

PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN DAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI SEMPADAN SUNGAI PEPE SEGMENT 1 KOTA SURAKARTA

Rizki Januarita^{*)}, Syafrudin^{**)}, Ganjar Samudro^{**)}

Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

email: rizki.januarita@gmail.com

ABSTRAK

Pada segmen 1 Sungai Pepe, yang terdiri dari Kelurahan Manahan dan Gilingan masih belum terlayani penyaluran dan pengolahan air limbah ke sistem terpusat Kota Surakarta. Pada segmen ini, air limbah domestik yang dihasilkan dari berbagai aktivitas masyarakat setempat mengalir ke Sungai Pepe. Berdasarkan hasil uji pada saluran 1 mewakili bagian hulu, nilai TSS 486 mg/l, COD 341,6 mg/l dan BOD 122,5 mg/l. Pada titik saluran 2 yakni Kelurahan Manahan, nilai TSS 345 mg/l, COD 141,6 mg/l, BOD 121,67 mg/l dan pada titik saluran 3 yang mewakili Kelurahan Gilingan, nilai TSS 319 mg/l, COD 123,7 mg/l, BOD 122,4 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa air limbah domestik yang masuk ke Sungai Pepe segmen 1 masih diatas baku mutu menurut Perda Jateng No. 5 Tahun 2012. Sehingga diperlukan perencanaan penyaluran dan pengolahan air limbah domestik untuk mencegah pencemaran air sungai dengan memanfaatkan lahan di sempadan sungai. Pada perencanaan ini, sistem penyaluran air limbah menggunakan sistem small bore sewerage. Pemilihan alternatif instalasi pengolahan menggunakan metode AHP (Analytical Hierarchy Process) dengan software Expert Choice 11. Alternatif terpilih terdiri dari bak pengendap, Horizontal Subsurface Constructed Wetland (HSFSCW) dan bak pengumpul. Terdapat 6 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), terdiri dari 3 unit di Kelurahan Manahan yang melayani 2 RW dan 3 unit di Kelurahan Gilingan yang melayani 1 RW. Perhitungan dilakukan dengan kriteria efisiensi penyisihan untuk bak pengendap BOD 25%, COD 20%, TSS 50% dan HSFSCW dengan efisiensi BOD 74%, COD 70%, TSS 60% sehingga akan menghasilkan keluaran air limbah domestik yang sesuai dengan baku mutu.

Kata Kunci : Penyaluran Air Limbah, Horizontal Subsurface Constructed Wetland, Limbah Domestik, IPAL

ABSTRACT

[System Planning of Sewerage and Domestic Waste Water Treatment in Pepe River Border Segment 1 Surakarta]. In the first segment of river Pepe, which consists of village Manahan and Gilingan still unserved with sewerage system to Surakarta's centralized waste water treatment. In this segment, domestic waste water generated from various activities of the local community and this domestic waste water flows into Pepe river that cause declining water quality. Based on the test results on the tharree-point sewerage channel the value of TSS 486 mg / l, COD 341.6 mg / l, BOD 122.5 mg / l. At the point of the channel 2 on the Village Manahan results the value of TSS 345 mg / l, COD 141.6 mg / l, BOD 121.67 mg / l and at point 3 channels representing Gilingan channel territory, the test results obtained TSS 319 mg / l, COD 123.7 mg / l, BOD 122.4 mg / l. This shows that domestic wastewater that enters the segment 1 Pepe river is still

above the quality standards according to Java Perda No. 5 Year 2012. Because of that, planning for the distribution and processing of domestic waste water to prevent contamination of river water by utilizing the land border river are necessary. In this planning, the sewerage system are using off-site with a small bore sewerage systems. The Selection of alternative treatment plant is using AHP (Analytical Hierarchy Process) with 11 Expert Choice software and the choice fell on a third alternative that consists of sedimentation basin, Horizontal Subsurface Constructed Wetland (HSSFCW) and collecting tub. There are 6 Wastewater Treatment Plant (WWTP), that consist of tharree units in Manahan Village that serving RW 2 and 3 and also tharree units in the Gilingan village that serving RW 1. Calculations were performed with removal efficiency criteria for settling basin are 25% BOD, 20% COD, 50% TSS and for HSSFCW are 74% BOD, 70% COD, TSS 60% so that it will produce output of domestic waste water in accordance with quality standards.

Keywords: Sewerage, Horizontal Subsurface Constructed wetlands, Domestic Waste, WWTP

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air buangan domestik adalah air buangan yang bersumber dari area pemukiman dan area komersial. (Hardjosuprpto, 2000). Pada tempat yang tidak terlayani IPAL terpusat, air limbah domestik akan berakhir dibuang ke sungai. Meskipun sungai dapat memperbaiki kualitas airnya dengan sistem *self purification*, namun jika air limbah semakin banyak dan sistem ini tidak mampu untuk menampungnya maka kualitas air sungai pun akan menurun.

Pada area perencanaan yakni Kelurahan Manahan (RW 1 dan RW 2) dan Gilingan (RW 1) belum terlayani oleh penyaluran dan IPAL terpusat Kota Surakarta. Disisi lain, Pemerintah Kota Surakarta merencanakan restorasi Sungai Pepe untuk menata sempadan sungai dan sekaligus dapat digunakan sebagai pengolah air limbah sehingga dapat mencegah pencemaran dan kualitas

lingkungan (Studi Restorasi Kali Pepe, 2015). Sehingga, perlu di bangun penyaluran air limbah dan IPAL untuk menyalurkan dan mengolah air limbah sebelum dibuang ke sungai di segmen 1 Sungai Pepe Kota Surakarta.

B. Tujuan Perencanaan

Mengetahui kualitas dan kuantitas air limbah domestik segmen, merencanakan sistem penyaluran air buangan domestik, merencanakan desain instalasi pengolahan air limbah domestik dan menghitung anggaran biaya yang dibutuhkan.

II. METODOLOGI PERENCANAAN

Secara umum tahapan perencanaan dibagi menjadi 4 tahap yakni: persiapan, survei, analisa data dan perencanaan.

Tahap persiapan terbagi menjadi tiga kegiatan yakni administrasi, perijinan dan persiapan survei. Sementara itu, Survei

dilakukan untuk mendapatkan data primer berupa gambaran wilayah perencanaan, kuisisioner untuk mengetahui kondisi sosial dan sanitasi masyarakat. Sedangkan data sekunder berupa topografi, data fisik sungai dan baku mutu limbah yang digunakan. Hasil dari survei dianalisa guna menetapkan area dan penduduk terlayani, kesediaan masyarakat, peta administrasi dan kontur, kuantitas dan kualitas air limbah. Tahap perencanaan penyaluran dan pengolahan air limbah domestik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tahap Perencanaan Penyaluran Air Buangan

Tahap	Hasil
Survei rencana daerah pelayanan	Peta layout jaringan perpipaan*
Jumlah pemakaian air bersih	160 l/orang/hari**
Penentuan Debit Air limbah	QAB= 80% air bersih ***
Perhitungan Perpipaan	dimensi pipa, <i>self cleaning velocity</i> , kemiringan pipa/slope, tinggi galian pipa***
Bangunan Pelengkap	Manhole, drop manhole dan clean out
<i>Detail Engineering Desain</i>	Gambar teknik long dan cross section serta detail manhole

Keterangan : *software ArGIS, **Ditjen Ciptakarya, 2000 dan analisa penulis ***Hardjosuprpto, 2000

Tabel 2. Perencanaan IPAL

Tahap	Hasil
Penentuan Alternatif Pengolahan	a. Alternatif 1* : Settler, Anaerobik Buffle Reaktor, Bak Pengumpul

Tahap	Hasil
	b. Alternatif 2*: Settler, Anaerobik Filter, Bak Pengumpul c. Alternatif 3*: Settler, Horizontal Subsurface Constructed Wetland, Bak pengumpul d. Alternatif 4** : Settler, Biofilter Anaerob-Aerob, Bak Pengumpul
Penetapan Alternatif Pengolahan terpilih	-Pendekatan <i>Engineering Design</i> efisiensi removal -Penentuan alternatif final dengan Metode AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>)***
Perhitungan Efisiensi Pengolahan	<i>Preliminary Design</i>
Kebutuhan Lahan dan Dimensi Unit	Panjang, lebar, kedalaman, media bed, dan bangunan pendukung
<i>Detail Engineering Desain</i>	Gambar teknik unit pengolahan air limbah
Operasi dan Pemeliharaan	Penyusunan SOP

Keterangan : *Sasse (1998) **Said (1999), ***Mulyo (2002)

III. GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

Lokasi Segmen 1 Sungai Pepe di Bendung Tirtonadi s.d Jembatan Jalan Dr. Setiabudi (Brayat Minulyo) Dengan titik koordinat : 7°33'2.45"S - 110°49'9.25" T s.d 7°33'11.09"S - 110°48'53.18" T melewati kecamatan Banjarsari yang terdiri dari Kelurahan Manahan dan Gilingan. Panjang segmen 655 m, lebar : 3,9 s.d 9,79 m, lebar jalan inspeksi kanan sungai : 2,8 s.d 7,2 m, lebar jalan inspeksi kiri sungai : 3,0s.d7,78 m.

Tabel 3. Data Jumlah Penduduk Kelurahan Manahan Segmen 1

RW	RT	KK	Jumlah Penduduk
1	1 (Sebagian)	28	124
	2	35	157
	3	34	153
	4	42	195
2	2	35	165
	3	47	216
	4	30	132
	5	28	126

Sumber : Kel. Manahan, 2016

Tabel 4. Data Jumlah Penduduk Kelurahan Gilingan Segmen 1

No	RW	RT	KK	Jumlah Penduduk
1	1	1	57	281
		2	53	250
		3	34	183

Sumber : Kel. Gilingan, 2016

Kondisi Sanitasi pada segmen 1 yakni di Kelurahan Manahan RW 1 dan RW 2 serta RW 1 Kelurahan Gilingan telah mempunyai *septic tank*, namun terdapat 6 KK di RW 1 Kelurahan Gilingan yang masih menggunakan WC umum.

Tabel 5. Kondisi Sanitasi Wilayah Pelayanan Gilingan

RW	RT	Jumlah KK	Jumlah KK WC Pribadi	Jumlah KK WC Umum
1	1	59	59	0
	2	53	49	4
	3	39	37	2

Sumber : Kelurahan Gilingan, 2016

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kualitas Air limbah

Pengujian kualitas air limbah dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UNDIP kemudian dibandingkan dengan baku mutu Perda Jateng No. 5 Tahun 2012.

Tabel 6. Hasil Uji Titik Saluran 1

No	Parameter	Hasil (mg/l)	Baku Mutu	Keterangan
1	pH	7,71	6-9	Memenuhi
2	BOD	122,5	100	Tidak Memenuhi
3	TSS	486	100	Tidak Memenuhi
4	Minyak dan Lemak	1,02	10	Memenuhi

Tabel 7. Hasil Uji Titik Saluran 2

No	Parameter	Hasil (mg/l)	Baku Mutu	Keterangan
1	pH	7,45	6-9	Memenuhi
2	BOD	121,67	100	Tidak Memenuhi
3	TSS	345	100	Tidak Memenuhi
4	Minyak dan Lemak	0,045	10	Memenuhi

Tabel 8. Hasil Uji Titik Saluran 3

No	Parameter	Hasil (mg/l)	Baku Mutu	Keterangan
1	pH	7,57	6-9	Memenuhi
2	BOD	122,4	100	Tidak Memenuhi
3	TSS	319	100	Tidak Memenuhi
4	Minyak dan Lemak	2,06	10	Memenuhi

Dari hasil uji laboratorium, dapat dilihat bahwa semua parameter yang ada telah melewati baku mutu yang telah ditetapkan terkecuali parameter minyak dan lemak.

B. Ketersediaan Masyarakat dan Alternatif Pengolahan Limbah

Berdasarkan analisa AHP (*Analytical Hierarchy Process*) menggunakan *software expert choice II* didapatkn hasil pada penentuan ketersediaan masyarakat terkait rencana penyaluran dan pengolahan air buangan, pilihan jatuh pada “ya, bersedia dengan arahan dan

bimbingan pemerintah” dengan bobot 69,4% sedangkan untuk pilihan “ya, bersedia dengan mandiri” dengan total inconsisitas 0,05. Rasio inkonsistensi data dianggap baik jika nilai CR-nya ≤ 0.1 (Mulyono, 2002) sehingga, perhitungan geometrik gabungan data responden cukup konsisten.

Pada penentuan alternatif Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pilihan alternatif jatuh pada alternatif 3 dengan unit bak pengendap, *Horizontal Subsurface Constructed Wetland* (HSSFCW) dan bak pengumpul dengan bobot 0,461 atau 46,1% sedangkan untuk alternatif lainnya yakni alternatif 1 20,4%, alternatif 2 17,9% dan alternatif 4 15,6% dengan total inconsisitas 0,04 dan perhitungan geometrik gabungan dikatakan cukup konsisten.

Dengan demikian, berdasarkan hasil AHP tersebut diatas, maka akan direncanakan pembangun instalasi pengolahan air limbah domestik pada segmen 1 sempadan Sungai Pepe Kota Surakarta dengan teknologi *horizontal subsurface constructed wetland* yang di bagi-bagi pada setiap jalur pelayanan dan di letakan pada sempadan sungai.

C. Penyaluran Air Buangan

Dari hasil perhitungan berdasarkan buku penyaluran air buangan vol II oleh Masduki Hardjosuprpto (200) serta Otis dan Mara (1985) maka di dapatkan panjang penyaluran 3,1 km dengan

kecepatan (V_{real}) 0,8-1,5 m/s , slope bervariasi 0,5-2% dan bangunan pelengkap yang terdiri dari manhole awal (clean out) : 20 buah, manhole lurus : 9 buah, manhole belokan: 9 buah, manhole TEE: 11 buah dan drop manhole : 7 buah.

D. Instalasi Pengolah Air Limbah

Perhitungan IPAL mengacu pada Crites dan Tchobanoglous (1984) dan khusus untuk treatment utama *Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland* (HSSFCW) mengacu pada Reed (1995). Hasil perhitungan masing-masing unit Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) terlihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan IPAL

Kelurahan Manahan					
unit 1		unit 2		unit 3	
Sedimentasi		Sedimentasi		Sedimentasi	
P	2 m	P	2,0 m	P	3 m
L	1,3 m	L	1,7 m	L	2 m
T	2 m	T	2 m	T	2,5 m
Wetland (2 Cell)		Wetland (2 Cell)		Wetland (2 Cell)	
P	22,8 m	P	30 m	P	20,9 m
L	3,2 m	L	3,2 m	L	3,8 m
T	0,8 m	T	0,8 m	T	0,8 m
Pengumpul (2 buah)		Pengumpul (2 buah)		Pengumpul (2 buah)	
P	1,5 m	P	1,4 m	P	2,1 m
L	1,1 m	L	1,25 m	L	1,8 m
T	2 m	T	2,5 m	T	2,5 m
Kelurahan Gilingan					
Sedimentasi		Sedimentasi		Sedimentasi	
P	2,0 m	P	2,0 m	P	2,5 m
L	1,6 m	L	1 m	L	1,8 m
T	2 m	T	1 m	T	2 m
Wetland		Wetland		Wetland (2 Cell)	
P	48,2 m	P	17,4 m	P	29,7 m
L	3,8 m	L	3,2 m	L	3,8 m

T	0,8 m	T	0,8 m	T	0,8 m
Pengumpul		Pengumpul		Pengumpul (2 Cell)	
P	2,2 m	P	1,2 m	P	1,6 m
L	1,5 m	L	1,0 m	L	1,4 m
T	2,5 m	T	2,0 m	T	2,5 m

Tanaman yang digunakan *Horizontal Subsurface Constructed Wetland* (HSSFCW) adalah *Canna sp.* yang juga tumbuh pada area perencanaan (belakang Terminal Tirtonadi).



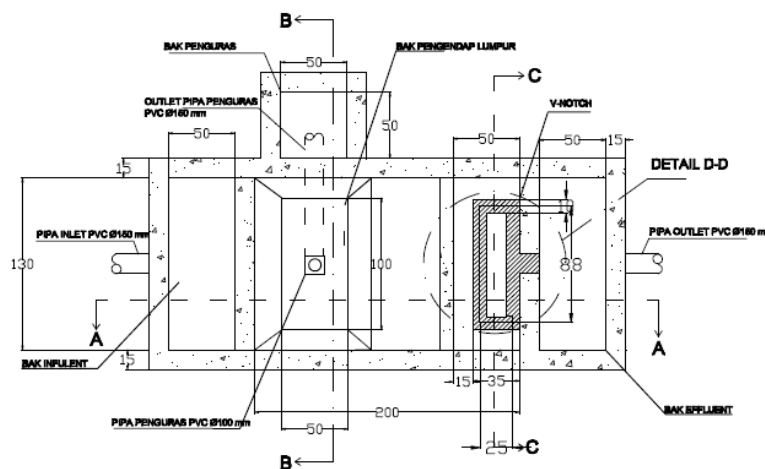
Gambar 1. *Canna Bengal Tiger*

Sumber : White et. al, 2011

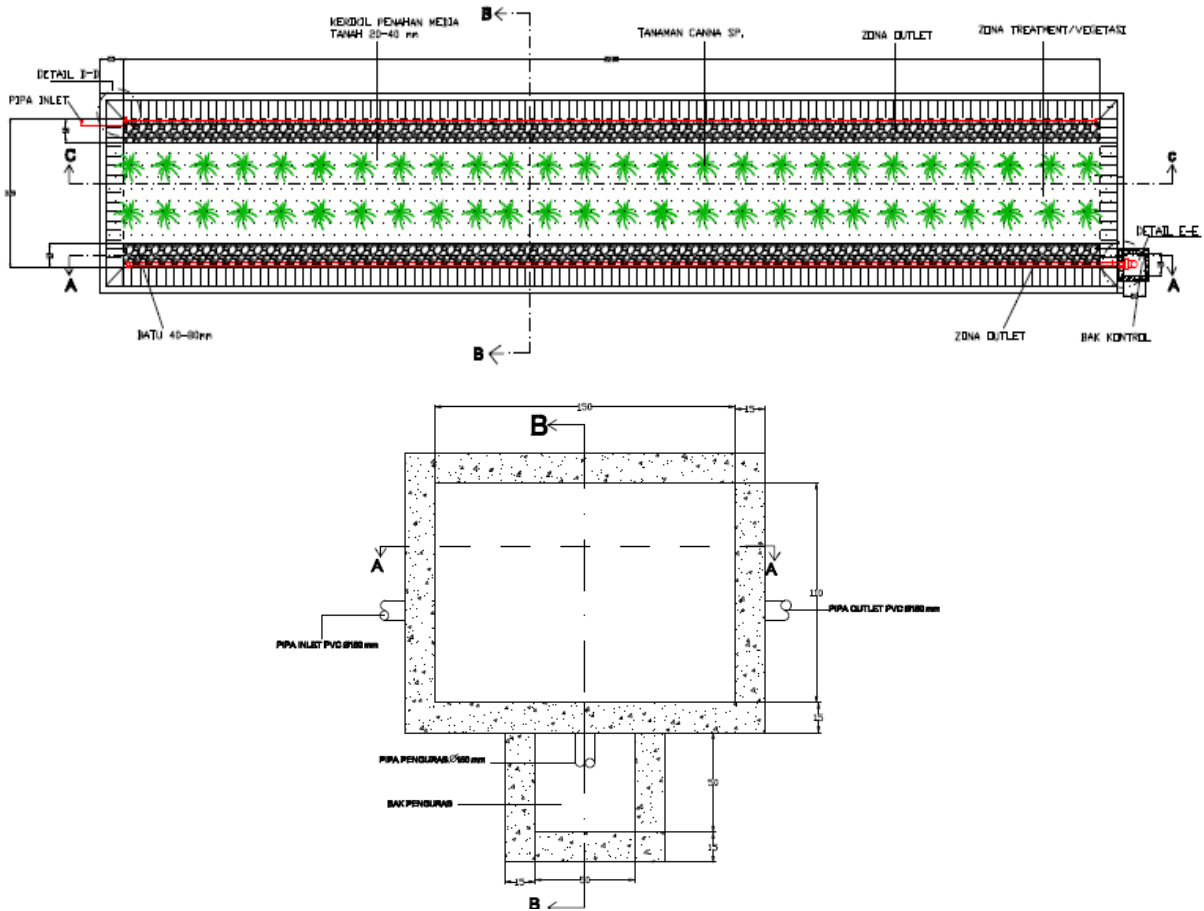
Dalam taksonomi tumbuhan, tanaman *Canna sp.* diklasifikasikan (Rukmana, 1997 dalam Ariani, 2009) sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
- Divisi : *Spermatophyta*
- Sub-divisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Monocotyledonae*

Famili : *Cannaceae*
 Spesies : *Canna Bengal Tiger* atau nama lainnya *Cana Indica*
 Menurut Wati (2016) berdasarkan studinya efisiensi penyisihan polutan limbah domestik yang berasal dari Foodcourt Baseball Unesa dengan HRF di dapatkan penurunan TSS sebesar 83,33%, COD 87,64 %, BOD 97,54%, minyak dan lemak 90,48%, nitrogen 97,54% dan phospat 97,59%. Sementara itu menurut Dhokhikah (2006) efisiensi tanaman *Canna sp.* Dengan waktu tinggal satu hari dengan sumber air limbah detergen didapatkan penurunan MBAS sebesar 64%. Hasil dari *Detail Engineering Design* (DED) dapat terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Denah Bak Pengendap



Gambar 4. Denah Bak Pengumpul

V. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil uji 5 parameter kualitas air limbah domestik yang masuk ke segmen 1 Sungai Pepe, untuk parameter BOD, TSS dan COD telah melebihi baku mutu Perda Jateng no. 5 Tahun 2012.
2. Rencana sistem penyaluran air buangan yang digunakan adalah sistem. Sistem *off-site* dengan sistem riol ukuran kecil atau *small bore sewer* dengan panjang 3,1 km.
3. Berdasarkan analisa pemilihan Instalasi Pengolahan Air Limbah

IPAL menggunakan sistem AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan *software Expert Choice 11* memberikan hasil IPAL terpilih alternatif 3 dengan unit bak pengendap, *Horizontal Subsurface Constructed Wetland* (HSSFCW) dan bak pengumpul dengan bobot 0,461 atau 46,1% dengan total inconsisitas 0,04.

4. Total biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem penyaluran dan pengolahan air buangan di daerah Segmen 1 Sungai Pepe adalah sebesar Rp. 4.228.546.220,16.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dian Muslikha. 2009. *Perencanaan Subsurface Flow Constructed Wetland dalam Pengolahan Effluent Septic Tank Pada Daerah Air Tanah Dangkal (Studi Kasus : Perumahan Istana Bestari Kota Pasuruan)*. Jurnal Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya diunduh dari <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10744-Paper.pdf> pada 17 Juli 2016
- Crites, Ronald W & Tchobagnolous, George. 1984. *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. McGraw-Hill.
- Ditjen Ciptan Karya, 2000. *Petunjuk Teknis Bidang Air Bersih*. Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Dhokhikah, Yeny. 2006. *Penurunan Deterjen dalam Air Bekas Domestik Dengan Memanfaatkan Subsurface Constructed Wetland*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologo III Program Studi MMT-ITS, Surabaya 4 Pebruari 2006.
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki (MODUTO). 2000. *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II*. ITB. Bandung.
- Mulyono, Sri. 2002. *Riset Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbita Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Otis, Richard J., and D. Duncan Mara. 1985. *The Design of Small Bore Sewer System. Technical Advisory Group Technical Note 14 (TAG TN14)*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah
- Reed S.C., Crites R. and Middlebrooks E.J. (1995). *Natural Systems for Waste Management and Treatment 2nd Edition*. McGraw-Hill, New York, United States.
- Said, Nusa Idaman. 1999. *Alat Pengolah Air Limbah Rumah Tangga Semi Komunal Kombinasi Biofilter Anaerob dan Aerob*. Jakarta. BPPT-Press
- Sasse, Ludwig, 1998. *DEWATS Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA). Bremen, Jerman.
- Studi Restorasi Kali Pepe. 2015. *Konsep Laporan Akhir Studi Restorasi Kali Pepe Tahun Anggaran 2015* No. Kontrak : HK0203-BS.02/2015-15 oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Peumahan Rakyat, Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo dan PT. Mettana Engineering Consultant.
- Surakarta Dalam Angka 2011. Diunduh dari www.bps.go.id pada 5 Mei 2016
- Wati, Fajar Nur Irma. 2011. *Constructed Wetland Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Air di UNNESA*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol. 1 No.1/RAKEKAR/2016
- White, Sarah et.al. 2011. *Constructes Wetlanss: A How to Guide for Nurseries*. Environmental Resource Managemen Research Group Floricultur and Nursery Research Initiative United States Departemen of Agrifulture-Agricultural Research Service Horticulture Research Institute SCA#58-6618-7-216.