

EVALUASI LAYANAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PUCANGSAWIT DI JEBRES, SURAKARTA

Russell Pande Lemuel, Budi Utomo, Siti Qomariyah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Kentingan, Surakarta 57126, Telp. (0271) 647069, Fax 634524
Email : rplpanggabean@gmail.com

Abstract

Waste Water Treatment Plant in Surakarta is supported by four treatment plants namely: Semanggi, Mojosongo, UNS, and Pucangsawit. WWTP needs to be managed properly so that it can operate optimally so the treated wastewater can be in accordance with the established quality standards. The Pucangsawit WWTP can be considered as a new WWTP in Surakarta and this research is aimed at the Pucangsawit WWTP development plan in the next 20 years. This study uses quality and quantity analyze methode. Quality analysis was carried out by observing the condition of th WWTP. Quantity analysis was carried out by testing samples from three points namely: inlet, aeration, and outlet and then look for the projected population and customers in next 20 years that combine with target from regional drinking water company of Surakarta thath 30% from population to be able to determine alternative developments that are possible to be applied to Pucangsawit WWTP. From the analysis carried out, the value of processing efficiency at the Pucangsawit WWTP based on the quality standards of the Regulation from The Minister of Environment and Forestry number P 68.2016 is high with the results: 94,94% for BOD, 83,75% for COD, 97,88% for TSS, and 72,73% for oil dan fat. Alternative development on WWTP that can be done for preparing with the condition in 20 years later is to increase the volume in the initial settling, aerobic biofilter, and in the final settling basin.

Keywords: *Anaerobic baffled reactor, effluent, inlet, outlet, Waterwaste Treatment Plant Pucangsawit*

Abstrak

Pengolahan limbah domestik di Kota Surakarta mengandalkan kinerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal yang ada seperti IPAL Pucangsawit, Semanggi, Mojosongo dan UNS. IPAL akan beroperasi secara optimum jika dikelola dengan baik. IPAL Pucangsawit bisa dibilang tergolong IPAL baru di Surakarta dan penelitian ini ditujukan untuk rencana pengembangan IPAL Pucangsawit di 20 tahun mendatang. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Deskriptif kualitatif dilaksanakan dengan observasi eksisting IPAL Komunal di tempat penelitian. Analisis secara deskriptif kuantitatif dalam penelitian ini dilakukan dengan menguji sampel yang d ambil pada titik *inlet*, aerasi, dan *outlet* IPAL. Dari analisis yang dilakukan, nilai efisiensi pengolahan pada IPAL Pucangsawit berdasarkan standar baku mutu di Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P 68 2016 termasuk tinggi dengan angka 94,94% untuk BOD, 83,75% untuk COD, 97,88% untuk TSS, dan 72,73% untuk minyak dan lemak. Alternatif pengembangan pada IPAL yang dapat dilakukan untuk mempersiapkan di 20 tahun mendatang adalah dengan menambah volume di bak pengendap awal sebesar 590,4 m³, biofilter aerob sebesar 864 m³, dan juga pengendap akhir sebesar 288 m³.

Kata kunci: *Anaerobic baffled reactor, effluent, inlet, Instalasi Pengolahan Air Limbah Pucangsawit, outlet*

PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya waktu, populasi di suatu daerah juga ikut bertambah. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka timbul berbagai perubahan yang terjadi pada beberapa sektor yang ada salah satunya yaitu kebutuhan suatu daerah akan air bersih. Jika dikaitkan dengan pembuangan air limbah, maka dengan bertambahnya jumlah penduduk suatu daerah mengakibatkan juga pertambahan volume hasil luaran yang dihasilkan.

Pengolahan limbah rumah tangga di Kota Surakarta mengandalkan kinerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal yang ada seperti IPAL Pucangsawit, Semanggi, Mojosongo dan UNS. Masing-masing IPAL tersebut melayani wilayah yang berbeda – beda. IPAL UNS melayani wilayah UNS dan sekitarnya, IPAL Mojosongo melayani kawasan utara Surakarta, IPAL Semanggi melayani kawasan selatan Surakarta, dan IPAL Pucangsawit melayani kawasan tengah Surakarta. PDAM kota Surakarta di acara “4th International Workshop on Decentralized Domestic Wastewater Treatment in Asia” pada tanggal 28 September 2016 menyatakan bahwa ke 4 IPAL tersebut dapat melayani sekitar 15.001 Sambungan Rumah (SR).

Keberhasilan sebuah IPAL dalam mengolah air limbah dapat dilihat dari efisiensi kinerja IPAL dalam menghasilkan output pengolahan air limbah yang berada di bawah parameter baku mutu. Hal tersebut dapat dilihat dari kemampuan sebuah IPAL dalam menurunkan konsentrasi pencemar sehingga kualitas kandungan air limbah memenuhi baku mutu sesuai dengan parameter *effluent*.

IPAL akan beroperasi secara optimum jika dikelola dengan baik. Secara umum, permasalahan pada IPAL terjadi pada bagian teknisnya yang dapat menghambat kinerja IPAL secara keseluruhan. Permasalahan yang dapat terjadi seperti bak kontrol air limbah meluap, terjadi pengapungan di bak aerobik, dan air olahan yang keluar masih bau. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui proses pengolahan air limbah di IPAL Pucangsawit, menunjukkan efisiensi kinerja IPAL Pucangsawit dilihat dari parameter BOD, COD, pH, TSS, minyak dan lemak berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P 68 Tahun 2016, dan merencanakan upaya pengembangan yang dapat dilakukan pada IPAL Pucangsawit agar tetap dapat melayani dalam 20 tahun mendatang.

Instalasi Pengolahan Air Limbah

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2017, IPAL Domestik yaitu bangunan air yang berfungsi untuk mengolah limbah domestik. Kepadatan penduduk dengan jumlah melebihi 150 jiwa/ha dapat menggunakan sistem terpusat dan untuk kepadatan penduduk kurang dari 150 jiwa/ha dapat menggunakan alternatif lain.

Air Limbah

Air limbah kegiatan di perumahan adalah yang paling banyak menghasilkan luaran terutama dari peralatan yang banyak menggunakan air (Asmadi, 2012).

Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air buangan domestik berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia nomor P68 2016 adalah jumlah unsur pencemar dalam air limbah yang akan dilepas ke dalam sumber air dari suatu kegiatan.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	30
Minyak dan Lemak	mg/l	5

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P 68 Tahun 2016

Efisiensi

Menurut Peter F. Drucker, efisien adalah mengerjakan pekerjaan dengan benar. Efisiensi kinerja pada sistem pengolahan air buangan dapat dihitung dengan rumus berikut (Metcalf & Eddy, 1991):

$$E = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100\% \dots\dots\dots [1]$$

Perhitungan Debit Air Buangan

Langkah-langkah memperkirakan debit air buangan adalah sebagai berikut:

1. Mendata jumlah penduduk
2. Berdasarkan jumlah penduduk tersebut dapat diketahui jumlah penggunaan air bersih.
3. Debit air buangan diketahui dari debit jumlah air bersih yang diketahui dikalikan dengan faktor air buangan seperti pada berikut :

$$Q_{al} = F_{al} \times Q_{ab} \dots\dots\dots [2]$$

Keterangan:

- Q_{al} = Debit air limbah (liter/detik)
- F_{al} = Faktor Air limbah (60-80%)
- Q_{ab} = Debit air bersih (liter/detik)

Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Sistem *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) yaitu cara pengolahan air limbah yang memerlukan proses *anaerobic* dan reaktor *baffled*. *Anaerobic Baffled Reactor* kokoh dan dapat mengolah berbagai macam air limbah, tetapi lumpur dan limbah yang tersisa masih memerlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat digunakan kembali atau dibuang dengan benar. (Conradin et al., 2010)

Waktu Tinggal

Waktu tinggal atau *Hydraulic Retention Time* (HRT) merupakan waktu rerata air limbah berada di dalam reaktor. Cara mencari waktu tinggal dengan rumus di bawah ini:

$$HRT = \frac{v}{Q} \dots\dots\dots [3]$$

Dengan:

- HRT = Waktu tinggal (detik)
- v = Volume (liter)
- Q = Debit (liter/detik)

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk yaitu perkiraan jumlah penduduk pada beberapa tahun kemudian, sesuai dengan periode perencanaan yang ingin dicari. Formula yang dipakai pada metode aritmatika adalah:

$$Ka = \frac{P_n - P_o}{T_n - T_o} \dots\dots\dots [4]$$

$$P_n = P_o + k(Tn - To) \dots\dots\dots [5]$$

Dengan :

- Pn = Jumlah penduduk di tahun ke-n
- Po = Jumlah penduduk di tahun awal proyeksi
- Ka = Konstanta aritmatik
- Tn = Tahun ke-n
- To = Tahun awal proyeksi
- P1 = Jumlah penduduk di tahun ke-1
- T1 = Tahun ke-1 yang diketahui

Berikut formula yang digunakan pada Metode Geometrik:

$$P_n = P_n \times (1 + r)^t \dots\dots\dots [6]$$

$$r = \frac{\text{Jumlah Penduduk tahun } n - \text{Jumlah Penduduk tahun } o}{\text{Jumlah Penduduk tahun } o} \times 100\% \dots\dots\dots [7]$$

Dengan:

- Pn = Jumlah penduduk di tahun ke-n
- Po = Jumlah penduduk di tahun awal proyeksi
- r = persentase laju pertumbuhan penduduk
- n = Jumlah interval

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitan berada di IPAL Pucangsawit di Kecamatan Jebres, Surakarta.

Data Primer

Data primer yaitu data dari pengamatan langsung. Data primer yang dibutuhkan adalah:

1. Data fasilitas dan kolam yang ada di IPAL Pucangsawit
2. Data hasil uji kandungan air limbah berupa BOD, COD, TSS, pH, minyak dan lemak

Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari beberapa instansi. Data yang dibutuhkan adalah:

1. Data kapasitas dan debit IPAL Pucangsawit

2. Data jumlah pelanggan IPAL Pucangsawit
3. Data pertumbuhan penduduk pada wilayah layanan IPAL Pucangsawit
4. Data yang lain yang diperlukan untuk melengkapi dan menunjang proses penelitian

Alat Penelitian

Dalam analisis data peneliti menggunakan beberapa alat seperti:

1. *Software* Microsoft Office Word untuk menyusun laporan
2. *Software* Microsoft Office Excel untuk mengolah perhitungan
3. *Handphone* untuk mengambil dokumentasi.

Pengumpulan Data

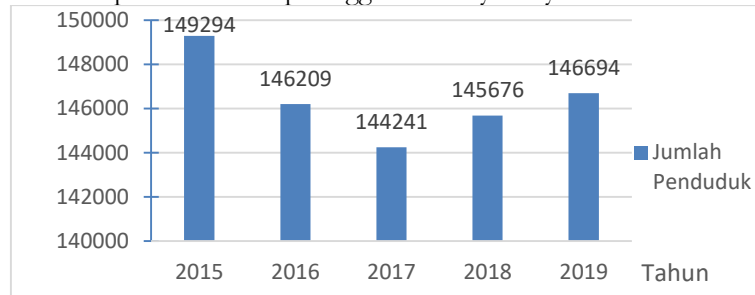
1. Data Primer
2. Data Sekunder

Menganalisis Data

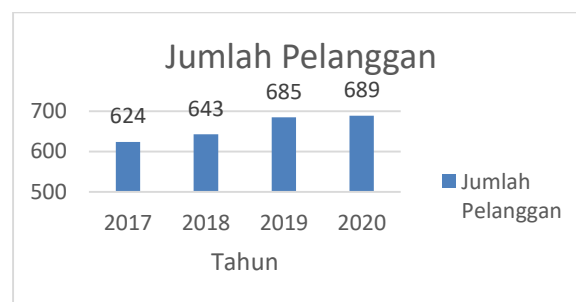
1. Menghitung proyeksi jumlah penduduk
2. Menghitung debit buangan air limbah
3. Membandingkan hasil parameter outlet air limbah dengan baku mutu
4. Menganalisis efisiensi sistem pengolahan dari parameter yang ditinjau
5. Mengevaluasi kemampuan IPAL yang dibandingkan dengan proyeksi jumlah penduduk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil pengumpulan data penduduk dan pelanggan di wilayah layanan IPAL Pucangsawit:



Gambar 1. Data penduduk di Wilayah Layanan IPAL Pucangsawit



Gambar 2. Data pelanggan di Wilayah Layanan IPAL Pucangsawit

Kondisi eksisting kuantitatif IPAL Pucangsawit dievaluasi berdasarkan kapasitas (debit) air limbah eksisting ke IPAL yang berasal dari pelanggan di wilayah layanan IPAL sebanyak 689 SR (PDAM Kota Surakarta, 2020). Dalam penentuan jumlah debit air limbah, perlu dihitung jumlah kebutuhan air rumah tangga yang dihitung dengan dasar petunjuk teknis perencanaan rancangan teknik sistem penyediaan air minum. Berdasarkan jumlah penduduk, Kota Surakarta tergolong dalam kota besar. Sehingga berdasarkan kriteria perencanaan penyediaan air minum Ditjen Cipta Karya PU, 1996 di dapat konsumsi unit SR adalah 170 liter/orang/hari dan jumlah jiwa per SR adalah 5 orang, serta untuk jumlah pelanggan menggunakan data jumlah pelanggan pada bulan Desember 2020. Perhitungan kebutuhan air rumah tangga didapat dengan rumus 2.

$$K_{art} = P \times S \times Q$$

$$K_{art} = 689 \times 5 \times 170$$

$$K_{art} = 58560 \text{ liter/hari}$$

$K_{art} = 6,8$ liter/detik

Debit air limbah dapat dicari dari debit kebutuhan air rumah tangga. Berdasarkan Buku 3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik–Terpusat Skala Permukiman yang diterbitkan Kementerian PUPR, debit air limbah diambil 80% dari penggunaan air bersih.

1. Debit air limbah (80% dari air bersih)

$$Q_{al} = 80\% \times K_{art}$$

$$Q_{al} = 0,8 \times 6,8 \text{ liter/detik}$$

$$Q_{al} = 5,4 \text{ liter/detik}$$

Dari hasil analisis, jumlah limbah cair yang dihasilkan dari jumlah pelanggan IPAL Pucangsawit pada Desember 2020 didapat faktor timbul air buangan yaitu 80% adalah 5,4 liter/detik. Kapasitas IPAL Pucangsawit saat ini sebesar 40 liter/detik, sehingga dengan kapasitas pengolahan yang didapat, IPAL Pucangsawit dapat melayani pengolahan air limbah Q_{al} 80%.

Hasil Uji Kualitas Air Limbah IPAL Pucangsawit

Berikut tabel 2 di bawah merupakan hasil uji kualitas air limbah di IPAL Pucangsawit

Tabel 2. Hasil uji kualitas air limbah IPAL Pucangsawit

No	Parameter	Inlet	Aerasi	Outlet
1	pH	7,1	7,6	7,9
2	BOD	176	36,5	8,9
3	COD	275	82,8	44,7
4	TSS	378	11	8
5	Minyak Lemak	11	4	3

Keterangan: baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P 68 tahun 2016

Efisiensi

Berikut tabel 3 di bawah ini merupakan tabel hasil perhitungan efisiensi di tiap parameter

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efisiensi di tiap parameter

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	pH	-	7,1	7,9	-
2	BOD	mg/L	176	8,9	94,94
3	COD	mg/L	275	44,7	83,75
4	TSS	mg/L	378	8	97,88
5	Minyak Lemak	mg/L	11	3	72,73

(Sumber : Hasil Analisis Data, 2021)

Proyeksi Penduduk dan Pelanggan

Berdasarkan proyeksi, penambahan penduduk mengalami kenaikan dengan jumlah pada tahun 2029 adalah 158959 jiwa (aritmatik) dan 159656 jiwa (geometrik), sementara jumlah penduduk di tahun 2039 adalah 171224 jiwa (aritmatik) dan 173763 jiwa (geometrik). Berdasarkan perhitungan, penambahan pelanggan IPAL Pucangsawit mengalami kenaikan dengan jumlah di tahun 2029 adalah 902 SR (aritmatik) dan 964 SR (geometrik), sementara jumlah pelanggan pada tahun 2039 adalah 1118 SR (aritmatik) dan 1356 SR (geometrik).

Waktu Tinggal

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efisiensi di tiap parameter

No	Nama Bak	Volume (liter)	Debit Air Limbah Perencanaan (liter/detik)	Waktu Tinggal (jam)
1	Pengendap Awal	864000	40	6
2	Biofilter Anaerob	1728000	40	12
3	Biofilter Aerob	864000	40	6
4	Pengendap Akhir	561600	40	3.9

(Sumber : Hasil Analisis Data, 2021)

Alternatif Pengembangan IPAL Pucangsawit

PDAM Surakarta memiliki target bahwa IPAL harus mampu melayani 30% dari jumlah penduduk. Jika kita mengambil angka jumlah penduduk proyeksi di tahun 2039 yaitu 171.224 jiwa, maka 30% dari jumlah itu adalah $30\% \times 171.224 = 51.368$ jiwa.

Perhitungan debit air bersih dan limbah adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air bersih} &= \text{Jumlah jiwa} \times Q \\ &= 51368 \times 170 \\ &= 8732560 \text{ liter/hari} \\ &= 101 \text{ liter/detik} \\ \text{Debit air limbah} &= 80\% \times \text{debit air bersih} \\ &= 80\% \times 101 \\ &= 80 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

Dengan debit air limbah 80%, maka perlu direncanakan penambahan bak agar waktu tinggal di tiap bak dapat memenuhi parameter.

a. Bak Pengendap Awal

Waktu tinggal rencana di bak pengendap awal di ambil 4 jam, maka volume yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_{\text{ipal}} &= 80\text{L/detik} \\ \text{HRT} &= 4 \text{ jam} = 14.400 \text{ detik} \\ \text{Volume} &= Q \times \text{HRT} \\ &= 80 \times 14400 \\ &= 1152000 \text{ liter}\end{aligned}$$

Didapat penambahan volume bak pengendap awal yang diperlukan yaitu sebesar $1.152.000 - 561.600 = 590.400$ liter = $590,4 \text{ m}^3$

b. Biofilter Anaerob

$$\begin{aligned}V &= 1728000 \text{ liter} \\ Q_{\text{ipal}} &= 80\text{L/detik} \\ \text{HRT} &= V/Q \\ &= 1728000/80 \\ &= 21.600 \text{ detik} \\ &= 6 \text{ jam}\end{aligned}$$

Dengan volume yang tetap, waktu tinggal di bak biofilter anaerob untuk debit 80L/detik masih memenuhi parameter sehingga tidak diperlukan penambahan volume.

c. Biofilter Aerob

Waktu tinggal rencana di bak biofilter aerob di ambil 6 jam, maka volume yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_{\text{ipal}} &= 80 \text{ liter/detik} \\ \text{HRT} &= 6 \text{ jam} = 21600 \text{ detik} \\ \text{Volume} &= Q \times \text{HRT} \\ &= 80 \times 21600 \\ &= 1728000 \text{ liter}\end{aligned}$$

Didapat penambahan volume bak biofilter aerob yang diperlukan yaitu sebesar $1.728.000 - 864.000 = 864.000$ liter = 864 m^3

d. Bak Pengendap Akhir

Waktu tinggal rencana di bak pengendap akhir di ambil 4 jam, maka volume yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_{\text{ipal}} &= 80\text{L/detik} \\ \text{HRT} &= 4 \text{ jam} = 14.400 \text{ detik} \\ \text{Volume} &= Q \times \text{HRT} \\ &= 80 \times 14400 \\ &= 1152000 \text{ liter}\end{aligned}$$

Didapat penambahan volume bak pengendap akhir yang diperlukan yaitu sebesar $1.152.000 - 864.000 = 288.000$ liter = 288 m^3

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat:

1. Proses pengolahan air limbah di IPAL Pucangsawit berawal dari air limbah domestik yang dialirkan secara gravitasi ke bak penampung sementara, kemudian air limbah domestik didorong oleh pompa menuju IPAL Pucangsawit bagian bak *screening*. Air limbah disaring dari limbah padat di bak *screening*. Kemudian, air limbah menuju bak sedimentasi awal untuk melakukan pengendapan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik. Selanjutnya air limbah dialirkan ke bak biofilter anaerob untuk diurai oleh bakteri pengurai dan dialirkan ke biofilter aerob untuk dilakukan aerasi. Terakhir, air limbah menuju bak pengendapan akhir untuk dilaksanakan pengendapan dan setelah itu air limbah dibuang ke sungai.
2. Nilai efisiensi yang didapat dari pengujian sampel dengan standar baku mutu dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P 68 tahun 2016 adalah sebesar 94,94% untuk BOD, 83,75% untuk COD, 97,88% untuk TSS dan 72,73% untuk minyak dan lemak. Nilai efisiensi yang di atas 50% menunjukkan efisiensi pengolahan pada IPAL Pucangsawit termasuk tinggi.
3. Alternatif pengembangan yang dapat diterapkan di IPAL Pucangsawit adalah dengan penambahan volume di bak pengendap awal sebesar 590,4 m³ ; di bak biofilter aerob sebesar 864 m³ ; dan di bak pengendap akhir sebesar 288 m³.

REKOMENDASI

Saran yang diperlukan:

1. Alternatif pengembangan fasilitas IPAL Pucangsawit dapat ditambah dengan pembuatan *Sludge Drying Bed* untuk membantu dalam proses sedimentasi IPAL.
2. Penutup *manhole* dapat diganti dengan bahan yang lebih efisien agar saat melakukan pengontrolan, dapat dibuka dengan mudah.
3. Dikarenakan proyeksi debit air limbah berdasarkan jumlah pelanggan masih jauh di bawah dari kapasitas debit rencana, pihak pengelola mungkin dapat melakukan edukasi dan pendekatan ke warga di wilayah layanan agar warga berlangganan untuk mengaliri air limbah domestiknya ke IPAL Pucangsawit untuk mengecilkan peluang pembuangan air limbah secara langsung ke alam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada orang tua yang selalu mendukung dalam pengerjaan penelitian ini, juga kepada bapak Ir. Budi Utomo, M.T. dan ibu Ir. Siti Qomariyah, M.Sc. yang selalu memberi panduan dan kritik selama penulis mengerjakan penelitian ini, serta kepada teman-teman penulis yang selalu membantu dan mendukung penulis menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Asmadi, S., Si, M., & Suharno, S. K. M., & Kes, M., 2012, "Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah", Goyen Publishing. Yogyakarta.
- Conradin, K., Kropac, M., Spuhler, D. (Eds.), 2010, "The SSWM Toolbox", Seecon International gmbh. Basel
- Keputusan Direktur Jenderal Cipta Karya Nomor 543/KPTS/CK/2001, 2001, "Pedoman Standar Pelayanan Minimal Bidang Penataan Ruang, Perumahan dan Permukiman dan Pekerjaan Umum"
- Metcalf & Eddy., 1991, "Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse 2nd ed", McGraw – Hill Inc . New York
- Pemerintah Republik Indonesia, 2016, "Baku Mutu Air Limbah Domestik".
- Pemerintah Republik Indonesia, 2017, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik".
- SIBIMA Konstruksi, 2017, "Perencanaan Pengelolaan Air Limbah dengan Sistem Terpusat".