

# **Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih Pada Perusahaan Daerah Air Minum Samarinda Seberang**

**Viva Oktaviani<sup>1</sup>, Heri Purnomo<sup>2</sup>**

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email : viva.oktaviani45@yahoo.co.id<sup>1</sup> heri.purnomo98@yahoo.com

## **ABSTRACT**

In the year 2008 Kalimantan East government intend to perform a activity of Athletic Week of National (PON) to XVII to be carried out in Samarinda Town precisely in Sub – District region Digress Sand – District of Palaran, where in PON XVII execution later will very is requiring of clean water supply for the requirement in and stadium housing of athlete. So also with District of Samarinda Defect which later will become region expanding as according to regional planology growth direction of Samarinda Town where clean water supply very needed to fulfill requirement of the regional resident. With reason of above hence this writing utilize to check possibility assess less and its added value pass a Planning Installation Design Processing of Clean Water by exploiting equal to – level of natural resources and potency in area, so that will reach by a designing to wake up installation processing of technological clean water modestly but precisely utilize, cheaper by exploiting most natural potency in local area, easy to operating him, efficient and suited for condition in area. With rule which relate at SK SNI 03-6774-2007 and PERPAMSI hence writer expect to get result of basin room dimension process processing and can explain process processing of every basin.

---

Keywords : Processing of System Gravitation

## ABSTRACT

Pada tahun 2008 Pemerintah Kalimantan Timur bermaksud akan mengadakan kegiatan Pekan Olahraga Nasional ke XVII yang akan diselenggarakan di Kota Samarinda tepatnya di wilayah Kelurahan Simpang Pasir Kecamatan Palaran, dimana dalam pelaksanaan PON XVII nantinya akan sangat membutuhkan pasokan air bersih untuk kebutuhan di stadion dan di perumahan atlet. Begitu pula dengan Kecamatan Samarinda Seberang yang nantinya akan menjadi wilayah berkembang sesuai dengan arah perkembangan tata ruang wilayah Kota Samarinda dimana pasokan air bersih sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk di wilayah tersebut. Dengan alasan diatas maka penulisan ini dilakukan guna meneliti kemungkinan nilai kurang dan nilai tambahnya melalui suatu desain Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih dengan memanfaatkan sebesar-besarnya potensi dan sumber daya alam di daerah, sehingga akan tercapai suatu rancang bangun instalasi pengolahan air bersih yang berteknologi sederhana namun tepat guna, lebih murah dengan memanfaatkan sebagian besar potensi alam di daerah setempat, mudah mengoperasikannya, efisien dan cocok untuk kondisi di daerah. Dengan ketentuan yang mengacu pada SK SNI 03-6774-2007 dan PERPAMSI maka penulis mengharapkan mendapatkan hasil dimensi ruang bak proses pengolahan dan dapat menjelaskan proses pengolahan masing-masing bak.

---

kata kunci : Pengolahan Sistem Gravitasi

### I. PENDAHULUAN

Rancang bangun bagi suatu instansi pengolahan air bersih di Indonesia diluar pulau jawa yang dilaksanakan oleh Putra Daerah pada umumnya dapat dikatakan masih sangat langka, mengingat dengan masih sedikitnya jumlah instalasi pengolahan air bersih ini sudah dibangun bila dibanding dengan jumlah pembangunan konstruksi bangunan sipil lainnya. Hal ini terutama dikarenakan masih tingginya ketergantungan daerah terhadap skill dan teknologi serta material dari luar terutama untuk membangun suatu instalasi pengolahan air bersih yang memang membutuhkan suatu

pengetahuan dan pengalaman yang cukup dibidang ini.

Pada kondisi ekonomi nasional dengan tingkat inflasi yang sangat tinggi saat ini menyebabkan sulitnya pemerintah untuk membangun sarana-sarana bersih yang dapat mencukupi kebutuhan masyarakat akan penyediaan air bersih dan bahkan hampir semua Perusahaan Daerah Air Minum di seluruh Indonesia sudah mengalami tingkat kerugian operasional dan keuangan yang semakin memburuk.

Pada penelitian perencanaan ini diambil lokasi Samarinda Seberang yaitu yang

pada saat ini masih kekurangan kapasitas terpasang instalasi pengolahan untuk mengolah air bersih bagi mencukupi penyediaan air bersih kepada masyarakat Samarinda Seberang dan sekitarnya.

Pada hakekatnya pembangunan prasarana dan sarana air bersih bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat secara memadai dan berkesinambungan baik dalam hal kualitas maupun kuantitas, sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup masyarakat. Berkaitan dengan hal tersebut, maka penyediaan air bersih perlu mendapatkan prioritas utama dalam hal ketersediaan sumber air baku secara berkelanjutan.

Selain itu pemerintah pun bermaksud akan mengadakan kegiatan PON ke XVII pada tahun 2008 yang akan diselenggarakan di Kota Samarinda tepatnya di wilayah Kelurahan Simpang Pasir – Kecamatan Palaran, dimana dalam pelaksanaan PON XVII nantinya akan sangat membutuhkan pasokan air bersih untuk kebutuhan di Stadion dan di Perumahan atlet. Begitu pula dengan Kecamatan Palaran dan Kecamatan Samarinda Seberang yang nantinya akan menjadi wilayah yang berkembang sesuai dengan arah perkembangan tata ruang wilayah Kota Samarinda dimana pasokan air bersih sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk di wilayah tersebut.

Dengan alasan diatas maka penulisan ini dilakukan guna meneliti kemungkinan nilai

kurang dan nilai tambahnya melalui suatu desain Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih dengan memanfaatkan sebesar-besarnya potensi dan sumber daya alam didaerah dan melengkapi dengan teknologi dari luar, sehingga akan tercapai suatu rancang bangun instalasi pengolahan air bersih yang berteknologi sederhana namun tepat guna, lebih murah dengan memanfaatkan sebagian besar material didaerah setempat, mudah mengoperasikannya, efisien dan cocok untuk kondisi di daerah.

## **II. CARA PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Wilayah perencanaan akan menggambarkan tentang kondisi dimana dalam hal ini hanya meliputi 2 kecamatan yaitu Kecamatan Samarinda Seberang dan Kecamatan Palaran. Adapun gambaran tentang kondisi wilayah perencanaan sebagaimana dijelaskan pada sub bab berikut ini.

### **Letak Geografis dan Batas Administrasi Kota Samarinda**

Kota Samarinda sebagai pusat dari wilayah Propinsi Kalimantan Timur, secara geografis terletak pada koordinat 0°21'18" sampai dengan 01°09'16" Lintang Selatan dan 116°15'36" sampai dengan 117°24'16" Bujur Timur. Secara administrasi wilayah Kota Samarinda berbatasan langsung dengan daerah sekitarnya, yaitu sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kartanegara
- Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kartanegara
- Sebelah Barat : Berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kartanegara

- Sebelah Timur : Berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kartanegara

Luas keseluruhan wilayah Kota Samarinda ± 71.800 Ha, yang terdiri dari 6 kecamatan dan 42 kelurahan.

• **Gambaran Umum Wilayah Perencanaan (Kecamatan Samarinda Seberang dan Kecamatan Palaran)**

**Kecamatan Samarinda Seberang**

Kecamatan Samarinda Seberang yang terletak di bagian selatan pusat Kota Samarinda yang mempunyai luas wilayah sebesar ± 40,48 km<sup>2</sup> terdiri dari 5 kelurahan sebagaimana terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Nama dan luas masing-masing kelurahan (Kecamatan Samarinda Seberang)

No	Kelurahan	Luas (km <sup>2</sup> )
1	Loa Janan Ilir	13,91
2	Sungai Keledang	9,01
3	Baqa/Rapak Dalam	9,03
4	Mesjid	2,20
5	Harapan Baru	6,33
Total Luas Kecamatan Samarinda Seberang		40,48

(Samarinda dalam angka, 2004)

**Kecamatan Palaran**

Kecamatan Palaran yang juga terletak di bagian selatan pusat Kota Samarinda dan disebelah timur Kecamatan Samarinda

Seberang mempunyai luas wilayah sebesar ± 18,25 km<sup>2</sup> dan terdiri dari 5 kelurahan sebagaimana terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.2 Nama dan luas masing-masing kelurahan (Kecamatan Palaran)

No	Kelurahan	Luas (km <sup>2</sup> )
1	Handil Bhakti	4,61
2	Simpang Pasir	4,23
3	Rawa Makmur	1,03
4	Bukuan	2,94
5	Bantuas	5,44
Total Luas Kecamatan Palaran		18,25

(Samarinda dalam angka, 2004)

#### **Jadwal Penelitian**

- Pengumpulan data :  
Lama pengumpulan data dimulai pada bulan April 2007 sampai dengan Februari 2008.
- Analisis :  
Lama waktu mempelajari dan menganalisa data dimulai pada bulan Februari 2008 sampai dengan Mei 2008.
- Total :  
Total lamanya waktu dari pengumpulan sampai dengan analisa adalah 13 bulan

#### **Teknik Pengumpulan Data**

- Data sekunder :
  1. Peta situasi
  2. Gambar
- Data primer :
  1. Dokumentasi
  2. Wawancara
- Bagaimana diperoleh :  
Data-data diperoleh berdasarkan pengalaman selama penelitian.

### **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Proyeksi Kebutuhan Air Bersih**

Berdasarkan data study Feasibility Peningkatan Kapasitas PDAM Kota Samarinda (Kecamatan Samarinda Seberang dan Kecamatan Palaran), pemakaian air rata-rata Kota Samarinda untuk domestik sekitar 30 m<sup>3</sup>/pelanggan/bulan atau sekitar 167 liter/orang/hari dengan asumsi 1 pelanggan = 6 jiwa. Sedangkan khusus untuk Kecamatan Samarinda Seberang dan Kecamatan Palaran rata-rata pemakaian 174 liter/hari.

Proyeksi penduduk diperlukan untuk menghitung kebutuhan air bersih pada masa akan datang. Berdasarkan study Feasibility Peningkatan Kapasitas PDAM Kota Samarinda (Kecamatan Samarinda Seberang dan Kecamatan Palaran), pertumbuhan penduduk Kecamatan Samarinda Seberang 4% sedangkan Kecamatan Palaran 1,88%.

#### **Dimensi Unit Pengolahan Air Minum**

Dimensi dan kegunaan bangunan tersebut akan dijelaskan dibawah ini. Adapun

debit dari masing-masing unit pengolahan air minum terdiri dari :

1. Bangunan Pengendap Pertama (Pra Sedimentasi),  $Q = 440 \text{ l/det}$ .
2. Bangunan Pengaduk Cepat dan Koagulasi (Koagulasi),  $Q = 440 \text{ l/det}$ .
3. Bangunan Pembentuk Floc (Flokulator),  $Q = 220 \text{ l/det}$  didapat dari debit awal dibagi dua karena posisi bangunan pembentuk floc terletak disebelah kanan dan kiri bangunan pengaduk cepat juga pada ketinggian atau elevasi yang sama sehingga debit terbagi dengan sendirinya.
4. Bangunan Pengendap Kedua (Sedimentasi),  $Q = 220 \text{ l/det}$ .
5. Bangunan Filter/ Saringan,  $Q = 220 \text{ l/det}$ .
6. Bangunan Reservoir,  $Q = 220 \text{ l/det}$ .

Untuk lebih jelasnya mengenai debit masing-masing bangunan dapat dilihat pada lampiran gambar skema pengolahan air.

### **Bangunan Pengendap Pertama**

Pada bangunan pengendap pertama tidak diperlukan pembubuhan bahan kimia karena fungsi dari bangunan ini adalah sebagai berikut :

- Mengendapkan partikel-partikel padat dari air sungai dengan gaya gravitasi.
- Mengatur aliran air yang berasal dari sungai yang berupa aliran turbulen menjadi aliran laminar sehingga proses koagulasi menjadi lebih baik.

Adapun kriteria yang digunakan dalam pembuatan bangunan pengendap pertama adalah sebagai berikut :

$$\text{Debit pengolahan} = 200 \text{ l/det}$$

$$\text{Waktu detensi} = 30 \text{ menit}$$

$$Q \text{ air baku} = 440 \text{ l/det} = 0,44 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Volume} = 0,4 \times 30 \times 60$$

$$= 720 \text{ m}^3 \rightarrow \text{dibuat menjadi 2 unit,}$$

$$\text{volume} = \frac{720}{2}$$

$$= 360 \text{ m}^3$$

$$\text{Kedalaman diambil} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang} = 360 = \frac{120}{3} \text{ m}^3$$

$$\text{Panjang} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = \frac{120}{20} = 6 \text{ m}$$

### Bangunan Pembentuk Floc

Proses floktuasi atau bak pengaduk lambat menggunakan tipe “Helli Coidal” yang terdiri dari 2 unit dengan kapasitas optimal

tiap unit 220 liter/detik. Setiap unit berjumlah 6 bak. Adapun fungsi dari bangunan ini adalah sebagai berikut :

- Unit ini berfungsi untuk dapat membentuk partikel padat yang lebih besar supaya dapat diendapkan dari hasil reaksi partikel kecil dengan bahan atau zat koagulant yang kita bubuhkan.

Kriteria :

- Debit pengolahan (Q) = 220 l/det
- Waktu detensi = 2 menit
- Panjang sisi = a
- Luas hexacoidal =  $2,6 a^2$
- Diambil tinggi bak = 4,33 a

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas bak (C)} &= q \times Td \\ \text{Kapasitas bak 1 s/d 6} &= 220 \text{ l/det} \times 120 \text{ det} \\ &= 26.400 \text{ liter} \\ &= 26,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$C = a \times h$$

Dimana C = Kapasitas bak ( $\text{m}^3$ )

a = Luas permukaan bak ( $\text{m}^2$ )

h = Tinggi bak (m)

$$\begin{aligned} C &= 2,6a^2 \times 4,33 a \\ &= 11,258 a^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \left[ \frac{C}{11,258} \right]^{1/3} \\ &= \left[ \frac{26,4}{11,258} \right]^{1/3} \end{aligned}$$

$$= 1,33 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bak 1 s/d 6 (h)} = 4,33 \times 1,33 \text{ m}$$

$$= 5,76 \text{ m}$$

$$\text{Luas permukaan bak} = 2,6 \times 1,33^2$$

$$= 4,60 \text{ m}^2$$

### Bangunan Pengendap Kedua

Bangunan pengendap kedua bertujuan untuk mengendapkan partikel-partikel flock yang telah terbentuk dengan gaya gravitasi dengan begitu berat sendiri

flock akan turun dan terkumpul didasar bak. Semakin lama waktu (t) yang diperlukan, maka akan semakin baik proses penjernihannya, kriteria yang digunakan pada unit eksisting sebagai berikut :

- Debit pengolahan (Q) : 220 l/det = 0,22 m<sup>3</sup>/det
- Beban permukaan : (3,8 – 7,5) m<sup>3</sup>/jam
- Waktu pengendapan : 0,07 jam
- Sudut alur pengendapan : 60°
- Beban pelimpah : < 11 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jam
- Bilangan Renold (NRe) : < 2000
- Bilangan Fraude (NFr) : 60°
- Aliran : Vertikal

Perhitungan :

$$A = \frac{Q \cdot W}{S_0 (H \cdot \cos \alpha + W \cdot \cos^2 \alpha)}$$

Dimana :

- A = Luas permukaan bak (m<sup>2</sup>)
- Q = Debit setiap bak (m<sup>3</sup>/det)
- W = Jarak tegak lurus antar pelat bidang pengendap
- h = Tinggi tegak lurus antar pelat bidang pengendap
- So = Beban permukaan (cm/det)
- α = Sudut kemiringan bidang pengendap

Diketahui :

- Q = 0,110 m<sup>3</sup>/det
- W = 0,05 m
- h = 1,04 m
- So = 0,001 cm/det
- α = 60°

Debit pengolahan = 220 l/det

Jumlah bak pengendap = 2 bak

$$\text{Debit tiap bak} = \frac{220 \text{ l/det}}{2}$$

$$= 110 \text{ l/det}$$

Beban permukaan = 3,8 m/jam

$$= 0,001 \text{ cm/det}$$

Perhitungan :

$$A = \frac{0,11 \cdot 0,05}{0,001 \cdot (1,04 \cdot \cos 60 + 0,05 \cdot \cos^2 60)}$$
$$= 75 \text{ m}^2$$

Dengan menggunakan  $A = 75 \text{ m}^2$ , maka ukuran bak sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_h &= 10 \times V_s \\ &= 10 \times 0,0138 \text{ cm/det} \\ &= 0,138 \text{ cm/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= V_h \times t_d \\ &= 0,138 \text{ cm/det} \times 9000 \text{ det} \\ &= 1,242 \text{ cm} \\ &= 12,6 \text{ m (dibulatkan, termasuk untuk konstruksi rangka)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar} &= \frac{A}{\text{Panjang}} \\ &= \frac{75,00}{12,6} \\ &= 5,95 \text{ m} \end{aligned}$$

H dalam = 6 m, dari dasar sampai gutter atau saluran pengarah (sesuai ketentuan maksimal 03-6774-2007. Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air).

Kecepatan aliran dalam alur pengendap

$$V \text{ tube settler} = \frac{Q}{(A \cdot \sin \alpha)}$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas permukaan (m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Sudut kemiringan bidang pengendap

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{(A \cdot \sin \alpha)} \\ &= \frac{0,110}{(75 \cdot \sin 60^\circ)} \\ &= 0,0017 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Bilangan-bilangan hidrodinamis

- Jari-jari hidrolis = R = Luas penampang

Keliling basah

$$R = \frac{2,6a^2}{6a}$$

$$R = 0,43 a$$

$$R = 0,43 \cdot 2,92$$

$$R = 1,26 \text{ cm}$$

- Bilangan Reynold

$$Re = \frac{V \cdot R}{\nu}$$

Dimana :

Re = Bilangan Reynold

V = Kecepatan aliran

R = Jari-jari hidrolis

$\nu$  = Viskositas Kinematis pada

$$Re = \frac{0,0017 \cdot 1,26}{0,864}$$

$$= 0,0025 < 2000 \text{ (memenuhi)}$$

- Bilangan Freude

$$Fr = \frac{V^2}{g \cdot R}$$

Dimana :

Fr = Bilangan Freude

V = Kecepatan aliran

g = Gravitasi

R = Jari-jari hidrolis

$$Fr = \frac{0,017}{9,81 \cdot 1,26}$$

$$= 2,34 \times 10^{-5} > 10^{-5} \text{ (memenuhi)}$$

### Bangunan Filter / Saringan

Perhitungan :

Jumlah filter yang diperlukan untuk satu sisi :

$$N = 12 Q^{1/2}$$

Dimana :

N = Jumlah filter

Q = Debit (m<sup>3</sup>/det)

$$N = 12 \cdot 0,220^{1/2}$$

$$= 12,0,406$$

$$= 5,63 \sim 6 \text{ unit}$$

Jumlah filter yang dibutuhkan untuk menyaring air dengan debit 0,220 m<sup>3</sup>/det adalah 6 buah, dan untuk dapat mengolah

beban filter pada saat salah satu filter dicuci, maka jumlah filter tetap dibuat sebanyak 6 unit untuk satu sisi.

$$Q = 0,22 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$= 792 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Diambil : Kecepatan filtrasi V = 8,25 m/jam

Dibutuhkan luas filtrasi :

$$A_f \text{ total} = \frac{Q}{V}$$

$$= \frac{792}{8,25}$$

$$= 96 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah filter} &= 6 \text{ unit} \\
\text{Luas perfilter} &= \frac{A_f \text{ total}}{\sum \text{ filter}} \\
&= \frac{96}{6} \\
&= 16^2 \\
\text{Dimensi filter} & \\
\text{Panjang} &= 5 \text{ m} \\
\text{Lebar} &= 3,5 \text{ m}
\end{aligned}$$

#### **Bangunan Reservoir**

Diketahui :

$$\text{Debit (Q)} = 220 \text{ l/det}$$

Kriteria perencanaan

Besarnya Kapasitas Reservoir adalah (15 -20) % x debit rata-rata perhari

Persentase volume diambil = 15% x debit rata-rata perhari

$$\begin{aligned}
\text{Debit rata-rata perhari} &= 220 \text{ l/det} \times 60 \times 60 \times 24 \\
&= 19.008.000 \text{ liter} \\
&= 19.008 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume Reservoir} &= 15\% \times \text{Debit rata-rata perhari} \\
&= 15\% \times 19.008 \text{ m}^3 \\
&= 2.851,2 \text{ m}^3 \sim 3000 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Data ukuran sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{Luas permukaan reservoir} &= 675 \text{ m}^2 \\
\text{Panjang reservoir} &= 30 \text{ m} \\
\text{Lebar reservoir} &= 22,5 \text{ m} \\
\text{Tinggi reservoir} &= 5 \text{ m}
\end{aligned}$$

#### **IV. PENUTUP**

##### **Kesimpulan**

##### **Dimensi Ruang Bak Proses Pengolahan**

Dengan menggunakan kriteria perencanaan seperti dijelaskan pada bab sebelumnya maka didapat dimensi untuk

masing-masing unit pengolahan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Dimensi Bak

No	Bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
1	Pra sedimentasi	20	13,5	3
2	Koagulasi	6,5	4,5	2,8
3	Flokulator	1.33	1,33	6
4	Sedimentasi	12,6	5,95	6
5	Filter	5	3,5	6
6	Reservoir	30	22,5	5

**Saran-saran**

1. Untuk mengantisipasi adanya lonjakan penduduk maka diperlukan reservoir tambahan.
2. Lokasi Intake atau Bangunan Penangkap Air bisa terkena intrusi air laut pada saat musim kemarau yang mengakibatkan pengolahan air tidak dapat dilakukan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim. Study Feasibility Peningkatan Kapasitas PDAM Kota Samarinda. Archeas. Desember 2004.

Badan Standarisasi Nasional. SNI 03 6774 2007 “Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air” BSN. 2007.

Giles, Soemitro. Mekanika Fluida dan Hidraulika. Erlangga. Jakarta Pusat. 1986.

Kodoatie. Hidraulika Terapan “Aliran Pada Saluran Terbuka Dan Pipa”. Andi Yogyakarta. 6 Februari 2001.

Krist, Ginting. Hidraulika. Erlangga. Jakarta. 1991.

Raswari. Sistem Perpipaan “Perencanaan dan Penggambaran”. Universitas Indonesia 1987.

Soedradjat. Mekanika Fluida dan Hidrolika. Nova. Bandung. 1983.

Sutrisno, Suciastuti. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Rineka Cipta. Jakarta. Juli 2004.

Tirta Dharma. Draft Peraturan Teknis”Aerasi”. Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia. 2002.

Tirta Dharma. Draft Peraturan Teknis “Filtrasi” (Perencanaan, Operasional dan Perawatan Filter)”. Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia. 2002.

Tirta Dharma. Draft Peraturan Teknis  
“Filtrasi” (Dasar dan Prinsip).  
Persatuan Perusahaan Air Minum  
Seluruh Indonesia. 2002.

Tirta Dharma. Draft Peraturan Teknis “Proses  
Koagulasi-Flokulasi di IPA”.  
Persatuan Perusahaan Air Minum  
Seluruh Indonesia. 2002.

Tirta Dharma. Draft Peraturan Teknis  
“Sedimentasi”. Persatuan Perusahaan  
Air Minum Seluruh Indonesia. 2002.

Tirta Dharma. Draft Peraturan Teknis  
“Sumber Air dan Kualitas Air”.  
Persatuan Perusahaan Air Minum  
Seluruh Indonesia. 2002.