

LAPORAN AKHIR/TAHUNAN I  
HIBAH BERSAING



MODEL OPTIMALISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
KOMUNAL MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN DINAMIS

(Tahun I dari rencana 3 tahun )

Evy Hendriarianti ST. M.MT/0701117202  
I Nyoman Sudiasa, S.Si., M.Si/0718077502

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
NOPEMBER 2015

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Model Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Menggunakan Pemrograman Dinamik

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : EVY HENDRIARIANTI ST, MMT  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Nasional Malang  
NIDN : 0701117202  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Nomor HP : 081330116312  
Alamat surel (e-mail) : hendriaranti@yahoo.com

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : I NYOMAN SUDIASA S.Si., M.Si.  
NIDN : 0718077502  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Nasional Malang  
Institusi Mitra (jika ada) : -  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 50.000.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp 196.125.000,00



Mengetahui,  
Ketua FTSP ITN Malang

Mr. Sudirman Indra, MSc  
NIP/NIK Y. 1018300054

Malang, 6 - 11 - 2015  
Ketua,

(EVY HENDRIARIANTI ST, MMT)  
NIP/NIK P1030300382



Menyetujui,  
Ketua LPPM ITN Malang

(Fourry Handoko ST, SS, MT, Ph.D)  
NIP/NIK Y. 1030100359

## RINGKASAN

Pemerintah Indonesia telah berupaya melakukan pengelolaan air limbah untuk memenuhi target MDG's di bidang sanitasi sektor air limbah. Tetapi dari hasil evaluasi terhadap program PPSP (Percepatan Pembangunan Sanitasi Pemukiman) melalui National City Sanitation Rating (NCSR), pada September 2012 skor untuk setiap kota dan kabupaten masih rendah. Sementara itu, potensi reuse air limbah yang besar masih terbatas penerapannya. Kualitas pengolahan air limbah untuk *reuse* yang lainnya berada pada kedua rentang kualitas pengolahan untuk irigasi dan domestik. Aplikasi model optimisasi telah terbukti bermanfaat dalam mengoptimalkan kualitas efluen, waktu dan biaya. Melihat potensi dan manfaat *reuse* air limbah domestik dan masih rendahnya kinerja pengelolaan air limbah, maka diperlukan penelitian untuk mengoptimalkan proses pengelolaan air limbah domestik dengan pendekatan model optimisasi.

Tujuan penelitian adalah membuat model optimisasi IPAL Komunal untuk meminimalkan konsentrasi polutan yang keluar dari IPAL Komunal sehingga aman bagi badan air penerima dan memiliki potensi digunakan kembali (*reuse*). Pendekatan pemodelan sistem dinamik pada studi kasus IPAL Komunal Mergosono I Kota Malang sebagai berikut :

- Modul → Prasedimentasi (1); Filter Anaerobik (2); Aerasi (3)
- Stocks → kandungan polutan influen, kandungan polutan efluen pada setiap modul
- Flows → rasio pemisahan pada setiap modul
- Converters → proses fisik dan biokimia

Tahapan penelitian terdiri (1) evaluasi kinerja IPAL Komunal (2) analisa sistem operasi dan proses IPAL Komunal dan (3) pemodelan optimisasi IPAL Komunal dengan program dinamik. Setiap tahap direncanakan dilaksanakan selama 1 (satu) tahun sehingga diperlukan waktu 3 (tiga) tahun untuk menyelesaikan seluruh tahap. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjawab permasalahan rendahnya kinerja pengelolaan air limbah, terbatasnya aplikasi *reuse* air limbah, penurunan kualitas air sungai dari pembuangan air limbah domestik dan keterbatasan sumber air.

Hasil penelitian tahap I pada tahun 2015 menunjukkan kinerja pengolahan yang rendah untuk IPAL Komunal yang lama. Pada IPAL Tlogomas, kinerja pengolahan maksimal 41,17% untuk COD dan 28,68% untuk BOD. Tingkat penyisihan TSS pada kolam fitoremediasi cukup baik (sebesar 70,2%). Sedangkan tingkat penyisihan Nitrat maksimal (28,14%) pada aliran minimum. Sebaliknya tingkat penyisihan Fosfat Total maksimum terjadi pada aliran maksimum sebesar 35,46%. Kinerja maksimal unit pengolahan filtrasi pada IPAL Tlogomas untuk penyisihan BOD hanya mencapai 23,05% pada aliran minimum. Konsentrasi COD pada outlet bahkan mengalami peningkatan. Unit pengolahan pada IPAL Ciptomulyo dan Mergosono sama yaitu Bar Screen, Filter Anaerobik dan Aerasi Berjenjang. Pada IPAL Ciptomulyo tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum setelah melalui Bar Screen berturut-turut sebesar 30,02%; 1,38%; 10%. Sedangkan tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada

aliran minimum sebesar 11,52%; (80,25%);(30,07%). Pada IPAL Mergosono kondisinya lebih buruk dimana tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum berturut-turut sebesar 9,5%; 19,01%; (17,24%). Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran minimum sebesar (124,95%; (67,30%);(10,91%). Tingkat penyisihan BOD dan COD tertinggi pada unit pengolahan Aerasi Berjenjang sebesar 16,17% dan 43,49% pada IPAL Komunal Ciptomulyo pada aliran maksimum. Tingkat penyisihan TSS tertinggi sebesar 67,11% pada IPAL Komunal Mergosono pada aliran maksimum. Untuk parameter  $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$  tingkat penyisihan tertinggi berturut-turut sebesar 8,81% dan 15,64% pada IPAL Komunal Mergosono pada aliran maksimum. Kinerja IPAL Komunal Tlogomas, Mergosono dan Ciptomulyo yang rendah disebabkan karena rendahnya waktu tinggal (HRT) air limbah dalam unit pengolahan biologi dan tingkat pembebanan organik (OLR). Kondisi ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan pada unit reaktor pengolahan. Kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang yang rendah disebabkan karena rasio tinggi air dalam bak dan tinggi limpasan yang rendah sehingga jumlah udara yang masuk terbatas. Disamping itu beban permukaan pada unit aerasi berjenjang juga rendah. Upaya untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan pemeliharaan IPAL secara intensif dan studi optimasi kinerja IPAL Komunal dengan parameter operasi tingkat pembebanan organik, tingkat pembebanan hidrolis dan waktu tinggal. Sedangkan untuk IPAL Komunal yang baru beroperasi selama 1-4 tahun menunjukkan kinerja pengolahan yang bagus untuk pengolahan bahan organik dan padatan. Kinerja pengolahan BOD, COD dan TSS berada pada kisaran tingkat pemisahan berturut-turut sebesar 78%-99%, 71%-99% dan 56%-100%. Tetapi semua IPAL Komunal masih rendah kinerja pengolahan nutrisi ( $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$ ). Sedangkan kinerja pemisahan  $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$  berturut-turut sebesar (43%)-72% dan (2%) -13%. Kandungan efluen dengan kualitas amoniak juga masih tinggi sehingga selanjutnya diperlukan proses aerasi dan pemanfaatan efluen sebagai media pertumbuhan tanaman air dan perikanan.

Kata Kunci : IPAL Komunal, evaluasi kinerja pengolahan, BOD, COD, TSS,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_3$ .

## **PRAKATA**

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat ALLAH SWT karena rahmat dan hidayah-Nya laporan kemajuan penelitian Hibah Bersaing ini dapat terselesaikan.

Penelitian dengan judul Model Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Menggunakan Pemrograman Dinamis telah mendapatkan dana hibah Program Penelitian Multi Tahun dan Desentralisasi - Hibah Bersaing bersaing DIKTI DIPA Nomor: SP-DIPA-023.04.1.672453/2015, Revisi 01 tanggal 03 Maret 2015. Laporan Kemajuan ini berisi tentang pelaporan kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal yang telah dilaksanakan selama periode waktu Maret sampai Juni 2015. Lingkup kegiatan meliputi pengumpulan data sekunder terkait IPAL Komunal di kota Malang, survei lokasi, pengambilan sampel influen dan efluen, analisa kualitas sampel dan pembahasan hasil analisa.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami khususnya DP2M DIKTI yang telah memberikan dana hibah. Tidak lupa pula kami sampaikan terima kasih atas bantuan moril dan materiil dari civitas akademika ITN Malang, SKPD terkait IPAL Komunal yaitu Dinas Kebersihan dan Petamanan Kota Malang dan Badan Keluarga Berencana dan Pemberdayaan Masyarakat Kota Malang serta Kelompok Masyarakat pengelola IPAL (KPP, KSM, BKM) sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Akhir kata, semoga kegiatan dan laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi permasalahan air limbah pemukiman dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang teknik lingkungan.

Surabaya, Nopember 2015

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>RINGKASAN</b>	iii
<b>PRAKATA</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR TABEL</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR GRAFIK</b>	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik	4
2.2 Pengolahan Air Limbah Domestik	5
2.3 Optimisasi Matematis	10
<b>BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	12
<b>BAB 4. METODE PENELITIAN</b>	13
4.1. Tahapan Penelitian	13
4.2. Metode Penelitian	13
4.2.1. Evaluasi Kinerja IPAL Komunal	13
4.2.2 Pembuatan Pilot Test IPAL Komunal	15
4.2.3 Pembuatan Model Dinamik IPAL Komunal	16
<b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	18
5.1 Gambaran Umum Obyek Studi	18

5.2 Kualitas Efluen IPAL Komunal	22
5.3 Hasil dan Pembahasan Evaluasi Kinerja IPAL Komunal	24
<b>BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA</b>	44
<b>BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik air limbah domestik	6
Tabel 2.2. Pertimbangan Penting Dalam <i>Upgrading</i> dan Desain IPAL	8
Tabel 2.3. Tingkat Pengolahan Beberapa Jenis Unit Operasi dan Proses	10
Tabel 2.4 Ketersediaan Software Optimisasi Air Limbah	12
Tabel 4.1 Metode Analisa Parameter Air Limbah	14
Tabel 5.1 IPAL Komunal di kota Malang	18
Tabel 5.2 Obyek Penelitian IPAL Komunal di Kota Malang	19
Tabel 5.3 Kualitas Efluen IPAL Komunal Hasil Pemantauan BLH Kota Malang Tahun 2014	23
Tabel 5.4 Hasil Analisa Kualitas Efluen Unit Pengolahan IPAL Komunal	27
Tabel 5.5 Tingkat Pembebanan Volumetrik Untuk Biological Aerated Filter	32
Tabel 5.6. Rasio BOD/COD Influen dan Efluen IPAL Komunal	37
Tabel 5.7. IPAL Komunal DKP Kota Malang	39



## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 4.1 Tahapan penelitian	13
Gambar 4.2. Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahap I Evaluasi Kinerja IPAL Komunal	15
Gambar 4.3. Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahap II Pembuatan Pilot Test IPAL Komunal	16
Gambar 4.4. Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahap III Pembuatan Model DinamikOptimisasi IPAL Komunal	17
Gambar 5.1 Peta Lokasi IPAL Komunal	22
Gambar 5.2 Skema Unit Pengolahan MCK Plus Tlogomas	24
Gambar 5.3 Kondisi Unit Pengolahan MCK Plus Tlogomas	25
Gambar 5.4 Tangki Anaerobic Digester “AG”	25
Gambar 5.5 Skema Unit Pengolahan MSS Mergosono	26
Gambar 5.6 Kondisi Unit Pengolahan MSS Mergosono	26
Gambar 5.7. Skema Unit Pengolahan IPAL Komunal USRI	35

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal MCK Plus Tlogomas-Aliran Maksimum	28
Grafik 5.2 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal MCK Plus Tlogomas-Aliran Minimum	28
Grafik 5.3 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal MSS Mergosono-Aliran Maksimum	29
Grafik 5.4 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal MSS Mergosono - Aliran Minimum	29
Grafik 5.5. Kualitas COD Efluen IPAL Komunal USRI	35
Grafik 5.6. Kualitas BOD Efluen IPAL Komunal USRI	36
Grafik 5.7. Kualitas TSS Efluen IPAL Komunal USRI	37
Grafik 5.8. Kualitas Nitrat Efluen IPAL Komunal USRI	38
Grafik 5.9. Perbandingan Efluen COD IPAL Komunal DKP dengan Baku Mutu Perbandingan Efluen BOD dengan Baku Mutu	40
Grafik 5.10. Perbandingan Efluen BOD IPAL Komunal DKP dengan Baku Mutu	40
Grafik 5.11. Perbandingan Efluen TSS IPAL Komunal DKP dengan Baku Mutu	41
Grafik 5.12. Kandungan Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada efluen IPAL Komunal DKP	42
Grafik 5.13. Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal DKP	43

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Masalah air limbah khususnya di negara berkembang menjadi isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan. Salah satu aspek dalam MDG adalah sanitasi. Sanitasi merupakan target ketujuh untuk memastikan tercapainya kelestarian lingkungan pada tahun 2015. Salah satu kegiatannya melalui target 7c yaitu mengurangi sampai separuh bagian masyarakat yang tidak memiliki akses air aman dan sanitasi dasar. Mengikuti MDG diatas, pemerintah Indonesia membentuk tim teknis pembangunan sanitasi pada tahun 2009 dengan program percepatan pembangunan sanitasi pemukiman (PPSP) yang direncanakan selesai pada akhir tahun 2014. Tetapi, berdasarkan evaluasi terhadap program PPSP melalui National City Sanitation Rating (NCSR), pada September 2012 skor untuk setiap kota dan kabupaten masih rendah. Semua kota dan kabupaten mendapatkan nilai D (zona merah) karena nilai indeksnya dibawah 6,0. Parameter yang dievaluasi adalah profil akses, akses infrastruktur dan akses investasi. Kota Malang memiliki skor yang sangat rendah (0.4) (<http://www.pokjaAMPL>, 2012). Kota Malang memiliki 19 IPAL Komunal (BLH Kota Malang, 2012). Salah satunya IPAL Komunal Mergosono I dengan efisiensi pengolahan rendah. Pemisahan TSS dan BOD berturut-turut hanya sebesar 17,81% dan 26.98 %. Padahal kinerja biofilter anaerobik rata-rata bisa mencapai 90 % untuk pemisahan material organik (McCarty, 1969). Sering dilaporkan bahwa pengolahan anaerobik untuk berbagai jenis air limbah telah mencapai persentase pemisahan COD yang tinggi (>90%) (Patrick A. Ray, 2010) (Metcalf, 2003) (Najafpour G.D., 2006) (Najafpour, 2005) (Khademi M. N., 2009) (Zinatizadeh, 2009) (Alrawi, 2010).

Peningkatan kinerja pengolahan air limbah menarik jika dihubungkan dengan potensi penggunaannya sebagai alternatif sumber air . Penggunaan air limbah daur ulang juga digunakan untuk industri terutama sebagai pendingin, recharge akuifer, danau rekreasi, akuakultur dan pembersihan toilet (Nur Idaman Said, 2006). Faktor lain yang menjadi motivasi dalam penggunaan teknologi

*recycle* dan *reuse* air limbah adalah meminimisasi biaya infastruktur termasuk biaya total pengolahan dan biaya pembuangan. Disamping itu juga bisa mereduksi bahkan mengeliminasi pembuangan air limbah ke lingkungan penerima (S. Vigneswaran, M.Sundaravadiel, 2004). Potensi *reuse* air limbah tergantung pada karakteristik hidrolis dan biokimia air limbah yang menentukan metode dan tingkat pengolahan yang digunakan. Penggunaan *reuse* air limbah untuk irigasi mempunyai tingkat kualitas pengolahan yang rendah. Sedangkan *reuse* air limbah untuk kepentingan domestik sebagai air minum, air bersih maupun selain air bersih memerlukan tingkat kualitas pengolahan yang tinggi. Tingkat kualitas pengolahan air limbah untuk *reuse* yang lainnya berada pada kedua rentang kualitas pengolahan untuk irigasi dan domestik (S. Vigneswaran, M.Sundaravadiel, 2004).

Potensi *reuse* air limbah dengan menggunakan pemodelan optimisasi menunjukkan manfaat dalam upaya pengelolaan air limbah. Optimisasi proses IPAL menggunakan model matematika dan simulasi membantu memahami proses dan juga menghemat waktu dan biaya (Prasanta K. Bhunia, 1986). Optimisasi matematik seperti NLP untuk pemecahan masalah minimisasi air dan air limbah telah dilaporkan sejak tahun 1980 an. Pada awalnya untuk masalah reduksi konsumsi air bersih pertambangan minyak. Studi-studi sebelumnya menunjukkan terobosan yang bagus melalui pengembangan konsep *water reuse, regeration dan recycle*. Pendekatan secara grafis menunjukkan pandangan berharga terhadap water system saat pemrograman matematik digunakan untuk memecahkan masalah air yang besar dan kompleks (Z.A. Putra dan K.A. Aminuddin, 2008). Karuppiyah R, Grossman I.E., 2006 menggunakan model convex non linear programming untuk mengoptimalkan pengolahan air limbah dari semua alternatif desain yang layak untuk pengolahan, *reuse* dan *recycle* dengan multi skenario. Pengembangan pendekatan optimisasi *two-step* yang terdiri dari unit penggunaan air dan sistem pengolahan air limbah, juga telah dikembangkan untuk *total water system* (Z.A. Putra and K.A. Aminuddin, 2008) dan masih banyak lagi.

Penggunaan pendekatan pemodelan optimisasi untuk pemecahan berbagai masalah lingkungan masih terbatas di di Indonesia. Beberapa penelitian permasalahan lingkungan dengan pendekatan linear programming di Indonesia

diantaranya untuk permasalahan limbah padat, limbah rumah sakit dan *healthcare* yang semuanya dilakukan oleh Chaerul, M., Tanaka, M. & Shekdar, 2007. Belum ditemukan pendekatan masalah pengendalian kualitas air limbah dengan pendekatan optimisasi matematik di Indonesia. Hal ini berbeda dengan kondisi di luar, dimana telah banyak dilakukan penelitian terhadap optimisasi pengolahan air limbah.

Melihat potensi dan manfaat *reuse* air limbah domestik diatas dan masih rendahnya kinerja pengelolaan air limbah, maka diperlukan penelitian untuk mengoptimalkan proses pengolahan air limbah domestik dengan pendekatan model optimisasi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari permasalahan rendahnya kinerja dan kualitas efluen IPAL Komunal, maka dirumuskan permasalahan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengetahui kinerja pengolahan IPAL Komunal.
2. Bagaimana mengetahui proses pengolahan IPAL Komunal.
3. Bagaimana mengoptimalkan proses pengolahan IPAL Komunal.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Karakteristik Air Limbah Domestik**

Proses pengolahan air limbah tergantung pada karakteristik air limbah sebagai bahan baku. Konsentrasi yang tinggi atau rendah dari polutan akan mempengaruhi proses pengolahan khususnya pada kinerja proses biokimia dalam degradasi material organik. Jadi dalam pembahasan tentang proses optimisasi IPAL, topik karakteristik air limbah domestik ini perlu dikaji.

Air tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas rumah disebut air limbah domestik. Air limbah domestik terbagi menjadi *grey water* dan *black water*. *Grey water* dihasilkan dari kamar mandi, fasilitas mencuci baju dan dapur. Air limbah yang dihasilkan dari WC disebut *black water* seperti urin, air pembilas toilet dan cairan pembersih lainnya dari WC (Sanitasi, 2010).

Penelitian karakteristik kontaminan yang ada dalam air limbah menunjukkan pembagiannya menjadi kelompok yang terlarut dan tersuspensi dari filter membran 0.45- $\mu\text{m}$ . Dimana 65% COD, 60% BOD<sub>5</sub>, 50% TP dan 20% TN dikelompokkan dalam fraksi tersuspensi. Hampir semua kontaminan yang termasuk dalam fraksi tersuspensi dapat dengan mudah dipisahkan dengan sedimentasi atau koagulasi/sedimentasi. Oleh karena itu, efek pengolahan primer akan tergantung pada berapa persen fraksi tersuspensi air limbah. Kontaminan terlarut sulit dipisahkan dengan sedimentasi atau koagulasi/sedimentasi. Oleh sebab itu, pengolahan biologi dan pengolahan lanjut lainnya telah diaplikasikan untuk memenuhi target kualitas air (WANG Xiaochang, 2007).

Karakteristik air limbah domestik tergantung pada karakteristik sosial ekonomi masyarakat (Smith A.). Terdapat perbedaan diantara negara berkembang dan negara maju. Konsumsi air di negara maju lebih besar dari negara berkembang sehingga konsentrasi polutan lebih kecil. Berikut ini karakteristik air limbah domestik (BOD, TSS dan COD) dari Indonesia dan Amerika.

**Tabel 2.1. Perbandingan Karakteristik Air Limbah Domestik**

NO	NEGARA	PARAMETER KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK			
		BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	COD (mg/l)	Oil and grease (mg/l)
1	Amerika (Metcalf and Eddy, 2003)	190	210	430	90
2	Indonesia (BPPT,2005)	353	119	615	63

Melihat karakteristik air limbah domestik diatas, nilai konsentrasi BOD<sub>5</sub> dan COD berbeda di Indonesia lebih besar daripada di Amerika. Dari perbedaan konsentrasi ini disimpulkan beban organik juga lebih besar sehingga kinetika reaksi proses biologi berbeda pula. Dalam desain pengolahan biologi yang ada di Indonesia belum ditemukan penelitian yang mencari nilai konstanta kinetika proses biologi. Selama ini nilai konstanta kinetika proses biologi ini diambil dari literatur yang berasal dari penelitian di negara maju seperti Amerika yang mempunyai karakteristik yang berbeda seperti dijelaskan diatas.

## **2.2. Pengolahan Air Limbah Domestik**

Berbagai jenis teknologi pengolahan air limbah domestik telah banyak diaplikasikan sesuai dengan berbagai pertimbangan aspek kelayakan teknik, sosial dan lingkungan. Indonesia memiliki beberapa Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan sistem terpusat, komunal dan individu. Namun demikian kinerja dari sebagian besar Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik masih rendah seperti telah disampaikan pada latar belakang penelitian mengenai hasil evaluasi kinerja IPAL komunal di IPAL Komunal Mergosono Malang.

Pengelolaan air limbah yang efektif telah terbukti baik di negara maju tetapi masih terbatas di negara berkembang. Pada sebagian besar negara berkembang, banyak orang kekurangan akses air dan layanan sanitasi. Pengumpulan dan pengaliran air limbah keluar dari lingkungan perkotaan belum tersedia secara menyeluruh untuk semua populasi, dan pengolahan yang memadai hanya tersedia untuk sebagian kecil air limbah yang terkumpul. Pada

perkampungan miskin dan daerah semi perkotaan di seluruh dunia, tampak biasa melihat air limbah mengalir di jalan. Tidak memadainya jasa sanitasi dan penyediaan air merupakan penyebab utama penyakit di negara berkembang (Jhansi, 2013). Masalah air limbah khususnya di negara berkembang contohnya di Indonesia, menjadi isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan. Salah satu aspek dalam MDG adalah sanitasi. Sanitasi merupakan target ketujuh untuk memastikan tercapainya kelestarian lingkungan pada tahun 2015. Salah satu kegiatannya melalui target 7c yaitu mengurangi sampai separuh bagian masyarakat yang tidak memiliki akses air aman dan sanitasi dasar. Mengikuti MDG diatas, pemerintah Indonesia membentuk tim teknis pembangunan sanitasi pada tahun 2009 dengan program percepatan pembangunan sanitasi pemukiman (PPSP) yang direncanakan selesai pada akhir tahun 2014. Tetapi, berdasarkan evaluasi terhadap program PPSP melalui National City Sanitation Rating (NCSR), pada September 2012 skor untuk setiap kota dan kabupaten masih rendah. Semua kota dan kabupaten mendapatkan nilai D (zona merah) karena nilai indeksnya dibawah 6,0. Parameter yang dievaluasi adalah profil akses, akses infrastruktur dan akses investasi (Pokja AMPL, 2012). Kota Malang memiliki skor yang sangat rendah yaitu 0.4 (PPSP, 2012. ). Selain itu, Lembaga non profit Amerika untuk pembangunan internasional (USAID) melalui *Environment Service Program* telah melakukan studi komparasi beberapa IPAL terpusat di Indonesia pada tahun 2006. Hasilnya menunjukkan semua IPAL terpusat yang dikaji memiliki beban pengolahan rendah. Kinerja IPAL Parapat, Yogyakarta dan Banjarmasin cukup bagus dengan tingkat pemisahan BOD berturut-turut sebesar 85%, 88% dan 89%. Sebaliknya, hasil yang kurang bagus ditunjukkan oleh IPAL terpusat Cirebon, Medan, Jakarta dan Bandung dengan tingkat pemisahan berkisar 50%. Bahkan pada IPAL Semanggi Solo desain dan operasinya tidak layak untuk memisahkan bahan organik limbah cair domestik.

Kandungan air limbah domestik meliputi 99,1% air, sejumlah kecil padatan organik dan anorganik, material tersuspensi dan terlarut. Pemisahan berbagai kontaminan dari air tergantung pada kemurnian alami dan konsentrasinya. Padatan organik dan anorganik yang kasar dan mudah mengendap umumnya dipisahkan pada unit pengolahan primer dengan unit operasi bar screen,



grit removal dan sedimentasi. Pemisahan organik terlarut dilakukan pada proses pengolahan biologi atau kimia bisa ditambahkan pada pengolahan primer. Kombinasi sistem pengolahan tersebut disebut instalasi pengolahan sekunder. Banyak unit operasi dan proses bisa ditambahkan pula pada sistem pengolahan primer atau sekunder untuk memisahkan nutrien dan kontaminan lainnya. Sistem ini disebut sebagai sistem pengolahan tersier atau tingkat lanjut (*advanced treatment*).

Dalam melakukan evaluasi kinerja IPAL dipertimbangkan beberapa hal yang terkait dengan desain proses pengolahan. Berikut ini pertimbangan penting dalam upgrading dan desain IPAL (Metcalf & Eddy, 2014):

**Tabel 2.2. Pertimbangan Penting Dalam *Upgrading* dan Desain IPAL.**

TOPIK	DISKRIPSI
<b>Proses aliran</b>	
Variasi konstituen dan proses pengolahan	Proses pengolahan baru seharusnya didesain memenuhi baku mutu.
Penyamaan aliran	Perbaiki kinerja dengan menghilangkan <i>surge flow</i>
Penyamaan beban organik	Perbaiki kinerja dengan menyamakan laju pembebanan organik (OLR) pada proses pengolahan sepanjang hari.
Kontrol proses otomatis	Menyediakan ketentuan dan fasilitas untuk kontrol otomatis DO dan waktu tinggal lumpur (SRT)
Peningkatan desinfeksi untuk <i>reuse</i>	Teknologi perbaikan dan pilihan untuk desinfeksi dan kontrol produk samping desinfeksi
Proses pengolahan tingkat lanjut	Proses untuk pemisahan konstituen residu dan konstituen yang tidak terpisahkan dengan pengolahan konvensional
Proses oksidasi konvensional dan tingkat lanjut	Pemisahan konstituen spesifik yang memerlukan proses oksidasi tingkat lanjut
Proses kombinasi untuk konstituen spesifik	Untuk memenuhi tidak melebihi batas diijinkan, digunakan dua atau lebih proses secara seri
Penggunaan kembali air ( <i>water reuse</i> )	Isu-isu terkait perkiraan resiko harus diperhatikan
Pengolahan aliran <i>wet-weather</i>	Lebih hemat mengolah pada IPAL dibandingkn dengan fasilitas pengolahan individu pada lokasi

TOPIK	DISKRIPSI
	<i>individual overflows</i>
Manajemen energi	Implementasi fasilitas fisik yang mencukupi seperti penyamaan aliran untuk memperbaiki utilisasi <i>off-peak power</i> untuk pengolah limbah cair
<b>Pemrosesan padatan</b>	
Perbaikan saringan	Memperbaiki saringan untuk memisahkan material yang terakhir berada di perlengkapan pengolahan biosolid
<i>Grit removal</i>	Pemisahan material <i>grit</i> yang bisa mengendap pada tangki sedimentasi primer dan <i>digester</i>
Peningkatan kontrol patogen	Peningkatan kontrol patogen diperlukan untuk menghasilkan biosolid kelas A
Peningkatan kontrol vektor	Peningkatan kontrol vektor diperlukan untuk menghasilkan biosolid kelas A
Pengolahan terpisah untuk aliran balik ( <i>return flow</i> )	Memperbaiki kinerja timbulan limbah cair khususnya untuk pemisahan nitrogen
<b>Kontrol bau</b>	
Kontrol bau pada sistem pengumpulan	Implementasi program kontrol sumber untuk meminimalkan timbulan bau pada sistem pengumpulan. Menggunakan oksigen murni.
Pembentukan bau pada fasilitas pengolahan	Perlu perhatian pada desain hidrolis untuk mencegah zona mati ( <i>dead zone</i> ) karena aliran, penanganan <i>return flow</i> dari fasilitas pemrosesan padatan
Penahanan bau	Fasilitas penutup untuk menghilangkan bau

Pada **Tabel 2.3** berikut ini disajikan tabel tingkat pengolahan yang dicapai beberapa jenis unit operasi dan proses.

Tabel 2.3. Tingkat Pengolahan Beberapa Jenis Unit Operasi dan Proses.

UNIT PENGOLAHAN ATAU KOMBINASI	UNIT PENGOLAHAN YANG TERLIBAT	EFISIENSI PEMISAHAN (%)					
		BOD <sub>5</sub>	COD	TSS	TP	ON	NH <sub>3</sub> N
Pengolahan pendahuluan	Screening, Pra sedimentasi, Grit Remval,	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5
Sedimentasi primer	Sedimentasi primer	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0
Nitrifikasi <i>single stage</i>	Reaktor biologi <i>attached growth</i> dan <i>suspended growth</i>	80-95	80-90	70-90	10-15	75-85	85-95

Sumber: Qosim, 1985

### 2.3. Optimisasi Matematis

Mengoptimalkan berarti menemukan solusi yang memberikan nilai pada semua fungsi tujuan yang diterima oleh pembuat keputusan. Variabel keputusan merupakan kuantitas numerik yang terpilih dalam masalah optimisasi. Pada instalasi pengolahan, volume reaktor dan tingkat aliran internal biasanya didefinisikan sebagai variabel keputusan. Secara matematik, variabel keputusan dinyatakan oleh sebuah vektor  $x$  dari variabel keputusan  $n$ .

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_n] \dots \dots \dots \text{rumus 1}$$

Pada sebagian besar masalah optimisasi, terdapat batasan-batasan ditentukan oleh karakteristik khusus dari lingkungan atau sumber daya yang ada. Batasan-batasan ini harus dipenuhi untuk menerima solusi tertentu. Semua batasan ini umumnya *constraints*, dan batasan ini menggambarkan ketergantungan diantara variabel keputusan dan konstanta (atau parameter) yang terlibat dalam masalah (Coello Coello, Lamont dan Veldhuizen). *Constraints* ini dinyatakan dalam bentuk pertidaksamaan :

$$g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, m \dots \dots \dots \text{rumus 2}$$

atau persamaan:

$$h_j(x) = 0 \quad j = 1, \dots, p \dots \dots \dots \text{rumus 3}$$

Teori matematika *single objective* telah dibuat dengan baik. Sebaliknya untuk model optimisasi *multiobjective* belum ada konsep solusi optimum. Seringkali terjadi konflik antar fungsi *objective*. Untuk memecahkannya diperlukan informasi unit salah satu fungsi yang dikorbankan untuk mendapatkan unit yang lain. Tetapi informasi *trade off* ini belum ada. Sehingga masalah optimisasi *multiobjective* tidak secara tepat menetapkan masalah matematis. Dilakukan teknik *trial and error* menggunakan beberapa tingkatan kompromi diantara berbagai fungsi tujuan sampai diperoleh solusi beralasan dari tinjauan semua fungsi *objective* (Murty, 2003).

Ringkasan dari beberapa ketersediaan software yang dilaporkan dalam literatur keilmuan dan mungkin tersedia untuk penggunaan umum bisa dilihat dibawah ini.

**Tabel 2.4 Ketersediaan Software Optimisasi Air Limbah**

<b>NO.</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>PENERBIT</b>
1.	GPSX	Hydromantis
2	STOAT	WRc
3.	EFOR	Kuger
4.	SIMBAD	CGE
5.	WEST++	University of Ghen
6.	SIMBA	ifak
7.	BIOWIN	Enviro Sim Associated Ltda
8.	AQUASIM	Institute for Environmental Science and Technology

Sumber : (Alberto, 2012)

Dari publikasi Federation of Canadian Municipalities and National Research Council, 2003, aplikasi terbaik dari optimisasi IPAL meliputi : (1) menentukan tujuan optimisasi; (2) melakukan evaluasi IPAL untuk menentukan kondisi awal, prioritas kesempatan untuk optimisasi dan mentukan kinerja atau faktor pembatas kapasitas; (3) mengidentifikasi dan menerapkan perubahan operasi dan proses yang ditujukan untuk kinerja dan faktor-faktor yang membatasi kapasitas dan (4) melakukan monitoring untuk mendokumentasikan perubahan yang menguntungkan.

## **BAB 3**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini membuat model optimisasi IPAL Komunal untuk meminimalkan konsentrasi polutan yang keluar dari IPAL Komunal sehingga aman bagi badan air penerima dan memiliki potensi digunakan kembali (*reuse*).

#### **3.2. Manfaat Penelitian**

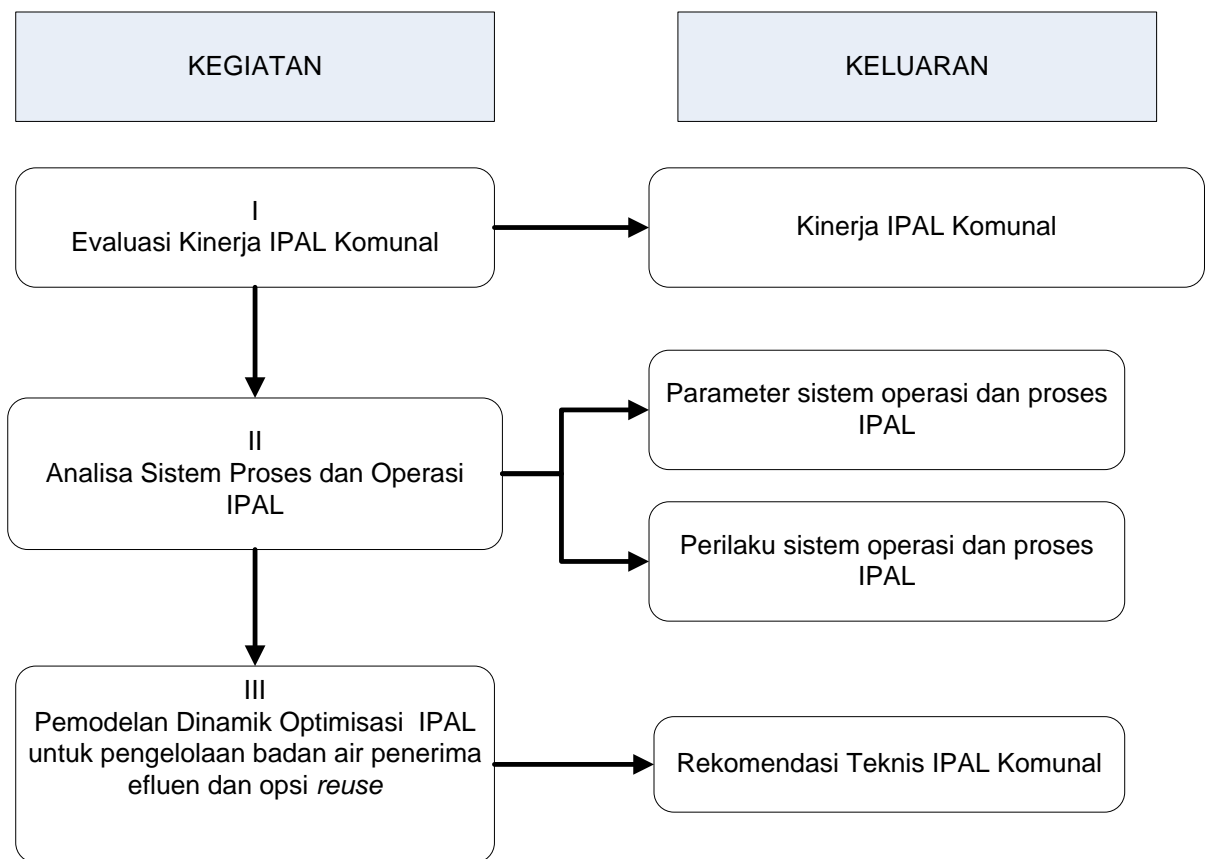
1. Meningkatkan kinerja pengolahan IPAL Komunal yang saat ini masih terbatas kinerjanya dari efisien pengolahan dan nilai NCSR yang rendah.
2. Memberikan solusi optimal melalui pendekatan model optimisasi sebagai salah satu upaya pengendalian kualitas air limbah domestik di Indonesia.
3. Memberikan kontribusi penentuan baku mutu efluen air limbah dari model simulasi-optimisasi.
4. Pengkayaan materi pembelajaran tentang pemodelan optimisasi di bidang pengelolaan air limbah di Indonesia.

## BAB 4

### METODA PENELITIAN

#### 4.1. Tahapan penelitian

Pembuatan model optimisasi IPAL Komunal mempunyai tahapan penelitian seperti pada gambar 4.1. di bawah ini.



Gambar 4.1 Tahapan penelitian

#### 4.2. Kegiatan dan Metode Penelitian

##### 4.2.1. Evaluasi Kinerja Ipal Komunal

Pada tahapan awal penelitian akan dilakukan evaluasi kinerja IPAL Komunal. Uraian setiap tahapan kegiatan sebagai berikut :

- Pengumpulan data operasi dan proses pengolahan IPAL Komunal yang terdiri dari dari :

- Data desain operasi dan proses dari Dinas kebersihan dan Pertamanan Kota Malang selaku pengelola IPAL Komunal.
- Pengukuran aliran influen dan efluen di setiap unit pengolahan IPAL Komunal dengan flowmeter.
- Sampling dan analisa parameter kualitas influen dan efluen di setiap unit pengolahan IPAL Komunal yang meliputi konsentrasi BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, dan PO<sub>4</sub>. Sampling air limbah dilakukan dengan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) pada saat jam puncak sesuai dengan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

Analisa kualitas sampel air limbah dilakukan oleh Laboratorium Kualitas Air PJT I dengan menggunakan metode sebagai berikut.

Tabel 4.1. Metode Analisa Parameter Air Limbah

No.	Parameter	Satuan	Metode Analisa
1.	BOD	mg/L	APHA.5210 B-1998
2.	COD	mg/L	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)
3.	TSS	mg/L	APHA.2540 D-2005
4.	NO <sub>3</sub>	mg/L	QI/LKA/65
5.	PO <sub>4</sub>	mg/L	SNI 19-2483-1991

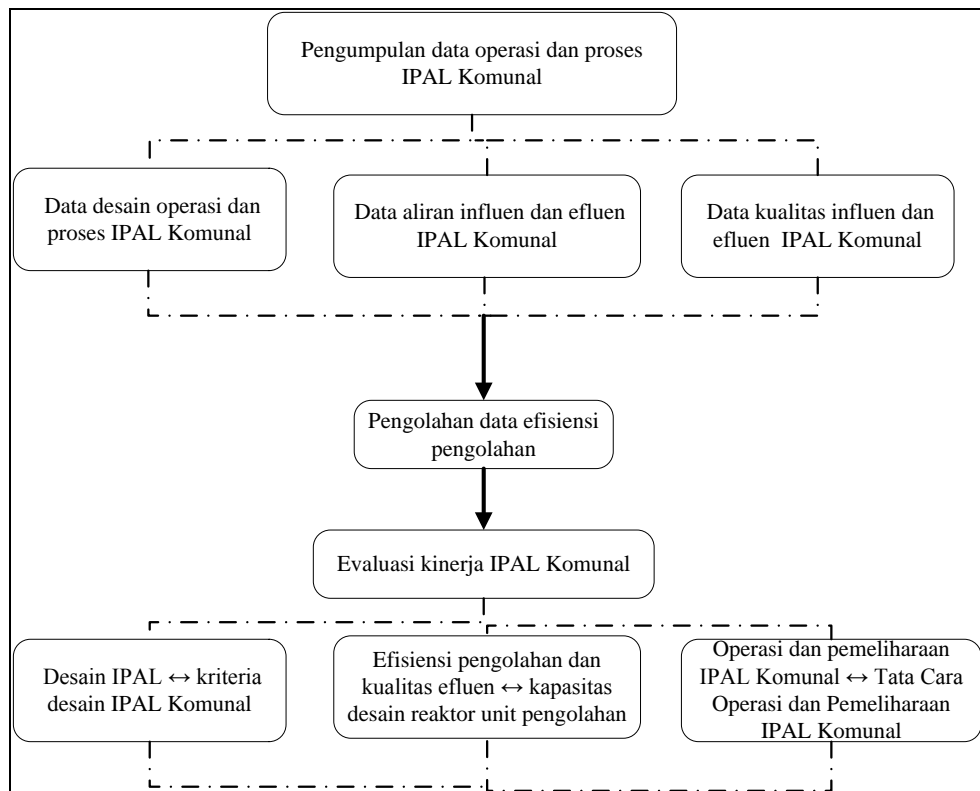
Sumber : Laboratorium Kualitas Air PJT I

- Pengolahan data untuk mendapatkan efisiensi pengolahan di setiap unit pengolahan.
- Evaluasi kinerja IPAL Komunal dengan membandingkan :
  - Desain IPAL dengan kriteria desain IPAL Komunal berdasarkan studi literatur dan Pedoman Perencanaan Air Limbah Komunal.
  - Efisiensi pengolahan dan kualitas efluen dari kapasitas desain reaktor unit pengolahan.



- Operasi dan pemeliharaan IPAL Komunal dengan Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan IPAL Komunal ([www.sanitasi.or.id](http://www.sanitasi.or.id))
- Metode evaluasi kinerja menggunakan *Comprehensive Performance Evaluation* (US EPA, 2014).

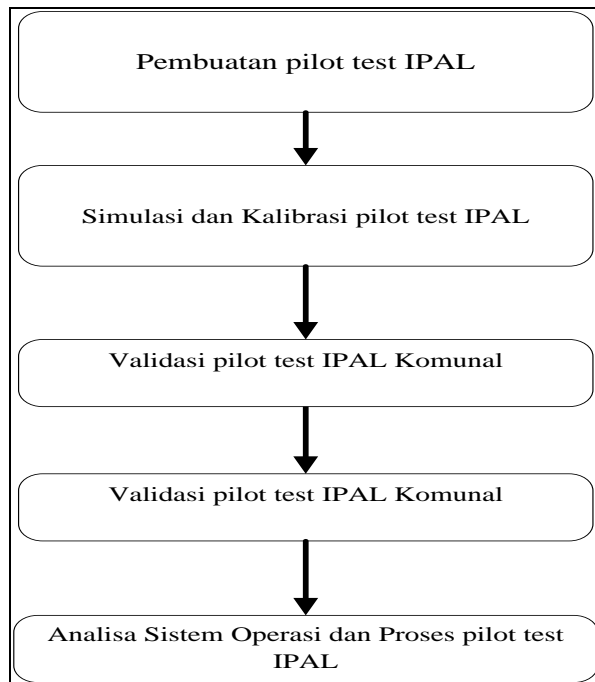
Kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal menjadi kegiatan tahap I dalam penelitian ini. Untuk lebih jelasnya, bisa dilihat pada skema di bawah ini.



Gambar 4.2 Diagram alir penelitian tahap I Evaluasi Kinerja IPAL Komunal

#### 4.2.2. Pembuatan Pilot Test IPAL Komunal.

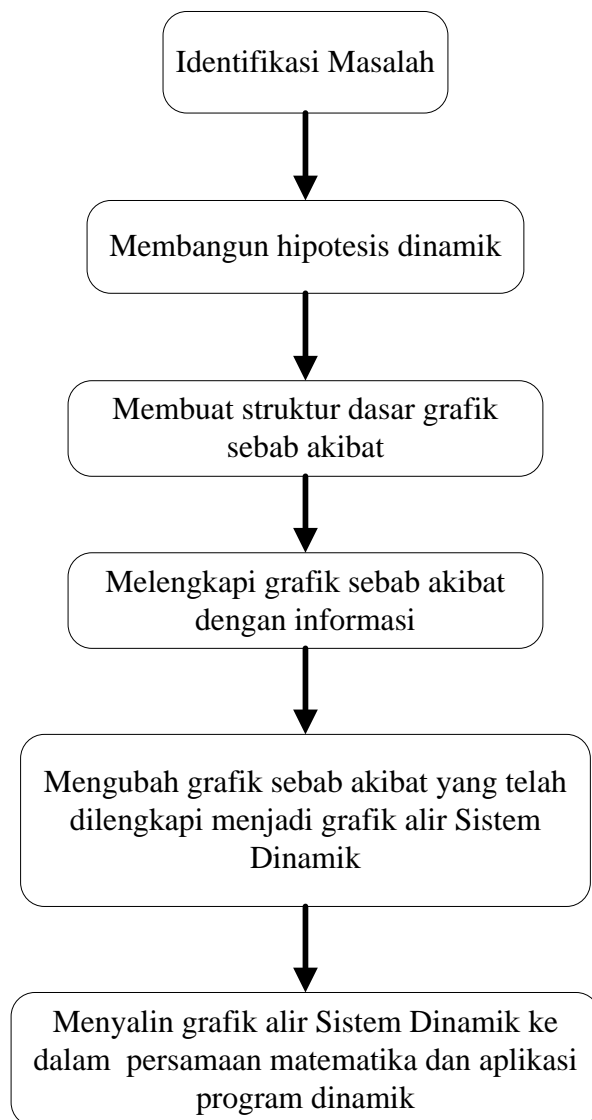
Dari data awal yang diperoleh, IPAL Komunal Mergosono I terdiri dari unit pengolahan Sedimentasi - Filter Anaerobik – Aerasi. Selanjutnya dilakukan pembuatan pilot test IPAL Komunal yang akan disimulasi, kalibrasi dan validasi untuk mendapatkan nilai parameter sistem operasi dan proses pengolahan. Kegiatan pada tahap II dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.3 Diagram alir penelitian tahap II pilot test IPAL Komunal

#### 4.2.3. Pembuatan Model Dinamik Optimisasi IPAL Komunal.

Pada tahapan ini diaplikasikan sistem dinamik pada sistem operasi dan proses IPAL Komunal dengan tahapan sebagai berikut :



Gambar 4.4 Diagram alir penelitian tahap III Pembuatan Model Dinamik

Optimisasi IPAL Komunal

Pendekatan pemodelan sistem dinamik sebagai contoh pada IPAL Komunal Mergosono I Kota Malang sebagai berikut :

- Modul → Prasedimentasi (1); Filter Anaerobik (2); Aerasi (3)
- Stocks → kandungan polutan influen, kandungan polutan efluen pada setiap modul
- Flows → rasio pemisahan pada setiap modul
- Converters → proses fisik dan biokimia

## BAB 5

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Gambaran Umum Obyek Studi

Obyek studi dalam penelitian ini adalah IPAL Komunal kota Malang Jawa Timur. Masyarakat di Kota Malang pada umumnya melakukan pengolahan air limbah secara konvensional yaitu dengan menggunakan *septic tank*, namun tidak sedikit yang masih memanfaatkan sungai sebagai tempat untuk BAB (buang air besar). Dari hasil survey EHRA, pemanfaatan *sewerage system* hanya 2,3% saja. Hal ini terjadi karena keterbatasan lahan, tingkat perekonomian yang rendah dan tingkat kesadaran yang rendah dalam hal pembuangan limbah domestik (Bapeda Kota Malang, 2010). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik saat ini menjadi kebutuhan yang sangat mendesak guna mengatasi permasalahan tersebut. Pemerintah Kota Malang dan beberapa pihak telah membantu pemenuhan kebutuhan fasilitas pengolahan limbah domestik dengan bantuan pembangunan IPAL Komunal. Data IPAL Komunal di kota Malang sebagai berikut.

Tabel 5.1. IPAL Komunal di Kota Malang

NO.	SUMBER DANA	JUMLAH	KAPASITAS (KK)	JUMLAH TERLAYANI (KK)	PENGELOLA <sup>*)</sup>	TAHUN
1.	Swadaya	1	500	110	KSM	1986
2.	PKK Kota Malang	2	100	60	KSM	1998-1999
		1	150	100		
		1	200	150		
3.	APBN	1	150	60	KSM	1999
4.	Bank Dunia	1	6.000	800	LPPL	2000
		1	10.000	1.550	KSM	2000
5.	DAK-APBN	22	100	30-170	KSM	2006-2014
6.	DAK APBN Propinsi	1	500	200	KSM	2011

7.	USRI	39	70	59-136	KPP	2011-2013
				Total Pengguna		
				19.040 KK, 37.030 Jiwa		

Keterangan : \*) KSM, Kelompok Swadaya Masyarakat; KPP, Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara

Sumber : Diolah dari data DKP Kota Malang dan BKBPM Kota Malang, 2014-2015








Dari 70 IPAL Komunal yang ada tersebut, beberapa lokasi tidak beroperasi lagi seperti di Ciptomulyo dan RW 10 Kota Lama. Selanjutnya ditentukan lokasi IPAL Komunal yang dijadikan lokasi sampel dengan kriteria sebagai berikut :

1. IPAL Komunal dengan USRI, dipilih dari lokasi yang membuang efluennya di sepanjang sungai Brantas.
2. IPAL Komunal yang pendanaan konstruksinya selain dari USRI dimana pengelolaannya pada DKP Kota Malang dipilih dari tahun awal operasi 2010-2013 masing-masing diambil 2 lokasi (1) dan IPAL Komunal dari Bank Dunia dan Swadaya Masyarakat dengan kapasitas > 200 KK (2).

Gambaran lokasi IPAL Komunal sebagai obyek studi dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.2. Obyek Penelitian IPAL Komunal di Kota Malang

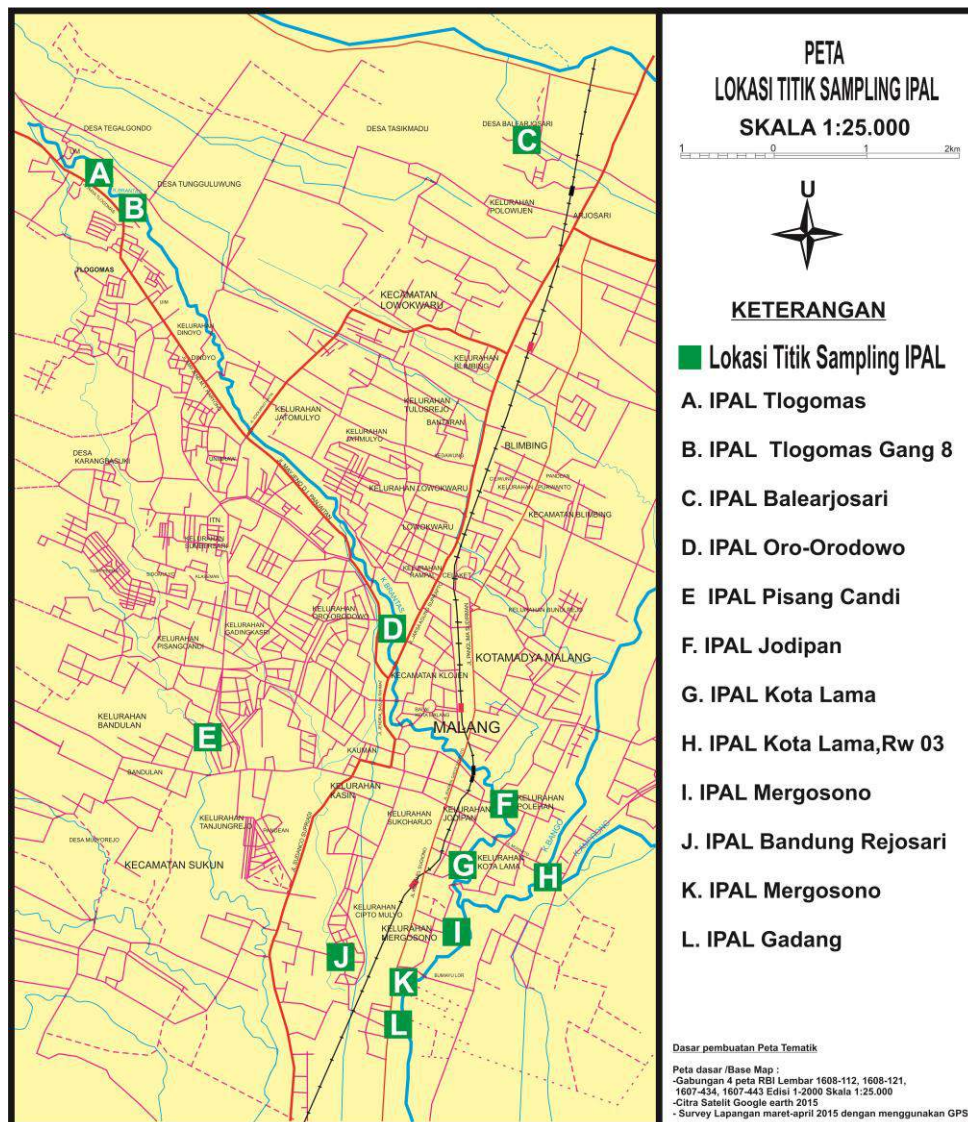
NO.	LOKASI		FOTO LOKASI
1.	MCK Terpadu Tlogomas	Jl. Tirta Rona	
2.	IPAL Komunal Tlogomas	RT5 RW5	

NO.	LOKASI		FOTO LOKASI
3.	IPAL Komunal Oro-Oro Dowo	RT12 RW2	
4.	IPAL Komunal Jodipan	RT6 RW6	
5.	IPAL Komunal Kota Lama	RT4 RW9	
6.	MSS Mergosono	Jl. Kol. Soegiono 3B	
7.	IPAL Komunal Mergosono	RT6 RW6	
8.	IPAL Komunal Gadang	Jl. Gadang 5A	
9.	IPAL Komunal Balearjosari	RW 02	

NO.	LOKASI		FOTO LOKASI
10.	IPAL Komunal Pisang Candi	RW 03	
11.	IPAL Komunal Kota Lama	RW 07	
12	IPAL Komunal Bandungrejosari	RW09	

Sumber : Hasil survei lokasi, 2014-2015

Gambaran lokasi IPAL Komunal dalam peta sebagai berikut.



Gambar 5.1 Peta Lokasi IPAL Komunal

## 5.2 Kualitas Efluen IPAL Komunal

Kualitas efluen IPAL Komunal diperoleh dari data primer dan data sekunder. Data kualitas efluen IPAL Komunal diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Malang yang secara rutin melakukan pemantauan setiap tahun. Berikut ini data hasil pemantauan kualitas efluen pada tahun 2014.



Tabel 5.3. Kualitas Efluen IPAL Komunal Hasil Pemantauan BLH Kota Malang Tahun 2014

NO.	LOKASI	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	PENGAM BILAN I	PENGAM BILAN II
1.	MCK Terpadu Tlogomas	pH		6 - 9	7,5	7,8
		BOD	mg/L	30	95,7	5,55
		COD	mg/L	50	283,4	9,064
		TSS	mg/L	50	27,5	14,0
		Minyak Lemak	mg/L	10	3	5,0
2.	IPAL Komunal Tlogomas	pH		6 - 9	7,1	7,4
		BOD	mg/L	30	112,7	97,8
		COD	mg/L	50	469,2	265
		TSS	mg/L	50	52,3	54,4
		Minyak Lemak	mg/L	10	4,0	4,4
3.	IPAL Komunal Oro-Oro Dowo	pH		6 - 9	7,7	7,8
		BOD	mg/L	30	3,85	47,95
		COD	mg/L	50	6,338	159
		TSS	mg/L	50	14,0	15
		Minyak Lemak	mg/L	10	5,0	3,5
4.	IPAL Komunal Jodipan	pH		6 - 9	7,2	7,4
		BOD	mg/L	30	114,3	25,9
		COD	mg/L	50	397,4	100,3
		TSS	mg/L	50	39,8	9,5
		Minyak Lemak	mg/L	10	6,5	3,8
5.	IPAL Komunal Kota Lama	pH		6 - 9	7,1	6,5
		BOD	mg/L	30	95,8	112,8
		COD	mg/L	50	210	540,1
		TSS	mg/L	50	110,2	148
		Minyak Lemak	mg/L	10	4,8	8,5
6.	MSS Mergosono	pH		6 - 9	7,1	7,1
		BOD	mg/L	30	126,9	31,3
		COD	mg/L	50	390,1	82,29
		TSS	mg/L	50	94,4	8,7
		Minyak Lemak	mg/L	10	12,8	3,0
7.	IPAL Komunal Mergosono	pH		6 - 9	7,0	7,0
		BOD	mg/L	30	70,65	58,8
		COD	mg/L	50	328,8	127,8
		TSS	mg/L	50	33,4	8,9

NO.	LOKASI	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	PENGAM BILAN I	PENGAM BILAN II
		Minyak Lemak	mg/L	10	8,5	4,0
8.	IPAL Komunal Gadang	pH		6 - 9	7,8	7,6
		BOD	mg/L	30	75,3	13,65
		COD	mg/L	50	323,7	48,8
		TSS	mg/L	50	23,1	8,4
		Minyak Lemak	mg/L	10	4,2	2,5

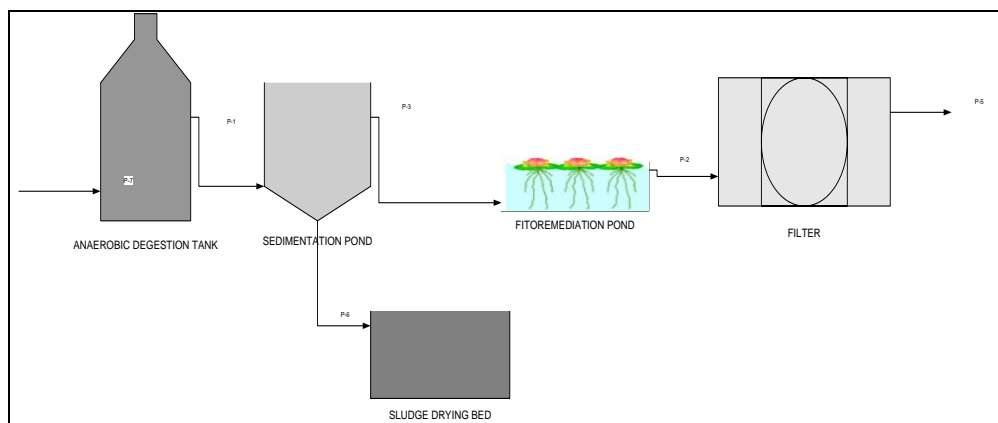
Sumber : BLH Kota Malang, 2014

Dari **Tabel 5.4** diatas terlihat kualitas efluen IPAL Komunal sebagian besar masih diatas baku mutu untuk parameter bahan organik BOD dan COD. Untuk menganalisis masih tingginya kandungan bahan organik ini selanjutnya dilakukan evaluasi kinerja pengolahan seperti dijelaskan pada sub bab 5.4 dibawah.

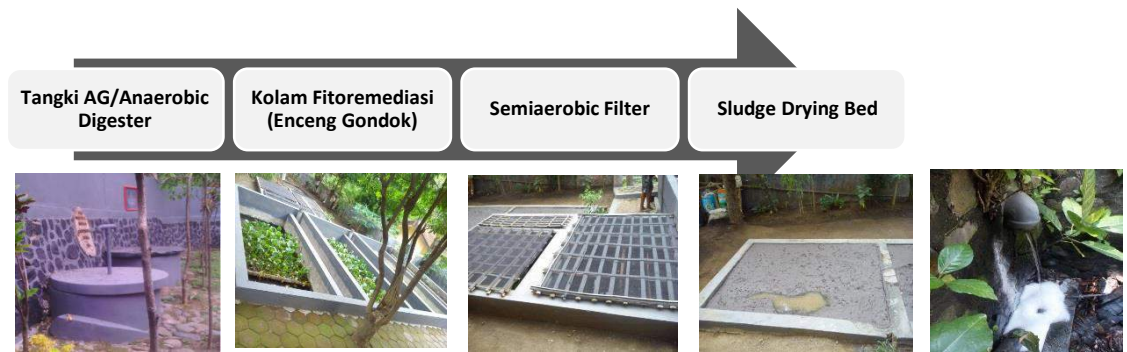
### 5.3. Hasil dan Pembahasan Evaluasi Kinerja IPAL Komunal

#### 5.3.1. IPAL Komunal Tlogomas, Ciptomulyo dan Mergosono

Unit operasi IPAL Tlogomas terdiri dari tangki anaerobik, kolam fitoremediasi dan filter semiaerobik. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada skema dan gambar berikut.



**Gambar 5.2. Skema Unit Pengolahan MCK Plus Tlogomas**

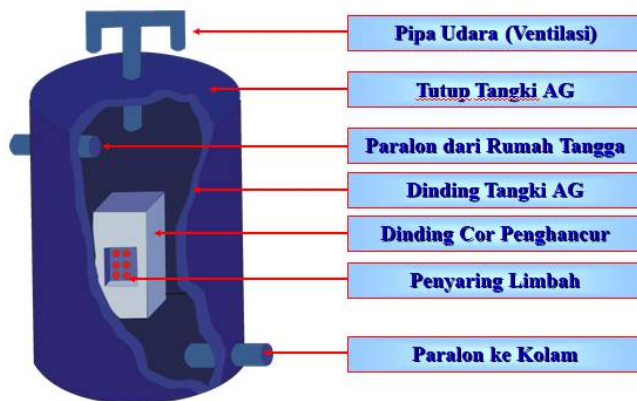


**Gambar 5.3 Kondisi Unit Pengolahan MCK Plus Tlogomas**

Diskripsi umum unit-unit pengolahan pada IPAL Tlogomas sebagai berikut:

**1. Tangki AG/Anaerobic Digester**

Konstruksi tangki AG ini terdiri dari pipa udara (ventilasi), tutup tangki AG, paralon dari rumah tangga, dinding tangki AG, dinding cor penghancur, penyaring limbah, dan paralon ke kolam, seperti gambar sebagai berikut:



**Gambar 5.4 Tangki Anaerobic Digester (Tangki AG)**

Tangki AG berdiameter 5m dengan kedalaman 2m. Tidak pernah dilakukan pengurasan selama 29 (dua puluh sembilan) tahun penggunaan tangki pengurai ini.

**2. Kolam Fitoremediasi dengan media Eceng Gondok**

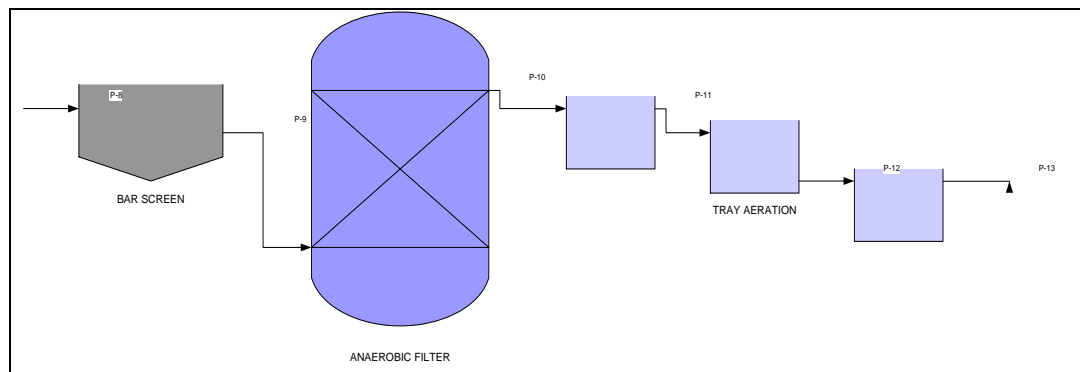
Kolam Fitoremediasi dengan Eceng Gondok ini terdiri dari 4 (empat) bak berdimensi 105 cm x 90 cm x 152 cm, tinggi endapan 82 cm, dengan debit

(Q)max 0.0203 L/detik, pH 6,3 dan suhu 25°C. Untuk tanaman air ini sendiri tidak dilakukan pergantian karena seiring berjalannya waktu tanaman ini akan tumbuh dengan sendirinya.

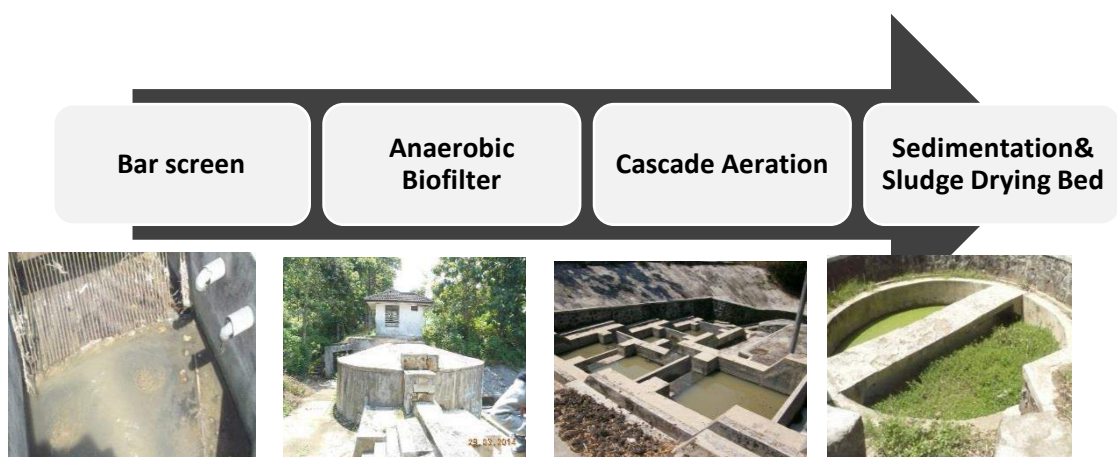
### 3. Filtrasi

Media filtrasi yang digunakan dalam pengolahan ini adalah botol kaca dan botol plastik.

IPAL Komunal Mergosono terdiri dari prasedimentasi, filter anaerobik dan aerasi berjenjang (cascade aeration). Untuk lebih jelas seperti pada gambar berikut.



**Gambar 5.5 Skema Unit Pengolahan MSS Mergosono**



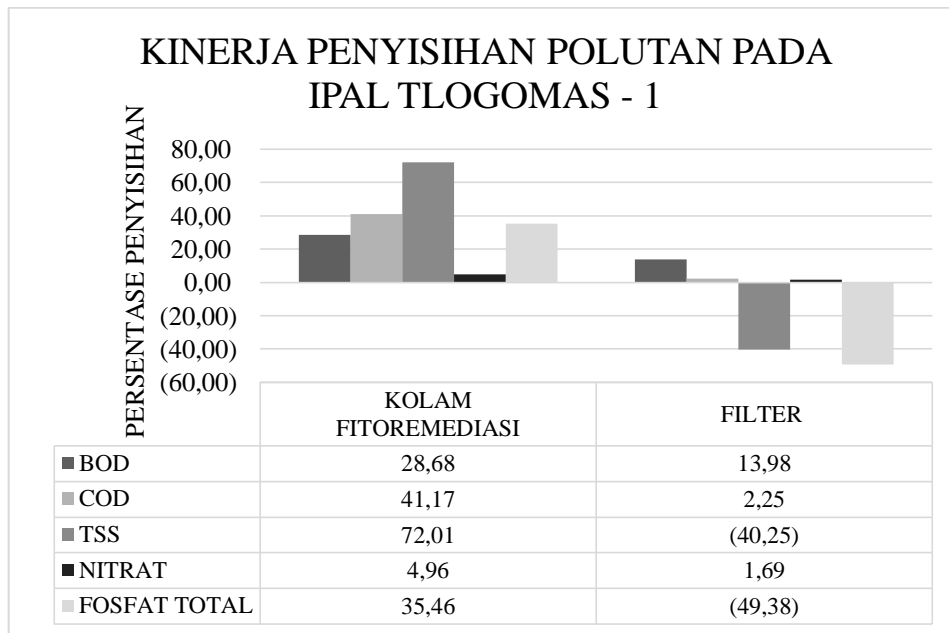
**Gambar 5.6 Kondisi Unit Pengolahan MSS Mergosono**

Hasil uji kualitas efluen di setiap unit pengolahan pada masing-masing IPAL komunal disajikan pada tabel berikut ini.

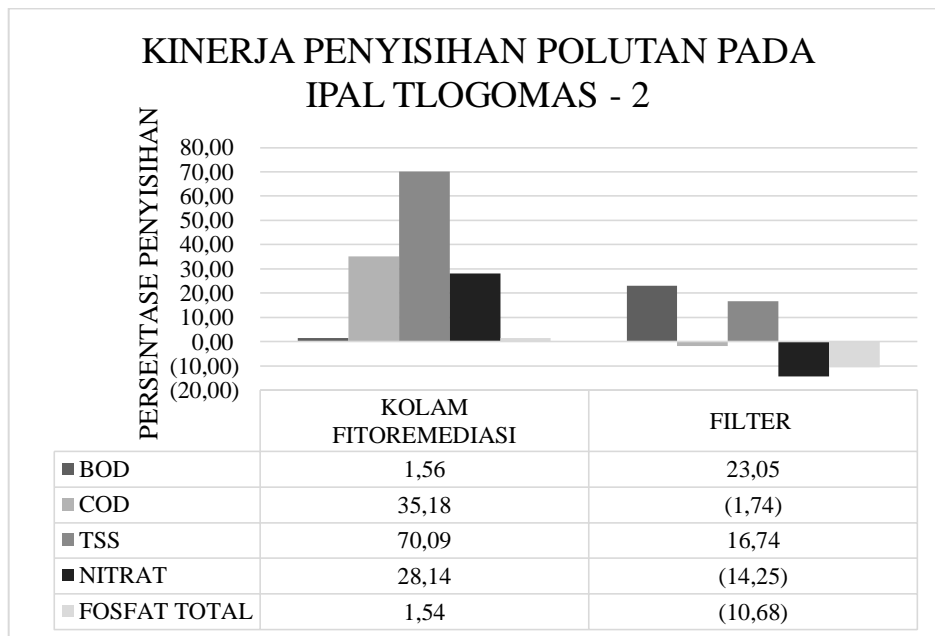
Tabel 5.4. Hasil Analisa Kualitas Efluen Unit Pengolahan IPAL Komunal

NO.	IPAL	TITIK SAMPLING	KONSENTRASI PADA ALIRAN MAKSIMUM (mg/L)					KONSENTRASI PADA ALIRAN MINIMUM (mg/L)				
			BOD	COD	TSS	NITRAT	FOSFAT TOTAL	BOD	COD	TSS	NITRAT	FOSFAT TOTAL
I.	TLOGO MAS	INLET KOLAM FITOREM EDIASI	180,6	588,3	56,8	2,74	2,51	63,9	182,4	73,9	2,139	3,9
		INLET FILTER	128,8	346,1	15,9	2,604	1,62	62,9	118,24	22,1	1,537	3,84
		OUTLET IPAL	110,8	338,3	22,3	2,56	2,42	48,4	120,3	18,4	1,756	4,25
II.	MERGO SONO	INLET IPAL	26,3	51,17	55,8	2,16	3,16	84,7	362,1	105	2,359	2,49
		OUTLET SCREENING	21,3	59,99	50,5	2,578	3,58	141,7	401,6	236,2	2,252	2,02
		OUTLET FILTER ANAEROBIK	48,55	143,5	97,3	1,601	3,26	115,7	266,1	85	2,272	2,81
		OUTLET CASCADE AERATION	41,05	162,4	32	1,46	2,75	131,7	473,7	173,6	2,297	2,45
		OUTLET IPAL	45,3	147,4	51,3	1,482	4,53	9,7	27,92	146,2	2,414	2,92

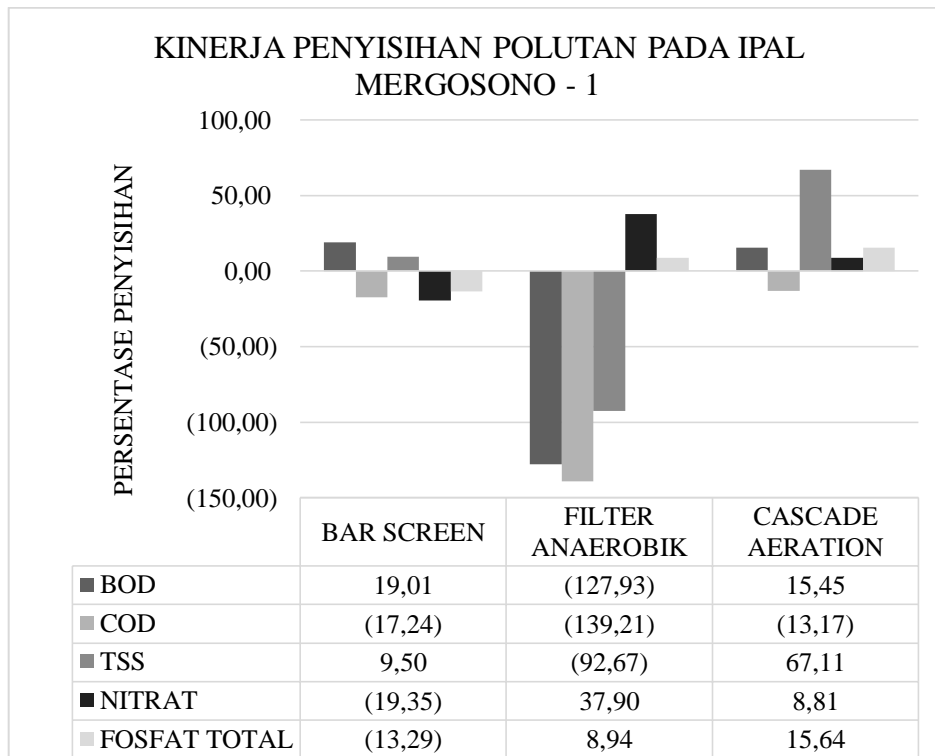
Hasil uji konsentrasi efluen diatas digunakan untuk menghitung tingkat penyisihan dari setiap parameter kualitas efluen. Tingkat penyisihan konsentrasi efluen di setiap unit pengolahan IPAL Komunal yang menggambarkan kinerja pengolahan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



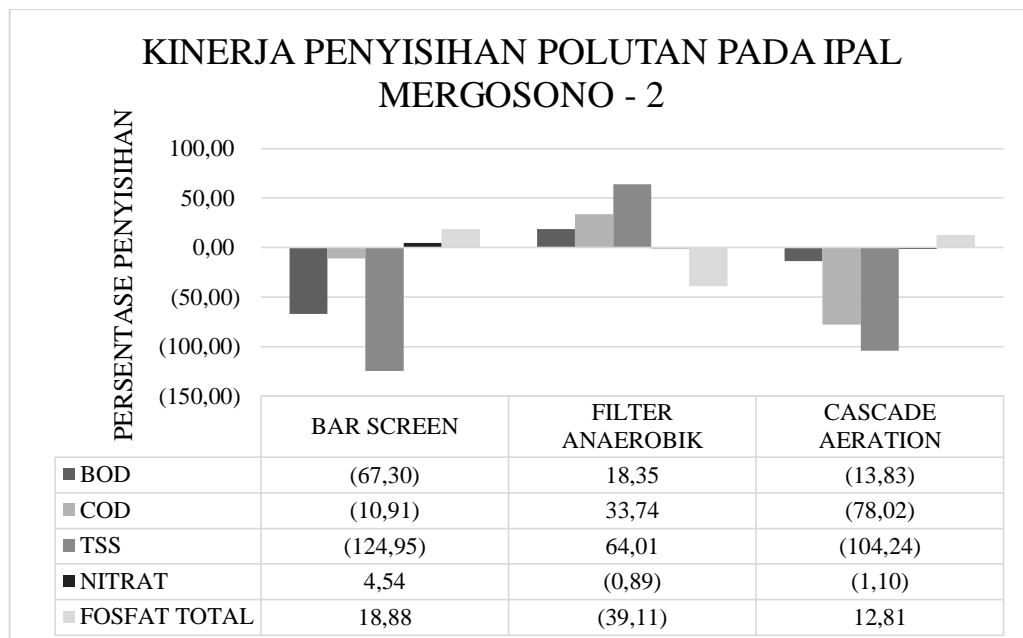
**Grafik 5.1. Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Tlogomas-Aliran Maksimum**



**Grafik 5.2 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Tlogomas-Aliran Minimum**



**Grafik 5.3 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Mergosono-Aliran Maksimum**



**Grafik 5.4 Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Mergosono-Aliran Minimum**

Dari grafik kinerja unit pengolahan ipal komunal diatas dapat dilihat tinggi dan rendahnya kinerja beberapa unit pengolahan. Kinerja tertinggi untuk pengolahan TSS pada unit pengolahan Screening terjadi di IPAL Komunal Mergosono (72,01%). Sedangkan pada IPAL Komunal Mergosono terjadi peningkatan konsentrasi BOD, COD dan TSS pada outlet reaktor Filter Anaerobik. Pada reaktor biologi *attached growth* ini pengolahan BOD berkisar 80-95% dan COD sebesar 80-90% (Qosim, 1985).

**IPAL Tlogomas.** Pada IPAL Tlogomas, hanya bisa dievaluasi unit pengolahan kolam fitoremediasi dan filter semiaerobik karena sampel air limbah yang bisa diambil mulai dari outlet bak sedimentasi. Kinerja pada unit pengolahan kolam fitoremediasi atau *sub surface constructed wetland* dengan media eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan kemampuan menyisihan polutan bahan organik (BOD dan COD), padatan (TSS), Nitrat dan Fosfat total pada beban hidrolis maksimum maupun minimum. Kinerja pengolahan BOD dan COD maksimal 41,17% untuk COD dan 28,68% untuk BOD. Tingkat penyisihan TSS pada kolam fitoremediasi cukup baik (sekitar 70%). Sedangkan tingkat penyisihan Nitrat maksimal (28,14%) pada beban hidrolis minimum. Sebaliknya tingkat penyisihan Fosfat Total maksimum terjadi pada beban hidrolis maksimum sebesar 35,46%. Kinerja pengolahan unit pengolahan kolam fitoremediasi pada IPAL Komunal Tlogomas ini termasuk rendah. Tingkat penyisihan BOD, COD, TSS, NH<sub>3</sub> dan Fosfat berturut-turut sebesar 91%, 81%, 70%, 74% dan 41% pada HRT 21 jam (Valipour A, 2011). Penggunaan wetland dengan tanaman hias Bintang Air (*Cyperus alternifolius*) mampu menurunkan BOD limbah domestik sampai 94% dengan waktu tinggal 4 hari (Suprihatin, 2014). Efisiensi penyisihan BOD merupakan fungsi dari HRT. Semakin lama HRT akan meningkatkan interaksi limbah dengan sistem tanaman akuatik sehingga meningkatkan penyisihan BOD (Chavan B. L., 2012). HRT kolam fitoremediasi IPAL Tlogomas pada aliran maksimum sebesar 9 jam dan minimum sebesar 14 jam. Rendahnya waktu tinggal hidrolis menyebabkan berkurangnya interaksi air limbah dengan tanaman sehingga proses degradasi bahan organik melalui biomassa tanaman dan enzim akar tanaman kurang maksimal (Ronald W. Crites, 2006). Upaya yang bisa dilakukan untuk meningkatkan HRT adalah dengan meningkatkan volume kolam



melalui kegiatan pengurasan lumpur pada dasar kolam. Pada sistem *constructed wetland* ini *ketinggian media* tanah diusahakan < 0,6 m (Ronald W. Crites, 2006). Dari pengamatan diketahui ketinggian lumpur kolam mencapai 0,82 m. Upaya lain dengan memperlambat aliran dalam kolam fitoremediasi. Kebutuhan waktu tinggal dalam kolam fitoremediasi sistem *sub surface flow constructed wetland* ini menggunakan rumus (EPA, 1988) :

$$t(\text{hari}) = \frac{\ln C / \ln C_0}{k_T}$$

(4.1)

Dimana:

- C = konsentrasi effluent yang diharapkan (mg/L)
- C<sub>0</sub> = konsentrasi influent (mg/L)
- k<sub>T</sub> = koefisien pengaruh temperatur = K<sub>20</sub> 1.06<sup>(T - 20)</sup> = 1.1 (1.06<sup>(T - 20)</sup>) /hari (Ronald W. Crites, 2006)

Dengan konsentrasi BOD awal pada tabel 4.8 sebesar 180,6 mg/L, bila diinginkan tingkat penyisihan sebesar 90%, dan temperatur sebesar 26°C, maka waktu tinggal yang diperlukan sebesar 27,6 jam. Beban organik yang besar (14 kg BOD/m<sup>2</sup>.hari) menyebabkan tingkat pemisahan BOD tidak efektif. Dari referensi manual desain *constructed wetland*, beban organik yang efektif untuk pemisahan BOD sebesar 0,01 kgBOD/m<sup>2</sup>.hari (Eric Tousignant, 1999).

Selanjutnya efluen dari kolam fitoremediasi melalui unit pengolahan filtrasi dengan media botol kaca dan botol plastik. Dari tabel 4.8 dan grafik 4.9 serta grafik 5.10 diketahui kinerja unit pengolahan filtrasi pada IPAL Tlogomas sangat rendah. Tingkat penyisihan BOD maksimal hanya mencapai 23,05% pada aliran minimum. Konsentrasi COD pada outlet bahkan mengalami peningkatan. Penelitian skala pilot IPAL menggunakan reaktor *aerobic biological filter* dengan media plastik menghasilkan tingkat penyisihan COD 73%-80%, BOD 76%-83% dan TSS 77%-89% (A.S. El-Ghendy, 2012). Data historis kinerja pengolahan air limbah mendasari tingkat pembebanan biofiltrasi (Boon, 1997). Sehingga dalam

evaluasi kinerja biofiltrasi ini digunakan parameter tingkat pembebanan organik (OLR). Tingkat pembebanan organik pada reaktor biofiltrasi di IPAL Tlogomas sebesar 0,3 kgBOD/m<sup>3</sup>.hari pada aliran maksimum dan sebesar 0,1 kgBOD/m<sup>3</sup> pada aliran minimum. Nilai ini lebih rendah dibandingkan nilai tipikal pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.5. Tingkat Pembebanan Volumetrik untuk Biological Aerated Filter

<b>APLIKASI</b>	<b>UNIT PEMBEBANAN</b>	<b>RENTANG</b>	<b>EFISIENSI PEMISAHAN,%</b>
<b>Pemisahan BOD</b>	kgBOD/m <sup>3</sup> .hari	3,5-5,5	≥ 85
<b>Pemisahan BOD dan nitrifikasi</b>	kgBOD/m <sup>3</sup> .hari	1,8-2,5	≥ 85
<b>Nitrifikasi tersier</b>	kgNH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup> .hari	1,0-1,5	≥ 90

Sumber: Metcalf, 2014

Efisiensi organik biofilter ekivalen dengan OLR dan HLR saat pertama kali filter teraklimatisasi (Durgananda Singh Chaudhary, 2003). Pembebanan organik yang terlalu rendah menyebabkan terbatasnya biomassa untuk mendegradasi bahan organik yang mengakibatkan rendahnya tingkat pemisahan bahan organik. Kinerja biofilter sangat tergantung pada aktifitas mikrobial. Sumber substrat yang konstan diperlukan untuk konsistensi dan efektifitas operasi. Kesuksesan biofilter tergantung pada pertumbuhan dan pemeliharaan biomassa pada permukaan media. Tiga mekanisme penting dalam memahami proses pengolahan menggunakan biofilter adalah (1)Penempelan biomassa, (2)Penggunaan substrat dan pertumbuhan biomassa dan (3)Pelepasan biomassa. Proses penempelan yang kuat dan kolonisasi biomassa tergantung pada karakteristik influen (contohnya organik dan konsentrasi) dan properti permukaan media filter. Faktor kunci dalam kinerja proses pembentukan biofilm adalah jumlah pertumbuhan dan faktor fisik yang mempengaruhi lepasnya biofilm. Proses erosi, abrasi, *sloughing* dan *grazing* atau *predation* sering diteliti dan dikaji dalam mekanisme lepasnya biomassa. Evaluasi kehilangan biomassa selama

pencucian filter sangat penting dalam operasional filter. Tetapi studi terdahulu menunjukkan bahwa biomassa efektif yang bertanggung jawab dalam penyisihan bahan organik, tidak hilang selama pencucian filter normal. Sebagian besar studi menunjukkan bahwa hilangnya biomassa hanya karena *shear stress* dari fluida (Durgananda Singh Chaudhary, 2003).

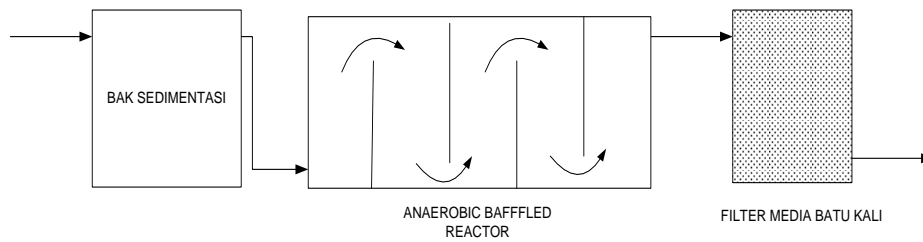
Pemilihan media merupakan faktor penting dalam desain dan operasi biofilter mencapai kualitas efluen yang baik (Rebecca Moore, 2001). Media filter dengan luas permukaan yang besar per unit volume mampu mempertahankan biofilm aktif dan keanekaragaman populasi mikrobial yang tinggi. Penggunaan media plastik *polypropylene* dengan luas permukaan spesifik sebesar  $350 \text{ m}^2/\text{m}^3$  pada reaktor biofiltrasi *packing bed* untuk pengolahan air limbah domestik efektif menurunkan BOD dan COD (Shohreh Azizi, 2013).

**IPAL Mergosono.** Unit pengolahan pada IPAL Mergosono yaitu Bar Screen, Filter Anaerobik dan Aerasi Berjenjang. Dari Grafik 5.11 dan 5.12 dapat dilihat rendahnya tingkat penyisihan BOD, COD, dan TSS. Pada IPAL Mergosono tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum berturut-turut sebesar 9,5%; 19,01%; (17,24%). Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran minimum sebesar (124,95%); (67,30%);(10,91%). Kinerja tingkat penyisihan TSS dan BOD dari beberapa studi menunjukkan tingkat penyisihan yang lebih tinggi 5%-30% TSS dan 5% - 20% BOD (Metcalf, 2014). Setelah melewati Bar Screen air limbah selanjutnya mengalami proses pengolahan di unit pengolahan filter anaerobik. Filter anaerobik dengan sistem upflow pertama kali dikenalkan oleh McCarty (1969). Reaktor ini juga disebut sebagai reaktor *fix bed* (Zaher, 2005). Pengolahan terjadi saat air limbah mengalir ke atas melalui media dan polutan terlarut terabsorpsi oleh biofilm. Kinerja yang rendah ditunjukkan oleh IPAL Komunal Mergosono dimana tingkat penyisihan BOD dan COD pada aliran maksimum sebesar (127,93%), (139,21%) dan pada aliran minimum sebesar 18,35% dan 33,74%. Sebuah studi kinerja pengolahan air limbah domestik menggunakan *Packed Bed Biofilm Reactor* (PBBR) dengan HRT 2 jam, menghasilkan tingkat penyisihan COD dan BOD<sub>5</sub> berturut-turut sebesar 87% dan 92% (Shohreh Azizi, 2013). Rendahnya kinerja reaktor Anaerobic Biofilter pada

IPAL Komunal ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan fasilitas. Seperti telah dijelaskan diatas, kesuksesan biofilter tergantung pada pertumbuhan dan pemeliharaan biomassa pada permukaan media (Durgananda Singh Chaudhary, 2003). Selama proses filtrasi, air limbah yang mengandung material koloid dan tersuspensi terpisahkan oleh berbagai mekanisme seperti *straining*, sedimentasi, *interception*, adhesi, flokulasi, adsorpsi kimia dan fisika dan pertumbuhan biologi (Metcalf, 2014). Semakin lama media filter akan mengalami clogging sampai pada suatu titik dimana gaya geser permukaan meningkat sehingga material tidak terpisahkan lagi dan lolos pada outlet filter. Peningkatan gaya geser permukaan juga akan melepaskan biofilm yang telah menempel pada permukaan media filter sehingga mekanisme biodegradasi tidak terjadi. Pada kondisi ini, media filter dibersihkan melalui *backwash* agar kembali bisa berfungsi dalam pemisahan material koloid dan tersuspensi. Bila tidak dilakukan pencucian media filter yang telah buntu (clogging), maka akan terjadi kondisi *break through* pada filter dengan semakin besarnya konsentrasi material koloid dan tersuspensi pada outlet filter. Permasalahan proses yang tidak stabil pada penguraian secara anaerobik juga bisa disebabkan karena keberadaan senyawa inhibitor dalam konsentrasi yang banyak. Senyawa inhibitor ini antara lain amonia, sulfid, ion logam ringan, logam berat dan senyawa organik. Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi *anaerobic inocula*, komposisi limbah, dan metode eksperimen dan kondisi, hambatan disebabkan oleh toksikan tertentu yang sangat banyak. *Co-digestion* dengan limbah lain, adaptasi mikroorganisme dari senyawa inhibitor dan metode gabungan untuk menyinghkan toksikan sebelum penguraian anaerobik akan memperbaiki efisiensi pengolahan limbah (Ye Chen, 2008).

### **5.3.2. IPAL Komunal USRI**

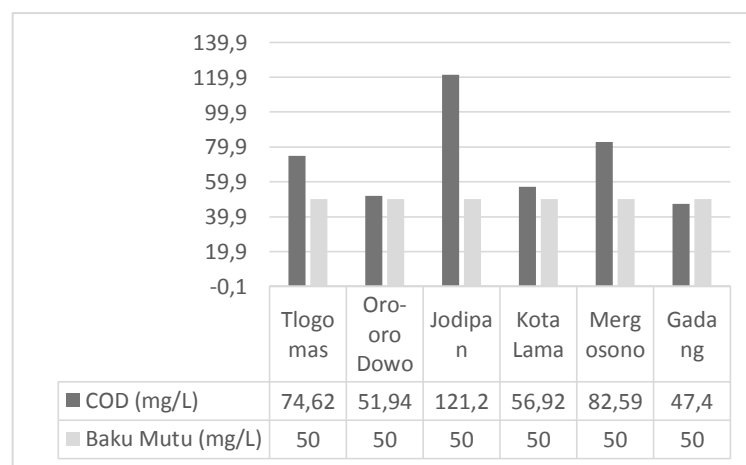
Unit operasi IPAL Komunal USRI menggunakan teknologi DEWATS dengan unit pengolahan ABR dan Filter Anaerobik dengan media batu kali. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada skema dan gambar berikut.



**Gambar 5.7. Skema Unit Pengolahan IPAL Komunal USRI**

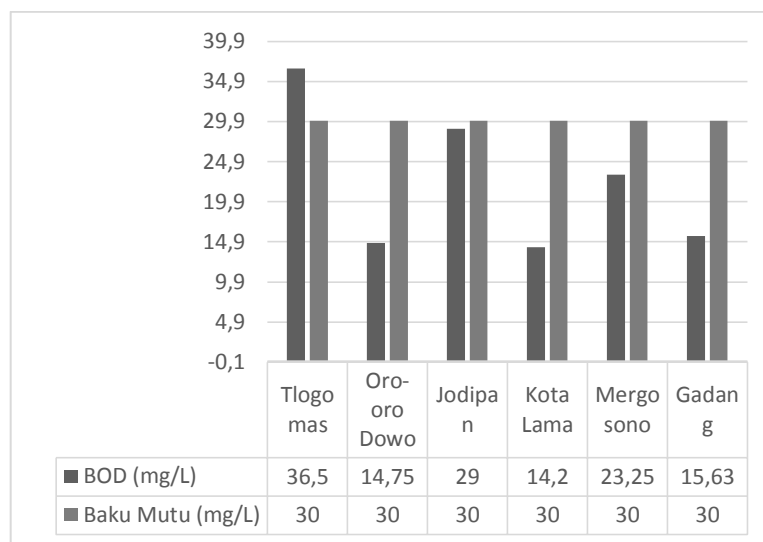
Sistem pengolahan pada IPAL Komunal menggunakan sistem DEWATS yang terdiri dari unit sedimentasi untuk memisahkan padatan, unit Anaerobic Baffled Reactor untuk pengolahan biologi dan unit anaerobic filter sebagai pengolahan tersier. Sistem DEWATS merupakan opsi sistem pengolahan air limbah skala desentralisasi pada kawasan peri-urban (Borda, 2015). Beberapa manfaat dari sistem ini adalah toleran terhadap fluktuasi inflow, aplikasi jangka panjang dan handal, biaya operasi dan pemeliharaan rendah dan mempunyai potensi pemanfaatan kembali. Efluen dari aplikasi sistem DEWATS pada obyek studi masih langsung dibuang pada sungai. Dari penelitian evaluasi kinerja ini diharapkan bisa dikembangkan potensi pemanfaatan kembali sebagai media pertumbuhan tanaman air dan ikan.

Hasil uji konsentrasi influen dan efluen dari parameter kualitas air BOD, COD, TSS, Nitrat, Fosfat dan Amoniak dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



**Grafik 5.5. Kualitas COD Efluen IPAL Komunal USRI**

Dari grafik 5.5 dapat dilihat hanya IPAL Komunal Gadang yang mempunyai kualitas COD di bawah baku mutu. Efluen Jodipan memiliki COD yang masih tinggi (121,2 mg/L). Tingginya kandungan COD bisa disebabkan dari kandungan COD influen yang tinggi yang berasal dari penggunaan bahan-bahan pembersih dari pengguna IPAL Komunal.

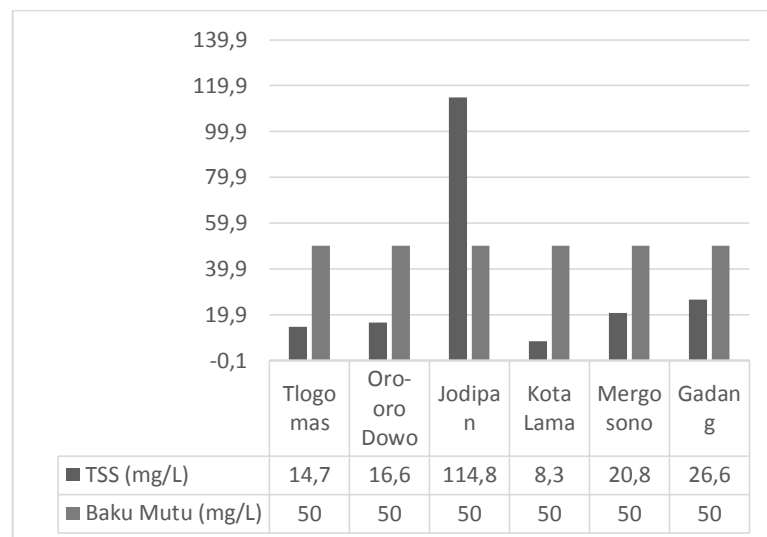


**Grafik 5.6. Kualitas BOD Efluen IPAL Komunal USRI**

Kualitas BOD efluen IPAL Komunal umumnya lebih rendah dari baku mutu kecuali IPAL Komunal Tlogomas yang nilainya lebih tinggi (36,5 mg/L). Perbandingan nilai BOD/COD digunakan sebagai indikator kapasitas biodegradasi atau *Biodegradation Index* (Abdalla, 2014). Nilai Indeks Biodegradasi untuk air limbah domestik bervariasi dari 0,4-0,8 dan turun menjadi 0,1 setelah pengolahan sekunder yang baik. Dari tabel 5.7 dapat dilihat nilai rasio BOD/COD influen IPAL Komunal pada obyek studi berkisar antara 0,22-0,41. Sedangkan pada efluen beberapa IPAL Komunal mengalami penurunan nilai rasio BOD/COD yaitu Oro-oro Dowo dan Jodipan. Sedangkan rasio BOD/COD pada IPAL Komunal Tlogomas, Kota Lama dan Mergosono meningkat. Rasio BOD/COD IPAL Komunal Gadang tetap. Dari nilai indeks biodegradasi ini menunjukkan tingginya kandungan bahan organik biodegradable influen dan belum optimalnya proses pengolahan pada IPAL Komunal.

Tabel 5.6. Rasio BOD/COD Influen dan Efluen IPAL Komunal

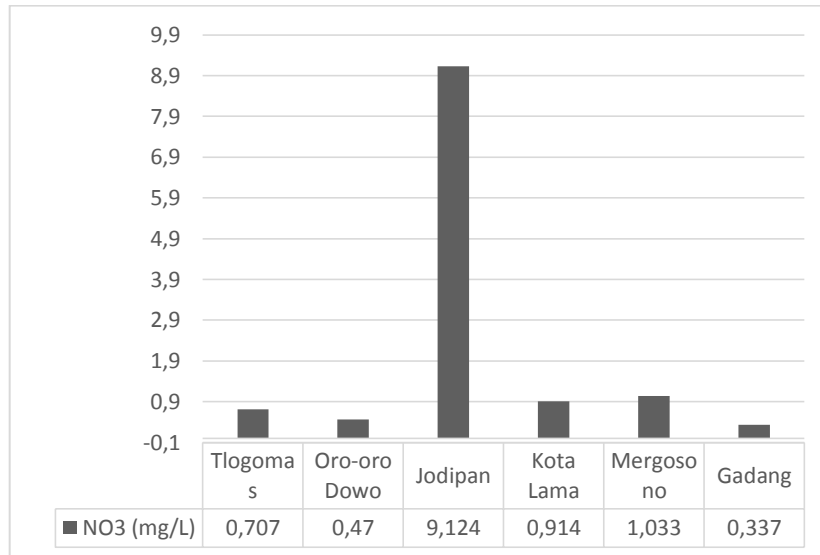
IPAL Komunal	BOD/COD	
	inlet	outlet
Tlogomas	0,38	0,49
Oro-oro Dowo	0,41	0,28
Jodipan	0,31	0,24
Kota Lama	0,22	0,25
Mergosono	0,25	0,28
Gadang	0,33	0,33



**Grafik 5.7. Kualitas TSS Efluen IPAL Komunal USRI**

Dari grafik 5.7. Diatas dapat dilihat IPAL Komunal Jodipan mempunyai kualitas efluen TSS di atas batas maksimal baku mutu. Sedangkan IPAL Komunal lainnya masih di bawah batas maksimal baku mutu. Parameter TSS (Total Suspended Solid) adalah parameter yang menunjukkan kandungan padatan tersuspensi. Padatan tersuspensi dapat berpengaruh pada kekeruhan air sungai, proses fotosintesa dan kandungan nutrien sungai. Semakin tinggi TSS akan mengganggu proses fotosintesa sungai sehingga ketersediaan oksigen sungai akan menurun.

Disamping itu kandungan nutrisi seperti Nitrogen dan Fosfat dalam TSS dapat menyebabkan pertumbuhan ganggang yang berpotensi menurunkan kualitas air sungai.



**Grafik 5.8. Kualitas Nitrat Efluen IPAL Komunal USRI**

Dari grafik 5.8 di atas dapat dilihat, konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada efluen IPAL Komunal Jodipan. Nitrat merupakan hasil dekomposisi senyawa  $\text{NH}_3$  yang akan mengalami proses denitrifikasi menjadi senyawa  $\text{N}_2$ . Tingginya kandungan Nitrat dalam efluen IPAL Komunal yang dibuang pada badan air penerima, dapat menyebabkan meningkatkan kesuburan badan air. Tingkat kesuburan yang tinggi pada badan air akan menurunkan kualitas badan air dari ancaman *blooming algae*.

### 5.3.3. IPAL Komunal DKP

IPAL Komunal DKP seperti pada pengolahan IPAL Komunal USRI menggunakan teknologi ABR dan filter. Gambaran lokasi IPAL Komunal DKP dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

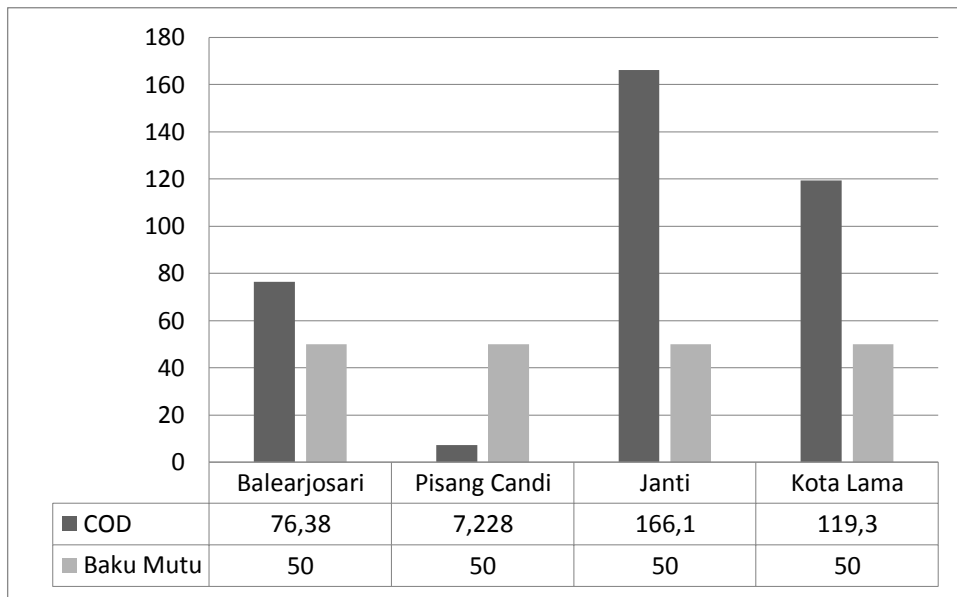


Tabel 5.7. IPAL Komunal DKP Kota Malang

NO.	LOKASI		FOTO LOKASI
1.	IPAL Komunal Arjosari	RT6,7 RW2	
2.	IPAL Komunal Bandungrejosari Janti	RW9	
3.	IPAL Komunal Pisang Candi	RW3	
4.	IPAL Komunal Kota Lama	RW7	

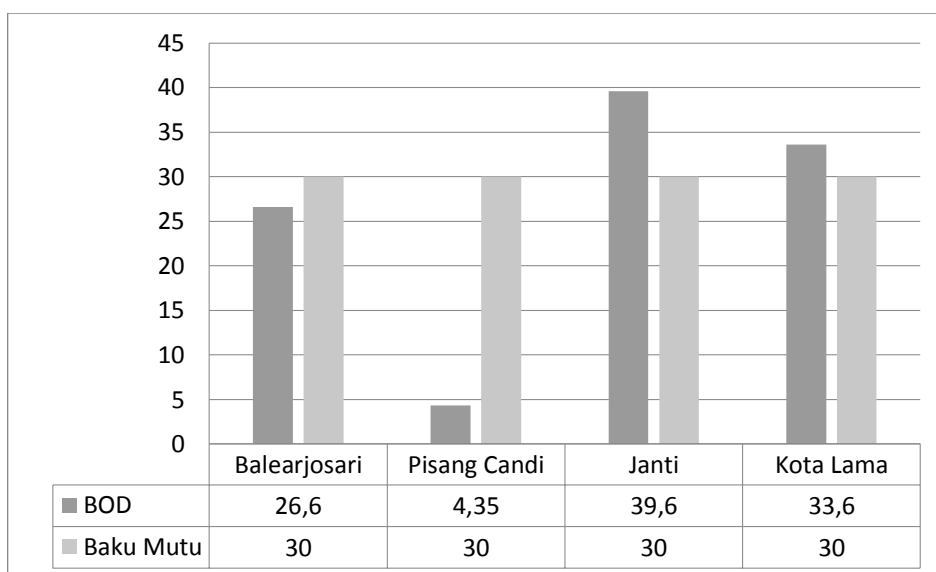
Sumber : Hasil survei lokasi, 2015

Kualitas efluen IPAL Komunal diperoleh dari data primer dengan pengambilan sampel pada lokasi inlet dan outlet. Berikut ini data hasil perbandingan efluen IPAL dengan baku mutu air limbah domestik pemukiman dari Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013.



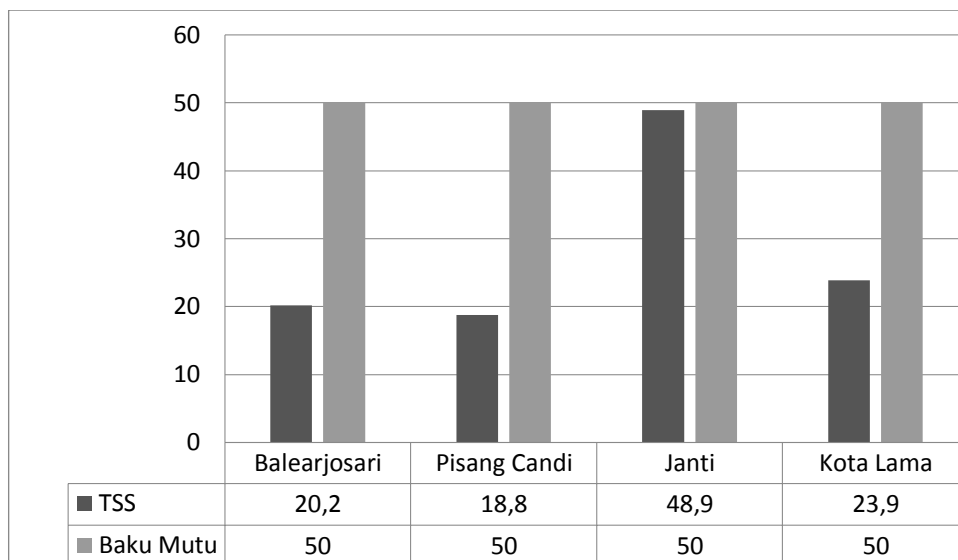
Grafik 5.9. Perbandingan Efluen COD IPAL Komunal DKP dengan Baku Mutu

Dari grafik 5.9. diatas dapat dilihat IPAL Komunal Pisang Candi mempunyai kualitas efluen COD di bawah batas maksimal baku mutu. Sedangkan IPAL Komunal lainnya masih di atas batas maksimal baku mutu. Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) adalah parameter yang menunjukkan kandungan bahan organik total. Bahan organik akan mengalami proses penguraian dengan memerlukan oksigen. Sehingga pembuangan efluen pada sungai dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut sungai.



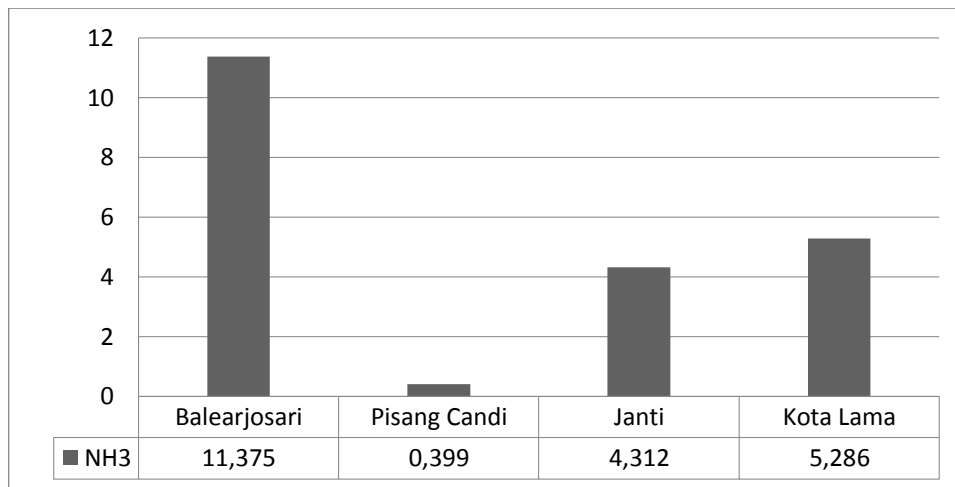
Grafik 5.10. Perbandingan Efluen BOD IPAL Komunal DKP dengan Baku Mutu

Dari grafik 5.10. Diatas dapat dilihat IPAL Komunal Janti dan Kota Lama mempunyai kualitas efluen BOD di atas batas maksimal baku mutu. Sedangkan IPAL Komunal lainnya masih di bawah batas maksimal baku mutu. Parameter BOD (Biochemical Oxygen Demand) adalah parameter yang menunjukkan kandungan bahan organik yang mudah terurai secara biologi. Sama seperti COD, bahan organik akan mengalami proses penguraian dengan memerlukan oksigen. Sehingga pembuangan efluen pada sungai dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut sungai.



Grafik 5.11. Perbandingan Efluen TSS IPAL Komunal DKP dengan Baku Mutu

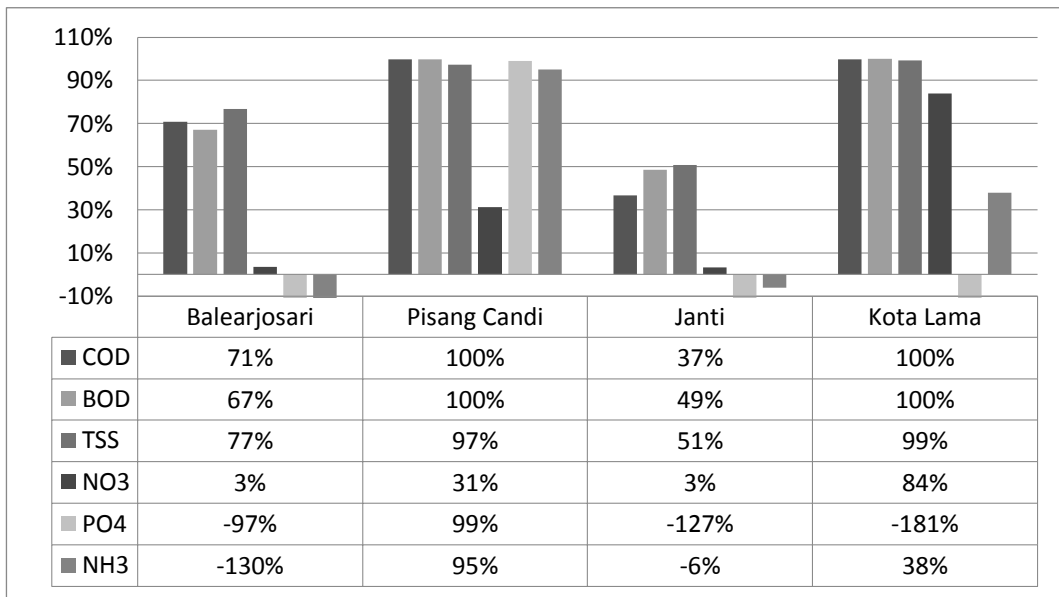
Dari grafik 5.11. Diatas dapat dilihat semua IPAL Komunal mempunyai kualitas efluen TSS di bawah batas maksimal baku mutu. Parameter TSS (Total Suspended Solid) adalah parameter yang menunjukkan kandungan padatan tersuspensi. Padatan tersuspensi dapat berpengaruh pada kekeruhan air sungai, proses fotosintesa dan kandungan nutrisi sungai. Semakin tinggi TSS akan mengganggu proses fotosintesa sungai sehingga ketersediaan oksigen sungai akan menurun. Disamping itu kandungan nutrisi seperti Nitrogen dan Fosfat dalam TSS dapat menyebabkan pertumbuhan ganggang yang berpotensi menurunkan kualitas air sungai.



Grafik 5.12. Kandungan Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) pada efluen IPAL Komunal DKP

Dari grafik 5.12 diatas, dapat dilihat masih tingginya kandungan amoniak pada efluen di semua lokasi IPAL Komunal. Amoniak pada konsentrasi tinggi bersifat racun yang mengancam kehidupan biota air dalam air sungai. Amoniak ini juga dapat dapat mengancam kehidupan bakteri yang menguraikan bahan organik selama proses pengolahan air limbah. Pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan gangguan dalam proses pengolahan secara anaerobik. Dari sisi estetika, amoniak menimbulkan bau yang mengganggu.

IPAL Komunal DKP mempunyai kinerja pengolahan yang tinggi untuk parameter kualitas BOD, COD dan TSS seperti terlihat pada grafik 5.13. Tetapi IPAL Komunal Janti dan Balearjosari masih rendah kinerja pengolahan nutrien ( $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$ ). IPAL Komunal Pisang Candi mempunyai kinerja pengolahan yang tinggi untuk parameter  $\text{PO}_4$  dan  $\text{NH}_3$ . Sedangkan IPAL Komunal Kota Lama mempunyai kinerja pengolahan yang tinggi untuk parameter  $\text{NO}_3$ . Kandungan efluen dengan kualitas amoniak yang masih tinggi dapat menyebabkan menurunkan kualitas air sungai. Tingginya amoniak disebabkan karena proses pengolahan belum sampai pada tahapan proses nitrifikasi denitrikasi. Sehingga selanjutnya diperlukan proses aerasi dan pemanfaatan efluen sebagai media pertumbuhan tanaman air dan perikanan.



Grafik 5.13 Kinerja IPAL Komunal 2015



## **BAB 6**

### **RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA**

Seperti telah dijelaskan pada Bab 4 di gambar 4.1 halaman 13, tahapan kegiatan berikutnya di tahun II adalah pembuatan pilot test IPL Komunal. Desain pilot test berdasarkan desain terbaik dari hasil evaluasi kinerja IPAL Komunal dengan memodifikasi operasi dan proses. Modifikasi operasi dan proses ini nantinya menjadi masukan bagi pembuatan model optimisasi IPAL Komunal pada tahapan berikutnya (tahap III).

Tahapan pembuatan pilot test IPAL Komunal terdiri dari beberapa kegiatan seperti telah dijelaskan pada Bab 4 hal 15.

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil evaluasi kinerja IPAL Komunal di MCK Tlogomas dan MSS Mergosono diperoleh kesimpulan sementara sebagai berikut :

1. Tingkat penyisihan BOD, COD, TSS dan  $\text{NO}_3$  pada IPAL Komunal Mergosono, Ciptomulyo dan MCK Plus Tlogomas sangat rendah, dibawah 15%.
2. Kinerja IPAL Komunal MCK Plus Tlogomas dan MSS Mergosono yang rendah disebabkan karena rendahnya waktu tinggal (HRT) air limbah dalam unit pengolahan dan tingkat pembebanan organik (OLR). Kondisi ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan pada unit reaktor pengolahan.
3. IPAL Komunal USRI dan DKP yang baru beroperasi selama 1-4 tahun menunjukkan kinerja pengolahan yang bagus untuk pengolahan bahan organik dan padatan.
4. Kinerja pengolahan BOD, COD dan TSS berada pada kisaran tingkat pemisahan berturut-turut sebesar 78%-99%, 71%-99% dan 56%-100%. Tetapi semua IPAL Komunal masih rendah kinerja pengolahan nutrien ( $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$ ). Sedangkan kinerja pemisahan  $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$  berturut sebesar (43%)-72% dan (2%) -13%.
5. Kandungan amoniak pada efluen juga masih tinggi sehingga diperlukan proses aerasi dan pemanfaatan efluen sebagai media pertumbuhan tanaman air dan perikanan.
6. Upaya untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan pemeliharaan IPAL secara intensif dan studi optimasi kinerja IPAL Komunal dengan parameter operasi tingkat pembebanan dan waktu tinggal.



## DAFTAR PUSTAKA

1. A.S. El-Ghendy, T. S.-G. (2012). The Use an Aerobic Biological Filter For Improving The Effluent Quality of a Two Stage-Anaerobic System. *International Water Technology Journal*, 298-308.
2. Abdalla, K. Z. (2014). Correlation Between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatment Plant in Egypt to Obtain The Biodegradability Indices. *International Journal of Science : Basic and Applied Research (IJSBAR) Volume 13 Nr. 1*, 42-48.
3. Boon, A. H. (1997). Recent Developments in the Biological Filtration of Sewage to Produce High-Quality Nitrified Effluents. *Water and Environment Journal*, 393-412.
4. Borda. (2015, Juni 19). Retrieved from Bremen Overseas Research and Development Association: <http://www.borda-sea.org>
5. Chavan B. L., D. V. (2012). TREATMENT OF SEWAGE THROUGH PHYTOTECHNOLOGICAL STUDIES WITH CONSTRUCTED WETLAND USING *Eichhornia crassipes*. *Journal of Environmental Research And Development*, 660-667.
6. Durgananda Singh Chaudhary, S. V.-H. (2003). Biofilter in water and wastewater treatment. *Korean Journal Chemistry Engineering*, 1054-1065.
7. EPA, R. U. (1988). *Design Manual : Constructed Wetland and Aquatic Plant System for Municipal Wastewater treatment*. Cincinnati: Center for Environmental Research Information.
8. Eric Tousignant, O. F. (1999). *Guidance Manual for Design, Construction and Operation of Constructed Wetland for Rural Application in Ontario*. Ontario.
9. H. Movahedyan, A. A. (2007). Performance Evaluation of Anaerobic Baffled Reactor Treating Wheat Flour Starch Industry Wastewater. *Iran Journal Environment Health Science and Engineering Vo. 7, Nr. 2*, 77-84.
10. Kocamemi, A. P. (2008). *Environmental Engineering Unit Operation*. Istanbul, Turki.
11. McCarty, Y. J. (1969). The anaerobic filter for wastewater treatment. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 160-173.
12. Metcalf, E. (2014). *Wastewater Engineering, Treatment and Resources Recovery*. Singapore: McGraw-Hill Education.

13. Rebecca Moore, J. Q. (2001). The effect of media size on the performance of aerated biological filter. *Water Research*, 2514-2522.
14. Ronal W. Crites, E. J. (2006). *Natural Wastewater Treatment System*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
15. Shohreh Azizi, A. V. (2013). Evaluation of Different Wastewater Treatment Process and development of a Modified attached Growth Bioreactor as a Decentralized Approach for Small Community. *Scientific World Journal*.
16. Suprihatin, H. (2014). Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan Tanaman Hias Bintang Air (*Cyperus alternifolius*). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 80-87.
17. Valipour A, R. V. (2011). Phytoremediation of domestic wastewater using *Eichhornia crassipes*. *Journal of Environment Science and Engineering*, 183-190.
18. Ye Chen, J. J. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresource Technology*, 4044-4064.
19. Zaher, U. (2005). *Modelling and monitoring the anaerobic digestion process in view of optimisation and smooth operation of WWTP's*. Ghent, Belgium: Ghent University.

# EVALUASI KINERJA IPAL KOMUNAL MERGOSONO KOTA MALANG

## PERFORMANCE EVALUATION OF MERGOSONO COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT IN MALANG CITY

---

**Evy Hendriarianti<sup>1</sup> dan I Nyoman Sudiasa<sup>2</sup>**  
Program Studi Teknik Lingkungan ITN Malang<sup>1</sup>  
Program Studi Teknik Sipil ITN Malang<sup>2</sup>  
Jalan Bendungan Sigura-Gura No.2, Malang  
Email: <sup>1</sup>hendriarianti@yahoo.com

### **Abstrak**

Sampai saat ini, kinerja pengelolaan air limbah domestik melalui IPAL Komunal masih rendah. Evaluasi kinerja IPAL Komunal diperlukan untuk mengetahui faktor penyebabnya. Studi dilakukan pada IPAL Komunal Mergosono di kota Malang yang mempunyai konfigurasi unit pengolahan Biofilter-Aerasi Berjenjang. Metode evaluasi kinerja IPAL Komunal menggunakan metode pengukuran tingkat penyisihan BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub>. Selanjutnya parameter desain seperti tingkat pembebanan organik, hidrolis dan waktu tinggal dalam reaktor dievaluasi kelayakannya dari studi literatur dan kriteria desain yang terkait. Hasil evaluasi menunjukkan kinerja yang sangat rendah. Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum berturut-turut sebesar 9,5%; 19,01%; (17,24%). Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran minimum sebesar (124,95%; (67,30%);(10,91%). Kinerja IPAL Komunal Mergosono yang rendah disebabkan karena rendahnya waktu tinggal (HRT) air limbah dalam unit pengolahan biologi dan tingkat pembebanan organik (OLR). Kondisi ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan pada unit reaktor pengolahan. Kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang yang rendah disebabkan karena rasio tinggi air dalam bak dan tinggi limpasan yang rendah sehingga jumlah udara yang masuk terbatas. Disamping itu beban permukaan pada unit aerasi berjenjang juga rendah. Upaya untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan pemeliharaan IPAL secara intensif dan studi optimasi kinerja IPAL Komunal dengan parameter operasi tingkat pembebanan organik, tingkat pembebanan hidrolis dan waktu tinggal.

**Kata kunci:** Kinerja IPAL Komunal, Tingkat penyisihan BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>

### **Abstract**

Until now, the performance of domestic waste water management through communal WWTP is still low. Communal WWTP performance evaluation is needed to determine the cause. Studies conducted on Communal WWTP Mergosono in Malang city that has configuration processing unit Biofilter-Cascade Aeration. Communal WWTP performance evaluation method using the method of measuring the level of the removal for BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> and PO<sub>4</sub>. Furthermore, the design parameters such as organic loading rate, hydraulic residence time in the reactor were evaluated their feasibility from the study of literature and related design criteria. Evaluation results showed very low performance. The level of removal for TSS, BOD and COD at maximum flow respectively by 9.5%; 19.01%; (17.24%). The level of removal for TSS, BOD and COD at a minimum flow of (124.95%; (67.30%) (10.91%). Performance Communal WWTP Mergosono low due to the low of residence time (HRT) and organic loading rate (OLR) in the waste water treatment unit biological. This condition is caused due to lack of maintenance on the reactor unit of processing. The low of process performance at cascade aeration due to the ratio of water height in the tank and height of the runoff so low that the amount of incoming air is limited. Besides, the surface loading at cascade aeration is too low. Efforts to improve the performance of the WWTP maintenance are done with the intensive and study of performance optimization of WWTP with organic loading rate, hydraulic loading rate and residence time as the operating parameters.

**Keywords:** Communal WWTP performance, Level of removal for BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>

## PENDAHULUAN

Pengelolaan air limbah yang efektif telah terbukti baik di negara maju tetapi masih terbatas di negara berkembang (Jhansi, 2013). Di Indonesia, masalah air limbah menjadi isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan. Pemerintah Indonesia membentuk tim teknis pembangunan sanitasi pada tahun 2009 dengan program percepatan pembangunan sanitasi pemukiman (PPSP) yang direncanakan selesai pada akhir tahun 2014. Tetapi, berdasarkan evaluasi terhadap program PPSP melalui National City Sanitation Rating (NCSR), pada September 2012 skor untuk setiap kota dan kabupaten masih rendah. Semua kota dan kabupaten mendapatkan nilai D (zona merah) karena nilai indeksnya dibawah 6,0. Parameter yang dievaluasi adalah profil akses, akses infrastruktur dan akses investasi (Pokja AMPL, 2012). Kota Malang yang menjadi wilayah studi dalam penelitian ini memiliki skor yang sangat rendah yaitu 0.4 (PPSP, 2012. ). Dengan kepadatan penduduk rata-rata pada tahun 2010 sebesar 86 jiwa/ha, sistem pengolahan air limbah domestik yang sesuai di kota Malang berupa sistem komunal. Saat ini sistem komunal banyak digunakan di Indonesia. Kecenderungan penggunaan sistem komunal di masa yang akan datang mempertimbangkan pengelolaan yang fleksibel, teknologi yang sederhana dan pembiayaan yang efektif (Massoud *et. al*, 2009; Hendrawan, 2013). Namun demikian, sampai saat ini kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal eksisting masih sangat terbatas dibandingkan dengan tingkat aplikasinya. Kota Malang sejak tahun 1986 sampai tahun 2011 hanya memiliki 7 (tujuh) IPAL Komunal. Pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2014 terjadi peningkatan jumlah IPAL Komunal rata-rata per tahun sebesar 74 % atau lebih kurang 14 unit (BLH Kota Malang dan BKBPM, 2014) . Tetapi sampai saat ini evaluasi kinerja pengolahan IPAL Komunal masih terbatas pada sebagian IPAL Komunal yang lama contohnya IPLT Komunal Mergosono. Data dari Laporan Rencana Induk Air Limbah kota Malang Tahun 2011, kualitas efluen IPLT Mergosono yang dibangun tahun 1998 dengan kapasitas 6000 masih tidak layak. Kandungan bahan organik (BOD dan COD) masih tinggi hingga 92 mg/L dan 192 mg/L. Efisiensi penyisihan TSS, BOD dan COD pada tahun 2011 sebesar 17,81%, 26,98 % dan 27,27%. Dengan unit pengolahan biologi berupa Anaerobik Filter seharusnya efisiensi penurunan BOD dan COD berturut-turut sebesar 80-95% dan 80-90% (Qosim, 1985). Sedangkan untuk IPAL Komunal yang baru, kegiatan evaluasi terbatas pada efluen yang dihasilkan yang dibandingkan dengan nilai baku mutu limbah domestik.

Rendahnya kinerja pengolahan air limbah domestik di Indonesia tidak hanya pada sistem komunal. Lembaga non profit Amerika untuk pembangunan internasional (USAID) melalui *Environment Service Program* telah melakukan studi komparasi beberapa IPAL terpusat di Indonesia pada tahun 2006. Hasilnya menunjukkan semua IPAL terpusat yang dikaji memiliki beban pengolahan rendah. Kinerja IPAL Parapat, Yogyakarta dan Banjarmasin cukup bagus dengan tingkat pemisahan BOD berturut-turut sebesar 85%, 88% dan 89%. Sebaliknya, hasil yang kurang bagus ditunjukkan oleh IPAL terpusat Cirebon, Medan, Jakarta dan Bandung dengan tingkat pemisahan berkisar 50%. Bahkan pada IPAL Semanggi Solo desain dan operasinya tidak layak untuk memisahkan bahan organik limbah cair domestik (USAID, 2006).

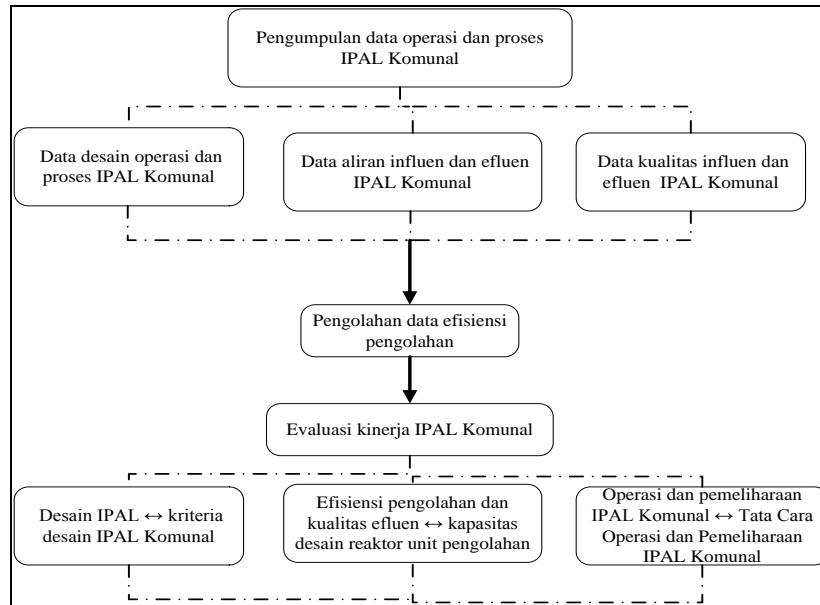
Dari kinerja IPAL Domestik sistem komunal maupun sistem terpusat yang rendah dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai penerima efluen. Hasil analisa kualitas air anak sungai Brantas oleh BLH Kota Malang pada tahun 2011 untuk parameter *dissolved oxygen (DO)* pada lokasi pembuangan efluen IPAL Mergosono menunjukkan konsentrasi sebesar 2 mg/L pada bulan Juli; 1,8 mg/L pada bulan Agustus dan 1,85 mg/L pada bulan September. Hasil ini menunjukkan rendahnya nilai DO pada sungai penerima efluen IPAL komunal Mergosono. Konsentrasi DO pada lokasi sebelum titik pembuangan efluen di sungai Brantas menunjukkan nilai yang lebih besar yaitu sebesar 2,3 mg/L pada bulan Juli; 2,0 mg/L pada bulan Agustus dan 2,1 mg/L pada bulan September. Umumnya konsentrasi DO merupakan konsentrasi rata-rata musiman dengan nilai konsentrasi minimum 3 – 4 mg/L dan konsentrasi yang diinginkan 5 -7 mg/L (Palmer, 2001).

Dengan melihat permasalahan rendahnya kinerja IPAL domestik dan pengaruhnya terhadap kualitas air sungai penerima efluen IPAL, maka perlu dilakukan evaluasi kinerja IPAL domestik dengan obyek penelitian pada sistem komunal. IPAL Komunal Mergosono dibangun pada tahun 1998 dikelola oleh pemerintah (UPTD SPAL) memiliki unit pengolahan Filter Anaerobik-Aerasi. Diharapkan dari hasil evaluasi kinerja IPAL Komunal ini dapat memberikan masukan optimalisasi IPAL sehingga efluen yang dihasilkan lebih baik. Kegiatan optimalisasi IPAL bermanfaat

memberikan solusi permasalahan kinerja IPAL eksisting daripada memperbaharui infrastruktur IPAL yang memerlukan biaya tinggi.

## METODE

Kegiatan evaluasi kinerja IPAL Komunal seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.**  
**Diagram alir Kegiatan Evaluasi Kinerja IPAL Komunal**

Uraian setiap tahapan kegiatan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data operasi dan proses pengolahan IPAL Komunal yang terdiri dari dari :

- Data desain operasi dan proses dari Dinas kebersihan dan Pertamanan Kota Malang selaku pengelola IPAL Komunal.
- Sampling dan analisa parameter kualitas influen dan efluen di setiap unit pengolahan IPAL Komunal yang meliputi konsentrasi BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, dan PO<sub>4</sub>. Sampling air limbah dilakukan dengan metode pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) pada saat jam puncak sesuai dengan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.
- Analisa kualitas sampel air limbah dilakukan oleh Laboratorium Kualitas Air PJT I dengan menggunakan metode sebagai berikut.

**Tabel 1. Metode Analisa Parameter Air Limbah**

No.	Parameter	Satuan	Metode Analisa
1.	BOD	mg/L	APHA.5210 B-1998
2.	COD	mg/L	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)
3.	TSS	mg/L	APHA.2540 D-2005
4.	NO <sub>3</sub>	mg/L	QI/LKA/65
5.	PO <sub>4</sub>	mg/L	SNI 19-2483-1991

Sumber : Laboratorium Kualitas Air PJT I

2. Pengolahan data untuk mendapatkan efisiensi pengolahan di setiap unit pengolahan.

3. Evaluasi kinerja IPAL Komunal dengan membandingkan :

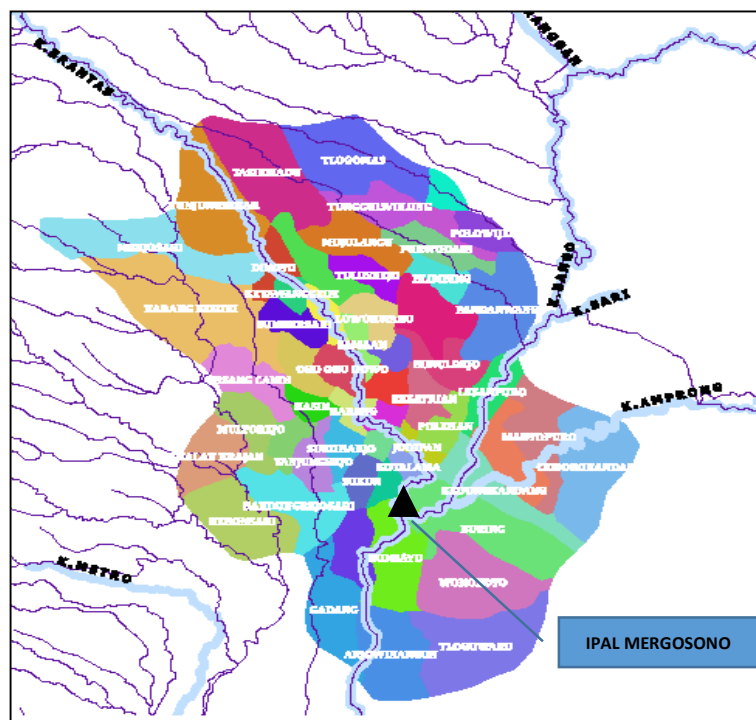
- Desain IPAL dengan kriteria desain IPAL Komunal berdasarkan studi literatur dan Pedoman Perencanaan Air Limbah Komunal.

- Efisiensi pengolahan dan kualitas efluen dari kapasitas desain reaktor unit pengolahan.
- Operasi dan pemeliharaan IPAL Komunal dengan Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan IPAL Komunal ([www.sanitasi.or.id](http://www.sanitasi.or.id))

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Obyek Studi

Lokasi IPAL Komunal Tlogomas dan IPAL Komunal Mergosono berada pada daerah hulu dan tengah aliran sungai Brantas di kota Malang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Lokasi IPAL Mergosono

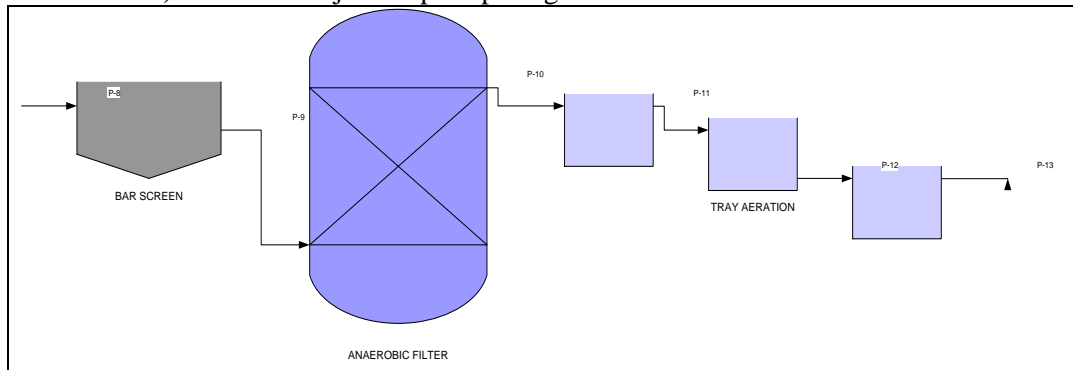
### Gambaran IPAL Komunal

Gambaran umum IPAL Mergosono sebagai berikut.

Tabel 3. Diskripsi Umum IPAL Komunal Mergosono

NO.	PARAMETER	DISKRIPSI
1.	Nama IPAL	IPAL Modular Sewerage System (MSS) - Mergosono
2.	Lokasi	Jl. Kolonel Sugiono III, Kel. Mergosono, Kec. Kedungkandang.
3.	Tahun Pembangunan IPAL	Tahun 1998
4.	Dana Instalasi	Kerjasama PJT I dengan Pemerintah Kota Malang
5.	Pengelola	Dinas Kebersihan Kota Malang
6.	Wilayah Pelayanan	Kel. Mergosono, daerah Kolonel Sugiono
7.	Kapasitas IPAL	6.000 Jiwa

Unit operasi IPAL Mergosono terdiri dari prasedimentasi, filter anaerobik dan aerasi berjenjang (cascade aeration). Untuk lebih jelas seperti pada gambar berikut.



**Gambar 6. Skema Unit Pengolahan IPAL Mergosono**



**Gambar 7. Kondisi Unit Pengolahan IPAL Mergosono**

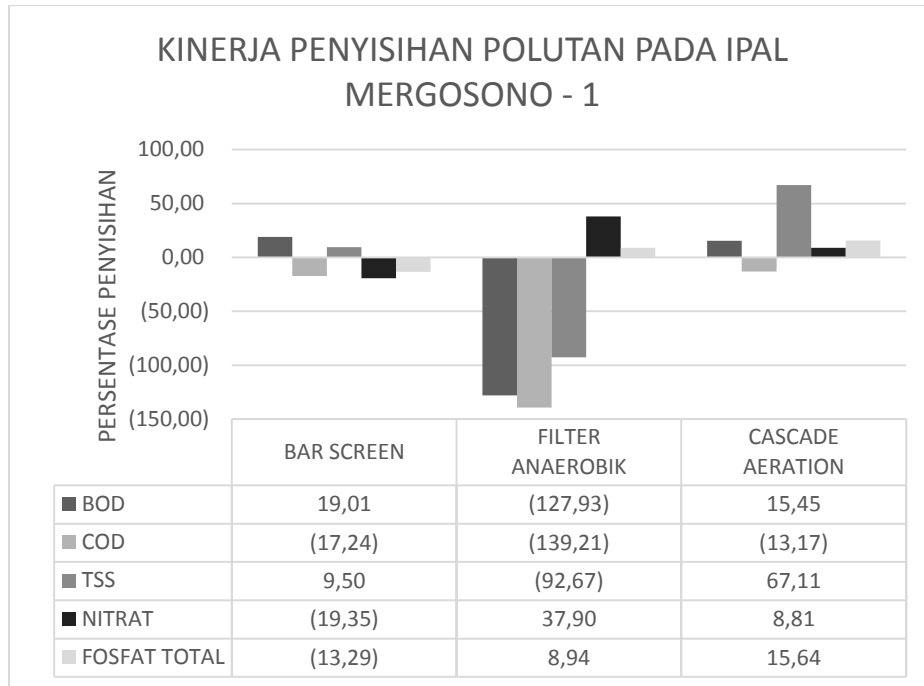
### Hasil Evaluasi IPAL Komunal

Hasil uji kualitas efluen di setiap unit pengolahan disajikan pada tabel berikut ini.

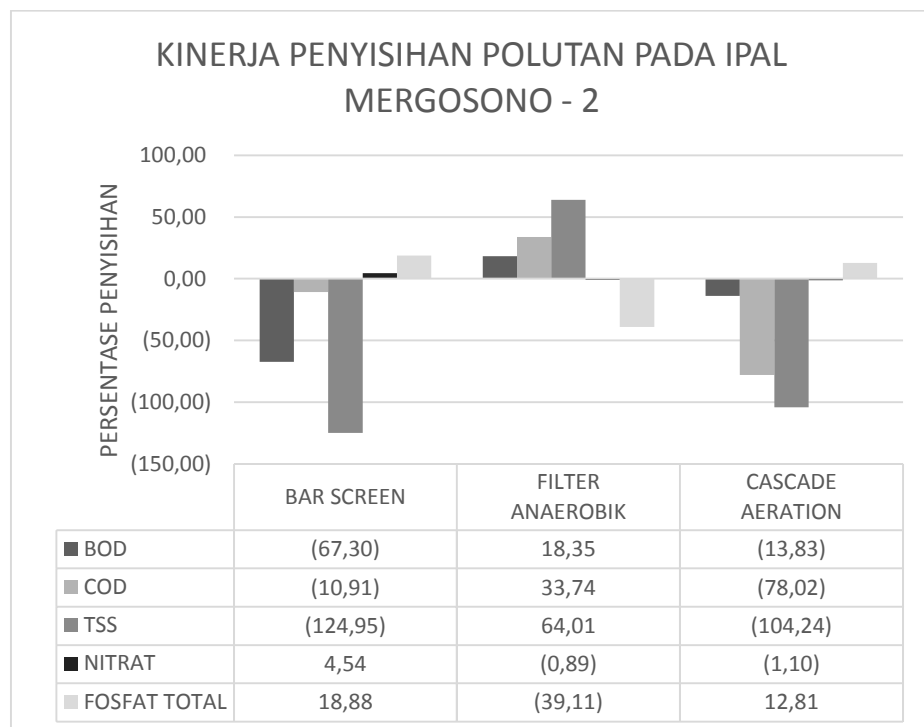
**Tabel 4. Hasil Analisa Kualitas Efluen Unit Pengolahan IPAL Komunal**

NO.	TITIK SAMPLING	KONSENTRASI PADA ALIRAN MAKSIMUM (mg/L)					KONSENTRASI PADA ALIRAN MINIMUM (mg/L)				
		BOD	COD	TSS	NITRAT	FOSFAT TOTAL	BOD	COD	TSS	NITRAT	FOSFAT TOTAL
1	INLET IPAL	26,3	51,17	55,8	2,16	3,16	84,7	362,1	105	2,359	2,49
2	OUTLET SCREENING	21,3	59,99	50,5	2,578	3,58	141,7	401,6	236,2	2,252	2,02
3	OUTLET FILTER ANAEROBIK	48,55	143,5	97,3	1,601	3,26	115,7	266,1	85	2,272	2,81
4	OUTLET CASCADE AERATION	41,05	162,4	32	1,46	2,75	131,7	473,7	173,6	2,297	2,45
5	OUTLET IPAL	45,3	147,4	51,3	1,482	4,53	9,7	27,92	146,2	2,414	2,92

Hasil uji konsentrasi efluen diatas digunakan untuk menghitung tingkat penyisihan dari setiap parameter kualitas efluen. Tingkat penyisihan konsentrasi efluen yang menggambarkan kinerja pengolahan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



**Grafik 3. Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Mergosono-Aliran Maksimum**



**Grafik 4. Kinerja Unit Pengolahan IPAL Komunal Mergosono-Aliran Minimum**

Dari grafik kinerja unit pengolahan ipal komunal diatas dapat dilihat tinggi dan rendahnya kinerja beberapa unit pengolahan. Pada IPAL Komunal Mergosono terjadi peningkatan konsentrasi BOD, COD dan TSS pada outlet reaktor Filter Anaerobik. Unit pengolahan pada IPAL Mergosono yaitu Bar Screen, Filter Anaerobik dan Aerasi Berjenjang. Dari Grafik. 3 dan 4 dapat dilihat rendahnya



tingkat penyisihan BOD, COD, dan TSS. Pada IPAL Mergosono, tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran maksimum berturut-turut sebesar 9,5%; 19,01%; (17,24%). Tingkat penyisihan TSS, BOD dan COD pada aliran minimum sebesar (124,95%; (67,30%);(10,91%). Kinerja tingkat penyisihan TSS dan BOD dari beberapa studi menunjukkan tingkat penyisihan yang lebih tinggi 5%-30% TSS dan 5% - 20% BOD (Metcalf, 2014). Setelah melewati Bar Screen air limbah selanjutnya mengalami proses pengolahan di unit pengolahan filter anaerobik. Filter anaerobik dengan sistem upflow pertama kali dikenalkan oleh McCarty (1969). Reaktor ini juga disebut sebagai reaktor *fix bed* (Zaher, 2005). Pengolahan terjadi saat air limbah mengalir ke atas melalui media dan polutan terlarut terabsorpsi oleh biofilm. IPAL Komunal Mergosono mempunyai tingkat penyisihan BOD dan COD pada aliran maksimum sebesar (127,93%), (139,21%) dan pada aliran minimum sebesar 18,35% dan 33,74%. Sebuah studi kinerja pengolahan air limbah domestik menggunakan *Packed Bed Biofilm Reactor* (PBBR) dengan HRT 2 jam, menghasilkan tingkat penyisihan COD dan BOD<sub>5</sub> berturut-turut sebesar 87% dan 92% (Shohreh Azizi, 2013). Rendahnya kinerja reaktor Anaerobic Biofilter pada IPAL Komunal ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan fasilitas. Seperti telah dijelaskan diatas, kesuksesan biofilter tergantung pada pertumbuhan dan pemeliharaan biomassa pada permukaan media (Durgananda Singh Chaudhary, 2003). Selama proses filtrasi, air limbah yang mengandung material koloid dan tersuspensi terpisahkan oleh berbagai mekanisme seperti *straining*, sedimentasi, *interception*, adhesi, flokulasi, adsorpsi kimia dan fisika dan pertumbuhan biologi (Metcalf, 2014). Semakin lama media filter akan mengalami clogging sampai pada suatu titik dimana gaya geser permukaan meningkat sehingga material tidak terpisahkan lagi dan lolos pada outlet filter. Peningkatan gaya geser permukaan juga akan melepaskan biofilm yang telah menempel pada permukaan media filter sehingga mekanisme biodegradasi tidak terjadi. Pada kondisi ini, media filter dibersihkan melalui *backwash* agar kembali bisa berfungsi dalam pemisahan material koloid dan tersuspensi. Bila tidak dilakukan pencucian media filter yang telah buntu (clogging), maka akan terjadi kondisi *break through* pada filter dengan semakin besarnya konsentrasi material koloid dan tersuspensi pada outlet filter. Permasalahan proses yang tidak stabil pada penguraian secara anaerobik juga bisa disebabkan karena keberadaan senyawa inhibitor dalam konsentrasi yang banyak. Senyawa inhibitor ini antara lain amonia, sulfid, ion logam ringan, logam berat dan senyawa organik. Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi *anaerobic inocula*, komposisi limbah, dan metode eksperimen dan kondisi, hambatan disebabkan oleh toksikan tertentu yang sangat banyak. *Codigestion* dengan limbah lain, adaptasi mikroorganisme dari senyawa inhibitor dan metode gabungan untuk menyisihkan toksikan sebelum penguraian anaerobik akan memperbaiki efisiensi pengolahan limbah (Ye Chen, 2008).

Air limbah selanjutnya mengalami proses pengolahan secara aerobik dengan unit pengolahan aerasi berjenjang (*Cascade Aeration*). Pengolahan air limbah dengan aerasi berjenjang sebagai pengolahan air menggunakan teknologi absorpsi turbulen. Pada proses pengolahan ini sejumlah oksigen dipindahkan dalam air limbah melalui proses transfer massa gas (udara) ke massa cairan (air limbah). Aerasi berjenjang disebut sebagai *gravity aerator* dimana harus tersedia tekanan aliran untuk menciptakan turbulensi sehingga air limbah jatuh pada lapisan film secara bertahap pada rangkaian bak beton. Kinerja unit aerasi pada aliran maksimum lebih besar daripada aliran minimum untuk semua parameter kualitas air limbah. Namun demikian tingkat penyisihan bahan organik, padatan dan nutrisi masih rendah bahkan konsentrasinya bertambah besar pada outlet aerasi. Tingkat penyisihan TSS tertinggi sebesar 67,11% pada aliran maksimum. Untuk parameter NO<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub> tingkat penyisihan tertinggi berturut-turut sebesar 8,81% dan 15,64% pada aliran maksimum. Rendahnya kinerja ini disebabkan karena terbatasnya udara yang masuk dalam air limbah. Pada aerasi berjenjang, jumlah udara yang masuk ditentukan dari kecepatan limpasan air (*nappe*) dan ketinggian air dalam bak (*tail water*). Untuk mengoptimalkan jumlah udara yang masuk dalam air, ketinggian air dalam bak harus > 2/3 ketinggian limpasan (Kocameci, 2008). Pada IPAL Mergosono ketinggian air dalam bak kurang dari 2/3 ketinggian limpasan yaitu sebesar 0,024 dari ketinggian limpasan. Disamping itu beban hidrolis yang rendah (165 m<sup>3</sup>/m.hari) juga menjadi faktor rendahnya kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang ini. Sebaiknya tingkat pembebanan hidrolis pada rentang 1240-6200 m<sup>3</sup>/m.hari dengan nilai tipikal 3000 m<sup>3</sup>/m.hari (Metcalf, 2014).

## KESIMPULAN

1. Tingkat penyisihan BOD, COD, TSS dan NO<sub>3</sub> pada unit pengolahan biologi dan aerasi berjenjang sangat rendah.
2. Kinerja IPAL Komunal Mergosono yang rendah disebabkan karena rendahnya waktu tinggal (HRT) air limbah dalam unit pengolahan biologi dan tingkat pembebanan organik (OLR). Kondisi ini disebabkan karena minimnya pemeliharaan pada unit reaktor pengolahan.
3. Kinerja pengolahan pada unit aerasi berjenjang yang rendah disebabkan karena rasio tinggi air dalam bak dan tinggi limpasan yang rendah sehingga jumlah udara yang masuk terbatas. Disamping itu beban permukaan pada unit aerasi berjenjang juga rendah.
4. Upaya untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan pemeliharaan IPAL secara intensif dan studi optimasi kinerja IPAL Komunal dengan parameter operasi tingkat pembebanan dan waktu tinggal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. A.S. El-Ghendy, T. S.-G. (2012). The Use an Aerobic Biological Filter For Improving The Effluent Quality of a Two Stage-Anaerobic System. *International Water Technology Journal*, 298-308.
2. Boon, A. H. (1997). Recent Developments in the Biological Filtration of Sewage to Produce High-Quality Nitrified Effluents. *Water and Environment Journal*, 393-412.
3. Durgananda Singh Chaudhary, S. V.-H. (2003). Biofilter in water and wastewater treatment. *Korean Journal Chemistry Engineering*, 1054-1065.
4. Kocamemi, A. P. (2008). Environmental Engineering Unit Operation. Istanbul, Turki.
5. McCarty, Y. J. (1969). The anaerobic filter for wastewater treatment. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 160-173.
6. Metcalf, E. (2014). *Wastewater Engineering, Treatment and Resources Recovery*. Singapore: McGraw-Hill Education.
7. Rebecca Moore, J. Q. (2001). The effect of media size on the performance of aerated biological filter. *Water Research*, 2514-2522.
8. Shohreh Azizi, A. V. (2013). Evaluation of Different Wastewater Treatment Process and development of a Modified attached Growth Bioreactor as a Decentralized Approach for Small Community. *Scientific World Journal*.
9. Ye Chen, J. J. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresource Technology*, 4044-4064.
10. Zaher, U. (2005). *Modelling and monitoring the anaerobic digestion process in view of optimisation and smooth operation of WWTP's*. Ghent, Belgium: Ghent University.



PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

# Sertifikat

**IATPI**

Diberikan Kepada :

**EVY HENDRIANTI, ST., MMT**

Atas keikutsertaannya sebagai

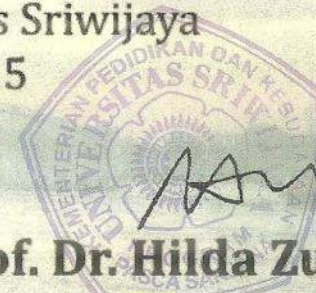
**PEMAKALAH**

dalam

**Seminar Ilmiah Nasional XI IATPI-UNSRI  
"PENELITIAN MASALAH LINGKUNGAN DI INDONESIA"**

Diselenggarakan atas kerjasama Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia (IATPI) dan  
Program Pascasarjana - Universitas Sriwijaya  
di Gedung Pascasarjana - Universitas Sriwijaya  
Palembang, 08 Agustus 2015

**Dr. Ir. Alex Abdi Chalik**  
Ketua Umum IATPI



**Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si., DEA**  
Direktur Program PascaSarjana  
Universitas Sriwijaya



**PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**SURAT TUGAS**

No. : ITN.08.266/IX.FTSP/2015

Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang  
menugaskan :

- Nama : **Evi Hendrianti, ST., MMT**
- NIP.Y : **1030300382**
- Jabatan : **Dosen Program Studi Teknik Lingkungan**
- Tujuan : **Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya**
- Keperluan : **Jl. Padang Selasa Bukit Besar, Palembang**
- Hari/ Tanggal : **Seminar Nasional XI IATPI**
- Transportasi : **Sabtu, 08 Agustus 2015**
- Keperluan : **Kendaraan Umum**

Setelah selesai melaksanakan tugas, yang bersangkutan segera memberikan laporan kepada Dekan FTSP.

Demikian Surat Tugas ini di keluarkan untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Yang diberi tugas

**Evi Hendrianti, ST., MMT**  
NIP.Y 1030300382

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Dekan

Mengetahui,  
Instansi yang dituju



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang  
Website : www.itn.ac.id

**SURAT TUGAS**

Nomor : ITN.09.072 /I.LPPM/2015

Dengan ini Ketua LPPM ITN Malang menugaskan kepada :

Nama : Evy Hendriarianti ST., M.MT  
NIP. : P. 103 0300 372  
Jabatan : Ketua Peneliti  
Alamat : Pondok Blimbing Indah B7 No. 39 Malang

**Isi Tugas** : Dalam rangka publikasi kegiatan penelitian Hibah Bersaing 2015 dengan judul Model Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Menggunakan Pemrograman Dinamik pada Seminar Nasional Teknologi Lingkungan XII di Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya tanggal 3 September 2015.

Demikian surat tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dengan penuh tanggung jawab, dan setelah selesai melaksanakan tugas agar memberikan laporan.

Malang, 2 September 2015  
Ketua LPPM ITN Malang



*[Signature]*  
Ferry Handoko, ST, SS, MT, Ph.D.  
NIP. 103 0100 359



# SERTIFIKAT

Diberikan Kepada

**Evy Hendriarianti**

Atas Partisipasinya Sebagai

**Demakalah**

Pada

**SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI LINGKUNGAN XII**  
*“TEKNOLOGI HIJAU DALAM PEMBANGUNAN*  
*INFRASTRUKTUR LINGKUNGAN”*

3 SEPTEMBER 2015

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

Rektor

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Prof. Ir. JONI HERMANA, MScES, PhD  
NIP. 19600618 198803 1 002

Ketua Panitia

IPUNG FITRI PURWANTI, ST, MT, PhD  
NIP. 19711114 200312 2 001





### Manuscript Acceptance Report

Article No. : J. Appl. Environ. Biol. Sci.\_1478\_8  
Date : October 2, 2015  
Manuscript title : **Treatment Performance Of Tlogomas Communal Waste Water Treatment Plant In Malang City**  
Corresponding author : **Evy Hendriarianti**  
Email : [hendriarianti@yahoo.com](mailto:hendriarianti@yahoo.com)  
Accepted in : Journal of Applied Environmental and Biological Sciences  
Publication schedule : November, 2015

It is to notify that your manuscript has been examined / reviewed by our editorial board members and found it suitable for further processing.

The evaluation process has been completed and the results are as follows:

#### A. Scientific content assesment

		<b>Manuscript score</b>	<b>Maximum score</b>
Introduction	1. The actual gaps of knowledge are clearly defined	8.5	10
Novelty	2. The originality main idea must be stated.	8.5	10
Objective and benefit	3. Define the main goal and implication of the proposed topic.	9	10
Methodology	4. Materials and methods should be appropriate and suitable to achieve the proposed goal.	8.5	10
	5. Provide enough detail for a competent worker to repeat the study and reproduce the results.	8	10
Results	6. Comprise the new knowledge that author is contributing to the world of knowledge.	8	10
Discussion	7. Discuss the significance of the results.	8	10
	8. Specificity and/or superiority of the problem solving.	7.5	10
References	9. Relevant, intensive and up to date.	8.5	10
	10. What are in the text, it must exist in the references list	5	5
B. English		3.5	5
Total score		<b>83</b>	100
Minimum acceptance score			<b>80</b>

You are allowed to download the papers published from the journal website, but to bind it into the book please do yourself and for academic purposes only.

Best regards  
Steph. O. Jhanathin  
Managing Editor  
Textroad Journals  
E-mail: [textroadjournals@gmail.com](mailto:textroadjournals@gmail.com)  
[http://: www.Textroad.com](http://www.Textroad.com)

# Treatment Performance Of Tlogomas Communal Waste Water Treatment Plant In Malang City

**Evy Hendriarianti<sup>1</sup>, I Nyoman Sudiasta<sup>2</sup>, Nieke Karnaningroem<sup>3</sup>**

*Environmental Engineering, National Institute of Technology, Malang, Indonesia<sup>1</sup>*

*Civil Engineering, National Institute of Technology, Malang, Indonesia<sup>2</sup>*

*Environmental Engineering Departement, Sepuluh Nopember of Tecnology Institute, Surabaya<sup>1,3</sup>*

*hendriarianti@yahoo.com*

---

## ABSTRACT

Processing performance of Communal WWTP is still low at this time. Communal WWTP performance evaluation is needed to determine the cause. Study was conducted on WWTP Tlogomas in Jalan Rona Tirta I Malang, which has the configuration of the processing unit that consist of Anaerobic Decomposer Tank, Phytoremediation Pond with water hyacinth and Filtration with the media of plastic bottles and glass bottles. Communal WWTP performance evaluation method using the method of measuring the level of the removal for BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, and PO<sub>4</sub>. Furthermore, the design parameters such as organic loading rate and residence time in the reactor was evaluated their feasibility from related literature and design criteria. Evaluation results showed very low performance. Maximum processing performance 41.17% to 28.68% for COD and BOD. TSS removal level in the phytoremediation pond is quite good (70.2%). While the level of maximum removal for a Nitrate is 28.14% on minimum flow. The level of maximum removal of Phosphates occur at maximum flow as big as 35.46%. Maximum performance of the filtration processing unit for BOD removal only reached 23.05% at the minimum flow. COD concentration at the outlet even increased. This low performance due to the low of the residence time (HRT) and organic loading rate (OLR). This condition is caused by lack of maintenance in the processing reactor unit. Efforts to improve the performance of the WWTP are the intensive maintenance and the optimization of WWTP performance with the operating parameters among other are organic loading rate, hydraulic loading rate and residence time.

**Keywords:** Communal WWTP performance evaluation, the removal efficiency for BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, residence time, organic loading rate.

## INTRODUCTION

Waste water management has been proven effective both in developed countries but is still limited in developing countries [1]. In Indonesia, the problem of waste water includes into the strategic issues in sustainable development. Indonesian government formed a technical team of sanitation development in 2009 with the accelerated development program of sanitation settlements (PPSP) that is planned to be completed by the end of 2014. However, based on the evaluation of the program through the National City Sanitation Rating (NCSR), in September 2012 scores for each city and the district is still low. All cities and counties get the value of D (red zone) because the value of the index is below 6.0. Parameters that are evaluated is access profile, acces of infrastructure and investments [2]. Malang town, an area of study in this study had a very low score 0.4. With an average population density in 2010 amounted to 86 inhabitants / ha, the appropriate form of domestic waste water treatment systems in the city of Malang is communal system. Current communal system is widely used in Indonesia. The tendency of the use of the communal system in the future to consider the management of flexible, simple technology and cost effectiveness [3,4]. However, the performance evaluation activities Communal existing WWTP is still very limited now compared with the level of application. Malang since 1986 until the year 2011 only had seven (7) Communal WWTP. In 2011 to 2014 an increase in the number of communal wastewater per year on average by 74% or approximately fourteen (14) units [5,6]. But until now the Communal WWTP processing performance evaluation is still limited in some earlier communal WWTP. For example WWTP Communal Mergosono. Data from the Report of Master Plan of Malang Wastewater In 2011 shows the quality of effluent WWTP Mergosono that built in 1998 with a capacity of 6000 is not feasible. The content of organic matter (BOD and COD) is still high up to 92 mg / L and 192 mg / L. Removal efficiency of TSS, BOD and COD in 2011 amounted to 17.81%, 26.98% and 27.27%. With the form of biological treatment unit consist of Anaerobic Filter in which the removal efficiency of BOD and COD should be respectively for 80-95% and 80-90% [7]. As for the new Communal WWTP, evaluation activities are limited to the effluent produced is compared with the value of domestic waste quality standard.



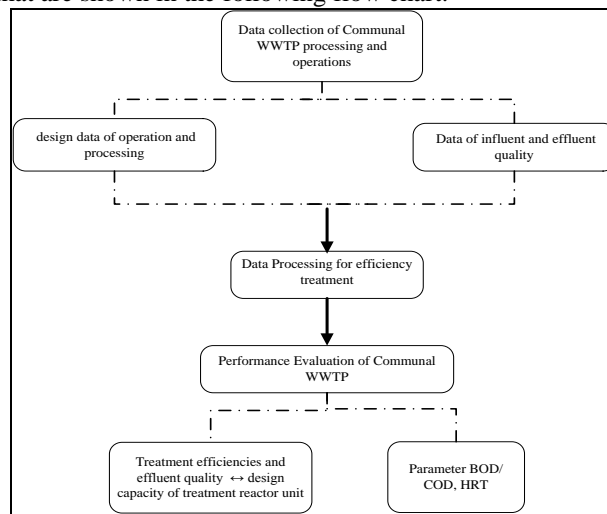
The low performance of domestic waste water treatment in Indonesia is not only in the communal system. American non-profit institutions for international development (USAID) through the Environment Service Program has conducted a comparative study of some WWTP concentrated in Indonesia in 2006. The result shows that all centralized WWTP that had been studied have low processing load. Parapat WWTP performance, Yogyakarta and Banjarmasin pretty good with the degree of separation BOD respectively 85%, 88% and 89%. Conversely, the poor results shown by a centralized WWTP Cirebon, Medan, Jakarta and Bandung with ranges of separation from 50%. Even at the WWTP Semanggi Solo, the design and operation is not feasible to separate the organic matter of domestic wastewater [8].

Domestic WWTP performance of the communal system and centralized system that low can lead to a decrease in water quality of receiver river. Results of water quality analysis tributary Brantas by BLH Malang in 2011 for the parameter dissolved oxygen (DO) in the effluent discharge location from WWTP Mergosono showed a concentration of 2 mg / L in July; 1.8 mg / L in August and 1.85 mg / L in September. These results show the low value of the DO in the river that receive effluent from WWTP Mergosono. DO concentration at the location before the point of effluent discharge in the river Brantas showed greater value that is equal to 2.3 mg / L in July; 2.0 mg / L in August and 2.1 mg / L in September. Generally, the concentration of DO is a seasonal average concentration with the minimum concentration value of 3-4 mg / L and the concentration of the desired 5 -7 mg / L [9].

By looking at the problem of low performance of domestic WWTP and its effect on water quality of river receiver, it is necessary to evaluate the performance of domestic WWTP with the object of research in the communal system. Object of research is on WWTP Communal Tlogomas in RT 07 RW 03, Jalan Tirta Rona I Malang. The processing units consist of Anaerobic Degestion Tank, Phytoremediation Ponds with water hyacinth and Filtration with plastic bottles and glass bottles media. Communal WWTP was built in 1986 and managed by the local community. Expected from the results of the performance evaluation Communal WWTP can provide optimization input so that effluent of the WWTP can be better. WWTP optimization activities provide performance solutions to problems rather than renewing the existing WWTP infrastructure that requires high cost.

## MATERIALS AND METHODS

The study have some activity that are shown in the following flow chart.



Picture 1.

### Communal WWTP Performance Evaluation Activities Flow Chart

A discription of each step of the following activities :

1. Data collection and processing operations Communal WWTP comprising of operations and process design data of the Agency for Family Planning and Community Empowerment (BKBPM) Malang and User Groups and Sustainer (KPP) as manager of the Communal WWTP.
2. Sampling and analysis of influent and effluent quality parameters in any communal wastewater treatment unit that includes the concentration of BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, and PO<sub>4</sub>. Sampling of wastewater was conducted by moment sampling (grab sampling) in accordance with SNI 6989.57: 2008 on Method of Wastewater Sampling [10].
3. Analysis of the quality of wastewater samples carried out by the Water Quality Laboratory PJT I by using the following method.

**Table 1. Parameters Wastewater Analytical Methods**

No.	Parameter	Unit	Analytical Methods
1.	BOD	mg/L	APHA.5210 B-1998
2.	COD	mg/L	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)
3.	TSS	mg/L	APHA.2540 D-2005
4.	NO <sub>3</sub>	mg/L	QI/LKA/65
5.	PO <sub>4</sub>	mg/L	SNI 19-2483-1991

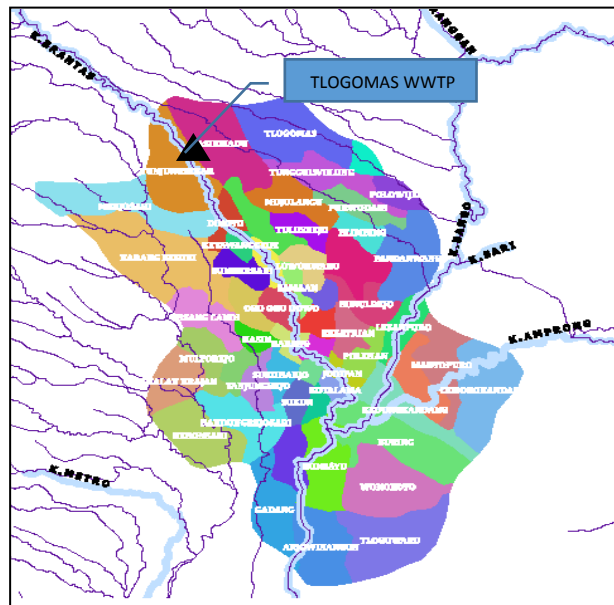
Source : Water Quality Laboratory PJT I

4. Processing of the data to gain treatment efficiencies.
5. Evaluation of the performance of the communal wastewater from treatment efficiency, BOD / COD and HRT.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Location WWTP Communal

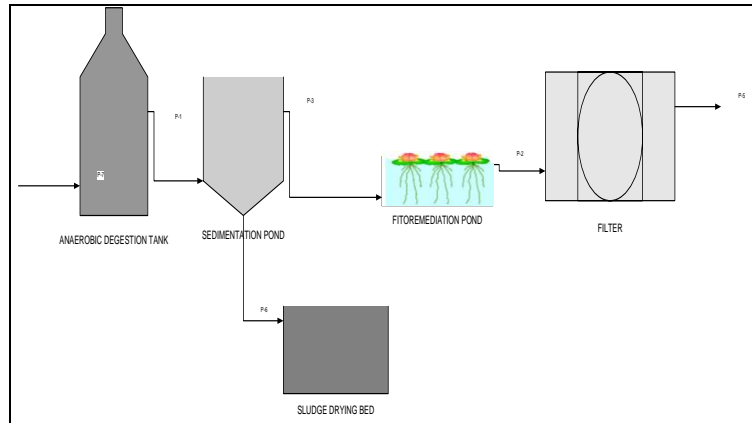
The location WWTP Tlogomas Communal is in the region upstream stream Brantas river in the city of Malang as in the image below.



**Figure 2. Location WWTP Communal Tlogomas**

### Description of WWTP Communal

WWTP Communal Tlogomas in RT 03 RW 07 Jalan Tirta Rona I Malang, has a capacity of 500 households. But the number of household connections that are connected to WWTP as many as 110. So that its operation capacity only by 22%. Tlogomas WWTP operating unit consists of anaerobic tank, filter semiaerobik and phytoremediation pond. For more details can be seen in the scheme and the following figure.



**Figure 3. Schematic Processing Unit WWTP Tlogomas**

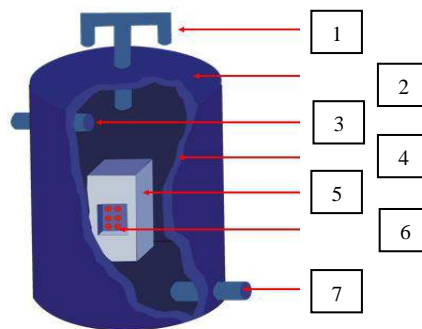


**Figure 4. Condition Processing Unit WWTP Tlogomas**

A general description of the processing units at WWTP Tlogomas as follows:

1. AG Tank/ Anaerobic Digester

Construction AG Tank consists of air ventilation (1), cap (2), pipe of household (3), tank walls (4), digestion cast wall (5), filter (6), and pipe to the basin (7) , as shown as follows:



**Figure 5. Anaerobic Digester Tank (AG Tank)**  
**Source: DKP Malang, 2014**

AG tank with a depth of 2m and diameter of 5 m. Never done maintenance for 29 (twenty nine) years the tank use.

2. Fitoremedasi Pond with Water Hyacinth

Phytoremediation pond with water hyacinth is comprised of four (4) ponds with 105 cm x 90 cm x 152 cm of dimension, plant density of about 3-10 cm, 82 cm of sediment height, with 0.0203 L / sec of maximum discharge (Q), pH 6,3 and a temperature of 25°C. For this water plant itself is not made turn because as time goes by these plants will grow on its own.

### 3. Filtration

Filtration media used in this processing are glass bottles and plastic bottles.

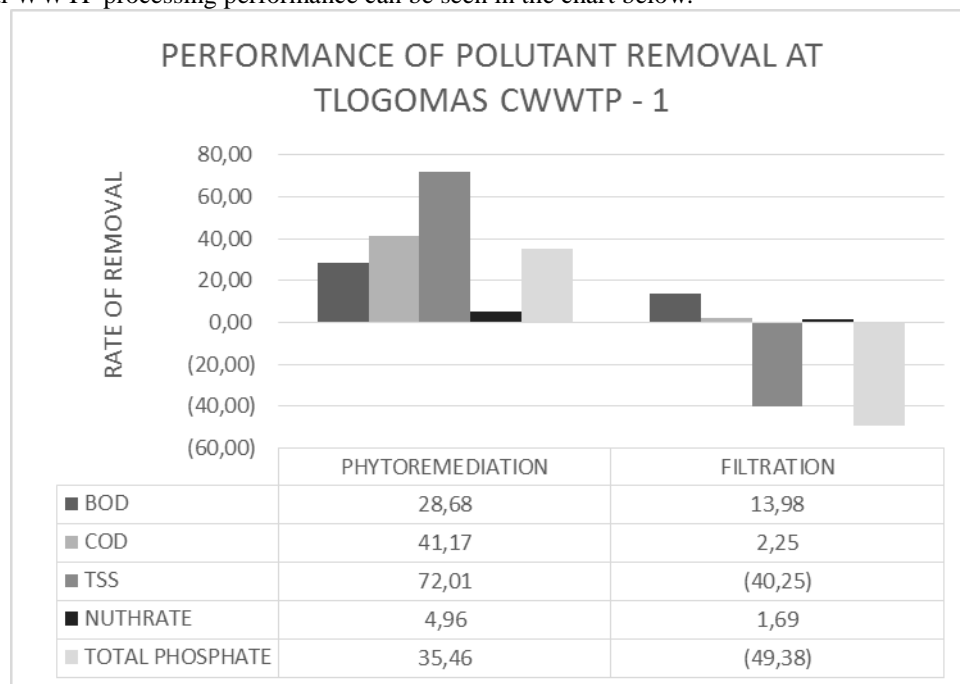
#### Treatment Performance Evaluation Result

Effluent quality test results in each processing unit are presented in the following table.

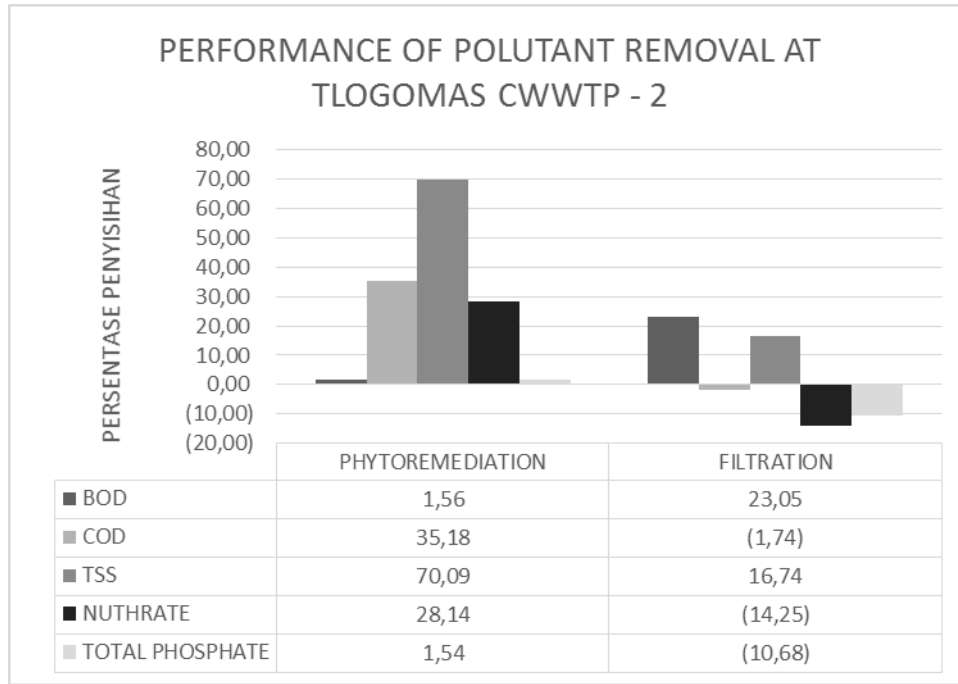
**Table 2. Results Analysis of effluent quality**

SAMPLING POINT	CONCENTRATION FOR MAXIMUM FLOW (mg/L)					CONCENTRATION FOR MINIMUM FLOW (mg/L)				
	BOD	COD	TSS	NITRATE	TOTAL PHOSPHATES	BOD	COD	TSS	NITRATE	TOTAL PHOSPHATES
PHYTOREMEDIATION POND INLET	180,6	588,3	56,8	2,74	2,51	63,9	182,4	73,9	2,139	3,9
FILTER INLET	128,8	346,1	15,9	2,604	1,62	62,9	118,24	22,1	1,537	3,84
WWTP OUTLET	110,8	338,3	22,3	2,56	2,42	48,4	120,3	18,4	1,756	4,25

Effluent concentrations test results above are used to calculate the level of the removal of any effluent quality parameters. The effluent concentration level of the removal for each processing unit that describe the Communal WWTP processing performance can be seen in the chart below.



**Graph 1. Performance Processing Unit –Maximum Flow**



**Graph 2. Performance Processing Unit –Minimum Flow**

Processing unit evaluation can only be done on a Phytoremediation pond and filters because wastewater samples only can be taken from the anaerobic digestion tank outlet. Performance on the sub-surface phytoremediation pond or constructed wetland with water hyacinth media (*Eichhornia crassipes*) demonstrates the ability to remove pollutants organic material (BOD and COD), solids (TSS), Nitrate and Total Phosphate on the maximum hydraulic loads and minimum. Maximum processing performance 41.17% to 28.68% for COD and BOD. TSS removal level in the phytoremediation pond is quite good (70.2%). While the maximum level of the removal for Nitrate (28.14%) on minimum flow. In contrast, level of the maximum removal for Total Phosphate occurs at maximum flow amounted to 35.46%. Performance of process in processing unit at the phytoremediation pond is low. The level of removal for BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub> and PO<sub>4</sub>, respectively for 91%, 81%, 70%, 74% and 41% at HRT 21 hours [11]. The use of wetland plants with Star Air (*Cyperus alternifolius*) able to reduce BOD domestic waste up to 94% with a residence time of 4 days [12]. BOD removal efficiency is a function of HRT. The longer HRT will increase interaction with the sewage system of aquatic plants thus increasing the removal for BOD [13]. HRT phytoremediation pond at maximum flow for 9 hours and a minimum of 14 hours. The low hydraulic residence time leads to reduced interaction between plant and wastewater so that the process of degradation of organic material through the plant biomass and enzyme roots plant less than the maximum [14]. Efforts could be made to improve HRT is increase the volume of pond through dewatering the mud at the bottom of the pond. In the constructed wetland system, soil media height <0.6 m [14]. From the observation, soil height reaching of 0.82 m. Other effort is to slow the flow in an phytoremediation pond. The residence time in the phytoremediation pond with sub surface flow constructed wetland system uses the formula [15]:

$$t(\text{days}) = \frac{\ln C / \ln C_0}{k_T} \dots\dots\dots (1)$$

Where:

- C = desired effluent concentration (mg/L)
- C<sub>0</sub> = influent concentration (mg/L)
- k<sub>T</sub> = temperature coefficient = K<sub>20</sub> 1.06<sup>(T - 20)</sup> = 1.1 (1.06<sup>(T - 20)</sup>) /day [8]

With initial BOD concentration in Table 2 as big as 180.6 mg / L, when the removal level desired of 90%, and a temperature of 26°C, then the necessary residence time is 27.6 hours. Great organic load (14 kg BOD / m<sup>2</sup>.hari) causing the level of BOD removal is ineffective. From the manual and design reference of constructed wetland, the organic load effective for the separation of BOD of 0.01 kgBOD/m<sup>2</sup>.hari [16].

Furthermore, the effluent from an phytoremediation through the filtration processing unit with glass bottles and plastic bottles media. From Table 2 removal level only reached a maximum of 23.05% on minimum flow. COD concentration at the outlet even increased. WWTP research using a pilot-scale reactors with aerobic biological filter that use plastic media produces removal rate of COD 73% -80%, BOD 76% -83% and TSS 77%

-89% [17]. Historical data of performance of wastewater treatment underlie the loading rate of biofilters [18]. So that in the evaluation of the performance of biofilters used parameter of organic loading rate (OLR). Organic loading rate at the biofiltration reactor in WWTP Tlogomas of 0.3 kgBOD/m<sup>3</sup>.day at maximum flow and by 0.1 kgBOD/m<sup>3</sup>.day at minimum flow. This value is lower than the typical values in the table below.

**Table 5. Volumetric Loading Rate for Biological Aerated Filter**

APPLICATION	LOADING UNIT	RANGE	REMOVAL EFFICIENCY,%
BOD Removal	kgBOD/m <sup>3</sup> .day	3,5-5,5	≥ 85
BOD Removal and nitrification	kgBOD/m <sup>3</sup> .day	1,8-2,5	≥ 85
Tersier Nitrification	kgNH <sub>4</sub> -N/m <sup>3</sup> .day	1,0-1,5	≥ 90

Source: Metcalf, 2014

Removal efficiency of organic in Biofilter equivalent to the OLR and HLR when first acclimatization [19]. The low organic loading resulted in the limited biomass to degrade organic matter and resulting in low levels of organic material separation. Biofilter performance is highly dependent on the microbial activity. The constant substrate source is required for the consistency and effectiveness of operations. Biofilter success depends on the growth and maintenance of biomass on the surface of the media. Three important things in understanding the mechanism of processing using a biofilter is (1) attachment of biomass, (2) The use of the substrate and the growth of biomass and (3) Release of biomass. Process strong attachment and colonization of biomass depends on the influent characteristics (eg organic and concentration) and surface properties of the filter media. A key factor in the performance of the process of biofilm formation is the amount of growth, and physical factors that affect the release of biofilm. The process of erosion, abrasion, sloughing and grazing or predation often be examined and be studied in the mechanism of release of biomass. Evaluation of biomass lost during washing the filter is very important in the operation of the filter. But previous studies showed that the biomass that effectively in removal organic matter, is not lost during washing filter normally. Most studies show that the loss of biomass only because of the shear stress of the fluid [19]. Selection of the media is an important factor in the design and operation of biofilters to achieve good quality of effluent [20]. Filter media with a large surface area per unit volume capable of maintaining an active biofilm and a high diversity of microbial populations. The use of polypropylene plastic media with a specific surface area of 350 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> in packing bed biofilters for domestic waste water treatment effectively can be results in BOD and COD lower [21].

### CONCLUSION

1. The level of the removal for BOD, COD, TSS and NO<sub>3</sub> on biological treatment unit is very low.
2. Performance WWTP Communal Tlogomas is low due to residence time (HRT) and organic loading rate (OLR) low. This condition is caused by lack of maintenance in the processing reactor unit.
3. Efforts to improve the performance of the WWTP are intensive maintenance and study of performance optimization WWTP Communal with the operating parameters loading rate and residence time

### ACKNOWLEDGEMENT

Special thank to Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional for funding this research through Competition Grant Research Program 2015 DIPA Nomor: SP-DIPA-023.04.1.672453/2015. We also thank to Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang, as WWTP Communal manager for technical assistance so we can complete this research.

### REFERENCES

- [1]. Jhansi, Sheetharam Chittoor, and Santhos Khumar Mishra. 2013. "Wastewater Treatment and Reuse : Sustainable Option." *Consilience : The Journal of Sustainable Development* 1-15.
- [2]. PPSP. 2012. *Sanitasi.or.id*.
- [3]. Hendrawan, et.al. 2013. "Evaluation Of Centralized Wwtp And The Need Of Communal WWTP in Supporting Community-Based Sanitation in Indonesia." *European Scientific Journal. edition vol.9, No.17 ISSN: 1857 – 7881* 229-239.
- [4]. Massoud, M.A, and A dan Nasr, J.A. Tarhini. 2009. "Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries." *Journal of Environmental Management Volume 90, issue 1* 652-659.
- [5]. BKBPM Kota Malang, Badan Keluarga Berencana dan Pemberdayaan Masyarakat. 2014. "Data IPL Komunal USRI." Kota Malang.

- [6]. BLH Kota Malang, Badan Lingkungan Hidup. 2014. *Laporan Pemantauan dan pengawasan Pengelolaan Lingkungan Hidup Oleh Kegiatan Usaha di Kota Malang*. Kota Malang: BLH.
- [7]. Qosim,Syed. R. 1985. *WASTEWATER TREATMENT PLANT : Planning, Design and Operation*. Holt Rinehard and Winston.
- [8]. USAID. 2006. "Comparative Study : Centralized Wastewater Treatment Plant in Indonesia."
- [9]. Palmer, Mervin D. 2001. *Water Quality Modelling*. Washington DC: The World Bank.
- [10]. BSNI. 2008. *SNI 6989.57:2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*.
- [11]. Valipour, A et. al. 2011. "Phytoremediation of domestic wastewater using Eichhornia crassipes." *Journal of Environment Science and Engineering* 183-190.
- [12]. Suprihatin, Hasti. 2014. "Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan Tanaman Hias Bintang Air (Cyperus alternifolius)." *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 80-87.
- [13]. Chavan, B. L., Dhulap V.P. 2012. "TREATMENT OF SEWAGE THROUGH PHYTOTECHNOLOGICAL STUDIES WITH CONSTRUCTED WETLAND USING Eichhornia crassipes." *Journal of Environmental Research And Development* 660-667.
- [14]. Crites, Ronald W., E. Joe Middlebrooks, Sherwood C. Reed. 2006. *Natural Wastewater Treatment System*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [15]. EPA, R&D US. 1988. *Design Manual : Constructed Wetland and Aquatic Plant System for Municipal Wastewater treatment*. Cincinnati: Center for Environmental Research Information.
- [16]. Tousignant, Eric, Olivier Fankhauser,Sarah Hurd. 1999. *Guidance Manual for Design,Construction and Operation of Constructed Wetland for Rural Application in Ontorio*. Ontorio.
- [17]. El-Ghendy, A.S., T.I. Sabry, F.A. El-Ghofari. 2012. "The Use an Aerobic Biological Filter For Improving The Effluent Quality of a Two Stage-Anaerobic System." *International Water Technology Journal* 298-308.
- [18]. Boon, A.G., Hemfrey, J., Boon, K. and Brown, M. 1997. "Recent Developments in the Biological Filtration of Sewage to Produce High-Quality Nitrified Effluents." *Water and Environment Journal* 393-412.
- [19]. Chaudhary, Durgananda Singh Saravanamuthu Vigneswaran†, Huu-Hao Ngo, Wang Geun Shim and Hee Moon. 2003. "Biofilter in water and wastewater treatment." *Korean Journal Chemistry Engineering* 1054-1065.
- [20]. Moore, Rebecca, Joanne Quaromby, Tom Stephenson. 2001. "The effect of media size on the performance of aerated biological filter." *Water Research* 2514-2522.
- [21]. Azizi, Shoreh, Alireza Valipour, Thami Sithebe. 2013. "Evaluation of Different Wastewater Treatment Process and development of a Modified attached Growth Bioreactor as a Decentralized Approach for Small Community." *Scientific World Journal*.

# EVALUATION OF COMMUNAL WASTEWATER TREATMENT PLANT OPERATING ANAEROBIC BAFFLED REACTOR AND BIOFILTER

Evy Hendriarianti<sup>(1)</sup>, Nieke Karnaningroem<sup>(2)</sup>

Environmental Engineering Departement, Sepuluh Nopember of Technology Institute, Surabaya<sup>(1,2)</sup>

Environmental Engineering, National Institute of Technology, Malang<sup>1)</sup>

Email: hendriarianti@yahoo.com<sup>(1)</sup>; nieke@enviro.its.ac.id<sup>(2)</sup>

## ABSTRACT

Construction of communal Waste Water Treatment Plant, WWTP in city of Malang since 1998 but until recently had never done an evaluation the performance. Communal WWTP performance evaluation is needed to see how far the efficiency of processing result. Until now, Environmental Agency Malang City only measure effluent from WWTP Communal to know the suitability with domestic wastewater quality standards. Effluent quality data in 2014 showed value above the quality standard of domestic wastewater from East Java Governor Regulation No. 72 in 2013 for parameters BOD and COD. WWTP Communal USRI research objects are on a six (6) locations by involving the user community during the planning, construction, operation and maintenance. Technology choice of ABR followed by a biofilter reactor with the stone media proved capable of processing organic matter of BOD and COD with the removal levels respectively by 78% -99% and 71% -99%. As for the parameters of TSS, NO<sub>3</sub> and PO<sub>4</sub> have the ranges of removal respectively by 56% -100%, (43%) - 72%, (2%) - 13%. Ratio BOD and COD in influent are low and ranged from 0.22 to 0.41. From the evaluation shows that high organic matter concentrations in influent along with the HRT and operation time high will result in a higher removal level.

**Keyword :** Communal WWTP performance, Level of removal, Ratio BOD and COD , HRT.

## INTRODUCTION

Wastewater management resettlement cities / regencies in Indonesia have target of access 100% [5]. One option of wastewater treatment system in the residential facilities scale-city is Communal WWTP with Anaerobic Baffled Reactor (ABR) as biological treatment unit. The use of the communal system in the future consider the management of flexible, simple technology and cost effectiveness [8,10]. ABR technology developed by Mc Carty, et al at Stanford University in the early 1980s [11]. The flow that are up and down in the ABR cause the flow of incoming wastewater (influent) have more intensive contact with an anaerobic biomass, thereby improving processing performance. BOD decrease in ABR higher than the septic tank, which is about 70-95%. Need to include airways. For the initial operation needs 3 months to stabilize the biomass at the beginning of the process [14].

Since 1998, it has carried out the construction of communal WWTP in the city of Malang but until recently had never been done an evaluation of the performance of this reactor. Communal WWTP performance evaluation is needed to see how far the efficiency of processing is generated. Environmental Agency at Malang City (BLH kota Malang) evaluate only on the outlet quality of the Communal WWTP. Outlet quality data in 2014 showed a value above the quality standard of domestic wastewater from East Java Governor Regulation No. 72 In 2013 for

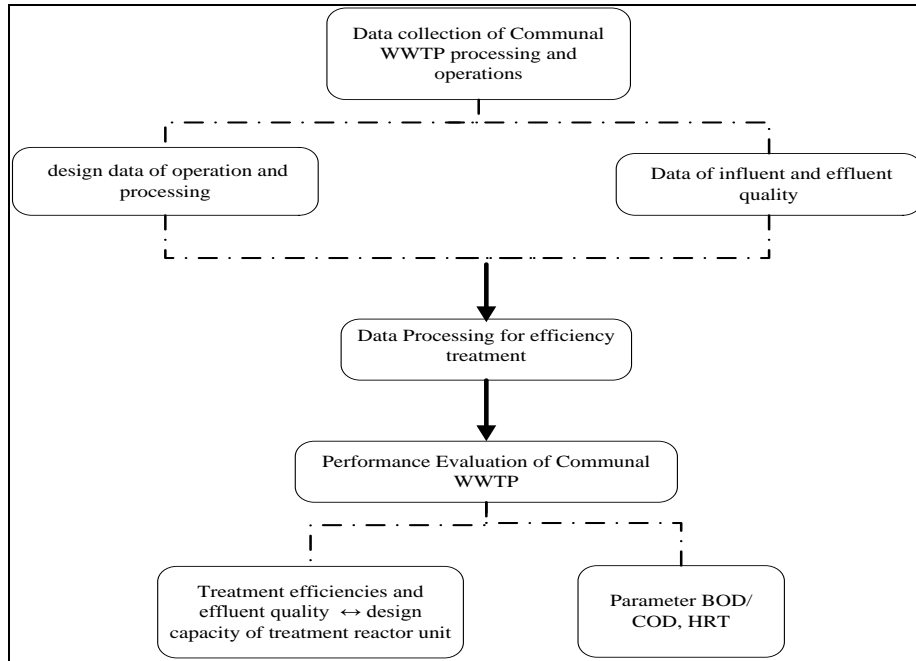
the parameters BOD and COD. While the Brantas river water quality data on the location of the WWTP effluent discharge Communal showed high content of ammonia (0.13 to 1.14 mg / L) and nitrite (0.102 to 0.423 mg / L).

WWTP communal funded by USRI that become research objects are on a six (6) locations in the city of Malang by involving the user community during the planning, construction, operation and maintenance. Expected from the results of the performance evaluation Communal WWTP can provide input feasibility ABR technology as an option of domestic wastewater treatment technology in Indonesia. In addition, the performance evaluation activities Communal WWTP also be input for optimization of WWTP so generated better effluent quality and can be reused for agriculture. The benefit of the WWTP optimization providing performance solutions to problems rather than renewing the existing WWTP infrastructure that requires high cost.

## MATERIALS AND METHODS

Communal WWTP performance evaluation activities as in the image below.





**Figure 1.**  
**Flow diagram of WWTP Communal Activity Performance Evaluation**

The description of each stage of the following activities:

1. Data collection and processing operations Communal WWTP comprising of operations and process design data of the Agency for Family Planning and Community Empowerment (BKBPM) Malang and User Groups and Sustainer (KPP) as manager of the Communal WWTP.
2. Sampling and analysis of influent and effluent quality parameters in any communal wastewater treatment unit that includes the concentration of BOD, COD, TSS, NO<sub>3</sub>, and PO<sub>4</sub>. Sampling of wastewater was conducted by moment sampling (grab sampling) in accordance with SNI 6989.57: 2008 on Method of Wastewater Sampling.
3. Analysis of the quality of wastewater samples carried out by the Water Quality Laboratory PJT I by using the following method.

**Table 1. Parameter Wastewater Analytical Methods**

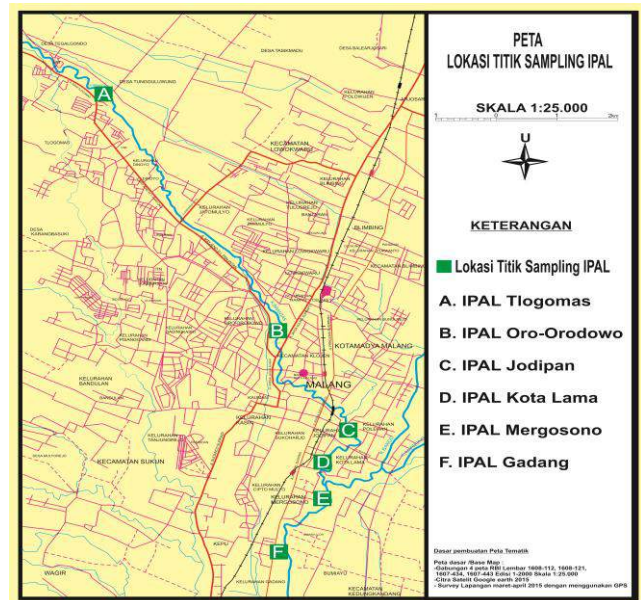
No.	Parameter	Unit	Analysis Method
1.	BOD	mg/L	APHA.5210 B-1998
2.	COD	mg/L	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)
3.	TSS	mg/L	APHA.2540 D-2005
4.	NO <sub>3</sub>	mg/L	QI/LKA/65
5.	PO <sub>4</sub>	mg/L	SNI 19-2483-1991

4. Processing of the data to gain treatment efficiencies.
5. Evaluation of the performance of the communal wastewater from treatment efficiency, BOD / COD and HRT.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Overview Object Study

USRI Communal WWTP located on the upstream and middle stream Brantas river in the city of Malang as in the image below.



**Figure 2. Map Of WWTP Location Sampling**

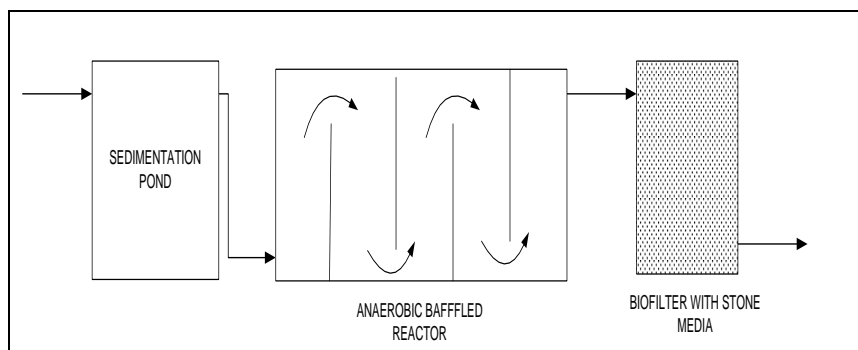
General overview of USRI Communal WWTP becoming object in this study as follows.

**Table 2. General description Communal WWTP**

NO.	LOCATION	OPERATION STARTED	OPERATION CAPACITY (%)
1.	RT5 RW5 Tlogomas	2012	137
2.	RT12 RW2 Oro-Oro Dowo	2013	66
3.	RT6 RW6 Jodipan	2013	67
4.	RT4 RW9 Kota Lama	2013	86
5.	RT6 RW6 Mergosono	2012	121
6.	Jl. Gadang 5A	2013	86

NO.	LOCATION	OPERATION STARTED	OPERATION CAPACITY (%)
	Gadang		

USRI Communal WWTP operating unit use DEWATS technology with ABR processing unit and anaerobic filter with stone media. Treatment scheme can be seen on the following figure.



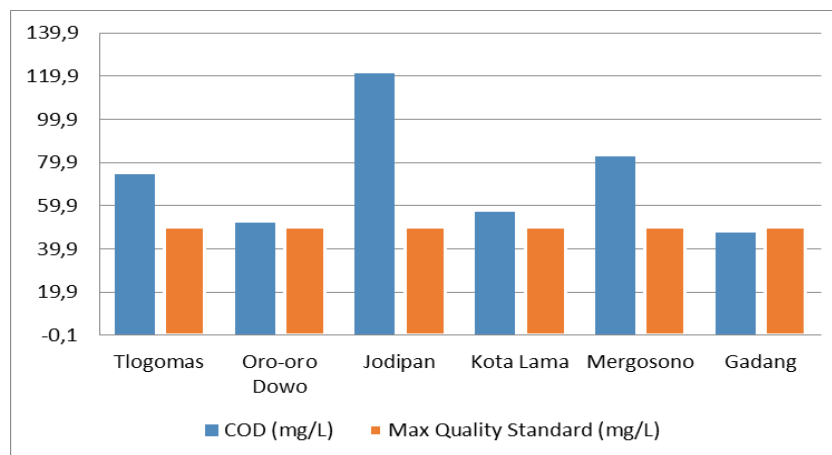
**Figure 3. Schematic Processing Unit Communal WWTP**

Communal wastewater treatment systems in use DEWATS system consisting of a sedimentation unit for separating solids, Anaerobic Baffled Reactor for biological treatment and anaerobic filter unit as tertiary treatment. DEWATS system is a system option scale decentralized wastewater treatment in peri-urban area [3]. Some of the benefits of this system is tolerant to fluctuations inflow, long-term and reliable application, low cost for operation and maintenance and has the potential for reuse. Effluent from DEWATS system applications on the object of study

is still directly discharged to the river. From research performance evaluation is expected to be developed as a potential water reuse for plant and fish growing media.

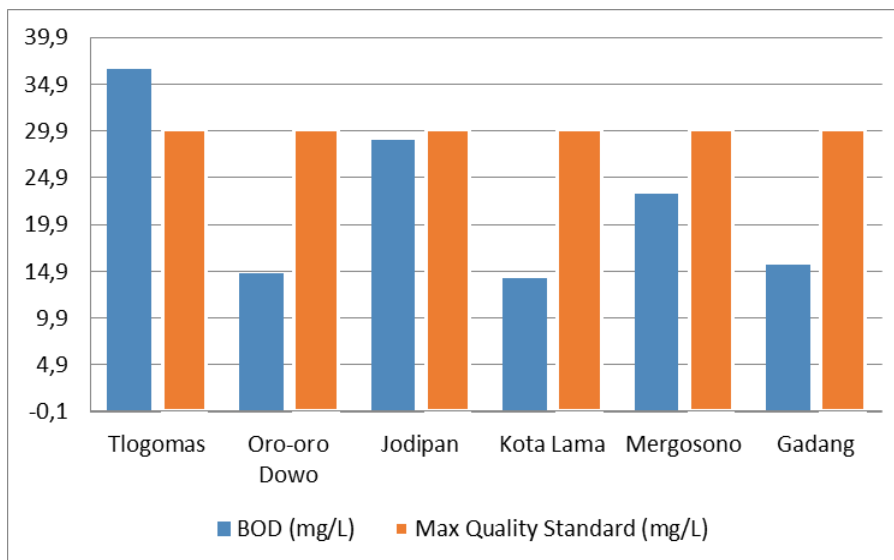
**Communal WWTP Evaluation Results**

The result of the influent and effluent concentrations of water quality parameters COD and BOD can be seen in the chart below.



**Graph 1. COD Effluent**

From the graph one can see only the Gadang Communal WWTP that has the quality of COD under the standard. Jodipan effluent COD still have high (121.2 mg / L). High influent content of COD derived from the use of cleaning materials Communal WWTP users.



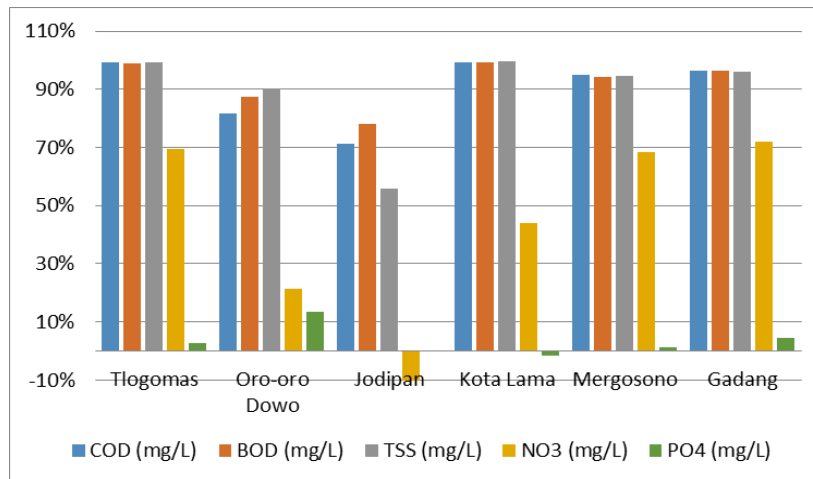
**Graph 2. BOD Effluent**

Quality of Communal WWTP effluent BOD is generally lower than the standard unless the WWTP Communal Tlogomas higher value (36.5 mg / L). Comparison of BOD / COD is used as an indicator of the capacity of biodegradation or Biodegradation Index [1]. Biodegradation index value for domestic wastewater varies from 0.4-0.8 and decreased to 0.1 after a good secondary processing. From Table 3 can be seen the value of the ratio of BOD / COD Communal WWTP influent on the object of study ranged from 0.22 to 0.41. Whereas in some Communal WWTP effluent impaired ratio of BOD / COD namely Oro-oro Dowo and Jodipan. While the ratio of BOD / COD in wastewater Communal Tlogomas, the Kota Lama and Mergosono increased. Ratio BOD / COD in Gadang Communal WWTP remains. Of the value of biodegradation indexes that fixed and increased showed high content of biodegradable organic matter in influent that potentially interfere with the processing of organic material in the wastewater.

**Table 3. Ratio of BOD-COD**

Communal WWTP	BOD/COD	
	Inlet	Outlet
Tlogomas	0,38	0,49
Oro-oro Dowo	0,41	0,28
Jodipan	0,31	0,24
Kota Lama	0,22	0,25
Mergosono	0,25	0,28
Gadang	0,33	0,33

The use of ABR as anaerobic pre-treatment system and pond of stabilization with the media as a post-treatment system has been studied as the option of choice of domestic wastewater treatment technology that suitable for tropical and sub-tropical regions in developing countries [15]. Technology choice of ABR followed by a filter reactor with the stone media on WWTP Communal proved capable of processing organic matter of BOD and COD with removal levels respectively by 78% -99% and 71% -99% (chart 3). As for the parameters of TSS, NO<sub>3</sub> and PO<sub>4</sub> have the range of removal respectively by 56% - 100%, (43%) - 72%, (2%) - 13%.



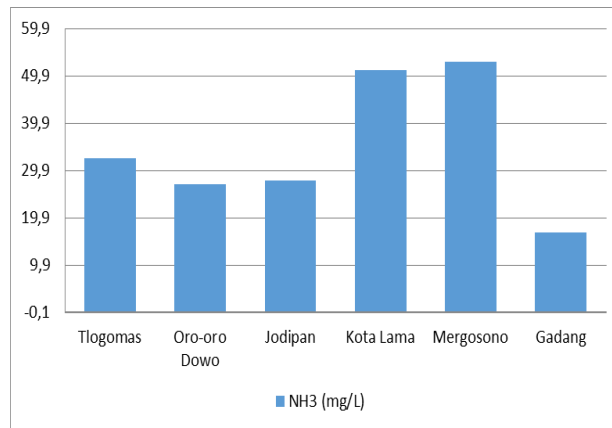
**Graph 3. Communal WWTP Performance**

ABR is a high rate anaerobic digestion reactor. SRT separate from HRT to maximize performance of pollutants processing by anaerobic bacteria that slow [12]. Reactor with high SRT will minimize the HRT so the volume load become greater. HRT of the ABR on WWTP Communal varies with the value of 12 hours, 15 hours and 26 hours. Effluent concentration of BOD and COD also varied with concentrations of 148 mgCOD / L - 3921 mgCOD / L, 84 mgBOD / L - 1860 mgBOD / L. The strength characteristics of this waste varies. In the study of artificial wastewater treatment with low COD concentration of 300-400 mg / L resulted in the level of removal of 87.2% for HRT 24 hours and 91% for HRT 24 hours [9]. WWTP Communal Mergosono operating for 3 years with a high influent COD concentration (3921 mg / L) resulted in the removal rate of 95% with a HRT 26 hours and the operating capacity exceed design capacity (121%). Whereas, for the WWTP Communal Oro-oro Dowo with the operation time 2 years and influent COD concentration is low (149 mg / L) resulted in the level of removal of 82% with a HRT of 12 hours and the operating capacity below design capacity (66%). From the results of this evaluation shows that the high influent concentrations in line with the duration of HRT and the operation time will result in a higher removal level. This condition indicates the availability bacterial of decomposition and optimal conditions for the processing of organic material. The anaerobic bacteria are a group of bacteria metabolic consisting of microorganisms hydrolytic, fermentative, syntrophic and methanogenic which outlines the complex organic compounds in the process of anaerobic degradation [12].

Removal level that obtained is the result of processing biofilter with the stone media because the

effluent was taken after the biofilter. Organic load that is too low cause biomass limited to degrade organic matter and resulting organic matter removal levels that low. Biofilter performance is highly dependent on the microbial activity. A substrate sources that constant required for the consistency and effectiveness of operations. Biofilter success depends on the growth and maintenance of biomass on the surface of the media. Three important things in understanding the mechanism of processing using a biofilter is (1) attachment of biomass, (2) The use of the substrate and the growth of biomass and (3) Sloughing of biomass. Strong attachment process and colonization of biomass depends on the influent characteristics (eg organic and concentration) and the surface properties of the filter media. A key factor in the performance of the process of biofilm formation is the amount of the growth and physical factors that affect the release of biofilm. The process of erosion, abrasion, sloughing and grazing or predation often examined and to be studied on the mechanism of release of biomass. Evaluation of biomass lost during washing the filter is very important in the operation of the filter. But previous studies showed the biomass that effectively responsible in organic matter removal is not lost during washing filter normally. Most studies show that the loss of biomass only because of the shear stress of the fluid [6].

The existence of ammonia in anaerobic degradation can be an inhibiting factor [7]. Ammonium is an important nutrient for the growth of methanogens, then the excess of free ammonia will disrupt the process of methanogenesis. Methanogenesis more sensitive to the rise in pH resulting free ammonia as shown in the reaction:  $\text{Norg} \rightarrow \text{NH}_4 + + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . The concentration of ammonia in the effluent wastewater can be seen in chart 4.



**Graph 4. Ammonia Effluent**

Ammonia in the effluent of communal WWTP should be treated by post treatment so can be reused. WWTP evaluation results become input for the development of wastewater treatment technologies, especially in communal scale at Malang city. Through optimization of wastewater treatment processes, will be achieved conservation of water resources.

### CONCLUSION

1. Technology choice of ABR followed by a biofilter reactor with the stone media proved capable of processing organic matter of BOD and COD with the levels of allowance respectively by 78% -99% and 71% -99%.
2. Parameter TSS, NO<sub>3</sub> and PO<sub>4</sub> have the ranges of allowance respectively by 56% -100%, (43%) - 72%, (2%) - 13%.
3. The value of the ratio of BOD / COD WWTP Communal of the influent on the object of study ranged from 0.22 to 0.41.
4. From the evaluation shows that the high concentrations of organic matter in influent in line with the high of HRT and operation time will result in a higher allowance level.
5. With the organic loading that is too low cause biomass limited to degrade organic matter and result low levels of organic material separation.
6. The presence of ammonia in anaerobic degradation should be treated to produce biogas and nutrient-N.

### ACKNOWLEDGEMENT

Special thank to Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional for funding this research through Competition Grant Research Program 2015 Competition Grant Research Program 2015 DIPA Nomor: SP-DIPA-023.04.1.672453/2015 and BPPDN scholarship. We also thank to Badan Keluarga Berencana dan Pemberdayaan Masyarakat (BKBPM) kota Malang, as USRI communal wastewater treatment plant manager, Kelompok Pengguna dan Pemelihara (KPP) IPAL Komunal USRI for technical assistance so we can complete this research.

### REFERENCES

1. Abdalla, K. Z. 2014. Correlation Between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatment Plant in Egypt to Obtain The Biodegradability Indices.

*International Journal of Science : Basic and Applied Research (IJSBAR) Volume 13 Nr. 1, 42-48.*

2. BLH, B. L. (2014). *Laporan Pemantauan dan pengawasan Pengelolaan Lingkungan Hidup Oleh Kegiatan Usaha di Kota Malang*. Kota Malang: BLH.
3. Borda. (2015, Juni 19). Retrieved from Bremen Overseas Research and Development Association: <http://www.borda-sea.org>
4. BSNI. (2008). *SNI 6989.57:2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*.
5. Cipta Karya, P. (2015). *RPJM*. Jakarta: PU.
6. Durgananda Singh Chaudhary, S. V.-H. (2003). Biofilter in water and wastewater treatment. *Korean Journal Chemistry Engineering*, 1054-1065.
7. Garcia, M. A. (2009). Interaction between Temperature and Ammonia in Mesophilic Digester for animal waste treatment. *ater resources* 43, 2373-2382.
8. Hendrawan, e. (2013). Evaluation Of Centralized Wwtp And The Need Of Communal WWTP in Supporting Community-Based Sanitation in Indonesia. *European Scientific Journal. edition vol.9, No.17 ISSN: 1857 – 7881, 229-239.*
9. Maraniotis I., G. S. (2002). Low-Strength Wastewater Using an Anaerobic Baffled Reactor. *Water Environmental Research* 74 (2), 170-176.
10. Massoud, M., & Tarhini, A. d. (2009). Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. *Journal of Environmental Management Volume 90, issue 1, 652-659.*
11. Movahedian, H. A. (2007). Performance Evaluation of Anaerobic Baffled Reactor Treating Wheat Flour Starch Industry Wastewater. *Iran Journal*

*Environment Health Science and Engineering* Vo. 7,  
Nr. 2, 77-84.

12. Nguyen, H. S. (2010). *The Anaerobic Baffled Reactor*.
13. Satoh, H. M. (2007). Layered Structured of Bacterial and Archaeal Community and their in situ activity in anaerobic granules. *Applied Environment Microbiology* 73, 7300-7307.
14. TTPS, T. T. (2010). *Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi*. Jakarta: ISSDP.
15. Yu, H. J.-H. (1997). A sustainable municipal wastewater treatment process for tropical and sub tropical region in developing country. *Water Science and Technology*, 191-198.