System*) yang dapat melayani pengolahan limbah domestik dari 87 KK. Sistem ini terdiri dari *baffled reactor*, *septic tank*, *facultative lagoon*, *sedimentation*, *anaerobic filter*, *gravel filter*, dan *sludge drying bed*. DEWATS dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan efisiensinya pada Tabel 2.4.



Gambar 2.6 Sistem DEWATS Borda

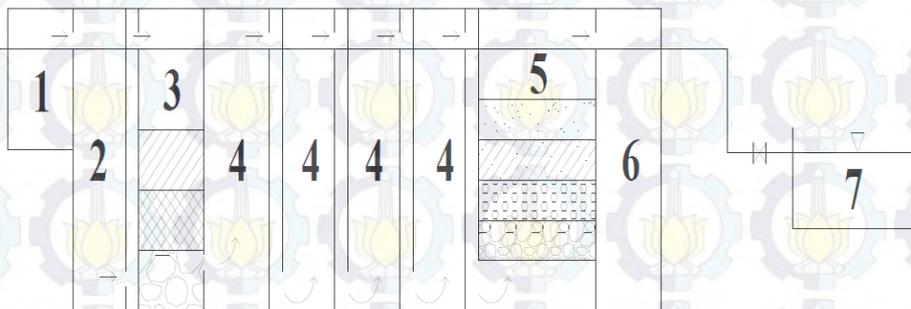
Tabel 2.4. Efisiensi Pengolahan Sistem DEWATS

Parameter	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	% Removal
BOD	290	53,6	83%
COD	590	84	86%
TSS	172	84	51%

Maksud dari pengolahan sistem DEWATS adalah pengolahan tidak dilakukan di pusat limbah melainkan secara komunal dari beberapa KK (*off site*). Pemilihan teknologi dari sistem DEWATS ditentukan sesuai dengan kebutuhan di masing-masing wilayah. Pengolahan dengan sistem DEWATS pada umumnya digunakan untuk mengolah air limbah domestik sehingga teknologi yang diterapkan adalah secara biologi. Hal ini juga ditunjukkan dari perbandingan BOD/COD dari inlet air limbah adalah 0,49 (0,3-0,8) sehingga pengolahan yang dibutuhkan adalah pengolahan biologi.

B. Desain IPAL Balai Teknologi Permukiman

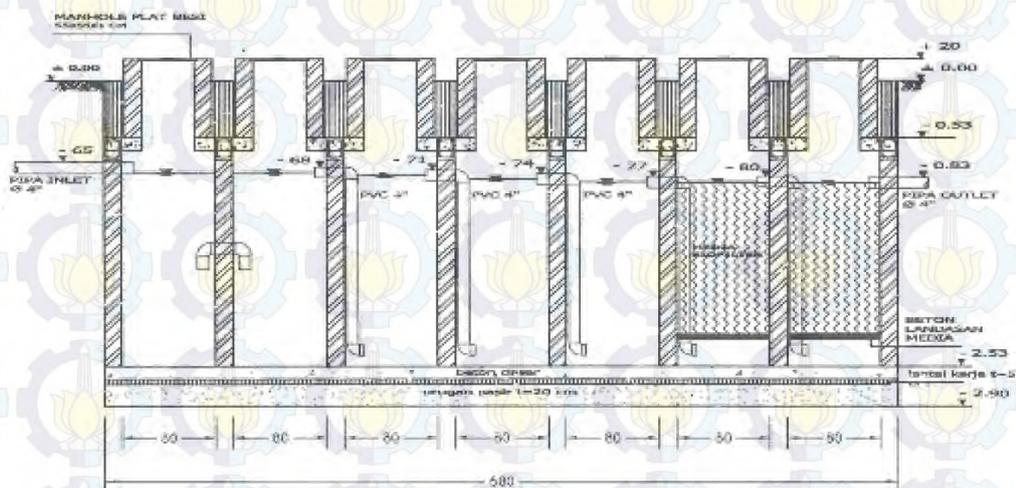
IPAL dari Balai Teknologi Permukiman adalah IPAL untuk pengolahan *grey water* dalam skala tertutup untuk rumah tangga yang melayani 88 KK yang ada di Kelurahan Gunungsari. Sistem ini terdiri dari inlet dan bak control *grey water*, bak penampung, bak penyangkutan minyak dan lemak, *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*, *filter upflow*, *reservoir grey water*, serta pengolahan lanjutan (filter tanah liat). IPAL dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan efektifitas sistem pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2.7 Desain IPAL Balai Teknologi Permukiman

C. Desain IPAL Badan Lingkungan Hidup Jawa Timur

Teknologi yang digunakan terdiri dari bak control, bak penampung, *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), dan *filter upflow*. Pengolahan IPAL Badan Lingkungan Hidup Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 2.8 dan efektifitas sistem pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.6



Gambar 2.8 Desain IPAL BLH Provinsi Jawa Timur

Berdasarkan penelitian, dari ketiga IPAL yang sudah diterapkan di lapangan, desain IPAL yang paling kecil adalah desain dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Jawa Timur, hal ini dipengaruhi oleh cakupan layanan dari teknologi tersebut. Nilai investtasi terkecil dari ketiga teknologi tersebut adalah desain IPAL Balai Teknologi Permukiman. Untuk operasional dan pemeliharaan dari ketiga teknologi tersebut relative mudah dan implementasinya cukup efektif. Ketiga teklogi tersebut dapat dikembangkan untuk sanitasi kawasan padat penduduk dan miskin di perkotaan, namun untuk IPAL BLH ditemukan permasalahan yaitu sebagian penduduk tidak dapat menyalurkan air limbahnya ke IPAL karena posisi pipa inlet lebih tinggi dari pipa penyaluran limbah dari penduduk (Fatnasari, 2010).

2.3.2 Pemanfaatan Kembali (*Reuse*) Air Limbah *Grey Water*

Seperti pada studi yang pernah ada, *grey water* dapat digunakan kembali sebagai sumber air untuk kloset glontor, dimana *grey water* terlebih dahulu

dilewatkan ke unit pengolahan. Unit pengolahan terdiri dari pengendapan, filter, dan disinfektan dengan *sodium hypochlorite* (March *et al.*, 2004). Berdasarkan studi yang pernah dilakukan untuk penggunaan kembali *grey water* di lingkungan bandara, *grey water* yang sudah diolah dapat dimanfaatkan kembali untuk kegunaan lain selain untuk air minum sehingga dapat menghemat penggunaan air bersih. Teknologi yang digunakan pun dapat menggunakan teknologi yang murah, sederhana, mudah ditiru, murah yang terdiri dari filter anaerobic dan desinfeksi dengan sinar UV (matahari). Secara tidak langsung pemanfaatan kembali air limbah merupakan alternative penting untuk menyimpan dan menghemat air bersih di lingkungan (do Couto *et al.*, 2014).

2.4 Surabaya Green and clean

Program Surabaya *Green and clean* (SGC) merupakan salah satu media dan peningkatan kepedulian sosial dalam rangka Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS). Dari tahun pertama hingga saat ini, program SGC yang berupa kompetisi di bidang kebersihan, penghijauan, dan kesehatan antar kecamatan se wilayah Kota Surabaya ini mendapat respon positif dari masyarakat. Kini SGC menjelma menjadi sebuah ikon Kota Surabaya. Ajang SGC ini tidak hanya sekedar untuk meraih predikat juara, namun di dalamnya terdapat unsur pendidikan dan partisipatif masyarakat. Diharapkan dengan adanya program SGC ini lambat laun kebiasaan masyarakat Kota Surabaya yang tidak *green orientted* dapat berubah dan terus melakukan pengelolaan di bidang lingkungan sehingga dapat mengatasi pencemaran yang ada di Kota Surabaya. Namun berdasarkan peneliatian di beberaa wilayah di Kota Surabaya, kegiatan pengelolaan lingkungan hanya berlangsung ketika menjelang perlombaan SGC dan setelah perlombaan selesai bahkan jika tidak mendapatkan juara, kebiasaan masyarakat kembali ketika sebelum adanya perlombaan SGC. Sehingga pemerintah Kota Surabaya perlu melakukan pemantauan dan meningkatkan peran serta masyarakat agar tujuan SGC untuk menjadikan Kota Surabaya sebagai pelopor kota terdepan dalam terobosan baru di bidang lingkungan dapat tercapai. Selain itu pentingnya mengubah pemikiran masyarakat untuk tidak hanya berorientasi untuk menjadi

pemenang. Hal ini dapat diatasi salah satunya dengan meningkatkan kinerja dari para kader lingkungan di masing-masing wilayah (Sari dkk, 2007).

2.4.1 Sejarah Surabaya *Green and clean*

Semarak kampanye SGC berawal pada tahun 2005 sebagai hasil kerjasama lintas bidang yaitu Pemerintah Kota Surabaya, pihak swasta dan Media Jawa Pos serta Radar Surabaya. Beberapa waktu lalu, program SGC ini mendapat pujian dari pemerintah pusat, tetapi lebih dari itu kegiatan ini member gambaran bahwa masih ada warga masyarakat yang peduli tentang kebersihan dan kesehatan dalam kondisi seperti sekarang ini. Dengan kampanye Surabaya *Green and clean*, diharapkan program ini dapat dilaksanakan secara berkesinambungan.

Berawal dari aspek pengelolaan sampah dan kebersihan kampung (penyehatan lingkungan secara fisik), diharapkan selanjutnya dapat berkembang terus ke arah penyekatan lingkungan sosial, seperti perilaku hidup bersih dan sehat, peningkatan disiplin masyarakat, dan seterusnya. Dimulai dari tingkat kampung (RT/RW), berlanjut ke kelurahan, meningkat ke kecamatan, dan begitu seterusnya.

Kriteria penilaian dari ajang Surabaya *Green and clean* untuk pertama kali adalah dilihat dari kebersihan setiap kampung peserta. Setiap kampung peserta harus bersih dari sampah yang berserakan. Pada tahun 2006 kriteria penilaian lebih ditingkatkan lagi yaitu terdapat edukasi mengenai pengelolaan sampah mandiri, dimana tiap kampung peserta sudah memisahkan sampah kering dan sampah basah. Pada tahun 2007 di setiap rumah warga kampung peserta SGC harus memiliki bak sampah dan takakura. Kemudian tahun 2008 hingga 2010 kriteria penilaian ditingkatkan yaitu terdapat inovasi pengelolaan sampah dan penghijauan. Sampah tidak hanya dipisahkan, melainkan dapat dilakukan pengelolaan lebih lanjut. Sampah basah ditempatkan di takakura kemudian dijadikan kompos, sedangkan sampah kering dapat dijual kembali. Selain itu juga ada penilaian pendaurulangan sampah, seperti pembuatan pakaian, tas, topi, dan lain-lain yang bahan dasarnya dari sisa botol plastic, bungkus sabun/ pewangi.

Pada tahun 2011 hingga 2013, kriteria penilaian ditingkatkan lagi dengan keberadaan bank sampah, drainase, dan terdapat pengolahan air limbah dari

selokan. Namun untuk penilaian terhadap pengolahan air limbah dan bank sampah hanya dikhususkan bagi kategori peserta maju dan berkembang, sedangkan kategori pemula yaitu kampung yang baru saja mengikuti ajang SGC hanya dilakukan penilaian terhadap kebersihan, penghijauan, dan daur ulang sampah.

2.4.2 Penilaian Kejuaraan Surabaya *Green and clean*

Kategori peserta Surabaya *Green and clean* dibagi menjadi tiga kategori yaitu pemula, berkembang, dan maju. Dimana kategori pemula adalah kampung-kampung yang baru saja mengikuti kompetisi Surabaya *Green and clean*. Sedangkan kategori maju dan berkembang adalah kampung-kampung yang sudah pernah mengikuti kompetisi Surabaya *Green and clean*. Penilaian kejuaraan Surabaya *Green and clean* dibagi menjadi tiga kategori :

- 1) Kategori Pemula
 - a. Kebersihan : Kebersihan lingkungan dan reduksi sampah
 - b. Penghijauan : Fisik lingkungan dan pemanfaatan lahan
 - c. Kesehatan : Pemahaman tentang kebersihan sanitasi dan drainase
 - d. Administrasi : Program Lingkungan dan Administrasi Pendukung
- 2) Kategori Berkembang
 - a. Kebersihan : Kebersihan lingkungan dan reduksi sampah
 - b. Penghijauan : Fisik lingkungan dan pemanfaatan lahan
 - c. Kesehatan : Pemahaman tentang kebersihan sanitasi dan drainase
 - d. Administrasi : Program Lingkungan dan Administrasi Pendukung
 - e. Sistem Bank Sampah dan IPAL
- 3) Kategori Maju
 - a. Kebersihan : Kebersihan lingkungan dan reduksi sampah
 - b. Penghijauan : Fisik lingkungan dan pemanfaatan lahan
 - c. Kesehatan : Pemahaman tentang kebersihan sanitasi dan drainase
 - d. Administrasi : Program Lingkungan dan Administrasi Pendukung
 - e. Sistem Bank Sampah dan IPAL (Teknologi dan Pemanfaatannya)

2.5 Pengertian Teknologi Tepat Guna (TTG)

Tujuan pengembangan suatu teknologi pada dasarnya adalah untuk menjawab kebutuhan-kebutuhan baik yang telah nyata, ataupun diinginkan adanya. Oleh karena itu, upaya pengembangan teknologi harus didasarkan pada kebutuhan atau permintaan pasar. Selain itu juga dibutuhkan fasilitator atau lembaga-lembaga masyarakat untuk memadukan kebutuhan dengan teknologi yang ada baik dari pertimbangan teknis, ekonomi, saosial, maupun persyaratan lingkungan. Tingkat keberhasilan dalam pengembangan teknologi akan lebih tinggi bila terdapat unsur ketepatan-gunaan (Munaf, dkk., 2013).

Teknologi tepat guna merupakan teknologi yang sesuai untuk diterapkan di negara berkembang. Dimana kondisi suatu daerah dengan kemungkinan kurangnya anggaran dan kurang mampu untuk mengoperasikan dan memelihara teknologi tinggi. Teknologi tepat guna juga dapat dideskripsikan sebagai teknologi sederhana permulaan yang secara efektif dapat mencapai tujuan yang dimaksud. Karakteristik teknologi ini adalah biaya rendah dan membutuhkan sedikit pemeliharaan yang dapat dilakukan secara setempat (Anonim, 2012).

Terdapat beberapa kriteria agar suatu teknologi dapat dikategorikan sebagai teknologi tepat guna (Abdurrahman, 2013). Kriteria tersebut antara lain:

1. Teknologi tersebut dapat digunakan oleh sumber-sumber yang tersedia di berbagai tempat.
2. Teknologi yang diterapkan sesuai dan cocok dengan kondisi sosial ekonomi yang berlaku.
3. Teknologi yang digunakan bisa memecahkan masalah yang dihadapi masyarakat.
4. Masyarakat mampu mempelajari, menerapkan, serta memelihara teknologi tepat guna tersebut.

2.5.1 TTG Pengelolaan Air Limbah Rumah Tangga

Untuk pengelolaan air limbah rumah tangga dapat menggunakan teknologi tepat guna salah satunya dengan membuat saluran air kotor dan bak peresapan dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut ;

1. Tidak mencemari sumber air minum yang ada di daerah sekitarnya baik air dipermukaan tanah maupun air di bawah permukaan tanah.
2. Tidak mengotori permukaan tanah.
3. Menghindari tersebarnya cacing tambang pada permukaan tanah.
4. Mencegah berkembang biaknya lalat dan serangga lain.
5. Tidak menimbulkan bau yang mengganggu.
6. Konstruksi agar dibuat secara sederhana dengan bahan yang mudah didapat dan murah.
7. Jarak minimal antara sumber air dengan bak resapan 10 m.

Pengelolaan limbah rumah tangga paling sederhana adalah dengan menggunakan pasir dan benda-benda terapung melalui bak penangkap pasir dan saringan. Cara pengelolaan yang digunakan tergantung keadaan setempat, seperti sinar matahari dan suhu tinggi di daerah tropis.

A. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) Sederhana

Saluran air limbah bisa dibuat dari pasangan bak bis yang dibagi 2 (tengahan) atau dapat juga dari pasangan batu bata dengan pasangan semen dan pasir. Kemudian dibuat bak penampung air limbah dan bak peresapan yang diisi batu bata dan koral. Batas antara bak air limbah dan bak peresapan diberi saluran. Pada bagian atas diberi tutup, dimana tutup bak penampung dibuat tidak permanen untuk mempermudah mengontrol air limbah. Tutup bak penampung air limbah dapat dibuat dari bamboo, atau semen dengan diberi pengait untuk mempermudah dalam membuka tutup. Saluran antara tempat pencucian menuju ke bak penampung air limbah sebaiknya diberi kemiringan tertentu, sehingga air akan mengalir dengan lancar. SPAL sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.9

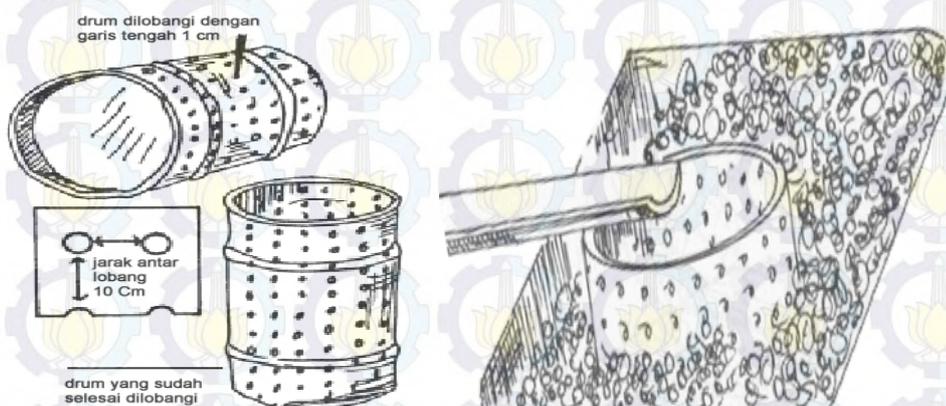


Gambar 2.9 Bak Penampung Air Limbah

Keuntungan menggunakan sistem ini adalah mudah dalam pembuatannya, sederhana, murah, dan bahan-bahan mudah didapat. Namun, kerugiannya adalah kadang-kadang baunya masih terasa sehingga dapat mengganggu lingkungan sekitarnya.

B. Sumur Resapan

Air limbah dialirkan melalui saluran ke drum dan air dalam drum akan disaring dengan koral/ijuk. Air limbah yang telah melalui koral/ ijuk akan menuju ke luar, dan kemudian meresap ke dalam tanah. Diharapkan air yang sudah meresap ke tanah tidak lagi mencemari tanah karena talah disaring terlebih dahulu. Sumur resapan yang terbuat dari drum dengan koral/ ijuk sebagai penyaringnya secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Saluran Air Limbah ke Bak

Keuntungan menggunakan pengolahan ini adalah mudah dibuat dengan bahan yang tidak mahal dan merupakan pemanfaatan bahan-bahan bekas. Namun, kerugiannya adalah air yang meresap akan mempengaruhi air tanah di sekitarnya apabila struktur tanah merupakan tanah liat yang berbongkah-bongkah pada waktu musim kemarau, serta jaraknya kurang diperhatikan dengan sumur bersih (terlalu dekat).

2.6 Pengertian Replikasi

Dalam istilah bahasa Indonesia, replika berarti tiruan dan replikasi artinya meniru. Dalam konteks kebijakan dan pelayanan publik, replikasi adalah tindakan yang harus didorong agar reformasi terjadi secara lebih meluas dan cepat. Dengan melakukan replikasi, terjadi akselerasi yang tidak semahal jika perubahan dimulai dari nol. Kemungkinan sukses replikasi akan lebih besar jika dibandingkan dengan memulakan suatu inisiatif baru tanpa referensi sama sekali. Terdapat beberapa langkah dalam mereplikasi suatu inovasi, antara lain:

- a. Mencari referensi
- b. Memformulasikan gagasan menjadi tindakan
- c. Mencari dukungan dan sumberdaya
- d. Merespon resistensi
- e. Mendokumentasi
- f. Mempublikasi

Replikasi merupakan kunci utama keberlanjutan suatu program pemerintah. Terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dari replikasi program, salah satunya Program Pamsimas (Anonim, 2014). Tujuan tersebut yaitu:

1. Sebagai salah satu upaya pemerintah Indonesia untuk mempercepat pencapaian target *Water Supply and Sanitation - Millenium Development Goals* (WSS-DMGs), melalui penetapan Kerangka Kebijakan Nasional Pelayanan Air Minum dan Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat.
2. Mengoptimalkan peran pemerintah daerah untuk meningkatkan akses terhadap air minum dan sanitasi bagi masyarakat miskin di daerahnya.
3. Meningkatkan kemampuan masyarakat untuk merencanakan, melaksanakan dan mengelola sarana air minum dan sanitasi yang berbasis masyarakat.

2.7 Focused Group Discussion

Sebagai sebuah metode penelitian, maka *Focused Group Discussion* (FGD) adalah sebuah upaya yang sistematis dalam pengumpulan data dan informasi. Focused Group Discussion memiliki makna yaitu :

1. Diskusi - bukan wawancara atau obrolan
2. Kelompok - bukan individual
3. Terfokus bukan bebas

FGD dapat disimpulkan sebagai diskusi tidak formal yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan membahas permasalahan yang ada dalam kelompok/ masyarakat guna mendapatkan solusi. Pada umumnya dilakukan pada penelitian kualitatif yang dimaksudkan untuk memperoleh data dari suatu kelompok terhadap permasalahan tertentu. Terdapat tiga alasan dalam penggunaan FGD dilihat secara filosofi, metodologis, dan praktis, antara lain:

a. Filosofis

Pengetahuan yang diperoleh dalam sebuah proses diskusi, memberikan perspektif yang berbeda dibanding jika pengetahuan diperoleh dari proses komunikasi searah antara peneliti dengan yang diteliti.

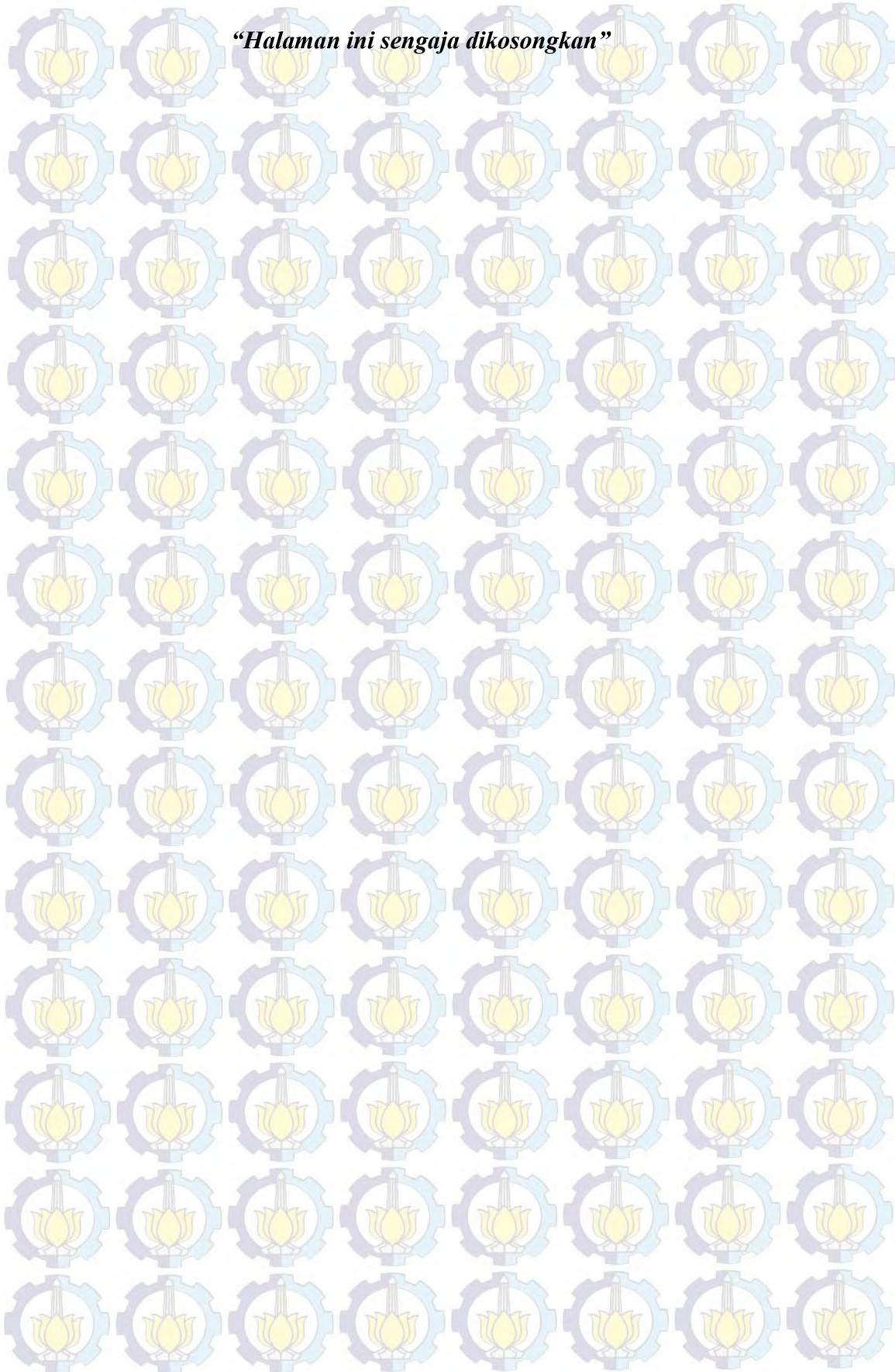
b. Metodologis

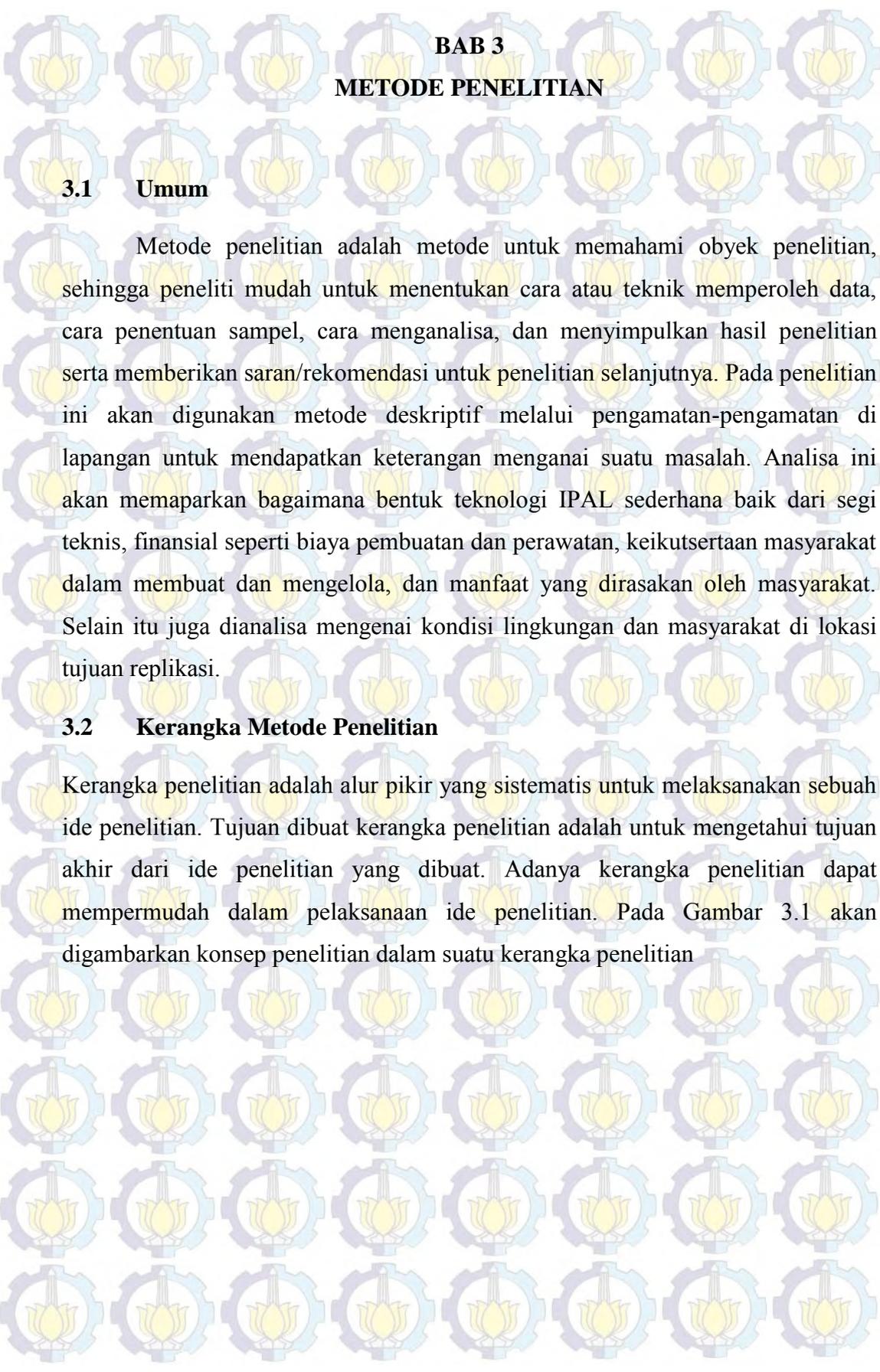
Untuk memperoleh data kualitatif yang bermutu dalam waktu yang relatif singkat sedangkan masalah yang diteliti belum tentu dipahami dengan metode survey atau wawancara.

c. Praktis

Penelitian yang bersifat aksi membutuhkan perasaan memiliki dari masyarakat yang diteliti -sehingga pada saat peneliti memberikan rekomendasi aksi, dengan mudah masyarakat mau menerima rekomendasi tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”





BAB 3

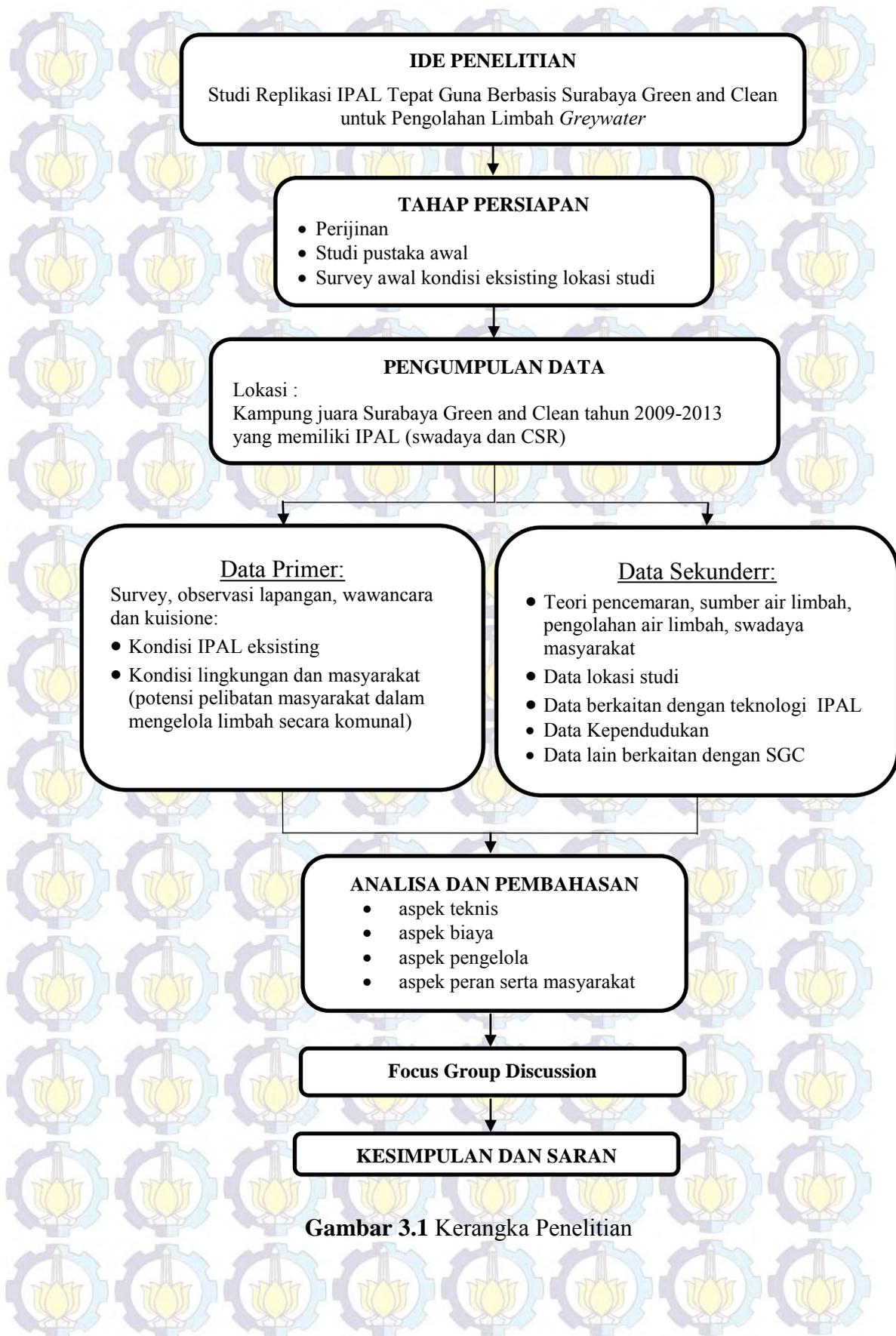
METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian adalah metode untuk memahami obyek penelitian, sehingga peneliti mudah untuk menentukan cara atau teknik memperoleh data, cara penentuan sampel, cara menganalisa, dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan saran/rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Pada penelitian ini akan digunakan metode deskriptif melalui pengamatan-pengamatan di lapangan untuk mendapatkan keterangan mengenai suatu masalah. Analisa ini akan memaparkan bagaimana bentuk teknologi IPAL sederhana baik dari segi teknis, finansial seperti biaya pembuatan dan perawatan, keikutsertaan masyarakat dalam membuat dan mengelola, dan manfaat yang dirasakan oleh masyarakat. Selain itu juga dianalisa mengenai kondisi lingkungan dan masyarakat di lokasi tujuan replikasi.

3.2 Kerangka Metode Penelitian

Kerangka penelitian adalah alur pikir yang sistematis untuk melaksanakan sebuah ide penelitian. Tujuan dibuat kerangka penelitian adalah untuk mengetahui tujuan akhir dari ide penelitian yang dibuat. Adanya kerangka penelitian dapat mempermudah dalam pelaksanaan ide penelitian. Pada Gambar 3.1 akan digambarkan konsep penelitian dalam suatu kerangka penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah lokasi kampung jawara Surabaya Green and Clean tahun 2009-2013 yang memiliki IPAL *grey water* khususnya swadaya masyarakat.

3.4 Waktu dan Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam waktu sembilan bulan dimulai pada bulan Maret 2014 sampai dengan Desember 2014 yang meliputi beberapa tahapan kegiatan, yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, analisa dan pembahasan, kesimpulan dan saran, serta penulisan laporan.

3.4.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi perijinan, studi pustaka awal, survey awal lokasi, serta identifikasi masalah. Perijinan dilakukan untuk mempermudah peneliti dalam memperoleh data primer dan sekunder. Studi pustaka awal dilakukan untuk mengetahui teori dasar yang berkaitan dengan teknologi pengolahan air limbah di wilayah permukiman. Survey awal dilakukan untuk mengetahui secara umum kondisi lokasi studi. Identifikasi masalah merupakan penentuan masalah-masalah yang terjadi di lokasi penelitian.

3.4.2 Tahap Pengumpulan

Pengumpulan data dilakukan melalui dua cara, yaitu melalui survey primer dan sekunder:

A. Survey Primer

Pada survey primer akan dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Survey ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data-data primer dengan metode pengamatan langsung, wawancara, penyebaran kuisioner, dan *focus group discussion* (FGD). Data-data yang diperlukan antara lain:

- Kondisi prasarana IPAL *grey water* eksisting, kapasitas, kontinuitas, kualitas hasil olahan IPAL, dan kondisi saluran air limbah.
- Kondisi lingkungan di sekitar lokasi studi.

- Informasi berkaitan dengan pengelolaan IPAL *grey water*.
- Informasi kegiatan masyarakat yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan.

Penentuan jumlah responden dihitung dengan Rumus Slovin:

$$n = \frac{N}{(N \times d^2) + 1}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel (KK)

N = Jumlah populasi (KK)

d = galat pendugaan (nilainya ditentukan 10%)

B. Survey Sekunder

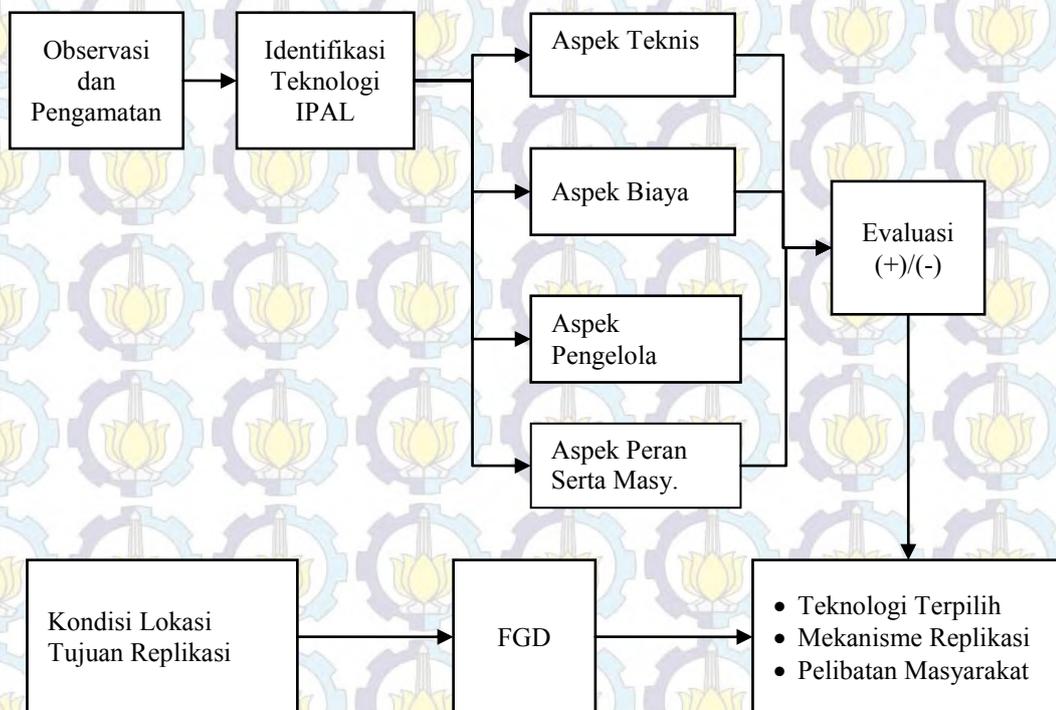
Survey ini dilakukan untuk mendapatkan data-data sekunder dan dilakukan melalui studi literatur, data dari instansi terkait, dan sumber lain yang dapat mewakili kebutuhan data penelitian. Data-data yang diperlukann antara lain:

- Teori mengenai pencemaran, sumber air limbah, kesehatan lingkungan, pengolahan air limbah, swadaya masyarakat, dan teori lain yang terkait.
- Gambar teknik dan skema proses pengolahan IPAL *grey water*.
- Data hasil analisa kualitas air olahan IPAL *grey water*.
- Data berkaitan dengan teknologi IPAL seperti biaya pembuatan dan pengelolaan IPAL *grey water*.
- Data kependudukan dan kondisi sosial ekonomi warga di lokasi studi
- Data lain berkaitan dengan Surabaya Green and Clean

3.4.3 Tahap Analisa dan Pembahasan

Tahap ini dilakukan setelah didapatkan data-data primer dan sekunder. Pengolahan dan analisis data bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan peneliti dari sekumpulan data. Data-data tersebut dapat disusun dalam bentuk tabel, diagram, ataupun grafik agar mudah dalam pengolahan selanjutnya. Anaslia data dilakukan dengan metode analisa deskriptif, yakni dengan menggambarkan secara terperinci dan menyeluruh tentang hasil yang didapat dari pengumpulan data terkait ddengan IPAL *grey water* hasil swadaya masyarakat di

Kota Surabaya. Untuk jelasnya, analisa tersebut dibuat menjadi suatu konsep seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Konsep Analisa Penelitian

3.4.3.1 Analisa Hasil Observasi dan Pengamatan

Analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisa deskriptif. Metode analisa deskriptif ini didahului dengan observasi dan pengamatan di lapangan untuk mendapatkan keterangan mengenai teknologi IPAL *grey water* hasil swadaya masyarakat yang ada di wilayah studi. Hasil dari observasi dan pengamatan terhadap berbagai teknologi IPAL sederhana yang ada kemudian dikaji lebih dalam berkaitan dengan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing teknologi yang ditinjau dari beberapa aspek. Aspek tersebut antara lain aspek teknis, aspek finansial, aspek pengelola, dan aspek sosial.

A. Aspek Teknis

Tinjauan dari sisi aspek teknis dengan melihat kondisi eksisting IPAL *grey water* yang ada di lokasi studi. Dari data dan kondisi yang ada kemudian dilakukan kajian lebih dalam dan dilakukan evaluasi dan perbandingan secara

deskriptif. Aspek teknis yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi kondisi sarana sanitasi dan IPAL di lokasi studi, antara lain:

a) Analisa Aspek Teknis di Lokasi IPAL

- Identifikasi teknologi
- Debit air limbah *grey water*
- Kapasitas pengolahan IPAL *grey water*, meliputi volume unit pengolahan.
- Jumlah titik penyaluran IPAL.
- Kualitas hasil pengolahan IPAL *grey water* meliputi hasil analisa laboratorium.
- Efisiensi removal IPAL.
- Kriteria design IPAL

b) Analisa Aspek Teknis di Lokasi Replikasi.

- Sumber air bersih dan rata-rata pemakaian air bersih oleh masyarakat di lokasi replikasi, hal ini berkaitan dengan ketersediaan air baku untuk unit IPAL
 - Kondisi saluran drainase di sekitar wilayah studi.
 - Ketersediaan lahan untuk pembangunan IPAL
 - Pertimbangan pemilihan IPAL
- Perencanaan IPAL di lokasi tujuan replikasi

B. Aspek Pengelola

Kajian terhadap aspek pengelola adalah untuk melihat struktur pengelola lingkungan seperti keberadaan kader lingkungan atau kelompok tertentu yang khusus mengelola IPAL *grey water* baik di lokasi yang sudah ada IPAL ataupun lokasi yang nantinya akan di replikasi. Aspek pengelola yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi:

a) Analisa Aspek Pengelola di Lokasi IPAL

- Keberadaan lembaga/ pengelola khusus IPAL
- Operasi dan Pemeliharaan
- Jadwal Operasi dan Pemeliharaan

b) Analisa Aspek Pengelola di Lokasi Replikasi

- Struktur organisasi lingkungan, seperti keberadaan kader lingkungan atau kelompok tertentu khusus mengelola IPAL *grey water*.

C. Aspek Biaya

Analisa aspek biaya meliputi sumber pendanaan berkaitan dengan pembiayaan investasi pembuatan, operasi dan pemeliharaan, penggantian baik di lokasi yang sudah memiliki IPAL dan lokasi replikasi. Aspek biaya yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi:

- a) Analisa Aspek Biaya di Lokasi IPAL
 - Biaya investasi
 - Biaya Operasi dan Pemeliharaan
- b) Analisa Aspek Biaya di Lokasi Replikasi
 - Perhitungan anggaran dan biaya pembangunan IPAL

D. Aspek Peran Serta Masyarakat

Kajian ini meliputi peran masyarakat di lokasi yang sudah memiliki IPAL dalam hal desain dan pembangunan, kegiatan operasi dan pemeliharaan, serta pemanfaatan *effluent* IPAL oleh masyarakat. Untuk lokasi yang akan direplikasi kajian ini meliputi kondisi sosial masyarakat di lokasi studi berkaitan dengan keisapan masyarakat dalam hal keikutsertaan di dalam pembangunan, pembiayaan, operasional, dan pemeliharaan sarana IPAL. Aspek peran serta masyarakat yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi:

- a) Analisa Aspek Peran Serta Masyarakat di Lokasi IPAL
 - Keterlibatan masyarakat dalam desain dan pembangunan IPAL
 - Keterlibatan masyarakat dalam operasi dan pemeliharaan IPAL
 - Keterlibatan masyarakat dalam pemanfaatan *effluent*
- b) Analisa Aspek Peran Serta Masyarakat di Lokasi Replikasi
 - Kondisi sosial masyarakat setempat, meliputi jenis pekerjaan kepala rumah tangga, pendidikan terakhir.
 - Kondisi ekonomi masyarakat setempat
 - Kondisi budaya masyarakat setempat yang dilihat dari perilaku hidup bersih dan sehat, meliputi kesadaran masyarakat dalam mengelola lingkungan seperti rutinitas kegiatan kerja bakti.
 - Persepsi masyarakat terhadap pembangunan IPAL.
 - Kemauan masyarakat untuk berpartisipasi dalam implementasi pembangunan IPAL.

3.4.3.2 Focus Group Discussion (FGD)

Focus Group Discussion (FGD) adalah suatu proses pengumpulan informasi mengenai suatu masalah tertentu yang spesifik melalui diskusi kelompok. FGD dalam penelitian ini bertujuan untuk menginformasikan berbagai teknologi IPAL *grey water* yang telah ada di Kota Surabaya kepada masyarakat di lokasi tujuan replikasi. Selain itu juga mendapat informasi mengenai kondisi lingkungan dan masyarakat di lokasi studi, berbagai aspirasi masyarakat terkait pengolahan air limbah, pemahaman masyarakat mengenai air limbah dan bahayanya jika dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan, dan memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai manfaat dan pentingnya pengolahan air limbah *greywater* baik dari segi lingkungan, kesehatan, dan nilai ekonomis. Kemudian dari hasil diskusi di dapatkan penyelesaian berupa teknologi terpilih yang sesuai dengan kondisi lokasi baik lingkungan dan kemampuan finansial masyarakat.

3.4.4 Mekanisme replikasi

Dari hasil FGD didapatkan teknologi IPAL terpilih dan kendala yang dihadapi untuk mereplikasikan IPAL *grey water*. Pada analisa ini akan diidentifikasi langkah-langkah yang akan digunakan untuk mereplikasi IPAL *grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean*.

3.4.5 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisa akan dibuat suatu kesimpulan dan saran terkait karakteristik IPAL *grey water* swadaya masyarakat di Kota Surabaya dan mekanisme replikasi IPAL yang sesuai dengan lokasi tujuan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Teknologi IPAL *Grey Water* Berbasis Surabaya *Green and Clean*

Sejak tahun 2005 hingga kini, Surabaya *Green and Clean* merupakan acara tahunan di Kota Surabaya berkaitan dengan perlombaan kebersihan dan penghijauan antar kampung. Hingga pada tahun 2009 perlombaan SGC menghasilkan satu kampung jawara yaitu RW X Kelurahan Gundih, Kecamatan Bubutan karena berinovasi dalam pengolahan limbah *grey water* yang berasal dari selokan di depan rumah warga. Warga menyebutnya sebagai Alat Pengolah Air Limbah (APAL) karena dinilai teknologi yang digunakan sangat sederhana. APAL tersebut dibangun dengan swadaya masyarakat sekitar. Tahun 2010 inovasi APAL mulai direplikasi oleh RW VII Kelurahan Gundih yang juga ingin mengolah air limbah *grey water* dan berhasil menjadi jawara baru untuk inovasi pengolahan air limbah. Sehingga, tahun inilah yang menjadi titik awal dilahirkannya berbagai inovasi warga Kota Surabaya terkait dengan pengolahan air limbah *grey water*.

Pada tahun 2012 dan 2013 salah satu pihak swasta yang ada di Jawa Timur yaitu Pembangkit Jawa Bali (PJB), melalui CSR (*Corporate Social Responsibility*) memberikan bantuan kepada \pm 49 kampung di seluruh wilayah Kota Surabaya berupa bangunan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) *grey water* sederhana. Dimana pemberian bantuan IPAL dilakukan melalui dua tahap dan dengan teknologi yang berbeda. Semakin banyaknya kampung yang berinovasi terkait pengolahan limbah *grey water*, penjurian untuk kategori maju dan berkembang di perlombaan Surabaya *Green and Clean* mensyaratkan peserta lomba memiliki pengolahan air limbah *grey water* sehingga dapat menambah nilai dalam penjurian. Oleh karena itu, sudah terdapat beberapa kampung yang memiliki IPAL yang tersebar di lima wilayah Kota Surabaya baik IPAL bantuan atau pun hasil swadaya masyarakat. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat Kota Surabaya dalam mengelola dan menjaga lingkungan.

4.1.1 IPAL Grey Water Bantuan CSR-PJB

A. IPAL CSR Tahap 1

Kampung yang mendapatkan bantuan IPAL dari PJB terbagi menjadi dua tahap. Tahap pertama pada tahun 2012, terdapat 27 titik kampung antara lain 5 kampung di Surabaya Pusat, 6 kampung di Surabaya Barat, 8 kampung di Surabaya Selatan, 6 kampung di Surabaya Timur, dan 2 kampung di Surabaya Utara.

Tabel 4.1 Daftar Kampung IPAL CSR-PJB Tahap 1

No	Alamat	Kelurahan	Kecamatan
I SURABAYA PUSAT			
1	Tembok Dukuh XI / 09	Gundih	Bubutan
2	Jepara VIII / 25-B	Jepara	Bubutan
3	Asembagus	Tembok Dukuh	Bubutan
4	Undaan Peneleh IV/1	Peneleh	Genteng
5	Granting Baru IV / 45	Simokerto	Simokerto
II SURABAYA BARAT			
6	Candi Lontar Blok 41	Lontar	Sambikerep
7	Lakar Santri RT.02	Lakarsantri	Lakarsantri
8	Banjar Melatih / Jalan Jeruk 304	Jeruk	Lakarsantri
9	Lidah Kulon RT.05	Lidah Kulon	Lakarsantri
10	Perumgraha Surya Nata E4/29	Sumber Rejo	Pakal
11	Pond. Benowo Indah Blok B IV/08	Babad Jerawat	Pakal
III SURABAYA SELATAN			
12	Bagong Ginayan I/12	Ngagel	Wonokromo
13	Penanggungan 32	Petemon	Sawahan
14	Karang Klumprik Timur VII/19	Balasklumprik	Wiyung
15	Menanggal II / 37	Menanggal	Gayungan
16	Gunung Sari Indah Blok VV-15	Kedurus	Karangpilang
17	Jambangan IV-A	Jambangan	Jambangan
18	Ketintangbaru XIV / 05	Ketintang	Gayungan
19	Gayungan I/11-A	Gayungan	Gayungan
IV SURABAYA TIMUR			
20	Kali Kepiting Jaya II / 09	Pacar Kembang	Tambaksari

No	Alamat	Kelurahan	Kecamatan
21	Semolowaru Elok AB / 37	Semolowaru	Sukolilo
22	Rungkut Lor VII Masjid 18	Kali Rungkut	Rungkut
23	Rungkut Permai XII / A 17	Rungkut Tengah	Gununganyar
24	GubengKerta Jaya IV Raya 33	Kerta Jaya	Gubeng
25	Kejawan Putih Tambak 14 / 12	Kejawan Putih Tambak	Mulyorejo
V	SURABAYA UTARA		
26	Bulaksari VII / 19	Wonoksumo	Semampir
27	Bulak Banteng Lor I / 131	Bulak Banteng	Kenjeran

Teknologi yang digunakan pada IPAL tahap 1 ini berupa pengolahan secara biologi dengan *anaerobic biofilter* dengan proses *downflow attached growth* dan *upflow attached growth* dengan media berupa karbon aktif, arang batok kelapa, dan batu zeolit. Unit pengolahan terdiri dari unit 1, unit 2, unit 3, dan rumah pompa. Pada unit 1 dan 2 berfungsi untuk menyaring kotoran yang terbawa air limbah seperti sampah dan daun-daunan dan mengendapkan partikel-partikel koloid agar tidak mengganggu proses pengolahan selanjutnya, serta didalamnya terdapat proses pengolahan secara *anaerobic biofilter* secara *downflow attached growth* dengan media ijuk, kerikil, dan pasir. Dimana mikroorganisme yang bertugas untuk meremoval bahan organik dalam limbah *grey water* tumbuh pada permukaan kerikil dan pasir yang diletakkan pada bagian dasar unit. Pada unit 3 terdapat proses *anaerobic biofilter* secara *upflow attached growth* dengan menggunakan media ijuk, karbon aktif, dan batu zeolit. Unit 3 terdiri atas tiga kompartemen berbentuk tabung yang masing-masing terdiri dari media yang berbeda, antara lain pada tabung 1 media berupa serabut ijuk berfungsi untuk meremoval minyak dan lemak yang berasal dari *grey water*, tabung 2 berupa media karbon aktif berfungsi untuk meremoval bau, dan tabung 3 media berupa batu zeolit memiliki fungsi dapat menyerap kandungan amoniak pada *grey water*. Rumah pompa berfungsi untuk memompa air limbah dari bak pengendap menuju unit filtrasi dan dari unit filtrasi menuju pipa-pipa penyaluran warga untuk dapat dimanfaatkan warga. Namun kelemahan dari unit pengolahan ini adalah ditemukan beberapa kasus unit IPAL tahap 1 meledak dikarenakan

kapasitas yang tidak mampu menerima debit aliran dari air limbah yang berasal dari rumah-rumah warga. Selain itu, operasi dan pemeliharaan unit IPAL tidak berjalan baik karena warga tidak ikut serta dalam proses pembangunan IPAL sehingga warga tidak memiliki kepedulian terhadap IPAL yang ada. Gambar unit pengolahan IPAL CSR tahap 1 pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Unit IPAL CSR Tahap 1

B. IPAL CSR Tahap 2

Tahap kedua, pada tahun 2013, terdapat 22 titik kampung antara lain 9 kampung di Surabaya Pusat, 3 kampung di Surabaya Barat, 5 kampung di Surabaya Selatan, 3 kampung di Surabaya Timur, dan 2 kampung di Surabaya Utara.

Tabel 4.2 Daftar Kampung IPAL CSR-PJB Tahap 2

No	Alamat	Kelurahan	Kecamatan
I	SURABAYA PUSAT		
1	DinoyoBaru	Keputran	Tegalsari
2	Maspati VI	Bubutan	Bubutan
3	Margorukun VI	Gundih	Bubutan
4	Babadan I	Gundih	Bubutan

No	Alamat	Kelurahan	Kecamatan
5	Asem Jajar XII	Tembok Dukuh	Bubutan
6	Klimbungan I	Peneleh	Genteng
7	Kanginan II	Ketabang	Genteng
8	Granting I	Simokerto	Simokerto
9	Kapasari Pedukuhan buntu B	Tambak Rejo	Simokerto
II	SURABAYA UTARA		
10	Kalimas Baru II	Perak Utara	Pabeancantikan
11	Tenggumug Baru Selatan IX	Pegirian	Semampir
III	SURABAYA SELATAN		
12	Taman Pondok Indah TX-5	Wiyung	Wiyung
13	Karang Pilang Gg Glatik	Karangpilang	Karangpilang
14	Pagesangan 4	Pagesangan	Jambangan
15	Prada Kali K GgPanti	Prada Kali Kendal	Dukuhpakis
16	KarahGg V	Karah	Jambangan
IV	SURABAYA TIMUR		
17	Melatii Berseri	Tenggilis mejoyo	Tenggilis mejoyo
18	Gubeng Klingsingan III	Gubeng	Gubeng
19	Setro III	Gading	
V	SURABAYA BARAT		
20	Sambikerep	Sambikerep	Sambikerep
21	WismaTenggerpipa	Kandangan	Benowo
22	Wismalidahkulon C-66	LidahKulon	Lakarsantri

Pada tahap kedua ini, teknologi pengolahan yang diterapkan hampir sama, hanya saja pada IPAL tahap 2 proses pengolahan lebih kompleks dimulai dengan proses pengolahan fisik berupa sedimentasi/ pengendapan, kemudian dilanjutkan proses biologi dengan *anaerobic biofilter*. Selain itu, pada tahap 2 IPAL dibangun di bawah tanah (*ground tank*). Unit pengolahannya terdiri dari bak penampung 1 (penampung *grey water*), bak penangkap minyak dan lemak, *biofilter*, dan bak penampung 2 (penampung air terolah). Pada bak penampung 1 terjadi proses sedimentasi atau pengendapan partikel koloid. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan dengan media ijuk dan sabut kelapa untuk meremoval minyak dan lemak. Selanjutnya pengolahan *biofilter* dengan menggunakan media batu zeolit, pasir, dan karbon aktif untuk meremoval amonniak, meremoval bahan organik oleh mikroorganisme yang terbentuk di permukaan butiran pasir, dan meremoval

bau. Unit IPAL pada tahap 2 lebih baik jika dibandingkan dengan tahap 1, kapasitas pengolahannya juga lebih besar sehingga untuk penyaluran air hasil olahan menuju warga menjadi lebih banyak. Gambar unit pengolahan IPAL CSR tahap 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2.

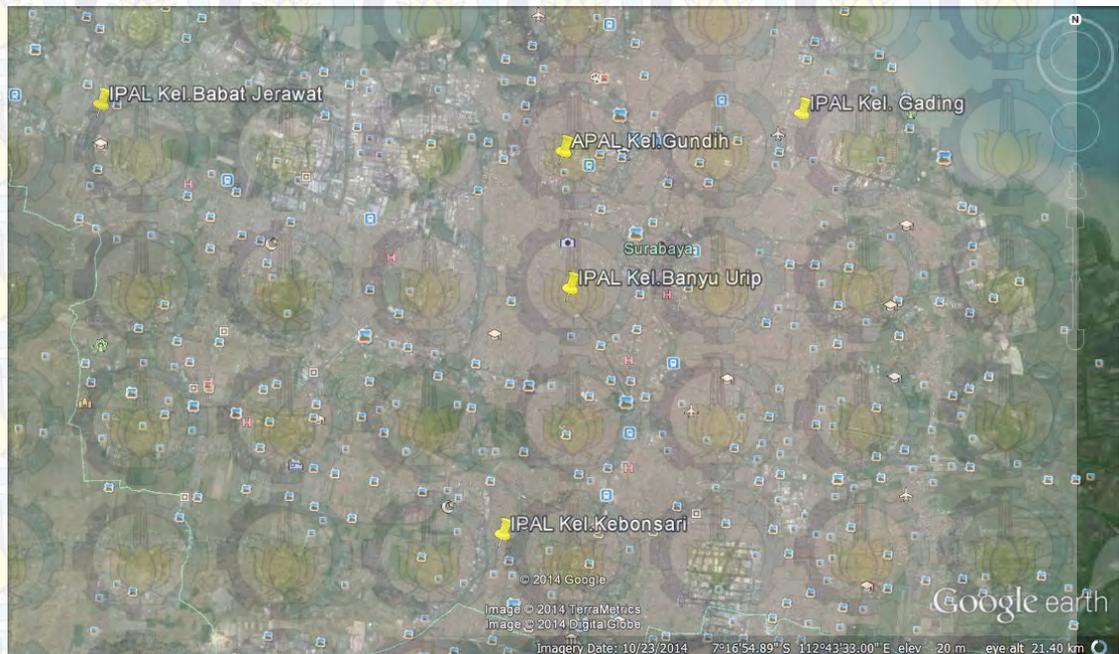


Gambar 4.2 Unit IPAL CSR Tahap 2

4.1.2 IPAL *Grey Water* Swadaya Masyarakat

Studi replikasi IPAL *grey water* ini dibatasi hanya pada IPAL hasil swadaya masyarakat yang terdapat di kampung juara Surabaya *Green and Clean* karena ingin mengetahui peran serta masyarakat dalam upaya pengelolaan lingkungan dalam hal ini pengolahan air limbah *grey water*. Selain itu, berdasarkan informasi dan hasil survey di lapangan, kebanyakan IPAL hasil bantuan dalam hal ini CSR-PJB, tidak beroperasi dengan baik dan tidak ada pemeliharaan berkelanjutan sehingga banyak yang rusak dan terbengkalai. Penentuan lokasi studi berdasarkan informasi dari tenaga ahli dalam hal ini adalah koordinator wilayah dan fasilitator lingkungan di masing-masing wilayah di Kota Surabaya. Hasil penelitian ini, IPAL tersebar di seluruh wilayah Kota Surabaya, namun dikarenakan keterbatasan dalam memperoleh informasi mengenai keberadaan IPAL swadaya masyarakat secara menyeluruh, lokasi IPAL yang didapat hanya di 4 wilayah yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Timur, Surabaya

Barat, dan Surabaya Selatan. Lokasi IPAL hasil swadaya masyarakat dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Lokasi IPAL *Grey Water* Hasil Swadaya Masyarakat

Dari gambar 4.3 terlihat bahwa tren penyebaran IPAL *grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean* adalah muncul dan tersebar dimana-mana. Hal ini dikarenakan peserta kompetisi SGC tersebar di seluruh wilayah Kota Surabaya dan pembuatan IPAL di masing-masing wilayah tergantung dari inovasi masyarakat dan keinginan masyarakat untuk memiliki IPAL karena keberadaan IPAL juga menjadi penilaian dalam kompetisi SGC.

4.1.2.1 Analisis Aspek Teknis

A. Identifikasi Teknologi IPAL Wilayah Surabaya Pusat

- Kelurahan Gundih, Kecamatan Bubutan (IPAL A)

✓ Tahun Pembuatan : 2009

Kelurahan Gundih tepatnya RW X merupakan pelopor pembuatan Alat Pengolahan Limbah (APAL) hasil swadaya masyarakat. Hingga kini terdapat ± 30 APAL yang tersebar di seluruh Kelurahan Gundih. Pembuatan APAL untuk pertama kali adalah tahun 2009, hingga kini di

RW X Kelurahan Gundih terdapat Kelompok Swakarya Masyarakat (KSM) yaitu KSM Dahlia yang setiap tahunnya dapat membuat 5-7 unit APAL untuk dibagikan kepada masing-masing RW di seluruh Kelurahan Gundih. Unit pengolahan unit APAL Kelurahan Gundih dapat dilihat pada Gambar 4.4.



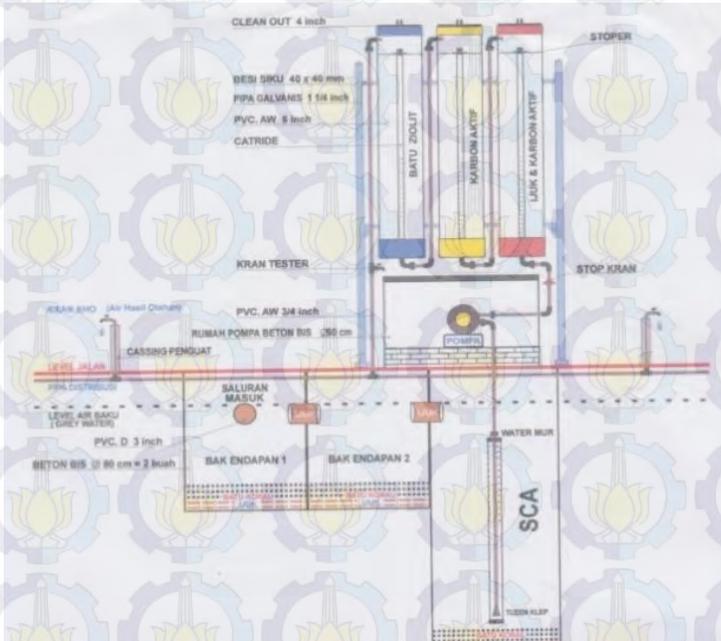
Gambar 4.4 Unit APAL Kelurahan Gundih

✓ Teknologi :

Teknologi yang digunakan pada proses pengolahan air limbah *grey water* sama seperti teknologi pada IPAL CSR-PJB tahap 1 yaitu berupa pengolahan biologi dengan *anaerobic biofilter* melalui proses *downflow attached growth* dan *upflow attached growth*. Media yang digunakan adalah karbon aktif, arang batok kelapa, dan batu zeolit. Berdasarkan informasi yang didapat, desain IPAL CSR-PJB tahap 1 mengikuti desain APAL yang ada di Kelurahan Gundih.

Adapun unit pengolahan APAL terdiri dari bak endapan 1, bak endapan 2, SCA (Sumur Cadangan Air), dan unit 3. Pada pengolahan awal yang mereka sebut bak endapan 1, bak endapan 2, dan SCA sebenarnya merupakan pengolahan secara biologi karena di bagian dasar bak endapan diberi media batu koral dan ijuk. Proses pengolahan yang terjadi adalah *anaerobic biofilter* secara *downflow attached growth* dimana sistem aliran air limbah dilakukan dari atas ke bawah (down). Kemudian terjadi proses

pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan media, sehingga bak endapan 1 dan 2 juga berfungsi untuk meremoval minyak lemak dan bahan organik yang ada di dalam air limbah. SCA berfungsi untuk mengumpulkan *grey water* sebelum dialirkan ke pengolahan lanjutan yaitu filtrasi, pada unit SCA juga diberi batu koral dan ijuk untuk meremoval minyak lemak dan bahan organik yang masih bisa lolos pada bak endapan 1 dan 2. Selain itu, saluran penghubung antara bak endapan dan SCA didalam pipa diberi ijuk untuk menyaring kontaminan. Pada bak endapan 1, endapan 2, dan SCA karena aliran air limbah dibuat dari atas ke bawah (down) sehingga hasil dari filtrasi akan menimbulkan penumpukan lumpur organik yang dapat mengakibatkan penyumbatan pada media filter. Oleh karena itu, pada bak endapan 1, 2, dan SCA perlu dilakukan pencucian media secara rutin.



Gambar 4.5 Skema Unit APAL Kelurahan Gundih

Unit 3 terdiri dari tiga kompartemen yaitu kompartemen 1 berisi media ijuk dan karbon aktif, dalam kompartemen ini terjadi proses removal bau dan minyak lemak yang mungkin masi terbawa setelah melalui unit pengolahan sebelumnya. Kompartemen 2 berisi media karbon

aktif yang berfungsi meremoval bau. Kompartemen 3 berisi batu zeolit yang dapat meremoval bahan organik oleh lapisan film mikroorganisme yang terbentuk di permukaan batuan. Aliran air limbah pada unit 3 dibuat *upflow* dengan tujuan menghindari penumpukkan lumpur organik pada media filter sehingga umur media akan lebih lama. Pipa yang berada di dalam kompartemen diberi lubang-lubang kecil dan dibungkus dengan kasa filter dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel kecil yang mungkin terbawa air limbah, sehingga tidak membebani kerja pada unit 3. Pemberian kasa filter juga dapat mencegah timbulnya penumpukkan lumpur organik. Skema unit pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.5.

✓ Debit air limbah :

Sumber air limbah : 35 KK

Limbah maksimum : 120 L/orang/hari (PerGub Jatim 72 Tahun 2013)

$$\text{Debit air limbah} : \frac{(35 \times 5) \times 120 \frac{L}{\text{orang} \cdot \text{hari}}}{86400 \text{ detik}} = 0,24 \text{ L/detik}$$

$$= 0,00024 \text{ m}^3/\text{detik}$$

✓ Adapun kriteria desain pada APAL berdasarkan hasil pengamatan di lapangan sebagai berikut:

a. Bak endapan 1 :

Beton bis Ø 80 cm = 0,8 m

t : 1 m

Media filter : ijuk dan batu koral

$$\text{Volume} : \pi r^2 t = \pi 0,4^2 1 = 0,5 \text{ m}^3$$

b. Bak endapan 2 :

Beton bis Ø 80 cm = 0,8 m

t : 1 m

Media filter : ijuk dan batu koral

$$\text{Volume} : \pi r^2 t = \pi 0,4^2 1 = 0,5 \text{ m}^3$$

c. Sumur cadangan air (SCA):

Beton bis Ø 80 cm = 0,8 m

t : 2 m

Media filter : ijuk dan batu koral

$$\text{Volume} : \pi r^2 t = \pi 0,4^2 2 = 1 \text{ m}^3$$

d. Unit filter

3 buah PVC AW Ø 5 inch = 0,127 m

t : 1 m

3 buah Catride filter

Media : batu zeolit, karbon aktif, campuran ijuk dan karbon aktif

$$\text{Volume} : 3 \times (\pi r^2 t) = 3 \times (\pi 0,0635^2 1) = 0,038 \text{ m}^3$$

e. Pompa

Rumah pompa : Beton bis Ø 60 cm

Kapasitas pompa : 30 liter/menit

Sehingga volume APAL total : 2,038 m³ = 2038 liter

✓ Kapasitas : 2038 liter

✓ Efisiensi Removal :

Efisiensi removal dilihat berdasarkan persentase selisih nilai tiap parameter dibandingkan dengan nilai awal parameter. Efisiensi removal APAL di RW X Kelurahan Gundih dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Efisiensi Removal APAL RW X Kelurahan Gundih

No	PARAMETER	SATUAN	INLET	OUTLET	REMOVAL
1	pH	-	7,85	7,65	-
2	TSS	mg/l	8	7	12,5%
3	BOD	mg/l	7	4	50%
4	COD	mg/l	4	2	43%
5	Minyak dan lemak	mg/l	-	-	-

Dikarenakan kondisi di lapangan tidak memungkinkan untuk pengambilan sampel dari saluran warga karena saluran di sekitar tertutup permanen dan pada saat sampling air limbah warga sedikit, maka sampling air diambil pada unit pertama (sumur endapan 1). Pada endapan 1 sudah terjadi proses pengolahan dengan media ijuk dan batu koral. Presentase menunjukkan efisiensi removal pengolahan unit 3 setelah melalui SCA yaitu masih terjadi removal polutan masing-masing TSS 12,5%, BOD 50%, dan COD 43%.

✓ Kualitas :

Kualitas *effluent* dari hasil pengolahan air limbah dengan menggunakan APAL dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Analisa *Effluent* IPAL Kelurahan Gundih

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL	*a	*b
1	pH	-	7,65	6-9	6-9
2	TSS	mg/l	7	100	50
3	BOD	mg/l	4	100	30
4	COD	mg/l	2	-	50
5	Minyak dan lemak	mg/l	0,00	-	10

Sumber : *a : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 112 tahun 2003

*b : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013

Dari hasil analisa kualitas *effluent*, semua parameter TSS,BOD, dan COD memenuhi baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 Tahun 2003 dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013.

- ✓ Penyaluran : ± 100 m (11 titik kran)
- ✓ Pengguna : 22 kk (1 kran @ 2 kk)

B. Identifikasi Teknologi IPAL Wilayah Surabaya Timur

- Kelurahan Gading, Kecamatan Tambaksari (IPAL B)
 - ✓ Tahun Pembuatan : 2010

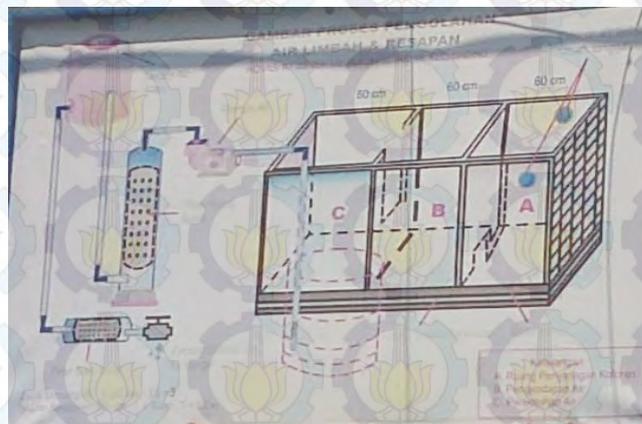


Gambar 4.6 Unit IPAL RT 3 RW VIII Kelurahan Gading

RT 3 RW VIII Kelurahan Gading mulai berinovasi dalam pengolahan air limbah pada tahun 2010 sebagai hasil studi banding dari Kelurahan Gundih. Hingga pada tahun 2013, RW 8 Kelurahan Gading menjadi *Best of The Best* di kejuaraan Surabaya *Green and Clean* karena berinovasi dalam pengolahan air limbah *grey water*. Gambar unit IPAL di RT 3 RW VIII Kelurahan Gading dapat dilihat pada Gambar 4.6. IPAL di kelurahan Tambaksari mengalami pergantian satu kali pergantian unit filter. Unit filter yang pertama dibuat dengan swadaya masyarakat dengan bahan dasar pipa paralon yang diberi media filter. Namun karena dirasa hasil pengolahan kurang maksimal, hasil kas dari kader lingkungan dibelikan unit filter buatan pabrik sehingga hasil yang diharapkan dapat memberikan manfaat lebih, seperti penggunaan air *effluent* untuk mandi, mencuci kendaraan bermotor, dan dapat juga digunakan untuk mencuci piring.

✓ Teknologi :

Teknologi pengolahan yang digunakan pada IPAL ini adalah pengolahan secara *aerobic biofilter* dengan *downflow attached growth* dan *anerobic biofilter* dengan *upflow attached growth*. Unit pengolahan terdiri dari ruang penyaringan kotoran, pengendapan, penjernihan air, unit filtrasi, tandon air, dan unit filtrasi akhir. Skema unit pengolahan dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Skema Unit IPAL Kelurahan Gading

Pada unit yang disebut dengan ruang penyaringan kotoran, pengendapan, dan penjernih air terjadi proses biologi secara aerobik.

Dimana ketiga unit tidak ditutup peramen melainkan ditutup dengan jaring-jari besi sehingga udara masih dapat masuk. Di setiap kompartemen, pada bagian dasar diberi lapisan media filter yang terdiri dari batu koral, ijuk, dan serabut kelapa untuk menumbuhkan mikroorganisme pada permukaan media sehingga terbentuk *biofilm* yang akan meremoval kandungan

organic pada limbah *grey water*. Unit ke empat yaitu unit filtrasi terdiri dari media filter berupa pasir silika dan karbon aktif untuk meremoval kotoran yang mungkin masih terbawa oleh air limbah dan meremoval bau.

Proses yang terjadi di dalamnya sama yaitu proses biologi yang memanfaatkan *biofilm* mikroorganisme untuk meremoval kontaminan, namun bedanya pada unit ini pengolahan terjadi secara anaerobik.

Kemudian dari unit filtrasi air dipompa menuju tandon atas untuk dikumpulkan kemudian dilewatkan ke unit filtrasi akhir berupa arang batok sebelum didistribusikan ke warga.

✓ Debit air limbah :

Sumber air limbah : 25 KK

Limbah maksimum : 120 L/orang/hari (PerGub Jatim 72 Tahun 2013)

$$\begin{aligned} \text{Debit air limbah} &: \frac{(25 \times 5) \times 120 \frac{\text{L}}{\text{orang} \cdot \text{hari}}}{86400 \text{ detik}} = 0,18 \text{ L/detik} \\ &= 0,00018 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

✓ Adapun kriteria desain pada IPAL berdasarkan hasil pengamatan di lapangan adalah sebagai berikut:

a. Ruang penyaring kotoran (A) :

Bak beton

P : 60 cm = 0,6 m, L : 50 cm = 0,5 m

t : 80 cm = 0,8 m

Media filter : batu kerikil, ijuk, dan batu koral

Volume : $P \times L \times t = 0,6 \times 0,5 \times 0,8 = 0,24 \text{ m}^3$

b. Pengendapan (B) :

Bak beton

P : 60 cm = 0,6 m, L : 50 cm = 0,5 m

t : 80 cm = 0,8 m

Media filter : batu kerikil, ijuk, dan batu koral

$$\text{Volume} : P \times L \times t = 0,6 \times 0,5 \times 0,8 = 0,24 \text{ m}^3$$

c. Penjernihan air (C):

Beton bis \varnothing 80 cm = 0,8 m

t : 1,25 m

Media filter : ijuk, dan batu koral

$$\text{Volume} : \pi r^2 t = \pi 0,4^2 1,25 = 0,62 \text{ m}^3$$

d. Unit filter 1

2 buah unit filter \varnothing 10 inch = 0,254 m

t : 1,5 m

Media : Pasir silika dan karbon aktif

$$\text{Volume} : 2 \times (\pi r^2 t) = 2 \times (\pi 0,127^2 \times 1,5) = 0,152 \text{ m}^3$$

e. Bak penampung air

1 buah tangki air dengan volume 1000 liter

f. Unit filter 2

2 buah PVC AW \varnothing 5 inch = 0,127 m

t : 0,5 m

Media : arang batok kelapa dan karbon aktif

$$\text{Volume} : 2 \times (\pi r^2 t) = 2 \times (\pi 0,0635^2 \times 0,5) = 0,013 \text{ m}^3$$

g. Pompa

Kapasitas pompa : 60 liter/menit

Sehingga volume IPAL total : 2,113 m³ = 2113 liter

✓ Kapasitas : ± 2113 liter

✓ Efisiensi Removal :

Efisiensi removal dilihat berdasarkan persentase selisih nilai tiap parameter dibandingkan dengan nilai awal parameter. Efisiensi removal IPAL di RT 3 RW VIII Kelurahan Gading dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Efisiensi Removal IPAL RT 3 RW VIII Keurahan Gading

No	PARAMETER	SATUAN	INLET	OUTLET	REMOVAL
1	pH	-	8,05	7,40	-
2	TSS	mg/l	158	36	77%
3	BOD	mg/l	116	6	94%
4	COD	mg/l	188	10	95%
5	Minyak dan lemak	mg/l	-	-	-

Sampling inlet dilakukan di saluran depan salah satu rumah warga sebelum masuk ke dalam unit ruang penyaring kotoran. Kondisi limbah *grey water* keruh dan bau. Sampling outlet dilakukan pada kran dimana air hasil pengolahan dengan IPAL pertama keluar. Kondisi fisik air *effluent* bening dan tidak berbau. Berdasarkan hasil analisis nilai inlet dan outlet dapat diketahui efisiensi removal dari IPAL. Efisiensi removal pada IPAL ini sangat tinggi yaitu TSS 77%, BOD 94%, dan COD 95%.

Berdasarkan perbandingan nilai BOD/COD yaitu 0,6 berada di antara 0,3 dan 0,8, sehingga penerapan teknologi yang sesuai adalah pengolahan biologi. Penerapan teknologi yang diterapkan sudah sesuai yaitu pengolahan biologi dengan *biofilter*.

✓ Kualitas :

Hasil analisa kualitas *effluent* IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Analisa *Effluent* IPAL Kelurahan Gading

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL	*a	*b
1	pH	-	7,40	6-9	6-9
2	TSS	°C	36	100	50
3	BOD	mg/l	6	100	30
4	COD	mg/l	10	-	50
5	Minyak dan lemak	mg/l	0,00	-	10

Sumber : *a : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 112 tahun 2003

*b : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013

Dari hasil analisa kualitas *effluent* IPAL di Kelurahan Gading ini menunjukkan semua parameter sudah memenuhi baku mutu air limbah baik berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 tahun 2003 atau pun Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 tahun 2013.

- ✓ Penyaluran : ± 300 m (26 titik kran)
- ✓ Jumlah pengguna : 52 kk (1 kran untuk 2 KK)

C. Identifikasi Teknologi IPAL Wilayah Surabaya Barat

- Kelurahan Babat Jerawat, Kecamatan Pakal (IPAL C)

- ✓ Tahun Pembuatan : 2013

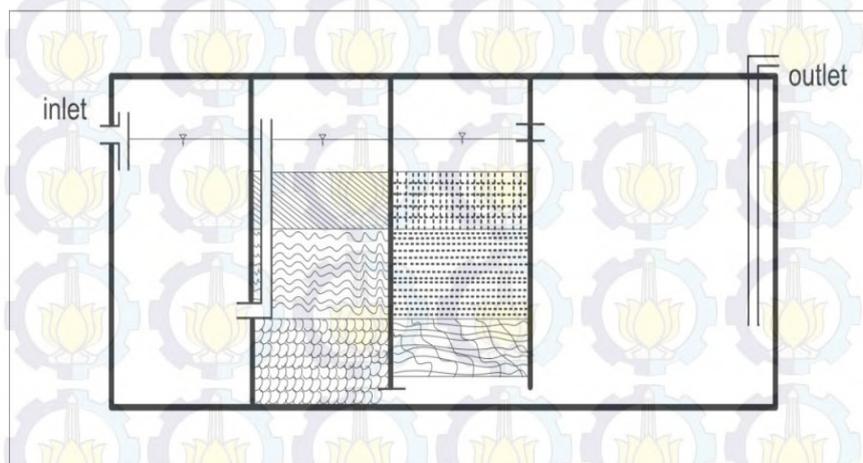
RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat tepatnya di Pondok Benowo Indah, pada tahun 2013 berinovasi dalam pengolahan air limbah dari sisa cuci, mandi, dan dapur dari rumah warga yang masuk ke selokan depan rumah. Unit IPAL yang dibangun mereplikasi dari IPAL CSR tahap 2 namun lebih disederhanakan disesuaikan dengan dana yang dimiliki oleh warga. Sehingga pada tahun 2013 Pondok Benowo Indah menjadi juara *Best of The Best* dalam kejuaraan Surabaya *Green and Clean* karena berinovasi dalam pengolahan air limbah. Gambar unit IPAL di RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Unit IPAL RT 9 RW IX Kel. Babat Jerawat

- ✓ Teknologi :
IPAL pada lokasi ini mereplikasi IPAL CSR-PJB tahap 2, yaitu dengan sistem *Aerated Baffled Reactor* (ABR) namun lebih disederhanakan hanya terdiri dari 4 kompartemen, sedangkan milik CSR-

PJB terdiri dari 6 kompartemen.. Unit pengolahan dari 4 kompartemen tersebut antara lain bak penampung 1 (penampung *grey water*), bak penangkap minyak dan lemak, bak penghilang bau dan warna, dan bak penampung 2 (penampung air olahan). Pada bak penangkap minyak dan lemak diberi media filter berupa serabut kelapa, ijuk, dan pecahan genteng. Pada bak penghilang bau dan warna diberi media filter berupa karbon aktif, batu zeolit, dan batu koral. Pada kompartemen 2 dan 3 terjadi proses pengolahan secara *biofilter*, dimana proses biologi memanfaatkan *biofilm* yang dibentuk oleh mikroorganisme yang tumbuh di dalam kompartemen kemudian mikroorganisme tersebut akan meremoval kontaminan yang ada pada limbah *grey water* terutama zat organik. Skema unit IPAL di Kelurahan Babat Jerawat dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Skema IPAL Kelurahan Babat Jerawat

✓ Debit air limbah :

Sumber air limbah : 20 KK

Limbah maksimum : 120 L/orang/hari (PerGub Jatim 72 Tahun 2013)

Debit air limbah : $\frac{(20 \times 5) \times 120 \frac{L}{orang \cdot hari}}{86400 \frac{detik}{hari}} = 0,14 \text{ L/detik}$

$= 0,00014 \text{ m}^3/\text{detik}$

✓ Adapun kriteria desain pada IPAL berdasarkan pengamatan di lapangan adalah sebagai berikut:

a. Bak penampung 1 (*grey water*) :

Bak beton

P : 0,5

L : 2 m

t : 1,5 m

Volume : $P \times L \times t = 0,5 \times 2 \times 1,5 = 1,5 \text{ m}^3$

b. Penangkap minyak & lemak :

Bak beton

P : 0,5 m

L : 2 m

t : 1,5 m

Media : serabut kelapa, ijuk, dan pecahan genteng.

Volume : $P \times L \times t = 0,5 \times 2 \times 1,5 = 1,5 \text{ m}^3$

c. Penjernihan air (C):

P : 0,5 m

L : 2 m

t : 1,5 m

Media : karbon aktif, batu zeolit, dan batu koral.

Volume : $P \times L \times t = 0,5 \times 2 \times 1,5 = 1,5 \text{ m}^3$

d. Bak penampung 2 (air olahan)

P : 1 m

L : 2 m

t : 1,5 m

Volume : $P \times L \times t = 1 \times 2 \times 1,5 = 3 \text{ m}^3$

e. Pompa

Kapasitas pompa : 35 liter/menit

Sehingga volume IPAL total :

Bak pengendap 1 + Bak pengendap 2 + SCA + Unit filter

$= 1,5 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 + 3 \text{ m}^3 = 7,5 \text{ m}^3 = 7500 \text{ liter}$

- ✓ Kapasitas : $\pm 7500 \text{ liter}$
- ✓ Kontinuitas : Setiap hari beroperasi
- ✓ Efisiensi Removal :

Efisiensi removal dilihat berdasarkan persentase selisih nilai tiap parameter dibandingkan dengan nilai awal parameter. Efisiensi removal IPAL di RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Efisiensi Removal IPAL RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat

No	PARAMETER	SATUAN	INLET	OUTLET	REMOVAL
1	pH	-	7,65	7,7	-
2	TSS	mg/l	58	32	45%
3	BOD	mg/l	32	22	32%
4	COD	mg/l	52	36	30%
5	Minyak dan lemak	mg/l	-	-	-

Sampling inlet dilakukan di saluran depan salah satu rumah warga sebelum masuk ke unit pengolahan IPAL. Kondisi limbah *grey water* keruh dan bau. Sampling outlet dilakukan outlet IPAL. Berdasarkan hasil analisis nilai inlet dan outlet dapat diketahui efisiensi removal dari IPAL. Efisiensi removal pada IPAL ini kecil tidak mencapai 50% yaitu TSS 45%, BOD 32%, dan COD 36%.

Berdasarkan perbandingan nilai BOD/COD yaitu 0,61 berada di antara 0,3 dan 0,8, sehingga penerapan teknologi yang sesuai adalah pengolahan biologi. Penerapan teknologi yang diterapkan sudah sesuai yaitu pengolahan biologi dengan ABR yang didalamnya juga terdapat pengolahan *biofilter*.

✓ Kualitas :

Hasil analisa ualitas air hasil olahan dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Analisa *Effluent* IPAL Kelurahan Babat Jerawat

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL	*a	*b
1	pH	-	7,7	6-9	6-9
2	TSS	mg/l	32	100	50
3	BOD	mg/l O ₂	22	100	30
4	COD	mg/l	36	-	50
4	Salinitas	-	0,56	-	50

Sumber : *a : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 112 tahun 2003

*b : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013

Dari hasil analisa kualitas air hasil olahan IPAL, didapatkan semua parameter memenuhi baku mutu air limbah berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 tahun 2003 dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 tahun 2013.

- ✓ Penyaluran : ± 200 m (15 titik kran)
- ✓ Pengguna : ± 30 kk (1 kran melayani 2 kk)

D. Identifikasi Teknologi IPAL Wilayah Surabaya Selatan

- Kelurahan Kebonsari Kecamatan Jambangan (IPAL D)

- ✓ Tahun Pembuatan : 2011

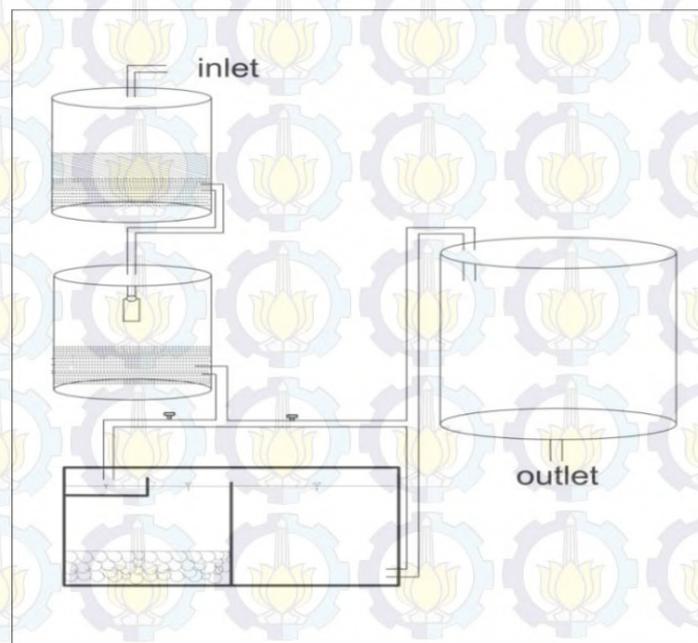
RT 02 RW I Kelurahan Kebonsari pada tahun 2011 berinovasi dalam pengolahan air limbah *grey water* dari selokan depan rumah warga. Hingga pada tahun 2014 menjadi juara kategori berkembang pada kejuaraan Surabaya *Green and Clean* kategori kampung berkembang 2014. Unit pengolahan yang digunakan pada lokasi ini sangat sederhana dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Unit IPAL RT 02 RW I Kel.Kebonsari

- ✓ Teknologi :
Teknologi yang digunakan pada IPAL ini adalah pengolahan *biofilter* dengan proses *attached growth anaerobic* dan aliran kebawah (*downflow*). IPAL pada lokasi ini terdiri dari 4 kompartemen antara lain filter 1, filter 2, filter 3, dan bak penampung (penampung air olahan).

Pada filter 1 berupa tangki air dengan kapasitas ±125 L dan diberi media filter berupa serabut kelapa dan pasir. Filter 2 berupa tangki air dengan kapasitas ±125 L berisi media filter pasir dan diberi catride filter pada inlet bak. Filter 3 menggunakan akuarium bekas yang dibagi menjadi tiga segmen, segmen pertama diberi kain kasa untuk filter, segmen kedua berisi batu zeolit, dan segmen ketiga berisi karbon aktif. Kopartemen keempat berupa penampung air berupa tangki air hasil olahan dengan kapasitas 1000 liter. Skema unit IPAL di Kelurahan Kebonsari dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Skema Unit IPAL Kelurahan Kebonsari

✓ Debit air limbah :

Sumber air limbah : 30 KK

Limbah maksimum : 120 L/orang/hari (PerGub Jatim 72 Tahun 2013)

$$\text{Debit air limbah} : \frac{(30 \times 5) \times 120 \frac{\text{L}}{\text{orang} \cdot \text{hari}}}{86400 \text{ detik}} = 0,2 \text{ L/detik}$$

$$= 0,0002 \text{ m}^3/\text{detik}$$

✓ Adapun kriteria desain pada IPAL berdasarkan pengamatan di lapangan adalah sebagai berikut:

a. Filter 1 :

Tangki air dengan kapasitas 125 L

\varnothing : 40 cm = 0,40 m

t : 1 m

Volume : $\mu x r^2 x t = \mu x (0,20)^2 x 1 = 0,125 \text{ m}^3$

Media : serabut kelapa dan pasir.

b. Filter 2 :

Tangki air dengan kapasitas 125 L

\varnothing : 40 cm = 0,40 m

t : 1 m

Volume : $\mu x r^2 x t = \mu x (0,20)^2 x 1 = 0,125 \text{ m}^3$

Media : pasir dan catride filter

c. Filter 3 (akuarium):

P : 1,5 m

L : 0,75 m

t : 1 m

Media : karbon aktif, batu zeolit, dan batu koral.

Volume : $P x L x t = 1,5 x 0,75 x 1 = 1,125 \text{ m}^3$

d. Bak penampung (air olahan) :

Tangki air dengan kapasitas 1000 liter

e. Pompa

Kapasitas pompa : 30 liter/menit

Sehingga volume IPAL total :

Filter 1 + Filter 2 + Filter 3 + Tangki penampung

$= 0,125 \text{ m}^3 + 0,125 \text{ m}^3 + 1,125 \text{ m}^3 + 1000 \text{ liter} = 2375 \text{ liter}$

✓ Kapasitas : $\pm 2375 \text{ liter}$

✓ Efisiensi Removal :

Efisiensi removal dilihat berdasarkan persentase selisih nilai tiap parameter dibandingkan dengan nilai awal parameter. Efisiensi removal IPAL di RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Efisiensi Removal IPAL RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari

No	PARAMETER	SATUAN	INLET	OUTLET	REMOVAL
1	pH	-	7,70	8	-
2	TSS	mg/l	86	38	56%
3	BOD	mg/l	28	4	85%
4	COD	mg/l	45	7	86%
5	Minyak dan lemak	mg/l	-	-	-

Sampling inlet dilakukan di saluran sebelum masuk ke unit pengolahan IPAL. Kondisi limbah *grey water* keruh dan bau. Sampling outlet dilakukan pada kran pertama penyaluran *effluent* IPAL tepatnya pada kran yang dimanfaatkan warga untuk cuci tangan. Berdasarkan hasil analisis nilai inlet dan outlet dapat diketahui efisiensi removal dari IPAL. Efisiensi removal pada IPAL ini cukup tinggi yaitu TSS 56%, BOD 85%, dan COD 86%.

Berdasarkan perbandingan nilai BOD/COD yaitu 0,62 berada di antara 0,3 dan 0,8, sehingga penerapan teknologi yang sesuai adalah pengolahan biologi. Penerapan teknologi yang diterapkan sudah sesuai yaitu pengolahan biologi dengan pengolahan *biofilter*.

✓ Kualitas :

Hasil analisa kualitas *effluent* IPAL di Kelurahan Kebonsari dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Analisa *Effluent* RT 2 RW I IPAL Kel. Kebonsari

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL	*a	*b
1	pH	-	8	6-9	6-9
2	TSS	mg/l	38	100	50
3	BOD	mg/l O ₂	4	100	30
4	COD		7	-	50
5	Minyak dan lemak	mg/l	0,00	-	10

Sumber : *a : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 112 tahun 2003

*b : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013

Berdasarkan hasil analisa kualitas *effluent* IPAL di Kelurahan Kebonsari, menunjukkan semua parameter memenuhi baku

mutu kualitas air limbah, sehingga sudah aman untuk dibuang ke lingkungan.

- ✓ Penyaluran : ± 170 m (13 titik kran)
- ✓ Pengguna : 26 KK (1 kran @ 2 KK)

- Kelurahan Banyu Urip Kecamatan Sawahan (IPAL E)

- ✓ Tahun Pembuatan : 2013

RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip berinovasi dalam pengolahan air limbah *grey water* dari selokan depan rumah warga..

IPAL pada lokasi ini merupakan hasil swadaya masyarakat. Unit pengolahan yang digunakan pada lokasi ini sangat sederhana dengan memanfaatkan tong air sebagai unit pengolahan air limbah. Dalam kejuaraan Surabaya *Green and Clean*, RW VI beberapa kali mendapatkan juara, antara lain SGC tahun 2014 karena berinovasi dalam pengolahan *grey water*. Gambar unit pengolahan air limbah RT 1 RW VI Kel. Banyu Urip dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Unit IPAL RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip

✓ Teknologi :

Unit IPAL pada RT 1 RW VI di Kelurahan Banyu Urip memiliki sistem pengolahan yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan IPAL di lokasi lain. Sistem pengolahan IPAL di lokasi ini terdiri dari pengolahan fisik dan biologi. Teknologi yang digunakan pada IPAL ini antara lain, untuk pengolahan fisik menggunakan proses sedimentasi, pengolahan biologi dengan *biofilter* media pasir, enceng gondok, dan terakhir karbon aktif. Unit IPAL terdiri dari 6 bagian yang berupa bak dengan kapasitas ± 150 liter. Bagian pertama berupa bak yang berfungsi sebagai bak sedimentasi. Bagian kedua berupa bak penampung air limbah sebelum ke pengolahan selanjutnya. Bagian ketiga berupa pengolahan filtrasi sebanyak 2 bak yang berisi media filter yang terdiri dari ijuk, pasir dan kerikil. Bagian keempat berupa pengolahan biologi berupa 2 bak terbuka dan diberi enceng gondok. Bagian kelima berupa pengolahan karbonisasi yang berfungsi untuk menghilangkan bau dan warna, dimana air limbah dilewatkan media yang terdiri dari karbon aktif. Bagian keenam berupa bak penampung air hasil olahan sebelum digunakan oleh warga. Peletakan pipa yang masuk ke dalam unit bak sedimentasi dari bagian bawah bak, sehingga menyebabkan proses sedimentasi kurang maksimal. Skema pengolahan IPAL di Kelurahan Banyu Urip dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Skema Unit IPAL Kelurahan Banyu Urip

✓ Debit air limbah :

Sumber air limbah : 15 KK

Limbah maksimum : 120 L/orang/hari (PerGub Jatim 72 Tahun 2013)

$$\text{Debit air limbah} : \frac{(15 \times 5) \times 120 \frac{\text{L}}{\text{orang} \cdot \text{hari}}}{86400 \text{ detik}} = 0,1 \text{ L/detik}$$
$$= 0,0001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

✓ Adapun kriteria desain pada IPAL berdasarkan hasil pengamatan di lapangan adalah sebagai berikut:

a. Bak sedimentasi :

1 tangki air dengan kapasitas 150 liter

$$\text{Ø} : 43 \text{ cm} = 0,43 \text{ m}$$

$$t : 1 \text{ m}$$

$$\text{Volume} : \mu x r^2 x t = \mu x (0,215)^2 x 1 = 0,150 \text{ m}^3 = 150 \text{ liter}$$

b. Bak penampung 1 (air limbah) :

1 tangki air dengan kapasitas 150 liter

$$\text{Ø} : 43 \text{ cm} = 0,43 \text{ m}$$

$$t : 1 \text{ m}$$

$$\text{Volume} : \mu x r^2 x t = \mu x (0,215)^2 x 1 = 0,150 \text{ m}^3 = 150 \text{ liter}$$

c. Filter :

2 tangki air dengan kapasitas 150 liter

$$\text{Ø} : 43 \text{ cm} = 0,43 \text{ m}$$

$$t : 1 \text{ m}$$

$$\text{Volume} : 2x(\mu x r^2 x t) = 2x(\mu x (0,215)^2 x 1) = 2 x 0,150 \text{ m}^3 = 300 \text{ liter}$$

Media : kerikil, pasir, dan ijuk.

d. Biologi :

2 Bak air dengan kapasitas 25 L

$$\text{Ø} : 40 \text{ cm} = 0,40 \text{ m}$$

$$t : 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Volume} : 2(\mu x r^2 x t) = 2(\mu x (0,2)^2 x 0,2) = 2x0,025 \text{ m}^3 = 50 \text{ liter}$$

Media : enceng gondok.

e. Karbonasi

Bak air dengan kapasitas 50 L

\varnothing : 20 cm = 0,20 m

t : 40 cm = 0,4 m

Volume : $\mu \times r^2 \times t = \mu \times (0,2)^2 \times 0,4 = 0,050 \text{ m}^3 = 50 \text{ liter}$

Media : karbon aktif.

f. Bak penampung 2 (air olahan)

Akuarium bekas dengan kapasitas :

P : 1,5 m

L : 0,75 m

t : 1 m

Volume : $P \times L \times t = 1,5 \times 0,75 \times 1 = 1,125 \text{ m}^3 = 1125 \text{ liter}$

g. Pompa

Kapasitas pompa : 30 liter/menit

Sehingga volume IPAL total :

Sedimentasi+Penampung 1+Filter+Biologi+Karbonasi+Penampung 2
= 150 liter+150 liter+300 liter+50 liter+50 liter+1125 liter = 1825 liter

✓ Kapasitas : $\pm 1825 \text{ liter}$

✓ Efisiensi Removal:

Efisiensi removal dilihat berdasarkan persentase selisih nilai tiap parameter dibandingkan dengan nilai awal parameter. Efisiensi removal IPAL di RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Efisiensi Removal IPAL RT1 RWVI Kel. Banyu Urip

No	PARAMETER	SATUAN	INLET	OUTLET	REMOVAL
1	pH	-	7,70	7,80	-
2	TSS	mg/l	148	6	96 %
3	BOD	mg/l	50	13	75%
4	COD	mg/l	83	21	74%
5	Minyak dan lemak	mg/l	-	-	-

Sampling inlet dilakukan di saluran sebelum masuk ke unit pengolahan IPAL. Kondisi limbah *grey water* keruh dan bau.

Sampling outlet dilakukan pada kran pertama penyaluran *effluent* IPAL. Berdasarkan hasil analisis nilai inlet dan outlet dapat diketahui efisiensi removal dari IPAL. Efisiensi removal pada IPAL ini cukup tinggi yaitu TSS 96%, BOD 75%, dan COD 74%.

Berdasarkan perbandingan nilai BOD/COD yaitu 0,6 berada di antara 0,3 dan 0,8, sehingga penerapan teknologi yang sesuai adalah pengolahan biologi. Penerapan teknologi yang diterapkan sudah sesuai yaitu pengolahan biologi dengan pengolahan *biofilter*.

✓ Kualitas :

Hasil analisa kualitas *effluent* IPAL di Kelurahan Banyu Urip dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Analisa *Effluent* IPAL Kelurahan Banyu Urip

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL	*a	*b
1	pH	-	7,80	6-9	6-9
2	TSS	mg/l	6	100	50
3	BOD	mg/l O ₂	13	100	30
4	COD		21	-	50
5	Minyak dan lemak	mg/l	0,00	-	10

Sumber : *a : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 112 tahun 2003

*b : Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013

Berdasarkan hasil analisa kualitas *effluent* IPAL di Kelurahan Banyu Urip, seluruh parameter memenuhi baku mutu kualitas air limbah baik berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.112 tahun 2003 dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 tahun 2013.

✓ Penyaluran : ± 5 m (3 titik kran)

✓ Pengguna : 2 KK

4.1.2.2 Analisa Aspek Pengelola

a) RW X Kelurahan Gundih, Kecamatan Bubutan (IPAL A)

✓ Keberadaan Pengelola :

Terdapat Kelompok Swakarya Masyarakat (KSM) yaitu KSM Dahlia yang khusus membuat APAL *grey water* di Kelurahan Gundih.

KSM Dahlia terdiri dari beberapa warga di RW X di Kelurahan Gundih. Hingga saat ini, telah membuat sekitar \pm 2 APAL hasil swadaya masyarakat dan 28 APAL yang ditempatkan menyebar di beberapa RT di Kelurahan Gundih dengan mendapat bantuan biaya dari PNMP Mandiri.

Namun KSM Dahlia hanya berperan dalam mendesain dan membangun APAL. Untuk pengelola operasi dan pemeliharaan APAL tidak ada lembaga atau pengelola khusus.

✓ Operasi dan Pemeliharaan (O dan P) :

Di Kelurahan Gundih, pengoperasian APAL dilakukan oleh warga sendiri secara bergantian karena saklar untuk menghidupkan APAL diletakkan di Balai RT dan mudah dijangkau. Pengoperasian dilakukan hanya jika warga membutuhkan air untuk penyiraman tanaman terutama saat kemarau. Hal ini juga disebabkan oleh biaya listrik untuk pompa. Saat musim penghujan biasanya APAL tidak digunakan karena warga tidak membutuhkan untuk penyiraman.

Pemeliharaan yang pernah dilakukan adalah pengurusan IPAL, penggantian pompa dan media filter. Dimana biaya pemeliharaan berasal dari iuran warga.

✓ Jadwal (O & P) Unit APAL :

Tidak ada jadwal khusus baik untuk pengoperasian atau pun pemeliharaan unit APAL.

b) RT 3 RW VIII Kelurahan Gading, Kecamatan Tambaksari (IPAL B)

✓ Keberadaan Pengelola :

Tidak ada lembaga atau pengelola khusus dalam IPAL. Desain IPAL dilakukan oleh salah satu tokoh masyarakat yang sudah pernah melakukan studi di wilayah lain yang sudah memiliki IPAL dan pembangunan IPAL dilakukan oleh masyarakat secara bergotoong-royong bersama kader lingkungan setempat.

✓ Operasi dan Pemeliharaan (O dan P) :

Di Kelurahan Gading, pengoperasian APAL dilakukan setiap hari karena terdapat pipa otomatis pada bak penampng akhir, sehingga jika air

dalam bak penampung berkurang secara otomatis pompa IPAL hidup dan beroperasi.

Pemeliharaan IPAL dilakukan secara rutin setiap diadakan kerja bakti meskipun tidak ada kendala atau kerusakan pada unit IPAL. Kader lingkungan bekerjasama dengan dinas kesehatan untuk melakukan sampling *effluent* dari IPAL setiap bulan namun saat ini dari pihak dinas baru sekali dilakukan pengecekan sampling air. Pemeliharaan yang pernah dilakukan adalah pengurasan IPAL, pengecekan *effluent*, pergantian pompa, dan media filter.

✓ Jadwal (O & P) Unit APAL :

Operasi : Setiap hari

Pemeliharaan rutin : 2 minggu sekali

c) RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat, Kecamatan Pakal (IPAL C)

✓ Keberadaan Pengelola :

Tidak ada lembaga atau pengelola khusus dalam IPAL. Desain IPAL mengikuti desain IPAL PJB tahap 2 namun disederhanakan disesuaikan dengan biaya yang ada dan pembangunan IPAL dilakukan oleh masyarakat secara bergotoong-royong bersama kader lingkungan setempat.

✓ Operasi dan Pemeliharaan (O dan P) :

Pengoperasian IPAL dilakukan oleh warga sendiri secara bergantian karena saklar untuk menghidupkan APAL diletakkan di Balai RT dan mudah dijangkau. Pengoperasian dilakukan hanya jika warga membutuhkan air untuk penyiraman tanaman terutama saat kemarau. Hal ini juga disebabkan oleh biaya listrik untuk pompa. Saat musim penghujan biasanya IPAL tidak digunakan karena warga tidak membutuhkan untuk penyiraman.

Pemeliharaan yang dilakukan adalah pengurasan IPAL dan pernah dilakukan pemantauan *effluent* IPAL namun tidak rutin dan hanya dilakukan 1 kali.

✓ Jadwal (O & P) Unit APAL :

Tidak ada jadwal khusus baik untuk pengoperasian unit IPAL.

Pemeliharaan : 2 bulan sekali pengurusan IPAL

d) RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari Kecamatan Jambangan (IPAL D)

✓ Keberadaan Pengelola :

Tidak ada lembaga atau pengelola khusus dalam IPAL. Desain IPAL dilakukan oleh tokoh masyarakat setempat dalam hal ini ketua RT berdasarkan hasil studi dari wilayah lain yang sudah memiliki IPAL dan pembangunan IPAL dilakukan oleh masyarakat secara bergotoong-royong bersama kader lingkungan setempat.

✓ Operasi dan Pemeliharaan (O dan P) :

Pengoperasian IPAL dilakukan oleh warga sendiri secara bergantian sesuai dengan jadwal jaga malam dan petugas juga bertugas untuk melakukan penyiraman saat IPAL dioperasikan. Petugas adalah sebanyak 3 orang yang merupakan warga sekitar dan setiap hari bergantian. Namun saat musim hujan, IPAL tidak beroperasi dengan alasan tidak membutuhkan air untuk penyiraman.

Pemeliharaan dilakukan saat kerja bakti lingkungan (1 bulan sekali). Pemeliharaan yang pernah dilakukan seperti pergantian pompa, pergantian media filter, dan pengurusan akuarium yang merupakan salah satu unit IPAL sebelum bak penampung akhir.

✓ Jadwal (O & P) Unit APAL :

Jadwal sesuai dengan jadwal jaga malam.

Pemeliharaan : 1 bulan sekali pengurusan IPAL

e) RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip Kecamatan Sawahan (IPAL E)

✓ Keberadaan Pengelola :

Tidak ada lembaga atau pengelola khusus dalam IPAL. Desain dan pembangunan IPAL dilakukan oleh ketua RT di lingkungan tersebut.

✓ Operasi dan Pemeliharaan (O dan P) :

Pengoperasian IPAL dilakukan oleh ketua RT di lingkungan tersebut. Pengoperasian dilakukan hanya jika membutuhkan air untuk kegiatan kerja bakti. Hal ini juga disebabkan oleh biaya listrik untuk pompa.

Tidak pernah dilakukan pemeliharaan secara rutin oleh warga.

✓ Jadwal (O & P) Unit APAL :

Tidak ada jadwal khusus baik untuk pengoperasian unit IPAL.

Pemeliharaan : tidak ada

4.1.2.3 Analisa Aspek Biaya

a) RW X Kelurahan Gundih, Kecamatan Bubutan (IPAL A)

✓ Biaya Investasi :

Prakiraan pembuatan 1 unit APAL

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Unit filter dan pompa air | Rp 3.400.000,- |
| 2. Bak Pengendap 1 dan 2 | Rp 2.500.000,- |
| 3. <u>Pipa distribusi (100 m) dan kran</u> | <u>Rp 2.000.000,-</u> |

Total Rp 7.900.000,-

✓ Biaya Operasi dan Pemeliharaan :

Prakiraan biaya O&P 1 unit APAL

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1. Listrik (per bulan Rp 21.600,-) | Rp 1.296.000,- |
| 2. <u>Pergantian Pompa</u> | <u>Rp 1.200.000,-</u> |

Total Rp 2.496.000,-

b) RT 3 RW VIII Kelurahan Gading, Kecamatan Tambaksari (IPAL B)

✓ Biaya Investasi :

Warga RT 3 RW 8 dalam pembangunan IPAL, tidak hanya mengumpulkan iuran sukarela berupa uang, namun beberapa warga ada yang menyumbang berupa material seperti pipa, pasir, dan semen.

Prakiraan pembuatan 1 unit IPAL:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Unit filter | Rp 1.600.000,- |
| 2. Pompa air | Rp 750.000,- |
| 3. Bak Pengendap 1 dan 2 | Rp 2.500.000,- |
| 1. Tandon (1000 L) | Rp 950.000,- |
| 2. <u>Pipa distribusi (100 m) dan kran</u> | <u>Rp 1.637.500,-</u> |

Total Rp 7.437.500,-

✓ Biaya Operasi dan Pemeliharaan	:	
Prakiraan biaya O&P 1 unit IPAL		
1. Listrik (per bulan Rp57.600,-)		Rp 2.764.800,-
2. Pengecekan <i>effluent</i>		Rp 500.000,-
3. Pergantian Pompa		Rp 750.000,-
4. Pergantian Media Filter		
Pasir Silika (50 kg)		Rp 150.000,-
Karbon Aktif (25 kg)		Rp 2.000.000,-
Zeolit (20 kg)		Rp 350.000,-
Total		Rp 6.604.800,-
c) RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat, Kecamatan Pakal (IPAL C)		
✓ Biaya Investasi	:	Rp 12.000.000,-
✓ Biaya Operasi dan Pemeliharaan	:	
Prakiraan biaya O&P 1 unit APAL		
1. Listrik (per bulan Rp 14.400,-)		Rp 345.600,-
d) RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari Kecamatan Jambangan (IPAL D)		
✓ Biaya Investasi	:	Rp 4.400.000,-
✓ Biaya Operasi dan Pemeliharaan	:	
Prakiraan biaya O&P 1 unit APAL		
1. Listrik (per bulan Rp 28.800,-)		Rp1.036.800,-
2. <u>Pergantian Pompa</u>		Rp 750.000,-
Total		Rp 1.786.800,-
e) RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip Kecamatan Sawahan (IPAL E)		
✓ Biaya Investasi	:	Rp 2.950.000,-
✓ Biaya Operasi dan Pemeliharaan	:	
Prakiraan biaya O&P 1 unit APAL		
1. Listrik (per bulan Rp4.800,-)		Rp 115.200,-
4.1.2.4 Analisa Aspek Peran Serta Masyarakat		
a) RW X Kelurahan Gundih, Kecamatan Bubutan (IPAL A)		
✓ Desain dan Pembangunan	:	KSM Dahlia
✓ Operasi dan Pemeliharaan	:	Masyarakat

✓ Pemanfaatan *Effluent* : Penghijauan terutama saat musim kemarau
 b) RT 3 RW VIII Kelurahan Gading, Kecamatan Tambaksari (IPAL B)

✓ Desain dan Pembangunan : Tokoh masyarakat, kader lingkungan, dan masyarakat.

✓ Operasi dan Pemeliharaan : Masyarakat dibawah koordinasi kader lingkungan setempat.

✓ Pemanfaatan *Effluent* : Pemanfaatan *effluent* IPAL *grey water* di RT 3 RW 8 Kelurahan Gading ini tidak sebatas untuk pengijauan melainkan untuk mencuci piring dan mandi. Oleh karena itu, kader lingkungan di RT ini berinisiatif untuk mengujikan air dari IPAL dan dibandingkan dengan mutu air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 tahun 1990. Hasil uji *effluent* IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Contoh Air *Effluent* IPAL

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL	*BAKU MUTU
1	Bau	-	Normal	-
2	TSS	mg/l	532	1500
3	Kekeruhan	NTU	2,24	25
4	Rasa	-	Normal	-
5	Warna	TCU	0	50
Kimiawi				
1	Air raksa	mg/l	0	0,001
2	Arsen	mg/l	0	0,05
3	Besi	mg/l	1,316	1,0
4	Fluorida	mg/l	0,402	1,5
5	Kadmium	mg/l	0	0,005
6	CaCo ₃	mg/l	384,98	500
7	Khlorida	mg/l	127,74	600
8	Kromium val6	mg/l	0	0,05
9	Mangan	mg/l	0,01	0,5
10	Nitrat	mg/l	0,43	10
11	Nitrit	mg/l	0,167	1,0
12	pH	mg/l	6,69	6,5-9,0
13	Seng	mg/l	0,031	15
14	Sianida	mg/l	0	0,1
15	Sulfat	mg/l	4,7	400
16	Timbal	mg/l	0	0,05
17	Detergen	mg/l	0	0,5
18	Zat Organik	mg/l	5,634	10

Sumber : *PERMENKES RI/416/MENKES/PER/IX/1990

Dari hasil pengujian tersebut, didapat hampir semua parameter *effluent* IPAL memenuhi baku mutu air bersih berdasarkan PERMENKES RI/416/MENKES/PER/IX/1990. Sehingga air hasil pengolahan IPAL *grey water* dapat digunakan sebagai pengganti air baku non-konsumsi, seperti untuk mandi atau mencuci piring. Kader lingkungan setempat berinisiatif untuk melakukan kerja sama dengan dinas kesehatan Kota Surabaya untuk melakukan sampling rutin *effluent* IPAL.

- c) RT 9 RW IX Kelurahan Babat Jerawat, Kecamatan Pakal (IPAL C)
- ✓ Desain dan Pembangunan : Masyarakat dan kader lingkungan setempat
 - ✓ Operasi dan Pemeliharaan : Masyarakat dan kader lingkungan setempat
 - ✓ Pemanfaatan *Effluent* : Penghijauan/penyiraman tanaman terutama saat musim kemarau.
- d) RT 2 RW I Kelurahan Kebonsari Kecamatan Jambangan (IPAL D)
- ✓ Desain dan Pembangunan : Tokoh masyarakat, kader lingkungan, dan warga.
 - ✓ Operasi dan Pemeliharaan : Masyarakat dibawah koordinasi kader lingkungan setempat.
 - ✓ Pemanfaatan *Effluent* : Penghijauan, cuci tangan
- e) RT 1 RW VI Kelurahan Banyu Urip Kecamatan Sawahan (IPAL E)
- ✓ Desain dan Pembangunan : Ketua RT
 - ✓ Operasi dan Pemeliharaan : Masyarakat tidak melakukan O&P rutin
 - ✓ Pemanfaatan *Effluent* : Penghijauan saat musim kemarau.

4.2 Kriteria IPAL Grey Water Berbasis Surabaya Green and Clean

Setelah dilakukan identifikasi teknologi IPAL di masing-masing lokasi juara Surabaya *Green and Clean*, kemudian dilakukan perbandingan dari semua teknologi yang ada. Teknologi IPAL yang dibandingkan dibatasi hanya IPAL hasil swadaya masyarakat. Dari hasil identifikasi di atas, dapat dianalisa kriteria IPAL berdasarkan aspek teknis, aspek pengelola, aspek biaya, dan aspek peran serta masyarakat sebagai berikut :

4.2.1 Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Teknis

Analisa aspek teknis untuk masing-masing IPAL terdiri dari identifikasi teknologi, perhitungan debit, kapasitas IPAL, kualitas, jumlah penyaluran, dan efisiensi removal. Perbandingan aspek teknis dari berbagai teknologi IPAL hasil swadaya masyarakat dapat dilihat pada Tabel 4.16.

a. Teknologi

Jenis teknologi yang paling sering digunakan pada IPAL *grey water* di kampung-kampung juara SGC adalah pengolahan secara biologi berupa *biofiter* dengan pertumbuhan mikroorganisme secara *attached growth* baik secara *anaerobic* ataupun *aerobic*. Pemilihan teknologi juga dapat dilihat dari perbandingan nilai BOD/COD dari karakteristik air limbah di masing-masing lokasi dan hasilnya pengolahan biologi yang sesuai untuk diterapkan.

b. Debit

Berdasarkan prakiraan jumlah warga yang dilayani IPAL di masing-masing lokasi, nilai debit air limbah yang mengalir menuju IPAL berkisar antara 0,1 liter/detik hingga 0,24 liter/detik.

c. Kapasitas IPAL

Berdasarkan pengamatan di lapangan, didapat total kapasitas IPAL di kampung-kampung juara SGC berkisar antara 1825 liter hingga yang terbesar yaitu 7500 liter.

d. Penyaluran

Berdasarkan pengamatan dan observasi di lapangan di dapat jumlah titik penyaluran (kran) *effluent* IPAL yaitu 3 sampai 26 titik penyaluran. Titik-titik kran penyaluran ini dapat memudahkan masyarakat dalam memanfaatkan air hasil olahan IPAL untuk keperluan seperti penghijauan dan fungsi lain seperti mandi dan cuci piring.

e. Kualitas *Effluent*

Kualitas *effluent* IPAL dilihat berdasarkan analisa kualitas air limbah dan dibandingkan dengan baku mutu yang sesuai. Adapun hasil analisa kualitas *effluent* pada masing-masing IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Analisa Kualitas *Effluent* IPAL

No	PARAMETER	SATUAN	IPAL				
			A	B	C	D	E
1	pH	-	7,65	7,40	7,70	8,00	7,80
2	TSS	mg/l	7	36	32	38	6
3	BOD	mg/l	2	6	22	4	13
4	COD	mg/l	4	10	36	7	21
5	Minyak&lemak	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dari hasil analisa kualitas *effluent* IPAL, semua hasil menunjukkan memenuhi baku mutu baik Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 112 tahun 2003 ataupun Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 tahun 2013.

f. Efisiensi Removal

Efisiensi removal merupakan nilai perbandingan antara air limbah sebelum diolah dengan IPAL (inlet) dengan air limbah yang sudah terolah (outlet) dalam bentuk persentase. Nilai efisiensi removal dapat menunjukkan performa atau kinerja IPAL yang paling baik diantara 5 IPAL yang ada di kampung-kampung juara SGC di Kota Surabaya. Efisiensi removal dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Efisiensi Removal IPAL *Grey Water* Surabaya *Green and Clean*

No	PARAMETER	IPAL				
		A	B	C	D	E
1	TSS	12,5 %	77 %	45 %	56 %	95 %
2	BOD	50 %	95 %	32 %	86 %	75 %
3	COD	43 %	94 %	30 %	85 %	74 %

Berdasarkan hasil analisa kualitas air limbah *influent* dan *effluent* IPAL *grey water* didapatkan efisiensi removal untuk TSS 12,5-95%, BOD 32-95%, dan COD 30-94%.

4.2.2 Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Pengelola

Analisa aspek pengelola untuk masing-masing IPAL terdiri dari identifikasi keberadaan lembaga/pengelola IPAL, operasi dan pemeliharaan yang sudah dilakukan oleh masyarakat setempat, dan jadwal operasi dan pemeliharaan.

Perbandingan aspek pengelola dari berbagai teknologi IPAL hasil swadaya masyarakat dapat dilihat pada Tabel 4.16.

a. Keberadaan Lembaga/ Pengelola

Berdasarkan hasil wawancara di setiap lokasi IPAL, sebagian besar lokasi tidak memiliki lembaga ataupun pengelola khusus untuk IPAL. Hanya 1 lokasi yaitu di Kelurahan Gundih yang memiliki Kelompok Swakarya Masyarakat yang khusus dalam pembuatan IPAL namun tidak untuk operasi dan pemeliharaan IPAL diserahkan kepada masyarakat. Secara keseluruhan untuk operasi dan pemeliharaan IPAL *grey water* SGC dilakukan oleh masyarakat.

b. Operasi dan Pemeliharaan

Sebagian besar pengoperasian IPAL dilakukan saat masyarakat melakukan kegiatan penyiraman, sehingga pada saat musim hujan IPAL tidak dioperasikan. Namun ada 1 lokasi dimana IPAL terus beroperasi secara otomatis.

c. Jadwal Operasi dan Pemeliharaan

Jadwal pengoperasian IPAL tidak ada, sebagian besar hanya diwaktu tertentu dan tidak beroperasi saat musim hujan. Jadwal pemeliharaan beraneka ragam, berbeda di setiap lokasi, antara 2 minggu sampai 2 bulan sekali.

4.2.3 Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Biaya

Analisa aspek biaya untuk masing-masing IPAL terdiri dari identifikasi biaya untuk investasi pembuatan IPAL serta biaya untuk operasi dan pemeliharaan IPAL. Perbandingan aspek biaya dapat dilihat pada Tabel 4.16.

a. Biaya Investasi

Biaya investasi untuk pembangunan IPAL *grey water* di kampung-kampung juara SGC beragam yaitu dari biaya termurah yaitu Rp 2.950.000,- hingga biaya terbesar yaitu Rp 12.000.000,-.

b. Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Biaya operasi dan pemeliharaan tiap IPAL *grey water* di kampung-kampung juara SGC juga beragam tergantung dari pemeliharaan yang pernah dilakukan dan biaya listrik untuk pompa. Biaya O&P terkecil adalah sebesar Rp 115.200,- dan terbesar adalah Rp 6.604.800,-

4.2.4 Kriteria IPAL Berdasarkan Aspek Peran Serta Masyarakat

Analisa aspek peran serta masyarakat untuk masing-masing IPAL terdiri dari identifikasi peran serta masyarakat baik dalam desain IPAL, operasi dan pemeliharaan, serta dalam pemanfaatan *effluent* IPAL. Perbandingan aspek peran serta masyarakat dapat dilihat pada Tabel 4.16.

a. Desain dan Pembangunan

Desain IPAL *grey water* di kampung juara SGC dilakukan oleh masyarakat sendiri dengan dibimbing oleh kader lingkungan yang sudah melakukan studi banding di lokasi lain yang sudah memiliki IPAL dan berkonsultasi dengan pihak yang berkompeten.

b. Operasi dan Pemeliharaan

Operasi dan pemeliharaan IPAL dilakukan oleh masyarakat sendiri dibawah pantauan kader lingkungan

c. Pemanfaatan *Effluent*

Peran masyarakat yang paling besar adalah pada saat pemanfaatan *effluent* IPAL karena masyarakat merasa dengan adanya IPAL dapat mengurangi biaya pemakaian air PDAM untuk kebutuhan lain seperti penyiraman bahkan untuk mandi.

Tabel 4.16 Perbandingan Teknologi IPAL *Grey Water* Berbasis Surabaya *Green and Clean* Hasil Swadaya Masyarakat

IPAL	ASPEK TEKNIS						ASPEK PENGELOLA			ASPEK PERAN SERTA MASYARAKAT			ASPEK BIAYA	
	TEKNOLOGI	DEBIT (L/dt)	KAPASITAS (Liter)	PENYALURAN	KUALITAS EFFLUENT	EFISIENSI REMOVAL	PENGELOLA	O&P	JADWAL O&P	DESAIN & PEMBANGUNAN	O&P	MANFAAT	INVESTASI	O&P
A	<i>attached growth anaerobic biofilter</i>	0,24	2038	11 titik (22 KK) ± 100 m	Memenuhi baku mutu	BOD 50% COD 43% TSS 12,5%	KSM DAHLIA	Operasi : Saat akan melakukan penyiraman Pemeliharaan : Pengurusan IPAL, pergantian pompa dan media filter	Operasi : Waktu tertentu di musim kemarau Pemeliharaan : Tidak rutin	KSM Dahlia	Masyarakat	Penhijauan terutama saat musim kemarau	Rp 7.900.000,-	Rp 2.496.000,-
B	<i>attached growth aerobic biofilter</i>	0,18	2113	26 titik (52 KK) ± 300 m	Memenuhi baku mutu	BOD 94% COD 95% TSS 77%	Kader lingkungan	Operasi : Setiap hari Pemeliharaan : Pengurusan IPAL, pengecekan effluent, pergantian pompa dan media filter	Operasi : Setiap hari Pemeliharaan : 2 minggu sekali	Tokoh masyarakat, kader lingkungan, dan masyarakat	Masyarakat dibawah koordinasi kader lingkungan setempat	Penhijauan Cuci Piring Mandi	Rp 7.437.000,-	Rp 6.604.800,-
C	<i>Aerated Baffled Reactor</i>	0,14	7500	15 titik (30 KK) ± 200 m	Memenuhi baku mutu	BOD 32% COD 30% TSS 45%	Tidak ada	Operasi : Saat akan melakukan penyiraman Pemeliharaan : Pengurusan IPAL, pemantauan effluent	Operasi : Waktu tertentu di musim kemarau Pemeliharaan : 2 bulan sekali	Masyarakat dan kader lingkungan setempat	Masyarakat dan kader lingkungan setempat	Penhijauan terutama saat musim kemarau	Rp12.000.000,-	Rp 45.600,-
D	<i>attached growth anaerobic biofilter</i>	0,2	2375	13 titik (26 KK) ± 170 m	Memenuhi baku mutu	BOD 85% COD 86% TSS 56%	Kader lingkungan	Operasi : Malam hari Pemeliharaan : Pengurusan IPAL, pergantian pompa dan media filter	Operasi : Waktu tertentu di musim kemarau sesuai jadwal ronda Pemeliharaan : 1 bulan sekali	Tokoh masyarakat, kader lingkungan, dan warga	Masyarakat dibawah koordinasi kader lingkungan setempat	Penhijauan terutama saat musim kemarau	Rp 4.400.000,-	Rp 1.786.800,-
E	Sedimentasi Biofilter	0,1	1825	3 titik (2 KK) ± 5 m	Memenuhi baku mutu	BOD 75% COD 74% TSS 96%	Tidak ada	Operasi : Saat tertetu (kerja bakti) Pemeliharaan : Tidak ada	Operasi : Waktu tertentu di musim kemarau Pemeliharaan : Tidak ada	Ketua RT	Masyarakat tidak melakukan operasi dan pemeliharaan rutin	Penhijauan terutama saat musim kemarau	Rp 2.950.000,-	Rp 115.200,-

~Halaman ini sengaja dikosongkan~

4.2.5 Identifikasi Kelebihan dan Kekurangan IPAL

Tujuan utama dilakukan pengolahan air limbah ini adalah untuk menurunkan kadar organik yang terkandung di dalam *grey water* sehingga tidak mencemari lingkungan. Adapun kelebihan dan kekurangan dari masing-masing IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Analisa Kelebihan dan Kekurangan Teknologi IPAL *Grey Water*

IPAL	KELEBIHAN	KEKURANGAN
A	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kapasitas pengolahan cukup besar ✓ Membutuhkan lahan yang sedikit ✓ Kualitas air limbah memenuhi baku mutu ✓ Terdapat Keolompok Swakarya Masyarakat ✓ Nilai investasi cukup terjangkau 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Titik penyaluran sedikit ✓ IPAL tidak beroperasi saat musim hujan ✓ Efisiensi removal kecil ✓ Pemanfaatan <i>effluent</i> terbatas hanya untuk penghijauan ✓ Saluran air limbah bercampur dengan air hujan
B	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kapasitas pengolahan cukup besar ✓ Nilai investasi cukup terjangkau ✓ Pengoperasian dilakukan setiap hari dan tetap dioperasikan saat musim hujan ✓ Titik penyaluran banyak ✓ Pemanfaatan lebih beragam yaitu untuk penghijauan, cuci piring, dan mandi ✓ Membutuhkan lahan yang sedikit ✓ Hasil uji kualitas air limbah memenuhi baku mutu ✓ Efisiensi removal besar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Membutuhkan pembongkaran jalan untuk pembuatan IPAL ✓ Saluran air limbah bercampur dengan air hujan
C	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kapasitas pengolahan besar ✓ Pengoperasian dilakukan setiap hari ✓ Sudah dilakukan uji kualitas air ✓ Hasil uji kualitas air limbah memenuhi baku mutu 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Titik penyaluran sedikit ✓ Nilai investasi sangat besar ✓ IPAL tidak beroperasi saat musim hujan ✓ Pemanfaatan <i>effluent</i> sebatas untuk penghijauan ✓ Membutuhkan lahan yang cukup luas ✓ Efisiensi removal kecil ✓ Saluran air limbah bercampur dengan air hujan
D	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kapasitas pengolahan cukup besar ✓ Nilai investasi cukup kecil ✓ Pengoperasian dilakukan setiap hari ✓ Pemanfaatan <i>effluent</i> beragam yaitu untuk penghijauan dan cuci tangan 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Titik penyaluran sedikit ✓ IPAL tidak beroperasi saat musim hujan ✓ Saluran air limbah bercampur dengan air hujan

IPAL	KELEBIHAN	KEKURANGAN
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kualitas <i>effluent</i> memenuhi baku mutu ✓ Membutuhkan lahan yang sedikit ✓ Hasil uji kualitas air limbah memenuhi baku mutu 	
E	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nilai investasi cukup kecil ✓ Kapasitas pengolahan cukup besar ✓ Unit pengolahan lebih kompleks dibandingkan pengolahan lain ✓ Membutuhkan lahan yang sedikit ✓ Kualitas <i>effluent</i> memenuhi baku mutu ✓ Efisiensi removal cukup besar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Titik penyaluran terlalu sedikit ✓ Pengoperasian hanya dilakukan 1 minggu sekali ✓ IPAL tidak beroperasi saat musim hujan ✓ Pemanfaatan sebatas untuk penghijauan ✓ Saluran air limbah bercampur dengan air hujan

4.2.6 Pemilihan Teknologi IPAL *Grey Water*

Pemilihan teknologi IPAL *grey water* yang akan direplikasikan didasarkan deskripsi dari aspek teknik, aspek pengelola, aspek biaya, dan aspek peran serta masyarakat. Pemilihan teknologi IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Pemilihan IPAL *Grey Water* di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan

IPAL	Aspek yang Dipertimbangkan			
	Aspek Teknis	Aspek Pengelola	Aspek Biaya	Aspek Peran Serta masyarakat
A	x	✓	✓	x
B	✓	✓	✓	✓
C	x	x	x	✓
D	✓	✓	✓	✓
E	✓	x	✓	x

Keterangan :

✓ = mendukung

x = tidak mendukung

Berdasarkan ke empat aspek yang dipertimbangkan dalam pemilihan IPAL yang akan direplikasikan di lokasi studi selanjutnya yaitu lokasi juara SGC yang belum memiliki IPAL adalah IPAL yang memenuhi syarat dari 4 aspek. IPAL terpilih adalah IPAL RT 3 RW VIII Kelurahan Gading.

4.3 Mekanisme Replikasi IPAL *Grey Water* Berbasis Surabaya *Green and Clean*

4.3.1 Pemilihan Kampung Tujuan Replikasi

Secara umum pemilihan lokasi kampung tujuan replikasi adalah bagi yang mempunyai minat untuk mengelola air limbah dalam hal ini *grey water*. Kemudian dilakukan observasi lapangan untuk melihat kondisi eksisting dari lokasi studi tujuan replikasi. Kemudian diberikan kuisisioner untuk mengetahui keinginan warga dalam memiliki pengolahan IPAL. Untuk lokasi studi yang dipilih adalah lokasi yang memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut:

a. Sudah melakukan kegiatan pengelolaan lingkungan

Hal ini sangat penting, karena untuk menjamin keberlanjutan dari pengoperasian unit pengolahan air limbah tersebut. Jika suatu wilayah telah berkomitmen dalam pengelolaan lingkungan pastilah warganya akan memperhatikan operasional dan pemeliharaan dari unit IPAL. Salah satu acuan dari suatu wilayah telah melakukan pengelolaan lingkungan di Kota Surabaya adalah telah mengikuti Surabaya *Green and Clean* dan pernah menjadi juara, namun belum memiliki IPAL *grey water*.

b. Memiliki keinginan sendiri untuk memiliki IPAL

Salah satu strategi aspek non teknis dalam draft strategi sanitasi Kota Surabaya tahun 2010, menyebutkan bahwa pengembangan harus bersifat *demand driven*, dimana kebutuhannya tidak ditentukan dari atas/luar tetapi dari stakeholder itu sendiri. Hal ini juga berpengaruh terhadap swadaya masyarakat dalam pembangunan IPAL.

c. Tersedia lahan untuk penempatan unit IPAL

Salah satu kriteria yang juga penting adalah ketersediaan lahan untuk penempatan IPAL, karena jika semua faktor sudah terpenuhi namun lahan tidak tersedia, hal ini tentu saja akan menghambat pembangunan IPAL.

d. Ketersediaan Air Baku

Kriteria terakhir yang harus ada adalah ketersediaan air baku berupa *grey water* yang akan diolah oleh unit IPAL.

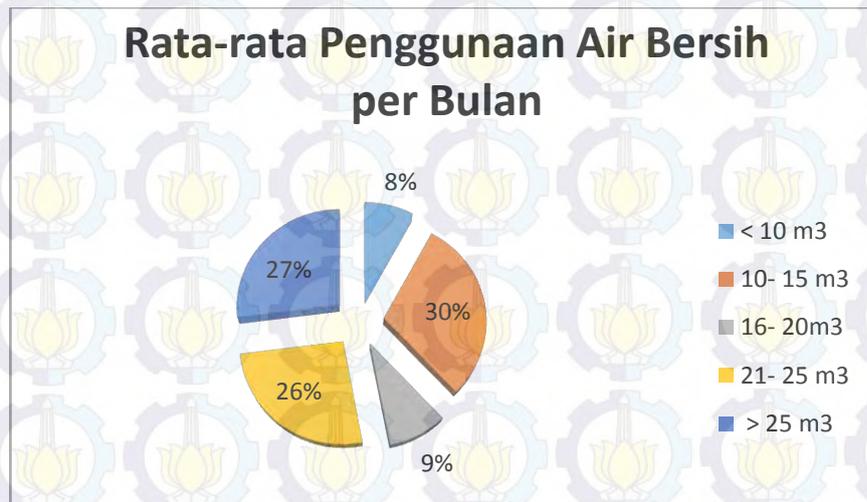
Berdasarkan informasi dari hasil wawancara dengan para kader lingkungan, lokasi kampung yang akan dijadikan tujuan replikasi sebagai studi kasus dalam penelitian ini adalah RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan Kecamatan Jambangan. Pada tahun 2013, RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan menjadi juara pengelolaan lingkungan terbaik kategori kampung berkembang. Namun pada SGC 2014 RT 1 RW 1 tidak meraih juara karena lokasi ini sudah termasuk dalam kategori kampung maju dan sudah terdapat penilaian terhadap inovasi pengolahan air limbah, namun RT 1 belum memiliki IPAL. Oleh karena itu, RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan ini berkeinginan untuk memiliki IPAL.

Kemudian dilakukan tinjauan terhadap lokasi tujuan berdasarkan aspek teknis, pembiayaan, pengelola, dan peran serta masyarakat. Hal ini juga dibutuhkan untuk menentukan mekanisme replikasi IPAL.

4.3.2 Aspek Teknis

Sebagai langkah awal dalam melakukan replikasi IPAL, maka perlu diketahui jumlah penduduk RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan. Berdasarkan hasil wawancara dengan ketua RT setempat, jumlah penduduk di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan sebesar ± 135 KK dengan rata-rata jumlah anggota keluarga adalah 4 orang. Sehingga jumlah penduduk RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan adalah sebesar 540 jiwa.

Sumber Air Bersih sebagian besar warga di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan berasal dari PDAM Kota Surabaya dengan pemakaian air bersih per bulan berdasarkan kuisioner yang diberikana dapat dilihat pada Gambar 4.16. Dari berbagai macam kebutuhan air bersih didapatkan total pemakaian air bersih warga RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan adalah 86085 liter/hari atau $86 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sehingga debit air limbah yang dihasilkan sebesar $69 \text{ m}^3/\text{hari}$ (80% dari air bersih).



Gambar 4.14 Rata-rata Penggunaan Air Bersih per Bulan

Secara umum pengelolaan limbah *grey water* di wilayah ini belum dikelola dengan baik, dapat dilihat dari kondisi eksisting yaitu air limbah *grey water* dibuang melalui saluran-saluran drainase di sekitar rumah seperti pada Gambar 4.17, sehingga air limbah bercampur dengan air hujan.



Gambar 4.15 Kondisi Eksisting RT 1 RW I Kelurahan Pagesangan

Kondisi saluran drainase di wilayah ini sebagian besar salurannya sudah tertutup tidak permanen yaitu sebesar 69%, 24% saluran tertutup permanen, dan sisanya 7% saluran terbuka. Kondisi saluran drainase yang baik adalah dengan sistem tertutup namun tidak permanen hal ini untuk mncegah masuknya sampah plastik atau daun-daun namun tetap dapat dilakukan pembersihan saluran.

Dari kondisi tersebut di atas maka diperlukan pengelolaan air limbah *grey water* agar tidak mencemari lingkungan. Pengelolaan air limbah ini nantinya juga disesuaikan dengan kemauan dan kemampuan masyarakat sekitar. Hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan peran aktif masyarakat sebagai pengelola, pengguna, dan penerima manfaat.

Hampir seluruh warga di RT 1 RW I Kelurahan Pagesangan menyetujui akan dibangunnya unit pengolahan air limbah, dari hasil survei didapatkan yaitu 98% responden menyatakan setuju dan 2% tidak setuju. Masyarakat yang tidak setuju sebenarnya tidak mengetahui tujuan dari pembuatan IPAL adalah untuk perbaikan lingkungan di wilayahnya sendiri dan mengkhawatirkan akan dipungutnya biaya yang besar. Oleh karena itu adanya FGD sangat bermanfaat untuk memberikan edukasi kepada warga terutama warga yang belum mengetahui manfaat dibangunnya IPAL *grey water* ini.

Dari hasil FGD, ditemukan beberapa permasalahan yang dihadapi warga untuk dapat merealisasikan pembangunan IPAL, dimana beberapa permasalahan yang timbul ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemilihan teknologi IPAL. Permasalahan tersebut antara lain:

a. Sumber air yang ada

Berdasarkan survei, didapatkan konsumsi air bersih terbesar adalah ± 800 liter/keluarga/hari. Jika dalam satu keluarga terdapat 5 orang, maka konsumsi rata-rata sebesar 160 liter/orang/hari. Total kebutuhan air di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan berdasarkan survei adalah sebesar 86085 liter/hari $\approx 86 \text{ m}^3/\text{hari}$.

b. Sumber pendanaan IPAL

Dari hasil survei dengan responden di wilayah studi, rata-rata jumlah penghasilan kepala keluarga adalah di atas Rp 2.000.000,-/ bulan, dengan rata-rata jumlah anggota keluarga adalah 4 orang, sehingga didapat penghasilan perkapita penduduk di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan sebesar Rp 500.000,-/kapita/bulan atau sama dengan Rp. 6.000.000,-/kapita/tahun. Dari hasil FGD, warga bersepakat bahwa sumber pendanaan untuk pembuatan IPAL didapat dari iuran warga dan kas dari bank sampah. Namun warga juga mengharapkan bantuan dana dari pihak lain seperti pemerintah atau swasta.

c. Kemudahan pengoperasian dan pemeliharaan (O & P)

Masing-masing teknologi memiliki karakteristik yang berbeda. Kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan adalah untuk menjamin keberlanjutan pengoalahan air limbah karena yang akan mengoperasikan adalah warga sendiri.

d. Kebutuhan lahan

Kondisi lahan yang ada di wilayah studi adalah tanah cadas dimana tidak memungkinkan untuk dibangunnya IPAL dibawah tanah (*ground tanki*). Oleh karena itu warga menghendaki teknologi IPAL yang nantinya akan dibangun adalah di atas permukaan tanah atau dengan sistem tower. Namun untuk sumur pengumpul air limbah harus tetap diletakkan dibawah permukaan tanah agar air limbah dapat mengalir secara gravitasi sehigga dapat menghemat penggunaan listrik untuk pompa. Oleh karena itu berdasarkan kesepakatan warga, peletakkan IPAL berada di tanah kosong seperti pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.19, yang saat ini berfungsi sebagai taman tanaman toga.



Gambar 4.16 Kondisi Lahan untuk Pembangunan IPAL



Gambar 4.17 Lokasi Lahan untuk Pembangunan IPAL

e. Biaya Operasi dan Pemeliharaan (O & P)

Berdasarkan FGD, masyarakat menghendaki teknologi IPAL yang operasi dan pemeliharaannya mudah dan murah. Biaya pengoperasian biasanya ditentukan berdasarkan kebutuhan energi (listrik) yang digunakan dan perawatan bangunan. Listrik untuk pompa disambungkan dengan listrik di jalan kampung RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan. Biaya listrik didapat dari iuran warga dan bank sampah. Dalam hal pemeliharaan IPAL, permasalahan yang timbul antara lain pengolahan lumpur hasil pengurasan IPAL dan pengolahan media filter. Sumber air limbah yang akan diolah dengan IPAL adalah limbah *grey water*, dimana tidak menghasilkan banyak lumpur. Jika ada lumpur, pasti kandungan yang paling banyak adalah bahan organik, sehingga lumpur yang dihasilkan dapat dicampurkan didalam komposter. Untuk media filter dalam unit IPAL harus diganti secara berkala agar kinerjanya dapat optimal. Penggantian media filter berupa sabut kelapa, pasir, dan karbon aktif biaya penggantian didapat dari iuran warga dan bank sampah.

f. Kualitas hasil olahan (*effluent*)

Baku mutu kualitas *effluent* yang diperbolehkan dibuang ke badan air penerima diatur oleh masing-masing daerah. Semakin ketat batas yang

ditetapkan baku mutu, maka dibutuhkan efisiensi pengolahan air limbah yang semakin tinggi. Karakteristik tipikal air limbah di Indonesia terdiri dari kandungan BOD 110-220 mg/l, TSS 105-220 mg/l, dan COD 250-300 mg/l. Hal ini menunjukkan kandungan organik yang tinggi, sehingga disarankan menggunakan pengolahan biologis.

g. Pemanfaatan *effluent* IPAL

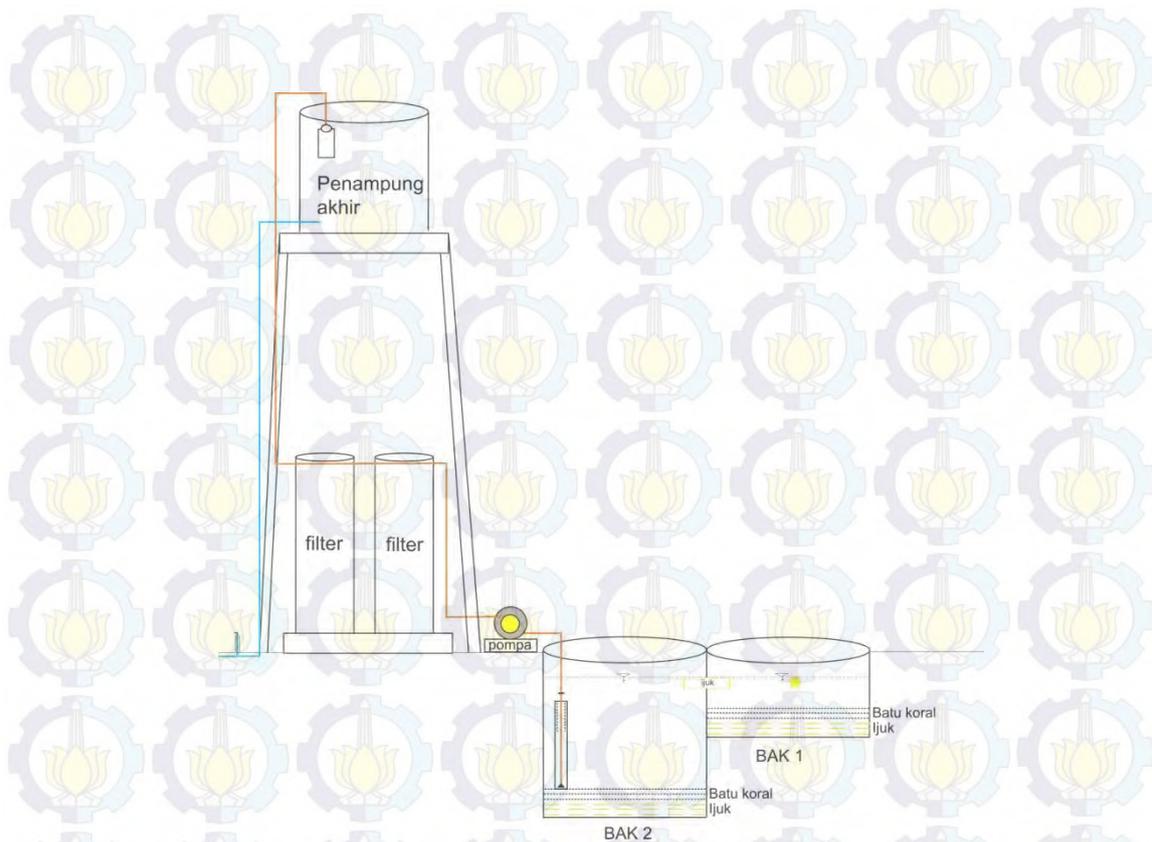
Warga RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan mengharapkan dapat memanfaatkan *effluent* IPAL tidak hanya untuk penghijauan, namun juga dapat digunakan untuk manfaat lain seperti cuci dan mandi.

4.3.2.1 Perencanaan Teknologi IPAL *Grey Water* Terpilih

Berdasarkan analisis tersebut di atas, maka dipilih IPAL B dan IPAL D untuk diterapkan pada lokasi studi dalam hal ini RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan dengan cara mengkombinasi kedua teknologi IPAL tersebut. Unit pengolahan yang dibutuhkan antara lain bak penangkap minyak dan lemak, sumur pengumpul, filtrasi, dan penampung akhir. Adapun skema sistem pengolahan air limbah dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan unit pengolahan digambarkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.18 Skema Sistem Pengolahan Air Limbah Hasil Replikasi IPAL



Gambar 4.21 Skema Replikasi Unit IPAL *Grey Water*

Proses yang terjadi pada pengolahan air limbah ini adalah proses pengendapan dan filtrasi. Adapun perencanaan IPAL pada lokasi dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

- Kebutuhan air bersih = 86 m³/hari
- Debit air limbah = 80% x kebutuhan air bersih = 69 m³/hari
- Debit tiap bak (Q) = 0,00080 m³/detik
- Bak Penangkap Minyak dan Lemak :
 - Jumlah bak : 1 bak
 - Waktu detensi (td) : 40 menit
 - OFR : 34 m³/m².hari (20-50 m³/m².hari)
 - Volume bak : Q x td = 1,91 m³ ≈ 2 m³
 - Luas permukaan : $\frac{Q}{OFR} \times 86400 = 2,03 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ m}^2$
 - Tinggi bak : $\frac{\text{Volume}}{\text{Luas Permukaan}} = 0,94 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$
 - Bak berupa bis beton, dengan diameter:

- Luas permukaan $= \pi r^2 = 2,03 \text{ m}^2$
- $r = \sqrt{\frac{2}{\pi}} = 0,80 \text{ m}$
- Diameter (d) = $2 \times r = 1,6 \text{ m} = 160 \text{ cm}$
- Media filter yang digunakan adalah batu koral dan ijuk.
- Luas lahan = Luas permukaan x jumlah bak = 2 m^2
- Bak *Biofilter*
 - Jumlah bak : 1 bak
 - Waktu detensi (td) : 145 menit
 - OFR : $34 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ ($20\text{-}50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$)
 - Volume bak : $Q \times \text{td} = 6,93 \text{ m}^3 \approx 7 \text{ m}^3$
 - Luas permukaan : $\frac{Q}{\text{OFR}} \times 86400 = 2,03 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ m}^2$
 - Tinggi bak : $\frac{\text{Volume}}{\text{Luas Permukaan}} = 3,42 \text{ m} \approx 3,5 \text{ m}$
 - Bak berupa bis beton, dengan diameter:
 - Luas permukaan $= \pi r^2 = 2,03 \text{ m}^2$
 - $r = \sqrt{\frac{2}{\pi}} = 0,8 \text{ m}$
 - Diameter (d) = $2 \times r = 1,6 \text{ m} = 160 \text{ cm}$
 - Luas lahan = Luas permukaan x jumlah bak = 2 m^2
- Unit filter
 - Digunakan 2 unit FRP *outdoor water filter* dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Ukuran : 120 x 1450 mm
 - Diameter : 10 inch
 - Ukuran tutup : 2,5 inch
 - Volume : 30 Liter
 - Debit : 30 Liter/menit
 - Media yang terdapat di dalam unit filter antara lain pasir silika dengan berbagai ukuran (*coarse silica sand*, *medium silica sand*, *fine silica sand*) dan karbon aktif.
- Spesifikasi pompa
 - Tipe : Pompa sumur dangkal

- Kapasitas : 50 liter/menit
- Total head : 45 m
- Daya listrik : 250 Watt
- Pipa : 1 inch
- Catridge Air
 - Digunakan 1 unit catridge filter yang dipasang pada pipa inlet bak penampungan akhir untuk meremoval bau. Spesifikasi:
 - Ukuran : 14 x 14 x 32 cm
 - Diameter : 10 inch
 - Media perlu diisi dengan karbon aktif untuk menyerap bau.
- Penampung air
 - Jumlah bak : 1 bak
 - Waktu detensi (td) : 60 menit
 - OFR : $35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$ ($20\text{-}50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$)
 - Volume bak : $Q \times td = 2,87 \text{ m}^3 \approx 3 \text{ m}^3$
 - Luas permukaan : $\frac{Q}{OFR} \times 86400 = 1,97 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ m}^2$
 - Tinggi bak : $\frac{\text{Volume}}{\text{Luas Permukaan}} = 1,46 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$
 - Bak berupa bis beton, dengan diameter:
 - Luas permukaan = $\pi r^2 = 2,87 \text{ m}^2$
 - $r = \sqrt{\frac{2}{\pi}} = 0,80 \text{ m}$
 - Diameter (d) = $2 \times r = 1,6 \text{ m} = 160 \text{ cm}$
 - Digunakan tandon air dengan kapasitas: $3 \text{ m}^3 = 3000 \text{ liter}$

4.3.2.2 Perencanaan Penyaluran Limbah *Grey Water*

Dari berbagai teknologi IPAL *grey water* hasil swadaya masyarakat di Kota Surabaya, sistem penyaluran air limbah bercampur dengan saluran drainase. Hal ini merupakan salah satu kelemahan dari IPAL yang ada saat ini, oleh karena itu dalam replikasi selanjutnya, direncanakan sistem penyaluran air limbah yang terpisah. Adapun sistem penyaluran dapat dilihat pada Gambar 4.20.

Berdasarkan hasil survei, kebutuhan air bersih rata-rata di lokasi studi adalah 159 liter/orang/hari. Sehingga didapat debit air limbah adalah 127 liter/orang/hari $\approx 0,001$ liter/detik. Contoh perhitungan untuk saluran A1-A2 :

- Jumlah populasi : 6 KK (diasumsikan 1 kk sebanyak 4 orang)

- Q_{ave} : $(6 \times 4) \times 0,001$ liter/detik = 0,035 liter/detik

- Faktor peak (fp) : 2,23 (grafik)

- Q_{peak} : $\frac{Q_{ave}}{1000} \times fp = 0,00008$ m³/detik

- L pipa : 65 meter

- Q_p/Q_{full} : 0,35 (grafik)

- Q_{full} : $\frac{Q_{peak}}{0,35} = 0,00023$ liter/detik

- Diameter terpilih : 0,15 meter

- n : 0,01

- Slope : 0,0002 (grafik nomogram manning)

- Q : $\frac{0,786 \times (D^{4,67} \times \sqrt{s})}{4^{0,67} \times n} = 0,0002$ m³/detik

- Velocity : $\frac{1}{n} \times \frac{1}{2} D^{2/3} \times \sqrt{s} = 0,7953$ m/detik

Cek V : 0,3 – 1 m/detik (Metcalf dan Eddy, 1981)

- ΔH : $\frac{10,3 \times n^2 \times Q \times L}{D^{5,33}} = 0,3252$ m

- Kedalaman pipa :

Titik awal berada pada -0,5000

Titik akhir pipa berada pada -0,8252

Hasil perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15. Dari hasil perhitungan didapat elevasi terendah berada pada titik akhir saluran yaitu saluran yang masuk ke dalam IPAL.

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Perencanaan Penyaluran Air Limbah

Jalur	KK	Qave	fp	Q peak	Q kumulatif	L pipa	Qp/Qfull	Qfull	Diameter dipilih	n	Slope (nomogram manning)	Q	Velocity (nomogram manning)	Cek V	ΔH
		L/detik	grafik	m ³ /s	m ³ /s	m	Grafik	L/det	m			m3/s	m/det	V>0,6 m/det	m
A1-A2	6	0.035	2.23	0.00008	0.00008	65	0.35	0.00023	0.15	0.01	0.0020	0.0002	0.7953	OK	0.3252
A3-A2	3	0.018	2.23	0.00004	0.00004	30	0.35	0.00011	0.15	0.01	0.0015	0.0002	0.6888	OK	0.1300
A2-A5	2	0.012	2.23	0.00003	0.00014	41	0.35	0.00041	0.15	0.01	0.0020	0.0002	0.7953	OK	0.2051
A4-A5	3	0.018	2.23	0.00004	0.00004	30	0.35	0.00011	0.15	0.01	0.0015	0.0002	0.6888	OK	0.1300
A5-A7	7	0.041	2.23	0.00009	0.00018	90	0.35	0.00053	0.2	0.01	0.0015	0.0007	0.8344	OK	0.3225
A6-A7	16	0.094	1.99	0.00019	0.00037	170	0.35	0.00106	0.15	0.01	0.0020	0.0002	0.7953	OK	0.8504

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Kedalaman Pipa

Jalur	L pipa m	Slope	ΔH (m)	Kedalaman Pipa (m)		Elevasi	
				Titik Awal dasar pipa	Titik Akhir dasar pipa	A1	0
A1-A2	65	0.0020	0.325153	-0.5000	-0.8252	A2	0
A3-A2	30	0.0015	0.129965	-0.5000	-0.6300	A3	0
A2-A5	41	0.0020	0.205096	-0.6300	-0.8351	A4	0
A4-A5	30	0.0015	0.129965	-0.5000	-0.6300	A5	-0,21
A5-A7	90	0.0015	0.322469	-0.6300	-0.9524	A6	0
A6-A7	170	0.0020	0.850400	-0.5000	-1.3504	A7	-0,40

4.3.3 Aspek Biaya

Biaya investasi untuk pembangunan IPAL *grey water* tidak sepenuhnya dibebankan kepada masyarakat, penyediaan biaya investasi juga bergantung pada batuan pemerintah atau swasta. Namun bantuan dari pihak pemerintah dan swasta sebatas pada pembangunan IPAL, untuk biaya operasional dan pemeliharaan berasal dari masyarakat pengguna.

4.3.3.1 Perhitungan Anggaran dan Biaya Pembangunan IPAL

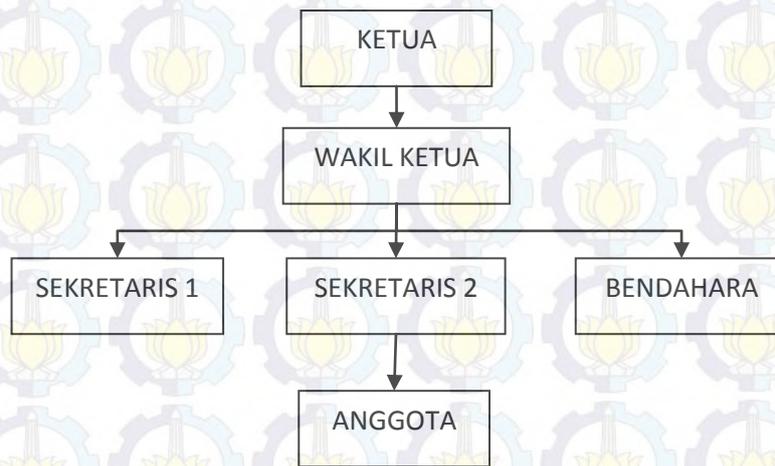
Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan anggaran dan biaya untuk kegiatan penyediaan IPAL *grey water* tersebut, didapatkan besaran biaya sebagai berikut :

Tabel 4.21 Pembiayaan Pengadaan Material IPAL dan Penyaluran Limbah

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Material IPAL				
	Bis Beton Ø 160x50 cm	9	bh	650,000	5,850,000
	Filter air	2	bh	1,600,000	3,200,000
	Tandon air 3000 L	1	bh	3,135,000	3,135,000
	Total				12,185,000
2	Tandon Atas				
	Pompa	1	bh	1,605,000	1,605,000
	Catridge filter	1	bh	80,000	80,000
	Menara Air	1	bh	1,200,000	1,200,000
	Pipa PVC 1"	2	batang	25,000	50,000
	Pipa PVC 3/4"	2	batang	35,000	35,000
	Stop kran 1"	1	biji	40,000	40,000
	Knie L	8	biji	2,500	20,000
	Sambungan/SOK	8	biji	3,000	24,000
	Total				3,054,000
3	Jaringann Pipa				
	Pipa PVC 6"	84	batang	279,290	23,460,360
	Pipa PVC 8"	23	batang	491,260	11,298,980
	Knee T	3	bh	12,000	36,000
	Sambungan/SOK 6"	3	box	25,530	76,590
	Sambungan/SOK 8"	2	box	67,915	135,830
	Lem PVC	10	box	6,000	60,000
	Selotip	20	biji	1,250	25,000
	Total				35,092,760
	Total Biaya				50,331,760

4.3.4 Aspek Pengelola

Pengelola IPAL *grey water* nantinya adalah warga RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan yang dipelopori oleh para kader lingkungan yang ada di wilayah tersebut. Struktur kepengurusan kader lingkungan yang ada di wilayah ini dapat dilihat pada Gambar 4.23. Untuk daftar nama dari pengurus kader lingkungan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.20 Struktur Kader Lingkungan RT1 RWI Kel. Pagesangan

Untuk partisipasi masyarakat baik dalam pembuatan, pengoperasian dan pemeliharaan unit IPAL, sebagian masyarakat tidak keberatan baik secara fisik ataupun materi yaitu sebanyak 95% responden setuju untuk berpartisipasi dalam bentuk fisik atau materi dalam pembuatan, pengoperasian, dan pemeliharaan IPAL.

4.3.5 Aspek Peran Serta Masyarakat

Keberhasilan pembangunan di Indonesia belum sepadan dengan investasi yang ada karena kurang memperhatikan kondisi sosial masyarakat sehingga kurang meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengadaan suatu program. Partisipasi masyarakat sangat dibutuhkan dalam suatu pembangunan, karena itu merupakan hak asasi setiap individu dalam melaksanakan pembangunan sehingga

dapat meningkatkan taraf hidupnya. Prinsip-prinsip dasar pelibatan masyarakat adalah:

1. Menempatkan masyarakat sebagai pelaku dalam menentukan proses pemanfaatan ruang
2. Pemerintah hanya sebagai fasilitator
3. Menghormati hak masyarakat serta menghormati kearifan lokal dan keberagaman sosial budaya.
4. Menjunjung tinggi keterbukaan
5. Memperhatikan perkembangan teknologi dan bersikap professional

4.3.5.1 Analisa Kondisi Sosial

Analisa sosial meliputi kondisi sosial, ekonomi, dan budaya dari wilayah studi tujuan replikasi. Sebagian besar penduduk di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan bekerja sebagai pegawai swasta sebanyak 27%, pedagang/ wirausaha sebanyak 25%, buruh/tukang sebanyak 11%, PNS/TNI/Polri 9%, dan 28% lainnya terdiri dari pengangguran, pensiunan, dan supir.

Status pendidikan juga berpengaruh pada potensi sumber daya manusia yang nantinya akan berpengaruh kepada pembangunan, operasi, dan pemeliharaan pengolahan air limbah *grey water*. Sebagian besar penduduk di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan tamat SMA/ sederajat sebanyak 53%, tamat SD/ sederajat 24%, tamat SMP/ sederajat 14%, dan tamat perguruan tinggi 9%. Presentase pendidikan kepala rumah tangga dapat dilihat pada Gambar 4.21.

Kondisi ekonomi penduduk di RT 1 RW 1 Kelurahan Pagesangan termasuk kategori menengah kebawah, sebagian masyarakat sebanyak 62% memiliki tingkat pendapatan > 2 juta, sebanyak 31% memiliki pendapatan antara 1-2 juta, 4% memiliki pendapatan 500 ribu – 1 juta, dan sisanya 3% < 500 ribu. Persentase tingkat pendapatan kepala rumah tangga dapat dilihat pada Gambar 4.22.

Untuk kondisi budaya ditinjau dari budaya hidup bersih dan sehat dari warga RT1 RW I Kelurahan Pagesangan. Hal ini ditunjukkan dari kegiatan kerja bakti untuk membersihkan lingkungan yang rutin dilakukan setiap 1 bulan sekali. Selain itu ada kegiatan rutin lain yang ada di wilayah ini yang berkaitan

dengan pengelolaan lingkungan yaitu pengolahan sampah seperti adanya bank sampah yang dilakukan setiap 2 minggu sekali. Selain untuk mengurangi sampah, bank sampah dapat menambah pendapatan dari warga dengan menabungkan sampah mereka. Dari hasil bank sampah biasanya juga digunakan untuk pembiayaan berkaitan dengan pengelolaan lingkungan.

A. Persepsi Masyarakat

Berdasarkan gambaran kondisi sosial di atas, didapat beberapa hal yang dapat disimpulkan :

- Rata-rata pendidikan masyarakat sudah cukup baik (53 %)
- Mata pencaharian responden terbesar adalah pegawai swasta (27 %)

Hal ini menunjukkan masyarakat memiliki persepsi yang baik terhadap permasalahan air limbah yang ada di sekitar lingkungan tempat tinggalnya. Hasil kuisioner menunjukkan 98 % menyatakan setuju dan perlu untuk dibangunnya sarana IPAL *grey water*, dan sisanya menyatakan tidak perlu.

B. Kepedulian Masyarakat

Jika persepsi masyarakat terhadap pengelolaan air limbah sudah baik, kepedulian masyarakat akan muncul dengan sendirinya. Hal ini juga diperkuat dengan sudah ada kegiatan lingkungan lain yang menunjukkan kepedulian warga terhadap lingkungan seperti komposting, kerja bakti rutin, bank sampah, penghijauan, dan lain-lain.

C. Kemauan Berpartisipasi

Sebagian besar masyarakat menyatakan untuk ikut berpartisipasi dalam pembangunan, pengoperasian, dan pemeliharaan IPAL (95 %). Namun ada 2 sampai 3 warga yang enggan turut dalam partisipasi sehingga ini merupakan tugas dari para kader lingkungan untuk menggerakkan partisipasi masyarakat

Berdasarkan hasil kuisioner mengenai sumber pendanaan pengadaan IPAL, pendapat dari masyarakat mengenai sumber pembiayaan untuk pembangunan IPAL. Sebagian besar warga yaitu sebanyak 74% menyatakan untuk mencukupi biaya pembuatan IPAL akan diambil dari kas atau tabungan warga dan ditambah bantuan dari pihak swasta atau pemerintah. Sisanya sebanyak 26%

menyatakan pembiayaan untuk IPAL menunggu bantuan dari swasta atau pemerintah.

Untuk sumber pendanaan dapat bekerjasama dengan pihak swasta (CSR) atau pemerintah. Namun dalam hal ini masyarakat juga turut berkontribusi dalam pembiayaan terutama untuk biaya pengoperasian dan pemeliharaan unit IPAL dan biaya pembangunan komponen pelengkap lain namun dengan batasan tidak melebihi kemampuan warga dan tidak membebani warga. Pembiayaan dalam bentuk iuran tiap bulan khusus untuk biaya operasional dan pemeliharaan IPAL dan dibuat pembukuan oleh para kader lingkungan untuk pemasukan dan pengeluaran berkaitan dengan pengoperasian dan pemeliharaan IPAL

4.3.6 Penentuan Mekanisme Replikasi IPAL Tepat Guna

Dalam konteks kebijakan publik, replikasi adalah tindakan yang harus didorong agar suatu perubahan terjadi secara lebih meluas dan cepat. Replikasi juga dapat digunakan untuk penyelesaian permasalahan sanitasi khususnya di Kota Surabaya. Keberhasilan replikasi dinilai akan lebih besar jika dibandingkan dengan membuat suatu terobosan atau inisiatif baru. Tentu saja dalam pencapaiannya harus melibatkan masyarakat sebagai kelompok pengguna, pengelola, dan pemelihara sarana IPAL. Hal itu dikarenakan untuk mendapatkan IPAL yang memiliki nilai tepat guna terdapat beberapa kriteria, salah satunya masyarakat mampu mempelajari, menerapkan, dan memelihara teknologi yang ada. Sehingga pencapaian tujuan penyelesaian permasalahan sanitasi ini tidak lepas dari peran serta masyarakat sebagai pemeran utama sebagai penentu keberhasilan. Terdapat beberapa langkah dalam mereplikasi IPAL *grey water* tepat guna berbasis Surabaya *Green and Clean* :

A. Mencari Referensi

Tahap awal pelaksanaan replikasi IPAL adalah mencari referensi teknologi apa saja yang sudah pernah ada dan berhasil di sekitar wilayah tersebut. Kemudian dibandingkan dari segi teknis, mengenai kelebihan dan kekurangan dari masing-masing teknologi yang ada. Aspek teknis yang penting untuk diketahui adalah debit air limbah, kualitas hasil *effluent*, kebutuhan luas lahan, operasi dan pemeliharaan, dan biaya investasi yang dibutuhkan.

B. Memformulasikan Gagasan

Setelah didapatkan spesifikasi masing-masing teknologi, selanjutnya dilakukan beberapa tahap pertemuan warga untuk menentukan:

- Penentuan lokasi

Penentuan lokasi didasarkan atas beberapa kriteria antara lain sudah melakukan kegiatan pengelolaan lingkungan, warga berkeinginan memiliki IPAL, tersedia lahan untuk IPAL, dan ketersediaan air limbah *grey water*.

- Pemilihan teknologi

Hal pertama dilakukan perumusan kebutuhan meliputi kebutuhan atas unit pengolahan yang akan diterapkan pada lokasi tujuan replikasi. Kemudian dilakukan pemilihan teknologi dari berbagai teknologi yang sudah ada.

Pemilihan ini didasarkan atas kesepakatan warga dan disesuaikan dengan kondisi sosial, ekonomi, dan budaya dari warga setempat

- Perumusan sumber dana

Perumusan sumber dana meliputi rincian biaya yang dibutuhkan dan penentuan sumber pendonor baik lembaga pemerintah ataupun swasta.

Dalam studi replikasi ini, yang diutamakan adalah swadaya masyarakat, sehingga untuk sumber dana, masyarakat juga turut memberikan retribusi baik berupa bantuan dana ataupun material bangunan. Retribusi dana dapat diambilkan dari kas warga ataupun bank sampah.

- Perumusan kendala dan masalah yang timbul

Perumusan kendala dan masalah meliputi berbagai kendala yang timbul sehingga dapat menghambat rencana implementasi pembangunan IPAL seperti kondisi fisik lahan dan juga masalah yang timbul setelah adanya IPAL seperti timbulan lumpur dan media filter bekas.

- Pembentukan panitia pembangunan

Pembentukan panitia pembangunan bertujuan untuk mengontrol kegiatan pembangunan IPAL. Panitia pembangunan dapat diambil dari anggota-anggota kader lingkungan sehingga kinerjanya sudah tidak diragukan lagi.

Struktur panitia pembangunan terdiri dari ketua, bendahara, sekretaris, dan

panitia pelaksana. Dimana ketua RT setempat sebagai penanggung jawab tertinggi. Struktur panitia pembangunan dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Struktur Panitia Pembangunan IPAL

C. Mencari dukungan dan sumber dana

Setelah dilakukan perumusan kebutuhan dan sumber dana, panitia pembangunan dapat menyiapkan proposal untuk permohonan dana bantuan guna merealisasikan pembangunan IPAL.

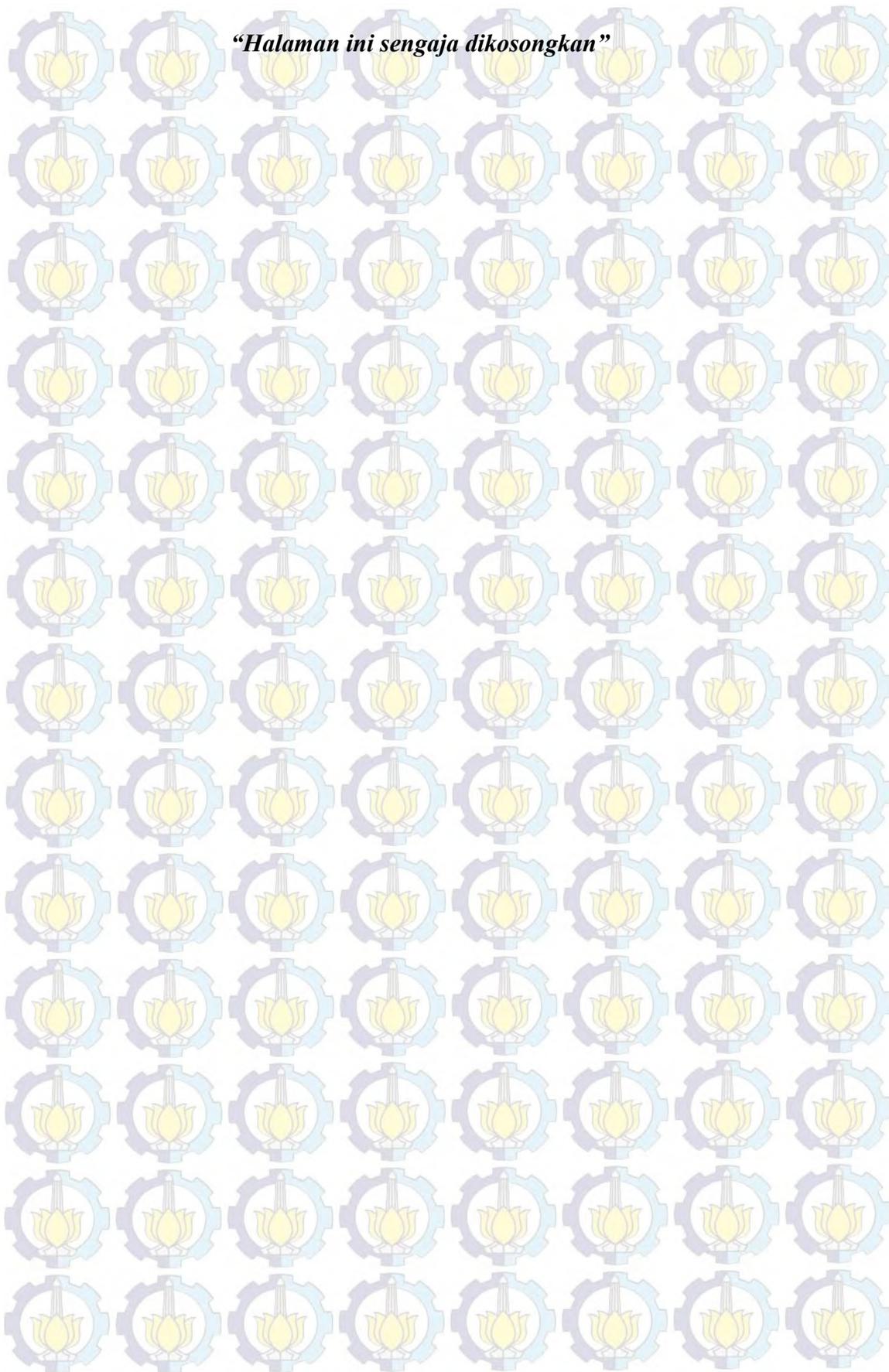
D. Tahap Pembangunan dan Pengembangan

Tahap pembangunan dilakukan oleh swadaya masyarakat dan dengan didampingi oleh pihak pendonor baik dari lembaga pemerintah atau swasta. Tahap pengembangan dilaksanakan setelah terealisasinya IPAL, yaitu terdiri dari kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan. Serta tidak menutup kemungkinan pengembangan area layanan IPAL.

E. Tahap Pemantauan dan Evaluasi

Tahap pemantauan dan evaluasi sangat dibutuhkan untuk keberlanjutan IPAL. Pemantauan dan evaluasi dilakukan baik terhadap kinerja IPAL maupun panitia pengelola dalam hal ini kader lingkungan. Pelaksana pemantauan dan evaluasi seharusnya dari pihak atau dinas yang berwenang atau dari kepanitiaan Surabaya *Green and Clean*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil anilisa dan pembahasan pada studi, ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Kriteria IPAL *Grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean* antara lain
 - a) Teknologi pengolahan yang digunakan adalah secara *attached growth biofilter*.
 - b) Debit air limbah yang diolah 0,1-0,24 liter/detik.
 - c) Kapasitas pengolahan IPAL 1825-7500 liter.
 - d) Jumlah titik peyaluran *effluent* 3-26 kran.
 - e) Kualitas *effluent* memenuhi baku mutu.
 - f) Efisiensi removal TSS 12,5-96%, BOD 32-94%, dan COD 30-95%
 - g) Tidak terdapat pengelola dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL dan operasi dan pemeliharaan IPAL tidak terjadwal tergantung dari kebutuhan warga
 - h) Desain, pembangunan, operasi, dan pemeliharaan IPAL dilakukan dalam bentuk swadaya masyarakat.
 - i) Nilai investasi berkisar antara Rp 2.950.000,- sampai Rp 12.000.000.
 - j) Kekurangan IPAL *Grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean* adalah saluran air limbah dan drainase tidak terpisah, sehingga air limbah tetap akan dapat mencemari lingkungan.
2. Mekanisme replikasi IPAL *grey water* yang sesuai untuk kondisi permukiman padat di Kota Surabaya :
 - a) Mencari referensi teknologi IPAL berbasis Surabaya *Green and Clean*.
 - b) Memformulasikan gagasan melalui pertemuan warga yang membahas mengenai penentuan lokasi, pemilihan teknologi, perumusan sumber dana, perumusan kendala dan masalah, pembentukan panitia pembangunan.
 - c) Mencari dukungan dan sumber dana.
 - d) Tahap pembangunan dan pengembangan area pelayanan IPAL.
 - e) Dilakukan Pemantauan dan Evaluasi kinerja IPAL

5.2 Saran

Dari kesimpulan di atas, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan sebagai masukan demi keberlanjutan sarana pengelolaan air limbah *grey water* yang sudah ada khususnya di kampung juara Surabaya *Green and Clean*. Saran yang diberikan adalah:

1. Bagi Pemerintah Kota Surabaya

- Untuk memperlancar implementasi replikasi IPAL di permukiman yang ada di Kota Surabaya maka perlu adanya pendekatan masyarakat dengan memberikan pengetahuan tentang pentingnya pengelolaan air limbah permukiman dalam hal ini *grey water*.
- Perlu dilakukan pemantauan dan evaluasi rutin bagi lokasi-lokasi kampung yang sudah memiliki IPAL demi keberlanjutan pengelolaan air limbah *grey water*.
- Meningkatkan kompetensi sumber daya aparatur pengelola air limbah dengan memberikan pendidikan dan pelatihan teknis dalam hal ini aparatur pengelola air limbah dapat diambil dari kader-kader lingkungan.

2. Bagi Kampung Juara SGC yang memiliki IPAL

- Meningkatkan operasi dan pemeliharaan IPAL
- Meningkatkan peran serta masyarakat dalam operasi dan pemeliharaan IPAL
- Memisahkan saluran air limbah *grey water* dengan saluran drainase, sehingga dapat mencegah pencemaran terhadap lingkungan khususnya badan air.
- Melakukan pengolahan lanjutan sebelum air limbah dibuang ke badan air, seperti pembuatan kolam ikan atau taman peresapan air.

3. Bagi Peneliti Lain

Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi antara lain dapat mengkaji lokasi tujuan replikasi lebih dari satu, sehingga dapat dibandingkan teknologi dengan kondisi yang sesuai serta didapatkan mekanisme yang lebih baik dalam mereplikasi IPAL *grey water* berbasis Surabaya *Green and Clean*

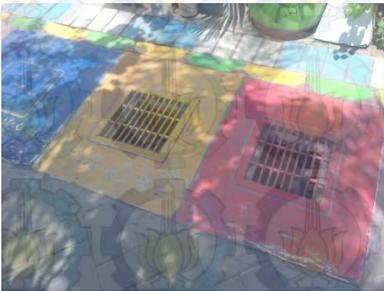
SURABAYA PUSAT

RW X KELURAHAN GUNDIH



SURABAYA TIMUR

RT 3 RW VII KELURAHAN GADING



SURABAYA BARAT

RT 9 RW IX KELURAHAN BABAT JERAWAT



SURABAYA SELATAN

RT 2 RW I KELURAHAN KEBONSARI



RT 1 RW VI KELURAHAN BANYU URIP



DOKUMENTASI FOCUS GROUP DISCUSSION (FGD)





LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

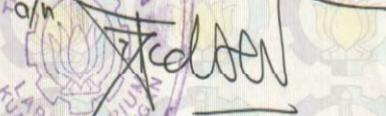
KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

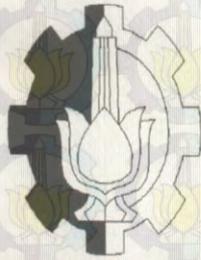
Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Intlet IPAL A
No. Laboratorium : 100-031/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6-9	7,85	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	8,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	7,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	4,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Outlet IPAL A
No. Laboratorium : 100-032/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6-9	7,65	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	6,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	4,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	2,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

a/v

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*).SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

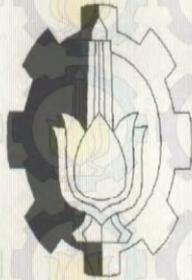
Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Inlet IPAL B
No. Laboratorium : 100-029/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6-9	8,05	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	158,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	188,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	116,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

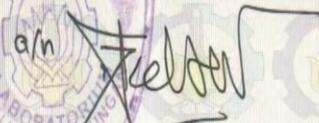
KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Outlet IPAL B
No. Laboratorium : 100-030/01/A/KL/2015

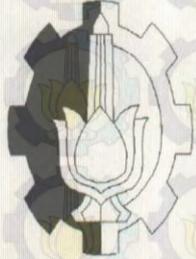
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 - 9	7,40	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	36,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	10,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	6,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


a/n

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

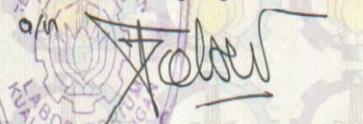
**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Inlet IPAL C
No. Laboratorium : 100-035/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6-9	7,65	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	58,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	52,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	32,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR LIMBAH DOMESTIK

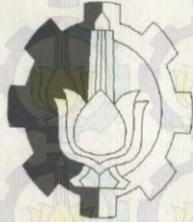
Dikirim Oleh : IPAL RW. IX Pondok Benowo Indah, Babat Jerawat, Pakal
Dikirim Tanggal : 25 Nopember 2013
Sampel Dari : Air Efluen IPAL

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik *)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 - 9	7,70	pHmeter
2	T S S	mg/L	100	32,00	Gravimetri
3	B O D	mg/L O ₂	100	22,00	Winkler
4	Salinitas	ppt	(-)	0,56	Gravimetri

Surabaya, 03 Januari 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :
*) KEPMENLH No. : 112/2003,
Tanggal : 10 Juli 2003
(-) Tidak disyaratkan
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Inlet IPAL D
No. Laboratorium : 100-027/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,70	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	86,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	45,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	28,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013

- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

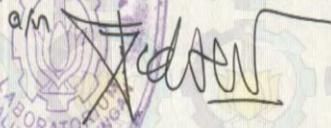
DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Outlet IPAL D
No. Laboratorium : 100-028/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6-9	8,00	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	38,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	7,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	4,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :
*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami


Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Inlet IPAL F
No. Laboratorium : 100-033/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6-9	7,70	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	148,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	83,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	50,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

a/n

Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013

- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Sarah
Dikirim Tanggal : 12 Januari 2015
Sampel Dari : Outlet IPAL F
No. Laboratorium : 100-034/01/A/KL/2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 - 9	7,80	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	6,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	21,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	13,00	Winkler

Surabaya, 19 Januari 2015
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. H. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

- *)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami