TUGAS AKHIR – RE 141581

DESAIN IPAL PENGOLAHAN *GREY WATER* DENGAN TEKNOLOGI *SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND* DI RUSUNAWA GRUDO SURABAYA

AHMAD SAFRODIN
3312 100 054

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

FINAL PROJECT – RE 141581

DESIGN OF GREY WATER TREATMENT WITH SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND TECNOLOGY ON RUSUNAWA GRUDO SURABAYA

Ahmad Safrodin
3312 100 054

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN IPAL PENGOLAHAN *GREY WATER* DENGAN TEKNOLOGI *SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND* DI RUSUNAWA GRUDO SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
AHMAD SAFRODIN
NRP. 3312 100 054

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc
19540824 198403 1 001

SURABAYA, JULI 2016

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

Desain IPAL Pengolahan *Grey Water* dengan Teknologi *Subsurface Flow Constructed Wetland* di Rusunawa Grudo Surabaya

Nama : Ahmad Safrodin
NRP : 3312100054
Jurusan : Teknik Lingkungan FTSP-ITS
Pembimbing :Prof.Dr.Ir.Sarwoko Mangkoedihardjo, MSc.

ABSTRAK

Peningkatan pencemaran lingkungan yang terjadi di Kota Surabaya berakibat pada penurunan kualitas air sungai surabaya. Kontribusi pencemaran terjadi dikarenakan belum adanya sarana pengolahan air limbah yang maksimal. Rusunawa Grudo adalah salah satu penghasil limbah domestik berupa limbah *grey water* dan *black water*. Rusunawa ini telah terdapat fasilitas pengolahan limbah *black water*, namun belum ada pengolahan air limbah *grey water*. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengolahan air limbah *grey water* yang tepat dan efisien.

Subsurface flow constructed wetland merupakan teknologi yang digunakan dalam pengolahan limbah domestik dengan sistem aliran bawah permukaan tanah. Pengolahan ini sangat cocok digunakan sebagai pengolahan limbah domestik karena operasional dan perawatannya mudah dan murah. Tahapan perencanaan dalam mendesain IPAL teknologi *Subsurface constructed wetland* ini meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data dan perencanaan *design* yang meliputi perhitungan debit, penetapan baku mutu, penetapan kriteria *design,* penetapan dimensi unit, penggambaran dimensi IPAL (*Preliminary design).* Kemudian dilakukan pembuatan standar operasional dan perawatan IPAL *Constructed wetland*.

Desain *IPAL Subsurface constructed wetland* ini terdiri atas unit kolam ekualisasi, reaktor *Horizontal Surface Flow Constructed Wetland (HSFCW)*, dan kolam penampungan untuk penampungan hasil olahan yang dapat dimanfaatkan kembali. Desain sistem IPAL dengan debit influen 33.60 m^3/hari menghasilkan luas permukaan 480 m^2, lebar 10 m, panjang 48

m, kedalaman bed 0.5 m, *cross sectional area* 4.99 m^2, beban pada bed (OLR) 12.75 g BOD/m^2.hari, beban hidrolik (HLR) 0,07 m^3/m^2.hari, dan waktu tinggal 3 hari. Kualitas efluen yang dihasilkan dari IPAL *Subsurface constructed wetland* meliputi nilai BOD 25 mg/L, COD 48.35 mg/L dan TSS 11.728 mg/L. Dihasilkan standar operasional dan perawatan IPAL *constructed wetland*. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL adalah Rp.412.059.022.

Kata Kunci : Pencemaran, limbah domestik, *grey water*, *cyperus alternifolius*, *constructed wetland*

Design of Grey Water Treatment With Subsurface Flow Constructed Wetland Tecnology on Rusunawa Grudo Surabaya

Name : Ahmad Safrodin
NRP : 3312100054
Departement :Environmental Engineering
Supervisor :Prof.Dr.Ir.Sarwoko Mangkoedihardjo, MSc.

ABSTRACT

Environmental pollution increase in Surabaya has reduced the water quality of river due to the lack of wastewater treatments facilities. Grudo Small Rent Flat (Rusunawa Grudo) is one among contributors of domestic wastewater such as *grey water* and *black water*. In this rusunawa exist a facility supporting *black water* treament, but there is no facility for treating *grey water.* Therefore, it is necessary to establish an appropriate and efficient wastewater treatment facility, supporting both *black water* and *grey water*.

Subsurface Flow Constructed Wetland (SFCW) is a technology applied in the treatment of domestic wastewater using subsurface flow system principle. This technology is well suited for domestic wastewater treatment due to low cost operations and easy maintenance. The planning stages in the design of Subsurface Flow Constructed Wetland Wastewater Treatment Plant (SFCW-WWTP) technology included primary and secondary data collection, data processing, and design planning. Design planning included wastewater flow calculation, determination of quality standards, determination of criteria of design, determination of unit dimensions, dimensional drawing of the WWTP (preliminary design), and establishment of standard operating procedure and maintenance of the SFCW-WWTP.

Design of this SFCW-WWTP consists of an equalization pond unit, a reactor of Horizontal Surface Flow Constructed Wetland (HSFCW), and a receiving ponds to accommodate the processed water for further use. The system design based on influent flow of 33,60 m^3/day is resulting in surface area of 480

m^2, 10 m in width, 48 m in length, 0,5 m in bed depth, the cross sectional area of 4,99 m^2, the organic loading on the bed (OLR) 12,75 g BOD/m^2.day, hydraulic loading on the water surface (HLR) 0,07 m^3/m^2.day, and residence time 3 days. The final effluent quality of the SFCW-WWTP results in the value of BOD 25 mg/L, COD 48,35 mg/L and TSS 11,728 mg/L. Planning design also resulting in establishment of standard operating procedure and maintenance of the constructed wetland wastewater treatment plant. Budget costs required for the construction of the WWTP is Rp. 412.059.022.

Keywords *: Pollution, domestic wastewater, grey water*, *cyperus alternifolius, constructed wetland*

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

'Halaman Sengaja dikosongkan'

DAFTAR GAMBAR

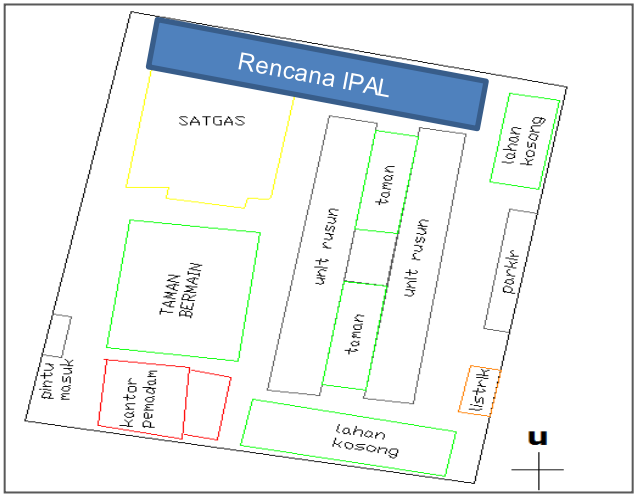
'Halaman Sengaja dikosongkan'

BAB III
GAMBARAN UMUM

3.1 Rumah Susun Grudo Surabaya

Rumah Susun Grudo Surabaya merupakan rusun milik Pemerintah Kota Surabaya yang terletak ditengah kota Surabaya, tepatnya masuk wilayah Kec. Tegal Sari Kelurahan Dr Sutomo Surabaya Pusat yang beralamat di jl. Grudo gg V No. 2 , Surabaya. Rusun Grudo ini diresmikan oleh pemkot Surabaya pada tahun 2012, sehingga rusun ini tergolong rusun baru. Sebelumnya lahan rusun ini merupakan lahan Dinas PU Bina Marga Kota Surabaya dan Dinas Kebersihan dan Pertanaman Kota Surabaya. Rusun Grudo ini memiliki nilai yang strategis mengingat tempatnya ditengah kota sehingga melalui paguyuban yang telah dibentuk memiliki pandangan bahwa rusun harus bersih dan nyaman (Badan Pengelola Rusun, 2015). Denah dan layout lokasi dari Rusun Grudo dapat dilihat pada gambar 3.1 dan gambar 3.2, sebagai berikut.

Gambar 3.1 Denah Rusun Grudo Surabaya



Gambar 3.2 Layout Rusun Grudo Surabaya

3.2 Fasilitas Rusun Grudo Surabaya

Rumah Susun Grudo dibangun dengan design struktur 5 lantai. Didalam rusun ini terdapat 96 unit kamar dan tiap kamar maksimal 4 penghuni dengan luas kamar 24 m^2 (panjang 6 m, lebar 4 m dan tinggi 3 m) serta dilengkapi adanya fasilitas penunjang. Untuk tempat hunian masyarakat digunakan lantai 2 sampai lantai 5 dan lantai 1 untuk kegiatan masyarakat rusun dan ruang pengelola rusun. Detail fasilitas rusun pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Fasilitas Rusun

No	Unit	Jumlah
Fasilitas Kamar		
1	a. Lantai 2 b. Lantai 3 c. Lantai 4 d. Lantai 5	24 24 24 24
Fasilitas Penunjang		
1	Ruangan pengelola	1
2	Perpustakaan Elektronik	1
3	BLC	1
4	Ruang Pertemuan	1
5	Mushola	1

6	Fasilitas Parkir	1
7	Fasilitas penanaman Toga	1
8	TPS	1
9	IPAL	2
10	Komposter	1
11	Papan Informasi	1
12	Air Bersih PDAM	Tiap unit kamar
11	Kantor Pemadam Kebakaran	1
12	Satgas	1

Sumber : Pengelola Rusun, 2015

Rumah susun Grudo ini salah satu kelebihannya dari rumah susun lainnya adalah fasilitas penunjangnya cukup lengkap, struktur *design* cukup modern, nyaman dan dikelola oleh paguyuban bukan RW atau RT seperti pada rusun umumnya. Rumah susun ini memiliki lahan yang cukup luas, diantaranya digunakan sebagai area tanaman toga masyarakat, taman milik dinas dan area lahan kosong. Data pendukung jumlah penghuni dan dokumentasi rusun pada lampiran 2.

3.3 Air Buangan Rumah Susun Grudo Surabaya

Sistem buangan limbah domestik rusun ini telah terpisah antara limbah *grey water* dan *black water. Grey water* yang dimaksud adalah buangan dari kamar mandi (*floor drain*, dapur dan aktifitas mencuci,dll). Untuk limbah *black water* berasal dari gelontoran limbah tinja dari *water closet* (WC). Untuk sistem saluran *black water* dialirkan secara komunal ke IPAL sehingga hasil luaran dari IPAL dimanfaatkan untuk sarana siram tanaman. Sedangkan, sistem saluran limbah *grey water* akan dialirkan atau dibuang secara langsung ke drainase tanpa ada pengolahan. Dari proses pengaliran ini menurut pengelola rusun setiap harinya timbul bau dari bekas air yang dialirkan ke saluran drainase dan sering menimbulkan busa dari sabun atau detergen yang digunakan setelah kegiatan mencuci dan mandi. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa adanya pengolahan limbah *grey water* akan menyebabkan terjadinya pencemaran dan berdampak penurunan kualitas badan air. Gambar pengaliran limbah *grey water* ke saluran drainase secara langsung sebagai berikut.

Gambar 3.3

Gambar 3.4

Keterangan :
Gambar 3.3) Saluran drainase rumah susun Grudo Surabaya
Gambar 3.4) Pengaliran air limbah *grey water* ke saluran drainase

BAB IV
METODOLOGI PERENCANAAN

4.1 Ide Studi

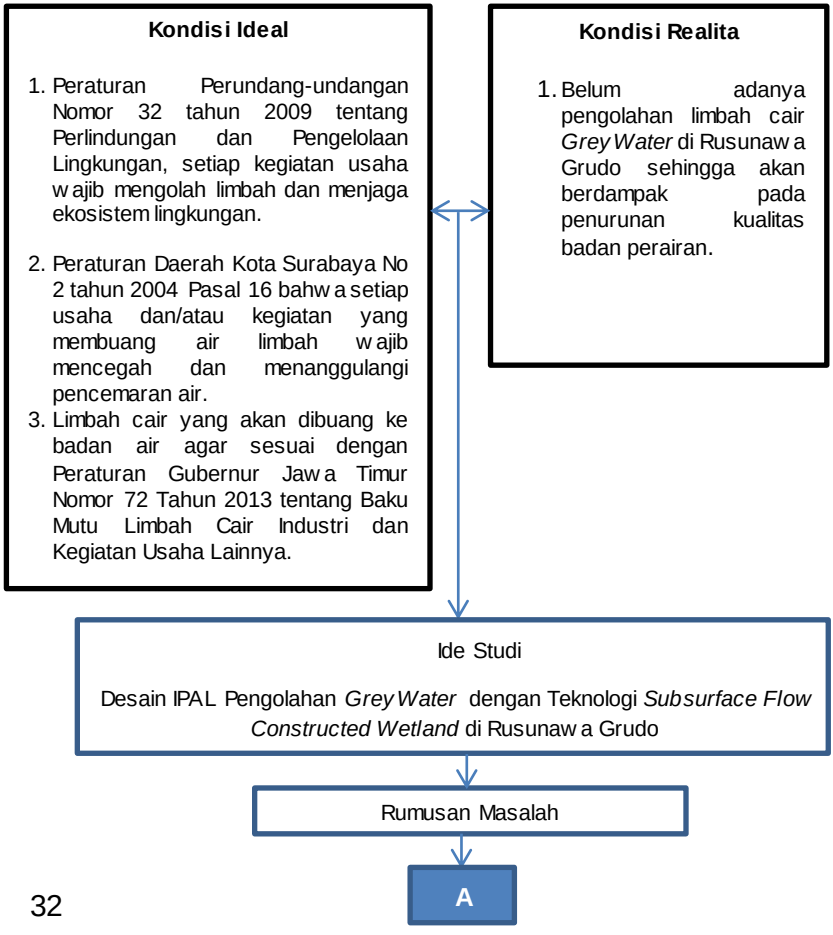
Perencanaan IPAL dilaksanakan dirusunawa Grudo Surabaya. Pertimbangan pengambilan lokasi ini dikarenakan rumah susun ini belum memiliki pengolahan limbah cair domestik *grey water*. Hasil buangan limbah cair *grey water* ini secara langsung dialirkan ke saluran drainase yang dapat menyebabkan pencemaran air. Oleh karena itu, diharapkan tugas akhir ini dapat menjadi solusi dalam menyelesaikan kondisi masalah yang ada di lingkungan tersebut. Gambar 4.1 merupakan lokasi perencanaan.

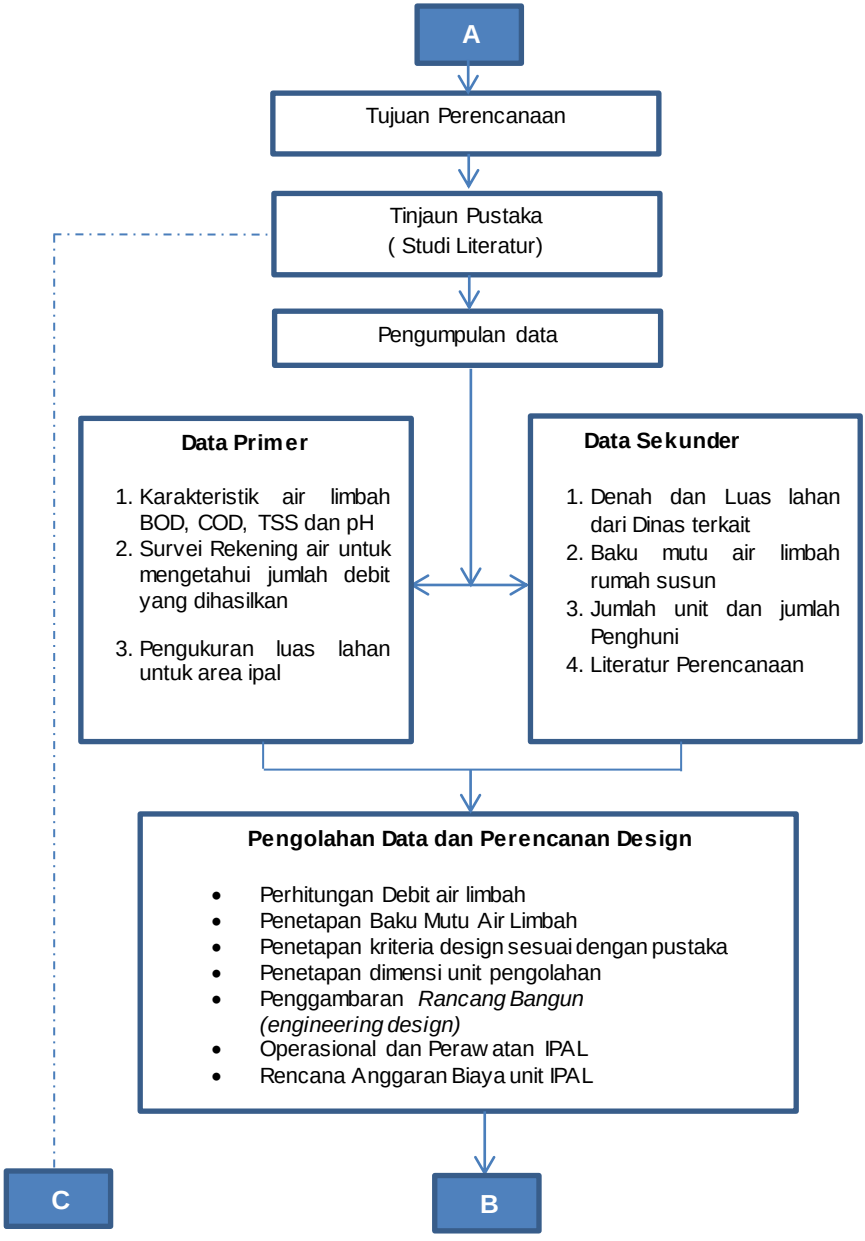
Gambar 4.1 Lokasi perencanaan (Sumber : Google earth)

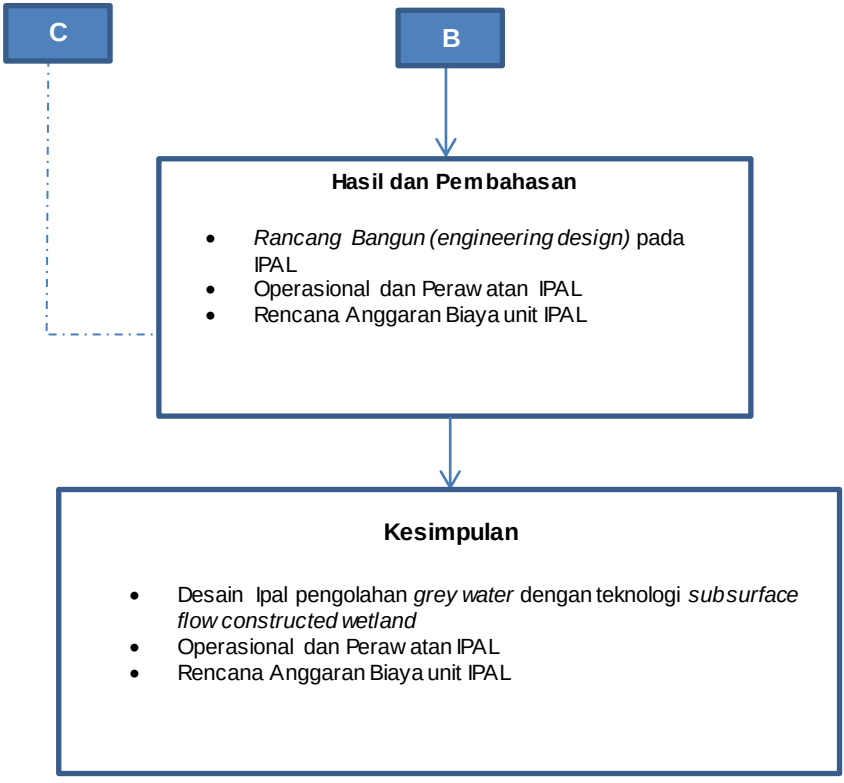
Gambar 4.2 Limbah *grey water*

4.2 Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan dapat menjelaskan tentang urutan kerja yang akan dilakukan dalam proses perencanaan ini. Dalam tahapan perencanaan ini juga akan dijelaskan secara rinci tahapan yang akan disusun dalam kerangka perencanaan. Tujuan dari pembuatan tahapan ini adalah untuk memudahkan pemahaman dan menjelaskan melalui deskripsi tiap tahapan. Berikut merupakan bagan tahapan yang dilakukan dalam perencanaan, antara lain:




A
Tujuan Perencanaan
Tinjaun Pustaka
(Studi Literatur)
Pengumpulan data
Data Primer
1. Karakteristik air limbah BOD, COD, TSS dan pH
2. Survei Rekening air untuk mengetahui jumlah debit yang dihasilkan
3. Pengukuran luas lahan untuk area ipal
Data Sekunder
1. Denah dan Luas lahan dari Dinas terkait
2. Baku mutu air limbah rumah susun
3. Jumlah unit dan jumlah Penghuni
4. Literatur Perencanaan
Pengolahan Data dan Perencanan Design
• Perhitungan Debit air limbah
• Penetapan Baku Mutu Air Limbah
• Penetapan kriteria design sesuai dengan pustaka
• Penetapan dimensi unit pengolahan
• Penggambaran Rancang Bangun (engineering design)
• Operasional dan Perawatan IPAL
• Rencana Anggaran Biaya unit IPAL
C
B



Gambar 4.3 Tahapan perencanaan

4.2.1 Judul Perencanaan

Judul tugas Akhir Perencanaan ini adalah "Desain IPAL Pengolahan *Grey Water* dengan Teknologi *Subsurface Flow Constructed Wetland* di Rusunawa Grudo Surabaya". Judul ini diperoleh karena adanya "GAP" antara kondisi ideal dengan kondisi realita. Kondisi realita yang ada adalah belum adanya instalasi pengolahan air limbah *grey water* di rusunawa Grudo Surabaya sehingga limbah cair yang dihasilkan akan berdampak pada pencemaran badan perairan.

4.2.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka bertujuan untuk membantu dan mendukung ide perencanaan serta dapat meningkatkan pemahaman yang lebih terhadap ide yang akan direncanakan. Tinjauan pustaka juga harus memiliki feedback dari analisis data dan pembahasan untuk menyesuaikan hasil analisis dengan literatur yang ada. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal internasional, jurnal Indonesia, peraturan dan baku mutu, *text book*, serta tugas akhir yang berhubungan dengan perencanaan ini. Data yang berasal dari sumber literatur meliputi:

2.1 Air Limbah Domestik
2.2 Karakteristik Limbah
2.3 Baku mutu Limbah
2.4 Proses Pengolahan Limbah
2.4.1 Bak Ekualisasi
2.4.2 Constructed wetland
2.5 Definisi *Costructed Wetland*
2.6 Sistem lahan Basah Buatan
2.6.2 Komponen sistem *Subsurface Flow Costructed Wetland*
2.8 Design *Subsurface Flow Costructed Wetland*

4.2.3 Pengumpulan data

Pada tugas akhir ini diperlukan data-data pendukung yang diperlukan dalam perencanaan. Data - data yang dibutuhkan sebagai berikut :

1. Data Primer :
   a. Karakteristik Limbah
      Karakteristik air limbah meliputi BOD, COD, TSS, dan pH. Sampel air limbah diambil sebanyak 3 kali dengan 6 titik pengambilan pada saat jam puncak pemakaian air yaitu pagi hari pukul 06.30 wib -08.00 wib. Dengan pengambilan sebanyak 3 kali ini dapat mempermudah dalam menentukan kualitas air yang tepat untuk digunakan dalam perencanaan. Dari sampel yang didapat akan dibawa ke laboratorium untuk diketahui nilai parameter yang akan di analisis.

Metode Analisis parameter dijelaskan dalam tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Metode Pengukuran

Parameter	Metode Pengukuran	Sumber
BOD	Metode Winkler	SNI 6989.72-2009
COD	Metode Refluks Tertutup Secara Titrimetri	SNI 6989.73-2009
TSS	Metode Gravimetri	SNI 06-6989.3-2004
pH	Metode pH meter	SNI 06-6989.11-2004

b. Luas Lahan kosong Lokasi IPAL
   Luas lahan akan dilakukan pengukuran secara langsung dilapangan dengan meteran dan diukur dengan aplikasi *google earth*.
c. Debit *Grey Water*
   Debit air didapat dari data primer pengukuran meter air. Dan disesuaikan dengan data rekening air bulanan PDAM rusunawa Grudo Surabaya.

2. Data sekunder :
   a. Denah dan Luas Lahan daerah rusunawa Grudo Surabaya
      Denah dan luas lahan rusunawa Grudo didapatkan dari Dinas Pengelolaan Bangunan dan Tanah kota Surabaya dan/atau Dinas PU Cipta karya kota Surabaya.
   b. Baku mutu air limbah rumah susun
      Baku mutu air limbah didasarkan pada peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 tahun 2013 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri dan kegiatan lainnya.
   c. Jumlah unit dan jumlah Penghuni
      Data ini didapat dari Badan Pengelola Rusun Grudo Surabaya
   d. Literatur Perencanaan desain IPAL

4.2.4 Pengolahan data dan perencanaan desain

Pengolahan data dilakukan setelah data-data yang dibutuhkan telah terkumpul. Adapun pengolahan data yang dilakukan meliputi :

a. Perhitungan Debit air limbah berdasarkan pengukuran *effluent* air limbah dari Rusunawa Grudo Surabaya
b. Penetapan Baku Mutu Air Limbah yang disesuaikan dengan Pergub Jatim No. 72 tahun 2013
c. Penetapan kriteria desain sesuai dengan pustaka
d. Penetapan dimensi unit pengolahan meliputi :
   - Kolam Ekualisasi
     Air limbah akan di alirkan ke kolam ekualisasi. Fungsi kolam ekualisasi untuk menghomogenkan air limbah dan untuk menjaga kuantitas debit air limbah yang dilirkan agar tidak fluktuatif serta berfungsi sebagai bak pengumpul awal sebelum dilakukan pengolahan.
   - Reaktor *Subsurface Constructed wetland*
     Media yang digunakan dalam reaktor adalah media pasir, kerikil dan tumbuhan *Cyperus Alternifolius*. Didaerah dekat inlet dan outlet dipasang kerikil dengan tujuan mencegah terjadinya penyumbatan dan sebagai penyangga pasir.
   - Kolam Penampungan
     Kolam penampung sebagai tempat untuk menampung air hasil olahan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan taman.
e. Penggambaran desain masing-masing Unit dengan menggunakan Autocad 2007
f. Pembuatan Operasional dan *maintenance* unit IPAL
g. Membuat Rencana Biaya Unit IPAL

4.2.5 Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan digunakan untuk memperjelas data yang telah diolah. Hasil dan pembahasan berdasarkan aspek teknis perencanaan sebagai berikut:

a. Rancang bangun *(Engineering Design)* pada unit IPAL

b. Adanya petunjuk Operasional dan *maintenance* unit IPAL

c. Adanya Rencana Biaya Unit IPAL

4.2.6 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan perencanaan. Kesimpulan tersebut meliputi :

a. Design Ipal pengolahan *grey water* dengan teknologi *Subsurface Flow Constructed Wetland* dirusunawa Grudo Surabaya
b. Terdapat petunjuk operasional dan *maintenace* Instalasi pengolahan limbah *grey water* dengan teknologi *Subsurface Flow Constructed Wetland* dirusunawa Grudo Surabaya
c. Terdapat Rencana Biaya Unit IPAL

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Perencanaan

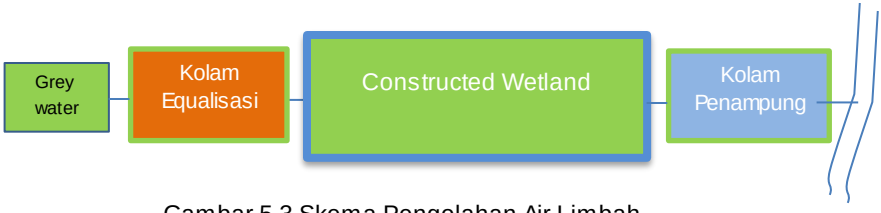
Perencanaan bangunan pengolahan air limbah domestik ini disusun berdasarkan realita yang ada bahwa aktivitas rumah tangga di rusunawa yang hampir seluruhnya menyalurkan *grey water* ke saluran drainase atau ke saluran got depan area rusun. Apabila di sallurkan ke drainase air akan menyebabkan pengendapan pada selokan atau sungai dan menyebabkan banjir. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mempertahankan kualitas air pada pada saluran drainase untuk menciptakan suatu teknologi pengolahan air limbah serta menuju terciptanya *eco-drainase* yang ramah lingkungan. Dengan demikian, perencanaan bangunan pengolahan air limbah domestik pada tugas akhir ini dapat diharapkan menjadi acuan bagi penetapan tipe pengolahan air limbah rumah tangga rusunawa *(grey water)* yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada. Dalam perencanaan ini diambil studi kasus didaerah Rusunawa Grudo Surabaya kelurahan Dr. Soetomo Kelurahan Tegal Sari. Berikut adalah wilayah rusunawa Grudo Surabaya. Gambar 5.1 dan 5.2.

Gambar 5.1 Kawasan Rusunawa Grudo Surabaya
(Sumber : *Google Earth* 2015)

Gambar 5.2 Denah Lokasi IPAL

Keterangan : Lokasi IPAL

5.1.1 Unit Pengolahan



Gambar 5.3 Skema Pengolahan Air Limbah

- Kolam Ekualisasi :

Kolam Ekualisasi berfungsi sebagai penampung air limbah dan menstabilkan debit yang akan masuk kepengolahan selanjutnya.

- Reaktor *Constructed wetland :*

Media yang digunakan pada reaktor ini adalah Pasir , kerikil dan tanaman *Cyperus*.

- Bak Penampung :

Bak penampung ini berfungsi sebagai tempat untuk menampung air pengolahan dan untuk mengontrol keadaan sistem masih

kondisi baik atau *clogging.* Air dari hasil olahan dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih untuk keperluan taman.

- Pipa Outlet :

Air hasil olahan akan dialirkan pada pipa outlet, yang langsung di alirkan pada saluran drainase.

5.2. Pengumpulan data

5.2.1 Karakteristik Air Limbah

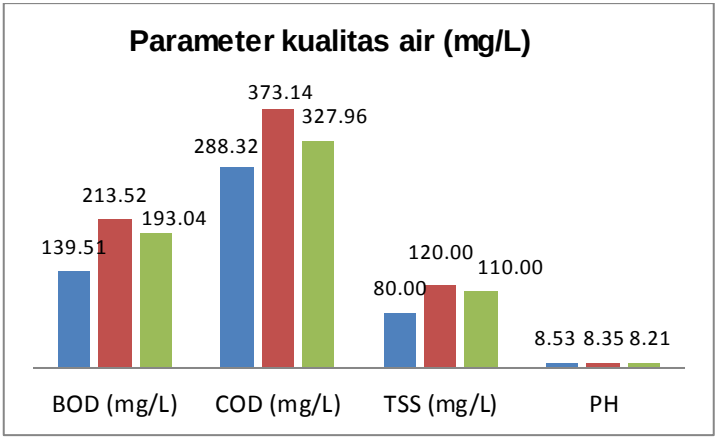
Penentuan karakteristik limbah dalam perencanaan ini didapatkan dari data primer yang didasarkan pada hasil uji parameter kualitas air limbah *grey water* di Rusunawa Grudo Surabaya. Data Primer diambil dari pipa effluent limbah dari rumah susun pada tanggal 10 maret, 17 maret dan 24 maret 2016 dan masing-masing diambil pada pukul 06.30 wib – 08.00 wib. Teknik sampling yang dilakukan yaitu dengan metode komposit yang merupakan campuran dari beberapa sampel. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan. Berikut adalah hasil uji karakteristik limbah *grey water* rusunawa Grudo Surabaya pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Karakteristik Limbah *Grey Water*

Parameter	Satuan	Nilai *(Influen)*			Rata-rata	Baku Mutu
BOD	mg/L	139.51	213.52	193.04	182.02	30
COD	mg/L	288.32	373.14	327.96	329.81	50
TSS	mg/L	80.00	120.00	110.00	103.33	50
PH	-	8.53	8.35	8.21	8.36	6 - 9

Sumber : Hasil analisa

Dari tabel diatas, dari pH semua sampel telah memenuhi baku mutu. Data primer selanjutnya diolah dalam bentuk grafik agar dapat dilihat dengan lebih jelas perbandingan konsentrasi dari masing-masing parameter sumber pencemar. Grafik pencemaran pada gambar 5.4 sebagai berikut.



Gambar 5.4 Pencemaran Limbah *Grey Water*

Dari karakteristik limbah *grey water* tersebut, didapatkan nilai deviasi dari tiap parameter pada tabel 5.2, 5.3, 5.4 dan 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Deviasi Nilai BOD

No	Skor x	x - Rata"	(x - Rata)^2
1	139.51	-42.52	1807.53
2	213.52	31.50	992.19
3	193.04	11.02	121.35
Average	182.02		2921.08

Nilai Standar deviasi BOD :

$$Sd = \sqrt[2]{\frac{\in(x-xi)^2}{n}} = \sqrt[2]{\frac{2921.08}{3}} = 31.20 \text{ mg/l}$$

Nilai varian koefisien BOD :

$$Cv = \frac{100.S}{x} = \frac{100 \text{ x } 31.26}{182.18} = 17.14 \ \%$$

Tabel 5.3 Deviasi Nilai COD

No	Skor x	x - Rata"	(x - Rata)^2
1	288.32	-41.49	1721.14
2	373.14	43.33	1877.78
3	327.96	-1.85	3.41
Average	329.81		3602.33

Nilai Standar deviasi COD :

$$Sd = \sqrt[2]{\frac{\in(x-xi)^2}{n}} = \sqrt[2]{\frac{3602.33}{3}} = 34.65 \text{ mg/l}$$

Nilai varian koefisien COD :

$$Cv = \frac{100.S}{x} = \frac{100 \text{ x } 34.65}{329.81} = 10.51 \ \%$$

Tabel 5.4 Deviasi Nilai TSS

No	Skor x	x - Rata"	(x - Rata)^2
1	80.00	-23.33	544.44
2	120.00	16.67	277.78
3	110.00	6.67	44.44
Average	103.33		866.67

Nilai Standar deviasi TSS :

$$Sd = \sqrt[2]{\frac{\in(x-xi)^2}{n}} = \sqrt[2]{\frac{866.67}{3}} = 17.00 \text{ mg/l}$$

Nilai varian koefisien TSS :

$$Cv = \frac{100.S}{x} = \frac{100 \text{ x } 17.00}{103.33} = 16.45 \ \%$$

Tabel 5.5 Deviasi Nilai pH

No	Skor x	x - Rata"	(x - Rata)^2
1	8.53	0.17	0.03
2	8.35	-0.01	0.00
3	8.21	-0.15	0.02
Average	8.36		0.05

Nilai Standar deviasi pH :

$$Sd = \sqrt[2]{\frac{\in(x-xi)^2}{n}} = \sqrt[2]{\frac{0.05}{3}} = 0.13$$

Nilai varian koefisien pH :

$$Cv = \frac{100.S}{\in(x-xi)^2} = \frac{100 \text{ x } 0.13}{8.36} = 1.57 \ \%$$

Jadi dari perhitungan deviasi diatas range nilai parameter kualitas air limbah pada tabel 5.6 sebagai berikut:

Tabel 5.6 Range nilai Parameter Kualitas Air

Parameter	Deviasi (%)	Awal	Akhir
BOD	17.18	150.82	213.23
COD	13.70	295.15	364.46
TSS	16.45	86.34	120.33
pH	1.57	8.23	8.49

Sumber : hasil perhitungan

5.2.2 Penetuan Debit Air Limbah Rusun

Dalam penentuan debit air limbah didasarkan dari penggunaan air bersih. Data air bersih tersebut didapat dari kebutuhan total penghuni rusunawa Grudo Surabaya. Pada perencanaan ini diterapkan bahwa 80% merupakan angka persentase yang digunakan untuk menentukan air limbah yang terbentuk dari proses harian penggunaan air oleh penghuni rusun. Menurut Tchobanoglous (2003), debit air limbah dapat perkirakan mencapai 80% kebutuhan air bersih pada perumahan. Bagian *grey water* adalah sekitar 75% dari total volume limbah cair domestik (Hasen & Kjellerup (1994), dalam Eriksson *et al* (2001). Sedangkan menurut *Hawaii State Departement of Health Wastewater brance* (2009), limbah *grey water* yang berasal dari *zink*, bak mandi, dan mesin cuci diperkirakan 50-80% dari total air limbah perumahan yang dihasilkan.

Pengumpulan data kuantitas air air bersih dilakukan dengan pengamatan langsung meteran induk air bersih rusunawa Grudo Surabaya. Hasil pengamatan ini didapatkan data primer penggunaan kebutuhan air bersih rusunawa pada tabel 5.7 sebagai berikut.

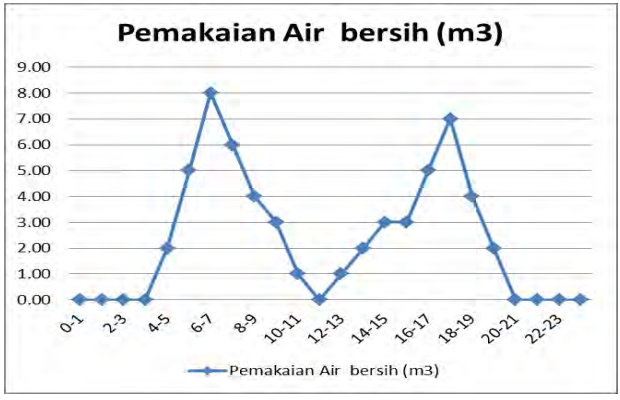
Tabel 5.7 Data Kuantitas Air Bersih Rusunawa Grudo

Jam	Pemakaian Air bersih (m3)
0-1	0.00
1-2	0.00
2-3	0.00
3-4	0.00
4-5	2.00
5-6	5.00

6-7	8.00
7-8	6.00
8-9	4.00
9-10	3.00
10-11	1.00
11-12	0.00
12-13	1.00
13-14	2.00
14-15	3.00
15-16	3.00
16-17	5.00
17-18	7.00
18-19	4.00
19-20	2.00
20-21	0.00
21-22	0.00
22-23	0.00
23-24	0.00
Total	56.00

Sumber : Hasil pengamatan

Dari data diatas dapat dibuat grafik fluktuasi air bersih rusunawa Grudo Surabaya pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Fluktuasi Air Bersih Rusunawa Grudo

Diketahui bahwa total penghuni rusun lokasi perencanaan ini pada tabel 5.8 sebagai berikut :

Tabel 5.8 Penghuni Rusun Tiap Lantai

Lantai	Jumlah Unit	Penghuni/kamar	Penghuni
2	24	4	96
3	24	4	96
4	24	4	96
5	24	4	96
Total Penghuni			386

Sumber : Pengelola Rusun

Berdasarkan data tersebut dapat ditentukan debit air limbah perencanaan sebagai berikut :

Debit air bersih = 56 m^3/hari
Jumlah Penghuni = 386 orang

Debit air limbah dapat diperkirakan mencapai 80% kebutuhan air bersih (Tchobanoglous, 2003)

Q limbah (m^3/hari) = Q air bersih (m^3/hari) x 80%
= 56 m^3/hari x 80 %

= 44.8 m^3/hari

Q limbah tiap orang (m^3/hari) = $\frac{Q\ limbah\ (\frac{m3}{hari})}{Jumlah\ penghuni}$

= 44.8 m^3/hari / 386 orang

= 0.11667 m^3/orang.hari

= 116.67 L/orang.hari

Limbah grey water di asumsikan 75% dari total air limbah:

Q grey water = Q limbah total * 75%

= 44.8 m^3/hari * 75%

= 33.6 m^3/hari

Dalam perhitungan diatas didapatkan nilai air limbah *grey water* sebesar 33.6 m^3/hari. Data debit air limbah ini yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan unit pengolahan.

5.3 Perhitungan Desain Unit Pengolahan

5.3.1 Bak ekualisasi

Dalam perencanaan ini dibutuhkan unit bak ekualisasi sebagai bak penampung awal untuk menjaga kuantitas debit air limbah yang masuk. Debit atau aliran dan konsentrasi limbah yang fluktuatif akan disamakan debit dan konsentrasinya dalam bak ekualisasi, sehingga memberikan kondisi optimum pada pengolahan selanjutnya.

Perhitungan bak ekualisasi dilakukan berdasarkan langkah – langkah berikut:

1. Mencari data fluktuasi debit pemakaian air bersih yang didapatkan dari data primer pengamatan lapangan meteran induk rusunawa Grudo.
2. Mencari fluktuasi air limbah yang didapatkan dari 80% pemakaian air bersih.
3. Melakukan penentuan volume bak ekualisasi dengan memasukkan Vcum dan Vcum-ave dalam sebuah grafik. Lalu diambil selisih terjauh yang selanjutnya akan menjadi Volume bak Ekualisasi dalam perencanaan.

Dalam penentuan desain dari bak ekualisasi didasarkan atas perhitungan bak ekualisasi dari *Wastewater Engineering Treatment and Reuse* oleh *Tchobanoglus*,(2003). Berikut adalah perhitungan design bak ekualisasi pada tabel 5.9

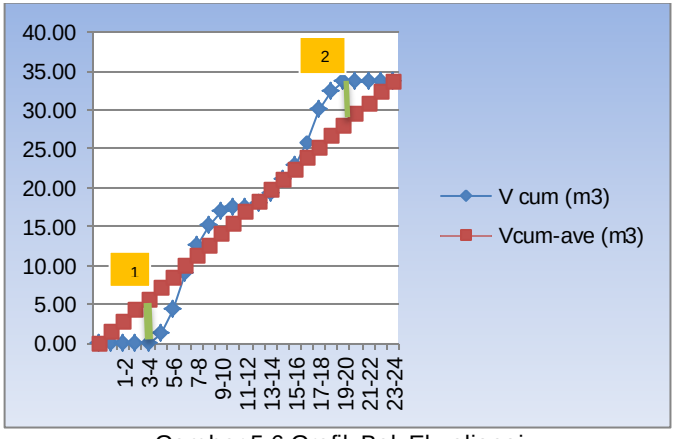
Tabel 5.9 Perhitungan Bak Ekualisasi

Waktu (jam)	Pemakaian Air bersih (m3/jam)	V Limbah 80% (m3)	Grey water 75% (m3)	V cum (m3)	V ave (m3)	Vcum-ave (m3)	Selisih
0-1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40	-1.400
1-2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	2.80	-2.800
2-3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	4.20	-4.200
3-4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	5.60	-5.600
4-5	2.00	1.60	1.20	1.20	1.40	7.00	-5.800
5-6	5.00	4.00	3.00	4.20	1.40	8.40	-4.200
6-7	8.00	6.40	4.80	9.00	1.40	9.80	-0.800
7-8	6.00	4.80	3.60	12.60	1.40	11.20	1.400
8-9	4.00	3.20	2.40	15.00	1.40	12.60	2.400
9-10	3.00	2.40	1.80	16.80	1.40	14.00	2.800
10-11	1.00	0.80	0.60	17.40	1.40	15.40	2.000
11-12	0.00	0.00	0.00	17.40	1.40	16.80	0.600
12-13	1.00	0.80	0.60	18.00	1.40	18.20	-0.200
13-14	2.00	1.60	1.20	19.20	1.40	19.60	-0.400
14-15	3.00	2.40	1.80	21.00	1.40	21.00	0.000
15-16	3.00	2.40	1.80	22.80	1.40	22.40	0.400
16-17	5.00	4.00	3.00	25.80	1.40	23.80	2.000
17-18	7.00	5.60	4.20	30.00	1.40	25.20	4.800
18-19	4.00	3.20	2.40	32.40	1.40	26.60	5.800

19-20	2.00	1.60	1.20	33.60	1.40	28.00	5.600
20-21	0.00	0.00	0.00	33.60	1.40	29.40	4.200
21-22	0.00	0.00	0.00	33.60	1.40	30.80	2.800
22-23	0.00	0.00	0.00	33.60	1.40	32.20	1.400
23-24	0.00	0.00	0.00	33.60	1.40	33.60	0.000

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan perhitungan tabel 5.9. data volum kumulatif kemudian di buat grafik pada gambar 5.6 sebagai berikut.



Gambar 5.6 Grafik Bak Ekualisasi

Berdasarkan gambar 5.6, diketahui bahwa selisih dari dua titik kritis terbesar yaitu titik 1 pada periode (jam) 4-5 dan titik 2 pada pada periode (jam) 18.00-19.00. Kumulatif Volume dari titik 1 periode (jam) 4-5 adalah -5.800 m^3, sedangkan kumulatif volume dari titik 2 periode (jam) 18.00-19.00 adalah 5.800 m^3.

V Ekualisasi = titik 2- titik 1
= 5.800 – (-5.800)
= 11.60 m^3

Dimensi Bak ekualisasi :

Direncanakan ,

h rencana = 2 m

A $= \frac{V}{h}$

$= \frac{11.60}{2}$

$= 5.8\ m^2$

Perbandingan dimensi bak :P : L = 1 : 2

Lebar (l) $= \sqrt{\frac{A}{2}}$

$= \sqrt{\frac{5.8}{2}}$

= 1.7 m ~ 2 m

Panjang (p) = 2 x l

= 2 x 1.7

= 3.4 m ~ 3.5 m

Dimensi Bak Ekualisasi:

Panjang : 3.5 m

Lebar : 2 m

Tinggi : 2 m

Freboard : 0.3 m

Tebal dinding : 0.2 m

Perhitungan pipa Influen dan Efluen Limbah :

Direncanakan :

Kriteria desain : V : 0.3-3 m/s (Qosim, 1985)

Perhitungan :

Debit air limbah : Q = 33.60 m^3/hari

= 0.00039 m^3/s

V rencana = 1 m/s

A $= \frac{Q}{v}$

$= \frac{0.00039}{1}$

$= 0.00039\ m^2$

Diamater Pipa $= \sqrt{\frac{4A}{3.14}}$

$= \sqrt{\frac{4.0.00039}{3.14}}$

= 0.022 m ~ 22 mm.

Dari perhitungan diatas, dikarenakan diameter pipa terlalu kecil, sehingga akan digunakan ukuran diameter pipa pasaran merk Wavin dengan ukuran 42 mm.

5.3.2 Perhitungan pompa

Pada perencanaan ini dibutuhkan pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air limbah *grey water* dari bak ekualisasi menuju IPAL *Constructed wetland.* Perhitungan pompa didasarkan pada debit rata-rata air limbah rusunawa dan kecepatan aliran air limbah. Perhitungan pompa sebagai berikut :

Perhitungan :

Debit air limbah : Q = 33.60 m^3/hari

= 0.00039 m^3/s

V rencana = 1 m/s

A $= \frac{Q}{v}$

$= \frac{0.00039}{1}$

= 0.00039 m^2

Diamater Pipa $= \sqrt{\frac{4A}{3.14}}$

$= \sqrt{\frac{4.0.00039}{3.14}}$

= 0.022 m ~ 22 mm.

Dari perhitungan diatas, dikarenakan diameter pipa terlalu kecil, sehingga akan digunakan ukuran diameter pipa pasaran merk Wavin dengan ukuran 60 mm. Data spesifikasi pipa pada lampiran 3.

Perhitungan Head Pompa :

Head Pompa = H statis + H sistem

Direncanakan :

H statis = 1.8 m

Head sistem = mayor loses + minor loses + $\frac{v^2}{2g}$

Mayor Losses :

L (discharge) = 3.07 m

Hf mayor = $\left[\frac{Q}{0.00155 . C . D^{2.63}}\right]^{1.85}$ x L

= $\left[\frac{0.39}{0.00155 . 150 . 4.2^{2.63}}\right]^{1.85}$ x 3.07

= 0.0078 m

Minor Losses :

Head minor akibat belokan 90^0

Hf = $n\ x\ (\ k\ \frac{v^2}{2g})$

= 2 x $(\frac{0.75\ x\ 1^2}{2.9,81})$

= 0.076 m

Head *check valve* :

Hf = $1\ x\ (\ k\ \frac{v^2}{2g})$

= 1 x $(\frac{2.5\ x\ 1^2}{2.9,81})$

= 0.127 m

Head *Gate valve* :

Hf = $3\ x\ (\ k\ \frac{v^2}{2g})$

= 3 x $(\frac{0.19\ x\ 1^2}{2.9,81})$

= 0.0291 m

Sambungan Tee :

Hf $= n\ x\ (\ k\ \frac{v^2}{2g})$

$= 1 \text{ x } (\frac{0.25\ x\ 1^2}{2.9,81})$

= 0.013 m

Total Hf minor = 0.076 + 0.127 + 0.0291 + 0.013

= 0.246 m

Head dipengaruhi Kecepatan :

Hv $= \frac{v^2}{2g}$

$= \frac{1^2}{2\ x\ 9.81}$

= 0.051 m

Hf sistem = Hf Mayor + hf minor + hv

= 0.0078 m + 0.246 + 0.051

= 0.304 m

Head Pompa = Head statis + h sistem

= 1.8 m + 0.304

= 2.104 m

Berdasarkan perhitungan dari head pompa, diketahui bahwa spesifikasi pompa yang digunakan adalah jenis pompa Groundfos *submersible pump* tipe UNILIFT CC5-MI dengan spesifikasi dapat dilihat pada lampiran 4. Jenis pompa groundfos *submersible pump* tipe UNILIFT CC5-MI dapat dilihat pada gambar 5.7 sebagai berikut.

Gambar 5.7 Pompa Groundfos *Submersible Pump*

5.3.3 Perhitungan *Constucted Wetland*

Pada perencanaan IPAL ini unit *Constructed wetland* merupakan unit pengolahan utama yang digunakan dalam mengurangi konsentrasi BOD ,COD dan TSS yang terkandung dalam air limbah *grey water.* Sistem aliran yang akan direncanakan adalah *Horisontal Surface Flow Constructed Weltand (HSFCW)* :

Diketahui :

Influen air limbah

BODin	= 182.60 mg/L
CODin	= 356.47 mg/L
TSSin	= 103.33 mg/L

Direncanakan:

Q	= 33.60 m^3/day
Media	= Medium sand
Ks	= 420.486 m^3/m^2.day
Porositas media	= 0.42
Kedalaman Media	= 0.5 m
Slope rencana	= 0.01 m/m
Tumbuhan	= Cyperus
Kerapatan Tumbuhan	= 1 rumpun (± *10-20 stems*) / m^2

Penentuan Efisiensi removal *Constructed Weltand :*

Efisiensi removal BOD:

BODin	=182.60 mg/L
BODout rencana	= 25 mg/L

Menghitung efisiensi removal BOD:

Efisiensi (%R) $= \frac{Co - Ce}{Co}$ x 100%

$= \frac{182.15 - 25}{182.60}$ x 100%

= 86 %

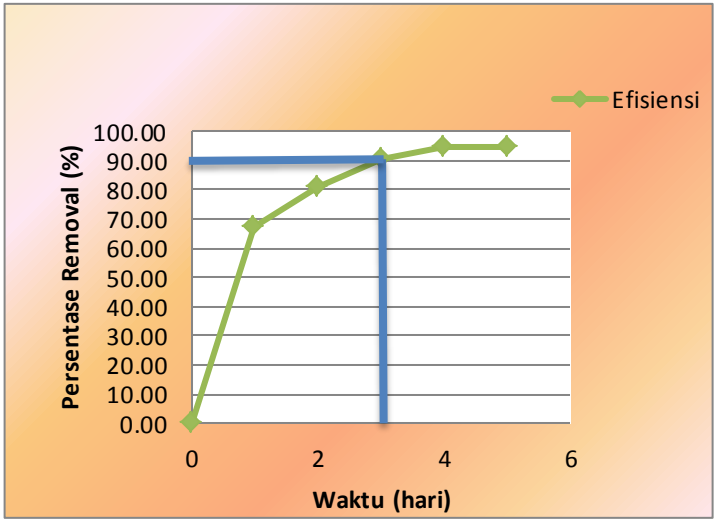
Untuk mencari nilai td didapatkan dari hasil penelitian Supradata (2005) dengan tumbuhan *Cyperus alternifolius* yang didapatkan sebuah model persamaan. Dimana hasil penelitian dan grafik penurunan BOD pada tabel 5.10 sebagai berikut :

Tabel. 5.10 Penurunan Nilai BOD

Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5
BOD (mg/L)	279.51	91.91	52.63	26.25	14.34	14.18

Sumber : Supradata 2005

Penurunan nilai BOD dan nilai efisiensi removalnya dilihat pada gambar 5.8 berikut :



Gambar 5.8 Efisien removal BOD
(Sumber : Supradata 2005)

Dari grafik diatas didapatkan persamaan model sebagai berikut :

$$(BOD_5)_t = (BOD_5)_0 \,.\, e^{-0.697\,t}$$

Sesuai persamaan diatas, dapat dilakukan perhitungan td dari perencanaan sebagai berikut.

$(BOD_5)_t$ = $(BOD_5)_0$. $e^{-0..697\ t}$

25 mg/l = 182.15 mg/l . $e^{-0..697\ t}$

T (waktu tinggal) = $\frac{\ln 182.15 - \ln 25}{0.697}$

T (waktu tinggal) = 2.8 hari

Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan td sebesar 2.8 hari. Sebagai nilai keamanan dari perencaan akan digunakan nilai td sebesar 3 hari.

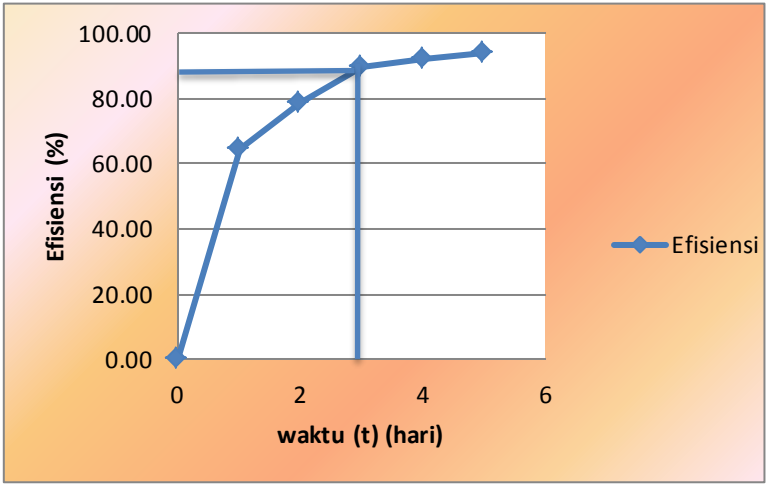
Efisiensi removal COD:
CODin = 329.81 mg/L
Td = 3 hari (perhitungan BOD)
Nilai penurunan COD didasarkan dari hasil penelitian Supradata (2005), dimana didapatkan tabel penurunan COD dan efisiensi removalnya pada tabel 5.12 dan tabel 5.13 sebagai berikut:

Tabel. 5.11. Penurunan nilai COD

Waktu	0	1	2	3	4	5
COD (mg/L)	405	142.44	85.72	41.14	31.68	24.62

Sumber : Supradata 2005

Grafik Nilai efisiensi removal sebagai berikut dilihat pada gambar 5.9 berikut .



Gambar 5.9 Efisien removal COD
(Sumber : Supradata 2005)

Dari grafik diatas didapatkan persamaan model sebagai berikut :

$$COD_t = COD_0 \cdot e^{-0.6401\ t}$$

Keterangan :

$(COD)_t$	= Konsentrasi COD akhir (mg/l)
$(COD)_0$	= Konsentrasi COD awal (mg/l)
td	= waktu tinggal (hari)

Sesuai persamaan diatas, dapat dilakukan perhitungan COD out dari perencanaan sebagai berikut.

$$COD_t = COD_0 \cdot e^{-0..6401\ t}$$

$$COD_t = 329.81\ mg/l \cdot e^{-0.6401\ 3}$$

$$COD_t = 48.35\ mg/l$$

Menghitung efisiensi removal COD:

Efisiensi (%R) $= \frac{Co - Ce}{Co}$ x 100%

$= \frac{329.81 - 48.35}{329.81}$ x 100%

= 85 %

Jadi dari hasil perhitungan efisiensi removal COD adalah 85 %

Perhitungan Dimensi *Constructed Weltand :*

Diketahui :

Q	= 33.60 m^3/day
BODin	= 182.60 mg/L
TSSin	= 153.33 mg/L
Td	= 3 hari
Media	= *Medium sand*
Ks	= 420.486 m^3/m^2.day
Porositas media (α)	= 0.42
Kedalaman Media	= 0.5 m
Slope rencana	= 0.01 m/m
Tumbuhan	= Cyperus alternifolius
Jarak tanaman	= 1 m
Kerapatan tanaman	= 1 rumpun (10 – 20 stem)/ m^2

Perhitungan:

Volume $= \frac{Q \,.\, td}{\alpha}$

$= \frac{33.60 \frac{m3}{day} .\ 3 \text{ hari}}{0.42}$

= 240 m^3

Across $= \frac{Q \ x \ Ks}{S}$

$= \frac{33.6 \frac{m3}{day} x \ 420.486}{0.01}$

= 4.99 m^2

Lebar $= \frac{A\ cross}{h}$

$= \frac{4.99\ m}{0.5\ m}$

= 9.99 m ~ 10 m

Panjang $= \frac{td\ x\ Q}{l\ x\ h\ x\ \alpha}$

$= \frac{3\ x\ 33.8\ \frac{m3}{day}}{9.99\ m\ x\ 0.5\ m\ x\ 0.42}$

= 48.06 m ~ 48 m

A surface = p x l

= 9.99 m x 48.06 m

= 480 m^2

Diameter Lubang pipa pembagi :

Q(debit limbah) = v x A x ∑ lubang

0.000389 m^3/d = 0.3 x (1/4*3.14* d^2) x 5

d lubang pembagi = 0.018 m

= 1.8 cm ~ 2.0 cm

Loading rate :

Hidrolic loading rate (HLR) $= \frac{Q}{A\ surface}$

$= \frac{33.60\ \frac{m3}{day}}{480 m^2}$

= 0.07 m^3/m^2 . hari

Telah memenuhi standar menurut Suprinanto dan Nieke,(2008) sebesar 0.4 m^3/m^2 . hari

BOD loading rate (BODlr) $= \frac{Q\ x\ BODin}{A\ surface}$

$= \frac{33.60\ \frac{m3}{day}\ x\ 182.15\ mg/l}{120 m^2}$

= 12.75 g/m^2 . hari

Telah memenuhi standar menurut EPA,(2000) sebesar antara 6.72 – 15.68 g/m^2 . hari

Penyisihan TSS = TSS_0 (0.1058 + (0.0011 *HLR))

= 103.33 (0.1058 + (0.0011* 7 cm/h)

= 17.4 mg/l

Efisiensi Removal TSS :

Efisiensi (%R) $= \frac{Co - Ce}{Co}$ x 100%

$= \frac{103.33 - 11.278}{103.33}$ x 100%

= 88 %

Reaktor *constructed wetland* yang direncanakan dipengaruhi nilai evapotranspirasi dan presipitasi. Nilai presipitasi yang digunakan didapat dari data curah hujan kota Surabaya stasiun Gubeng pada tahun 2016. Berikut data curah hujan kota Surabaya pada tabel 5.12 dan detail pada lampiran 5.

Tabel 5.12 Data Curah Hujan Harian Kota Surabaya

Tahun	Curah Hujan (mm/hari)
2010	20
2011	16
2012	19
2013	20
2014	17
2015	14

Sumber: BMKG 2016

Berdasarkan data diatas, nilai presipitasi menggunakan data curah hujan harian yang terbesar yaitu 20 mm/hari. Hal ini dikarenakan dimungkinkan kondisi tersebut akan terjadi kembali pada waktu berikutnya. Sedangkan untuk nilai evapotranspirasi didapatkan dari hasil penelitian Tuttolomondo *et.al* (2014) bahwa nilai evapotranspirasi dari nilai *Cyperus alternifolius* disesuaikan dengan temperatur kota Surabaya sekitar 32°C *(Accuweather,* 2016) sebesar 24 mm/hari.

Evapotranspirasi (ET_{CYP}) = $\frac{24\ mm}{hari}$ x $\frac{1\ m}{1000\ mm}$ x 480 m^2

= 11.52 m^3/hari

Presipitasi (P) = $\frac{20\ mm}{hari}$ x $\frac{1\ m}{1000\ mm}$ x 480 m^2
= 9.6 m^3/hari

Q efluen IPAL = Q_{in} - ET_{CYP} + P
= 33.60– 11.52 + 9.6
= 31.68 m^3/hari

5.3.4 Perhitungan Kolam Penampungan

Kolam penampung direncanakan untuk menampung air hasil olahan dari *Subsurface Flow Constructed Wetland* sebelum dibuang kebadan air. Kolam penampung dapat mempermudah proses operasi dan pemeliharaan khususnya pada proses pengambilan sampel efluen air limbah untuk diuji kensentrasinya disesuaikan dengan baku mutu yang ada. Fungsi lain dari kolam penampung adalah hasil pengolahan ini dapat juga dimanfaatkan kembali untuk air siram tanaman. Diketahui debit air limbah yang dihasilkan sebagai berikut:

Diketahui :

Q = 33.6 m^3/day
= 0.023 m^3/menit
Td = 3 jam

Direncanakan :

h = 1 m

Perhitungan :

Volume Limbah (V) = Q x td

= 33.6 m^3/hari x 180 menit

= 4.2 m^3

$A_{surface}$ = $\frac{V}{h}$

= $\frac{4.2\ m^3}{1\ m}$

= 4.2 m^2

Perbandingan dimensi bak :P : L = 1 : 1

Lebar (l) = $\sqrt{A}$

= $\sqrt{4.2}$

= 2 m

Panjang (p) = 2 m

Dimensi Kolam penampung:

Panjang : 2 m

Lebar : 2 m

Tinggi : 1 m

Tebal dinding : 0.2 m

Perhitungan pipa Efluen Limbah :

Direncanakan :

Kriteria desain : V : 0.3-3 m/s (Qosim, 1985)

Diketahui:

Debit air limbah : Q = 33.60 m^3/hari

= 0.00039 m^3/s

V rencana = 1 m/s

A $= \frac{Q}{v}$

$= \frac{0.00039}{1}$

$= 0.00039\ m^2$

Diamater Pipa $= \sqrt{\frac{4A}{3.14}}$

$= \sqrt{\frac{4.0.00039}{3.14}}$

= 0.022 m ~ 22 mm.

Dari perhitungan diatas, dikarenakan diameter pipa terlalu kecil, sehingga akan digunakan ukuran diameter pipa pasaran merk Wavin dengan ukuran 60 mm.

5.4 *Massa Balance* IPAL *Subsurface Flow Constructed Wetland*

Penentuan kesetimbangan massa diperlukan untuk menentukan arah massa yang terbebaskan akibat proses pengolahan air limbah *grey water* dalam IPAL *Subsurface Flow Constructed Wetland.* Adanya kesetimbangan massa juga berfungsi untuk menentukan sistem operasi dan pemeliharaan Ipal. Berikut *massa balance* IPAL *Subsurface Flow Constructed Wetland :*

Massa balance:

Q limbah = 33,60 m^3/hari

= 33.600 L/hari

Konsentrasi :

BODin = 182.02 mg/l

= 0.000182 kg/l

CODin = 329.81 mg/l

= 0.000330 kg/l

TSSin = 103.33 mg/l

= 0.000103 kg/l

Efisien Removal :

BOD = 86 %

= 0.86

COD = 85 %

= 0.85
TSS = 88.%
= 0.88

Massa Konsentrasi awal :
MBOD = Q X BOD in
= 33600 L/hari x 0.000182 kg/l
= 6.12 kg/hari
MCOD = Q X COD in
= 33600 L/hari x 0.000330 kg/l
= 11.08 kg/hari
MTSS = Q X TSS in
= 33600 L/hari x 0.000103 kg/l
= 3.47 kg/hari

Massa Konsentrasi akhir (out) :
MBOD = Q X (1-BODremoval) x BOD in
= 33600 L/hari x (1- 0.8626) *0.000182 kg/l
= 0.84 Kg/hari
MCOD = Q X (1-CODremoval) x COD in
= 33600 L/hari x (1- 0.8534) *0.000330 kg/l
= 1.62 Kg/hari
MTSS = Q X (1-TSSremoval) x TSS in
= 33600 L/hari x (1- 0.8865) *0.000103 kg/l
= 0.39 Kg/hari

Massa Pengendapan:
MBOD = MBOD in - MBODout
= 6.12 kg/hari - 0.84 Kg/hari
= 5.28 Kg/hari
MCOD = COD in – CODout
= 11.08 kg/hari – 1.62 Kg/hari
= 9.46 Kg/hari
MTSS = TSS in – TSS out
= 3.47 kg/hari – 0.39 Kg/hari
= 3.08 Kg/hari

5.5 Profil hidrolis

Profil hidrolis adalah gambaran perbandingan level muka air dengan elevasi tanah. Perhitungan headloss ekualisasi, *subsurface flow constructed wetland,* dan kolam penampung sebagai berikut:

1. Pehitungan Ekualisasi

Perhitungan Headloss kolam ekualisasi dapat didapatkan dari persamaan manning. Perhitungan sebagai berikut:

Headloss karena kecepatan aliran di unit pengolahan dapat ditentukan dengan berdasarkan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut :

Hf $= fx\ (\frac{L\,v^2}{D.2g})$

Dengan :

hl = kehilangan tekanan (m)

f = koefisien

f = 1.5 (0.01989 + $(\frac{0.0005078}{4R})$

L = panjang pipa (m)

V = kecepatan aliran (m/v)

D = Diameter pipa (m)

Perhitungan :

Diketahui :

L pipa = 1.91 m

Kecepatan aliran (v) = 0.6 m/s

Diameter pipa = 76 mm

Headloss kecepatan :

P (b) = 3.5 m

L (y) = 2 m

R $= \frac{b\ x\ y}{b+2y}$

$= \frac{3.5\ x\ 2}{3.5\ +2.2}$

= 0.9

f = 1.5 (0.01989 + ($\frac{0.0005078}{4R}$))

= 1.5 (0.01989 + ($\frac{0.0005078}{4 .\ 0.9}$))

= 0.03

Headloss akibat belokan dan jatuhan:

Kompartemen1 :

L jatuhan 1 : 2 m

L belokan1 : 1.65 m

Hf jatuhan 1 = $\left(\frac{v.n}{1.R^{2/3}}\right)^2$. L

Hf jatuhan 1 = $\left(\frac{1\ .0.015}{1.0.9^{2/3}}\right)^2$. 2

= 0.006173 m

Hf belokan1 = $\left(\frac{1\ .0.015}{1.0.9^{2/3}}\right)^2$. 1.65

= 0.005093 m

Kompartemen 2 :

L jatuhan 2 : 2 m

L belokan 2 : 1.65 m

Hf jatuhan 2 = $\left(\frac{v.n}{1.R^{2/3}}\right)^2$. L

Hf jatuhan 2 = $\left(\frac{1\ .0.015}{1.0.9^{2/3}}\right)^2$. 2

= 0.006173 m

Hf belokan 2 = $\left(\frac{1\ .0.015}{1.0.9^{2/3}}\right)^2$. 1.65

= 0.005093 m

Headloss karena kecepatan aliran:

Hf = $0.03\ x\ \left(\frac{L\,v^2}{D.2g}\right)$

= $0.03\ x\ \left(\frac{1.91\ \ 0.6^2}{0.076.\ 2.9.81}\right)$

= 0.038 m

2. *Subsurface flow constructed wetland* di hitung menggunakan rumus Darcy sebagai berikut:

$$W^2 = \frac{As\ x\ Q}{K\ x\ Dw\ x\ \mathrm{dh}}$$

Dimana :

W = lebar (m)
Q = Debit (m^3/hari)
As = Luas Pemukaan (m^2)
K = *Hydraulic conductivity* (m^3/m^2. Hari)
(*Medium sand : 500 dan Medium Gravel : 10000)*
Dw = Kedalaman (m)
Dh = Headloss (m)

Besar *headloss* pada media *Constructed wetland* adalah

$$W^2 = \frac{As\ x\ Q}{K\ x\ Dw\ x\ \mathrm{dh}}$$

$$\mathrm{dh} = \frac{33.60\ x\ 460}{500\ x\ 0.5\ x\ 46^2}$$

dh = 0.0015 m

Selain dengan media tanam tumbuhan *Cyperus*, *Constructed wetland* juga terdapat penyangga di sisi inlet dan outlet media dengan menggunakan *medium gravel* dengan panjang 1 m.

Besar *headloss* pada media Penyangga *Constructed wetland* adalah:

$$W^2 = \frac{As\ x\ Q}{K\ x\ Dw\ x\ \mathrm{dh}}$$

$$\mathrm{dh} = \frac{33.60\ x\ 10}{1000\ x\ 0.5\ x\ 1^2}$$

dh = 0.067 m

Total *headloss* yang terjadi pada media unit *subsurface flow constructed wetland* adalah sebgai berikut:

Total *Headloss* = *Headloss* pada penyangga inlet + *Headloss* media tanam + *headloss* pada penyangga outlet

Total *Headloss* = 0.67 + 0.0015 + 0.67
= 0.0687 m
= 6.87 cm

3. Kolam Penampung

Headloss jatuhan dan belokan di dasarkan pada rumus manning, Aliran air yang masuk pada pipa inlet memiliki headloss akibat adanya jatuhan dan belokan aliran air dalam bangunan (krida,2015):

Hf $= \left(\frac{v.n}{1.R^{2/3}}\right)^2 . L$

Keterangan :

V = kecepatan (m/s)
n = nilai kekasaran (beton : 0.015)
R = jari-jari hidrolis
L = panjang jatuhan / belokan

P (b) = 2 m
L (y) = 2 m

R $= \frac{b\ x\ y}{b+2y}$

$= \frac{2\ x\ 2}{2\ +2.2}$

= 0.67

Perhitungan :
L jatuhan : 1 m
L belokan : 2 m

Hf jatuhan $= \left(\frac{v.n}{1.R^{2/3}}\right)^2 . L$

Hf jatuhan $= \left(\frac{1\ .0.015}{1.0.67^{2/3}}\right)^2 . 1$
= 0.010252 m

Hf belokan $= \left(\frac{1\ .0.015}{1.0.67^{2/3}}\right)^2 . 2$
= 0.0205 m

5.6 Operasonal dan Perawatan Sarana Teknologi Pengolahan Limbah (IPAL) oleh Pengelola

Operasional merupakan proses memfungsikan dan mengoptimalkan komponen-komponen sarana yang telah dimanfaatkan. Sedangkan pemeliharaan adalah upaya-upaya untuk menjaga agar sarana yang telah dibangun bermanfaat sepanjang waktu, menciptakan pemakaian yang maksimum melalui perawatan dan perbaikan serta menjaga umur manfaat sarana tanpa rehabilitasi besar-besaran (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2004). Operasi dan *maintenance (*O & M) sarana yang telah dibangun perlu adanya aspek-aspek dalam operasional dan pengelolaan:

5.6.1 Pengelola

Organisasi pengelola dapat dilakukan oleh beberapa sekumpulan masyarakat Rusunawa Grudo Surabaya yang memegang peran penting yang dinamakan dengan Paguyuban Grudo. Paguyuban Grudo dibentuk dengan dasar SK Kepada Dinas Pengelolaan Bangunan dan Tanah Kota Surabaya Nomor 621.13/ 2096/ 436.6.18/ 2012 pada tanggal 13 November 2012. Paguyuban merupakan sekumpulan orang atau masyarakat yang memegang peran penting dalam mengkoordinasi dan berhubungan langsung dengan penghuni dan sebagai media dalam menjalankan kegiatan masyarakat dirusunawa Grudo Surabaya. Dimana dalam Paguyuban Grudo terdapat beberapa divisi / seksi tanggung jawab. Salah satu devisi dari Paguyuban ini adalah Bidang Kebersihan dan Lingkungan hidup. Tanggung jawab dan tugas dari devisi tersebut adalah menjaga lingkungan Rusunawa agar tetap bersih dan terawat. Oleh karena itu, dengan adanya sarana teknologi IPAL, aspek operasional dan *maintenance* akan menjadi salah satu program dari devisi tersebut. Berdasarkan kementrian Pekerjaan Umum Ditjen Cipta Karya (2012) dijelaskan peran dan tugas tim pengelola *Operasional* dan *maintenance* disesuaikan dengan peran devisi Kebersihan dan Lingkungan hidup sebagai berikut:

1. Ketua

   Adanya ketua atau penanggung jawab atas program pengelola yang diputuskan bersama . Dimana tugas dan tanggung jawabnya adalah

   a. Mengkoordinir tim pengelola dan pengurus O & M
   b. Mengundang dan menyelenggarakan rapat-rapat rutin atau musyawarah
   c. Melakukan kerjasama kemitraan dengan pemerintah, dinas/instansi terkait dan pihak lain untuk meningkatkan perolehan pembiayaan pemeliharaan dan pengembangan layanan prasarana.
   d. Mendorong meningkatkan kesadaran dan kontribusi warga untuk melakukan pemeliharaan prasarana.
   e. Bersama tim pengelola membuat laporan
   f. Bersama seluruh tim pengelola mensosialisasikan kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan khususnya kepada penghuni pemanfaat.
   g. Rencana pendanan O & M ditetapkan dalam musyawarah warga rusun

2. Sekretaris dan Bagian administrasi :

   Melakukan kegiatan administrasi umum untuk ketata usahaan O & M. anata lain mencangkup :

   a. Menyiapkan surat menyurat
   b. Menyiapkan surat masuk atau keluar
   c. Sebagai notulen rapat atau musyawarah warga
   d. Menginventarisasi anggota atau warga pemanfaat.

3. Bendahara atau Bagian Keuangan

   a. Memelihara atau menyimpan uang dana O & M
   b. Mengeluarkan uang dengan persetujuan ketua
   c. Mencatat pembukuan dan keuangan O & M
   d. Membuat laporan keuangan secara periodik dan laporan pertanggung jawaban ketua

4. Bagian Lapangan atau bagian teknik :

   a. Memonitoring dan inventarisasi kondisi prasarana
   b. Menyusun rencana kebutuhan, biaya dan jadwal pemeliharaan dan perbaikan prasarana
   c. Membimbing dan mengkoordinir pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan oleh warga

d. Melaporkan hasil-hasil pelaksanaan kegiatan pemeliharaan

5. Anggota

Seluruh warga yang menerima manfaat dari prasarana yang dikelolanya ,memiliki peran :

a. Mendapatkan informasi, pelayanan, kesempatan berpartisipasi yang sama dalam setiap kegiatan
b. Mengikuti rapat, pertemuan dan musyawarah bersama tim pengelola.
c. Melaksanakan atau terlibat aktif dalam setiap pemeliharaan yang dilakukan.
d. Membayar iuran atau memberikan konstribusi lain untuk pemeliharaan prasarana sesuai ketentuan yang disepakati bersama.

5.6.2 Operasional dan *Maintenance* Teknis IPAL

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam operasional dan *maintenance* IPAL sebagai berikut:

1. Pengoperasian awal IPAL

Dalam pengoperasian awal perlunya dilakukan *star up* tanaman untuk disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang ada (*steady state).* Beberapa langkah dalam penanaman tanaman cyperus sebagai berikut.

1. Menyiapkan media tanam untuk tumbuhan *Cyperus Alternifolius* dengan media pasir dengan ukuran 1 mm. Lakukan pengisian pasir ke dalam Unit IPAL dengan ketinggian 0,5 m.
2. Didaerah dekat inlet dan outlet dipasang kerikil dengan tujuan mencegah terjadinya penyumbatan dan sebagai penyangga pasir.
3. Menyiapkan dan memilih tanaman *wetland (Cyperus alternifolius)* yang memiliki ketinggian rumpun rata-rata 30 cm dengan jumlah batang tiap rumpun relatif sama ($\pm$10 batang/rumpun)
4. Dilakukan penanaman tanaman *cyperus* pada media tanam dan basahi media menjadi lembab.
5. Pemeliharaan tanaman selama $\pm$ 2 bulan sebagai adaptasi tanaman dengan lingkungan yang baru,

dimungkinkan jumlah batang akan mencapai 2 kali lipat dan ketinggian mencapai rata-rata 50 cm.

6. Setelah melakukan pemeliharaan tanaman selama 2 bulan, tanaman baru akan dialirkan air limbah dari rusunawa Grudo Surabaya.

2. Pengoperasian dan *maintanance* IPAL

Pengoperasian dan *maintanance* IPAL dapat dilakukan dengan beberapa perlakukan yang mendukung sistem IPAL tetap berjalan. Beberapa yang perlu dilakukan diantaranya:

A. Bak Ekualisasi

Beberapa hal dalam operasional dan *maintenance* kolam ekualisasi sebagai berikut.

1. Limbah cair domestik (*grey water*) akan dikumpulkan di kolam ekualisasi terlebih dahulu sebelum masuk ke IPAL *Constructed wetland.*
2. Bak ekualisasi akan dilengkapi dengan pompa *Submersible* utama dan cadangan.
3. Didalam kolam ekualisasi pompa *Submersible* akan di jalankan secara bergantian selama 24 jam (maksimal operasi tiap pompa 12 jam/hari). Debit air limbah yang masuk kedalam *wetland* akan diusahakan dalam kondisi konstan.
4. Dilakukan pengecekan dan pembersihan pada *propeller* pompa minimal 2 minggu sekali, hal ini untuk menghindari tersumbatnya *propeller* pompa oleh material yang ada dalam kolam ekualisasi.
5. Arus listrik dalam kondisi mati/ terputus saat dilakukan pembersihan.
6. Bak ekualisasi sebaiknya dikuras minimal 2 bulan sekali apabila terjadi endapan. Pengurasan bak sebaiknya dilakukan saat debit sedang kecil (siang atau malam hari).

B. IPAL *Constrcuted wetland*

1. Digunakan vegetasi yang mudah untuk didapatkan dan memiliki nilai estetika, sehingga *wetland* dapat dimanfaatkan sebagai *wastewater garden*.

2. Dilakukan pemanenan tanaman *Cyperus* selama 7 bulan sekali sesuai pertumbuhan tanaman ± 7 bulan mencapai pertumbuhan maksimum. Dimana pemanenan dilakukan untuk tanaman yang sudah tua dan tanaman dalam rumpun tersebut nantinya akan tumbuh tunas baru untuk melanjutkan sistem pengolahan.
3. Pemanenan akan dilakukan dengan pembagian area, dan diawali dari area inlet. Pemanenan dilakukan pembagian 8 area dan 8 kali pergantian pemanenan.
4. Apabila didapatkan tanaman yang mati dalam satu rumpun,maka akan diganti dengan tanaman yang baru.
5. Apabila terjadi pengendapan pada media, akan dilakukan penggantian media yang baru. Kegiatan penggantian media ini dilakukan saat pemanenan dan dilakukan pada media awal air melewati *wetland* yang diasumsikan terjadi pengendapan terbesar.
6. Air olahan dari IPAL *Constructed wetland* dapat dimanfaatkan kembali sebagai air siram tanaman yang telah memenuhi batu mutu sesuai dengan Pergub Jatim No.72 tahun 2013.

C. Kolam Penampung

1. Pengecekan luaran efluen air limbah untuk memastikan sistem IPAL berjalan lancar dan tidak terjadi pengendapan.
2. Pengecekan kualitas air limbah setiap 1 bulan sekali. Pengecekan dapat dilakukan di kolam penampung dengan sampling air dan dilakukan analisa laboratorium untuk memastikan effluent IPAL sesuai dengan baku mutu.
3. Sebaiknya dilakukan pengurasan kolam penampung 6 bulan sekali apabila terdapat endapan dalam bak. Pengurasan dilakukan saat efluen air limbah sedang kecil (siang atau malam hari).

5.7 BOD dan RAB

Setelah mendesain dan menggambar unit IPAL, selanjutnya menghitung kebutuhan bahan serta menyusun Rencana Anggaran Biaya sebagai pertimbangan bagi Instansi untuk masyarakat yang akan mengembangkan dan mewujudkan unit IPAL. Berikut adalah anggaran biaya Unit IPAL yang telah direncanakan pada tabel 5.15:

Tabel.5.15 Rencana Anggaran Biaya IPAL *Constructed Wetland*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	INDEKS	HARGA SATUAN	HARGA PEKERJAAN
I	PEMBERSIHAN LAPANGAN DAN PERALATAN TANAMAN					
A	UPAH					
1	Mandor	OH	5011.3	0.05	Rp 120,000	Rp 30,067,680
2	Pembantu Tukang	OH	5011.3	0.1	Rp 99,000	Rp 49,611,672
	Sub Jumlah					Rp 79,679,352
II	PEKERJAAN PENGGALIAN TANAH					
A	UPAH					
1	Mandor	OH	639.4	0.025	Rp 120,000	Rp 1,918,125
2	Pembantu Tukang	OH	639.4	0.75	Rp 99,000	Rp 47,473,594
	Sub Jumlah					Rp 49,391,719
III	PEKERJAAN PENGURUGAN PASIR DENGAN PEMADATAN					
A	BAHAN					
1	Pasir urug	m^3	49	1.2	Rp 143,500	Rp 8,437,800
B	UPAH					
1	Mandor	OH	49	0.01	Rp 120,000	Rp 58,800
2	Pembantu Tukang	OH	49	0.3	Rp 99,000	Rp 1,455,300
	Sub Jumlah					Rp 9,951,900
IV	PEKERJAAN BETON K-225					
A	BAHAN					
1	Semen PC 40 Kg	Zak	133.49	9.275	Rp 63,000	Rp 78,002,713
2	Pasir Cor/Beton	m^3	130.21	0.43625	Rp 232,100	Rp 13,184,235

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	INDEKS	HARGA SATUAN	HARGA PEKERJAAN
3	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	m^3	130.21	0.551053	Rp 466,000	Rp 33,436,694
4	Air Kerja	Liter	130.21	215	Rp 27	Rp 755,869
B	UPAH					
1	Mandor	OH	130.21	0.083	Rp 120,000	Rp 1,296,892
2	Kepala Tukang	OH	130.21	0.028	Rp 110,000	Rp 401,047
3	Tukang	OH	130.21	0.275	Rp 105,000	Rp 3,759,814
4	Pembantu Tukang	OH	130.21	1.65	Rp 99,000	Rp 21,269,804
	Sub Jumlah					Rp 152,107,067
V	PEKERJAAN PEMBESIAN DENGAN BESI BETON (POLOS/ULIR)					
A	BAHAN					
1	Besi Beton Polos	Kg	130.21	1.05	Rp 12,000	Rp 1,640,646
2	Kawat Ikat	Kg	130.21	0.015	Rp 23,000	Rp 44,922
B	UPAH					
1	Mandor	OH	130.21	0.0004	Rp 120,000	Rp 6,250
2	Kepala Tukang	OH	130.21	0.0007	Rp 110,000	Rp 10,026
3	Tukang	OH	130.21	0.007	Rp 105,000	Rp 95,704
4	Pembantu Tukang	OH	130.21	0.007	Rp 99,000	Rp 90,236
	Sub Jumlah					Rp 1,887,785
VI	PEKERJAAN BEKISTING DINDING					
A	BAHAN					
1	Paku triplek/Eternit	Kg	130.21	0.4	Rp 22,000	Rp 1,145,848
2	plywood Uk. 122 x 244 x 9 mm	Lembar	130.21	0.35	Rp 93,600	Rp 4,265,680
3	Kayu Kamper Balok 4/6, 5/7	m^3	130.21	0.02	Rp 6,400,000	Rp 16,666,880
4	Kayu Meranti Bekisting	m^3	130.21	0.03	Rp 3,200,000	Rp 12,500,160
5	Minyak Bekisting	Liter	130.21	0.2	Rp 28,300	Rp 736,989
B	UPAH					
1	Mandor	OH	130.21	0.033	Rp 120,000	Rp 515,632

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	INDEKS	HARGA SATUAN	HARGA PEKERJAAN
2	Kepala Tukang	OH	130.21	0.033	Rp 110,000	Rp 472,662
3	Tukang	OH	130.21	0.33	Rp 105,000	Rp 4,511,777
4	Pembantu Tukang	OH	130.21	0.66	Rp 99,000	Rp 8,507,921
	Sub Jumlah					Rp 49,323,548
VII	PEKERJAAN BEKISTING LANTAI					
A	BAHAN					
1	Paku Triplek/Eternit	Kg	97.96	0.4	Rp 22,000	Rp 862,048
2	Plywood Uk. 122x244x9 mm	Lembar	97.96	0.35	Rp 93,600	Rp 3,209,170
3	Kayu Kamper Balok 4/6, 5/7	m^3	97.96	0.015	Rp 6,400,000	Rp 9,404,160
4	Kayu Meranti Bekisting	m^3	97.96	0.04	Rp 3,200,000	Rp 12,538,880
5	Minyak Bekisting	Liter	97.96	0.2	Rp 28,300	Rp 554,454
B	UPAH					
1	Mandor	OH	97.96	0.033	Rp 120,000	Rp 387,922
2	Kepala Tukang	OH	97.96	0.033	Rp 110,000	Rp 355,595
3	Tukang	OH	97.96	0.33	Rp 105,000	Rp 3,394,314
4	Pembantu Tukang	OH	97.96	0.66	Rp 99,000	Rp 6,400,706
	Sub Jumlah					Rp 37,107,248
VIII	PEKERJAAN PONDASI BETON BERTULANG (150 KG BESI + BEKISTING)					
A	BAHAN					
1	Semen PC 40 Kg	Zak	0.24	8.4	Rp 63,000	Rp 127,008
2	Pasir Cor/Beton	m^3	0.24	0.54	Rp 232,100	Rp 30,080
3	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	m^3	0.24	0.81	Rp 466,000	Rp 90,590
4	Besi Beton Polos	Kg	0.24	157.5	Rp 12,000	Rp 453,600
5	Paku Triplek/Eternit	Kg	0.24	1.5	Rp 22,000	Rp 7,920
6	Kawat Ikat	Kg	0.24	2.25	Rp 23,000	Rp 12,420
7	Kayu Meranti Bekisting	m^3	0.24	0.2	Rp 3,200,000	Rp 153,600
8	Minyak Bekisting	Liter	0.24	0.4	Rp 28,300	Rp 2,717

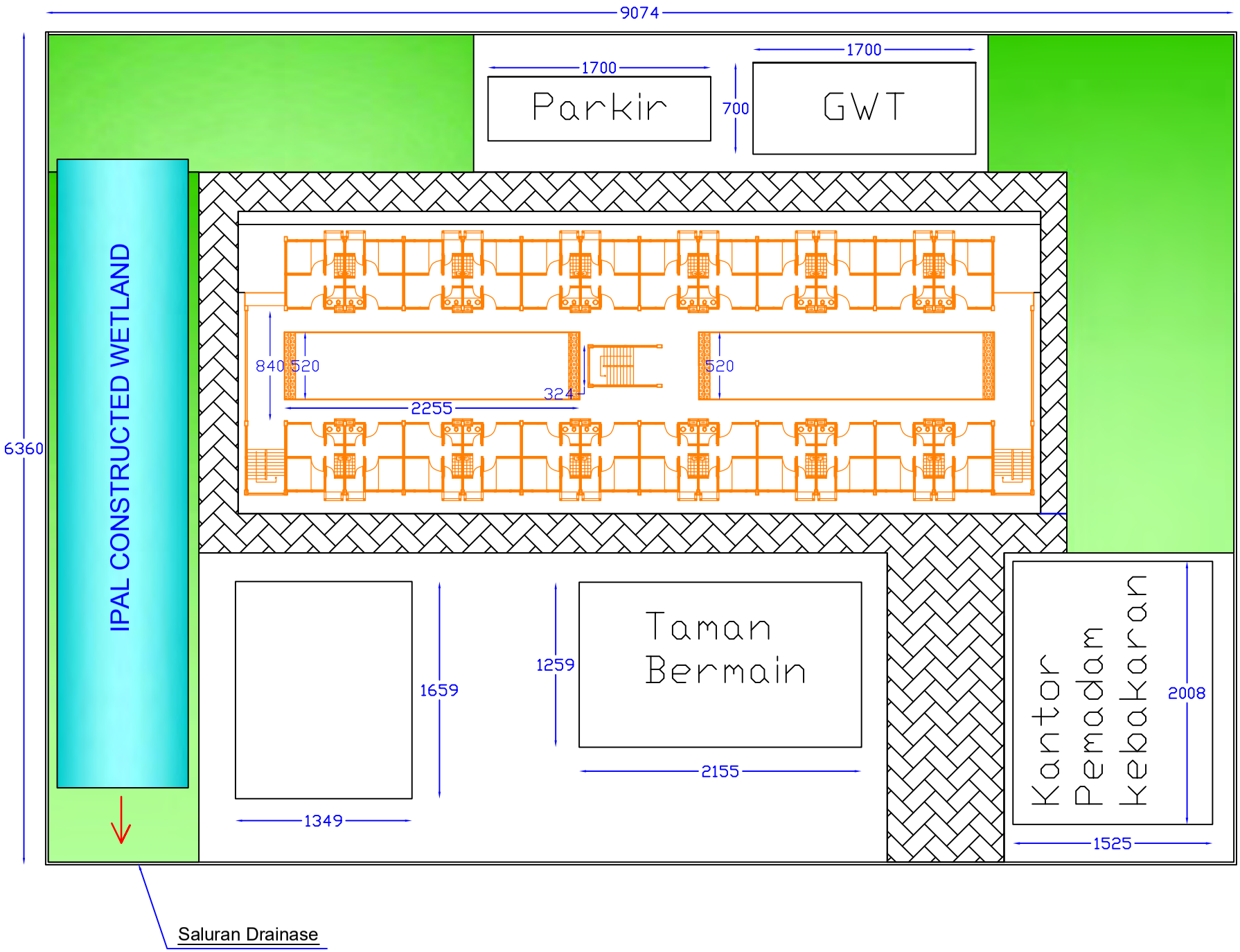
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	INDEKS	HARGA SATUAN	HARGA PEKERJAAN
B	UPAH					Rp -
1	Mandor	OH	0.24	0.265	Rp 120,000	Rp 7,632
2	Kepala Tukang	OH	0.24	0.262	Rp 110,000	Rp 6,917
3	Tukang	OH	0.24	1.3	Rp 105,000	Rp 32,760
4	Tukang	OH	0.24	0.275	Rp 105,000	Rp 6,930
5	Tukang	OH	0.24	1.05	Rp 105,000	Rp 26,460
6	Pembantu Tukang	OH	0.24	5.3	Rp 99,000	Rp 125,928
	Sub Jumlah					Rp 1,084,562
IX	PEKERJAAN PENGURUGAN TANAH KEMBALI					
A	UPAH					
1	Mandor	OH	50.183	0.019	Rp 120,000	Rp 114,417
2	Pembantu Tukang	OH	50.183	0.102	Rp 99,000	Rp 506,748
	Sub Jumlah					Rp 621,165
X	PEKERJAAN PENGURUGAN PASIR, KERIKIL DAN TANAMAN pada SSFCW					
A	BAHAN					
1	Kerikil	m^3	11	1.2	Rp 20,000	Rp 264,000
2	Pasir	m^3	230	1.2	Rp 60,500	Rp 16,698,000
3	Tanaman *Cyperus*	Rumpun	480		Rp 10,000	Rp 4,800,000
B	TENAGA KERJA					
1	Tukang	OH	11	0.01	Rp 32,500	Rp 3,575
2	Pekerja	OH	11	0.3	Rp 28,000	Rp 92,400
						Rp 21,857,975
XI	POMPA, PIPA, DAN AKSESORISNYA					
1	Pompa	Unit		2	Rp 3935000	Rp 7870,000
2	Pipa ø 1 x 1/4 inchi	meter		4	Rp 23,500	Rp 94,000
3	Gate Valve	Unit		3	Rp 225,000	Rp 675,000
4	Check Valve	Unit		2	Rp 200,000	Rp 400,000

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	INDEKS	HARGA SATUAN	HARGA PEKERJAAN
5	Knee 90º	Unit		3	Rp 3,000	Rp 9,000
6	Tee 1 x 1/4 ''	Unit		1	Rp 6,460	Rp 6,460
7	Water Mur *(Socket)*	Unit		2	Rp 23,000	Rp 46,000
						Rp 9.100,460
						Rp 412,059,022

Biaya yang dibutuhkan untuk mewujudkan unit *IPAL Constructed Wetland* sebesar Rp. 412.059.022.

‘Halaman sengaja dikosongkan’

LAMPIRAN 1



DENAH RUSUNAWA GRUDO
SKALA 1:400

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH RUSUNAWA GRUDO SURABAYA

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

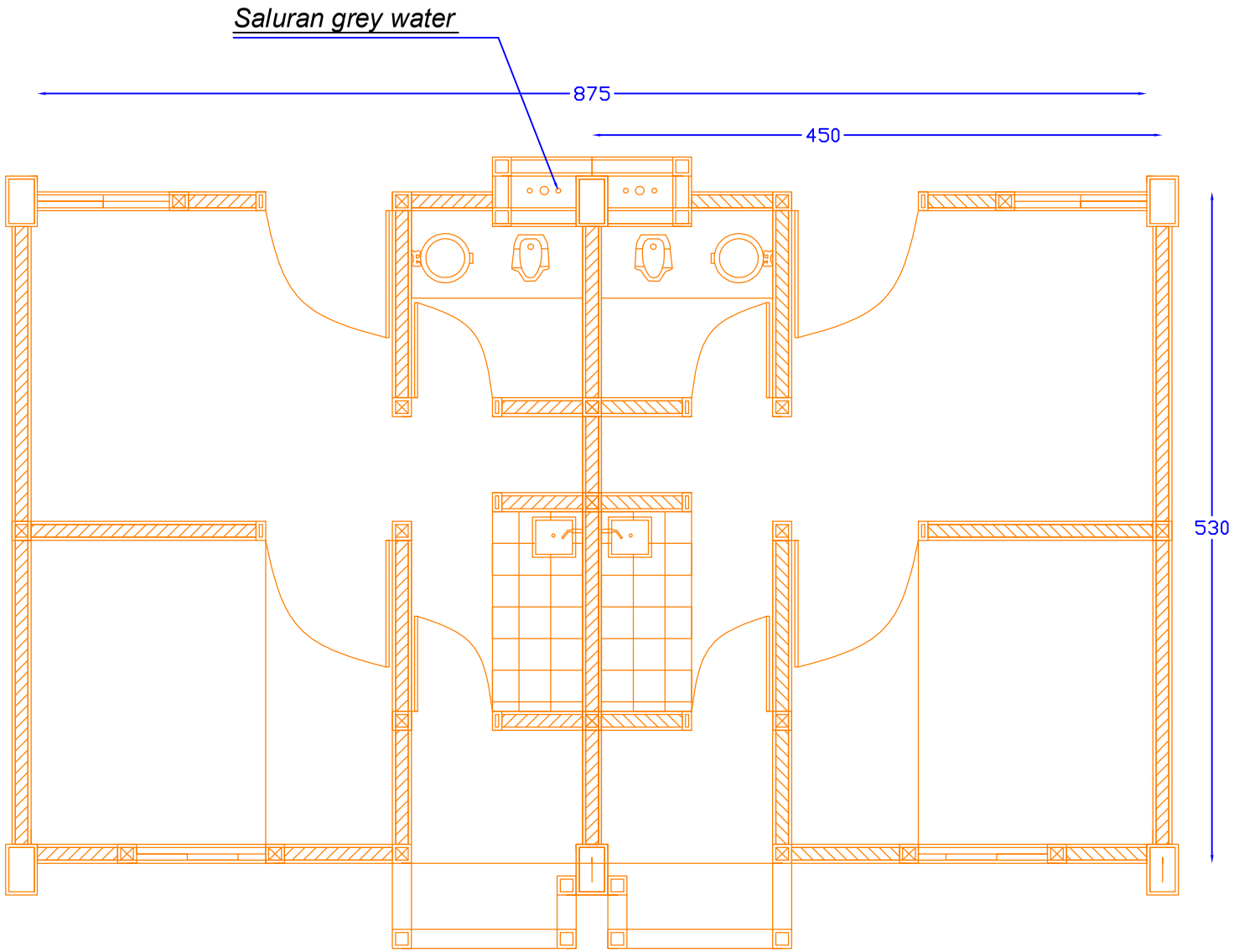
- Jalan Paving
- Lahan Kosong
- IPAL *Wetland*

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
89	1



Kamar Rusunawa
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH KAMAR

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

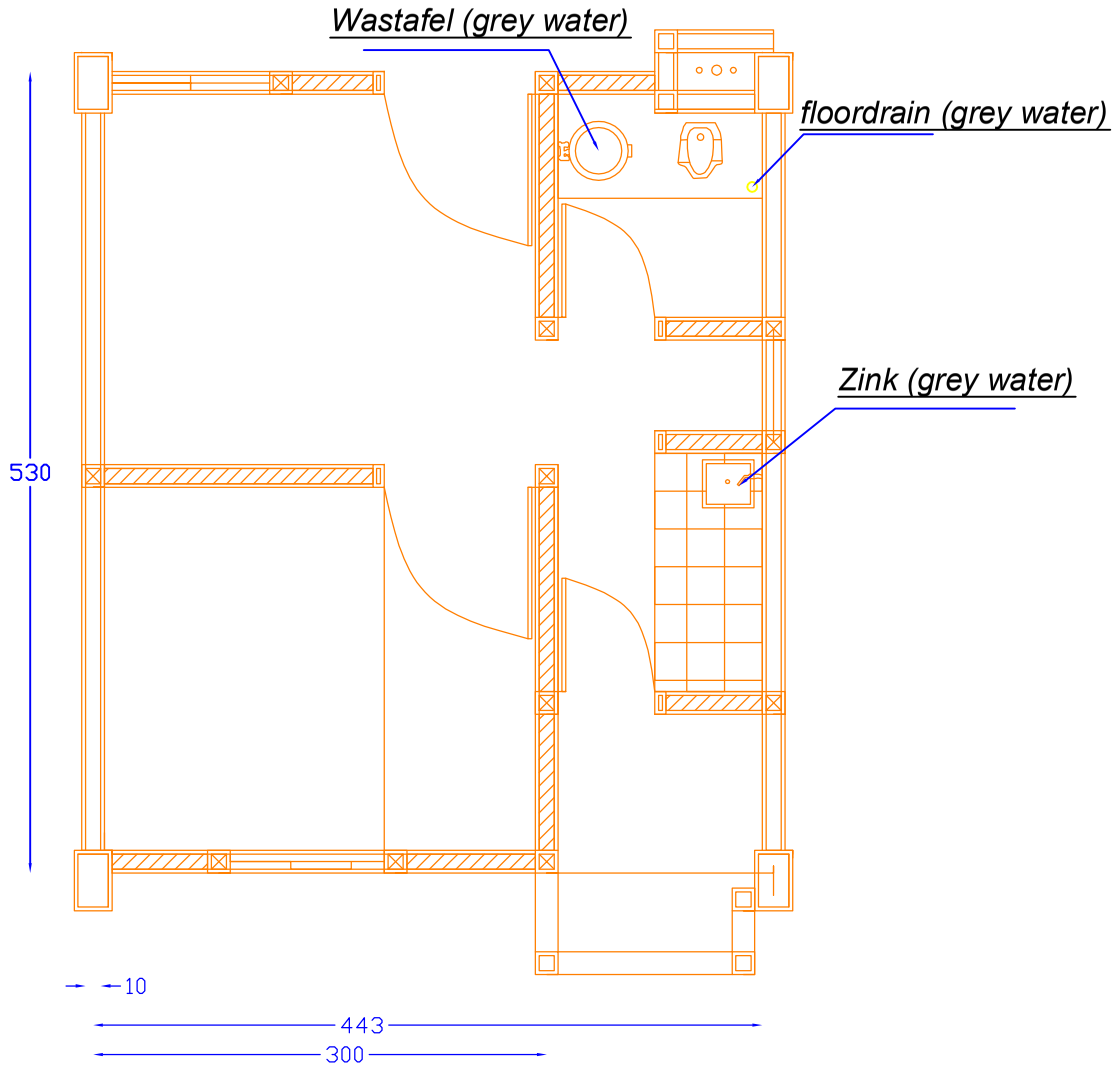
Dinding

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
90	2



Kamar Rusunawa
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH KAMAR

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

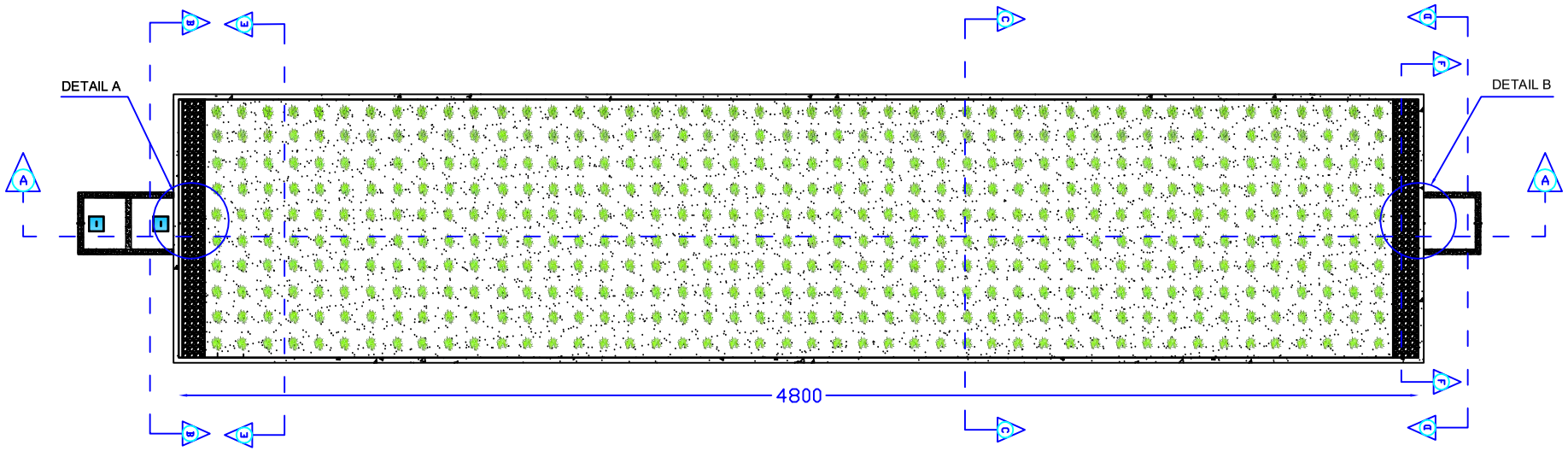
Dinding

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
91	3



DENAH IPAL
Skala 1 : 250

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH IPAL

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

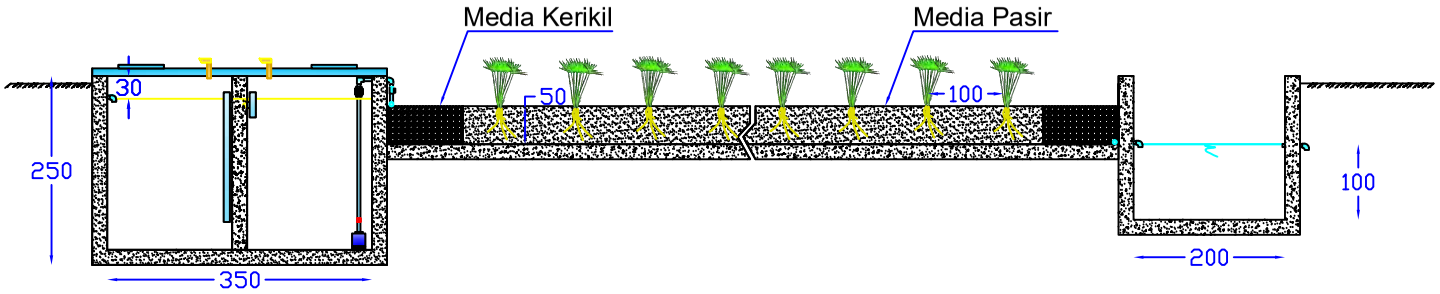
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
92	4



POTONGAN A-A
Skala 1 : 100

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

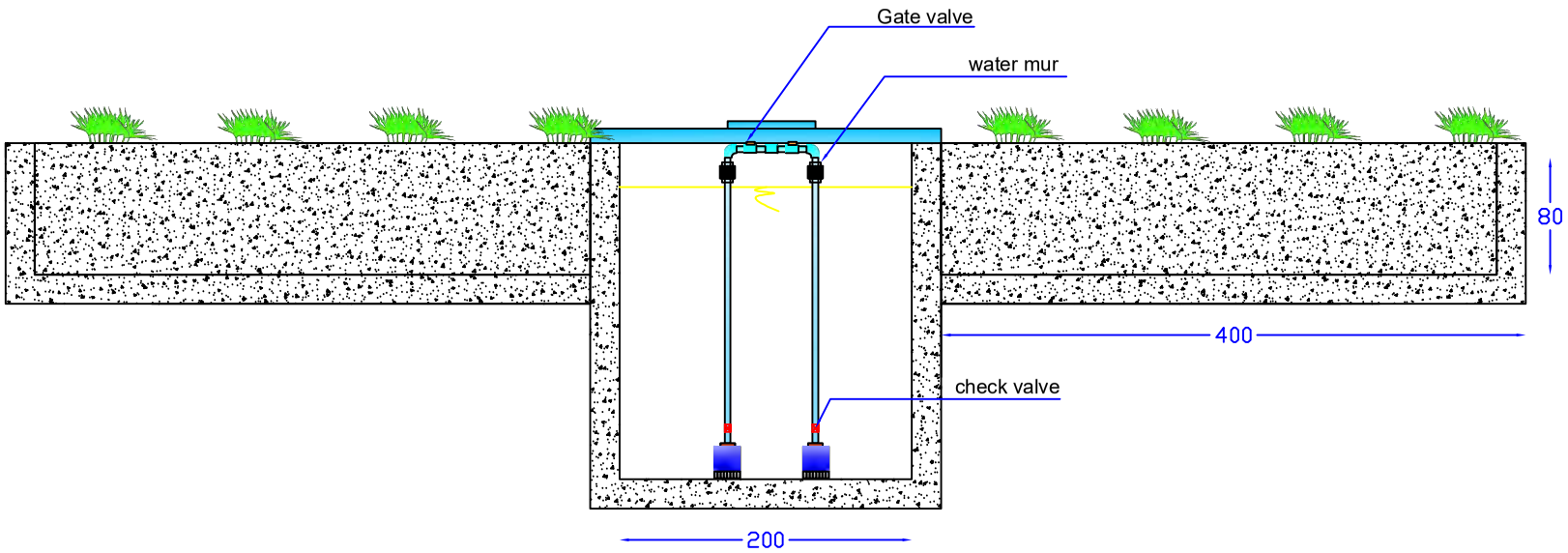
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
93	5



POTONGAN B-B
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

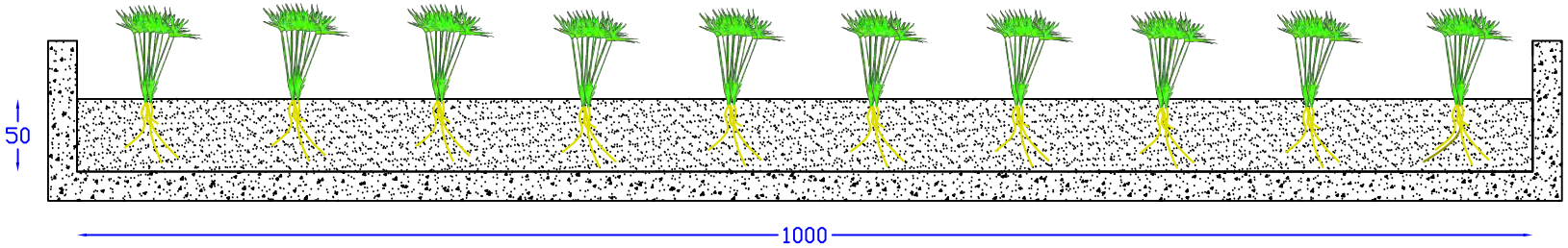
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
94	6



POTONGAN C-C

Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

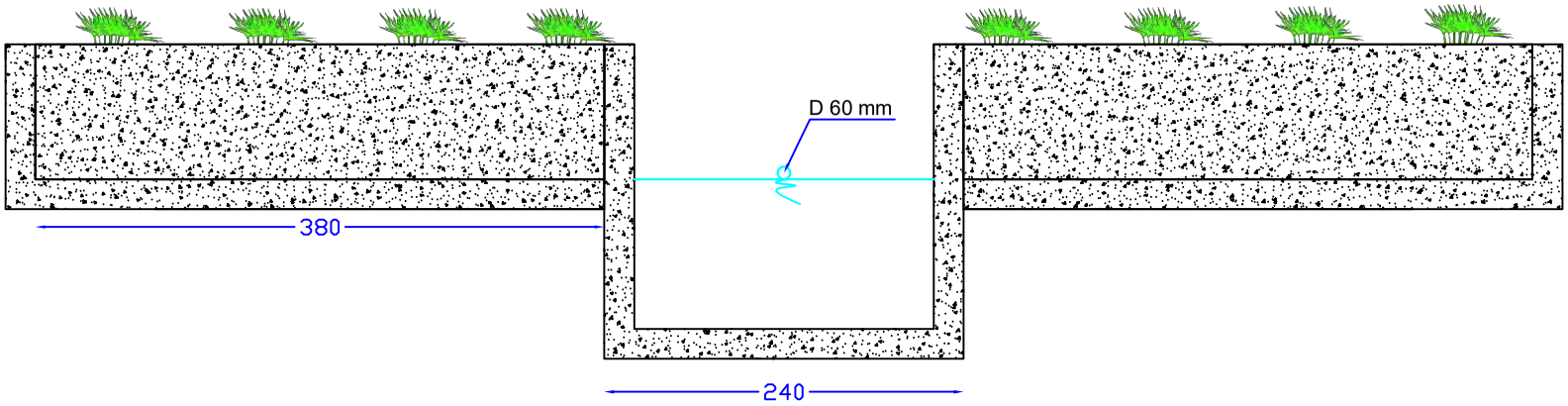
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
95	7



Potongan D-D
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

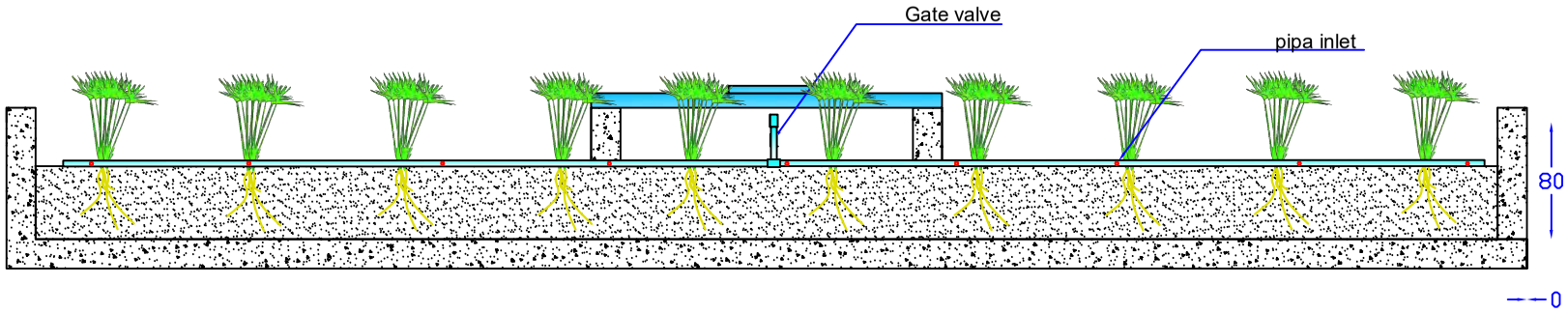
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
96	8



POTONGAN E-E
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

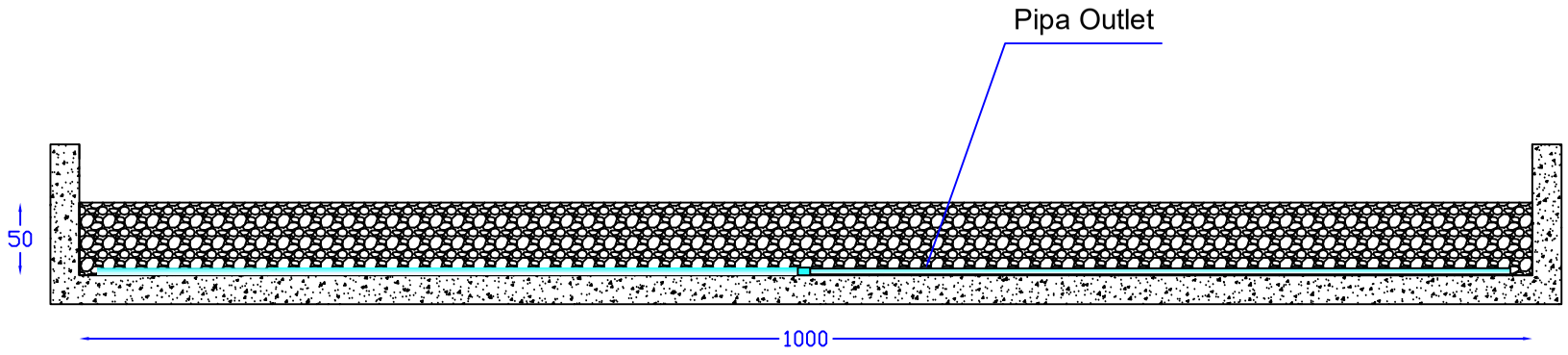
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
97	9



POTONGAN F-F
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

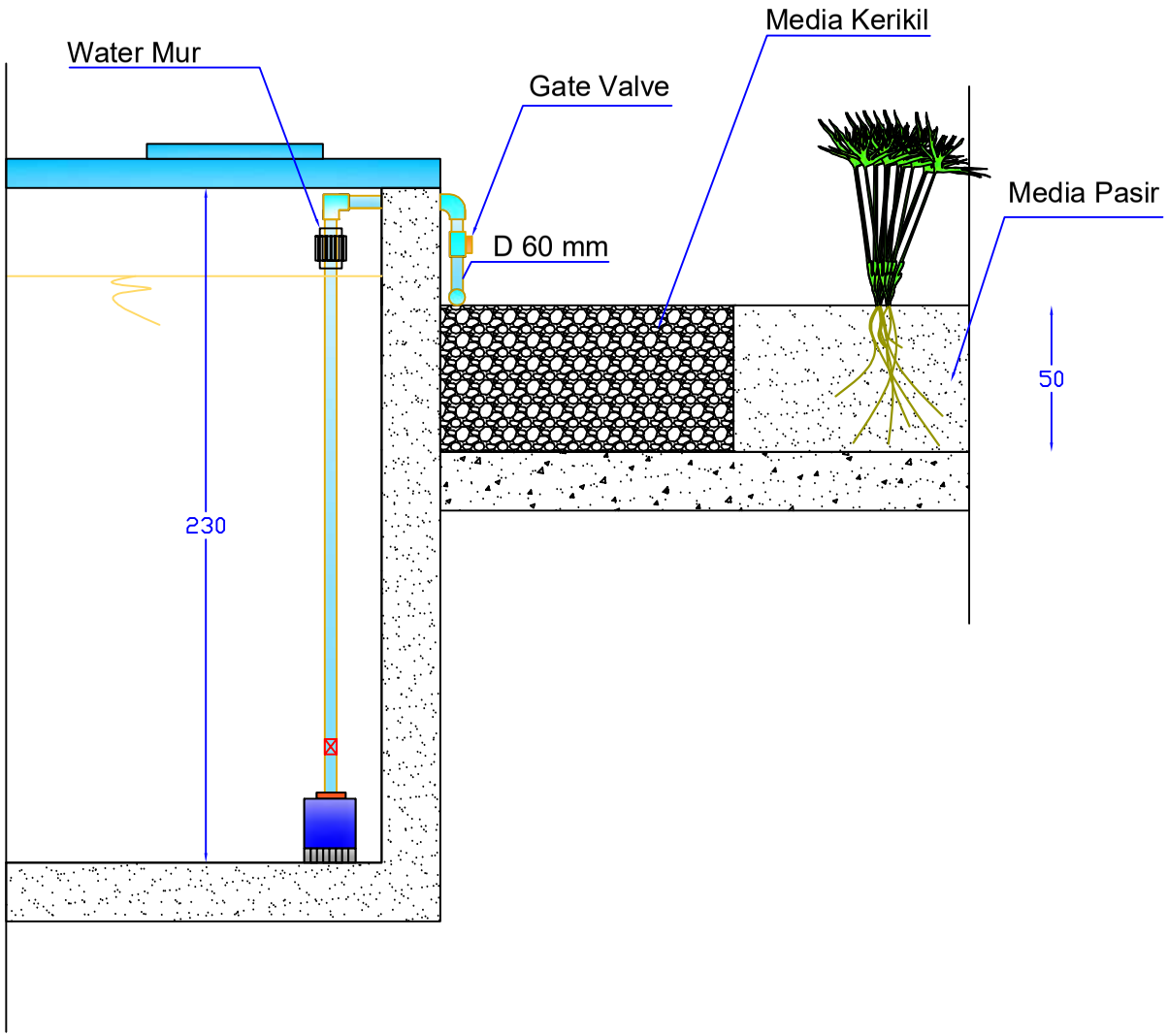
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
98	10



DETAIL A
Skala 1 : 25

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

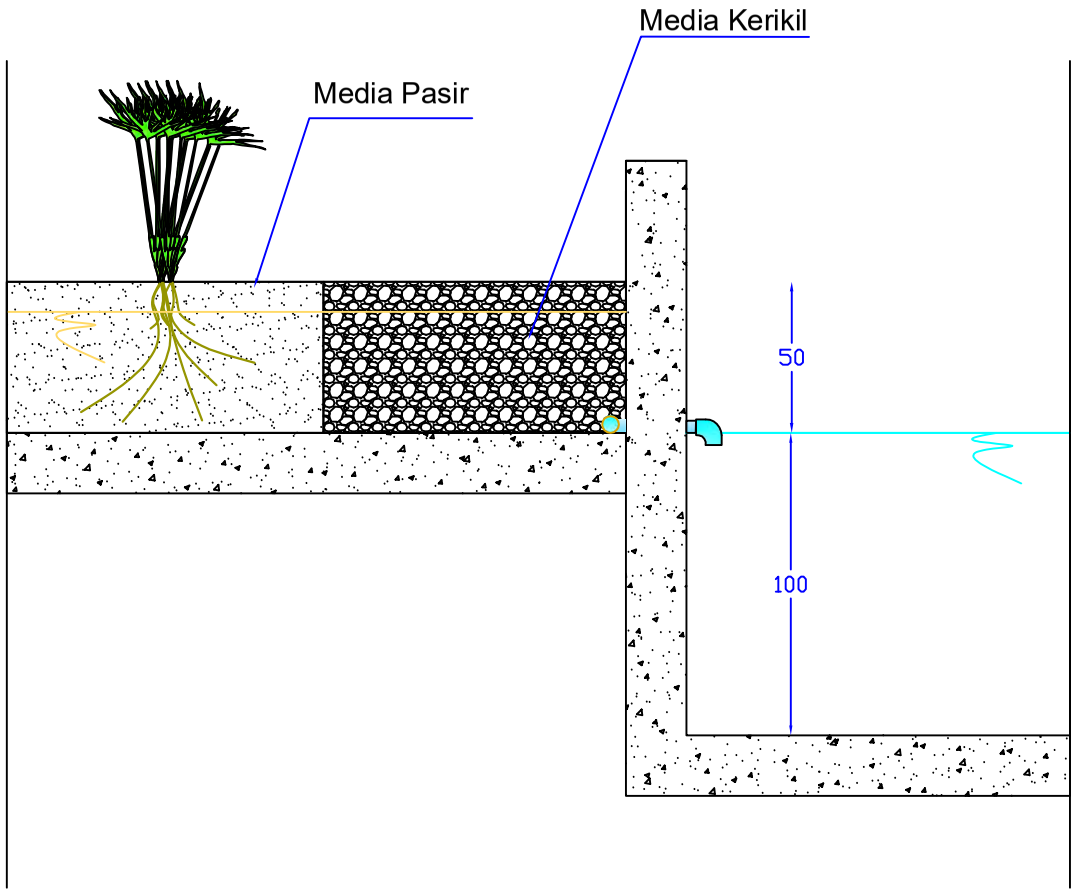
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
99	11



DETAIL B
Skala 1 : 25

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

SISTEM SSFCW

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

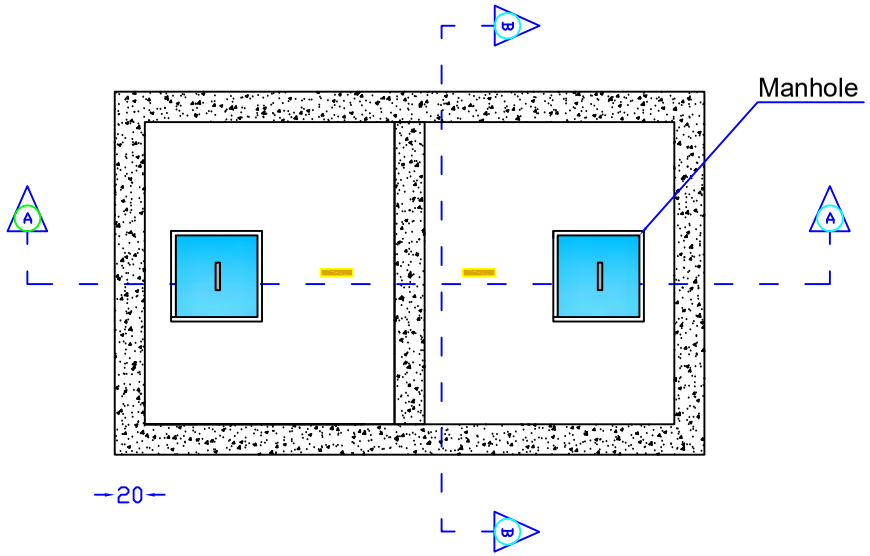
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

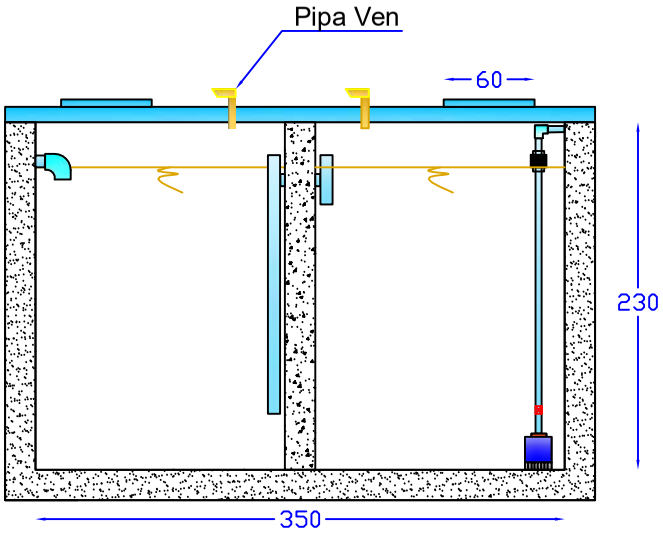
DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

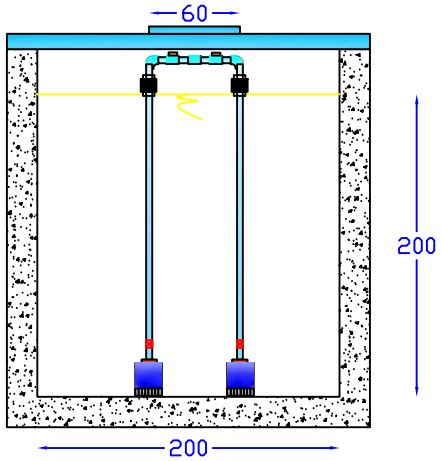
HALAMAN	NO. GAMBAR
100	12



KOLAM EKUALISASI
Skala 1 : 50



POTONGAN A-A
Skala 1 : 50



POTONGAN B-B
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

KOLAM EKUALISASI

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

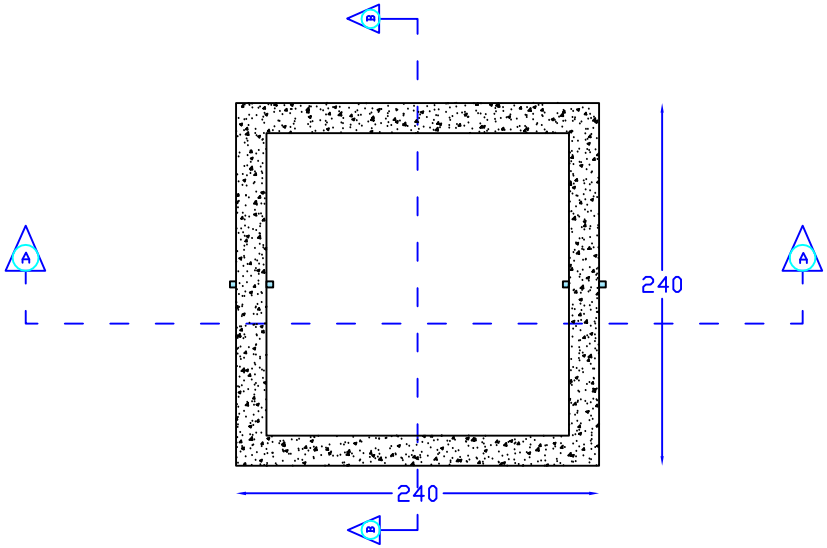
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

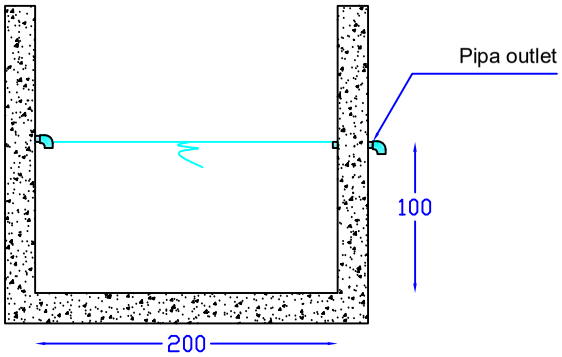
DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

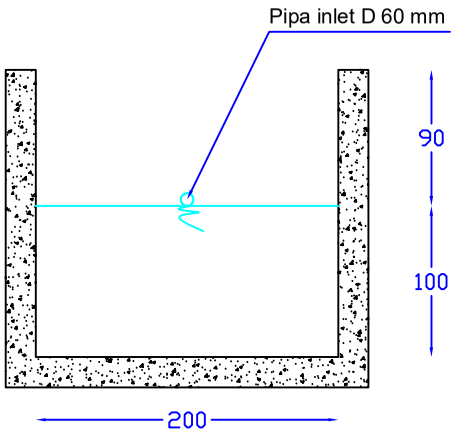
HALAMAN	NO. GAMBAR
101	13



KOLAM PENAMPUNG
Skala 1 : 50



POTONGAN A-A
Skala 1 : 50



POTONGAN B-B
Skala 1 : 50

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

KOLAM PENAMPUNG

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

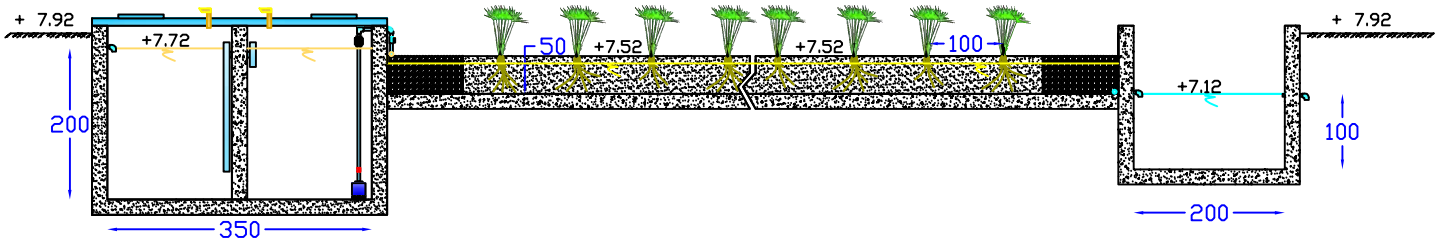
- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
102	14



Profil Hidrolis
Skala 1 : 100

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Profil Hidrolis

NAMA MAHASISWA

AHMAD SAFRODIN
3312100054

LEGENDA

- Beton
- Gravel
- Tanaman
- Pasir
- Pipa

Design : Satuan (cm)

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr.Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc

HALAMAN	NO. GAMBAR
103	15

LAMPIRAN 2

Lampiran 2

DATA PENGHUNI RUSUNAWA DAN DOKUMENTASI KONDISI EKSISTING RUSUNAWA GRUDO

Tabel 1. Penghuni lantai 2

No	Nama	Nomor
Lantai 2		
1	EKO SANTOSO	2 -01
2	YULAICHAN	2 -02
3	DOTO	2 -03
4	HASIFAH HASANAH	2 -04
5	MUDJIATIN	2 -05
6	ROHANA HIDAYATI	2 -06
7	M.AINUR ROFIQ	2 -07
8	SULIK	2 -08
9	FARIDA ERNAWATI	2 -09
10	UNTUNG	2 -10
11	SRI HARTUTIK	2 -11
12	SULIJO	2 -12
13	SUTARIANI	2 -13
14	RADJIMAN	2 -14
15	MUCHLAS MUROZAK	2 -15
16	SLAMET	2 -16
17	SUMARDIJANTO	2 -17
18	SUDJOTO	2 -18
19	SUPRIANTO	2 -19

Tabel 2. Penghuni lantai 3

No	Nama	Nomor
Lantai 3		
1	SRIYANTO	3 -01
2	SUDJIATI	3 -02
3	BUDY REZEKI	3 -03
4	WAHYU IRAWAN	3 -04
5	SITI MUALIMAH	3 -05
6	RIFIA	3 -06
7	SUMARTI	3 -07
8	MANSURI	3 -08
9	MINARIJANTO	3 -09
10	HANDIAH ISTYAWATI	3 -10
11	SRI SEDANO	3 -11
12	LINDA MAYANG SARI	3 -12
13	SAUD M.S	3 -13
14	M.DAHLAN	3 -14
15	SUMINTO	3 -15
16	SUTIKSAN	3 -16
17	SUKRISNO WALUYO	3 -17
18	YUDI PRIANTO	3 -18
19	ENDON	3 -19

No	Nama	Nomor
20	HUBERTUS KOESTIYO.W	2 -20
21	SOEPRIJONO	2 -21
22	MUDJIASTUTI	2 -22
23	MOEDJIASTUTI	2 -23
24	HERMAN	2 -24

Sumber : Badan Pengelola Rusun

No	Nama	Nomor
	WANDRIANTO	
20	NOER ALLIFA	3 -20
21	SJAMSUL EFFENDI	3 -21
22	M.GHOZALI	3 -22
23	YETI SOEMARSIH	3 -23
24	KUSNO HIDAYAT	3 -24

Sumber : Badan Pengelola Rusun

Tabel 3 Penghuni lantai 4

No	Nama	Nomor
Lantai 4		
1	BAGUS WIBOWO	4 -01
2	AGUS HARIYANTO	4 -02
3	HARIYONO	4 -03
4	YUNUS YAKIN	4 -04
5	BARODJI	4 -05
6	IFADI PURNOMO	4 -06
7	M. DJUNAIDI	4 -07
8	RISMAN	4 -08
9	HARI TAMTOMO	4 -09
10	EKA BUDHI DHARMA	4 -10
11	SUPRIANTO	4 -11
12	SRI KANTHI	4 -12

Tabel 4. Penghuni lantai 5

No	Nama	Nomor
Lantai 5		
1	BAYU SAGITA	5 -01
2	MASITA	5 -02
3	SANDHI	5 -03
4	YOESOEF SOELIYANTO	5 -04
5	NANANG SETA WIDJAJA	5 -05
6	RATIH PUSPITASARI	5 -06
7	SUSIAWAN	5 -07
8	WAHYU AGUS.S	5 -08
9	SETIAWAN	5 -09
10	INDAH RETNOWATI	5 -10
11	WIJANARKO	5 -11
12	GUNTUR HADI WIJAYA	5 -12

No	Nama	Nomor
13	KASTURI	4 -13
14	DARMINTO	4 -14
15	YAYUK ISMOKORENI	4 -15
16	IMAM MOCHTAR	4 -16
17	HANIFAH / YAHMI	4 -17
18	ELIA SETIAWATI	4 -18
19	KARYANTO	4 -19
20	ARIF BUDIMAN	4 -20
21	NANING PUDJIASTUTI	4 -21
22	SEJATINING AYEM	4 -22
23	HARTUTI	4 -23
24	SUTOPO	4 -24

Sumber : Badan Pengelola Rusun

No	Nama	Nomor
13	ISWAHYUDI	5 -13
14	SUMARDI	5 -14
15	EVIN RIF'AN	5 -15
16	AGUS SANTOSO	5 -16
17	SUHANDOKO	5 -17
18	ANDRE HENDARTO	5 -18
19	HENDRA ANDARU	5 -19
20	DJAINAL ISWANDIK	5 -20
21	USMAN GUMANTI	5 -21
22	RACHMAD SANTOSO	5 -22
23	DENNIS	5 -23
24	SARTO	5 -24

Sumber : Badan Pengelola Rusun

DOKUMENTASI RUSUNAWA GRUDO SURABAYA

Gambar 1. Papan Kepemilik Rusun Grudo Surabaya

Gambar 2. Struktur Lantai

Gambar 3. Kamar Hunian

Gambar 4. Meteran Air PDAM

Gambar 5. Saluran Drainase

Gambar 6. Tempat Sampah

Gambar 7. Taman rusun Grudo

Gambar 8. Halaman

Gambar 9. BLC
(Sarana Edukasi IT)

Gambar 10 .Taman Bacaan

Gambar 11. Ruang Pertemuan

Gambar 12. Informasi Publik

Gambar 13. Pengambilan sampel

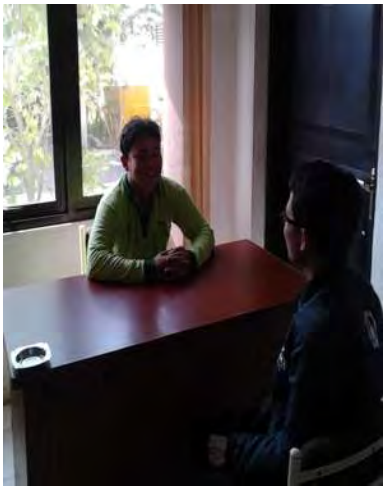
Gambar 14. Pengambilan sampel

Gambar 15. IPAL *Black water*

Gambar 16. Pengukuran Area

Gambar 17. Pengukuran Area

Gambar 18. Pengukuran Area



Gambar 19. Interview

Gambar 20. Analisa Laboratorium

Gambar 21. Analisa Meter Air

Gambar 22. Analisa Laboratorium

Gambar 23. Analisa Laboratorium

Gamba 24. Analisa Laboratorium

LAMPIRAN 3

wavin

Dimana air mengalir sampai jauh

PANDUAN TEKNIK & KATALOG PRODUK

WAVIN STANDARD

Aplikasi
Pipa Air Bersih Bertekanan
dan Buangan

wavin

WAVIN STANDARD

WAVIN GROUP

Wavin adalah salah satu grup perusahaan produsen sistem perpipaan plastik terlengkap dan terbesar di Eropa. Saat ini Wavin telah beroperasi di lebih dari 40 negara di dunia terutama di Eropa dan juga mempunyai saham pada beberapa perusahaan plastik besar di Australia, Singapura dan Selandia Baru.

Wavin telah memproduksi dan menyuplai pipa plastik sejak tahun 1955 dengan menempatkan teknologi dan inovasi yang berkesinambungan sehingga Wavin selalu selangkah lebih maju daripada para pesaingnya. Hal ini terbukti dari hasil survey konsultan internasional *"European Plastic News"* pada jurnalnya menyebutkan bahwa Wavin merupakan kontributor utama dalam pengembangan pipa plastik dan juga sebagai pemimpin dalam pemasaran pipa plastik dan pengembangan teknologi.

WAVIN DUTA JAYA

PT. Wavin Duta Jaya telah berdiri sejak tahun 1973. Seluruh kegiatannya di bawah pengawasan/lisensi dari Wavin BV, Holland. Dengan pengalaman lebih dari 30 tahun dalam memproduksi dan memasarkan pipa plastik seperti Wavin Standard, Wavin Lite, Wavin Black, Wavinsafe & Wavinlok, Wavin Tigris Green dan Wavin AS serta pipa dan fitting merek Rucika membuat PT. Wavin Duta Jaya merupakan salah satu perusahaan pipa plastik yang terlengkap dan terinovatif di Indonesia.

WAVIN STANDARD terbuat dari bahan **uPVC (*unplastized Polyvinyl Chloride*)** yang banyak sekali kelebihannya dibanding material polimer lainnya, seperti : tahan terhadap korosi, kuat, ringan, mudah dalam penyambungan dan pemeliharaan.

Keunggulan dan Manfaat

- Kualitas Internasional
  Di bawah pengawasan/lisensi Wavin, BV. Holland.
- Kuat dan Tidak Mudah Pecah
  Mengandung resin uPVC dan aditif.
- Menggunakan Aditif Khusus
  Dapat mereduksi pengaruh UV (Ultra Violet) terhadap pipa dalam jangka waktu yang lama.
- Tahan terhadap bahan kimia ekstrim
- Dapat digunakan untuk berbagai jenis sistem air bersih dan air buangan
- Terbuat dari uPVC yang bersifat *thermoplastic* sehingga dapat didaur ulang
- Memiliki Beraneka Ragam Fitting / Sambungan
  Menjamin instalasi terpasang dalam satu sistem.
- Tahan Lama
  Tidak dapat berkarat dan bebas pemeliharaan.
- Termasuk Isolator yang Baik dan Tidak Dapat Menimbulkan Api
  Dapat digunakan untuk selubung kabel listrik.

Physical Properties

Property	Unit	Value
Specific gravity	g/cm^3	1,40
Coefficient of linear expansion	m/m/m.°K	8×10^{-2}
Thermal conductivity	W/m.°K	0,15
Modulus of elasticity	N/mm^2	3000
Surface resistance	Ohm	$> 10^{12}$

Standar Kualitas

WAVIN STANDARD diproduksi di pabrik dengan sertifikasi ISO 9001:2000 dan produknya memenuhi standar JIS dan ISO.

Aplikasi Sistem

WAVIN STANDARD diproduksi untuk berbagai kebutuhan seperti:

- Saluran air bersih
- Saluran pembuangan
- Saluran limbah
- Saluran Irigasi
- Pipa ventilasi

Jenjang Produk

WAVIN STANDARD dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) kelompok:

1. Kelas AW, untuk air bertekanan tinggi sampai tekanan kerja 10 kg/cm^2 dengan 14 macam ukuran diameter dari 1/2 inch sampai 12 inch.
2. Kelas D, untuk saluran pembuangan dan limbah dengan 11 macam ukuran diameter dari 1 1/4 inch sampai 12 inch.

   Kedua kelompok tersebut tersedia dalam panjang standar sampai 4 meter.

KELAS AW

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (m)	Sistem Penyambungan	Kode Produk
inch	mm				
1/2	22	1,50	4	SC	210022001
3/4	26	1,80	4	SC	210026001
1	32	2,00	4	SC	210032001
1 1/4	42	2,30	4	SC	210042001
1 1/2	48	2,30	4	SC	210048001
2	60	2,30	4	SC	210060001
2 1/2	76	2,60	4	SC	210076001
3	89	3,10	4	SC	210089001
4	114	4,10	4	SC	210114001
5	140	5,40	4	SC	210140001
6	165	6,40	4	SC	210165001
8	216	8,30	4	SC	210216001
10	267	10,30	4	SC	210267001
12	318	12,20	4	SC	210318001

KELAS D

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (m)	Sistem Penyambungan	Kode Produk
inch	mm				
1 1/4	42	1,30	4	SC	510042001
1 1/2	48	1,30	4	SC	510048001
2	60	1,30	4	SC	510060001
2 1/2	76	1,40	4	SC	510076001
3	89	1,60	4	SC	510089001
4	114	2,00	4	SC	510114001
5	140	2,60	4	SC	510140001
6	165	3,00	4	SC	510165001
8	216	4,20	4	SC	510216001
10	267	5,20	4	SC	510267001
12	318	6,20	4	SC	510318001

SC : Solvent Cement (Penyambungan dengan Lem)

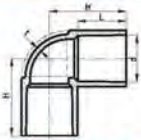
FITTING & PIPA PVC
RUCIKA®
KUAT • MENYATU • TAHAN LAMA

FITTING UNTUK AIR BERSIH BERTEKANAN
JIS K-6743

TEE (AW)

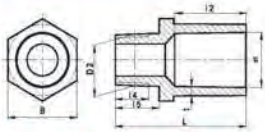
Ukuran Produk	d1	l1	d2	l2	H	L	t (min)	Kode Produk
1/2"	Ø22.4	30	Ø22.4	30	43	86	3.3	2241000220
3/4"	Ø26.5	35	Ø26.5	35	50	100	3.3	2241000260
1"	Ø32.5	40	Ø32.5	40	58	116	3.8	2241000320
1 1/4"	Ø42.6	44	Ø42.6	44	69	138	4.2	2241000420
1 1/2"	Ø48.7	55	Ø48.7	55	82	164	4.2	2241000480
2"	Ø60.8	63	Ø60.8	63	96	192	4.6	2241000600
2 1/2"	Ø76.6	61	Ø76.6	61	110	220	5.2	2241000760
3"	Ø89.6	64	Ø89.6	64	120	240	6.2	2241000890
4"	Ø114.7	84	Ø114.7	84	151	302	8.7	2241001140
6"	Ø166	132	Ø166	132	230	460	10.0	2241001650
8"	Ø217	145	Ø217	145	256	512	9.5	2241002160
3/4"x1/2"	Ø26.45	35	Ø22.4	30	48	96	3.3	2241000250
1"x1/2"	Ø32.5	40	Ø22.4	30	52	106	3.8	2241000300
1 x 3/4"	Ø32.5	40	Ø26.5	35	55	110	3.8	2241000310
1 1/4" x 1"	Ø42.6	44	Ø32.5	40	62	124	4.2	2241000410
1 1/2" x 1 1/4"	Ø48.7	55	Ø42.6	44	77	154	4.2	2241000470
2"x1"	Ø60.8	63	Ø32.5	40	81	162	4.6	2241000570
3" x 2"	Ø89.6	64	Ø60.8	63	105	210	6.2	2241000870

ELBOW (AW)



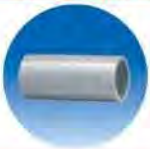
Ukuran Produk	d	L	H	t (min)	Kode Produk
1/2"	Ø22.4	30	43	3.5	223 000220
3/4"	Ø26.5	35	50	3.5	223 000260
1"	Ø32.5	40	58	4.0	223 000320
11/4"	Ø42.6	44	70	4.5	223 000420
11/2"	Ø48.7	55	82	4.5	223 000480
2"	Ø60.8	63	96	5.0	223 000600
$2^1/_2$"	Ø 76.6	61	110	6.6	223 000760
3"	Ø89.6	64	120	8.0	223 000890
4"	Ø114.7	84	153	10.0	223 001140
5"	Ø140.9	104	187.1	11.0	223 001400
6"	Ø166	132	230.1	13.0	223 001650
8"	Ø217	145	284.6	10.0	223 002160
10"	Ø269	155	324.9	10.0	223 002670

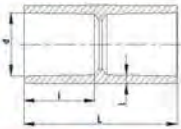
VALVE SOCKET (AW)



Ukuran Produk	d1	D2	l2	l4	l5	L	B	t (min)	Kode Produk
1/2"	Ø22.4	PT 1/2"	30	15	18.5	55	29	3.3	221 100220
3/4"	Ø26.5	PT 3/4"	35	17	20.5	64	33	3.3	221 100260
1"	Ø32.5	PT 1"	40	19	23	71	40	3.8	221 100320
1 1/4"	Ø42.6	PT 1 1/4"	45	22	26	80	51	3.7	221 100420
1 1/2"	Ø48.7	PT 1 1/2"	55	22	27	92	57.5	4.2	221 100480
2"	Ø60.8	PT 2"	63	26	31	106	70.5	4.6	221 100600
1" x 1/2"	Ø22.4	PT 1"	30	15	23	71	40	3.3	221 100300
1" x 3/4"	Ø26.5	PT 1"	35	17	23	71	40	3.3	221 100310

SOCKET (AW)



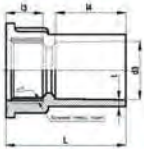


Ukuran Produk	d	L	i	t (min)	Kode Produk
1/2"	Ø22.4	67	30	3.3	221 000220
3/4"	Ø26.5	77	35	3.2	221 000260
1"	Ø32.6	87	40	3.7	221 000320
11/4"	Ø42.6	95	44	4.2	221 000420
11/2"	Ø48.7	117	55	4.1	221 000480
2"	Ø60.8	133	63	4.6	221 000600
3"	Ø89.6	155	64	6.2	221 000890
4"	Ø114.7	200	84	7.6	221 001140
6"	Ø166	300	132	10.0	221 001650
8"	Ø217	360	145	10.5	221 002160
10"	Ø269	389	155	12.2	221 002670

UNION SOCKET (AW)

Ukuran Produk	d2	L1	l2	D2	L2	d5	L3	l5	1/T	Kode Produk
1/2"	Ø22.4	25	21	Ø50	25.5	Ø22.4	32.5	21.5	1/34	911 240225
3/4"	Ø26.45	28.6	25	Ø59	27.4	Ø26.45	34.5	24.5	1/34	911 240265
1"	Ø32.55	30.4	26.5	Ø67.3	27.2	Ø32.55	39.5	26.5	1/34	911 240325
1 1/4"	Ø42.6	36.5	32	Ø78.4	34.4	Ø42.6	49.7	31.5	1/34	911 240425
1 1/2"	Ø48.7	43	37.5	Ø91.7	37.7	Ø48.7	56	36.5	1/37	911 240485

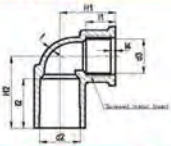
FAUCET SOCKET (AW)



Ukuran Produk	d2	d3	l3	l4	L	t (min)	Kode Produk
1/2"*	PT 1/2"	ø22.4	17	30	52	3.3	221 110220 221 260220*
3/4"*	PT 3/4"	ø26.45	19	35	59	3.3	221 110260 221 260260*
1"	PT 1"	ø32.55	21	40	68	3.7	221 110320
1 1/4"	PT 1 1/4"	ø42.6	27	44	80	4.2	221 110420
1 1/2"	PT 1 1/2"	ø48.7	27	55	91	4.2	221 110480
2"	PT 2"	ø60.8	32.5	63	107	4.6	221 110600
1" x 1/2"	PT 1"	ø22.4	21	30	61.8	4.8	221 110300
1" x 3/4"	PT 1"	ø26.45	21	35	66.8	3.3	221 110310

* Tersedia dalam *metal insert*

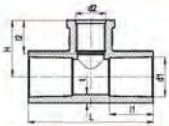
FAUCET ELBOW (AW)



Ukuran Produk	l1	H1	d2	l2	H2	d3	l4	t (min)	Kode Produk
1/2"*	17	32	ø22.4	30	43	PT 1/2	3	3.3	2241090220 2241110220*
3/4"*	19	36	ø26.5	35	51	P/T 3/4	3	3.2	2241090250 2241110260*

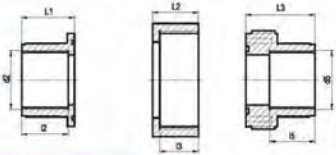
* Tersedia dalam *metal insert*

FAUCET TEE (AW)



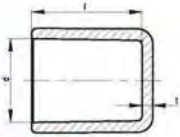
Ukuran	d1	l1	d2	l2	L	H	t (min)	Kode Produk
1/2"	ø22.4	30	PT 1/2"	19	86	32	3	2241090220

UNION THREAD (AW)



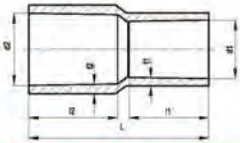
Ukuran Produk	d2	L1	l1	L2	l3	d5	L3	l5	Kode Produk
1/2"	PT 1/2 "	25	21.5	25.5	20.4	PT 1/2 "	32.5	18	911 250225
3/4"	PT 3/4 "	28.6	23	27.4	22.5	PT 3/4 "	34.5	21	911 250265
1"	PT 1 "	30.4	18.6	27.2	22.3	PT 1 "	39.5	26	911 250325
1 1/4"	PT 11/4"	36.5	31.4	34.4	32	PT 11/4"	49.7	31.5	911 250425
1 1/2"	PT 11/2"	43	36.6	37.7	32.5	PT 11/2"	56	37	911 250485

CAP (AW)



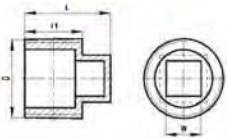
Ukuran Produk	d	l	t (min)	Kode Produk
1/2"	Ø 22.4	30	3.5	911 250225
3/4"	Ø 26.5	35	3.5	911 250265
1"	Ø 32.6	40	40	911 250325
6"	Ø 166.0	132	8.5	911 250425
8"	Ø 217.0	145	10.4	911 250485

REDUCING SOCKET (AW)



Ukuran Produk	d1	d2	L	l1	l2	t1 (min)	t2 (min)	Kode Produk
3/4" x 1/2"	22.4	26.45	74	30	35	3.3	3.3	222 000260
1" x 1/2"	22.4	32.55	84	30	40	3.3	3.7	222 000310
1" x 3/4"	26.5	32.55	85	35	40	3.3	3.7	222 000320
1 1/4" x 1/2"	22.4	42.6	99	30	44	3.3	4.2	222 000400
1 1/4" x 3/4"	26.45	42.6	93	35	44	3.3	4.2	222 000410
1 1/4" x 1"	32.55	42.6	94	40	44	3.7	4.2	222 000420
1 1/2" x 1/2"	22.4	48.7	110	30	55	3.3	4.2	222 000450
1 1/2" x 3/4"	26.45	48.7	116	35	55	3.3	4.2	222 000460
1 1/2 x 1"	32.5	48.7	114	40	55	3.8	4.2	222 000470
1 1/2" x 1 1/4"	42.6	48.7	115	44	55	3.2	4.2	222 000480
2" x 1"	32.5	50.8	140	40	63	3.8	4.6	222 000580
2" x 1 1/4"	42.6	50.8	125	44	63	3.2	4.6	222 000590
2" x 1 1/2"	48.7	50.8	136	55	63	4.2	4.6	222 000600
3" x 2"	60.8	89.6	165	63	64	4.2	6.2	222 000850
4" x 1 1/2"	48.7	114.7	199	55	84	4.2	7.7	222 001110
4" x 2"	60.8	114.7	182	63	84	4.6	7.7	222 001120
4" x 3"	89.6	114.7	190	64	84	6.2	7.7	222 001140
6" x 3"	89.6	166	275	64	132	6.2	10.0	222 001610
6" x 4"	114.7	166	295	84	132	7.7	10.0	222 001630
6" x 5"	140.85	166	272	104	132	8.1	10.0	222 001650
8" x 4"	114.7	217	340	50	145	4.7	5.0	222 002100
8" x 5"	140.85	217	345	104	145	8.1	10.5	222 002120
8" x 6"	166	217	350	132	145	10.0	10.5	222 002140
10" x 8"	217	269	420	145	155	10.5	12.2	222 002670

PLUG (AW)



Ukuran Produk	D	l1	L	W	Kode Produk
1/2"	PT 1/2"	16.6	25.5	12.5	225 110225
3/4"	PT 3/4"	18.7	28	15.5	225 110265

LAMPIRAN 4

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

Position	Qty.	Description
	1	**UNILIFT CC5 - M1**

Note! Product picture may differ from actual product

Product No.: On request

Grundfos Unilift CC pumps are single-stage submersible pumps with a low suction ability down to 3 mm water level.

The pumps are designed for pumping rainwater and grey wastewater, e.g. from
• washing machines, baths, sinks, etc. from low-lying parts of buildings up to sewer level
• cellars or buildings prone to flooding
• draining wells
• wells for surface water with inlets from roof gutters, pits, tunnels, etc.
• swimming pools, ponds or fountains.

The pumps are suitable for both stationary and portable use.
They are for manual operation.
The pumps allow free passage of particles up to ø10 mm.

The motor incorporates automatic overload protection cutting out the motor in case of overload.
When cooled to normal temperature, the motor restarts automatically.

Technical:

Actual calculated flow:	2.178 m³/h
Resulting head of the pump:	2.84 m
Maximum particle size:	10 mm

Materials:

Pump housing:	PP 15 GF
Impeller:	PPOm 20 GF

Installation:

Pump outlet:	1.1/4"
Maximum installation depth:	10 m

Liquid:

Pumped liquid:	Water
Liquid temperature range:	0 .. 40 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	998.2 kg/m³
Kinematic viscosity:	1 mm2/s

Electrical data:

C run:	4 muF
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	1 x 220-240 V
Rated current:	0.98 A
Capacitor size - run:	4 muF/450 V

Company name:
Created by:
Phone:

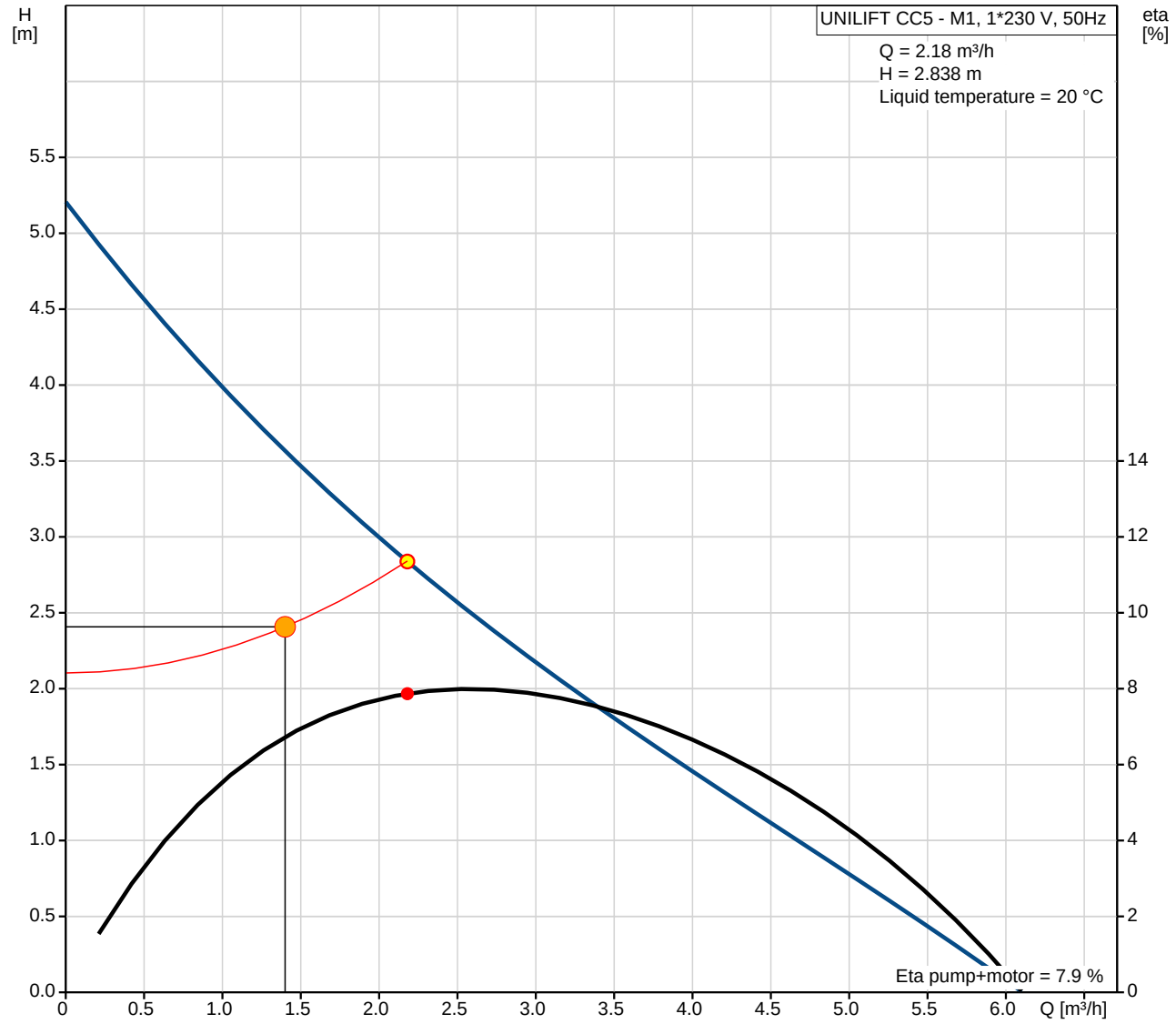
Date: 22/05/2016

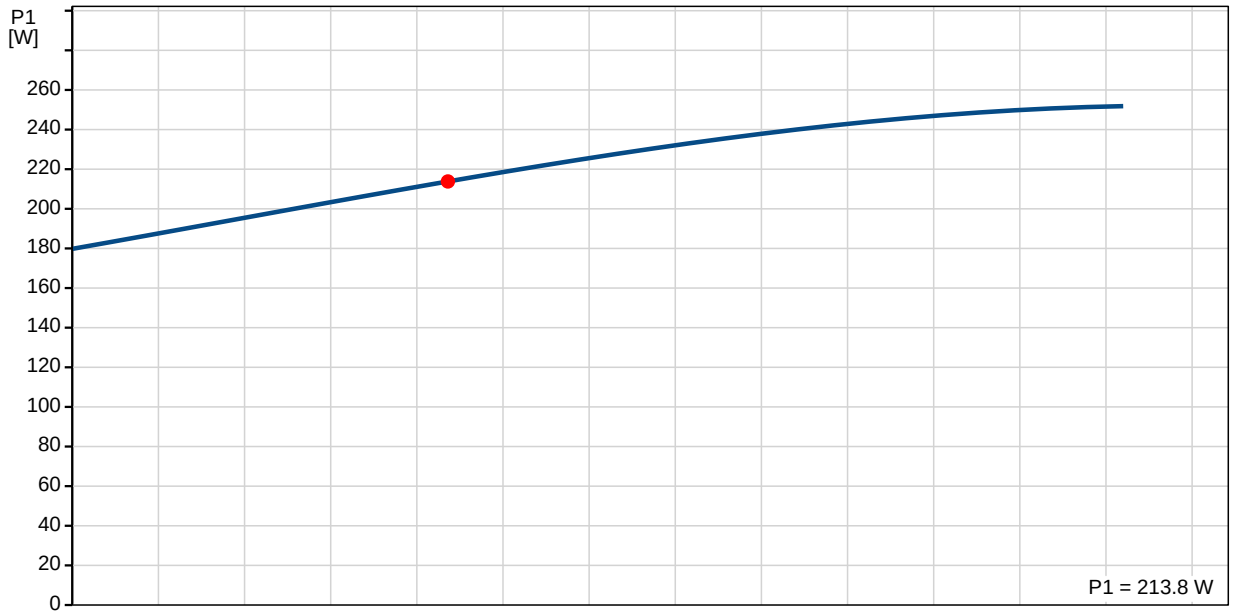
Position	Qty.	Description
		Enclosure class (IEC 34-5): IP68
		Insulation class (IEC 85): B
		Length of cable: 10 m
		Type of cable plug: SCHUKO
		Others:
		Net weight: 4.32 kg
		Gross weight: 5.08 kg
		Shipping volume: 0.017 m^3

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

On request UNILIFT CC5 - M1 50 Hz

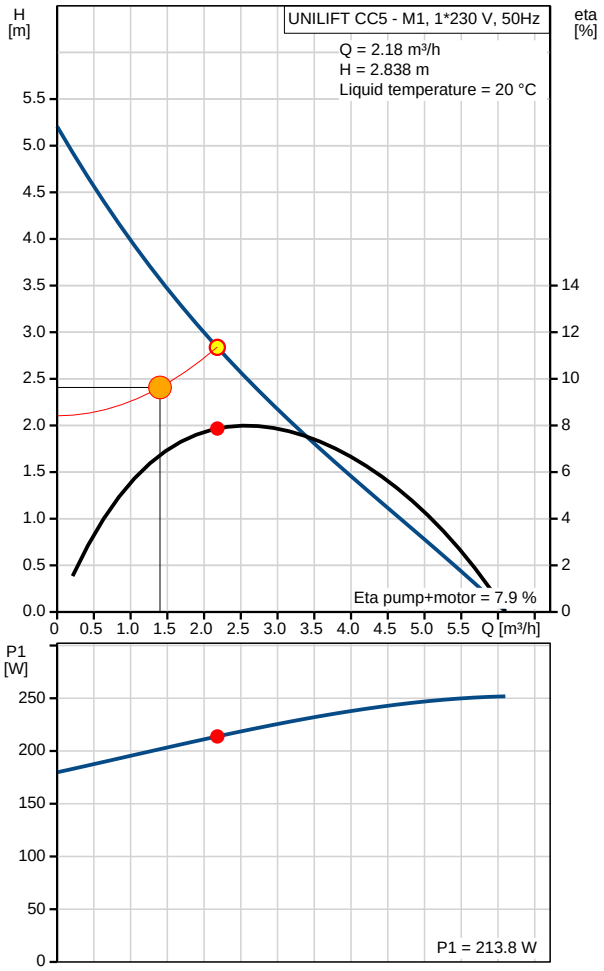




Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

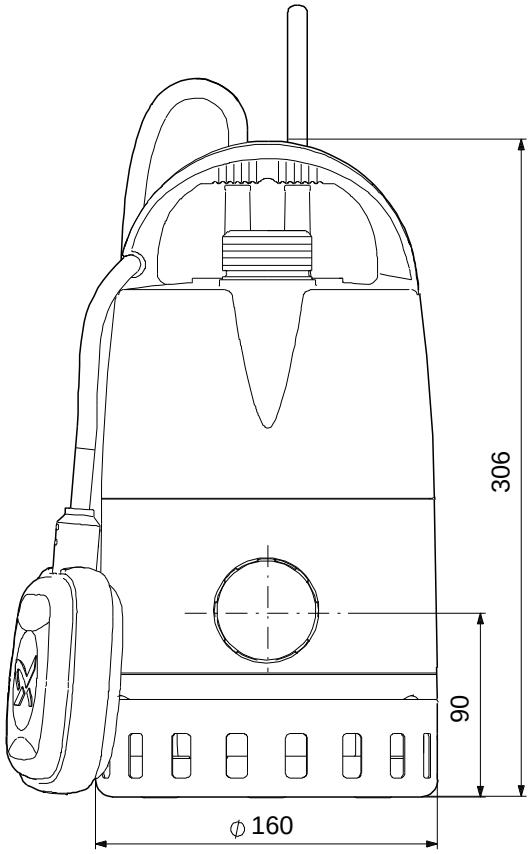
Description	Value
General information:	
Product name:	UNILIFT CC5 - M1
Product No:	On request
EAN number:	On request
Technical:	
Actual calculated flow:	2.178 m³/h
Max flow:	6 m³/h
Resulting head of the pump:	2.84 m
Head max:	5 m
Maximum particle size:	10 mm
Materials:	
Pump housing:	PP 15 GF
Impeller:	PPOm 20 GF
Installation:	
Pump outlet:	1.1/4"
Maximum installation depth:	10 m
Liquid:	
Pumped liquid:	Water
Liquid temperature range:	0 .. 40 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	998.2 kg/m³
Kinematic viscosity:	1 mm2/s
Electrical data:	
C run:	4 muF
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	1 x 220-240 V
Rated current:	0.98 A
Capacitor size - run:	4 muF/450 V
Enclosure class (IEC 34-5):	IP68
Insulation class (IEC 85):	B
Motor protec:	YES
Length of cable:	10 m
Type of cable plug:	SCHUKO
Others:	
Net weight:	4.32 kg
Gross weight:	5.08 kg
Shipping volume:	0.017 m³

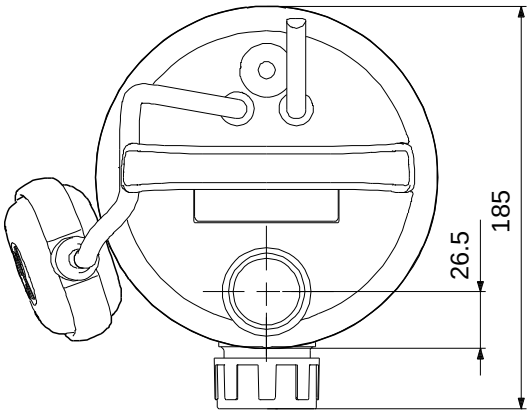


Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

On request UNILIFT CC5 - M1 50 Hz



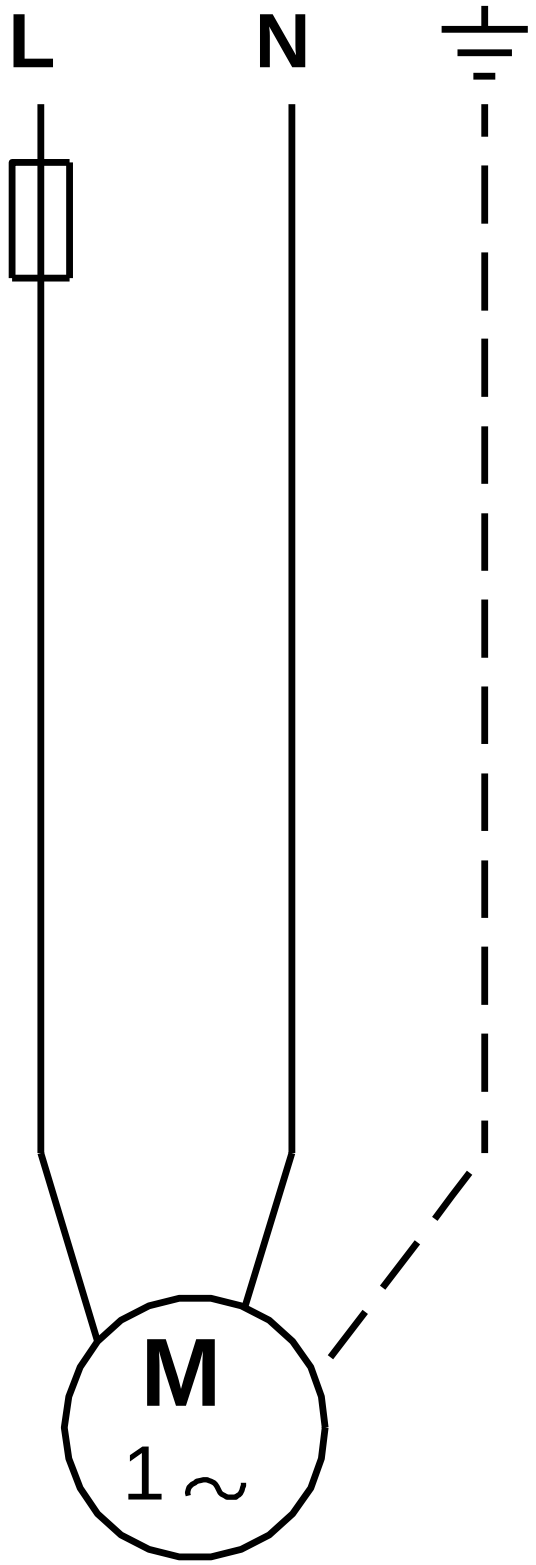


Note! All units are in [mm] unless others are stated.
Disclaimer: This simplified dimensional drawing does not show all details.

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

On request UNILIFT CC5 - M1 50 Hz



Note! All units are in [mm] unless others are stated.

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

On request UNILIFT CC5 - M1 50 Hz

Input

General

Application	Wastewater
Application area	Domestic buildings
Application type	Emptying of pools and ponds
Discharge flow (Q)	1.4 m³/h
Geodetic head	2.104 m
Pipe friction losses	0.304 m
Prefer fast delivery	No

Edit load profile

Load profile	Full load
Period	Day
Operation hours per day	2.74 h/day

Operational conditions

Frequency	50 Hz
Phase	1 or 3
Voltage	1 x 230 or 3 x 400 V

Hit list settings

Energy price	0.15 €/kWh
Increase of energy price	6 %
Calculation period	10 years

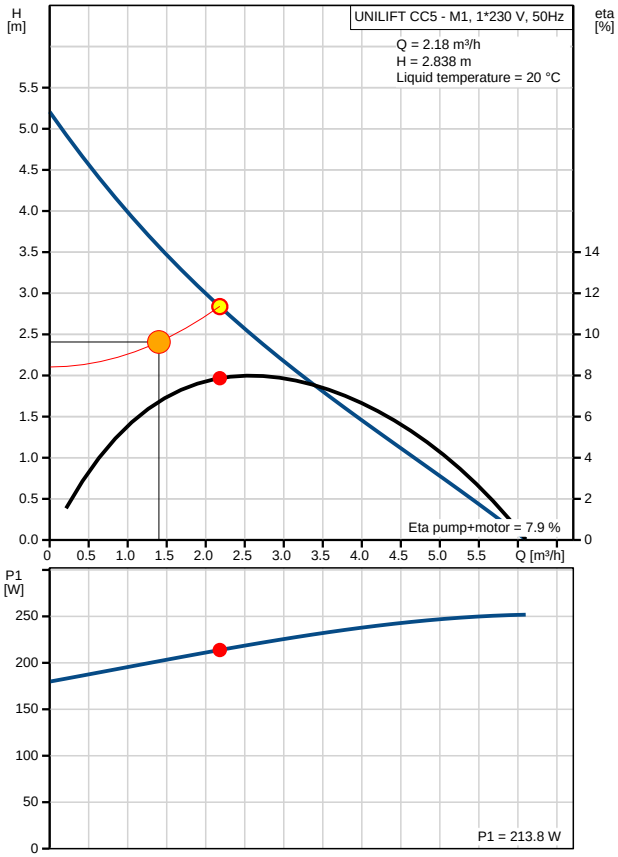
Load Profile

	1	
Flow	100	%
Head	118	%
P1	0.214	kW
Eta total	7.9	%
Time	1000	h/a
Energy consumption	137	kWh/Year
Quantity	1	

Sizing result

Type UNILIFT CC5 - M1

Flow	2.178	m³/h (+56%)
H geodetic	2.104	m
H total	2.84	m (+18%)
Flow total	1400	m³/year
Power P1	0.214	kW
NPSH required	10	m
Eta pump+motor	7.9	% =Eta pump * Eta motor
Eta total	7.9	% =Eta relative to the duty point
Best eta pump	Infinity	% =Eta in best efficiency point
Best eta pump+motor	8.0	% =Eta in best efficiency point
Energy consumption	137	kWh/Year
Price	On request	
Price + energy costs	On request	/10Years
Life cycle cost	565	€ /10Years



Company name:
Created by:
Phone:

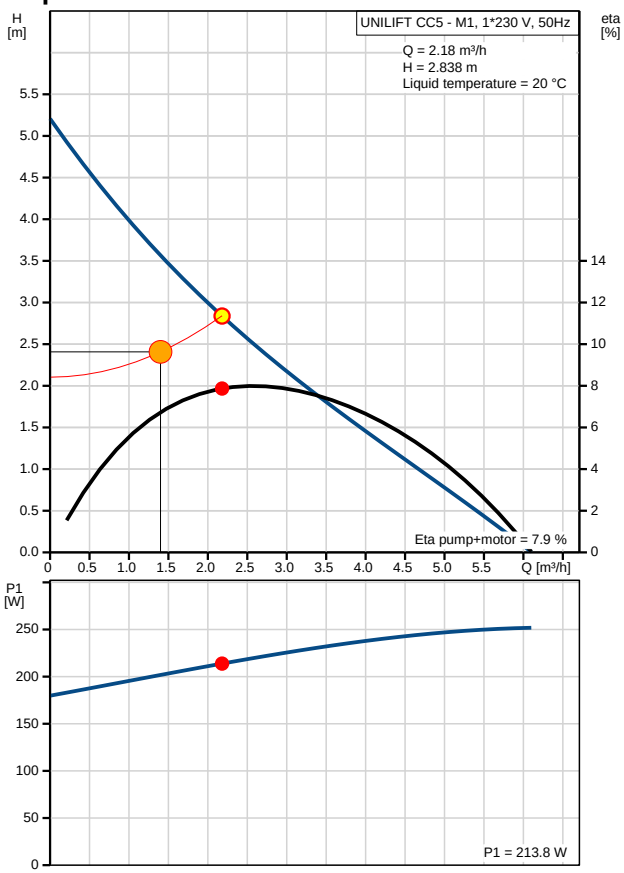
Date: 22/05/2016

Installation and Input

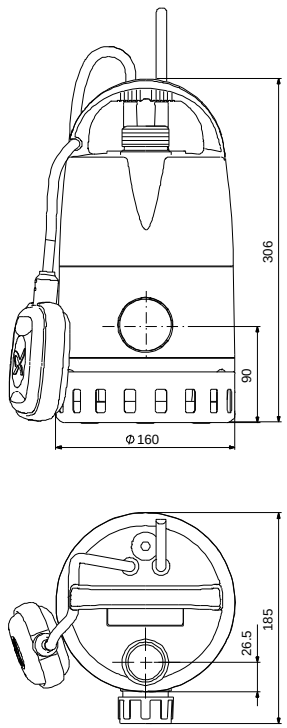
Sizing Results

Product number:	On request
Type:	UNILIFT CC5 - M1
Flow:	2.178 m³/h (1400)
H total:	2.84 m (+18%)
Power P1:	0.214 kW
NPSH required:	10 m
Eta total:	7.9 %
Best eta pump:	Infinity % =Eta in best efficiency point
Best eta pump+motor:	8.0 % =Eta in best efficiency point
Energy consumption:	137 kWh/Year
Price + energy costs:	On request /10Years
Phase:	1
Voltage:	220-240
Frequency:	50 Hz
Size, pump outlet:	1.1/4"
Maximum installation depth:	10 m
Enclosure class (IEC 34-5):	IP68
Insulation class (IEC 85):	B
Net weigth:	4.32 kg
Max. particle size:	10 mm

Pump Curve



Dimensional Drawing



Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

Installation illustration

Head:

Geodetic head:	2.104 m
Resulting head of the pump:	2.84 m

Pressure Loss in Pipes

Pipe	Length	Material	Size	Roughness	Velocity	Zeta	Friction losses

Pipe friction losses (outside pit), operation with all pumps

-

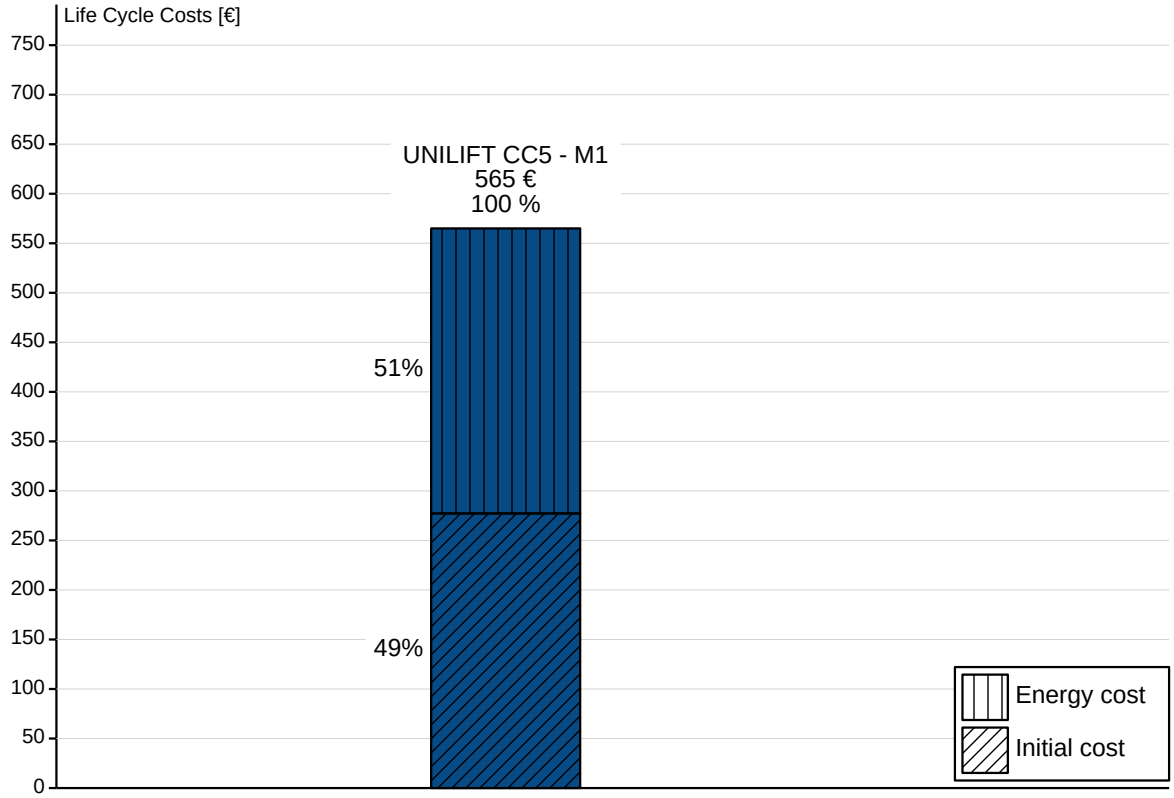
Pipe friction losses (outside pit), operation with one pump (worst case scenario)

-

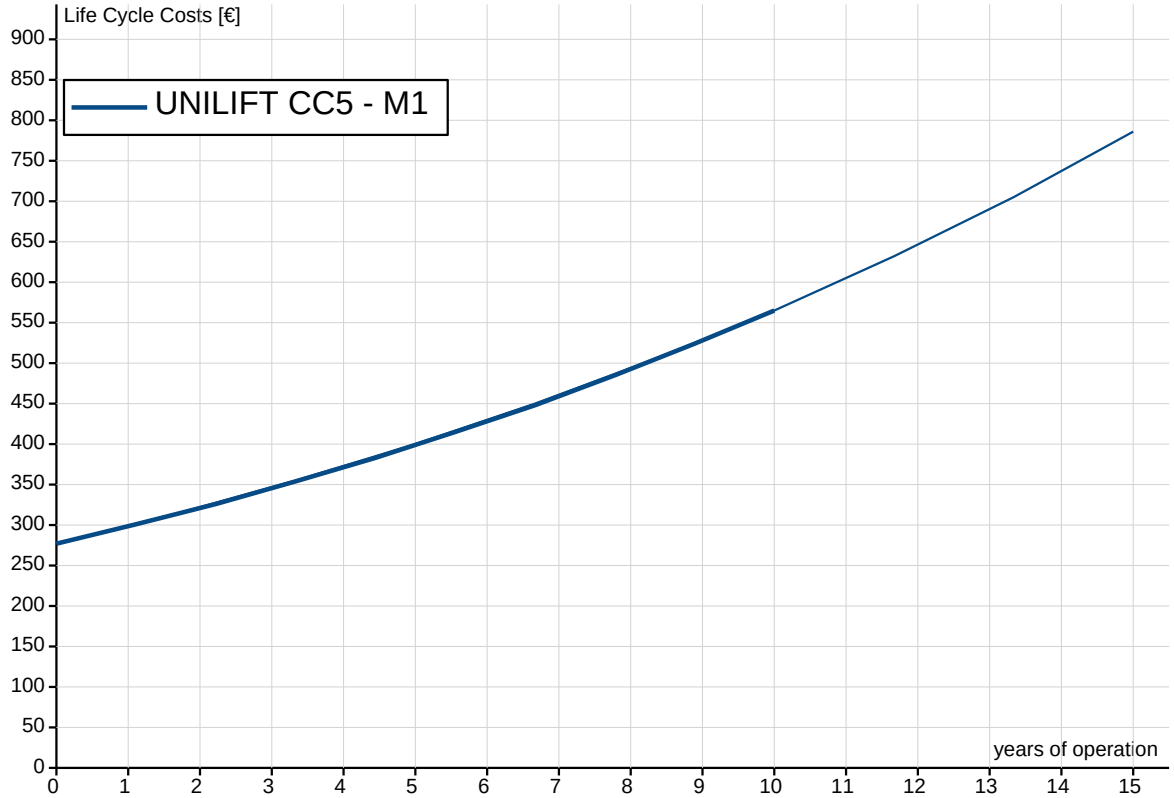
Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

Life Cycle Costs - 10 years of operation



Payback Time



Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

Life Cycle Cost Report

Requirements:	***General inputs:***	
Flow: 2.178 m³/h	Energy price (high tariff): 0.15 €/kWh	n - Life in years: 10
Capacity per year: 1400 m³/year		i - Interest rate: 0 %
Head: 2.84 m		p - Inflation rate: 6 %

Inputs:	**A:**	
System:	UNILIFT CC5 - M1	
	per year	total (life)
Initial investment cost [€] Pump system [€] Further investment [€]		
Installation and commissioning cost [€]		
Energy cost [€] Energy consumption [kWh/Year] Specific Energy [kWh/m³] Change of efficency per year [%/Year]	**21** 137	**288**
Operating cost [€/Year]		
[€/Year] Routine maintenance cost [€/Year] Repair cost [€/Year] Other yearly costs [€/Year]		
Downtime and loss of production cost [€/Year]		
Environmental cost [€]		
Decommisioning and disposal cost [€]		

Output:

Net present LCC-value [€]		**565**
of which present energy cost is [€]		288
and maintenance cost is [€]		
of which net present energy cost % is [%]		51.0
and maintenance cost % is [%]		0.0

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 22/05/2016

Order Data:

Product name: UNILIFT CC5 - M1
Amount: 1
Product No: On request

Total: Price on request

LAMPIRAN 5

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI GUBENG SURABAYA

Yth. KEPADA
FAIRUZ NADIA
MH.ITS
DI-
SURABAYA

JUMLAH CURAH HUJAN (mm/hari)

TAHUN	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2010	11	20	11	13	7	2	2	2	2	6	3	12
2011	8	8	13	10	8	0	0	0	0	2	9	16
2012	19	13	6	3	3	0	0	0	0	1	2	19
2013	16	9	20	11	15	7	3	0	0	0	7	0
2014	8	10	17	9	3	3	1	0	0	0	3	14
2015	7	14	12	7	7	0	0	0	0	0	1	12

Surabaya, 18 Pebruari 2016
An. KEPALA STASIUN
KEPALA SEKSI DATA DAN INFORMASI

BAMBANG SETIAJID, ST.MT
NIP.198302031985031001

LAMPIRAN 6

Perusahaan Daerah Air Minum
SURYA SEMBADA
Kota Surabaya

Kembali

INFORMASI TAGIHAN REKENING PELANGGAN PDAM KOTA SURABAYA

Perusahaan Daerah Air Minum
SURYA SEMBADA
Kota Surabaya

INFORMASI TAGIHAN REKENING AIR
(BUKAN BUKTI PEMBAYARAN)
Januari 2016

RUSUNAWA GRUDO GRUDO 0 RUSUNAWA GRUDO	NOPEL : 4013341 (PKK) SUB ZONA : 401 PA : 491347 TARIF : 1 TOTAL TAGIHAN : Rp 1.027.100,00	TANGGAL JATUH TEMPO 1 sd 15 Januari 2016	

RINCIAN TAGIHAN PEMAKAIAN AIR	METER BULAN LALU : 47426	METER BULAN KINI : 49093	PEMAKAIAN : 1667

KETERANGAN	PEMAKAIAN (M3)	RUPIAH / M3	SUB TOTAL (Rp)	TOTAL (Rp)
REKENING RESTITUSI (Rp)		**(B)**		**0,00**
REKENING SUPLISI (Rp)		**(B)**		**0,00**
TUNGGAKAN REKENING SEBELUMNYA (Rp)		**(B)**		**0,00**
DENDA TUNGGAKAN REKENING (Rp)		**(B)**		**0,00**
BIAYA PEMAKAIAN AIR		**(B)**		
PEMAKAIAN I	10	600,00	6.000,00	
PEMAKAIAN II	1657	600,00	994.200,00	
PEMAKAIAN III	0	0,00	0,00	
PEMAKAIAN IV	0	0,00	0,00	
Total Biaya Pemakaian Air (Rp)				1.000.200,00
RETRIBUSI KEBERSIHAN (Rp)		**(C)**		**0,00**
BEA MATERAI LUNAS (Rp)		**(C)**		**6.000,00**
BIAYA ADMINISTRASI (Rp)		**(A)**		**0.00**
SEWA METER (Rp)		**(C)**		**19.000,00**
TOTAL TAGIHAN (Rp)				**1.025.200,00**
DASAR PENGENAAN PAJAK (ATAS TAGIHAN TIPE A) (Rp)		**19.000,00**		
PPN 10% * DASAR PENGENAAN PAJAK				**1.900,00**
GRAND TOTAL TAGIHAN TERMASUK PPN				**1.027.100,00**

Informasi tagihan rekening air ini belum termasuk denda rekening bulan berjalan yang belum dibayar sampai akhir tanggal jatuh tempo

Perusahaan Daerah Air Minum
SURYA SEMBADA
Kota Surabaya

Kembali

INFORMASI TAGIHAN REKENING PELANGGAN PDAM KOTA SURABAYA

Perusahaan Daerah Air Minum
SURYA SEMBADA
Kota Surabaya

INFORMASI TAGIHAN REKENING AIR
(BUKAN BUKTI PEMBAYARAN)
Februari 2016

RUSUNAWA GRUDO GRUDO 0 RUSUNAWA GRUDO	NOPEL : 4013341 (PKK) SUB ZONA : 401 PA : 491347 TARIF : 1 TOTAL TAGIHAN : Rp 978.500,00	TANGGAL JATUH TEMPO 1 sd 15 Februari 2016	

RINCIAN TAGIHAN PEMAKAIAN AIR	METER BULAN LALU : 49093	METER BULAN KINI : 50684	PEMAKAIAN : 1591

KETERANGAN	PEMAKAIAN (M3)	RUPIAH / M3	SUB TOTAL (Rp)	TOTAL (Rp)
REKENING RESTITUSI (Rp)		**(B)**		**0,00**
REKENING SUPLISI (Rp)		**(B)**		**0,00**
TUNGGAKAN REKENING SEBELUMNYA (Rp)		**(B)**		**0,00**
DENDA TUNGGAKAN REKENING (Rp)		**(B)**		**0,00**
BIAYA PEMAKAIAN AIR		**(B)**		
PEMAKAIAN I	10	600,00	6.000,00	
PEMAKAIAN II	1581	600,00	948.600,00	
PEMAKAIAN III	0	0,00	0,00	
PEMAKAIAN IV	0	0,00	0,00	
Total Biaya Pemakaian Air (Rp)				954.600,00
RETRIBUSI KEBERSIHAN (Rp)		**(C)**		**0,00**
BEA MATERAI LUNAS (Rp)		**(C)**		**3.000,00**
BIAYA ADMINISTRASI (Rp)		**(A)**		**0.00**
SEWA METER (Rp)		**(C)**		**19.000,00**
TOTAL TAGIHAN (Rp)				**976.600,00**
DASAR PENGENAAN PAJAK (ATAS TAGIHAN TIPE A) (Rp)		**19.000,00**		
PPN 10% * DASAR PENGENAAN PAJAK				**1.900,00**
GRAND TOTAL TAGIHAN TERMASUK PPN				**978.500,00**

Informasi tagihan rekening air ini belum termasuk denda rekening bulan berjalan yang belum dibayar sampai akhir tanggal jatuh tempo

Perusahaan Daerah Air Minum
SURYA SEMBADA
Kota Surabaya

Kembali

INFORMASI TAGIHAN REKENING PELANGGAN PDAM KOTA SURABAYA

Perusahaan Daerah Air Minum
SURYA SEMBADA
Kota Surabaya

INFORMASI TAGIHAN REKENING AIR
(BUKAN BUKTI PEMBAYARAN)
Maret 2016

RUSUNAWA GRUDO GRUDO 0 RUSUNAWA GRUDO	NOPEL : 4013341 (PKK) SUB ZONA : 401 PA : 491347 TARIF : 1 TOTAL TAGIHAN : Rp 1.080.500,00	TANGGAL JATUH TEMPO 1 sd 15 Maret 2016	

RINCIAN TAGIHAN PEMAKAIAN AIR	METER BULAN LALU : 50684	METER BULAN KINI : 52440	PEMAKAIAN : 1756

KETERANGAN	PEMAKAIAN (M3)	RUPIAH / M3	SUB TOTAL (Rp)	TOTAL (Rp)
REKENING RESTITUSI (Rp)		**(B)**		**0,00**
REKENING SUPLISI (Rp)		**(B)**		**0,00**
TUNGGAKAN REKENING SEBELUMNYA (Rp)		**(B)**		**0,00**
DENDA TUNGGAKAN REKENING (Rp)		**(B)**		**0,00**
BIAYA PEMAKAIAN AIR		**(B)**		
PEMAKAIAN I	10	600,00	6.000,00	
PEMAKAIAN II	1746	600,00	1.047.600,00	
PEMAKAIAN III	0	0,00	0,00	
PEMAKAIAN IV	0	0,00	0,00	
Total Biaya Pemakaian Air (Rp)				1.053.600,00
RETRIBUSI KEBERSIHAN (Rp)		**(C)**		**0,00**
BEA MATERAI LUNAS (Rp)		**(C)**		**6.000,00**
BIAYA ADMINISTRASI (Rp)		**(A)**		**0.00**
SEWA METER (Rp)		**(C)**		**19.000,00**
TOTAL TAGIHAN (Rp)				**1.078.600,00**
DASAR PENGENAAN PAJAK (ATAS TAGIHAN TIPE A) (Rp)		**19.000,00**		
PPN 10% * DASAR PENGENAAN PAJAK				**1.900,00**
GRAND TOTAL TAGIHAN TERMASUK PPN				**1.080.500,00**

Informasi tagihan rekening air ini belum termasuk denda rekening bulan berjalan yang belum dibayar sampai akhir tanggal jatuh tempo

LAMPIRAN 7

GUBERNUR JAWA TIMUR

PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR
NOMOR 72 TAHUN 2013

TENTANG

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI INDUSTRI DAN/ATAU
KEGIATAN USAHA LAINNYA

GUBERNUR JAWA TIMUR,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 22 ayat (3) Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur yang diundangkan dalam Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2008 Nomor 1 Seri E, perlu membentuk Peraturan Gubernur Jawa Timur tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya;

Mengingat :

1. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1950 tentang Pembentukan Provinsi Djawa Timur (Himpunan Peraturan-Peraturan Negara Tahun 1950) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1950 tentang Perubahan dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1950 (Himpunan Peraturan-Peraturan Negara Tahun 1950);
2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3274);
3. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3419);
4. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);

5. Undang

5. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah diubah beberapa kali, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);
6. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2008 tentang Keterbukaan Informasi Publik (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 61, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4846);
7. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 31, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3815) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 tentang perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 190, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3910);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161;
10. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2005 tentang Pedoman Pembinaan dan Pengawasan Penyelenggaraan Pemerintah Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 165, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4593);

11. Peraturan

11. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota, (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 83, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
12. Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 47, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4987);
13. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 48, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5285);
14. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan;
15. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel;
16. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Vinyl Chlorida Monomer dan Poly Vinyl Chloride;
17. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas Bumi;
18. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Buah-buahan dan/atau Sayuran;
19. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan;
20. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Petrokimia Hulu;
21. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Rayon;

22. Peraturan

22. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Purified Terephthaliic Acid dan Poly Ethylene Terephtalate;
23. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Rumput laut;
24. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kelapa;
25. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Daging;
26. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai;
27. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 16 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Keramik;
28. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal;
29. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Obat Tradisional/Jamu;
30. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Oleokimia Dasar;
31. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi;
32. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 21 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Biji Besi;
33. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air;

34. Peraturan

34. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri;
35. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau kegiatan Industri Minyak Goreng;
36. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Gula;
37. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Rokok dan/atau Cerutu;
38. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Minyak dan Gas;
39. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2011 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Eksplorasi dan Ekploitas Gas Metana Batubara;
40. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 250/M/SK/10/1994 tentang Pedoman Teknis Penyusunan Pengendalian Dampak Terhadap Lingkungan Hidup pada Sektor Industri;
41. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri;
42. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-52/MENLH/X/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Hotel;
43. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Domestik;
44. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur (Lembaran Daerah Nomor 1 Tahun 2008 Seri E);

45. Peraturan

45. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Inspektorat, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Lembaga Teknis Daerah Provinsi Jawa Timur (Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2008 Nomor 3 Seri D) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 8 Tahun 2010 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 10 tahun 2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Inspektorat, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Lembaga Teknis Daerah Provinsi Jawa Timur (Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2010 Nomor 2 Seri D);
46. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun Tahun 2011 tentang tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 Nomor 5 Seri D, Tambahan Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5);
47. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 tentang Penetapan Kelas Air pada Air Sungai;
48. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 32 Tahun 2013 tentang Penetapan Kelas Air Pada Wilayah Sungai Baru - Bajulmati, Wilayah Sungai Pekalen - Sampean, Wilayah Sungai Bondoyudo-Bedadung, Wilayah Sungai Welang - Rejoso dan Wilayah Sungai Madura – Bawean;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN GUBERNUR TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI INDUSTRI DAN/ATAU KEGIATAN USAHA LAINNYA.

BAB I
KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam peraturan ini yang dimaksud dengan:
1. Pemerintah Provinsi adalah Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Timur.
2. Pemerintah Kabupaten/Kota adalah Pemerintah Kabupaten/Kota di Jawa Timur
3. Gubernur adalah Gubernur Jawa Timur.

4. Bupati/Walikota adalah Bupati/Walikota di Jawa Timur.
5. Badan Lingkungan Hidup adalah Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.
6. SKPD terkait adalah SKPD Provinsi dan/atau Kabupaten/Kota yang mempunyai tugas pokok dan fungsi yang berhubungan dengan masalah air dan/atau pencemaran air.
7. Penanggung jawab kegiatan adalah pengusaha atau pemilik perusahaan industri atau kegiatan usaha lainnya yang bersangkutan.
8. Laboratorium yang ditunjuk adalah laboratorium lingkungan yang terakreditasi dan teregistrasi di Kementerian Lingkungan Hidup.
9. Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri.
10. Industri terpadu adalah dua atau lebih jenis industri yang terletak pada satu atau lain lokasi dan instalasi pengolah limbahnya dijadikan satu.
11. Kawasan industri adalah kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan kawasan industri yang telah memiliki usaha kawasan industri.
12. Kegiatan usaha lainnya adalah kegiatan ekonomi diluar kegiatan industri yaitu kegiatan ekonomi lainnya yang dalam melaksanakan usahanya menghasilkan air limbah.
13. Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan.
14. Mutu air limbah adalah kondisi kualitas air limbah yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan.

15. Baku

15. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan.
16. Kadar unsur pencemar adalah jumlah berat unsur pencemar dalam volume air limbah tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/L.
17. Beban pencemaran maksimum adalah jumlah tertinggi suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air limbah yang merupakan hasil perkalian dari volume air limbah dikalikan kadar zat pencemar.
18. Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai rawa, danau, situ, waduk dan muara.
19. Titik penaatan adalah satu lokasi atau lebih yang dijadikan acuan untuk pemantauan dalam rangka penaatan baku mutu air limbah.
20. Kejadian tidak normal adalah kondisi di mana peralatan proses produksi dan/atau instansi pengolahan air limbah tidak beroperasi sebagaimana mestinya karena adanya kerusakan dan/atau tidak berfungsinya peralatan tersebut.
21. Keadaan darurat adalah keadaan tidak berfungsinya peralatan proses produksi dan/atau tidak beroperasinya instalasi pengolahan air limbah sebagaimana mestinya karena adanya bencana alam, kebakaran dan/atau huru-hara.
22. Kualitas air limbah maksimum adalah volume air limbah terbanyak yang diperbolehkan di buang ke sumber air setiap satuan bahan baku (ton per hari).

Pasal 2

Dengan Peraturan Gubernur ini ditetapkan baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

Pasal 3

(1) Penetapan baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 dimaksudkan untuk mengukur batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan.

(2) Baku

(2) Penetapan baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bertujuan mencegah terjadinya pencemaran sumber air guna mewujudkan mutu sumber air sesuai dengan peruntukkannya.

Pasal 4

Baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Gubernur ini, meliputi:

a. Lampiran I : Baku Mutu Air Limbah Industri Kimia Organik dan Turunannya;
b. Lampiran II : Baku Mutu Air Limbah Industri Kimia Anorganik dan Turunannya;
c. Lampiran III : Baku Mutu Air Limbah bagi Kegiatan Usaha Lainnya;
d. Lampiran IV : Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri;
e. Lampiran V : Baku Mutu Air Limbah Untuk Usaha dan/atau Kegiatan Yang Belum Ditetapkan Baku Mutunya; dan
f. Lampiran VI : Perhitungan Volume dan Beban Pencemaran Maksimum.

Pasal 5

(1) Dalam rangka menjaga kualitas air dan menjamin keberlanjutan pelestarian, perlindungan serta pengelolaan fungsi lingkungan hidup, semua Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan air limbah wajib mentaati dan tidak boleh melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan.
(2) Dalam hal baku mutu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terlampaui karena kondisi darurat atau kondisi tidak normal, maka penanggung jawab kegiatan wajib melaporkan dan menyampaikan upaya penanggulangannya kepada Bupati/Walikota dengan tembusan kepada Gubernur dan Menteri Negara Lingkungan Hidup.

Pasal 6

Pasal 6

(1) Dalam hal hasil kajian kelayakan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL) atau rekomendasi Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) dari Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan air limbah mensyaratkan baku mutu air limbah lebih ketat dari baku mutu air limbah sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur ini, diberlakukan baku mutu air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan oleh AMDAL atau rekomendasi UKL dan UPL.
(2) Dalam hal hasil kajian mengenai pembuangan air limbah bagi Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan air limbah mensyaratkan baku mutu air limbah lebih ketat daripada baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka dalam persyaratan izin pembuangan air limbah diberlakukan baku mutu air limbah berdasarkan hasil kajian.

Pasal 7

(1) Baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 dan Pasal 6 merupakan dasar bagi Bupati/Walikota dalam memberikan izin pembuangan air limbah bagi setiap kegiatan industri dan/atau kegiatan usaha lainnya di wilayahnya.
(2) Dalam memberikan izin pembuangan Air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Bupati/Walikota mengacu pada kadar maksimum bagi setiap parameter dan volume air limbah yang tidak boleh melampaui baku mutu lingkungan serta mempertimbangkan kemampuan daya tampung badan air penerima sesuai baku mutu sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur ini.
(3) Penetapan volume air limbah maksimum sebagaimana dimaksud pada ayat (2) didasarkan pada produksi bulanan senyatanya dari industri atau kegiatan usaha lainnya yang bersangkutan.

Pasal 8

Setiap penanggung jawab kegiatan wajib:
a. memenuhi baku mutu air limbah sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan Gubernur ini;

b. melakukan pengolahan air limbah sehingga mutu air limbah yang dibuang tidak melampaui baku mutu air limbah sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan Gubernur ini;
c. menggunakan sistem saluran air kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan;
d. memasang alat ukur debit atau laju alir limbah pada inlet instalasi pengolahan air limbah dan outlet instalasi pengolahan air limbah serta inlet pemanfaatan kembali air limbah yang dimanfaatkan kembali;
e. melakukan pencatatan debit harian air limbah baik untuk air limbah yang dibuang ke sumber air dan/atau laut, dan/atau yang dimanfaatkan kembali;
f. melakukan pencatatan pH harian air limbah;
g. tidak melakukan pengenceran air limbah ke dalam aliran buangan air limbah;
h. melakukan pencatatan jumlah bahan baku dan produk harian senyatanya;
i. memisahkan saluran pembuangan air limbah dengan saluran limpasan air hujan;
j. menetapkan titik penaatan untuk pengambilan contoh uji; dan
k. melakukan pengukuran kualitas air limbah secara mandiri (swa-pantau, *self monitoring*) sebelum dibuang ke badan air penerima sekurang-kurangnya satu kali dalam satu bulan dengan biaya perusahaan sendiri.

Pasal 9

(1) Dalam rangka penaatan terhadap baku mutu air limbah, setiap Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya wajib melakukan pengukuran kualitas air limbah secara mandiri/swa-pantau (*self monitoring*) serta mencatat debit aliran pembuangan air limbah.

(2) Hasil pengukuran kualitas air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib disampaikan kepada pejabat yang berwenang paling sedikit 1 (satu) kali dalam 1 (satu) bulan.

Pasal 10

(1) Pemerintah Provinsi bekerjasama dengan Pemerintah Kabupaten/Kota melakukan pengawasan dan monitoring terhadap penaatan baku mutu air limbah bagi kegiatan industri dan/atau usaha lain yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup.
(2) Pengawasan dan monitoring sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh SKPD terkait yang dikoordinasikan oleh Badan Lingkungan Hidup.
(3) Monitoring sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilaksanakan dengan pengambilan dan pemeriksaan contoh uji kualitas air limbah oleh petugas dari laboratorium yang ditunjuk.
(4) Hasil pemeriksaan kualitas air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disampaikan kepada Gubernur dan Bupati/Walikota.

Pasal 11

Gubernur meninjau kembali Baku Mutu Air Limbah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 secara berkala paling lama sekali dalam 5 (lima) tahun.

Pasal 12

Pada saat Peraturan Gubernur ini berlaku, peraturan mengenai petunjuk teknis pelaksanaan Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya masih tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Peraturan Gubernur ini.

Pasal 13

Pada saat Peraturan Gubernur ini mulai berlaku, maka terhadap:

Keputusan Gubernur Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 60 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Usaha Kegiatan Hotel di Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur;

Keputusan Gubernur Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit di Propinsi di Daerah Tingkat I Jawa Timur; dan

c. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur,

dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 14

Peraturan Gubernur ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Gubernur ini dengan penempatannya dalam Berita Daerah Provinsi Jawa Timur.

Ditetapkan di Surabaya
pada tanggal 16 Oktober 2013

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd.

Dr. H. SOEKARWO

LAMPIRAN I

4. Baku Mutu Air Limbah Domestik [Permukiman (*Real Estate*), Rumah Makan (Restoran), Perkantoran, Perniagaan, Apartemen, Perhotelan dan Asrama]

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK Volume Limbah Cair Maximum 120 L/(orang.hari)	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD_5	30
COD	50
TSS	50
Minyak dan Lemak	10
pH	6-9

5. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Obat Tradisional/Jamu.

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK PENGOLAHAN OBAT TRADISIONAL/JAMU	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD_5	75
COD	150
TSS	100
Phenol	0,2
pH	6-9
Volume air limbah maksimum (M^3/ton bahan baku)	15

6. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Sakit

BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK KEGIATAN RUMAH SAKIT Volume Limbah Cair Maximum 500 L /(orang.hari)	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
Suhu	30˚C
pH	6-9
BOD_5	30
COD	80
TSS	30
NH_3-N bebas	0,1
PO_4	2
MPN-Kuman Golongan Koli/100 mL	10.000

LAMPIRAN 8

SNI

SNI 6989.59:2008

Standar Nasional Indonesia

Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional

Daftar isi

Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengambilan contoh air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 37 Tahun 2003 tentang *Metoda Analisis Kualitas Air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan*, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Air dan air limbah – Bagian 59: Metode pengambilan contoh air limbah*. SNI ini diterapkan untuk teknik pengambilan contoh air limbah sebagaimana yang tercantum di dalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil kaji ulang dari SNI 06-2421-1991, *Metode pengambilan contoh uji kualitas air*. SNI tersebut telah disepakati untuk dipecah menjadi 3 SNI baru yaitu untuk metode pengambilan contoh air permukaan, air tanah dan air limbah yang merupakan bagian dari seri SNI Air dan air limbah. SNI ini telah dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis 13-03-S1, *Kualitas Air* dari Panitia Teknis 13-03, Panitia Teknis *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan* dengan pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 14 Desember 2005 di Serpong, Tangerang – Banten. SNI ini juga telah melalui konsensus nasional yaitu jajak pendapat pada tanggal 29 Maret – 28 Mei 2006. Dengan ditetapkannya SNI ini, maka penerapan SNI 06-2421-1991 dinyatakan tidak berlaku lagi.

Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah

1 Ruang lingkup

Metoda ini digunakan untuk pengambilan contoh air guna keperluan pengujian sifat fisika dan kimia air limbah.

2 Acuan normatif

SNI 06-6989.1-2004, *Air dan air limbah – Bagian 1: Cara uji daya hantar listrik (DHL).*

SNI 06-6989.11-2004, *Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter.*

SNI 06-6989.14-2004, *Air dan air limbah – Bagian 12: Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida).*

SNI 06-6989.23-2005, *Air dan air limbah – Bagian 23: Cara uji suhu dengan termometer*.

SNI 06-2420-1991, *Metode pengujian kelindian dalam air dengan titrimetrik.*

SNI 06-2422-1991, *Metode pengujian keasaman dalam air dengan titrimetrik.*

3 Istilah dan definisi

3.1
air limbah
sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair

3.2
kualitas air limbah
sifat-sifat air limbah yang ditunjukkan dengan besaran, nilai atau kadar bahan pencemar atau komponen lain yang terkandung didalamnya

3.3
contoh sesaat (*grab sample*)
air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu

3.4
contoh gabungan waktu
campuran contoh yang diambil dari satu titik pada waktu yang berbeda, dengan volume yang sama

3.5
contoh gabungan tempat
campuran contoh yang diambil dari titik yang berbeda pada waktu yang sama, dengan volume yang sama

3.6
contoh gabungan waktu dan tempat
campuran contoh yang diambil dari beberapa titik dalam satu lokasi pada waktu yang berbeda, dengan volume yang sama

3.7
contoh duplikat
contoh yang diambil dari titik pengambilan yang sama dengan rentang waktu antar pengambilan yang sekecil mungkin, duplikat contoh digunakan untuk menguji ketelitian tata kerja pengambilan contoh

3.8
contoh yang diperkaya *(spike sample)*
contoh yang ditambah dengan standar yang bersertifikat dalam jumlah tertentu untuk keperluan pengendalian mutu

3.9
contoh yang terbelah *(split sample)*
contoh dikumpulkan dalam satu wadah, dihomogenkan dan dibagi menjadi dua atau lebih sub contoh dan diperlakukan seperti contoh, selanjutnya dikirim ke beberapa laboratorium yang berbeda

3.10
blanko matrik
media bebas analit yang mempunyai matrik hampir sama dengan contoh yang akan diambil

3.11
blanko media
media yang digunakan untuk mendeteksi adanya kontaminasi pada media yang digunakan dalam pengambilan contoh

3.12
blanko perjalanan
media yang digunakan untuk mengukur kontaminasi yang mungkin terjadi selama pengambilan dan transportasi contoh

3.13
Kebutuhan Oksigen Biologi/KOB (*Biologycal Oxcygen Demand,* BOD)
kebutuhan oksigen biokimiawi bagi proses deoksigenasi dalam suatu perairan atau air limbah

3.14
Kebutuhan Oksigen Kimiawi/KOK (*Chemical Oxcygen Demand* COD)
kebutuhan oksigen kimiawi bagi proses deoksigenasi dalam suatu perairan atau air limbah

3.15
nutrien
senyawa yang dibutuhkan oleh organisme yang meliputi fosfat, nitrogen, nitrit, nitrat dan amonia

3.16
titik pengambilan contoh air limbah
tempat pengambilan contoh yang mewakili kualitas air limbah

3.17
bak equalisasi
bak penampungan air limbah yang bertujuan untuk menghomogenkan beban dan pengaturan aliran air limbah

4 Peralatan

4.1 Alat pengambil contoh

4.1.1 Persyaratan alat pengambil contoh

Alat pengambil contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

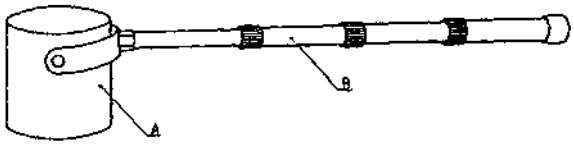
a) terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat contoh;
b) mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya;
c) contoh mudah dipindahkan ke dalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya;
d) mudah dan aman di bawa;
e) kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

4.1.2 Jenis alat pengambil contoh

a) Alat pengambil contoh sederhana

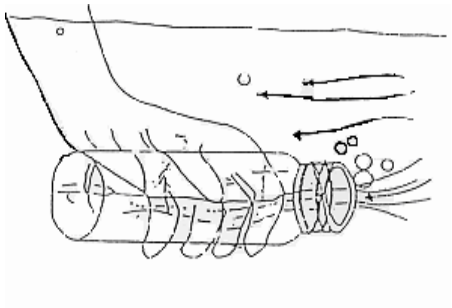
Alat pengambil contoh sederhana dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang.

CATATAN Dalam praktiknya, alat sederhana ini paling sering digunakan dan dipakai untuk mengambil air permukaan atau air sungai kecil yang relatif dangkal.



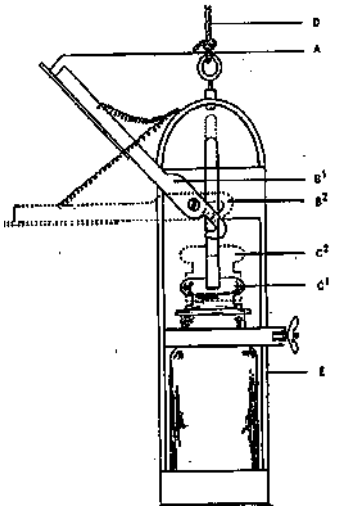
Keterangan gambar:
A adalah pengambil contoh terbuat dari polietilen
B adalah *handle* (tipe teleskopi yang terbuat dari aluminium atau stanlestil

Gambar 1 Contoh alat pengambil contoh gayung bertangkai panjang



Gambar 2 Contoh botol biasa secara langsung

b) botol biasa yang diberi pemberat yang digunakan pada kedalaman tertentu.



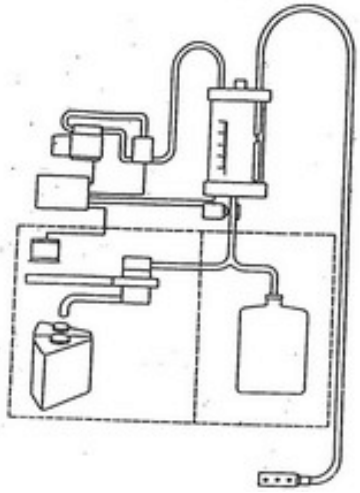
Keterangan gambar:

A adalah pengait
B^1 adalah tuas posisi tertutup
B^2 adalah tuas posisi terbuka
C^1 adalah tutup gelas botol contoh posisi tertutup
C^2 adalah tutup gelas botol contoh posisi terbuka
D adalah tali penggantung
E adalah rangka metal botol contoh

Gambar 3 Contoh alat pengambil air Bbotol biasa dengan pemberat

4.1.3 Alat pengambil contoh air otomatis

Alat pengambil contoh secara otomatis yang dilengkapi alat pengatur waktu dan volume yang diambil, digunakan untuk contoh gabungan waktu dari air limbah, agar diperoleh kualitas air rata-rata selama periode tertentu. Contoh alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 Alat pengambil contoh air otomatis

4.2 Alat pengukur parameter lapangan

Peralatan yang perlu dibawa antara lain:

a) DO meter atau peralatan untuk metode *Winkler*;
b) pH meter;
c) turbidimeter;
d) konduktimeter;
e) termometer; dan
f) 1 set alat pengukur debit.

CATATAN Alat lapangan sebelum digunakan perlu dilakukan kalibrasi.

4.3 Alat pendingin

Alat ini dapat menyimpan contoh pada 4°C ± 2°C, digunakan untuk menyimpan contoh untuk pengujian sifat fisika dan kimia.

4.4 Alat ekstraksi (corong pemisah)

Corong pemisah terbuat dari bahan gelas atau teflon yang tembus pandang dan mudah memisahkan fase pelarut dari contoh.

4.5 Alat penyaring

Alat ini dilengkapi dengan pompa isap atau pompa tekan serta dapat menahan saringan yang mempunyai ukuran pori 0,45 μm.

5 Bahan

Bahan kimia untuk pengawet

Bahan kimia yang digunakan untuk pengawet harus memenuhi persyaratan bahan kimia untuk analisis dan tidak mengganggu atau mengubah kadar zat yang akan di uji (lihat Lampiran B).

6 Wadah contoh

6.1 Persyaratan wadah contoh

Wadah yang digunakan untuk menyimpan contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a) terbuat dari bahan gelas atau plastik poli etilen (PE) atau poli propilen (PP) atau teflon (*Poli Tetra Fluoro Etilen,* PTFE);
b) dapat ditutup dengan kuat dan rapat;
c) bersih dan bebas kontaminan;
d) tidak mudah pecah;
e) tidak berinteraksi dengan contoh.

6.2 Persiapan wadah contoh

Lakukan langkah-langkah persiapan wadah contoh, sebagai berikut:
a) Untuk menghindari kontaminasi contoh di lapangan, seluruh wadah contoh harus benar-benar dibersihkan di laboratorium sebelum dilakukan pengambilan contoh.
b) Wadah yang disiapkan jumlahnya harus selalu dilebihkan dari yang dibutuhkan, untuk jaminan mutu, pengendalian mutu dan cadangan.
c) Jenis wadah contoh dan tingkat pembersihan yang diperlukan tergantung dari jenis contoh yang akan diambil, sebagai berikut:

6.2.1 Wadah contoh untuk pengujian senyawa organik yang mudah menguap (*Volatile Organic Compound, VOC*)

Siapkan wadah contoh untuk senyawa organik yang mudah menguap, dengan langkah kerja sebagai berikut:

a) cuci gelas vial, tutup dan septum dengan deterjen. Bilas dengan air biasa dan kemudian bilas dengan air bebas analit;
b) bilas dengan metanol berkualitas analisis dan dikeringkan selama 1 jam;
c) keluarkan vial dan biarkan mendingin dalam posisi terbalik di atas lembaran aluminium foil;
d) setelah vial dingin, putar tutup dan septum untuk menutup vial tersebut.

CATATAN Untuk mencegah kontaminasi saat pencucian wadah contoh yang akan digunakan untuk analisa organik, harus dihindari penggunaan sarung tangan plastik atau karet dan sikat.

6.2.2 Wadah contoh untuk pengujian senyawa organik yang dapat diekstraksi

Siapkan wadah contoh untuk senyawa organik yang dapat diekstraksi, dengan langkah kerja sebagai berikut:

a) cuci botol gelas dan tutup dengan deterjen. Bilas dengan air kemudian dengan air bebas analit;
b) masukkan 10 mL aseton berkualitas analisis ke dalam botol dan rapatkan tutupnya, kemudian kocok botol dengan baik agar aseton tersebar merata dipermukaan dalam botol serta mengenai *lining* teflon dalam tutup.
c) buka tutup botol dan buang aseton dan biarkan botol mengering dan kemudian kencangkan tutup botol agar tidak terjadi kontaminasi baru.

6.2.3 Wadah contoh untuk pengujian logam total dan terlarut

Siapkan wadah contoh untuk pengujian logam total dan terlarut, dengan langkah kerja sebagai berikut:

a) cuci botol gelas atau plastik dan tutupnya dengan deterjen kemudian bilas dengan air bersih.
b) bilas dengan asam nitrat (HNO_3) 1:1, kemudian bilas lagi dengan air bebas analit sebanyak 3 kali dan biarkan mengering, setelah kering tutup botol dengan rapat.

6.2.4 Wadah contoh untuk pengujian KOB, KOK dan nutrien

Siapkan wadah contoh untuk pengujian KOB, KOK dan nutrien, dengan langkah kerja sebagai berikut:

a) cuci botol dan tutup dengan deterjen bebas fosfat kemudian bilas dengan air bersih;
b) cuci botol dengan asam klorida (HCl) 1:1 dan bilas lagi dengan air bebas analit sebanyak 3 kali dan biarkan mengering, setelah kering tutup botol dengan rapat.

6.2.5 Wadah contoh untuk anorganik non-logam

Siapkan wadah contoh untuk pengujian anorganik non-logam, dengan langkah kerja sebagai berikut:

a) cuci botol dan tutup dengan deterjen, bilas dengan air bersih kemudian bilas dengan air bebas analit sebanyak 3 kali dan biarkan hingga mengering;
b) setelah kering tutup botol dengan rapat.

6.3 Pencucian wadah contoh

Lakukan pencucian wadah contoh sebagai berikut:

a) Peralatan harus dicuci dengan deterjen dan disikat untuk menghilangkan partikel yang menempel di permukaan;
b) Bilas peralatan dengan air bersih hingga seluruh deterjen hilang;
c) Bila peralatannya terbuat dari bahan non logam, maka cuci dengan asam HNO_3 1:1, kemudian dibilas dengan air bebas analit;
d) Biarkan peralatan mengering di udara terbuka;
e) Peralatan yang telah dibersihkan diberi label bersih-siap untuk pengambilan contoh.

6.4 Volume contoh

Volume contoh yang diambil untuk keperluan pengujian di lapangan dan laboratorium bergantung dari jenis pengujian yang diperlukan (lihat Lampiran B).

7 Tipe contoh

Beberapa tipe contoh air limbah:

a) contoh sesaat (*grab sample*);
b) contoh gabungan waktu (*composite samples*);
c) contoh gabungan tempat (*integrated samples*);
d) contoh gabungan waktu dan tempat.

8 Lokasi dan titik pengambilan contoh

8.1 Pemilihan lokasi pengambilan contoh

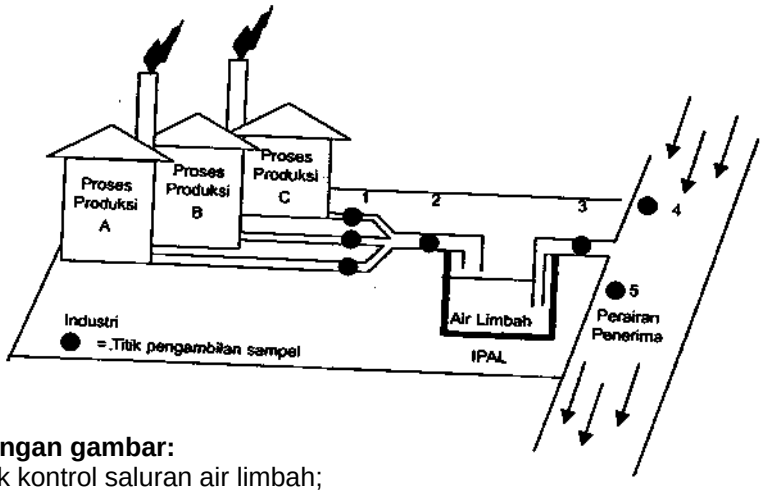
a) Lokasi pengambilan contoh air limbah industri harus mempertimbangkan ada atau tidak adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).
b) Contoh harus diambil pada lokasi yang telah mengalami pencampuran secara sempurna.

8.2 Penentuan lokasi pengambilan contoh

Lokasi pengambilan contoh dilakukan berdasarkan pada tujuan pengujian, sebagai berikut:

8.2.1 Untuk keperluan evaluasi efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

a) Contoh diambil pada lokasi sebelum dan setelah IPAL dengan memperhatikan waktu tinggal (waktu retensi).



Keterangan gambar:
1) Bak kontrol saluran air limbah;
2) Inlet IPAL;
3) Outlet IPAL;
4) Perairan penerima sebelum air limbah masuk ke badan air;
5) Perairan penerima setelah air limbah masuk badan air.

Gambar 5 Contoh lokasi pengambilan contoh sebelum dan setelah IPAL

b) Titik lokasi pengambilan contoh pada inlet (titik 2, Gambar 5)

1) Dilakukan pada titik pada aliran bertubulensi tinggi agar terjadi pencampuran dengan baik, yaitu pada titik dimana limbah mengalir pada akhir proses produksi menuju ke IPAL.
2) Apabila tempat tidak memungkinkan untuk pengambilan contoh maka dapat ditentukan lokasi lain yang dapat mewakili karakteristik air limbah.

c) Titik lokasi pengambilan contoh pada outlet (titik 3, Gambar 5)

Pengambilan contoh pada *outlet* dilakukan pada lokasi setelah IPAL atau titik dimana air limbah yang mengalir sebelum memasuki badan air penerima (sungai).

8.2.2 Untuk keperluan pengendalian pencemaran air

Untuk keperluan pengendalian pencemaran air, contoh diambil pada 3 (tiga) lokasi:
a) Pada perairan penerima sebelum tercampur limbah (*upstream*) (titik 4, Gambar 5).
b) Pada saluran pembuangan air limbah sebelum ke perairan penerima (titik 3, Gambar 5).
c) Pada perairan penerima setelah bercampur dengan air limbah (*downsream*), namun belum tercampur atau menerima limbah cair lainnya (titik 5, Gambar 5).

8.3 Untuk industri yang belum memiliki IPAL

8.3.1 Air limbah industri dengan proses kontinyu berasal dari satu saluran pembuangan

8.3.1.1 Jika tidak terdapat bak ekualisasi

a) Kualitas air limbah tidak berfluktuasi, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat (*grab sampling*).
b) Kualitas air limbah berfluktuasi akibat proses produksi, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit waktu.

8.3.1.2 Jika terdapat bak ekualisasi

Pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat (*grab sampling*).

8.3.2 Air limbah industri dengan proses *batch* berasal dari satu saluran pembuangan

8.3.2.1 Jika tidak terdapat bak equalisasi

Kualitas air limbah berfluktuasi akibat proses produksi, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit waktu dan proporsional pada saat pembuangan dilakukan.

8.3.2.2 Jika terdapat bak equalisasi

Pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat (*grab sampling*).

8.3.3 Air limbah industri dengan proses kontinyu berasal dari beberapa saluran pembuangan

8.3.3.1 Jika tidak terdapat bak equalisasi

a) Kualitas air limbah tidak berfluktuasi dan semua saluran pembuangan limbah dari beberapa sumber sebelum masuk perairan penerima limbah disatukan, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat.

b) Kualitas air limbah tidak berfluktuasi dan semua saluran pembuangan limbah dari beberapa sumber sebelum masuk perairan penerima limbah tidak disatukan, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit tempat dengan mempertimbangkan debit.

c) Kualitas air limbah berfluktuasi akibat proses produksi dan semua saluran pembuangan limbah dari beberapa sumber sebelum masuk perairan penerima limbah disatukan, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit waktu.

d) Kualitas air limbah berfluktuasi akibat proses produksi dan semua saluran pembuangan limbah dari beberapa sumber sebelum masuk perairan penerima limbah tidak disatukan, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit waktu dan tempat.

8.3.3.2 Jika terdapat bak equalisasi

Kualitas air limbah berfluktuasi atau tidak berfluktuasi akibat proses produksi, semua air limbah dari masing-masing proses disatukan dan dibuang melalui bak equalisasi, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat (*grab sampling*).

8.3.4 Air limbah industri dengan proses *batch* berasal dari beberapa saluran pembuangan

8.3.4.1 Jika tidak terdapat bak equalisasi

a) Kualitas air limbah berfluktuasi akibat proses produksi dan semua saluran pembuangan limbah dari beberapa sumber sebelum masuk perairan penerima limbah disatukan, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit waktu.

b) Kualitas air limbah berfluktuasi akibat proses produksi dan semua saluran pembuangan limbah dari beberapa sumber sebelum masuk perairan penerima limbah tidak disatukan, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara komposit waktu dan tempat dengan mempertimbangkan debit.

8.3.4.2 Jika terdapat bak equalisasi

Kualitas air limbah berfluktuasi atau sangat berfluktuasi akibat proses produksi, semua air limbah dari masing-masing proses disatukan dan dibuang melalui bak equalisasi, maka pengambilan contoh dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat (*grab sampling*).

8.4 Untuk industri yang memiliki IPAL

Lakukan pengambilan contoh pada saluran pembuangan air limbah sebelum ke perairan penerima (titik 3, Gambar 1).

9 Cara pengambilan contoh

9.1 Pengambilan contoh untuk pengujian kualitas air

a) siapkan alat pengambil contoh sesuai dengan saluran pembuangan;
b) bilas alat dengan contoh yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali;
c) ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan;
d) masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis;
e) lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan;
f) hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus;
g) pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan seperti pada Lampiran B.

CATATAN Untuk contoh yang akan di uji kandungan senyawa organiknya dan logam, hendaknya tidak membilas alat 3 kali dengan contoh air, tetapi digunakan wadah yang bersih dan siap pakai.

9.2 Pengambilan contoh untuk pengujian oksigen terlarut

Pengambilan contoh dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

9.2.1 Cara langsung

a) Gunakan alat DO meter.
b) Cara pengoperasian alat, lihat petunjuk kerja alat.
c) Nilai oksigen terlarut dapat langsung terbaca.

9.2.2 Cara tidak langsung

9.2.2.1 Cara umum

Pengukuran oksigen terlarut dilakukan dengan cara titrasi, sebagai berikut:

a) siapkan botol KOB yang bersih dengan volume yang diketahui serta dilengkapi dengan tutup asah;
b) celupkan botol dengan hati-hati ke dalam air dengan posisi mulut botol searah dengan aliran air, sehingga air masuk ke dalam botol dengan tenang, atau dapat pula dengan menggunakan sifon;
c) isi botol sampai penuh dan hindarkan terjadinya turbulensi dan gelembung udara selama pengisian, kemudian botol ditutup;
d) contoh siap untuk dianalisa.

9.2.2.2 Cara khusus

Tahapan pengambilan contoh dengan cara alat khusus, dilakukan sebagai berikut:

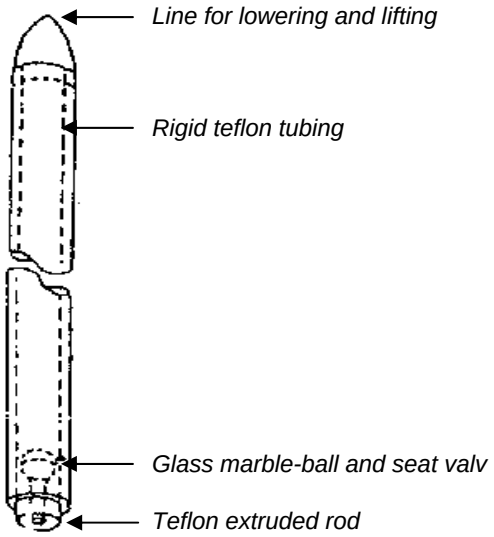
a) siapkan botol KOB yang bersih dengan volume yang diketahui serta dilengkapi dengan tutup asah;
b) masukkan botol ke dalam alat khusus (lihat Gambar 3);
c) ikuti prosedur pemakaian alat tersebut;
d) Alat pengambil contoh untuk pengujian oksigen terlarut ini dapat ditutup segera setelah terisi penuh.

9.3 Pengambilan contoh untuk pengujian senyawa organik mudah menguap (*Volatile Organic Compound, VOC*)

Tahapan pengambilan contoh untuk pengujian senyawa VOC, dilakukan sebagai berikut:

a) selama melakukan pengambilan contoh untuk pengujian senyawa VOC, sarung tangan lateks harus terus dipakai, sarung tangan plastik atau sintetis tidak boleh digunakan;
b) saat mengambil contoh untuk analisa VOC, contoh tidak boleh terkocok untuk menghindari aerasi, aerasi contoh akan menyebabkan hilangnya senyawa volatil dari dalam contoh;
c) bila menggunakan alat bailer (Gambar 5)
   1) jangan menyentuh bagian dalam septa, buka vial VOC 40 mL dan masukkan contoh secara perlahan ke dalam vial hingga terbentuk *convex meniscus* di puncak vial;
   2) tutup vial secara hati-hati dan tidak boleh ada udara dalam vial;
   3) balikkan vial dan tahan;
   4) bila terlihat gelembung dalam vial, contoh harus diganti dan ambil contoh yang baru.

CATATAN Contoh VOC biasanya dibuat dalam dua atau tiga buah contoh, tergantung kebutuhan laboratorium; ulangi pengambilan contoh bila diperlukan.



Gambar 5 Alat pengambil contoh untuk parameter VOC tipe *Bailer*

d) seluruh vial diberi label yang jelas, bila menggunakan vial bening bungkus dengan aluminium foil dan simpan dalam tempat pendingin;
e) bila air limbah mengandung residual klorin tambahkan 80 mg Na_2SO_3 ke dalam 1 L contoh;
f) contoh VOC karena sifatnya yang volatil, maka pengambila contoh dilakukan secara sesaat (*grab* contoh), bukan komposit.

9.4 Pengambilan contoh untuk pengujian senyawa aromatik dan akrolein dan akrilonitril

Tahapan pengambilan contoh untuk pengujian senyawa aromatik dan akrolein dan akrilonitril, dilakukan sebagai berikut:
a) lakukan pengambilan contoh seperti pada butir 8.3 untuk pengujian senyawa aromatik, tetapi vialnya hanya diisi setengah dan sisanya ditambahkan dengan asam dalam jumlah yang diperlukan;
b) untuk pengujian senyawa akrolein dan akrilonitril contoh diatur hingga pH 4 - 5.
c) contoh akrolein dan akrilonitril harus dianalisa dalam waktu 3 hari setelah pengambilan contoh.

9.5 Pengambilan contoh untuk pengujian senyawa organik yang dapat diekstraksi

Tahapan pengambilan contoh untuk pengujian senyawa organik yang dapat diekstraksi, dilakukan sebagai berikut:
a) ambil contoh dengan menggunakan *bailer*;
d) buka tutup botol gelas 1000 mL secara hati-hati agar tidak menyentuh bagian dalam dari tutup;
e) isi botol hingga 1 cm dari puncak botol;
f) bila satu bailer tidak cukup untuk mengisi botol, tutup botol untuk menghindari kontaminasi contoh dan ambil lagi contoh, dan lanjutkan pengisian botol;
g) bila contoh memerlukan analisa pestisida, pH contoh harus diatur antara pH 5 - 9 dengan menggunakan H_2SO_4 atau NaOH.

9.6 Pengambilan contoh untuk pengujian total logam dan terlarut

Tahapan pengambilan contoh untuk pengujian total logam dan terlarut, dilakukan sebagai berikut:

a) bilas botol contoh dan tutupnya dengan contoh yang akan dianalisa;
b) buang air pembilas dan isi botol dengan sampel hingga beberapa cm di bawah puncak botol agar masih tersedia ruang untuk menambahkan pengawet dan melakukan pengocokan.

CATATAN Pengambilan contoh untuk pengujian logam terlarut, lakukan penyaringan contoh.

10 Pengujian parameter lapangan

Pengujian parameter lapangan yang dapat berubah dengan cepat, dilakukan langsung setelah pengambilan contoh. Parameter tersebut antara lain; pH (SNI 06-6989.11-2004), suhu (SNI 06-6989.23-2005), daya hantar listrik (SNI 06-6989.1-2004), alkalinitas (SNI 06-2420-1991), asiditas (SNI 06-2422-1991) dan oksigen terlarut (SNI 06-6989.14-2004).

11 Penyaringan contoh

Bila analisis tidak dapat segera dilakukan, maka perlu dilakukan penyaringan di lapangan untuk pemeriksaan parameter yang terlarut. Cara penyaringan dapat dilakukan sebagai berikut:

a) contoh yang akan disaring diambil sesuai keperluannya;
b) masukkan contoh tersebut ke dalam alat penyaring yang telah dilengkapi saringan yang mempunyai ukuran pori 0,45 μm dan saring sampai selesai;
c) air saringan ditampung dalam wadah yang telah disiapkan sesuai keperluannya.

12 Pengawetan contoh

Pengawetan contoh dilakukan apabila pemeriksaan tidak dapat langsung dilakukan setelah pengambilan contoh (lihat Lampiran B).

13 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

13.1 Jaminan mutu

a) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
b) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
c) Dikerjakan oleh petugas pengambil contoh yang kompeten.

13.2 Pengendalian mutu

Untuk menjamin kelayakan pengambilan contoh maka kemampuan melacak seluruh kejadian selama pelaksanaan pengambilan contoh harus dijamin.

Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan beberapa cara berikut ini:

13.2.1 Contoh split

a) Contoh terbelah diambil dari satu titik dan dimasukkan ke dalam wadah yang sesuai.
b) Contoh dicampur sehomogen mungkin serta dipisahkan ke dalam dua wadah yang telah disiapkan.
c) Kedua contoh tersebut diawetkan dan mendapatkan perlakuan yang sama selama perjalanan dan preparasi serta analisa laboratorium.

13.2.2 Contoh duplikat

a) Contoh diambil dari titik yang sama pada waktu yang hampir bersamaan.
b) Bila contoh kurang dari lima, contoh duplikat tidak diperlukan.
c) Bila contoh diambil 5 contoh sampai dengan 10 contoh, satu contoh duplikat harus diambil.
d) Bila contoh diambil lebih dari 10 contoh, contoh duplikat adalah 10% per kelompok parameter matrik yang diambil.

13.2.3 Contoh blanko

a) Blanko media
   1) Digunakan untuk medeteksi kontaminasi pada media yang digunakan dalam pengambilan contoh (peralatan pengambilan atau wadah).
   2) Peralatan pengambilan, sedikitnya satu blanko peralatan harus tersedia untuk setiap dua puluh) contoh per kelompok parameter untuk matrik yang sama.
   3) Wadah, salah satu wadah yang akan digunakan diambil secara acak kemudian diisi dengan media bebas analit dan dibawa ke lokasi pengambilan contoh. Blanko tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

b) Blanko perjalanan
   1) Blanko digunakan apabila contoh yang diambil bersifat mudah menguap.
   2) Sekurang-kurangnya satu blanko perjalanan disiapkan untuk setiap jenis contoh yang mudah menguap.
   3) Berupa media bebas analit yang disiapkan di laboratorium.
   4) Blanko dibawa ke lokasi pengambilan, ditutup selama pengambilan contoh dan dibawa kembali ke laboratorium.

Lampiran A

(normatif)

Pelaporan

Catat pada lembar data jaminan mutu untuk setiap parameter yang diukur dan contoh yang diambil, lembar data parameter yang diukur di lapangan harus memiliki informasi sekurang-kurangnya sebagai berikut:

a) Identifikasi contoh.

b) Tanggal.

c) Waktu.

d) Nama Petugas Pengambil Contoh (PPC).

e) Nilai parameter yang diukur di lapangan.

f) Analisa yang diperlukan.

g) Jenis contoh (misalnya contoh, contoh split, duplikat atau blanko).

h) Komentar dan pengamatan.

Lampiran B

(normatif)

Tabel cara pengawetan dan penyimpanan contoh air limbah

Tabel B.1 Cara pengawetan dan penyimpanan contoh air limbah

No	Parameter	Wadah penyimpanan	Minimum jumlah contoh yang diperlukan (mL)	Pengawetan	Lama penyimpanan maksimum yang dianjurkan	Lama penyimpanan maksimum menurut EPA
1	Asiditas	P,G (B)	100	Pendinginan	24 jam	14 hari
2	Alkalinitas	P,G	200	Pendinginan	24 jam	14 hari
3	BOD	P,G	1000	Pendinginan	6 jam	2 hari
4	Boron	P	100	Tambahkan HNO_3 sampai pH < 2, didinginkan	28 hari	6 bulan
5	Total Organik Karbon	G	100	Pendinginan dan ditambahkan HCl samapi pH < 2	7 hari	28 hari
6	Karbon dioksida	P,G	100	Langsung dianalisa	-	-
8	COD	P,G	100	Analisa secepatnya atau Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2, didinginkan	7 hari	28 hari
9	Minyak dan Lemak	G, Bermulut Lebar dan dikalibrasi	1000	Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2, didinginkan	28 hari	28 hari
10	Bromida	P,G	-	Tanpa diawetkan	28 hari	28 hari
11	Sisa Klor	P,G	500	Segera dianalisa	0,5 jam	0,5 jam
12	Klorofil	P,G	500	Ditempat gelap	30 hari	30 hari
13	Total Sianida	P,G	500	Ditambahkan NaOH sampai pH > 12, dinginkan ditempat gelap	24 jam	14 hari (24 jam jika terdapat sulfida di dalam contoh)
14	Fluorida	P	300	Tanpa diawet	28 hari	28 hari
	Iodin	P,G	500	Segera dianalisa	0,5 jam	0,5 jam

Tabel B.1 (lanjutan)

No	Parameter	Wadah penyimpanan	Minimum jumlah contoh yang diperlukan (mL)	Pengawetan	Lama penyimpanan maksimum yang dianjurkan	Lama penyimpanan maksimum menurut EPA
15	Logam (secara umum)	P (A),G (A)	-	Untuk logam-logam terlarut contoh air segera disaring, tambahkan HNO_3 sampai pH < 2	6 bulan	6 bulan
	Kromium VI	P (A), G (A)	300	Dinginkan	24 jam	1 hari
	Air Raksa	P (A), G (A)	500	tambahkan HNO_3 sampai pH < 2 dinginkan	28 hari	28 hari
16	Amonia-Nitrogen	P,G	500	Analisa secepatnya atau Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2, didinginkan	7 hari	28 hari
17	Nitrat-Nitrogen	P,G	100	Analisa secepatnya atau didinginkan	48 jam	2 hari (28 hari jika contoh air diklorinasi)
18	Nitrat+Nitrit	P,G	200	Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2, didinginkan	-	28 hari
19	Nitrogen Organik,Kjedal	P,G	500	Dinginkan; Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2,	7 hari	28 hari
20	Nitrit-Nitrogen	P,G	100	Analisa secepatnya atau dinginkan	-	2 hari
21	Phenol	P,G	500	Dinginkan; Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2,	-	28 hari
22	Oksigen Terlarut	G Botol BOD	300			
	Dengan Elektroda			Langsung dianalisa	-	0,25 jam
	Metoda Winkler			Titrasi dapat ditunda setelah contoh diasamkan	8 jam	8 jam
23	Ozon	G	1000	Segera dianalisa	0,5 jam	0,5 jam
24	pH	P,G	-	Segera dianalisa	2 jam	2 jam

Tabel B.1 (lanjutan)

No	Parameter	Wadah penyimpanan	Minimum jumlah contoh yang diperlukan (mL)	Pengawetan	Lama penyimpanan maksimum yang dianjurkan	Lama penyimpanan maksimum menurut EPA
25	Fosfat	G (A)	100	Untuk fosfat terlarut segera disaring, dinginkan	48 jam	
26	Salinitas	P	-	Dinginkan, jangan dibekukan	-	6 bulan
27	Sulfat	P,G	-	dinginkan	28 hari	28 hari
28	Sulfida	P,G,	100	Dinginkan; tambahkan 4 tetes 2 N seng asetat/100 mL contoh; tambahkan NaOH sampai pH > 9	28 hari	7 hari
29	Pestisida	G (S)	-	Dinginkan; tambahkan 1000 mg asam askorbat per liter contoh jika terdapat khlorin	7 hari	7 hari untuk ekstraksi; 40 hari setelah diekstraksi
30	VOC	G, Teflon line cap	40	Dinginkan pada suhu 4°C ± 2°C, 0,008% Na2S2O3 disesuaikan	14 hari	
31	Senyawa aromatik dan akrolin dan akrilonitril	G	1000	Dinginkan pada suhu 4°C ± 2°C	3 hari	24 jam

Keterangan:
Didinginkan pada suhu 4°C ± 2°C
P : plastik (polietilen atau sejenisnya)
G(A) : gelas dicuci dengan 1 + 1 HNO_3
P(A) : plastik dicuci dengan 1 + 1 HNO_3
G(S) : gelas dicuci dengan pelarut organik

Bibliografi

JIS K 0094. 1994*, Sampling water and wastewater*.

Standard Methods for the Examination Of Water and Wastewater 20 th Edition (1998)*, 1060, Collection and Preservation, editor L.S.Clesceri, A.E.Greenberg, A.D.Eaton, APHA, AWWA and WPCF , Washington DC*.

Csuros, M. *Environmental Sampling and Analysis for Technicians*, Lewis Publishers, L835, ISBN 0-87371-835-6.

Anwar Hadi, *Prinsip Pengambilan Sampel Lingkungan*, 2005, Jakarta.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. IPAL *Constructed wetland* mampu mengolah limbah domestik *grey water* dengan nilai konsentrasi BOD sebesar 25 mg/l, COD sebesar 48.35 mg/L dan TSS 11.728 mg/L. Didapatkan desain unit Bak Ekualisasi memiliki luas bangunan sebesar 5.8 m^2 dengan panjang 3.5 m, lebar 2 m dan kedalaman 2 m. Desain Unit IPAL *Constructed wetland* memiliki luas bangunan sebesar 480 m^2 dengan panjang 48 m, lebar 10 m dan kedalaman 0.5 m. Desain kolam penampung memiliki luas bangunan sebesar 4.2 m^2 dengan panjang 2 m, lebar 2 m dan kedalaman 1 m.
2. Terdapat Pedoman Operasional dan *Maintenance* IPAL *Constructed Wetland* sebagai proses memfungsikan, mengoptimalkan dan menjaga umur manfaat sarana unit pengolahan.
3. Angggaran biaya yang dibutuhkan untuk mewujudkan unit IPAL sebesar Rp. 412.059.022

6.2 Saran

1. Perlu adanya perencanaan lembih lanjut terkait sistem penyaluran air limbah rusunawa Grudo Surabaya.

‘Halaman sengaja dikosongkan’

DAFTAR PUSTAKA

Abdulghani, H. 2013. *Perbaikan Kualitas Air Limbah Industri dengan Sistem Subsurface Flow ConStructed Wetland Menggunakan Typha angustifolia*. Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.

APHA.2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.21st Edition. Amerika : APHA

Ayuningtyas, R.D.2009. *Proses Pengolahan Limbah Cair di RSUD Dr. Moewardi Surakarta*. Laporan Khusus Program D-III Hiperkes dan Keselamatan Kerja Universitas Sebelas Maret Surakarta'09.

BLH. 2010. *Kualitas Air Surabaya Mengalami Penurunan*. http://ih.surabaya.go.id./web.blh/?c=main&m=detail.&id=35 , diakses tanggal rabu 30 Desember 2015 pukul 18.40 wib

BLH. 2013. *Buku Data Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah (SLDH) Kota Surabaya tahun 2013.* http://lh.surabaya.go.id/weblh/?c=main&m=slhd2013, diakses tanggal rabu 30 Desember 2015 pukul 19.40 wib

Crites, R. And Tchobanoflaus, G. 1998, *Small and Decentralized Wastewater Management Systems: Wetlands and Aquatic Treatment Systems*, Mc Graw- Hill, Singapore.

Ebrahimi *et .al*.2013. *Efficiency of Constructed Wetland Vegetated With Cyperus Alternifolius Applied for Municipal Wastewater Treatment*. Journal of Environmental and Public Health.University of Medical Sciences, Yazd Iran.

Effendi, H.2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Periaran.* Yogyakarta: Kanisius

EPA.2000.*Wastewater Technology Fact Sheet Wetlands: Subsurface Flow.* United States Environmant Protection Agency.Washington,D.C

Erina, Rahmadyanti dan Wiyono, Edi. 2012. *Domestic Wastewater Treatment using Constructed Wetland as a Development Strategy of Sustainable Residential.* International Conference of Environment, Energy and Biotecnology. IPCBEE Vol 33 2012. IACSIT Press Singapore

Fatmawati, R., Masrevaniah, A. dan Solichim, M. 2012. *Kajian Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Kali*

Ngroowodengan Menggunakan Paket Program Qual2kKw. **Jurnal Teknik Pengairan**, Vol. 3, No.2 pp: 122- 131

Haberl, R,. and Langergraber, H. 2002. *Construccted wetlands: a change to solve wastewater problems in developing countries*. Wat. Sci. Tecnol.40:11-17

Herumurti, W.(2005). *Studi Penurunan Senyawa Nitrogen dan fosfor Air Limbah Domestik dengan Sistem ub Surface Flow Constructed Wetland dengan Tnaman Canna sp dalam (Studi Kasus Gedung TL ITS Surabaya)*. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan FTSP.ITS

Hesket and Bartholomew, 2001. *Constructed wetland*, http: // www. Epa. Gov/-owow/wetland/pdf/-overview.pdf.

Hidayah, E. N dan Aditya, W. 2010. *Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Constructed Wetland.* Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitan Pembangunan Nasional Jawa Timur. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No.2.

Hidayat. T, Darmayanti. Lita, Sujatmoko, B.2014. *Model Fisika Sub Surface Flow Contructed Wetland untuk Pengolahan Limbah Cair Musala Al Jafari*. Fakultas Teknik Universitas Riau. Journal Teknik Volume 1 No 2

Karnaningroem, N dkk. 2012. Upaya Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Reaktor Biofilter dan Karbon Aktif Penelitian Non-Unggulan Surabaya.

Khiatuddin, M.,2003. *Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Kurniadie,D.2010. Teknologi pengolahan air limbah cair secara biologis. Padjajaran: Widya Padjajaran

Kusuma, T. 2005. *Studi Penurunan Kandungan COD dan BOD5 Air Limbah Domestik dengan Menggunakan Tanaman can asp dalam sisitem Sub Surface Flow Contructed Wetland (Studi Kasus Gedung TL ITS Surabaya*. Tugas AKhir. Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya.

Leady, B., 1997, *Constructed Subsurface Flow Wetlands For Wastewater Treatment*, Purdue University

Lemke, C.1999. Plant of the Week : *Cyperus alternifolius Umbrella Plant .* Download internet: www.ou.edu.com

Loretha,O, Darmayanti,L ,Handayani, Y.L.2013. *Kemanpuan Constructed Wetland Jenis Aliran Bwah Permukaan (SSF-Wetland) Dalam Mengolah Air Limbah Kawasan Komersial*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau: Pekanbaru

Leto, C *et al.*2013. *Effects of plant species in a horizontal subsurface flow constructed wetland-phytoremediation of treated urban wastewater with Cyperus alternifolius and Typa Latifolia L.in the West of Sicily (Italy).* Departement of Agricultural and Forest Sciences, Universita degli studi di polermo, Viale delle Scienze 13.90128 palermo,Italy

Li,F, Wichman, K. Otterpohl, R. 2009. *Review of the Tecnology Approach for Grey Water Treatment and Reuse*. Science of the Total Environment. Vol. 407.pp: 3439-2449

Lukito A. Marianto.2004. *Merawat dan Menata Tanaman Air*, Penerbit Agro Media Pustaka, Jakarta.

Mara, Duncan. 1976. *Sewage Treatment in Hot Climates Scotland*: A Wiley- Interscience Publication.

Marlisa dkk, 2010. *Potensi Fito-Fiofilm dalam Penurunan Kadar BOD dan COD Pada Limbah Domestik dengan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatic) Media Biofilter Sarang Tawon.* Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.

Mashahiro, F. 2002. *Biological Treatment. Kitakyushu*: Hand out of JICA Training. JICA

Metchalf and Eddy, 1991. " *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*". Mc – Hill Inc. New York.

Metchalf & Eddy,.2003. *Waste Engineering: Treatment and Reuse*, *Fourth Edition*, International Edition, McGraw-Hill, New York

Novotny, V and Olem, H.1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. New York: Vn Nostrans Reinhold.

Peraturan Daerah No 2 tahun 2004 Pasal 16 bahwa Setiap Usaha dan atau kegiatan yang membuang air limbah wajib mencegah dan menanggulangi Pencemaran Air.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi industri atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Peraturan perundang-undangan Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan, setiap kegiatan usaha wajib mengolah limbah dan menjaga ekosistem lingkungan.

Prabowo Anindita L dan Mangkoedihardjo, S. 2015. *Penurunan BOD dan COD pada Limbah cair catering Menggunakan Konstruksi Wetland Subsurface Flow Constructed Wetland dengan Tumbuhan Cana (Canna Incida)*. Jurusan Teknik Lingkungan , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Instritut Teknologi sepuluh Nopember.

Rahmawati, A.A. dan Azizah, R. 2005. *Perbedaan Kadar BOD, COD , TSS dan MPN Coliform pada limbah , Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk*. **Jurnal. Kesehatan Lingkungan**, Vol.2, No.1 pp 97-100

Rudiyanti, S. dan A.D. Ekasari. 2009.*Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (Cyprinus Carpio Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3*. Jurnal Saintek Perikanan 5(1):39-47

Sularso dan Haruo Tahara, 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolus Dalam sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan*. Tesis Magister Ilmu Lingkungan. Semarang: Universitas Diponegoro

Suprihatin. H. 2014. *Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan Tanaman Hias Bintang Air (Cyperus alternifolius).* Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia. Juli 2014, p 80-87

Suswati.A.C.dan Wibisono.G, 2013. *Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands)*. Indonesia Green Tecnology Journal.Vol.2 No.2, 2013.

Tencer,Y.G.I dan M.Strom, U.Nusinow, D.Banet, E.Cohen, P.Schroder, O.Shelef, S. Rachmilevitch dan I.Soares.2009. *Establishment of a Constructed Wetland in Exceme Dryland.* Environmental Scisence Pollutant Res.2009,16, 862-875

Tuttolomondo *et al*, 2014. *Effect of plant species on water balance in a pilot-scale horizontal subsurface flow*

constructed wetland planted with Arundo donax L and Cyperus alternifolius L. Two year tests in a Mediterranean environment in the West of Sicily (Italy). Deaprtement of Agricultural and Forest Sciences, Universita degli studi di polermo, Viale delle Scienze 13.90128 palermo,Italy

Tangahu, B.V dan Warmadewanthi, I.D.A.A.,2001. *Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) dalam Sistem Constructed Wetland.*Purifikasi. Vol.2, No.3 ITS Surabaya

Zulaikha, S., Lau, W. J., Ismail, A.F dan Jaafar ,J.2014. *Treatment of Restaurant Westwater Using Ultrafiltration and Nanofiltration Membrans*. **Journal of Water Process Engineering**, Vol. 2.pp. 58-62

Veenstra.1995. *Wastewater Treatment International Institute For Infrastructural Hydraulic and* environmentalEngineering (IHE). Defl, Netherland

Vyamazal, J., 2009. *The use constructed wetlands with horizontal subsurface flow for various types of wastewater*, Ecological Engineering, 35: 1-17

Wallace, S and Knight, R .2006. *Small-Scale Constructed Wetland Treatment Systems.* America : Water Environment Research Foundation.

‘Halaman sengaja dikosongkan’

BIOGRAFI PENULIS

Penulis dilahirkan di Madiun pada tanggal 17 Juli 1994. Penulis merupakan anak pertama sebagai anak tunggal. Penulis menempuh jenjang pendidikan di Madiun dengan di mulai di SDN Pulerejo 02, MTsN Caruban, dan SMA Negeri 1 Mejayan. Penulis kini melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan melalui jalur SNMPTN Tulis dengan NRP 3312100054.

Selain mengikuti kegiatan akademik, penulis juga aktif mengembangkan *softskill* di pelatihan maupun organisasi. Penulis menjadi Ketua Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan 2014-2015. Penulis melakukan kerja praktik di PT.Pertamina EP *Field Cepu Asset 4* dengan mengambil topik Pemantauan Kualitas Air dan Pengelolaan Limbah B3 pada tahun 2015. Penulis juga aktif sebagai Asisten Laboratorium Remediasi Badan Air dan Pesisir (RBAP). Prestasi yang pernah diraih adalah penyaji tingkat Nasional PIMNAS 28 Kendari dan meraih 2 Medali Perunggu PIMNAS 28 bidang Penyusun dan Presentasi Ilmiah Program Kreativitas Mahasiswa serta Perancangan Penyajian Poster Gelar Produk Program Kreativitas Mahasiswa bidang Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM-M). Penulis dapat dihubungi via email a.safrodin54@gmail.com.