



PERENCANAAN PENGEMBANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) UNIT CENDANA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) KOTA SAMARINDA

Fahrizal Adnan^{1*}, Citra Anggita², Muhammad Busyairi¹

1. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119
 2. Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119
- Korespondensi Penulis: fahrizaladnan@ft.unmul.ac.id

Abstrak

IPA Unit cendana merupakan salah satu unit pengolahan air yang dimiliki oleh PDAM Kota Samarinda. Wilayah pelayanan IPA Unit Cendana ini ialah Kecamatan Samarinda Utara, Kecamatan Pinang Dalam, Kecamatan Samarinda Ulu, dan Kecamatan Samarinda Kota. Data eksisting menyebutkan bahwa kapasitas debit terpasang sebesar 537,37 liter/detik atau 46.428.768 liter/hari, sedangkan dari hasil perhitungan didapatkan estimasi kebutuhan air bersih sebesar 49.472.850 liter/hari. Sehingga, unit produksi yang ada tidak cukup untuk mensuplai kebutuhan debit air yang diperlukan. Oleh karena itu, perlunya pengembangan kapasitas debit produksi dengan menambah kapasitas terpasang menjadi 1.821,89 liter/detik yang ditujukan untuk meningkatkan pelayanan air bersih dari tahun 2011 hingga tahun 2020.

Kata Kunci: Instalasi Pengolahan Air, Samarinda

1. Pendahuluan

Berdasarkan data awal yang bersumber dari PDAM Kota Samarinda disebutkan bahwa IPA Unit Cendana memiliki kapasitas produksi dengan debit sebesar 537,37 L/detik, dimana kapasitas debit sebesar 600 L/detik. Sehingga selisih yang dimiliki sebesar 62,63 L/detik, hal ini disebabkan karena beberapa faktor seperti, faktor kehilangan air yang terjadi saat proses pengolahan air dilakukan, faktor tidak akuratnya alat perhitungan debit atau tidak akuratnya petugas dalam membaca alat perhitungan debit, dan dikarenakan faktor dimensi yang tidak mampu untuk dapat menghasilkan air bersih sesuai dengan perencanaan setelah pengembangan (setiap bak sebesar 300 L/detik) karena kemampuan dimensi bak sudah lebih dari perencanaan awal yaitu 160 L/detik, sehingga ketika dipaksakan terjadi penurunan kualitas air.

IPA Unit Cendana memiliki kapasitas debit produksi air sebesar 537,37 L/detik untuk memenuhi kebutuhan air pada wilayah Samarinda Ulu dan Samarinda Utara, dimana jika dikalkulasikan menjadi kapasitas debit produksi satu hari menjadi 46.428.768 L/hari. Kapasitas tersebut jika dikaitkan dengan

pemenuhan air untuk wilayah Samarinda Ulu dan Utara yang memiliki jumlah penduduk berdasarkan data Badan Pusat Statistik 2010 yaitu 357.225 orang, dimana setiap orang memerlukan air sekitar 150 L/hari, maka kebutuhan air di daerah tersebut setiap harinya sebanyak 49.472.850 L/hari, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi kekurangan kapasitas debit air untuk memenuhi kebutuhan penduduk Samarinda Ulu dan Samarinda Utara, hal ini juga berpotensi terjadi kekurangan kapasitas debit yang lebih besar karena peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya.

Air merupakan unsur yang mempunyai peran utama dalam kehidupan di bumi ini. Air dikenal sebagai sumber daya yang terbarukan, namun dari segi kualitas maupun kuantitas membutuhkan upaya dan waktu untuk dapat berlangsung baik. Kriteria dan standar kualitas air didasarkan atas beberapa hal antara lain keberadaan logam dan logam berat, anorganik, tingkat toksisitas dan teremisinya pencemar ke lingkungan. Air adalah pelarut yang baik, oleh sebab itu di dalamnya paling tidak terlarut sejumlah kecil zat-zat anorganik dan organik. Dengan kata lain, tidak ada air yang benar-benar murni dan hal ini menyebabkan dalam setiap analisis air



ditemukan zat-zat terlarut. Air adalah salah satu dari materi yang dibutuhkan untuk menjaga kelangsungan hidup makhluk hidup dan juga menjadi salah satu sumber penyebab dari penyakit yang menyerang manusia. Hal utama yang perlu diperhatikan dalam mengolah air yang akan dikonsumsi adalah menyediakan air yang aman dikonsumsi dari segi kesehatan. Sumber air, baik air permukaan maupun air tanah, akan terus mengalami peningkatan kontaminasi pencemar disebabkan meningkatnya aktivitas pertanian dan industri. Air hasil produksi yang diharapkan konsumen adalah air yang bebas dari warna, kekeruhan, rasa, bau, nitrat, ion logam berbahaya dan berbagai macam senyawa kimia organik seperti pestisida dan senyawa terhalogenasi. Permasalahan kesehatan yang berkaitan dengan kontaminan tersebut diatas meliputi kangker, gangguan pada bayi yang lahir, kerusakan jaringan saraf pusat, dan penyakit jantung.

Ada tiga hal fundamental yang menjadi persyaratan dari air minum yaitu, aspek kualitas, aspek kuantitas dan aspek kontinuitas.

Pengolahan menurut C.Totok Sutrisno (2004) adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting artinya bagi air minum, karena dengan adanya pengolahan ini, maka akan didapatkan suatu air minum yang memenuhi standar air minum yang telah ditentukan. Dalam proses pengolahan air ini pada lazimnya dikenal dengan dua cara, yakni :

- i. Pengolahan Lengkap atau *Complete Treatment Process*, yaitu air akan mengalami pengolahan lengkap, baik fisika, kimiawi dan bakteriologik. Pada pengolahan cara ini biasanya dilakukan terhadap air sungai yang kotor atau keruh. Pengolahan lengkap dibagi dalam tingkat pengolahan yaitu :
 - a. Pengolahan fisik, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan Lumpur dan pasir serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diolah.
 - b. Pengolahan kimia, yaitu suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk

membantu proses pengolahan selanjutnya.

- c. Pengolahan bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh bakteri-bakteri yang terkandung dalam air minum yakni dengan cara membubuhkan desinfektan.
- ii. Pengolahan Sebagian atau *Partial Treatment Process*, misalnya diadakan pengolahan kimiawi dan/atau pengolahan bakteriologik saja. Pengolahan ini lazimnya dilakukan untuk mata air yang bersih atau air dari sumur yang dangkal atau dalam.

Adapun alat - alat di dalam pengolahan air minum diantaranya :

- i. Intake merupakan bangunan yang berfungsi untuk menyerap air baku yang selanjutnya akan diolah dalam instalasi pengolahan air selanjutnya. Biasanya menggunakan pompa dengan kapasitas tertentu dan bekerja dengan mekanisme pengaturan jam kerja operasi.

Apabila intake pengolahan air minum tersebut berasal dari air permukaan (sungai), maka harus memperhatikan beberapa hal dalam desainnya, yaitu :

- Fluktuasi muka air sungai maksimum / minimum untuk patokan sistem perpipaan pengambilannya agar tidak terlalu banyak lumpur yang masuk ke bangunan sadap
- Sistem pengurusan lumpur yang masuk ke bangunan sadap
- Sistem pengamanan terhadap benda-benda terapung yang mengalir deras
- Lokasi bangunan sadap terhadap alur sungai, yaitu apakah berada pada arus yang lurus yang lurus atau yang berbelok.

- ii. Bak Equalisasi, berfungsi untuk menampung air sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Bak Equalisasi ini dimaksudkan untuk menangkap benda kasar yang mudah mengendap yang terkandung dalam air baku, seperti pasir atau dapat juga disebut partikel diskret. Penggunaan unit Equalisasi selalu ditempatkan pada awal proses pengolahan air, sehingga dapat dicapai penurunan kekeruhan. Equalisasi merupakan bak pengendapan material pasir dan lain-lain



yang tidak tersaring pada *screen*, serta merupakan pengolahan fisik yang kedua.

- iii. Bak Koagulasi-Flokulasi, bak ini air yang mengandung bahan pencemar akan dilakukan pengadukan cepat dan pengadukan lambat, agar terbentuk flok-flok untuk memudahkan dalam pengolahan selanjutnya. Untuk dapat membentuk flok - flok tersebut, pada bak ini ditambahkan koagulan untuk mengikat partikel-partikel kecil yang mungkin terbawa oleh air. Selain itu juga pada bak ini ditambahkan larutan kapur untuk menaikkan pH air. Molekul bahan - bahan koagulan berkumpul membentuk gumpalan-gumpalan besar menyerupai bintang dan bersifat seperti *sponge*. Selama proses flokulasi, partikel - partikel koloid dalam air akan menempel pada *sponge* tersebut sehingga membentuk gumpalan (Metcalf and Eddy, 1997).
- iv. Bak Sedimentasi, dimana proses fisik memisahkan antara padat cair dengan cara gravitasi (Tjokrokusumo, 1995). Bak sedimentasi berfungsi mengendapkan flok dari pengandung lambat yang ukuran, bentuk, dan beratnya berubah selama pengendapan. Klasifikasi tergantung pada sifat pengendapan partikel dan sifat flokulasi pada fluida.

Efisiensi pengendapan menentukan pembebanan ke filter, periode pencucian filter dan kualitas *effluent* filter. Sedangkan pemisahan flok tergantung pada kedalaman bak dan kecepatan aliran permukaan.

- v. Proses filtrasi merupakan suatu proses pengolahan dengan cara mengalirkan air melewati suatu media filter yang tersusun dari bahan butiran dengan diameter dan teba tertentu. Dalam proses penanganan pengolahan, proses filtrasi merupakan bagian dari pengolahan ketiga (*tertiary treatment*). Dikenal berbagai macam filter yaitu, saringan pasir cepat, saringan pasir lambat, saringan pasir bertekan.

2. Metodologi Penelitian

- i. Waktu dan Lokasi Penelitian
Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada pada bulan Mei - Juni tahun 2011, lokasi penelitian dilaksanakan di IPA

Unit Cendana, PDAM Kota Samarinda yang melayani Kecamatan Samarinda Utara, Kecamatan Pinang Dalam, Kecamatan Samarinda Kota dan Kecamatan Samarinda Ulu.

- ii. Teknik Pengumpulan Data
Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam mencari dan mengumpulkan data menggunakan beberapa metode. Data primer yang meliputi pengamatan terhadap kondisi eksisting di wilayah layanan. Kondisi eksisting tersebut juga meliputi kondisi Instalasi Pengolahan Air (IPA). Data Sekunder merupakan data yang didapat berdasarkan dokumen-dokumen atau data-data yang telah tersedia di instansi-instansi yang berkaitan serta studi literatur yang berkaitan dengan pengembangan sistem penyediaan air bersih.

- iii. Rancangan Penelitian

Tahapan penelitian ini disusun dalam rancangan seperti berikut:

- a. Tahap persiapan
Merupakan tahap untuk mengidentifikasi permasalahan pada IPA Unit Cendana yang menjadi topik penelitian. Mendapatkan fokus masalah yang diawali dengan studi pendahuluan (observasi awal) dan studi pustaka berkaitan dengan penyediaan air minum. Menemukan fakta-fakta di lapangan yang perlu mendapat pemecahan masalah. Menentukan rumusan dan batasan masalah dan mengarahkan penelitian pada tujuan-tujuan tertentu. Diharapkan setelah tahap ini, dapat dihasilkan hipotesis awal yang menjadi landasan penelitian.

- b. Tahap Pengumpulan Data
Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk menjawab tujuan penelitian. Data-data tersebut terdiri dari, data kependudukan sebagai bahan untuk mendapatkan proyeksi jumlah penduduk yang akan dilayani produksi air bersih, data IPA Unit Cendana sebagai bahan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh terkait kondisi IPA Unit Cendana, dan studi literatur terkait



bagaimana cara untuk dapat membuat perencanaan instalasi pengolahan air.

- c. Tahap Analisis dan Pembahasan
Terdiri dari, menentukan estimasi debit produksi yang dibutuhkan dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020, memilih kriteria desain dan rumus perhitungan masing-masing alat pengolahan, menghitung dimensi alat, perhitungan Rencana Anggaran Biaya
- d. Tahap akhir
Tahapan terakhir adalah menyajikan hasil rancangan dan jawaban lainnya terhadap tujuan penelitian dalam format yang telah diperbaiki, serta saran-saran untuk pengembangan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan kapasitas debit IPA Unit Cendana, direncanakan untuk meningkatkan kapasitas dua unit pengolahan yang dimiliki IPA Unit Cendana secara bertahap. Tahap pertama berupa perbaikan IPA 1 dan di tahap selanjutnya dilakukan perbaikan IPA 2. Kapasitas debit yang direncanakan untuk kedua IPA sama besar dan jika diakumulasikan dapat memenuhi kebutuhan air yang harus dipenuhi IPA Unit Cendana. Adapun dilakukan perbaikan unit pengolahan satu persatu agar pelayanan kepada konsumen tetap terus berjalan walaupun dengan debit yang berkurang.

Besarnya debit berbanding lurus dengan besarnya jumlah penduduk pada kawasan yang akan dilayani oleh IPA tersebut. Seluruh IPA yang dimiliki PDAM Tirta Kencana mengambil air baku dari air permukaan, misalnya Sungai Mahakam, Sungai Karang Mumus dan Waduk. Untuk IPA Unit Cendana yang memiliki kemampuan kapasitas 600 L/ detik, saat ini rata-rata produksi sebesar 537,37 L/ detik, hal ini disebabkan karena :

- i. Faktor kehilangan air yang terjadi saat proses pengolahan air dilakukan.
- ii. Faktor tidak akuratnya alat perhitungan debit atau tidak akuratnya petugas dalam membaca alat perhitungan debit.
- iii. Faktor dimensi yang tidak mampu untuk dapat menghasilkan air bersih

sesuai dengan perencanaan setelah pengembangan (setiap bak sebesar 300 L/ detik) karena kemampuan dimensi bak sudah lebih dari perencanaan awal yaitu 160 L/ detik, sehingga ketika dipaksakan terjadi penurunan kualitas air.

IPA Unit Cendana memiliki hasil produksi yang masih tidak sesuai kualitas baku mutu. Kekeruhan yang memiliki standar baku mutu 5 FTU tetapi hasil olahan memiliki nilai kekeruhan 5,50 FTU. Parameter logam berat seperti Mangan dan Aluminium juga memiliki nilai tidak sesuai baku mutu. Hal-hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu

- i. Kekeruhan dan warna dapat disebabkan penggunaan dosis koagulan yang tidak tepat yang menyebabkan flok tidak terpisah secara sempurna.
- ii. Parameter logam berat yang tidak sesuai baku mutu dapat disebabkan penggunaan koagulan tawas (Al_2SO_4) yang merupakan koagulan yang memiliki substansi logam berat.
- iii. Parameter baku mutu yang tidak terpenuhi juga dapat disebabkan karena dimensi bangunan yang tidak lagi mampu untuk mengolah sejumlah debit yang diperlukan.
- iv. Adapun faktor lain seperti filter yang jenuh, faktor SOP yang tidak lagi sesuai dengan kebutuhan ataupun faktor lainnya.

Pengambilan air baku dilakukan dengan sistem pompanisasi dengan menggunakan lima unit pompa intake dengan kapasitas pompa sebesar 160 L/ detik sebanyak 4 unit dan satu unit dengan kapasitas sebesar 80 L/ detik. Jenis pipa transmisi pada IPA 1 adalah GIP (*Galvanis Iron Pipe*) dengan diameter 14 inch dan GRP (*Galvanis Reducer Pipe*) dengan diameter 16 inch. Panjang pipa transmisi masing-masing sebesar 1404 m². Untuk sistem pengoperasiannya, pompa transmisi air baku ini tidak dijalankan semua namun hanya dua pompa sedangkan dua pompa sebagai cadangan untuk perawatan.

Dengan menggunakan Metode Geometri, maka proyeksi penduduk untuk Kecamatan Samarinda Utara, Kecamatan Sungai Pinang, Kecamatan Samarinda Ulu, dan Kecamatan Samarinda Kota adalah sebagai berikut :



Tabel 1 Hasil Proyeksi Penduduk dengan menggunakan Metode Geometri

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk tahun 2020
1	Samarinda Utara, Sungai Pinang	320.942
2	Samarinda Ulu, Samarinda Kota	156.448
	Total	477.390

Sumber : Hasil pengolahan data, 2011

Hasil Perhitungan proyeksi air bersih ini menjadi landasan untuk dapat menghitung dimensi instalasi yang akan direncanakan agar dapat memenuhi kebutuhan air di empat kecamatan.

Tabel 2 Hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih Kecamatan Samarinda Utara, Kecamatan Sungai Pinang, Kecamatan Samarinda Kota, dan Kecamatan Samarinda Ulu.

No	Keterangan	Satuan	Proyeksi 2020
1	Jumlah penduduk	Jiwa	477.390
2	Konsumsi air	Jiwa/liter/hari	170
3	Perhitungan kebutuhan air		
	a. kebutuhan domestik	L/ detik	939,31
	b.kebutuhan non domestik	L/ detik	281,93
	c. kebutuhan produksi	L/ detik	59,83
	d. Kebutuhan total	L/ detik	1.281,07
	e. Kehilangan air	L/ detik	256,21
	f.Penanggulangan Kebakaran	L/ detik	46,97
	Total kebutuhan air	L/ detik	1.584,25
4	Kebutuhan air hari maksimal	L/ detik	1821,89
5.	Kebutuhan air jam puncak	L/ detik	3.643,78
6.	Kapasitas dimanfaatkan	L/ detik	1821,89

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2011

Berdasarkan perhitungan, maka dapat dilihat bahwa kebutuhan air bersih untuk Kecamatan Samarinda Utara, Kecamatan Sungai Pinang, Kecamatan Samarinda Kota, dan Kecamatan Samarinda Ulu pada tahun 2020 adalah sebesar 1.821,89 L/ detik. Sedangkan berdasarkan data eksiting IPA Unit Cendana ditemukan bahwa kapasitas pengolahan air selama ini hanya sebesar 537,37 L/ detik

walaupun sebenarnya memiliki kapasitas 600 L/ detik, dengan rincian IPA 1 memiliki kapasitas sebesar 300 l L/ detik dan IPA 2 memiliki kapasitas sebesar 300 L/ detik. Dengan demikian maka terjadi kekurangan kapasitas debit produksi sebesar 1.221,89 L/ detik (jika dibandingkan dengan data kapasitas produksi 600 L/ detik).

Oleh karena itu maka pengembangan kapasitas produksi menjadi penting untuk dikerjakan. Berdasarkan hasil observasi dan penelitian di IPA Unit Cendana, maka penelitian ini diarahkan untuk dapat memenuhi kapasitas produksi untuk kebutuhan air bersih pada tahun 2020. Oleh karena itu rancangan akan dibuat bertahap yaitu :

1. Tahap 1 berupa pengembangan kapasitas debit sebesar 950 L/ detik.
2. Tahap 2 berupa pengembangan kapasitas debit sebesar 950 L/ detik.

Maka pada penelitian ini diarahkan untuk memenuhi kapasitas debit sebesar 950 L/ detik, dengan harapan jika debit kedua IPA diakumulasikan maka akan dapat memenuhi kebutuhan air pada tahun 2020.

Untuk setiap unit instalasi yang akan dirancang dimensinya yaitu Bak Koagulasi, Bak Flokulasi, Bak Sedimentasi dan Bak Filtrasi. Adapun keempat bak ini yang perlu dilakukan perancangan dimensi karena keempat bak inilah yang mempengaruhi secara dominan kuantitas dan kualitas air yang akan dihasilkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan hasil dari analisis yang telah dikemukakan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Untuk memenuhi kebutuhan air pada tahun 2020, IPA Unit Cendana akan ditingkatkan kapasitas debitnya dari kapasitas debit sebesar 537,37 L/ detik menjadi 1.821,89 L/ detik.
- b. Untuk memenuhi debit sebesar 1.821,89 L/ detik pada tahun 2020 maka alat-alat pengolahan yang diperlukan adalah
 - Prasedimentasi, dengan dimensi panjang 53,5 m, lebar 10,7 m, dan kedalaman 9 m.
 - Koagulasi, bak berbentuk *rectangular*, metoda pengadukan



hidrolis. Dimensi lebar bak 3 m, panjang bak 3 m dan tinggi 8 m.

- Flokulasi, bak berbentuk *rectangular*, metode pengadukan hidrolis (*baffle chanel vertikal*). Dimensi bak, panjang 12 m, lebar 9 m, dan tinggi 12 m.
 - Sedimentasi. Berbentuk persegi panjang dengan aliran horizontal. Dimensi zona pengendapan panjang 12,9 m, lebar 8,7 m, kedalaman 5 m.
 - Filtrasi, berbentuk persegi panjang. Dimensi bak dengan lebar 9 m dan panjang 4 m.
- c. Rancangan anggaran biaya yang diperlukan untuk dapat memenuhi kebutuhan perencanaan IPA Unit Cendana adalah sebesar Rp. 1.023.671.255,41.

Referensi

- Badan Pusat Statistik Kota Samarinda. 2010. *Hasil Sensus Penduduk*. BPS Kota Samarinda, Samarinda
- Departemen PU. 2007. *Buku Panduan Pengembangan Air Minum*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Enger, Eldon D., dan Smith. 2000. *Environmental Science – A Study of Interrelationships*. 7th ed., McGraw Hill
- Fair, G.M, Geyer, J.C, and Okun, D.A. 1968, *Water and Wastewater Engineering*. John Wiley & sons Inc, New York, London, Sydney
- Huisman. L. 1986. *Sedimentation and Flotation, Institute for Infrastructural Hydraulic and Environment Engineering*, Neatherlands.
- Joko, T. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum Edisi Pertama*. Graha Ilmu. Jakarta
- Kodoatie, Robert J, dan Roestam Sjarief. 2010. *Tata Ruang Air*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Masduqi, A, & Slamet, A. 2002. *Buku Ajar Satuan Operasi*. Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Surabaya
- Matthews, Rupert. 2005. *Planet Bumi*. Jakarta: Erlangga.
- Montgomery. 2002. *Technical Services for Water Supply Master plan and Improved Management of Water Supply through Public- Private Partnership In greater Semarang*. Kerjasama dengan Bappeda Prov. Jateng.
- Met Calf and Eddy Inc. 1979. *Wastewater Engineering : Treatment Disposal Reuse*, McGraw-hill book Comp., New York.
- Nurhasanah, Atang, S., Murdiyati, Hidayat, S., & Damayanti, A, R. 2002. *Revisi SNI 19- 6774-2002*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum
- Parker, Steve, 2007. *Tata Surya – Just the Facts*. Erlangga for Kids, Penerbit Erlangga.
- Perusahaan Daerah Air Minum Kota Samarinda. 2009. *Profil Bidang Teknik*. PDAM Kota Samarinda. Samarinda
- Reynolds, T. D. 1982. *Unit Operations And Processes In Environmental Engineering*. Texas A & M Univercity. Brooks/Cole Engineering Division. Monterey.
- Saraswati, 1996, *Unit Proses Limbah Domestik*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*, Cetakan Ke 8. Alfabeta. Bandung
- Sutrisno, T., & Suciastuti, E. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih, Edisi Baru*. Rineka Cipta. Jakarta
- Tjokrokusumo, 1995, *Konsep Teknologi Bersih*, STTL Yogyakarta.
- Anonim. 2005. *Lampiran I Peraturan Pemerintah RI No. 16 Tahun 2005, Pedoman Penyusunan Rencana Induk Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta
- Anonim. 2005. *Peraturan Pemerintah RI No. 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta
- Anonim. 2007. *Peraturam Menteri PU Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta