PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) CAIR HEWAN TERNAK SAPI PADA MODEL SATU RUMAH DI DESA ARGOSARI KECAMATAN JABUNG KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI KONSERVASI SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

YUNITA KUSUMA BINTANG
NIM. 155060400111001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) CAIR HEWAN TERNAK SAPI PADA MODEL SATU RUMAH DI DESA ARGOSARI KECAMATAN JABUNG KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI KONSERVASI
SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

YUNITA KUSUMA BINTANG
NIM. 155060400111001

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 01 Juli 2019

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr.Eng. Riyanto Haribowo, ST., MT.	**Dian Chandrasasi, ST., MT.**
NIP. 19770424 200312 1 001	**NIP. 201106 780702 2 001**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, M.S.
NIP. 197610131 198609 2 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia
Telp. : +62-341-587710, 587711; Fax : +62-341-551430
http://teknik.ub.ac.id E-mail : teknik@ub.ac.id

PERNYATAAN
ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
(Peraturan Menteri Pendidikan Nasioanl RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang,
Mahasiswa,

Nama : Yunita Kusuma Bintang
NIM : 155060400111001
Jurusan: TEKNIK PENGAIRAN

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia
Telp. : +62-341-587710, 587711; Fax : +62-341-551430
http://teknik.ub.ac.id E-mail : teknik@ub.ac.id

UNDANG – UNDANG REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 20 TAHUN 2003

SISTEM PENDIDIKAN NASIONAL

Pasal 25 Ayat 3 :

Lulusan Perguruan Tinggi Yang Karya Ilmiahnya Digunakan Untuk Memperoleh Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Terbukti Merupakan Jiplakan Dicabut Gelarnya.

Pasal 70 :

Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunkan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Sebagaimana Dimakud Dalam Pasal 25 Ayat (2) Terbukti Merupakan Jiplakan Dipidana Penjara Paling Lama Dua Tahun Dan/Atau Pidana Denda Paling Banyak Rp. 200.000.000,00 (Dua Ratus Juta Rupiah).

TURNITIN

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 49/UN10.F07.14.11/TU/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

YUNITA KUSUMA BINTANG

Dengan Judul Skripsi :

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) CAIR HEWAN TERNAK SAPI PADA MODEL SATU RUMAH DI DESA ARGOSARI KECAMATAN JABUNG KABUPATEN MALANG

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi ≤ 20 %, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 3 JULI 2019

Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS
NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Very Dermawan, ST., MT
NIP. 19730217 199903 1 001

Teriring Ucapan Syukur tiada henti kepada Allah SWT

Ucapan terimakasih kepada Ayah, Ibu, Kedua Kakak saya,

dan teman-teman seperjuangan Teknik Pengairan 2015

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan usulan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu teriring kepada Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan kita.

Laporan ini merupakan laporan skripsi yang berjuduL **"Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Cair Hewan Ternak Sapi Pada Model Satu Rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang"**. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam pengerjaan laporan ini masih banyak kekurangan sehingga skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dikarenakan keterbatasannya pengetahuan yang dimiliki penyusun.

Untuk itu dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr.Eng. Riyanto Haribowo, ST., MT dan Dian Chandrasasi, ST., MT selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan banyak masukan, kritikan, saran serta pandangan mengenai pembahasan skripsi ini.
2. Emma Yuliani,ST., MT., Ph.D. dan Dr.Eng Tri Budi Prayogo, ST., MT. selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji serta memberikan saran dan masukan dalam skripsi ini.
3. Ayah, Ibu, dan kedua Kakak yang selalu memberikan doa terbaik serta dukungan penuh.
4. Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Dr. Ery Suhartanto ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Staf administrasi Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
7. Anthea Alviona, Aulia Dinniar, Dudiman Juziwijaya, Elfita Nepriyana, Fakih Pratama, Gemma Firdaus, Grant Walsen, Fanisa Ayu, Kresna Wisika, Novianti Sidi, Monique Adriana, Nadhirah Nurul, Nia Rahayu dan Pandu Adi, terimakasih sudah menjadi teman terbaik selama penyusun berada diperantauan didunia perkuliahan ini. Saling menemani, menyemangati satu sama lain, memberi dukungan, tangis dan canda tawa dilalui bersama.

8. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Pengairan 2018/2019 yang memberikan banyak pelajaran dalam berorganisasi dan dukungan kepada penyusun.
9. Teman-teman Teknik Pengairan 2015 yang telah memberi semangat, doa, serta bantuannya kepada penyusun.
10. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan ini yang mungkin penyusun luput sebutkan.

Laporan skripsi ini mungkin masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penyusun berharap pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang konstruktif untuk dijadikan bahan evaluasi. Selamat membaca.

Malang, Juli 2019

Penyusun

repository.ub.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... **iii**
SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI ..... **v**
LEMBAR PERUNTUKAN ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
RINGKASAN ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Identifikasi Masalah 2
1.3. Rumusan Masalah 2
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Tujuan Penelitian 3
1.6. Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1. Air Limbah 5
2.2. Limbah Cair Hewan Ternak Sapi 5
2.3. Parameter Pencemar 6
2.3.1. *Biological Oxygen Demand* (BOD) 7
2.3.2. *Chemical Oxygen Demand* (BOD) 7
2.3.3. *Total Suspended Solid (TSS)* 8
2.3.4. Ammonia Total (NH_3N) 9
2.3.5. pH 9
2.4. Standar Baku Mutu Air Limbah Hewan Ternak Sapi 9
2.5. Metode Pengambilan Sampel 10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **21**
3.1. Lokasi Studi 21
3.2. Kondisi Eksisting 22
3.3. Data-data yang Dibutuhkan 22

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.4. Alat-alat yang Digunakan 23
3.5. Langkah-langkah Pengambilan Sampel 24
3.6. Gambaran Kegiatan di Lokasi Studi 25
3.7. Metode Analisa 28
3.8. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi 31
3.9. Diagram Alir Pengambilan Sampel 32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 33

4.1. Peternakan Sapi Desa Argosari 33
4.2. Pengambilan Sampel dan Analisa Kualitas Air Limbah 33
4.2.1. Pengambilan Sampel 33
4.2.2. Analisa Kualitas Air Limbah 34
4.3. Penentuan Model IPAL 35
4.4. Perhitungan Desain Model IPAL 37
4.4.1. Bak Pengendap Awal 37
4.4.2. Biofilter Aerob 42
4.4.3. Bak Pengendap Akhir 51
4.4.4. Hasil Pengolahan 55
4.5. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPAL 59
4.5.1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan 59
4.5.2. Perhitungan Volume Bahan dan Pekerjaan 59
4.5.3. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan 59
4.6. Operasional dan Perawatan IPAL 60
4.6.1. Operasional IPAL 60
4.6.2. Perawatan IPAL 61
4.6.3. Biaya Operasional IPAL 61

BAB V PENUTUP 63

5.1. Kesimpulan 63
5.2. Saran 63

DAFTAR PUSTAKA 65

repository.ub.ac.id

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kandungan Unsur Hara Urine pada Hewan Ternak Sapi	6
Tabel 2.2	Definisi Padatan yang Ditentukan pada Air Limbah	8
Tabel 2.3	Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi	9
Tabel 2.4	Jenis Proses Pengolahan Air Limbah	12
Tabel 2.5	Perbandingan Luas Permukaan Spesifik Media Biofilter	14
Tabel 3.1	Daftar Jurnal Referensi	28
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah Hewan Ternak Sapi dan Standar Baku Mutu Kualitas Air Limbah	35
Tabel 4.2	Kriteria Desain Bak Pengendap Awal	37
Tabel 4.3	Kriteria Desain Bak Biofilter Aerob	42
Tabel 4.4	Kriteria Desain Bak Pengendap Akhir	51
Tabel 4.5	Kualitas *Effluent* Proses Pengolahan	55
Tabel 4.6	Perbandingan Kualitas Air Effluent limbah cair dengan Baku Mutu Air Limbah	55
Tabel 4.7	Tabel Rekapitulasi Dimensi IPAL	56
Tabel 4.8	Rekapitulasi Rencana Anggara Biaya (RAB)	59
Tabel 4.9	Rincian Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPAL	60

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Macam-Macam Metode Aerasi untuk Proses Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Tercelup	14
Gambar 2.2	Media Kerikil atau Batu Pecah	15
Gambar 2.3	Contoh Media *Random Packing*	16
Gambar 2.4	Contoh Media Terstruktur	17
Gambar 2.5	Proses Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilter Aerob	19
Gambar 3.1	Peta Kecamatan Jabung Kabupaten Malang	21
Gambar 3.2	Kondisi Eksisting Lokasi Studi	22
Gambar 3.3	Botol Sampel	23
Gambar 3.4	Sarung Tangan	23
Gambar 3.5	*Cooling Box*	24
Gambar 3.6	Hewan Ternak Sapi yang Berada di Lokasi Studi	25
Gambar 3.7	Saluran Outlet Limbah Hewan Ternak Sapi	25
Gambar 3.8	Pipa penyambung saluran outlet ke saluran drainase	26
Gambar 3.9	Saluran Drainase	26
Gambar 3.10	Bak Pengolahan Biogas Limbah Padat	27
Gambar 3.11	Bak Penampung Limbah Biogas	27
Gambar 3.12	Bak Pengumpul Gas Hasil Biogas	28
Gambar 3.13	Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	31
Gambar 3.14	Diagram Alir Pengambilan Sampel	32
Gambar 4.1	Pengambilan Sampel Air Limbah Cair	34
Gambar 4.2	Botol Sampel Berisi Limbah Cair	34
Gambar 4.3	Skema Pengolahan Limbah Cair Hewan Ternak Sapi	36
Gambar 4.4	Ukuran Batu Bata	38
Gambar 4.5	*Manhole* Cover IPAL	39
Gambar 4.6	Gambar Detail Bak Pengendap Awal	41
Gambar 4.7	Media Biofilter Sarang Tawon	45
Gambar 4.8	*Blower* Udara Resun GF-120	47
Gambar 4.9	Diffuser Tipe "*Fine Bubble Diffuser*"	48
Gambar 4.10	Gambar Detail Bak Biofilter Aerob	50
Gambar 4.11	Gambar Detail Bak Pengendap Akhir	54
Gambar 4.12	Gambar Detail IPAL	57

repository.ub.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data	67
Lampiran 2	Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan	69
Lampiran 3	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Peternakan Sapi Dan Babi	97
Lampiran 4	Tata Cara Perencanaan Dan Pemasangan Tangki Biofilter Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Tangki Biofilter	109
Lampiran 5	HSPK Pemerintah Kota Malang	129
Lampiran 6	Rincian Rencana Anggaran Biaya	165
Lampiran 7	Gambar Perencanaan	171
Lampiran 8	Dokumentasi	177

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan.

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Yunita Kusuma Bintang, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Mei 2019, *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Cair Hewan Ternak Sapi Pada Model Satu Rumah Di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang,* Dosen Pembimbing: Riyanto Haribowo dan Dian Chandrasasi

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan suatu rangkaian proses pengurangan beban pencemar yang terdapat didalam air limbah. IPAL sangat dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan yang menghasilkan air limbah dengan kandungan bahan pencemar tinggi yang angkanya melebihi standar baku mutu yang ditentukan pemerintah. Salah satu limbah cair yang harus diperhatikan adalah limbah cair dari kegiatan peternakan sapi. Standar baku mutu untuk air limbah cair hewan ternak sapi tercantum pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi.

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada penelitian ini dilakukan di salah satu rumah di Desa Argosari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Meskipun limbah padat sapi sudah dimanfaatkan untuk biogas, namun limbah cair sapi yang terdapat di peternakan ini masih dibuang secara langsung ke saluran drainase. Tahap awal perencanaan IPAL dimulai dari analisa kualitas air limbah dengan parameter yang sesuai dengan aturan pemerintah. Pada hasil pengujian kualitas air limbah, kandungan BOD sebesar 4488 mg/L, COD sebesar 11000 mg/L, TSS sebesar 850,5 mg/L, NH_3-N sebesar 479,3, dan pH sebesar 8,5. Dari perbandingan hasil pengujian kualitas air limbah dengan standar baku mutu air limbah, hanya parameter pH yang sesuai atau tidak melebihi standar baku mutu. Sedangkan 4 parameter lainnya masih melebihi standar baku mutu air limbah. Dengan diketahui debit air limbah cair yaitu sebesar 900 liter/hari dan analisa kualitas air limbah, maka dapat ditentukan proses pengolahan IPAL yang digunakan.

Perencanaan IPAL pada penelitian ini menggunakan sistem biofilter aerob, yang didalam rangkaian proses pengolahannya terdapat bak pengendap awal, bak biofilter aerob dan bak pengendap akhir. Didalam bak biofilter aerob diisi media biofilter sarang tawon dan *supply* udara. Setelah melalui proses pengolahan didalam IPAL kandungan BOD menjadi 80,78 mg/L dan COD menjadi 198 mg/L. Sedangkan TSS 5,10 mg/L dan NH_3-N 23,96 mg/L. Perkiraan kualitas *effluent* tersebut sudah sesuai atau tidak melebihi standar baku mutu air limbah yang ditentukan. Sedangkan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL cair hewan ternak sapi pada penelitian ini yaitu sebesar Rp 10.241.382,-

Kata Kunci: IPAL, hewan ternak sapi, biofilter anaerob-aerob

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

SUMMARY

Yunita Kusuma Bintang, *Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, May 2019, Design of Cattle Wastewater Treatment System in a Home-Based Model in Argosari Village, Jabung Sub-district, Malang District, Malang District, Academic Supervisor*: Riyanto Haribowo and Dian Chandrasasi

Waste Water Treatment Plant (WWTP) is a series of processes to reduce the pollutant load contained in wastewater. WWTP is needed for activities that produce wastewater with a high content of pollutants whose numbers exceed the quality standards set by the government. One of the liquid wastes that must be considered is liquid waste from cattle farming activities. Quality standards for wastewater for cattle are listed in the Regulation of the Minister of Environment Number 11 of 2009 concerning Waste Water Quality Standards for Cattle and Pig Farming Businesses and/or Activities.

The design of cattle wastewater treatment plant in this study was carried out in one of the houses in Argosari Village, Jabung Sub-district, Malang District. Even though cattle solid waste has been utilized for biogas, however, cattle liquid waste contained in this farm is still disposed directly into the drainage channel. The initial stage of the WWTP planning starts from analyzing the quality of wastewater with parameters that are in accordance with government regulations. On the results of testing the quality of wastewater, the BOD content is 4488 mg/L, COD is 11000 mg/L, TSS is 850,5 mg/L, NH_3-N is 479,3, and pH is 8,5. From the comparison of the results of testing the quality of wastewater with waste water quality standards, only the pH parameters that are appropriate or not exceed the quality standard. While the other 4 parameters still exceed the waste water quality standard. By knowing the liquid waste water that is equal to 900 liters/day and analyzing the quality of wastewater, it can be concluded about the wastewater treatment plant that will be used.

The design of wastewater treatment plant in this study uses an aerobic biofilter system, which in the process there is an initial settling basin, aerobic biofilter basin and a final settling basin. In an aerobic biofilter basin, it is filled with a honeycomb biofilter media and air supply. After going through the treatment process in WWTP, BOD content became 80,78 mg/L and COD became 198 mg/L. While TSS became 5,10 mg/L and NH_3-N became 23,96 mg/L. The estimated quality of the effluent is in accordance with or does not exceed the specified wastewater quality standard. While the budget plan needed for the design of cattle waste water treatment system in this study is Rp. 10.241.382,-

Keywords: WWTP, cattle, anaerobic-aerobic biofilter

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seluruh makhluk hidup menjadikan air sebagai kebutuhan utama di kehidupan ini. Banyak fungsi yang dibutuhkan dari air seperti minum, irigasi, industri, mandi, mencuci dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Namun, permasalahan air justru semakin meningkat dengan kebutuhan air yang semakin meningkat juga. Permasalahan tersebut seperti kualitas air yang terus menurun karena pencemaran air yang disebabkan oleh pembuangan limbah yang tidak sesuai.

Limbah merupakan bahan buangan dari suatu aktivitas atau proses produksi yang terdiri dari bahan yang tidak atau sangat sedikit mempunyai kegunaan bagi masyarakat (Merkel, 1981). Menurut Sutapa (1991) limbah berasal dari rumah tangga, buangan dari masyarakat, industri dan buangan lainnya. Salah satu penyumbang limbah terbesar adalah limbah industri. Di Indonesia, perindustrian semakin maju. Hal itu dapat terlihat banyak pabrik-pabrik dan usaha-usaha baik di perkotaan maupun pedesaan. Dari sekian banyak industri yang ada, industri peternakan termasuk yang harus diperhatikan. Terutama ternak sapi yang banyak digunakan oleh masyarakat pada umumnya, karena limbah peternakan sapi dapat menyebabkan pencemaran yang berbahaya. Limbah peternakan sapi umumnya dibagi menjadi dua yaitu limbah padat (*solid waste*) dan limbah cair (*liquid waste*). Limbah padat (*solid waste*) adalah limbah yang berupa padatan, sebagian besar terdiri dari feses dan sisa pakan (Merkel, 1981). Selama ini limbah padat yang berupa feses telah dimanfaatkan sebagai biogas maupun pupuk kandang pada tanaman.

Limbah cair (*liquid waste*) pada peternakan sapi merupakan seluruh air yang digunakan, yaitu air untuk mencuci sapi, pembersihan kandang dan urine sapi. Limbah cair tersebut umumnya juga masih mengandung bahan organik, seperti yang terlihat pada kandungan urine sapi (Hartatik dan Widowati, 2006). Jika pengelolaan limbah cair kurang baik akan berpotensi sebagai pencemar lingkungan. Seperti, peningkatan kandungan senyawa organik pada badan air, pencemaran sumber air dalam tanah, menimbulkan bau busuk dan sumber berkembangbiaknya hewan yang dapat menyebabkan penyakit.

Pembuangan limbah cair dari hewan ternak secara langsung tanpa adanya pengolahan jika dilakukan secara terus-menerus dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan

menyalahi aturan. Aturan tersebut tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Selain itu juga terdapat dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi. Oleh karena itu, dibutuhkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) agar limbah cair diolah sehingga pencemaran tidak semakin meningkat. Penentuan model dan perencanaan IPAL juga berdasarkan kemampuan dan kebutuhan usaha peternakan sapi yang mudah dioperasikan, biaya operasi yang murah dan tidak terlalu memakan banyak ruang, sehingga pencemaran dari industri peternakan sapi dapat teratasi dengan baik.

1.2. Identifikasi Masalah

Desa Argosari merupakan salah satu desa yang mempunyai peternakan sapi di Kecamatan Jabung Kabupaten Malang. Desa Argosari terdiri dari 3 dusun yaitu Dusun Pateguhan, Dusun Genthong dan Dusun Bendrong. Salah satunya Dusun Bendrong yang mempunyai 450 KK dan sebanyak 80% dari jumlah KK merupakan peternak sapi. Setiap hari sapi tersebut menghasilkan limbah padat berupa feses dan limbah cair yang berasal dari air untuk mencuci sapi, pembersihan kandang penampung dan urine sapi. Untuk limbah cair, para peternak sapi membuang limbah cair sapi secara langsung di saluran drainase/selokan melalui saluran outlet. Hal ini menyebabkan permasalahan bagi lingkungan karena kandungan urine sapi dapat menimbulkan pencemaran. Apabila masalah tersebut tidak segera diatasi maka dampak yang akan timbul semakin buruk. Pokok permasalahan yang dapat diidentifikasikan yaitu:

1. Tidak adanya usaha dalam pengolahan limbah cair hewan ternak sapi. Limbah cair hewan ternak sapi saat ini langsung dibuang ke selokan/saluran drainase.
2. Limbah cair hewan ternak sapi masih mengandung bahan organik yaitu BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH yang belum memenuhi ketentuan baku mutu air sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH limbah cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?

2. Bagaimana perencanaan desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?
3. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang?

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di salah satu rumah warga yang merupakan ketua kelompok peternak sapi di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang
2. Debit limbah cair yang digunakan yaitu debit limbah cair rerata untuk sapi perah dengan perhitungan berat badan sapi 400 kg yaitu 100-150 liter/ekor/hari (Danang Dwi Saputro et al. 2014)
3. Parameter limbah yang diperhatikan adalah BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH (berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi)
4. Penentuan model Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menggunakan sistem biofilter aerob
5. Pada penelitian ini, tidak membahas mengenai limbah padat sapi

1.5. Tujuan Penelitian

Dengan memperhatikan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui kandungan BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH limbah cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang
2. Untuk mengetahui desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang
3. Untuk mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan adanya perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung

Kabupaten Malang dapat menjadi contoh pengolahan IPAL untuk rumah lainnya yang memiliki peternakan sapi dan membantu para peternak untuk pengolahan limbah cair agar tidak langsung dibuang ke saluran drainase. Sehingga dapat diharapkan mengurangi pencemaran air limbah cair yang masuk ke saluran drainase/sungai.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009, air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan/kegiatan yang berwujud cair. Selain itu, menurut Merkel (1981) limbah merupakan bahan buangan yang dihasilkan dari suatu aktivitas/proses produksi yang sudah tidak digunakan lagi dan diduga tidak memiliki/sedikit sekali nilai ekonominya.

Menurut Notoatmodjo (2003), berdasarkan sumbernya air limbah dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu sebagai berikut:

1. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga *(domestic wastes water)*

   Limbah domestik merupakan limbah yang berasal dari usaha dan/kegiatan permukiman, rumah makan, apartemen perkantoran, perniagaan, dan asrama. Pada umumnya limbah domestik terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, serta terdiri dari bahan-bahan organik.

2. Air buangan industri *(industrial wastes water)*

   Air buangan industri berasal dari kegiatan industri akibat proses produksi. Seperti pabrik, tekstil, kulit, pertanian, industri kimia, peternakan, transportasi dan sumber lainnya. Air buangan industri mengandung zat-zat yang bervariasi sesuai dari bahan baku yang dipakai pada proses pengolahan. Antara lain seperti amoniak, nitrogen, lemak, sulfida, mineral, garam-garam, zat pelarut, zat pewarna, logam berat dan sebagainya.

3. Air limbah perusahaan *(commercial waste)*

   Air limbah perusahaan biasanya berasal dari perkantoran, hotel, restoran, tempat-tempat ibadah dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam air limbah perusahaan sama dengan air limbah rumah tangga.

2.2 Limbah Cair Hewan Ternak Sapi

Ternak sapi merupakan salah satu dari banyaknya usaha industri peternakan yang ada di Indonesia. Menurut data yang diperoleh badan statistik pada tahun 2017 terdapat 35

perusahaan budidaya ternak sapi atau sekitar 41,416 ekor. Hal ini menyebabkan industri ternak sapi termasuk yang harus diperhatikan, karena dalam pengolahannya menghasilkan bahan buangan yaitu limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Sumber utama penyebab pencemaran dari limbah ternak sapi adalah limbah cair yang berupa air untuk mencuci sapi, pembersihan kandang penampung dan urine sapi. Sedangkan limbah padatnya yang berupa sisa pakan dan feses sapi dapat dimanfaatkan kembali.

Salah satu limbah cair yang harus diperhatikan adalah urine sapi. Urine adalah sisa hasil perombakan nitrogen dan sisa-sisa bahan dari tubuh seperti urea, asam uric dan creatinine hasil metabolisme protein yang disekresikan melalui ginjal serta 90% terdiri dari air. Urine juga berasal dari fosfat dan perombakan senyawa-senyawa sulfur dalam tubuh.

Tabel 2. 1
Kandungan Unsur Hara Urine pada Hewan Ternak Sapi

Ternak	Kadar Air	Bahan Organik	N	P_2O_5	K_2O	CaO
Sapi	92 %	4,8 %	1,21 %	0,01 %	1,35 %	1,35 %

Sumber: Hartatik dan Widowati (2006)

Dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi, urine sapi dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Nitrit/nitrat yang merupakan bagian dari siklus nitrogen apabila terserap berlebih dalam tanah dapat terakumulasi dan mencemari sumber air dalam tanah maupun tanaman yang dimakan oleh manusia akan mengganggu kesehaan masyarakat. Peningkatan kandungan senyawa organik pada badan air juga akan terjadi. Apabila kadar parameter menyimpang, maka akan terjadi penguraian yang tidak seimbang dan terjadi kondisi septik (keadaan dengan kadar oksigen terlarut nol) serta menimbulkan bau busuk. Selain itu, lalat dan nyamuk dapat berkembangbiaknya lalat dan nyamuk, akibatnya dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti disentri dan diare pada ternak maupun manusia. Limbah cair juga akan berdampak pada warna, pH, dan total padatan terlarut (Kusnoputranto, 1995, p.83). Selain itu, padatan tersuspensi, BOD dan Ammonium juga akan mengalami peningkatan.

2.3 Parameter Pencemar

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi, telah ditentukan parameter-parameter yang menjadi standart baku mutu dalam perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yaitu: BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH.

2.3.1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah parameter yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan. Dari pengertian tersebut dapat dikatakan bahwa nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi dapat diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik yang mudah terurai yang berada di perairan. Apabila badan air tercemar oleh zat organik yang tinggi, maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses penguraian berlangsung. Sehingga hal tersebut dapat menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan badan air menjadi anaerob yang ditandai dengan timbulnya bau busuk. Semakin tinggi angka BOD maka semakin sulit bagi makhluk air untuk dapat bertahan hidup karena rendahnya kandungan oksigen di dalam air.

Semakin besar angka BOD juga menunjukkan bahwa derajat pengotoran air limbah semakin besar. Pemeriksaan BOD didasarkan pada reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen karena adanya bakteri aerob dan akan menghasilkan air, karbon dioksida dan amonia. Reaksi oksidasi tersebut sebagai berikut:

$$C_nH_aO_bN_c + (n + a/4 - b/2 - 3c/4)\ O_2 \rightarrow nCO_2 + (a/2 - 3c/2) + H_2O + cNH_3$$

Empat merupakan jumlah maksimum elektron per atom karbon tereduksi penuh, selanjutnya dikoreksi oleh keberadaan hidrogen teroksidasi dan oksigen dan nitrogen berkurang dengan valensi 2 dan 3. Dari reaksi tersebut, kira-kira 50% reaksi telah tercapai dalam waktu 2 hari, 75% dalam waktu 5 hari dan 100% tercapai dalam waktu 20 hari. Menurut Metcalf dan Eddy (2003, p.81), pada saat ini pengujian BOD digunakan untuk beberapa tujuan, yaitu:

1. Untuk menentukan perkiraan jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menstabilkan bahan organik
2. Untuk menentukan besar dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL)
3. Untuk mengukur efisiensi pada beberapa proses pengolahan
4. Untuk menentukan jumlah air limbah yang diizinkan untuk dibuang

2.3.2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oksigen Demand (COD) adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair secara kimia. Biasanya proses COD memanfaatkan oksidator seperti $K_2Cr_2O_7$ (Alaerts, 1984). Semakin tinggi angka COD, maka semakin tinggi kadar oksigen terlarut untuk oksidasi dan oksigen yang tersedia untuk biota perairan semakin rendah.

`

Menurut Moh. Solichin (2012, p.26), pengujian COD digunakan untuk mengukur kebutuhan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dioksidasi secara kimia dengan menggunakan dichromat pada larutan asam. Meskipun diharapkan nilai BOD tertinggi mendekati COD, namun hal tersebut jarang terjadi dalam prakteknya. Sebab terjadinya perbedaan, yaitu:

1. Banyak zat organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi tapi tidak dapat dioksidasi secara biologis
2. Zat-zat anorganik yang dioksidasi dengan dichromat menaikkan zat organik yang terlihat
3. Zat-zat organik tertentu yang merupakan racun bagi mikroorganisme
4. Nilai COD yang tinggi terjadi karena adanya zat pengganggu

Nilai COD biasanya lebih tinggi dibandingkan BOD. Pengukuran COD membutuhkan waktu yang lebih cepat yakni 3 jam dibandingkan pengukuran BOD yang membutuhkan waktu 5 hari. Jika korelasi antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui (Siregar, 2005).

2.3.3. *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan penyebab utama kekeruhan air yang disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi (zat organik dan anorganik) di dalam air sehingga dapat mengganggu penyerapan cahaya matahari ke dalam air. Sehingga mikroorganisme dan fitoplankton terhambat untuk melakukan fotosintesis (Arnelli et al., 1999). Padatan tersuspensi biasanya terdiri dari lanau, lempung atau partikel-partikel halus. Selain itu, limbah cair yang mengandung zat tersuspensi tinggi tidak boleh langsung dibuang dibadan air karena dapat menyebabkan pendangkalan.

Menurut Metcalf dan Eddy (2003, p.43), air limbah mengandung berbagai macam material padatan yang mengendap (tidak terlarut) dan material yang tercampur (tersuspensi). Uraian padatan yang terdapat di dalam air terdapat pada tabel berikut.

Tabel 2. 2
Definisi Padatan yang Ditentukan pada Air Limbah

Jenis Pengujian	Deskripsi
Total Solids (TS)	Hasil sisa dari air limbah setelah dipanaskan & dikeringkan pada temperatur 103^0C-105^0C
Total Suspended Solids (TSS)	Besarnya TS yang tertahan pada saringan berdiameter 0,45-2μm, kemudian ditimbang setelah dikeringkan pada temperatur 105^0C
Total Disolved Solids (TDS) (TS-TSS)	Besarnya padatan yang lolos dari saringan berdiameter 2,0μm/lebih kecil, kemudian dipanaskan dan dikeringkan

Sumber: Metcalf dan Eddy (2003, p.43)

2.3.4. Ammonia Total (NH_3-N)

Ammonia total merupakan senyawa yang terdiri atas unsur nitrogen dan hidrogen dengan rumus NH_3-N. Ammonia total terbentuk sebagai hasil penguraian atau pembusukan protein yang terdapat dalam limbah. Gas amonia juga dapat menimbulkan bau yang tidak normal dalam air, sehingga apabila terhirup oleh pernapasan dapat mengganggu kesehatan. Ammonia banyak mengandung nitrogen yang merupakan bahan pupuk yang baik. Saat ini ammonia banyak digunakan sebagai bahan campuran pupuk urea ($CO(NH_2)_2$) dan ZA (Zwvelamonia) ($(NH_4)2SO_4$). Selain itu sebagai obat-obatan, bahan pembuatan amonium klorida (NH_4Cl) pada baterai, asam nitrat (HNO_3), zat pendingin, membuat hidrazin (N_2H_4) sebagai bahan bakar roket dan lain-lain.

2.3.5. pH

pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam air, melalui konsentrasi (aktivitas) ion hidrogen (H^+). pH dinyatakan dalam angka 0-14. pH 7 menunjukkan air yang netral, pH di bawah 7 menunjukkan bahwa air bersifat asam dan pH di atas 7 menujukkan bahwa air bersifat basa. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihan air. Sebagian besar biota air menyukai nilai pH diantara 7 sampai 8,5 dan sensitif terhadap perubahan pH. pH yang kurang dari 4 akan menyebabkan kematian pada biota air akibat ketidakmampuan beradaptasi dengan nilai pH yang rendah (asam).

2.4 Standar Baku Mutu Air Limbah Hewan Ternak Sapi

Baku mutu air adalah batas kadar yang diijinkan bagi bahan pencemar yang terdapat di dalam air, tetapi tetap dapat digunakan sesuai dengan kriterianya. Baku mutu air ini digunakan sebagai pengendali untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan oleh berbagai aktivitas, seperti menetapkan baku mutu air limbah untuk peternakan. Nilai standar baku mutu air limbah untuk peternakan sapi dapat dilihat pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi.

Tabel 2.3
Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi

Parameter	Kadar Maksimum (Mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (gram/ekor/hari)	
		Sapi	Babi
BOD	100	20	4
COD	200	40	8
TSS	100	20	4
NH_3-N	25	5	1

`

Lanjutan Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi

Parameter	Kadar Maksimum (Mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (gram/ekor/hari)	
		Sapi	Babi
pH		6-9	
Kuantitas air limbah maksimum		Sapi: 200 ltr/ekor/hari	Babi: 40 ltr/ekor/hari

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009

Menurut Suratmo (1991, p.13), pemanfaatan baku mutu air menurut kegunaannya dibagi atas lima golongan, yaitu:

1. Baku mutu air golongan A

   Yaitu air yang terdapat pada sumber air dan dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa adanya pengolahan
2. Baku mutu air golongan B

   Yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah menjadi air minum dikebutuhan rumah tangga
3. Baku mutu air golongan C

   Yaitu air yang dipergunakan untuk kebutuhan peternakan dan perikanan
4. Baku mutu air golongan D

   Yaitu air yang dapat digunakan untuk kebutuhan pertanian, selain itu dapat digunakan untuk usaha industri, perkantoran dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA)
5. Baku mutu air golongan E

   Yaitu air yang tidak dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan pada golongan A,B,C dan D

2.5 Metode Pengambilan Sampel

Untuk metode pengambilan sampel air limbah akan dijelaskan pada lampiran, yaitu SNI 6989.59:2008 tentang Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah. Pada SNI tersebut menjelaskan mengenai cara pengambilan sampel air, bahan dan ketentuan lain dalam pengambilan sampel air limbah. Metode pengambilan sampel dibedakan menjadi empat jenis, yaitu sample sesaat, sampel komposit, sampel gabungan tempat, pengambilan sampel otomatis.

1. Sampel Sesaat (*Grab Sample*)

   Apabila suatu sumber air mempunyai karakteristik yang tidak banyak berubah didalam batas jarak waktu tertentu maka sampel sesaat cukup mewakili keadaan waktu dan tempat tersebut. Umumnya metode ini dapat dipakai untuk sumber air alamiah tetapi

tidak mewakili keadaan air buangan/sumber air yang banyak dipengaruhi oleh bahan buangan. Bila suatu sumber atau air buangan diketahui mempunyai karakteristik yang banyak berubah maka beberapa contoh sesaat diambil berturut-turut untuk jangka waktu tertentu dan pemeriksaannya dilakukan sendiri-sendiri, tidak disatukan seperti pada metode gabungan.

2. Sampel Gabungan Waktu (*Composite Sample*)

   Sampel gabungan waktu adalah campuran sampel-sampel sesaat yang diambil dari suatu tempat yang sama pada waktu yang berbeda. Umumnya pengambilan sampel dilakukan secara terus-menerus selama 24 jam, tetapi dalam beberapa hari dilakukan secara intensif untuk jangka waktu yang pendek. Untuk mendapatkan sampel gabungan waktu perlu diperhatikan agar setiap contoh yang dicampurkan mempunyai volume yang sama.

3. Sampel Gabungan Tempat (*Integreted Sample*)

   Sampel gabungan tempat merupakan campuran sampel sesaat yang diambil dari tempat yang berbeda pada waktu yang sama.Metode ini berguna apabila diperlu kan pemeriksaan kualitas air dari suatu penampang aliran sungai yang dalam atau lebar atau bagian-bagian penampang tersebut memiliki kualitas yang berbeda. Metode ini umumnya tidak dilakukan untuk pemeriksaan kualitas air danau/air waduk karena pada umumnya menunjukkan gejala yang berbeda kualitasnya karena kedalaman/lebarnya.

4. Pengambilan Sampel Otomatis (*Automatic Sample*)

   Pengambilan sampel otomatis dikembangkan untuk memenuhi program pengamatan kualitas sampel secara menyeluruh. Peralatan memerlukan bangunan khusus dengan penampungan dan pemeliharaan yang baik alat mengambil contoh otomatis yang biasanya bekerja dalam 24 jam. Pengambilan sampel secara otomatis hanya dilakukan jika ingin mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus–menerus.

2.6 Perencanaan Model IPAL

Sebelum air limbah dibuang ke sungai, air limbah harus melalui proses pengolahan agar memenuhi syarat baku mutu yang diizinkan sesuai peraturan. Pengolahan air limbah umumnya dibagi menjadi pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Berikut merupakan klasifikasi jenis proses pengolahan untuk menghilangkan senyawa pencemar yang terdapat dalam air limbah.

`

Tabel 2. 4
Jenis Proses Pengolahan Air Limbah

Kontaminan	Sistem Pengolahan	Klasifikasi
Padatan Tersuspensi	Screening dan communition	Fisika
	Sedimentasi	Fisika
	Flotasi	Fisika
	Filtrasi	Fisika
	Koagulasi/sedimentasi	Kimia/Fisika
	Land treatment	Fisika
Biodegradable organics	Lumpur aktif	Biologi
	Trickling filters	Biologi
	Rotating biological contactors	Biologi
	Saringan pasir	Biologi/Fisika
	Land treatmend	Biologi/Fisika/Kimia
Pathogens	Khlorinasi	Kimia
	Ozonisasi	Kimia
	Land treatment	Fisika
Nitrogen	Suspended-growth nitrification and denitrification	Biologi
	Fixed-film nitrification and denitrification	Biologi
	Ammonia stripping	Kimia/Fisika
	Ion Exchange	Kimia
	Breakpoint khlorinasi	Kimia
	Land Treatment	Biologi/Kimia/Fisika
Phospor	Koagulasi garam logam/ sedimentasi	Kimia/Fisika
	Koagulasi kapur/ sedimentasi	Kimia/Fisika
	Biological/Chemical phosphorus removal	Biologi/Kimia
	Land treatment	Kimia/Fisika
Refractory organics	Adsorpsi karbon	Fisika
	Tertiary ozonation	Kimia
	Sistem land treatment	Fisika
Logam berat	Pengendap kimia	Kimia
	Ion exchange	Kimia
	Land treatment	Fisika
Padatan inorganic terlarut	Ion exchange	Kimia
	Reverse Osmosis	Fisika
	Elektrodialisis	Kimia

Sumber: Nusa Idaman (2012, p.9)

Tahapan pengolahan yang sesuai untuk instalasi pengolahan air limbah untuk hewan ternak berdasarkan kandungan yang terdapat dalam limbah cair (BOD,COD, TSS, NH_3-N dan pH) adalah sebagai berikut:

2.6.1. Bak Pengendap Awal

Air limbah masuk ke dalam bak pengendap awal agar kandungan padatan tersuspensi di dalam air limbah dapat berkurang. Pada bak pengendap awal ini, air limbah akan mengalir dari bawah ke atas agar kecepatan air limbah yang masuk rendah dan padatan dapat mengendap. Bak pengendap awal juga berfungsi untuk bak kontrol aliran, pengurai dan penampung lumpur serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan. Bak pengendap awal berfungsi untuk menurunkan padatan tersuspensi (*Suspended Solids*) sebesar 50-70% dan material organik 25-40% (Metcalf and Eddy, 1991, p.396).

2.6.2. Bak Biofilter Aerob

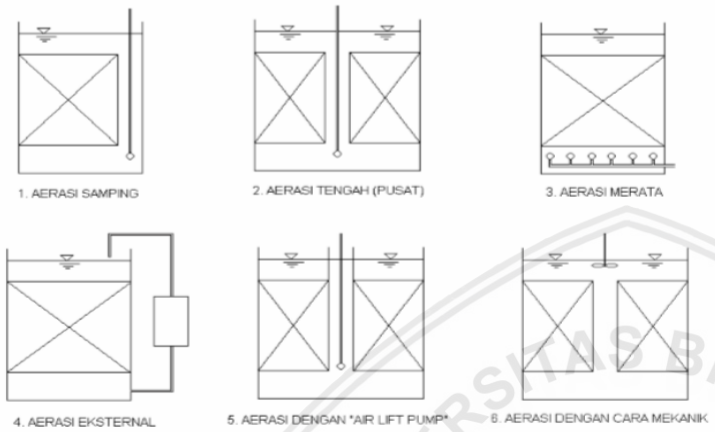
Pengolahan air limbah dengan biofilter tercelup dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya berisi media penyangga untuk mengembangkan mikroorganisme dengan aerasi. Senyawa polutan yang terdapat dalam air limbah seperti BOD, COD, amonia, fosfor dan lain sebagainya akan terdifusi ke dalam lapisan film biologis yang melekat pada media penyangga. Selain itu senyawa polutan juga akan diuraikan oleh mikroorganisme dengan menggunakan bantuan oksigen. Biasanya *supply* udara pada sistem biofilter tercelup dengan menggunakan *blower* udara atau pompa sirkulasi.

Media biofilter diletakkan tercelup dibawah permukaan air. Media biofilter yang biasanya digunakan yaitu berupa bahan material organik atau bahan material anorganik. Untuk bahan material organik seperti dalam bentuk jaring, bentuk tali, bentuk papan (*plate*), bentuk butiran tak teratur (*random packing*) dan bentuk sarang tawon. Sedangkan untuk media bahan material anorganik misalnya kerikil, batu marmer, batu tembikar, batu pecah (*split*), batu bara (*kokas*).

Proses pengolahan air limbah dengan biofilter aerob, *supply* udara dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu aerasi samping, aerasi pusat, aerasi eksternal, aerasi merata seluruh permukaan, aerasi dengan *air lift pump* dan aerasi mekanik. Walaupun sistem aerasi merata mempunyai kekurangan yaitu lapisan mikroorganisme yang melekat mudah terlepas dan menyebabkan proses menjadi tidak stabil. Tetapi pada aerasi melalui aliran putar, kemampuan penyerapan oksigen hampir sama dengan aerasi yang menggunakan *diffuser*, sehingga penambahan beban besar sulit dilakukan. Oleh karena itu, sistem aerasi merata banyak digunakan karena dapat menyerap oksigen yang besar dan

`

dapat digunakan untuk mengolah air limbah dengan beban organik yang besar pula. Selain itu juga diperlukan media biofilter yang dapat menampung dan melekatkan mikroorganisme yang tumbuh dalam jumlah yang besar. Sistem aliran dilakukan secara *down flow* (atas ke bawah) maka sedikit banyak akan terjadi efek filtrasi dan menyebabkan terjadinya proses penumpukan lumpur organik pada bagian atas media.



Gambar 2. 1 Macam-Macam Metode Aerasi untuk Proses Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Tercelup
Sumber: BPPT (2010)

- Jenis Media Biofilter

Pada media biofilter bahan anorganik, semakin kecil diameternya maka luas permukaannya semakin besar. Sehingga semakin besar pula mikroorganisme yang dibiakkan, tetapi volume rongga menjad lebih kecil. Media biofilter bahan organik banyak dibuat dengan cara dicetak dari bahan yang ringan dan tahan karat sepertu PVC. Dengan luas permukaan spesifik dan volume rongga yang besar, dapat melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar dan terjadi kebuntuan yang kecil. Berikut merupakan perbandingan luas permukaan spesifik media biofilter:

Tabel 2. 5
Perbandingan Luas Permukaan Spesifik Media Biofilter

No	Jenis Media	Luas Permukaan Spesifik (m^2/m^3)
1	*Trickling Filter* dengan batu pecah	100-200
2	*Honeycomb* Modul	150-240
3	Tipe Jaring	50
4	RBC	80-150
5	*Bio-ball* (*random*)	200-240

Sumber: BPPT (2010)

a. Batuan dan kerikil

Kelebihan:

1. Banyak tersedia, murah dan relatif
2. Luas permukaan spesifik tinggi
3. Bersifat *inert* dan tidak pecah pada kekuatan mekanikal baik
4. Sifat kebasahan baik

Kelemahan:

1. Fraksi rongga sangat berat dan rendah, sehingga terjadi penyumbatan
2. Mempunyai berat jenis yang besar. Sehingga membutuhkan konstrusi reaktor, penyangga dan sistem pengeluaran yang kuat.
3. Media kerikil relatif permanen dan sulit dipindahkan.
4. Biaya pemeliharaan dan konstruksi lebih mahal

Gambar 2. 2 Media Kerikil atau Batu Pecah
Sumber: BPPT (2010)

b. *Fiber Mesh Pads*

Kelebihan:

1. Bantalan berat dan tebal berperan baik sebagai filter fisik maupun biologis
2. Ringan
3. Luas permukaan per unit volume lebih besar

Kelemahan:

1. Diameter celah bebas sangat kecil, menyebabkan penyumbatan
2. Sulitnya pembersihan dan regenerasi bantalan
3. Kesulitan pemasangan dalam jumlah yang besar

c. *Brillo Pads*

Kelebihan:

1. Ringan dan relatif mempunyai luas permukaan besar
2. Harga murah

Kelemahan:

`

1. Kekuatan mekanikalnya kecil
2. Laju alir mudah tersumbat akibat lapisan bawah tertekan
3. Tidak ekonomis dan untuk kapasitas yang besar

d. *Random* atau *Dumped Packing*

Kelebihan:

1. Mempunyai fraksi rongga yang baik dan relatif
2. Tahan penyumbatan dibanding *mesh pads*
3. Ringan

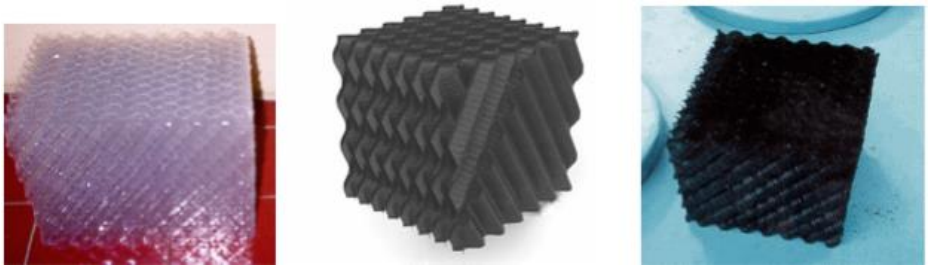
Kelemahan:

1. Sulit dipindahkan
2. Pemasangan sulit dilakukan
3. Operator tidak dapat melihat yang terjadi didalam unggun biofilter
4. Harga relatif mahal
5. Membutuhkan waktu lama untuk media dapat basah total

Gambar 2. 3 Contoh Media *Random Packing*
Sumber: BPPT (2010)

e. Media Terstruktur

Media terstruktur memiliki karakteristik yang ideal sehingga sudah lebih dari 25 tahun digunakan untuk pengolahan air limbah. Biasanya terbuat dari bahan PVC (*Polyvinyl Chlorida*) yang dibentuk secara vacum. Proses vacum merupakan proses otomatis dengan kecepatan tinggi yang dapat memproduksi material jumlah besar. Sehingga harganya dapat lebih murah per-unit luas permukaan dibanding secara injeksi. PVC mempunyai sifat kebahasahan yang baik sehingga tidak membutuhkan waktu lama. Media tipe sarang tawon mempunyai luas permukaan spesifik yang bervariasi tergantung pada diameter celah bebas maupun volume rongganya.



Gambar 2. 4 Contoh Media Terstruktur
Sumber: BPPT (2010)

Dalam pemilihan media biofilter harus diperhatikan beberapa kriteria untuk penentuan, yaitu mempunyai luas permukaan spesifik besar, mempunyai fraksi volume rongga tinggi, diameter celah bebas besar (*large free passage diameter*), tahan terhadap penyumbatan, terbuat dari bahan *inert*, harga per unit luas permukaan murah. Selain itu mempunyai kekuatan mekanik yang baik, ringan, pemeliharaan mudah, fleksibilitas, energi kecil, reduksi cahaya, sifat kebasahan.

- Kriteria Pemilihan Media Biofilter

Media penyangga merupakan hal terpenting dari proses pengolahan biofilter, sehingga pemilihan media harus tepat, sesuai dengan kondisi proses dan jenis air limbah. Berikut beberapa kriteria media biofilter ideal yang diperhatikan:

a) Mempunyai luas permukaan spesifik besar

   Luas permukaan spesifik merupakan ukuran besar luas area aktif secara biologis tiap satuan volume media. Satuan pengukuran luas permukaan spesifik adalah m^2/m^3. Luas permukaan spesifik menjadi indikator penting penentuan kapasitas biofilter untuk penghilang polutan. Selain itu juga berpengaruh pada biaya reaktor biofilter.

b) Mempunyai fraksi volume rongga tinggi

   Fraksi volume rongga merupakan prosentase volume terbuka dalam media atau ruang yang tidak tertutup oleh media. Fraksi volume rongga berfungsi membuat aliran air dan udara bebas tidak terhalang.

c) Diameter celah bebas besar

d) Tahan terhadap penyumbatan

   Penyumbatan dalam biofilter dapat disebabkan oleh pertumbuhan biomasa dan menjembatani ruangan dalam media. Penyumbatan juga dapat terjadi karena permasalahan pemeliharaan, ketidakseragaman volume rongga media. Sehingga

`

dalam pemilihan media biasanya digunakan yang mempunyai luas permukaan spesifik dan fraksi volume rongga besar.

e) Dibuat dari bahan *Inert*

Bahan media harus terbuat dari bahan yang tidak korosif, tahan pembusukan dan perusakan secara kimia. Tetapi, media dari bahan platik dapat menjadi rapuh jika tidak terlindung dari radiasi ultraviolet. Sehingga dapat diatasi dengan menggunakan penghalang UV yang disatukan dengan plastik pelindung UV

f) Harga per-unit luas permukaan murah

g) Mempunyai kekuatan mekanik baik

Kekuatan mekanik media berpengaruh untuk proses pemeliharaan. Selain itu jika media mempunyai kekuatan mekanik baik maka mempunyai stabilitas bentuk yang baik juga.

h) Ringan

Semakin berat media maka akan membutuhkan penyangga atau reaktor yang lebih kuat sehingga biaya kebutuhan atau pembangunan akan semakin mahal.

i) Fleksibilitas

Pemilihan media biofilter yang digunakan harus yang mudah dimasukkan ke dalam reaktor dan dapat disesuaikan dengan bentuk reaktornya.

j) Pemeliharan mudah

k) Kebutuhan energi kecil

l) Reduksi cahaya

Media biofilter yang digunakan untuk menghilangkan senyawa nitrogen sebaiknya menggunakan media yang berwarna gelap dan bentuknya dapat menghalangi cahaya masuk. Hal tersebut dikarenakan bakteri nitrifikasi sensitif terhadap cahaya.

m) Sifat kebasahan

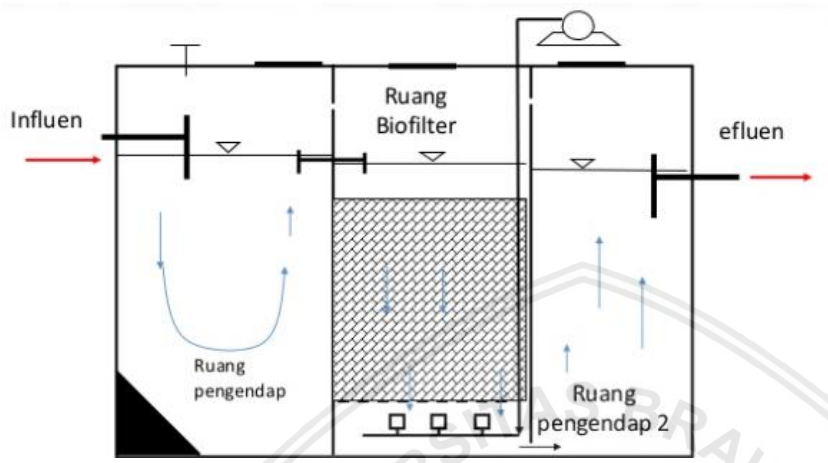
Permukaan media harus bersifat *hydrophilic* (suka air) agar bakteri atau mikroorganisme dapat menempel dan tumbuh.

- Proses pengolahan air limbah dengan biofilter aerob

Setelah air limbah masuk ke bak pengendap awal, air limbah dialirkan ke bak biofilter aerob. Pada bak biofilter aerob diisi oleh media sarang tawon yang akan tumbuh mikroorganisme dan akan menguraikan zat organik, selain itu bak ini juga dihembuskan udara sehingga mikroorganisme akan menguraikan zat organik yang terdapat pada limbah. Proses ini juga dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik dan proses nitrifikasi.

2.6.3. Bak Pengendap Akhir

Sama halnya dengan bak pengendap awal, bak pengendap akhir ini juga digunakan untuk mengendapkan kandungan padatan tersuspensi yang masih tersisa di dalam air limbah. Dalam bak pengendap akhir. Dan air limbah dapat langsung dibuang ke saluran drainase.



Gambar 2. 5 Proses Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilter Aerob
Sumber: Imanputhra (2015)

Setelah air limbah melewati proses pengolahan dari bak pengendap awal, bak biofilter aerob dan bak pengendap akhir, maka dapat diketahui kualitas *effluent* air limbah. Kualitas *effluent* inilah yang menjadi dasar apakah air limbah hasil pengolahan tersebut dapat memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan agar dapat dibuang ke sungai/saluran drainase.

2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggara biaya dalam suatu proyek digunakan untuk mengetahui besar biaya yang dibutuhkan untuk suatu pembangunan. Dengan adanya rencana anggaran biaya dapat mengestimasi perkiraan biaya sebelum proyek dilaksanakan. Dalam suatu pekerjaan pembangunan, rab sangat diperlukan untuk pemilik bangunan maupun pelaksana pekerja. Estimasi biaya pembangunan dapat dibagi menjadi dua yaitu, estimasi kasaran (*approximate estimates* atau *preliminary estimates*) yang biasanya digunakan untuk pengajuan anggaran kepada instansi atasan (pengusulan daftar isian proyek-proyek pemerintah). Kemudian estimasi detail (*detailed estimates*) yaitu RAB yang lengkap dan dipakai dalam penilaian penawaran pada pelanggan, serta digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan. Estimasi detail juga berisi rincian mengenai biaya-biaya tak langsung (*overhead*), pajak dan keuntungan yang dihitung berdasarkan presentase terhadap biaya konstruksi.

`

Sedangkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) biasanya dibagi menjadi dua yaitu RAB kasaran (global) dan RAB detail. Berikut merupakan hal-hal yang mencakup dalam perhitungan rencana anggaran biaya:

1. Harga material bangunan
2. Peralatan (sewa atau beli)
3. Upah tenaga kerja
4. Metode pelaksanaan
5. Waktu penyelesaian pembangunan

Langkah-langkah perhitungan RAB:

a. Peninjauan ruang lingkup pembangunan, seperti faktor keamanan, lingkungan lokasi, tenaga kerja dan lain sebagainya.
b. Penentuan bahan-bahan, volume atau kuantitas material bangunan

   Penentuan bahan-bahan, volume atau kuantitas material bangunan biasanya dengan membuat daftar bahan yang menjelaskan tentang banyaknya, ukuran, berat maupun volume dari yang diperlukan. Sehingga setelah diketahui bahan-bahan, volume atau kuantitas yang digunakan, perhitungan akan dilanjutkan dengan masing-masing harga.
c. Harga material dan tenaga kerja yang digunakan

   Harga material dan tenaga kerja mengacu pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kementrian PU dan Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) berdasarkan pada kota dilakukan pembangunan tersebut
d. Harga peralatan kerja

   Suatu pembangunan pasti membutuhkan peralatan kerja, seperti bangunan sementara, alat-alat tangan dan mesin. Sebagai contoh pekerjaan beton membutuhkan peralatan seperti mesin pengaduk beton, alat-alat tangan untuk membuat cetakan, membelokkan atau memotong besi tulangan, alat angkut dan lain sebagainya. Peralatan kerja dapat didapatkan dari membeli maupun menyewa.
e. Pembulatan atau biaya tak terduga (*overhead*)

   Biaya tak terduga dibagi menjadi dua yaitu biaya tak terduga proyek dan biaya tak terduga umum. Biaya tak terduga umum seperti peralatan alat tulis kantor (ATK), air, listrik, asuransi, bunga, pajak, biaya perjalanan dan pembelian barang-barang kecil dan lain sebagainya.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

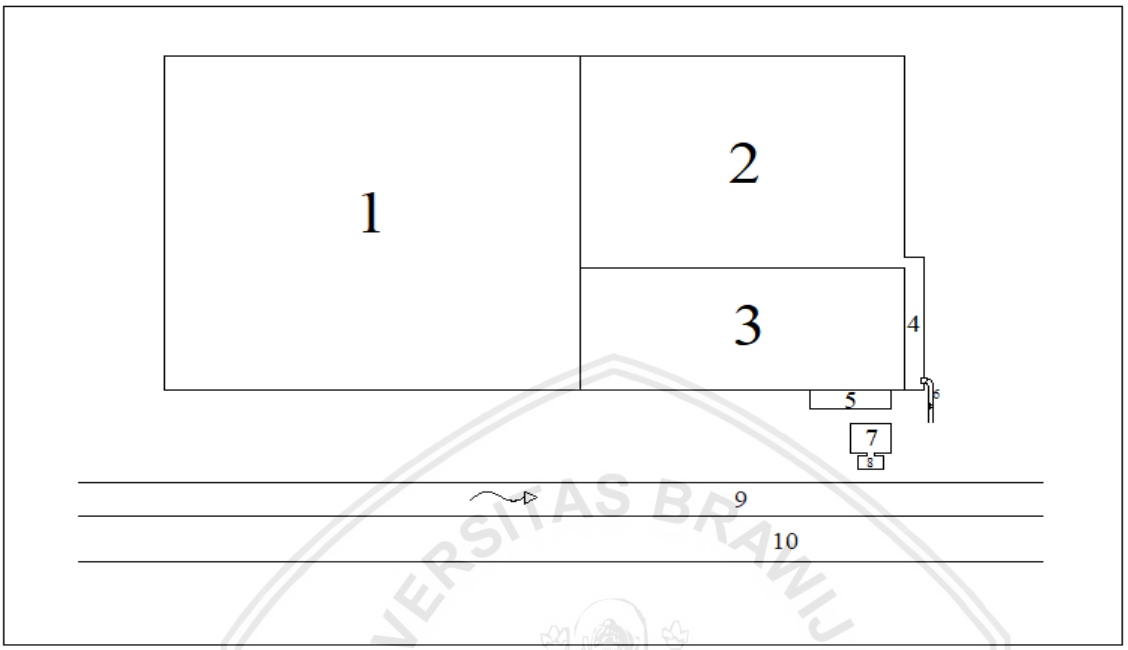
3.1. Lokasi Studi

Objek studi dilakukan di salah satu rumah warga yang merupakan ketua kelompok peternak sapi di Dusun Bendrong Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang Jawa Timur. Kecamatan Jabung berada sekitar 23 km dari pusat Kota Malang dan dapat ditempuh dengan waktu sekitar 43 menit. Secara administratif, Kecamatan Jabung Kabupaten Malang dengan posisi sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Tutur Kabupaten Pasuruan. Sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang. Sedangkan sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. Serta sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. Kecamatan Jabung terbagi dalam 15 Desa dan 49 Dusun. Desa Argosari merupakan salah satu Desa yang berada di Kecamatan Jabung dan memiliki 3 Dusun, yaitu Dusun Pateguhan, Dusun Genthong dan Dusun Bendrong.

Gambar 3. 1 Peta Kecamatan Jabung Kabupaten Malang
Sumber: www. jabung.malangkab.go.id

3.2. Kondisi Eksisting

Berikut merupakan gambar skema kondisi eksisting dari lokasi studi peternakan sapi di Desa Argosari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang



Gambar 3. 2 Kondisi Eksisting Lokasi Studi
Sumber: Olahan Peneliti, 2019

Keterangan:

1. Rumah pemilik
2. Kandang sapi
3. Rumah pemilik (dapur)
4. Saluran *outlet*
5. Bak biogas
6. Pipa PVC
7. Bak penampung lumpur biogas
8. Bak kontrol
9. Saluran drainase
10. Jalan

3.3. Data-data yang Dibutuhkan

1. Data jumlah hewan ternak sapi yang diperoleh dari pengamatan secara langsung.
2. Data kualitas air limbah cair hewan ternak sapi. Data ini diperoleh dari hasil pengujian kualitas air limbah pada sampel air limbah. Pengujian dilakukan di laboratorium Perum Jasa Tirta I. Parameter yang akan diuji sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi
3. Data debit air limbah hewan ternak sapi yaitu debit limbah cair rerata untuk sapi perah dengan perhitungan berat badan sapi 400 kg yaitu 100-150 liter/ekor/hari. (Danang Dwi Saputro et al. 2014)

3.4. Alat-alat yang Digunakan

- Botol Sampel

  Botol Sampel digunakan untuk menempatkan sampel air limbah yang akan diuji di laboratorium. Botol sampel harus dalam keadaan bersih sehingga sebelumnya dicuci dengan air biasa, kemudian dicuci lagi dengan air limbah sebanyak 3 kali agar keadaannya menyerupai air limbah sehingga tidak mengubah hasil uji laboratorium.

Gambar 3. 3 Botol Sampel
Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Sarung Tangan

  Sarung tangan digunakan agar menjaga kebersihan dalam pengambilan sampel air

Gambar 3. 4 Sarung Tangan
Sumber: Dokumentasi Pribadi

`

- *Cooling Box* (Kotak Penyimpanan)

  Cooling box digunakan untuk menyimpan botol yang berisi sampel air limbah. *Cooling box* memiliki suhu $4^0C \pm 2^0C$ maka dengan disimpannya botol sampel air limbah diharapkan air limbah tidak berubah sifat dan karakteristiknya

Gambar 3. 5 Cooling Box
Sumber: www.macro.co.za (diakses 16 Desember 2018)

3.5. Langkah-langkah Pengambilan Sampel

Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengambilan sampel air limbah:

1. Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam pengambilan sampel air limbah, yaitu botol sampel, sarung tangan dan *cooling box*
2. Botol sampel dicuci dengan air biasa agar memastikan tidak ada benda asing yang masuk ke dalam botol. Kemudian setelah dicuci dengan air biasa, botol sampel dicuci dengan air limbah sebanyak 3 kali agar kondisi botol menyerupai keadaan air limbah sehingga tidak mengubah hasil uji laboratorium
3. Memilih lokasi pengambilan sampel air limbah, dimana pada studi penelitian ini dilakukan di *outlet*. Pengambilan sampel air limbah dilakukan dengan *grab sampling* (sampel sesaat).
4. Menyimpan botol yang sudah berisikan sampel air limbah kedalam *cooling box* yang memiliki suhu $4^0C \pm 2^0C$ untuk menjaga sifat dan karakteristik sampel air limbah sampai di laboratorium.
5. Sampel air limbah diserahkan kepada laboratorium di Perum Jasa Tirta untuk mendapatkan hasil pengujian kualitas air limbah cair yang meliputi kandungan BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH

3.6. Gambaran Kegiatan di Lokasi Studi

Kegiatan di lokasi studi berupa pengambilan sampel air limbah cair di *outlet* dan perhitungan data jumlah hewan ternak sapi.

- Jumlah peternak sapi ±360 KK, tiap KK mempunyai ±5 ekor sapi perah sehingga total terdapat ±1800 ekor sapi perah di Dusun Bendrong, Desa Argosari.

Gambar 3. 6 Hewan Ternak Sapi yang Berada di Lokasi Studi
Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Lokasi pengambilan sampel air limbah cair dilakukan saluran *outlet*

  Saluran *outlet* berukuran 4,65 m x 0,39 m dan kedalam sekitar 0,5 m

Gambar 3. 7 Saluran *Outlet* Limbah Hewan Ternak Sapi
Sumber: Dokumentasi Pribadi

`

- Pipa penyambung saluran *outlet* ke saluran drainase

Gambar 3. 8 Pipa penyambung saluran *outlet* ke saluran drainase
Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Limbah cair hewan ternak sapi langsung dibuang ke saluran drainase

Gambar 3. 9 Saluran Drainase
Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Bak pengolahan biogas limbah padat sapi

Gambar 3. 10 Bak Pengolahan Biogas Limbah Padat
Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Bak penampung limbah biogas

Gambar 3. 11 Bak Penampung Limbah Biogas
Sumber: Dokumentasi Pribadi

`

- Bak pengumpul gas hasil biogas

Gambar 3. 12 Bak Pengumpul Gas Hasil Biogas
Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.7. Metode Analisa

1. Studi literatur

   Berikut merupakan jurnal yang menjadi referensi dalam studi penelitian:

   Tabel 3. 1
   Daftar Jurnal Referensi

No	Judul	*Output*
1.	Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik-Aerobik	Pengolahan limbah cair menggunakan digester anaerobik dan biofilter anaerobik-aerobik dengan media sarang tawon dapat menurunkan *effluent* hingga 90% dan menghasilkan biogas
2.	Efektivitas Sistem Biofilter Aerob Dalam Menurunkan Kadar Amonia Pada Air Limbah	Efektifitas penurunan kandungan amonia sebesar 92,20% dengan sistem biofilter aerob dengan aplikasi lumpur aktif
3.	Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang	Pengolahan limbah cair menggunakan biofilter aerob dengan media *bioball* dan tanaman kiambang dapat menurunkan efisiensi kandungan BOD mencapai 69,98%
4.	Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik	Pengolahan limbah cair menggunakan biofilter aerob dengan media kerikil dan batu alam dapat menurunkan efisiensi kandungan BOD mencapai 94,83%, COD 92,95% dan TSS 95%

Lanjutan Tabel 3. 2 Daftar Jurnal Referensi

No	Judul	*Output*
5.	Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu "3 Saudara" Malang Dengan Kombinasi Biofilter Anaerobik – Aerobik.	Pengolahan limbah cair menggunakan biofilter anaerobik-aerobik dengan media sarang tawon dapat menurunkan *effluent* hingga 90%.
6.	Perbaikan Kualitas Limbah Cair Peternakan Sapi Perah Oleh *Spirulina Sp*.	Pengolahan limbah cair dengan menggunakan *Spirulina Sp* dapat menurunkan efisiensi kandungan BOD mencapai 94,07%, COD 924,46%.

Sumber: Catatan Peneliti, 2019

2. Pengumpulan data yang diperlukan, yaitu data jumlah hewan ternak sapi, data kualitas air limbah serta data debit air limbah.
   - Data jumlah hewan ternak sapi dapat diambil dari pengamatan secara langsung dilokasi studi
   - Data kualitas air dilakukan dengan mengambil sampel air limbah secara *grab sampling* sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Air dan air limbah-Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah dan langkah-langkah pengambilan sampel air. Kemudian sampel air limbah diuji di laboratorium dengan parameter BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH. Data sampel air limbah tersebut kemudian dibandingankan dengan standar baku mutu air limbah sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi.
   - Data debit air limbah didapat dari jurnal mengenai pengolahan limbah sapi yaitu debit limbah cair rerata untuk sapi perah dengan perhitungan berat badan sapi 400 kg yaitu 100-150 liter/ekor/hari.
3. Data-data yang telah terkumpul kemudian akan dianalisis untuk menentukan desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang sesuai dengan peternakan sapi tersebut
4. Melakukan penentuan dan perhitungan dari desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) secara detail, mulai dari dimensi serta tahapan pengolahan yang sesuai dengan data-data yang ada. Acuan perencanaan yang digunakan adalah BPPT, Dep. PU, Pd-T-04-2005-C dan jurnal penelitian sebelumnya. Dari hasil perencanaan, jika *effluent* sudah memenuhi standar baku mutu air limbah dilanjutkan dengan perhitungan rencana anggaran biaya. Jika *effluent* belum memenuhi maka penentuan

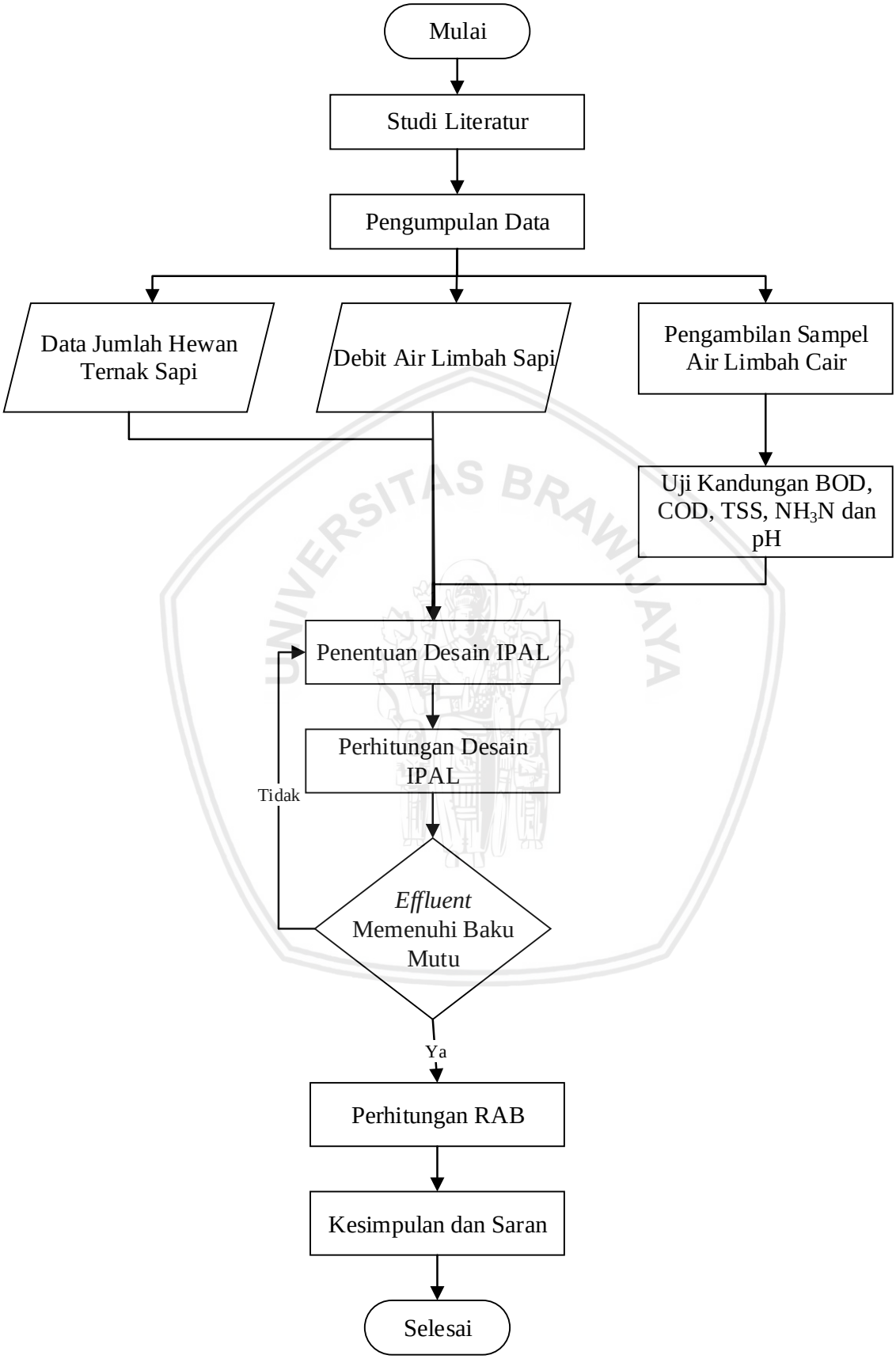
`

dan perhitungan desain harus dilakukan ulang agar dapat menemukan *effluent* yang sesuai dengan standar baku mutu air limbah.

5. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk bahan, upah dan biaya-biaya yang berhubungan dengan pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) secara hitungan anggaran kasar yang sederhana dan global. Untuk mengetahui biaya maka perlu dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya yang mengacu dengan harga di Malang.

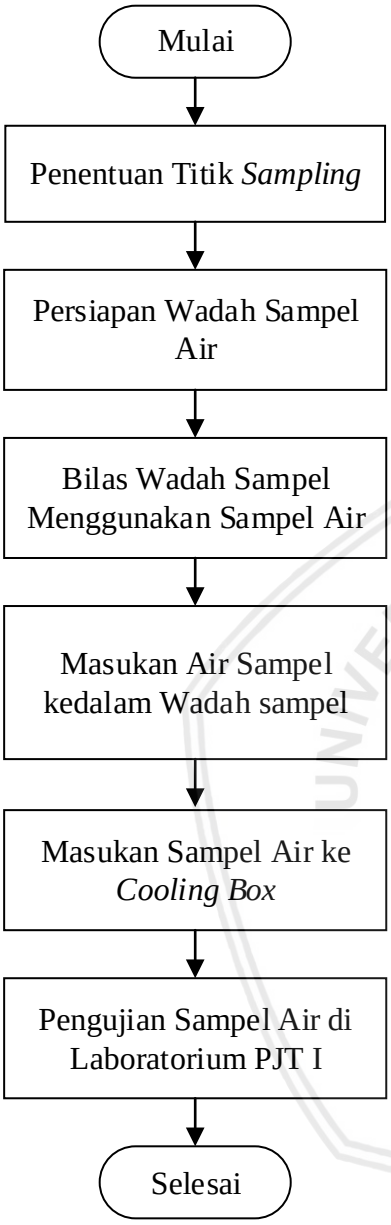
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.8. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi



Gambar 3. 13 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi

3.9. Diagram Alir Pengambilan Sampel



Gambar 3. 14 Diagram Alir Pengambilan Sampel

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Peternakan Sapi Desa Argosari

Peternakan sapi yang berada di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang masih dilakukan secara sederhana dan dengan tenaga manusia. Salah satunya adalah peternakan sapi pada satu model rumah yang memiliki 6 (enam) ekor sapi ini. Urine sapi, air bekas memandikan sapi dan air bekas membersihkan kandang merupakan sumber limbah cair hewan ternak sapi. Air limbah sapi keluar melalui saluran *outlet* dan dibuang langsung ke saluran drainase.

Pada umumnya, satu ekor sapi perah membutuhkan air bersih sekitar 200 liter/hari (Erif & Bagus, 2011). Sedangkan kebutuhan sapi untuk minum yaitu sekitar 20-40 liter/ekor/hari (Syafrial et al., 2007) dan menghasilkan limbah cair urine sebesar 10-15 liter/ekor/hari (Hutwan Syarifudin et al., 2015). Menurut Danang Dwi Saputro et al. (2014), limbah cair satu ekor sapi sebesar 100-150 liter/hari. Limbah cair yang dihasilkan dari membersihkan kandang dan memandikan tidak sebesar 100% dari kebutuhan air. Hal tersebut dikarenakan ada sebagian air yang menempel pada kulit sapi. Limbah cair sapi yang digunakan yaitu 150 liter/hari.

Limbah cair 6 ekor sapi = limbah cair per-sapi x 6
= 150 liter/ekor/hari x 6
= 900 liter/hari
= 0,90 m^3/hari
= 0,038 m^3/jam

4.2 Pengambilan Sampel dan Analisa Kualitas Air Limbah

4.2.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air limbah berdasarkan pada SNI 6989.59:2008 tentang metoda pengambilan contoh air limbah. Sampel air limbah diambil secara *grab sampling*, yaitu metode pengambilan sampel air yang diambil dilokasi tertentu dan sudah mewakili keadaan yang lain. Hal tersebut biasanya dilakukan karena pada saluran tersebut tidak terpengaruh banyak dari kondisi lain. Sampel air limbah diambil di saluran *outlet* pada hari Minggu, 31 April 2019 pukul 07.30 saat setelah sapi dimandikan dan diperah untuk

pengambilan susu. Botol yang digunakan untuk wadah sampel air limbah terbuat dari plastik poli etilen (PE), sesuai dengan peraturan pada SNI. Pengambilan sampel air juga menggunakan sarung tangan agar tetap menjaga kebersihan dalam pengambilan. Setelah air limbah diambil, kemudian disimpan dahulu di *cooling box* sebelum sampel air diberikan ke Perum Jasa Tirta I untuk diujikan kualitas airnya.

Gambar 4. 1 Pengambilan Sampel Air Limbah Cair
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 4. 2 Botol Sampel Berisi Limbah Cair
Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.2.2 Analisa Kualitas Air Limbah

Untuk mengetahui kualitas air limbah cair hewan ternak sapi, maka sampel air limbah harus dianalisa di laboratorium. Analisa dilakukan di Perum Jasa Tirta I Malang menggunakan parameter yang sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup

Nomor 11 Tahun 2009 yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), NH_3-N dan pH. Setelah diketahui kandungan dari setiap parameter, maka hasil analisa akan dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang sudah ditentukan. Berikut merupakan hasil dari pengujian kualitas air limbah hewan ternak sapi di Desa Argosari Kecamatan Jabung yang dilakukan di Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang dan standar baku mutu kualitas air limbah menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009. Metode dalam analisa disesuaikan kepada pihak laboratorium dengan SNI yang ada.

Tabel 4. 1
Hasil Pengujian Kualitas Air Limbah Hewan Ternak Sapi dan Standar Baku Mutu Kualitas Air Limbah.

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Standar Baku Mutu	Metode Analisa
1.	BOD	mg/L	4488	100	APHA. 5210 B-1998
2.	COD	mg/L	11000	200	QI/LKA/19 (Spektrofotometer)
3.	TSS	mg/L	850,5	100	APHA. 2540 D-2005
4.	NH_3-N	mg/L	479,3	25	APHA. 4500-NH3 F-2005
5.	pH	-	8,5	6-9	QI/LKA/08 (Elektrometri)

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium, 2018 dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009

Berdasarkan hasil analisa laboratorium pada Tabel 4.1, kandungan BOD pada air limbah sebesar 4488 mg/L, COD sebesar 11000 mg/L, TSS sebesar 850,5 mg/L, NH_3-N sebesar 479,3 mg/L dan pH sebesar 8,5. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Peternakan Sapi Dan Babi, kandungan BOD, COD, TSS, dan NH_3-N masih melebihi batas standar baku mutu kualitas air limbah dan hanya pH yang sesuai. Mengingat hasil analisa yang masih melebihi standar, maka harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu pada air limbah agar bahan pencemar tidak terlalu tinggi masuk ke sungai.

4.3 Penentuan Model IPAL

Pada hasil laboratorium tentang analisa kualitas air sampel limbah cair hewan ternak sapi masih terdapat paramer yang tidak memenuhi standar baku mutu yang sudah ditentukan, sehingga diperlukan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penentuan model IPAL harus disesuaikan pada kriteria model yang dibutuhkan pada lokasi

studi dan diharapkan dapat mengurangi beban kontaminan pada air limbah cair hewan ternak sapi. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada studi ini menggunakan biofilter aerob. Berikut merupakan penjelasan dari model IPAL yang direncanakan (BPPT, 2010):

a) Limbah cair yang berasal dari urine, air memandikan sapi dan air membersihkan kandang dialirkan dari saluran *outlet* menuju ke bak pengendap awal. Bak pengendap awal digunakan untuk mengendapkan atau menghilangkan kotoran padat yang ada pada air limbah. Selain itu digunakan untuk bak kontrol aliran, pengurai dan penampung lumpur serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan. Pada bak pengendap awal ini, air akan mengalir dari bawah ke atas agar kecepatan air yang masuk rendah agar padatan dapat mengendap. Efisiensi penurunan zat organik pada bak pengendap awal direncanakan sebesar 70% TSS dan 40% zat organik (BOD dan COD).
b) Setelah dari bak pengendap awal, selanjutnya air limbah akan dialirakan masuk ke bak biofilter aerob. Bak biofilter aerob pada pengolahannya berisi media biofilter bahan plastik tipe sarang tawon dan diberikan *supply* udara. Sehingga mikroorganisme yang tumbuh akan kontak langsung dengan zat organik yang terdapat dalam air limbah untuk menguraikan zat organik. Dengan adanya *supply* udara ini maka efisiensi pengurangan zat organik akan meningkat. Pada bak biofilter aerob dapat menghilangkan atau mengurangi beban pencemar seperti BOD, COD, amonia dan TSS. Efisiensi penurunan beban pencemar pada bak biofilter aerob direncanakan sebesar 95%.
c) Air limbah dari bak biofilter aerob, kemudian akan dialirkan menuju bak pengendap akhir. Bak pengendap akhir juga berfungsi untuk mengendapkan kotoran padat dan penampung lumpur serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan yang belum sempat terurai pada bak sebelumnya ada pada air limbah dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran drainase.

Gambar 4. 3 Skema Pengolahan Limbah Cair Hewan Ternak Sapi
Sumber: Olahan Peneliti, 2019

4.4 Perhitungan Desain Model IPAL

4.4.1. Bak Pengendap Awal

a) Data

- Debit (Q) = 0,90 m^3/hari
  = 0,038 m^3/jam
- Kandungan BOD = 4488 mg/L
- Kandungan COD = 11000 mg/L
- Kandungan TSS = 850,5 mg/L
- Kandungan NH_3-N = 479,3 mg/L
- Kandungan pH = 8,5

b) Kriteria Desain

Tabel 4. 2
Kriteria Desain Bak Pengendap Awal

Parameter	Satuan	Kriteria
Waktu tinggal (t)	Jam	3-5

Sumber: BPPT, 2010

- Waktu tinggal (t) = 5 jam

c) Perhitungan

- Volume dan dimensi bak

  Vdiperlukan = Q x t
  = 0,038 x 5
  = 0,19 m^3

  Dimensi bak diperoleh dari hasil coba-coba angka untuk setiap panjang, lebar dan kedalaman bak tetapi harus tetap memenuhi syarat perencanaan bak pengendap awal dengan perbandingan panjang:lebar yaitu 2:1. dan volume bak rencana ≥ volume bak yang diperlukan. Maka dimensi bak pengendap awal diperoleh:

  Panjang (p) = 1,00 m
  Lebar (l) = 0,50 m
  Kedalaman (h) = 0,55 m
  Tinggi Jagaan = 0,30 m
  Volume efektif = p x l x h
  = 1,00 x 0,50 x 0,55
  = 0,275 m^3

  Syarat: Volume Bak ≥ Volume bak yang diperlukan
  0,275 m^3 ≥ 0,19 m^3 (memenuhi)

- Perhitungan waktu tinggal (*detention time*) rata-rata:

$$t = \frac{\text{Volume bak}}{\text{Debit limbah cair perjam}}$$

$$= \frac{0{,}275}{0{,}038}$$

$$= 7{,}3 \text{ jam}$$

- Perhitungan beban permukaan *(surface loading)*

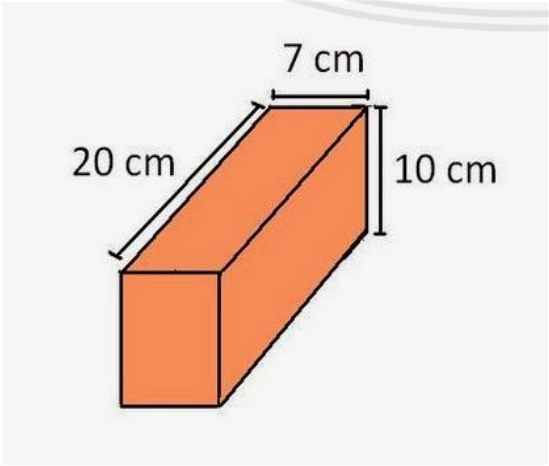
$$SL = \frac{\text{Debit limbah cair perhari}}{\text{panjang x lebar}}$$

$$= \frac{0{,}90\ m^3/\text{hari}}{1{,}00\ m\ x\ 0{,}50\ m}$$

$$= 1{,}8\ m^3/\ m^2\ .\text{hari}$$

- Perencanaan *inlet* dan *outlet* menggunakan pipa PVC dengan diameter 4 inch. Mengacu pada Dep. PU, Pd-T-04-2005-C tentang tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter, diameter minimum yang digunakan adalah 100 mm atau sekitar 4 inch.
- Perencanaan Konstruksi

  Perencanaan konstruksi menggunakan bahan pasangan batu bata yang dilapisi oleh semen. Hal ini disesuaikan dengan kondisi lapangan, dimana pada bak biogas juga menggunakan pasangan batu bata. Selain itu, hasil dimensi perencanaan memiliki ukuran yang tidak terlalu besar, sehingga menggunakan pasangan batu bata masih relatif aman dan penggunaan pasangan batu bata dapat menghemat biaya.



Gambar 4. 4 Ukuran Batu Bata
Sumber: modelrumahminimalis21.com (diakses 18 Maret 2019)

- *Manhole* Cover IPAL

  Manhole cover digunakan untuk menutup bak pada IPAL. Terbuat dari bahan cor logam yang kuat dan tahan lama. Spesifikasi *manhole* dapat ditentukan sesuai dengan yang dibutuhkan, seperti desain, ukuran, ketahanan maupun kuantitas. Untuk tutup IPAL pada bak pengendap awal menggunakan ukuran dengan diameter 40 cm.

Gambar 4. 5 Manhole Cover IPAL
Sumber: jualmanhole.com (diakses 18 Maret 2019)

d) **Penentuan Kualitas *Effluent***

- Kandungan BOD, COD dan TSS dalam air limbah

  BOD masuk = 4488 mg/L

  COD masuk = 11000 mg/L

  TSS masuk = 850,5 mg/L

- Efisiensi = 50%-70% TSS dan 25%-40% zat organik (Metcalf and Eddy, 1991, p.396)

- Diasumsikan efisiensi TSS 70% dan zat organik 40%. Hal tersebut dikarenakan waktu tinggal rencana yang ditentukan dan waktu tinggal rata-rata menunjukkan waktu yang cukup lama sehingga diharapkan efisiensi penghilang beban tercemar dapat besar, maka:

  TSS keluar = 30% x TSS masuk

  = 30% x 850,5

  = 255,15 mg/L

  BOD keluar = 60% x BOD masuk

  = 60% x 4488

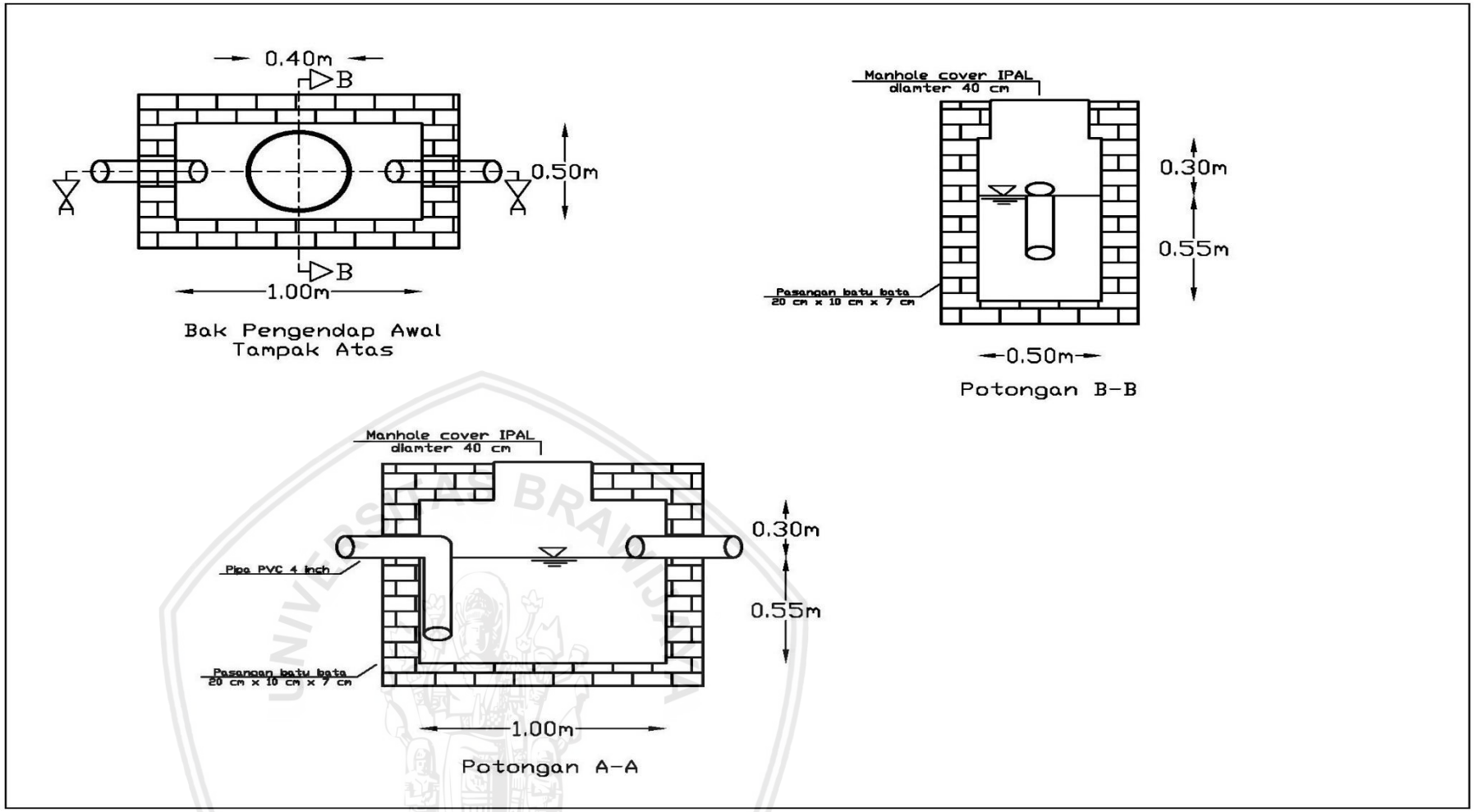
= 2692,8 mg/L

COD keluar = 60% x COD masuk

= 60% x 11000

= 6600 mg/L

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4. 6 Gambar Detail Bak Pengendap Awal
Sumber: Olahan Peneliti, 2019

4.4.2. Biofilter Aerob

a) Data

- Debit (Q) = 0,9 m^3/hari
  = 0,038 m^3/jam
- Kandungan BOD = 2692,8 mg/L
- Kandungan COD = 6600 mg/L
- Kandungan TSS = 255,15 mg/L
- Kandungan NH_3-N = 479,3 mg/L
- Kandungan pH = 8,5

b) Kriteria Desain

Tabel 4. 3
Kriteria Desain Bak Biofilter Aerob

Parameter	Satuan	Kriteria
Waktu tinggal (t)	Jam	6-8
Beban BOD persatuan media	Kg BOD/ m^3.hari	0,5-4
Tinggi air di atas bed media	cm	20
Tinggi bed media	m	0,9-1,5

Sumber: BPPT, 2010

c) Perhitungan

- Perhitungan beban BOD

  Kadar BOD limbah cair lain-lain (memandikan sapi dan membersihkan kandang) menurut Hidayatullah et al. (2005) sebesar 240 mg/L. Sehingga kadar BOD limbah cair urine sebesar BOD masuk-kadar BOD limbah cair lain-lain.

  Beban BOD limbah cair urine = Q limbah cair urine (m^3/hari/ekor) x kadar BOD (g/m^3)
  = 0,015 m^3/hari/ekor x 2452,8 g/m^3
  = 36,792 g/hari/ekor
  = 220,752 g/hari = 0,2207 kg/hari

  Beban BOD limbah cair lain-lain =Q limbah cair lain-lain (m^3/hari/ekor) x kadar BOD (g/m^3)
  = 0,0135 m^3/hari/ekor x 240 g/m^3
  = 32,4 g/hari/ekor
  = 194,4 g/hari = 0,1944 kg/hari

  Total beban BOD = 0,2207 kg/hari + 0,1944 kg/hari
  = 0,415 kg/hari

- Perhitungan beban COD

Kadar COD limbah cair lain-lain (memandikan sapi dan membersihkan kandang) menurut Hidayatullah et al. (2005) sebesar 483 mg/L. Sehingga kadar COD limbah cair urine sebesar COD masuk-kadar COD limbah cair lain-lain.

Beban COD limbah cair urine = Q limbah cair urine (m^3/hari/ekor) x kadar COD (g/m^3)
= 0,015 m^3/hari/ekor x 6117 g/m^3
= 91,755 g/hari/ekor
= 550,53 g/hari = 0,551 kg/hari

Beban COD limbah cair lain-lain = Q limbah cair lain-lain (m^3/hari/ekor) x kadar COD (g/m^3)
= 0,0135 m^3/hari/ekor x 483 g/m^3
= 62,205 g/hari/ekor
= 391,23 g/hari = 0,391 kg/hari

Total beban COD = 0,551 kg/hari + 0,391 kg/hari
= 0,942 kg/hari

- Volume media yang diperlukan

Perhitungan volume media didasarkan besar beban BOD. Untuk pengolahan air dengan biofilter, standar beban BOD per volume media adalah 0,5-4 kg BOD/ m^3.hari (BPPT, 2010). Ditetapkan dalam perhitungan beban BOD yang digunakan yaitu 1 kg BOD/ m^3.hari.

$$\text{V media diperlukan} = \frac{\text{Beban BOD}}{\text{Standar beban BOD}}$$

$$= \frac{0{,}415 \text{ kg/hari}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}/\text{hari}}$$

$$= 0{,}415 \text{ m}^3$$

- Volume reaktor yang diperlukan

Menurut Dep. PU, Pd-T-04-2005-C, volume media biofilter sebesar 55% dari volume reaktor, maka:

V reaktor = (100/55) x volume media
= (100/55) x 0,415 m^3
= 0,755 m^3

- Waktu tinggal di dalam reaktor

$$t = \frac{\text{Volume bak}}{\text{Debit limbah cair perjam}}$$

$$= \frac{0,755}{0,038}$$

= 20,13 jam

- Dimensi bak diperoleh dari hasil coba-coba angka untuk setiap panjang, lebar dan kedalaman bak agar dapat memenuhi syarat yang ditentukan yaitu volume bak rencana ≥ volume bak yang diperlukan. Maka dimensi bak biofilter aerob diperoleh:

  Panjang (p) = 1,00 m
  Lebar (l) = 0,60 m
  Kedalaman (h) = 1,30 m
  Tinggi Jagaan = 0,3 m
  Volume efektif ruang biofilter = p x l x h
  = 1,00 x 0,60 x 1,30
  = 0,78 m^3

  Syarat: Volume Bak ≥ Volume bak yang diperlukan

  0,78 m^3 ≥ 0,75 m^3 (memenuhi)

- Waktu tinggal reaktor aerob rata-rata

$$t = \frac{\text{Volume bak}}{\text{Debit limbah cair perjam}}$$

$$= \frac{0,78}{0,038}$$

= 20,8 jam

- Cek beban BOD per volume media biolfiter

$$\text{Beban BOD} = \frac{\text{Beban BOD limbah cair}}{\text{Volume media}}$$

$$= \frac{0,415}{0,78}$$

= 0,532 Kg BOD/ m^3.hari

- Perencanaan *inlet* dan *outlet* menggunakan pipa PVC dengan diameter 4 inch. Mengacu pada Dep. PU, Pd-T-04-2005-C tentang tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter, diameter minimum yang digunakan adalah 100 mm atau sekitar 4 inch.
- Perencanaan Konstruksi

  Perencanaan konstruksi menggunakan bahan pasangan batu bata yang dilapisi oleh semen. Hal ini disesuaikan dengan kondisi lapangan, dimana pada bak

biogas juga menggunakan pasangan batu bata. Selain itu, hasil dimensi perencanaan memiliki ukuran yang tidak terlalu besar, sehingga menggunakan pasangan batu bata masih relatif aman. (Seperti pada Gambar 4.4)

- *Manhole* Cover IPAL

  Manhole cover digunakan untuk menutup bak pada IPAL. Terbuat dari bahan cor logam yang kuat dan tahan lama. Spesifikasi *manhole* dapat ditentukan sesuai dengan yang dibutuhkan, seperti desain, ukuran, ketahanan maupun kuantitas. Untuk tutup IPAL pada bak biofilter aerob menggunakan ukuran dengan diameter 40 cm. (Seperti pada Gambar 4.5)

d) Media Biofilter Aerob

- Jumlah Media

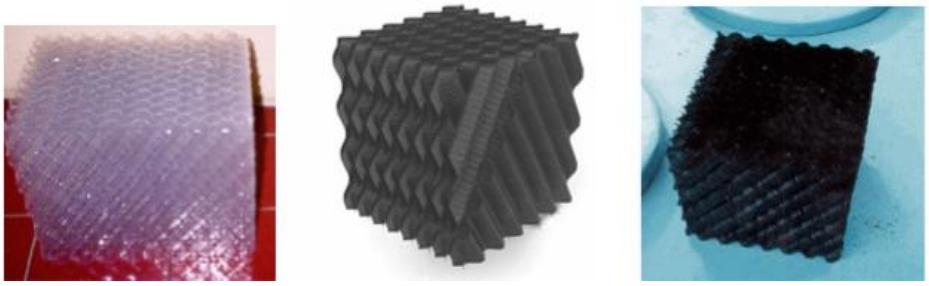
  Volume media = 0,78 m^3

  Berdasarkan ukuran yang tersedia di pasaran, satu buah media sarang tawon tipe *crossflow* memiliki volume sebesar 0,36 m^3 dengan dimensi standar yaitu 1,2 m x 0,5 m x 0,6 m, maka jumlah yang diperlukan:

  $$n = \frac{\text{Volume media}}{\text{Volume satu buah media}}$$
  $$= \frac{0,78}{0,36}$$
  $$= 2,17 \text{ buah} \sim 3 \text{ buah}$$

- Spesifikasi media biofilter

  Dimensi media = 120 cm x 50 cm x 60 cm (ukuran dipasaran)
  Volume = 0,36 m^3
  Tebal = 0,22 mm
  Warna = Bening/Hitam
  Material = *Corrugated* PVC
  Harga = Rp 750.000



Gambar 4. 7 Media Biofilter Sarang Tawon
Sumber: BPPT, 2010

e) *Blower* Udara pada Biofilter Aerob

Blower udara ditentukan berdasarkan kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menghilangkan beban BOD. Kebutuhan oksigen di dalam bak biofilter aerob sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan (Said, 2008). Sehingga,

- Kebutuhan oksigen = jumlah BOD yang dihilangkan (kg/hari)
  = 0,415 kg/hari
- Digunakan faktor keamanan (FS) sebesar 1,6 untuk packing berupa *plastic cross flow* (Metcalf and Eddy, 2003, p.905)
  Kebutuhan oksigen = FS x Kebutuhan oksigen teoritis
  = 1,6 x 0,415
  = 0,664 kg/hari
- Kebutuhan udara teoritis digunakan untuk menentukan kapasitas *blower* (Metcalf and Eddy, 2003, p.1738)
  Presentasi oksigen dalam udara = 23,18%
  Suhu udara rerata dalam bak aerob = 30^0C
  Massa jenis udara pada suhu 30^0C, yaitu:

  $$P\alpha = \frac{P \times M}{R \times T}$$

  dengan,
  P = Tekanan atmosfer = $1{,}01325.10^5$ N/m^2
  M = Mol udara = 28,97 kg/kg.mol
  R = Konstanta gas universal = 8314 N.m/kg.mol.K
  Sehingga:

  $$P\alpha = \frac{P \times M}{R \times T}$$

  $$= \frac{1{,}01325 \times 10^5 \times 28{,}97}{8314 \times (273{,}15+30)}$$

  = 1,165 kg/m^3

  Jumlah kebutuhan udara = Kebutuhan oksigen/ Pα
  = 0,664 / (1,165 x 23,1%)
  = 2,469 m^3/hari
- Kebutuhan udara aktual
  Efisiensi udara 2,0 %
  Keburuhan udara aktual = Jumlah kebutuhan udara teoritis/ Efisiensi
  = 2,469 / 0,02

= 123,449 m^3/hari

= 0,086 m^3/menit

= 85,728 liter/menit

Direncanakan *blower* udara yaitu dengan menggunakan spesifikasi sebagai berikut:

Kapasitas	= maks 190 liter/menit
Tekanan	= 6 kPa
Jumlah	= 1 unit
Pipa *output*	= ¾”
Dimensi	= 16,5 cm x 20,5 cm x 21 cm
Daya	= 120 watt
Rekomendasi	= Resun GF-120
Harga	= ±939.000,-

Gambar 4. 8 Blower Udara Resun GF-120
Sumber: www.tokopedia.com (diakses 16 Juni 2019)

- *Diffuser* udara menggunakan tipe “*Fine Bubble Diffuser*” dengan spesifikasi berikut:

Size	= 8 inch
Connection diameter	= ¾ - 1”
Flowrate	= 60-80 liter/menit
Material	= *Plastic Single membrane*
Harga	= ±120.000,-

Maka, jumlah *diffuser* yang diperlukan:

$$= \frac{85{,}74\ liter/menit}{70\ liter/menit}$$

= 1,2 buah ~ 2 buah

Gambar 4. 9 Diffuser Tipe *“Fine Bubble Diffuser”*
Sumber: www.bukalapak.com (diakses 5 Mei 2019)

f) Penentuan Kualitas *Effluent*

- Kandungan BOD, COD dan TSS dalam air limbah

  BOD masuk = 2692,8 mg/L

  COD masuk = 6600 mg/L

  TSS masuk = 255,15 mg/L

  NH_3-N = 479,3 mg/L

- Efisiensi = 80%-95% (Said, 1999)
- Diasumsikan efisiensi 95%. Hal tersebut dikarenakan waktu tinggal rata-rata menunjukkan waktu yang cukup lama dan berdasarkan kriteria pembobotan media biofilter, media biofilter sarang tawon yang paling baik (BPPT, 2010). Selain itu adanya *supply* udara yang dapat membantu menghilangkan beban pencemar sehingga diharapkan efisiensi penghilang beban tercemar dapat besar, maka:

  TSS keluar = 5% x TSS masuk
  = 5% x 255,15
  = 12,758 mg/L

  BOD keluar = 5% x BOD masuk
  = 5% x 2692,8
  = 134,64 mg/L

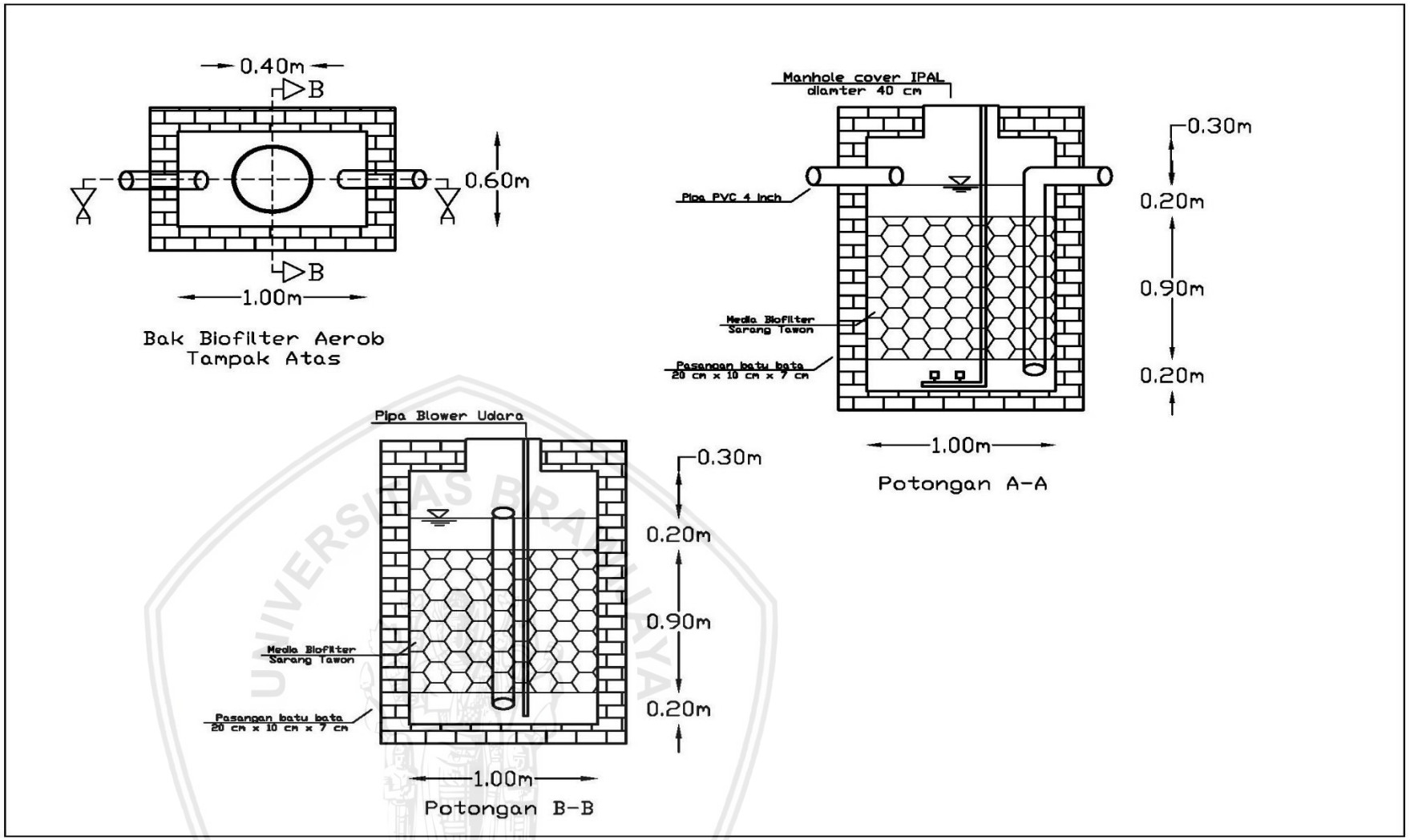
  COD keluar = 5% x COD masuk
  = 5% x 6600
  = 330 mg/L

  NH_3-N keluar = 5% x NH_3-N masuk

= 5% x 479,3

= 23,96 mg/L

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4. 10 Gambar Detail Bak Biofilter Aerob
Sumber: Olahan Peneliti, 2019

4.4.3. Bak Pengendap Akhir

a) Data

- Debit (Q) = 0,9 m^3/hari
  = 0,038 m^3/jam
- Kandungan BOD = 134,64 mg/L
- Kandungan COD = 330 mg/L
- Kandungan TSS = 12,758 mg/L
- Kandungan NH_3-N = 23,96 mg/L
- Kandungan pH = 8,5

b) Kriteria Desain

Tabel 4. 4
Kriteria Desain Bak Pengendap Akhir

Parameter	Satuan	Kriteria
Waktu tinggal (t)	Jam	2-5

Sumber: BPPT, 2010

- Waktu tinggal (t) = 5 jam

c) Perhitungan

- Volume dan dimensi bak

  Vdiperlukan = Q x t
  = 0,04 x 5
  = 0,19 m^3

  Dimensi Bak:

  Dimensi bak diperoleh dari hasil coba-coba angka untuk setiap panjang, lebar dan kedalaman bak tetapi harus tetap memenuhi syarat perencanaan bak pengendap akhir dengan perbandingan panjang:lebar yaitu 2:1. dan volume bak rencana ≥ volume bak yang diperlukan. Maka dimensi bak pengendap akhir diperoleh:

  Panjang (p) = 1,00 m
  Lebar (l) = 0,50 m
  Kedalaman = 0,55 m
  Tinggi Jagaan = 0,3 m
  Volume total = p x l x t
  = 1,00 x 0,50 x 0,55 m
  = 0,275 m^3

  Syarat: Volume Bak ≥ Volume bak yang diperlukan

  0,275 m^3 ≥ 0,19 m^3 (memenuhi)

- Perhitungan waktu tinggal (*detention time*) rata-rata:

$$t = \frac{\text{Volume bak}}{\text{Debit limbah cair perjam}}$$

$$= \frac{0{,}275}{0{,}038}$$

$$= 7{,}3 \text{ jam}$$

- Perhitungan beban permukaan *(surface loading)*

$$SL = \frac{\text{Debit limbah cair perhari}}{1{,}00 \text{ x } 0{,}50}$$

$$= \frac{0{,}9 \text{ m}^3/\text{hari}}{1{,}00 \text{ x } 0{,}50}$$

$$= 1{,}8 \text{ m}^3/\text{ m}^2 \text{ .hari}$$

- Perencanaan *inlet* dan *outlet* menggunakan pipa PVC dengan diameter 4 inch. Mengacu pada Dep. PU, Pd-T-04-2005-C tentang tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter, diameter minimum yang digunakan adalah 100 mm atau sekitar 4 inch.
- Perencanaan Konstruksi

  Perencanaan konstruksi menggunakan bahan pasangan batu bata yang dilapisi oleh semen. Hal ini disesuaikan dengan kondisi lapangan, dimana pada bak biogas juga menggunakan pasangan batu bata. Selain itu, hasil dimensi perencanaan memiliki ukuran yang tidak terlalu besar, sehingga menggunakan pasangan batu bata masih relatif aman dan penggunaan pasangan batu bata dapat menghemat biaya. (Seperti pada gambar 4.4)
- *Manhole* Cover IPAL

  Manhole cover digunakan untuk menutup bak pada IPAL. Terbuat dari bahan cor logam yang kuat dan tahan lama. Spesifikasi *manhole* dapat ditentukan sesuai dengan yang dibutuhkan, seperti desain, ukuran, ketahanan maupun kuantitas. Untuk tutup IPAL pada bak pengendap akhir menggunakan ukuran dengan diameter 40 cm. (Seperti pada gambar 4.5)

d) Penentuan Kualitas *Effluent*

- Kandungan BOD, COD dan TSS dalam air limbah

  BOD masuk = 134,64 mg/L

  COD masuk = 330 mg/L

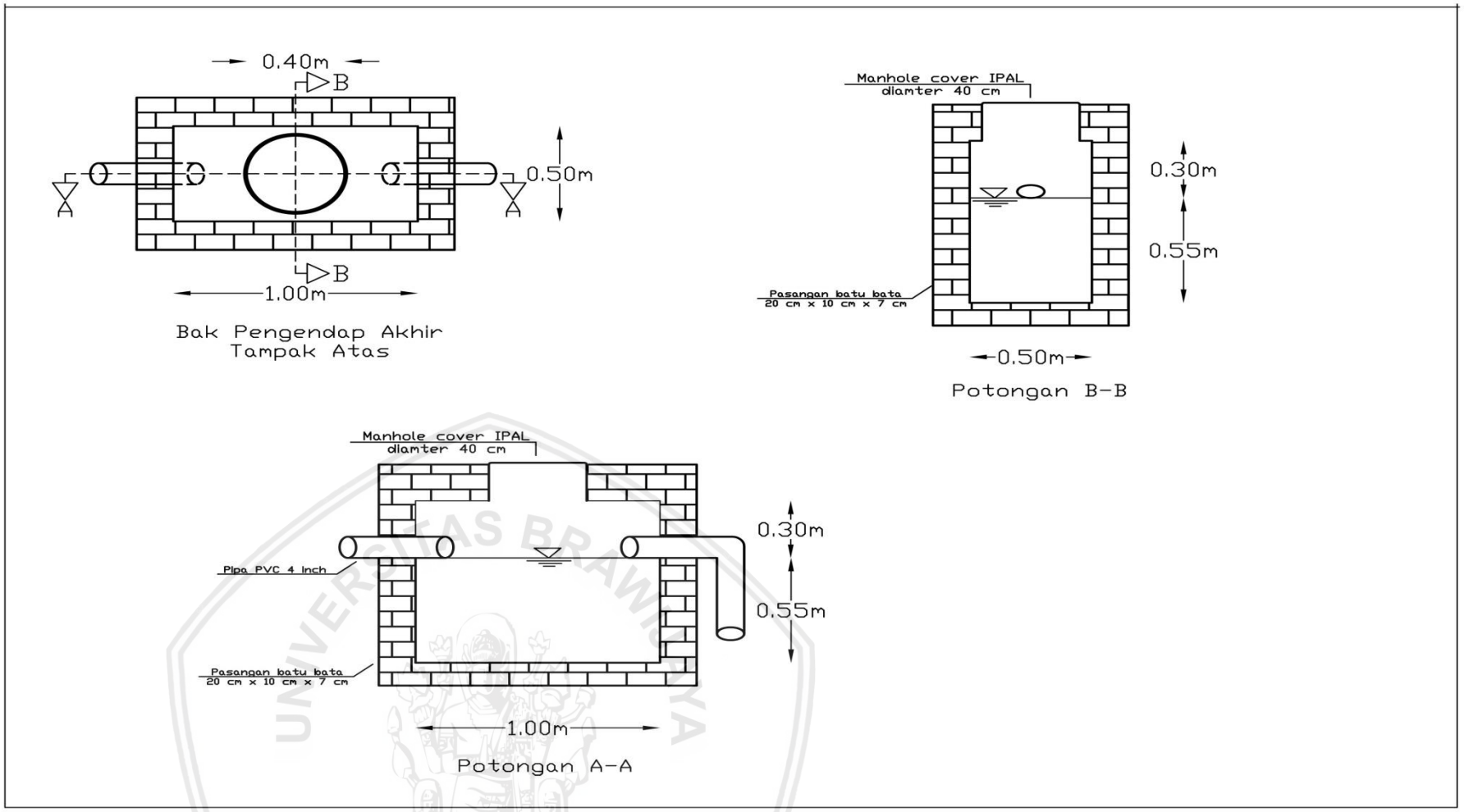
  TSS masuk = 12,75 mg/L

- Efisiensi = 50%-70% TSS dan 25%-40% zat organik (Metcalf and Eddy, 1991, p.396)
- Diasumsikan efisiensi TSS 70% dan zat organik 40% zat organik. Hal tersebut dikarenakan waktu tinggal rencana yang ditentukan dan waktu tinggal rata-rata menunjukkan waktu yang cukup lama sehingga diharapkan efisiensi penghilang beban tercemar dapat besar, maka:

  TSS keluar = 30% x TSS masuk
  = 30% x 12,75
  = 5,103 mg/L

  BOD keluar = 60% x BOD masuk
  = 60% x 134,64
  = 80,784 mg/L

  COD keluar = 60% x COD masuk
  = 60% x 330
  = 198 mg/L



Gambar 4. 11 Gambar Detail Bak Pengendap Akhir
Sumber: Olahan Peneliti, 2019

repository.ub.ac.id

4.4.4. Hasil Pengolahan

Effluent yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair hewan ternak sapi pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5
Kualitas *Effluent* Proses Pengolahan

Section	Parameter				
	BOD	COD	TSS	NH3-N	pH
	Mg/L	Mg/L	Mg/L	Mg/L	
Influent	4488	11000	850,5	479,3	8,5
Bak Pengendap Awal	40%	40%	70%	0%	
	2692,8	6600	255,15	479,3	
Bak Biofilter Aerob	95%	95%	95%	95%	
	134,64	330	12,76	23,96	
Bak Pengendap Akhir	40%	40%	70%	0%	
	80,784	198	5,10	23,96	
Effluent	80,784	198	5,10	23,96	
Efisiensi Total	98,2%	98,2%	99,4%	95%	

Sumber: Perhitungan, 2019

Berdasarkan Tabel 4.5, kandungan bahan organik pada limbah cair hewan ternak sapi yang sangat tinggi dapat berkurang setelah melalui proses pengolahan yang telah direncanakan. Maka dapat disimpulkan proses pengolahan ini efektif untuk menghilangkan kandungan bahan organik didalam limbah cair hewan ternak sapi jika dilakukan sesuai dengan perencanaan.

Tabel 4. 6
Perbandingan Kualitas Air *Effluent* limbah cair dengan Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Baku Mutu	Hasil Pengolahan IPAL Rencana	Keterangan
BOD	100	80,78	Memenuhi
COD	200	198	Memenuhi
TSS	100	5,10	Memenuhi
NH3-N	25	23,96	Memenuhi
pH	6-9	8,5	Memenuhi

Sumber: Perhitungan, 2019

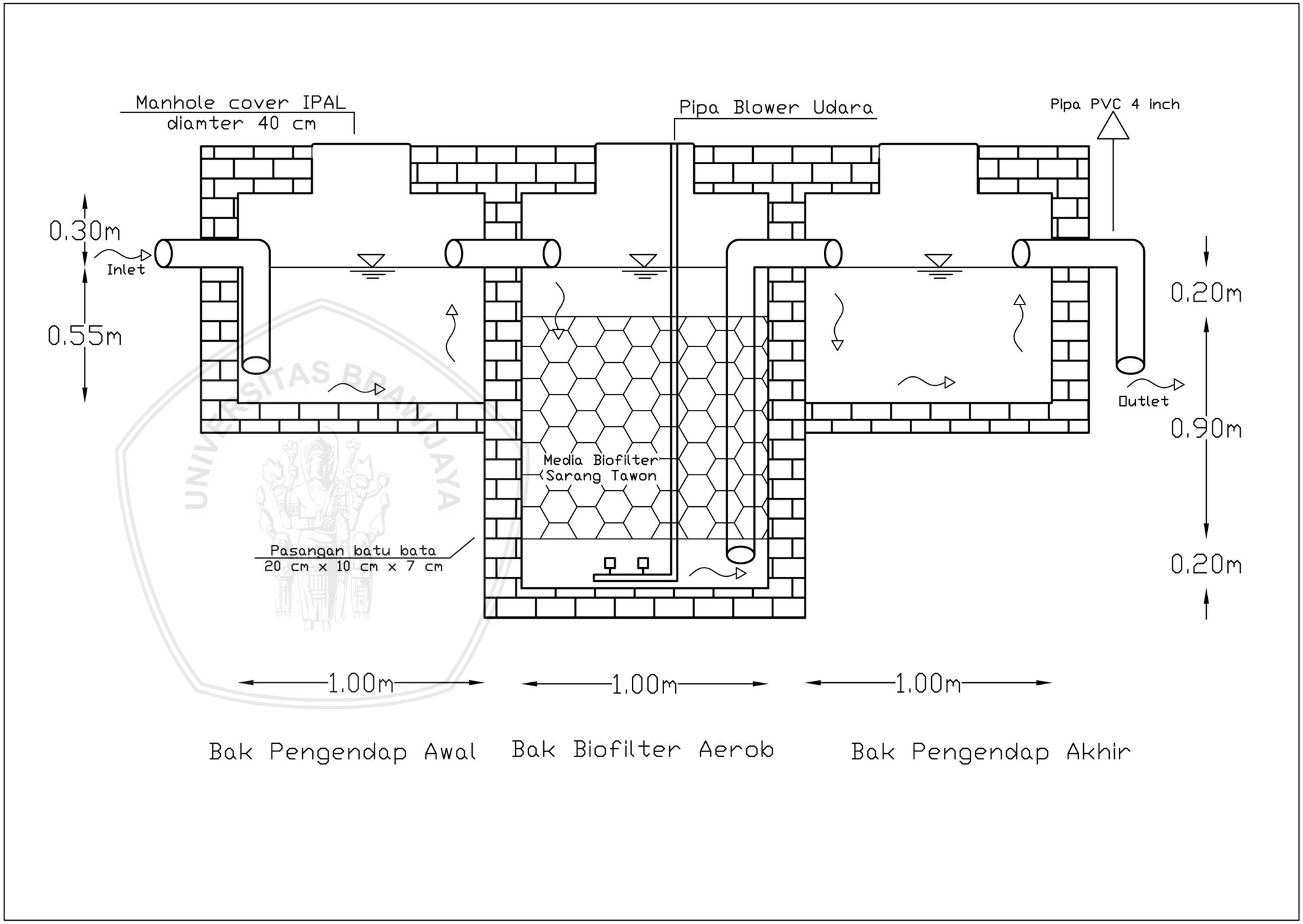
Dari hasil perencanaan proses pengolahan air limbah cair hewan ternak sapi mengenai efisiensi dan dimensi dapat diketahui perkiraan *effluent* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil perbandingan kualitas effluent hasil perencanaan dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009, maka didapatkan bahwa *effluent* tersebut telah memenuhi baku mutu air limbah.

Tabel 4. 7
Tabel Rekapitulasi Dimensi IPAL

Proses	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
Bak Pengendap Awal	1,00	0,50	0,55
Bak Biofilter Aerob	1,00	0,60	1,30
Bak Pengendap Akhir	1,00	0,50	0,55

Sumber: Perhitungan, 2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4. 12 Gambar Detail IPAL
Sumber: Olahan Peneliti, 2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.5 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPAL

4.5.1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan pada perencanaan IPAL hewan ternak sapi di model satu rumah Desa Argosari Kecamatan Jabung didasarkan pada Harga Satuan Pokok Pekerjaann (HSPK) Kota Malang tahun 2017. Besarnya HSPK untuk kegiatan pembangunan IPAL dapat dilihat pada lampiran.

4.5.2. Perhitungan Volume Bahan dan Pekerjaan

Untuk mengetahui volume perencanaan dan pekerjaan harus disesuaikan dengan desain hasil perencanaan. Perhitungan besarnya volume pekerjaan dalam kegiatan pembangunan IPAL hewan ternak sapi di model satu rumah Desa Argosari Kecamatan Jabung dapat dilihat pada lampiran.

4.5.3. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan

Rencana anggaran biaya pembangunan IPAL hewan ternak sapi di model satu rumah Desa Argosari Kecamatan Jabung berdasarkan pada volume masing-masing bak pengolahan sehingga didapatkan rencana anggaran biaya keseluruhan pembangunan. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan rencana anggaran biaya untuk pembangunan IPAL hewan ternak sapi di model satu rumah Desa Argosari Kecamatan Jabung. Sedangkan rincian perhitungan rencana anggaran biaya dapat dilihat pada lampiran

Tabel 4. 8
Rekapitulasi Rencana Anggara Biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	366.426
II	Pekerjaan Tanah	173.114
III	Pekerjaan Struktur	721.671
IV	Pekerjaan Dinding	1.903.166
V	Pekerjaan Perpipaan	391.971
VI	Pekerjaan Elektrikal	1.179.000
VII	Pekerjaan Lain-lain	3.750.000
VIII	Upah Pekerja	819.000
	Jumlah	9.310.347
	PPN 10%	931.034,7
	TOTAL	10.241.382

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4. 9
Rincian Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPAL

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	**Pekerjaan Persiapan**				
1.	Pembersihan lahan	m^2	3,25	36.254	117.826
2.	Pengujian sampel air	buah	1	248.600	248.600
	Total				**366,426**
II	**Pekerjaan Tanah**				
1.	Galian tanah bak instalasi	m^3	4,648	37.249	173.114
	Total				**173.114**
III	**Pekerjaan Struktur**				
1.	Pemasangan batu bata	bh	1203	600	721.671
	Total				**721.671**
IV	**Pekerjaan Dinding**				
1.	Plesteran 1 Pc : 2Ps, tebal 15 mm	m^2	28,854	43.966	1.268.602
2.	Acian	m^2	28,854	21.992	634.564
	Total				**1.903.166**
V	**Pekerjaan Perpipaan**				
1.	Pipa PVC D 3/4"	m	3,00	16.430	49.290
2.	Pipa PVC D 4"	m	4,50	77.485	348.681
	Total				**397.971**
VI	**Pekerjaan Elektrikal**				
1.	Pemasangan *Blower* Resun GF-120	unit	1	939.000	939.000
2.	Pemasangan *diffuser*	buah	2	120.000	240.000
	Total				**1.179.000**
VII	**Pekerjaan Lain-lain**				
1.	Pembelian *manhole*	buah	3	500.000	1.500.000
2.	Media sarang tawon	buah	3	750.000	2.250.000
	Total				**3.750.000**
VIII	**Upah Pekerja**				
1.	Pekerja (3 orang, 7 hari)	org/hari	21	39.000	819.000
	Total				**819.000**
				Jumlah	9.310.347
				PPN 10%	931034,7
				Total+PPN	10.241.382

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

4.6 Operasional dan Perawatan IPAL

4.6.1. Operasional IPAL

- Sebelum dilakukan pengoperasian terhadap instalasi pengolahan air limbah (IPAL) harus dipastikan seluruh alat mekanik maupun elektrik dapat berjalan baik
- Limbah cair hewan ternak sapi dari saluran *outlet* akan dialirkan masuk ke bak pengendap awal. Sebelumnya limbah padat sapi telah dibersihkan sehingga tidak ikut

masuk dalam bak pengendap awal.

- Kemudian limbah cair akan masuk ke bak biofilter aerob. Dimana pada bak biofilter aerob terdapat *blower* udara yang akan dioperasikan secara terus menerus. Sehingga selama pengoperasian *blower* harus dilakukan pengecekan kebocoran pipa udara dan disarankan setiap 6 bulan sekali dibersihkan dikarenakan kemungkinan akan masuk kotoran melalui pipa udara
- Pada tahap pengolahan akhir terdapat bak pengendap akhir yang menampung lumpur atau padatan yang belum terurai pada pengolahan sebelumnya. Pada bak pengendap akhir juga harus dilakukan membersihkan secara rutin agar tidak terjadi penumpukan.
- Pada bak biofilter aerob dibutuhkan waktu kurang lebih 2 minggu untuk pembiakan media. Hal tersebut dilakukan agar media mampu melakukan oksidasi pada beban pencemar air limbah dan beradaptasi pada lingkungan awal untuk tempat tumbuh/kembangbiak mikroorganisme. Kemudian proses aklimatisasi yaitu pergantian limbah baru didalam reaktor. Aklimatisasi membutuhkan waktu 3 (tiga) hari untuk kultur yang baik dan mikroorganisme sudah mampu beradaptasi.
- Setelah IPAL beroperasi, perlu dilakukan analisa pengujian kualitas air limbah secara berkala dengan waktu 6 bulan sekali.

4.6.2. Perawatan IPAL

Berikut merupakan hal-hal yang harus diperhatikan dalam perawatan IPAL:

1. Hindari sampah padat ukuran besar masuk kedalam bak pengendap awal. Jika terdapat sampah padat ukuran besar maka akan mengganggu proses pengolahan.
2. Hindari masuknya zat-zat kimia beracun yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba (logam berat, asam atau basa kuat, alkohol, karbol dan minyak lemak yang berlebihan) yang ada di dalam biofilter.
3. Pengurasan lumpur di dalam bak pengendapan awal yang tidak dapat terurai secara biologis secara periodik. Pengurasan biasanya dilakukan minimal 6 bulan sekali atau sesuai dengan kebutuhan. Lumpur dapat dikeringkan dan dibakar dengan *incinerator*.
4. Perlu perawatan rutin terhadap *blower* dengan perlakuan seperti yang telah dijelaskan pada pengoperasian diatas.

4.6.3. Biaya Operasional IPAL

- Biaya *blower* yang beroperasi 24 jam/hari:

Blower udara	= 1 x 120 watt	= 120 watt
Jumlah kWh/hari	= 120 x 24 jam	= 2880 watt
		= 2,880 kWh

- Total biaya listrik

  Tarif dasar listrik Kota Malang untuk Tegangan Rendah (TR) Rp 1.467,28/kWh

  Biaya = 2,880 kWh x Rp 1.467,28

  = Rp 4.225,00

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Analisa kualitas air limbah dilakukan sesuai dengan parameter yang terdapat dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi yaitu BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH. Berdasarkan hasil pengujian sampel air limbah hewan ternak sapi yang dilakukan di Perum Jasa Tirta I, kandungan BOD, COD, TSS, NH_3-N dan pH masing-masing sebesar 4488 mg/L, 11000 mg/L, 850,5 mg/L, 479,3 mg/L, dan 8,5. Apabila dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah maka dapat disimpulkan bahwa 4 dari 5 parameter masih melebihi baku mutu air limbah ternak sapi.
2. Perencanaan dan perhitungan IPAL dilakukan untuk mendapatkan tahapan proses pengolahan air limbah sehingga menghasilkan *effluent* yang sesuai dengan baku mutu air limbah hewan ternak sapi. Proses pengolahan air limbah menggunakan biofilter aerob. Untuk bak yang pertama adalah bak pengendap awal dengan rencana volume sebesar 0,275 m^3. Kemudian bak biofilter aerob sebesar 0,78 m^3. Dan pada proses pengolahan terakhir terdapat bak pengendap akhir dengan volume 0,275 m^3. Dengan proses pengolahan tersebut, diperkirakan kualitas *effluent* limbah cair hewan ternak sapi memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan pemerintah.
3. Berdasarkan perencanaan IPAL maka didapatkan rencana anggaran biaya pembangunan IPAL pada model satu rumah di Desa Argosari Kecamatan Jabung sebesar Rp 10.241.382,-

5.2 Saran

1. Dengan cakupan data, analisis dan metode yang dilakukan cukup sederhana, maka perlu dilakukan penelitian berikutnya terhadap hasil penelitian ini sehingga nantinya akan memperoleh hasil yang lebih baik.

2. Perlu dilakukan pengujian model fisik terhadap perencanaan proses pengolahan pada penelitian ini untuk mengetahui secara pasti proses pengolaahan dengan skala kecil dan memeriksa atau memprediksi kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi pada proses pengolahan.
3. Rencana desain pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi diharapkan dapat segera dibangun untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang terjadi.
4. Warga sekitar di Desa Argosari Kecamatan Jabung diharapkan dapat mencontoh untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) cair hewan ternak sapi pada setiap peternakan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Air dan Air Limbah- Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah*. Tangerang: Badan Standarisasi Nasional

Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI

Herlambang, Arie., dkk. (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jakarta: Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan

Hidayati, Shafiya Sausan. (2016). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik-Aerobik. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya

Hidayatullah, Gunawan & Kooswardhono Mudikdjo. (2005). Pengelolaan Limbah Cair Usaha Peternakan Sapi Perah Melalui Penerapan Konsep Produksi Bersih. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 8 (I): 124-136

Irnani, Christina & Sugito. (2016). Redesain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Terpusat Menggunakan Sistem Anaerobik Aerobik Biofilter Di Rsud Dr. Soetomo Surabaya. Jurnal Teknik. 14 (I): 52-60

Maridi, Ruliasih & Arie Herlambang. (2002). Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* 3 (III): 195-204

Metcalf, dan Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse – Fourth Edition (International Edition).* New York: McGraw-Hill

Mufida, Diana Khusna. (2012). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik – Aerobik Pada Pabrik Tahu "Duta" Malang. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya

Notoatmodjo, Soekidjo. (2003). *Prinsip-Prinsip Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Rineka Cipta

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi.

Said, Nusa Idaman. (2002). *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan

Said, Nusa Idaman. (2008). *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan

Said, Nusa Idaman & Rina Tresnawaty. (2001). Penghilangan Amoniak Di Dalam Air Baku Air Minum Dengan Proses Biofilter Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan.*2 (I): 11-27

Said, Nusa Idaman & Satmoko Yudo. (2006). Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Ayam Dengan Proses Biofilter. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 2 (I): 83-91

Saputro, Danang Dwi., Burhan Rubai & Yuni Wijayanti. (2014). Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Kelompok Ternak Patra Sutera, *Jurnal Rekayasa*. 12 (II): 1-8

Sumiarsa, Dadan., Roni Jatnika & Tb. Benito A. (2011). Perbaikan Kualitas Limbah Cair Peternakan Sapi Perah Oleh *Spirulina Sp*. Jurnal Akuatika. II (2): 1-6

Syarif, Erif Kemal & Bagus Harianto. (2011). *Buku Pintar Beternak & Bisnis Sapi Perah*. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka

Syafrial, dkk. (2007). *Manajemen Pengelolaan Penggemukan Sapi Potong*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi

Syarifuddin, Hutwan., M. Ridwan. & Suryadi. (2015). IbM Aplikasi Teknologi Feurinsa Menuju Peternakan Ramah Lingkungan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 30 (IV): 61-69

Thohuroh, Masfufahtut. (2016). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu "3 Saudara" Malang Dengan Kombinasi Biofilter Anaerobik – Aerobik. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya

Titiresmi & Nida Sopiah. (2006). Teknologi Biofilter Untuk Pengolahan Limbah Ammonia. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 7 (II): 173-179

Wahyuni, Indra., Budiarsa Suyasa & Mahardika. (2014). Efektivitas Sistem Biofilter Aerob Dalam Menurunkan Kadar Amonia Pada Air Limbah. *Jurnal Ilmu Lingkungan.* 8 (I): 79-85

Zahra, Laily Zoraya. & Ipung Fitri. (2015). Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik. *Jurnal Teknik*. 4 (I): 35-39

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN 1
DATA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN 2
METODE PENGAMBILAN CONTOH AIR PERMUKAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 3
BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN PETERNAKAN SAPI DAN BABI

LAMPIRAN 4

TATA CARA PERENCANAAN DAN PEMASANGAN TANGKI BIOFILTER PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA DENGAN TANGKI BIOFILTER

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN 5
HSPK PEMERINTAH KOTA MALANG

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN 6
RINCIAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Pekerjaan: Pembangunan Instalasi Pembuangan Air Limbah Hewan Ternak Sapi
Lokasi: Dusun Bendrong, Desa Argosari, Kecamatan Jabung, Malang

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	**Pekerjaan Persiapan**				
1.	Pembersihan lahan	m^2	3.25	36,254	117,826
2.	Pengujian sampel air	buah	1	248,600	248,600
	Total				**366,426**
II	**Pekerjaan Tanah**				
1.	Galian tanah bak instalasi	m^3	4.648	37,249	173,114
	Total				**173,114**
III	**Pekerjaan Struktur**				
1.	Pemasangan batu bata	bh	1203	600	721,671
	Total				**721,671**
IV	**Pekerjaan Dinding**				
1.	Plesteran 1 Pc : 2Ps, tebal 15 mm	m^2	28.854	43,966	1,268,602
2.	Acian	m^2	28.854	21,992	634,564
	Total				**1,903,166**
V	**Pekerjaan Perpipaan**				
1.	Pipa PVC D "3/4	m	3.00	16,430	49,290
2.	Pipa PVC D 4"	m	4.50	77,485	348,681
	Total				**397,971**
VI	**Pekerjaan Elektrikal**				
1.	Pemasangan Blower Resun GF-120	unit	1	939,000	939,000
2.	Pemasangan diffuser	buah	2	120,000	240,000
	Total				**1,179,000**
VII	**Pekerjaan Lain-lain**				
1.	Pembelian manhole	buah	3	500,000	1,500,000
2.	Media sarang tawon	buah	3	750,000	2,250,000
	Total				**3,750,000**
VIII	**Upah Pekerja**				
1.	Pekerja (3 orang, 7 hari)	org/hari	21	39000	819,000
	Total				**819,000**
				Jumlah	9,310,347
				PPN 10%	931034.7
				Total+PPN	10,241,382

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PEKERJAAN PERSIAPAN

No	Uraian Pekerjaan	Keterangan	Perhitungan		
			Panjang	Lebar	Luas
1	Pembersihan Lahan	Bak Pengendap Awal	1.3	0.8	1.04
		Bak Biofilter Aerob	1.3	0.9	1.17
		Bak Pengendap Akhir	1.3	0.8	1.04
Total					**3.25**

PEKERJAAN TANAH

No	Uraian Pekerjaan	Keterangan	Perhitungan			
			Panjang	Lebar	Tinggi	Sub. Vol
1	Galian Tanah Bak Instalasi	Bak Pengendap Awal	1.3	0.8	1.16	1.2064
		Bak Biofilter Aerob	1.3	0.9	1.91	2.2347
		Bak Pengendap Akhir	1.3	0.8	1.16	1.2064
Total						**4.6475**

PEKERJAAN STRUKTUR

No	Uraian Pekerjaan	Keterangan	Perhitungan			
			Luas	Jumlah		Jumlah total
1	Pemasangan batu bata	Bak pengendap awal	bawah	1.04	52	
			sisi	0.289	206.4	= 326.4
			atas	34	68	
		Bak biofilter aerob	bawah	1.17	58.5	
			sisi	0.576	411.4	= 549.9
			atas	40	80	
		Bak Pengendap akhir	bawah	1.04	52	
			sisi	0.289	206.4	= 326.4
			atas	34	68	
Total						= 1202.8

PEKERJAAN DINDING

No	Uraian Pekerjaan	Keterangan	Perhitungan				
			panjang	Lebar	luas	n	Luas total
		Bak pengendap awal					
		bawah	1.00	0.50	0.5	1	0.5
		sisi samping	0.50	0.85	0.425	2	0.85
		sisi depan-belakang	1.00	0.85	0.85	2	1.7
		atas			0.374	1	0.374
		Total					3.424
		Bak biofilter aerob					
		bawah	1	0.6	0.6	1	0.6
1	Plesteran	sisi samping	0.6	1.6	0.96	2	1.92
		sisi depan-belakang	1	1.6	1.6	2	3.2
		atas			0.474	1	0.474
		Total					6.194
		Bak Pengendap akhir					
		bawah	1	0.5	0.5	1	0.500
		sisi samping	0.5	0.85	0.425	2	0.850
		sisi depan-belakang	1	0.85	0.85	2	1.700
		atas			0.374	1	0.374
		Total				=	19.236
		TOTAL KESELURUHAN				=	**28.854**
		Bak pengendap awal					
		bawah	1	0.5	0.5	1	0.5
		sisi samping	0.5	0.85	0.425	2	0.85
		sisi depan-belakang	1	0.85	0.85	2	1.7
		atas			0.374	1	0.374
		Total					3.424
		Bak biofilter aerob					
		bawah	1	0.6	0.6	1	0.6
2	Acian	sisi samping	0.6	1.6	0.96	2	1.92
		sisi depan-belakang	1	1.6	1.6	2	3.2
		atas			0.474	1	0.474
		Total					6.194
		Bak Pengendap akhir					
		bawah	1	0.5	0.5	1	0.5
		sisi samping	0.5	0.85	0.425	2	0.85
		sisi depan-belakang	1	0.85	0.85	2	1.7
		atas			0.374	1	0.374
		Total				=	19.236
		TOTAL KESELURUHAN				=	28.854

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PEKERJAAN PERPIPAAN

No	Uraian Pekerjaan	Keterangan	Perhitungan	
			Panjang (m)	Total
1	Pipa PVC D "3/4	Pipa Blower	3	3
		Bak pengendap awal	1.5	
2	Pipa PVC D "4	Bak biofilter aerob	2	4.5
		Bak pengendap akhir	1	

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN 7
GAMBAR PERENCANAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LAMPIRAN 8

Dokumentasi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 1 Foto Bersama Pemilik Rumah

Gambar 2 Pengambilan Sampel Air

Gambar 3 Hewan Ternak Sapi yang Berada di Lokasi Studi

Gambar 4 Saluran Outlet Limbah Hewan Ternak Sapi

Gambar 5 Pipa penyambung saluran outlet ke saluran drainase

Gambar 6 Bak Pengolahan Biogas Limbah Padat

Gambar 7 Saluran Drainase

Gambar 8 Bak Penampung Limbah Biogas

Gambar 9 Bak Pengumpul Gas Hasil Biogas

Gambar 10 Botol Sampel Air Limbah

repository.ub.ac.id

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yunita Kusuma Bintang, lahir pada tanggal 02 Juni 1997 di Bandung, Jawa Barat. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Susilo Prihardianto (ayah) dan Unggul Subekti Kusuma Traheni (ibu), yang beralamat di Kelurahan Pangenrejo RT 02 RW 05 Pangenrejo, Purworejo, Jawa Tengah.

Pendidikan formal yang dilalui penulis, antara lain:

- TK ABA Purworejo tahun 2001-2003
- SDN Purworejo tahun 2003-2009
- SMPN 6 Purworejo tahun 2009-2012
- SMAN 7 Purworejo tahun 2012-2015

Pada tahun 2015 penulis diterima masuk Universitas Brawijaya Malang. Penulis diterima di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan.

Selama menjalani masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan dan organisasi kemahasiswaan. Berikut merupakan kegiataan kepanitiaan yang pernah diikuti penulis:

1. Peringatan Hari Air Dunia (World Water Day) tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Humas Sub-acara World Water Campaign.
2. Kongres Mahasiswa Pengairan tahun 2016 sebagai Anggota Bidang Keamanan.
3. Program Pembinaan Mahasiswa Baru Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan tahun 2016 sebagai Penanggungjawab Ruangan.
4. Peringatan Hari Air Dunia (World Water Day) tahun 2017 sebagai Anggota Bidang Acara Sub-acara Water Festival.
5. Peringatan Hari Air Dunia (World Water Day) tahun 2017 sebagai Anggota Bidang Acara Garage Sale.
6. Desa Binaan tahun 2017 sebagai Bendahara Umum
7. Program Pembinaan Mahasiswa Baru Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan tahun 2017 sebagai Steering Committee
8. Pengairan Peduli Lingkungan tahun 2018 sebagai Anggota Bidang Acara.
9. Pekan Das Brantas IX sebagai Anggota Bidang Konsumsi Sub-acara World Water Campaign.

Pengalaman organisasi yang pernah diikuti penulis selama menjalani masa perkuliahan antara lain:

1. Divisi Pengabdian Masyarakat Himpunan Mahasiswa Pengairan Periode 2016-2017.
2. Divisi Advokesma Himpunan Mahasiswa Pengairan Periode 2017-2018.
3. Bendahara Umum Himpunan Mahasiswa Pengairan Periode 2018-2019.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata – Praktik (KKNP) pada tahun 2018 di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Sidoarjo dengan Judul "Analisa Dan Pengawasan Kualitas Air Minum Di Instalasi Pengolahan Air Siwalanpanji Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Sidoarjo"

Guna melesaikan studinya, penulis menyusun skripsi dengan judul "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Cair Hewan Ternak Sapi Pada Model Satu Rumah Di Desa Argosari Kecamatan Jabung Kabupaten Malang" di bawah bimbingan Bapak Dr.Eng. Riyanto Haribowo, ST., MT dan Ibu Dian Chandrasasi, ST., MT. yang telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 24 Mei 2019.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA