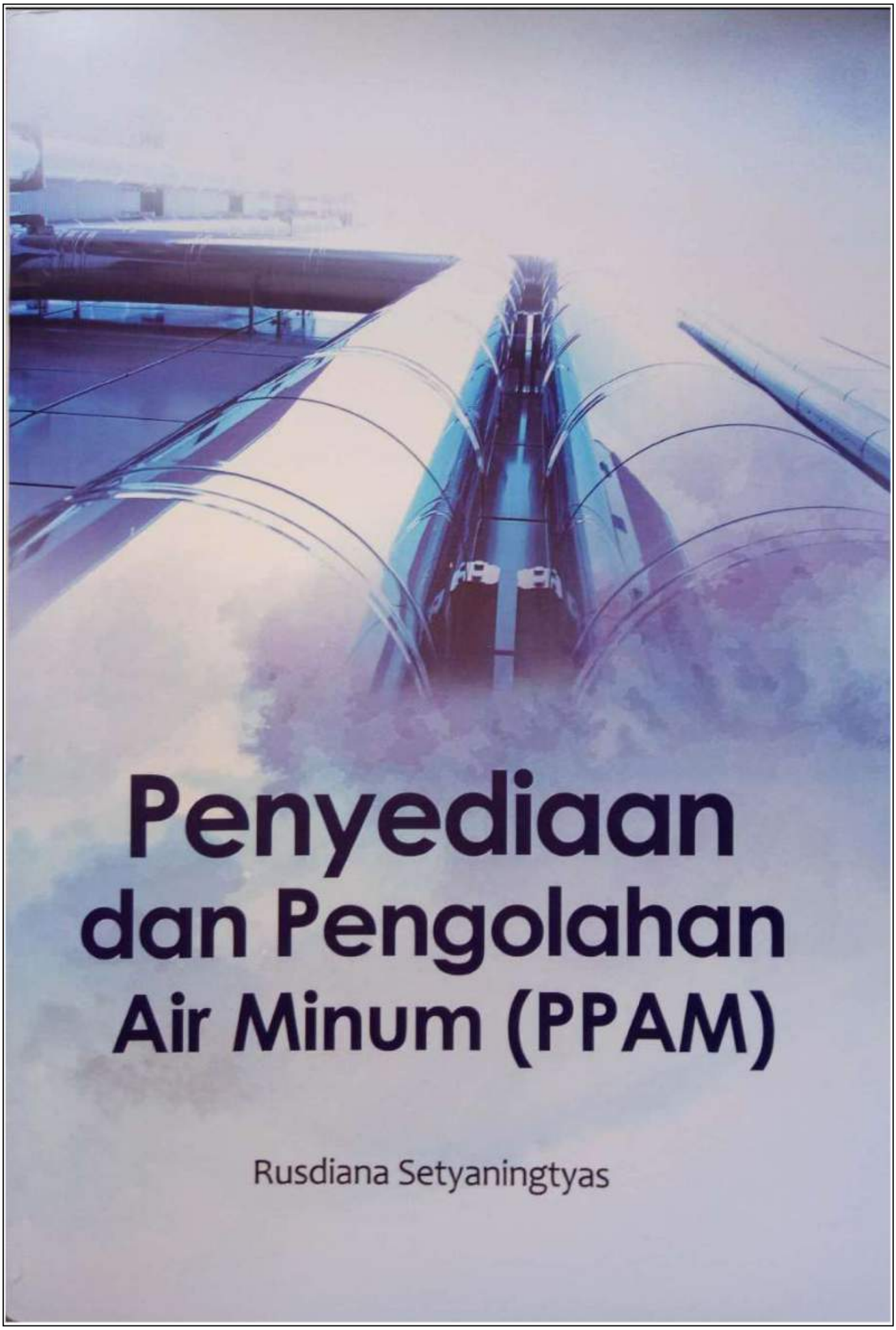
Buku Rusdiana

by Rusdiana Setyaningtyas

Submission date: 06-Aug-2022 09:12AM (UTC+0800)
Submission ID: 1879308433
File name: Buku_PPAM-HAKI.pdf (660.12K)
Word count: 4825
Character count: 32845



Penyediaan dan Pengolahan Air Minum (PPAM)

Rusdiana Setyaningtyas

18

Penyediaan dan Pengolahan Air Minum (PPAM)

Rusdiana Setyaningtyas

DRAFT

PT SAKTI DIGITAL KREASI

Penyediaan dan Pengolahan Air Minum (PPAM)
© Rusdiana Setyaningtyas, 2021
vi + 106 hlm; 15,5 cm x 23 cm

Penulis : Rusdiana Setyaningtyas
Layout isi & Cover: @aba_tara

Cetakan Pertama, Januari 2021
ISBN

Diterbitkan pertama kali oleh:
PT SAKTI DIGITAL KREASI
Jl Letjend Suprapto XIV, Gang Casablanca, Cluster,
Safira Garden No.25, Sumbersari, Jember-Jawa Timur

All Rights Reserved
Hak Cipta Dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh
isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

DRAFT

PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur pada Allah SWT atas tersusunnya buku ini. Buku ini ditujukan untuk masyarakat secara umum dan khususnya untuk mahasiswa yang ingin mempelajari sistem penyediaan dan pengolahan air minum secara fisik dan kimia. Buku ini dirancang sedemikian rupa agar pembaca dapat mempelajarinya secara mudah dan mandiri.

Buku ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

Bagian 1	:	Penyediaan Air Minum
Bagian 2	:	Proses Pengolahan Secara Fisik
Bagian 3	:	Proses Pengolahan Secara Fisik – Kimia
Bagian 4	:	Pemilihan Proses Pengolahan

yang tersusun atas 9 bab. Setiap bab dimulai dengan tujuan mempelajari bab yang bersangkutan dan garis besar isi dari bab tersebut. Tujuannya adalah agar pembaca memperoleh gambaran secara umum tentang materi yang akan dipelajarinya, sehingga mudah untuk memahaminya.

Terima kasih saya sampaikan kepada suami dan anak-anak saya, keluarga besar saya Bani H. Abdul Wachid, rekan kerja serta teman-teman seperjuangan atas motivasi, kepercayaan, kritik, koreksi, dan saran yang diberikan. Semoga buku ini bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan serta wawasan pembaca.

Jember, Januari 2021

Penyusun

DRAFT

DAFTAR ISI

Kata Pengantar ..... **iii**
Daftar Isi ..... **v**
Daftar Tabel ..... **ix**
Daftar Gambar ..... **xi**

BAGIAN 1:
PENYEDIAAN AIR MINUM

BAB 1 PRINSIP-PRINSIP PENYEDIAAN AIR MINUM **1**
1.1 Komponen Penyediaan Air Minum 1
1.2 Kebutuhan Air Minum 4
1.3 Kualitas Air Baku dan Air Minum 7
1.3.1 Kualitas Air Baku 7
1.3.2 Standar Kualitas Air Minum 15
1.4 Pengolahan Air Minum 20
1.4.1 Tujuan Pengolahan Air Minum 20
1.4.2 Konsep Pengolahan 20
Daftar Pustaka 26

BAGIAN 2:
PROSES PENGOLAHAN SECARA FISIK

BAB 2 PENYARINGAN KASAR *(SCREENING)* **29**
2.1 Umum 30
2.2 Prinsip dan Fungsi Penyaringan Kasar 30

BAB 3 PENGENDAPAN **35**
3.1 Prasedimentasi 36
3.2 Sedimentasi 38

DRAFT

BAB 4 FILTER **43**
4.1 Filter Pasir Cepat 45
4.2 Filter Pasir Lambat 48
4.3 Filter Membran 50
4.3.1 Mikrofiltrasi 52
4.3.2 Ultrafiltrasi 52
4.3.3 Dialisis 53
4.3.4 Elektrodialis 53
4.3.5 Reverse Osmosis 55
4.4 Filter Karbon Aktif 58
Daftar Pustaka 61

BAGIAN 3:
PROSES PENGOLAHAN AIR
SECARA FISIK – KIMIA

BAB 5 KOAGULASI – FLOKULASI **65**
5.1 Kestabilan Partikel 66
5.2 Proses Koagulasi – Flokulasi 67
5.3 Pengadukan 71

BAB 6 PRESIPITASI KIMIA **75**
6.1 Presipitasi Kimia 76
6.2 Penurunan Kesadahan 77
6.3 Penyisihan Besi dan Mangan 81
6.3.1 Oksidasi dengan Oksigen 82
6.3.2 Oksidasi dengan Khlor 82
6.3.3 Oksidasi dengan Khlor Dioksida 83
6.3.4 Oksidasi dengan Kalium Permanganat 83
6.3.5 Oksidasi dengan Ozone 84

BAB 7 PERTUKARAN ION *(ION EXCHANGE)* **85**
7.1 Teori Pertukaran Ion 86
7.2 Tipe dan Karakteristik Resin 91
7.3 Pengoperasian 93

DRAFT

BAB 8 DISINFEKSI 95
8.1 Radiasi Ultra Violet 96
8.2 Khlorinasi 98
8.3 Desinfeksi dengan Ozone 103
Daftar Pustaka 110

BAGIAN 4:
PEMILIHAN PROSES PENGOLAHAN

BAB 9 DIAGRAM ALIR PROSES PENGOLAHAN AIR MINUM BERDASAR AIR BAKU 113
9.1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air Minum 113
9.2 Proses Pengolahan Air Permukaan 114
9.2.1 Air Sungai 115
9.2.2 Air Danau 115
9.2.3 Air Payau 116
9.2.4 Air Gambut 116
9.3 Proses Pengolahan Air Tanah 117
9.3.1 Air Tanah dengan Kadar Besi dan Mangan Tinggi 117
9.3.2 Air Tanah dengan Kadar Kalsium dan Magnesium Tinggi 118
9.3.3 Air Tanah Payau 118
9.3.4 Air dari Mata Air 119
Daftar Pustaka 123

TENTANG PENULIS 125

DRAFT

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Karakteristik Umum Air Permukaan dan Air Tanah....	12
Tabel 1.2	Baku Mutu Air Kelas Satu (Air Baku Air Minum).....	13
Tabel 1.3	Persyaratan Kualitas Air Minum.....	15
Tabel 1.4	Diskripsi Unit Pengolahan Air Minum.....	23
Tabel 4.1	Kriteria untuk Filter Pasir Cepat dan Filter Pasir Lambat.....	49
Tabel 4.2	Jenis – jenis Filter Membran	51
Tabel 5.1	Beberapa Jenis Koagulan dalam Praktek Pengolahan Air.....	69
Tabel 7.1	Koefisien Selektifitas Relatif beberapa Kation.....	88
Tabel 7.2	Koefisien Selektifitas Relatif beberapa Anion	89
Tabel 8.1	Keuntungan dan Kerugian Radiasi Ultraviolet sebagai Disinfektan	98
Tabel 8.2	Keuntungan dan Kerugian Khlor Dioksida sebagai Disinfektan	101
Tabel 8.3	Dosis Khlor yang diperlukan untuk Disinfeksi	103
Tabel 8.4	Keuntungan dan Kerugian Ozone sebagai Disinfektan.....	107
Tabel 8.5	Perbandingan Berbagai Bahan Disinfektan.....	108
Tabel 9.1	Pemilihan Unit Operasi dan Proses untuk Pengolahan Kontaminan Tertentu.....	119

DRAFT

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram alir sistem penyediaan air minum	4
Gambar 1.2	Karakteristik kualitas air	8
Gambar 1.3	Tahap pengolahan berdasarkan dimensi polutan	21
Gambar 1.4	Dimensi polutan dan metode pemisahannya.....	22
Gambar 2.1	Skema *screening*	30
Gambar 2.2	Bangunan intake	31
Gambar 2.3	Potongan memanjang saluran dilengkapi *Bar Screen*....	31
Gambar 2.4	Pembersihan screen: (a) cara manual, (b) cara mekanis.....	33
Gambar 3.1	Proses Pengendapan partikel diskrit dan flokulen	36
Gambar 3.2	Pola Pengendapan partikel diskrit.....	38
Gambar 3.3	Bak Sedimentasi berbentuk segi empat	39
Gambar 3.4	Bak Sedimentasi berbentuk lingkaran-*center feed*.....	40
Gambar 3.5	Bak Sedementasi berbentuk lingkaran-*periferal feed*....	40
Gambar 3.6	Bagian – bagian bak sedimentasi.....	41
Gambar 3.7	Settler pada bak sedimentasi	42
Gambar 4.1	Operasi pengaliran air pada filter.....	44
Gambar 4.2	Bagian – bagian filter.....	46
Gambar 4.3	Aliran air pada saat operasi filter	47
Gambar 4.4	Aliran air saat pencucian filter	47
Gambar 4.5	Skema filter pasir lambat	48
Gambar 4.6	Rentang teknik pemisahan dengan membran dibandingkan dengan teknik lain (Reynolds, 1996).....	51
Gambar 4.7	Prinsip elektrodialisis.....	54
Gambar 4.8	Osmosis dan reverse osmosis (Reynolds, 1996).....	56
Gambar 4.9	Sketsa reverse osmosis kontinyu	57
Gambar 4.10	Sistim adsorpsi *fixed–bed*	59
Gambar 5.1	Ringkasan proses Koagulasi – Flokulasi	66
Gambar 5.2	Pengaruh pH terhadap kelarutan Fe(III) pada temperatur 25^0C (Fair et al., 1981)	70
Gambar 5.3	Pengadukan cepat dengan alat pengaduk.....	72

DRAFT

Gambar 5.4 Pengadukan lambat dengan alat pengaduk 73
Gambar 5.5 Pengadukan cepat dengan terjunan 73
Gambar 5.6 Denah pengadukan lambat dengan *baffle channel*..... 74
Gambar 5.7 Pengadukan cepat secara pneumatis 74
Gambar 6.1 Alur proses presipitasi..... 76
Gambar 6.2 Pengaruh pH terhadap kesetimbangan sistim karbonat (Fair et al., 1981)..... 78
Gambar 6.3 *Split treatment* pada penurunan kesadahan..... 80
Gambar 6.4 Diagram alir proses penurunan kesadahan dengan kapur-soda 81
Gambar 7.1 Proses pertukaran ion 86
Gambar 7.2 Kolom pertukaran ion: (a) tahap operasi, (b) backwash 93
Gambar 8.1 Ilustrasi proses disinfeksi 96
Gambar 8.2 Pengaruh pH pada distribusi asam hipokhlor dan ion hipoklorit pada temperatur 20°C (Sawyer, 1994) 99
Gambar 8.3 Grafik khlorinasi dengan *breakpoint* (Alaerts, 1987).... 101
Gambar 8.4 Skema sel pembentukan ozone..... 104
Gambar 8.5 Bak kontak ozone..... 106
Gambar 9.1 Diagram alir proses pengolahan air sungai 115
Gambar 9.2 Diagram alir proses pengolahan air danau 116
Gambar 9.3 Diagram alir proses pengolahan air rawa bersifat payau 116
Gambar 9.4 Diagram alir proses pengolahan air gambut dan partikel koloid tinggi 117
Gambar 9.5 Diagram alir proses pengolahan air gambut..... 117
Gambar 9.6 Diagram alir proses pengolahan air tanah berkadar besi dan mangan tinggi..... 118
Gambar 9.7 Diagram alir proses pengolahan air tanah dengan kesadahan tinggi 118
Gambar 9.8 Diagram alir proses pengolahan air tanah bersifat payau..... 119
Gambar 9.9 Diagram alir proses pengolahan air dari mata air 119

DRAFT

BAGIAN 1

PENYEDIAAN AIR MINUM

DRAFT

Setelah mempelajari bab-bab di bagian 1 ini, pembaca dapat memahami dan mampu menjelaskan prinsip- prinsip penyediaan air minum yang meliputi sistim pengumpulan air, pengolahan air, sistem transmisi, sistem distribusi air minum, standar persyaratan kualitas - kuantitas – kontinyuitas, pemilihan dan penetapan diagram alir unit proses pengolahan didasarkan pada dimensi materi polutan yang harus dipisahkan.

BAB 1

PRINSIP-PRINSIP PENYEDIAAN AIR MINUM

DRAFT

1.1 Komponen Penyediaan Air Minum

Penyediaan air minum merupakan rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya menyediakan air dari sumber air hingga diterima oleh konsumen. Komponen penyediaan air minum meliputi (lihat Gambar 1.1):

a. Pengumpulan air (air baku) dari sumbernya
b. Pengolahan air
c. Transmisi (mengalirkan air dari sumber air atau instalasi pengolahan air menuju daerah pelayanan)
d. Distribusi (mengalirkan air ke konsumen di daerah pelayanan)

Daftar Pustaka

Anonim (2010), *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, Kementerian Kesehatan, Jakarta.

Degremont (1991), *Water Treatment Handbook*, 6th edition volume 1, John Wiley and Sons Inc., New York.

Fair, Gordon M., Geyer, John C., dan Okun, Daniel A. (1981), *Water and Wastewater Engineering, Volume 2: Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal*, John Wiley and Sons Inc. New York.

Kawamura, Susumu (1991), *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Zhu, G. (2000), *Water Work Engineering: Planning, Design & Operation*, Prentice Hall PTR, Texas.

Reynolds. Tom D, Richards. Paul A. (1996), *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*, Second Edition, PWS Publishing Company.

DRAFT

BAGIAN 2

PROSES PENGOLAHAN AIR SECARA FISIK

DRAFT

Setelah mempelajari bab-bab di bagian 2 ini, pembaca dapat memahami dan mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik, yaitu proses pengendapan, penyaringan untuk materi berukuran besar sampai dibawah 100 mikrometer dan proses penyisihan polutan dengan penyerapan atau adsorpsi.

BAB 2

PENYARINGAN KASAR (*SCREENING*)

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa dapat menjelaskan prinsip penyaringan benda-benda kasar yang terapung di air dengan screening (Gambar 2.1). Ringkasan bab ini adalah sebagai berikut:

1. *Penyaringan kasar merupakan unit pertama dari instalasi pengolahan air minum karena fungsinya menyisihkan benda berukuran besar.*
2. *Prinsip kerja Penyaringan adalah melewatkan air melalui lubang atau celah dengan ukuran bukaan lebih kecil dari ukuran benda – benda yang hendak dipisahkan.*
3. *Energi pemisahan diperoleh dari energi hidrolik dengan aliran air secara gravitasi.*
4. *Metode pembersihan benda – benda yang tersaring dalam media penyaring dapat dilakukan secara manual atau mekanis.*

DRAFT

BAB 3

PENGENDAPAN

Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat menjelaskan prinsip pengendapan (Gambar 3.1) untuk menyisihkan partikel yang terdapat di dalam air baku. Ringkasan materi bab ini adalah sebagai berikut:

1. *Proses pengendapan partikel berlangsung secara gravitasi dalam air yang mengalir secara horisontal.*
2. *Ditinjau dari jenis partikel yang diendapkan, pengendapan dibedakan menjadi prasedimentasi (mengendapakan partikel diskret) dan sedimentasi (mengendapkan partikel flokulen).*
3. *Bak pengendap ideal tersusun oleh empat zona, yaitu zona inlet, zona pengendapan, zona lumpur, dan zona outlet.*

DRAFT

BAB 4

FILTER

Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat menjelaskan prinsip filtrasi dengan berbagai jenis filter dan media. Operasi pengaliran air pada berbagai filter dapat dilihat pada Gambar 4.1. Ringkasan materi bab ini adalah sebagai berikut:

1. *Mekanisme filtrasi yang dominan dalam filter pasir cepat adalah mechanical straining, yaitu tertangkapnya partikel oleh media filter karena ukuran partikel lebih besar daripada ukuran pori-pori media, sedangkan mekanisme filtrasi dalam filter pasir lambat adalah proses biologis.*
2. *Filtrasi dengan membran ditujukan untuk menyaring bahan berukuran molekuler dan ionik. Untuk berlangsungnya filtrasi ini, diperlukan driving force, seperti perbedaan konsentrasi, potensial listrik, perbedaan tekanan, dan sebagainya.*
3. *Filter karbon aktif merupakan media untuk proses adsorpsi yang ditujukan untuk menghilangkan bahan organik dalam air.*

DRAFT

Daftar Pustaka

Art Ludwig (2006), *Slow Sand Filtration*, Water Storage (book), Water Central, http://www.oasisdesign.net/water/treatment/slowsandfilter.htm.

Degremont (1991), *Water Treatment Handbook*, 6th edition volume 2, John Wiley and Sons Inc., New York.

Droste, Ronald L. (1997), *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*, John Wiley & Sons Inc., New York.

Fair, Gordon M., Geyer, John C., dan Okun, Daniel A. (1981), *Water and Wastewater Engineering, Volume 2: Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal*, John Wiley & Sons Inc., New York.

Kawamura, Susumu (1991), *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons Inc., New York.

Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Zhu, G. (2000), *Water Work Engineering: Planning, Design & Operation*, Prentice Hall PTR, Texas.

Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A. (1996), *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*, PWS Publishing Company, Boston.

Schulz, C.R. dan Okun, Daniel A. (1984), *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries*, John Wiley & Sons Inc., New York.

DRAFT

BAGIAN 3

PROSES PENGOLAHAN AIR SECARA FISIK-KIMIA

DRAFT

Setelah mempelajari bab-bab di bagian 3 ini, pembaca dapat memahami dan mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik-kimia, yaitu proses koagulasi-flokulasi, presipitasi kimia, pertukaran ion (ion exchange), dan disinfeksi.

BAB 5

KOAGULASI-FLOKULASI

Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat menjelaskan proses koagulasi-flokulasi yang dapat dijelaskan secara ringkas pada Gambar 5.1, dengan penjelasan sebagai berikut:

1. *Partikel koloid tidak bisa mengendap karena bersifat stabil.*
2. *Kestabilan koloid dapat diganggu dengan penambahan koagulan dan pengadukan cepat.*
3. *Partikel yang tidak stabil cenderung untuk saling berinteraksi dan bergabung membentuk flok yang berukuran besar.*

DRAFT

BAB 6

PRESIPITASI KIMIA

Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat menjelaskan prinsip penyisihan polutan kimiawi dengan cara penambahan bahan kimia sehingga terbentuk presipitat yang mudah diendapkan. Ringkasan bab ini adalah sebagai berikut:

1. *Prinsip presipitasi kimia adalah reaksi oksidasi-reduksi yang membutuhkan kondisi lingkungan (pH, waktu, temperatur, konsentrasi) tertentu.*

2. *Reaksi yang terjadi antara konstituen dalam air dengan bahan kimia yang ditambahkan menghasilkan presipitat (lihat Gambar 6.1) yang mudah diendapkan.*

DRAFT

BAB 7

PERTUKARAN ION (*ION EXCHANGE*)

Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat menjelaskan prinsip proses pertukaran ion (Gambar 7.1) dan aplikasinya dalam pengolahan air minum. Ringkasan bab ini adalah sebagai berikut:

1. *Prinsip pertukaran ion adalah selektifitas, artinya ion yang mempunyai koefisien selektifitas besar mampu menggantikan ion lain di resin yang koefisien selektifitasnya lebih kecil.*
2. *Empat tahap pengoperasian penukar ion: (1) service, (b) backwash, (c) regenerasi, (d) pembilasan.*

DRAFT

BAB 8

DISINFEKSI

Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat menjelaskan prinsip desinfeksi dengan berbagai metoda untuk mendapatkan air yang memenuhi persyaratan mikrobiologis. Ringkasan bab ini adalah sebagai berikut:

1. *Mekanisme desinfeksi dengan radiasi ultra violet adalah penetrasi sinar menembus dinding sel dan terjadi gangguan pada replikasi sel. Oleh karena itu, sinar UV harus mengenai langsung pada mikroorganisme (tidak ada halangan).*
2. *Desinfeksi dengan senyawa klor memerlukan residu untuk bisa berfungsi membunuh mikroorganisme, namun residu ini yang menimbulkan produk samping bila dalam air terdapat bahan organik alami.*
3. *Ozone sangat cepat mematikan bakteri, virus, dan spora, namun diperlukan biaya yang besar karena harus diproduksi di tempat instalasi dengan energi listrik yang tinggi.*

DRAFT

Daftar Pustaka

Alaerts, G. dan Santika, Sri S. (1987), *Metoda Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.

Benefild, L.D. (1982), *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, New Jersey.

Droste, Ronald L. (1997), *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*, John Wiley & Sons Inc., New York.

Fair, Gordon M., Geyer, John C., dan Okun, Daniel A. (1981), *Water and Wastewater Engineering, Volume 2: Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal*, John Wiley & Sons Inc., New York.

Kawamura, Susumu (1991), *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons Inc., New York.

Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Zhu, G. (2000), *Water Work Engineering: Planning, Design & Operation*, Prentice Hall PTR, Texas.

Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A. (1996), *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*, PWS Publishing Company, Boston.

Sawyer, Clair N., McCarty, Perry L. dan Parkin, Gene F. (1994), *Chemistry for Environmental Engineering*, 4th edition, McGraw-Hill Inc. New York.

Schulz, C.R. dan Okun, Daniel A. (1984), *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries*, John Wiley & Sons Inc., New York.

DRAFT

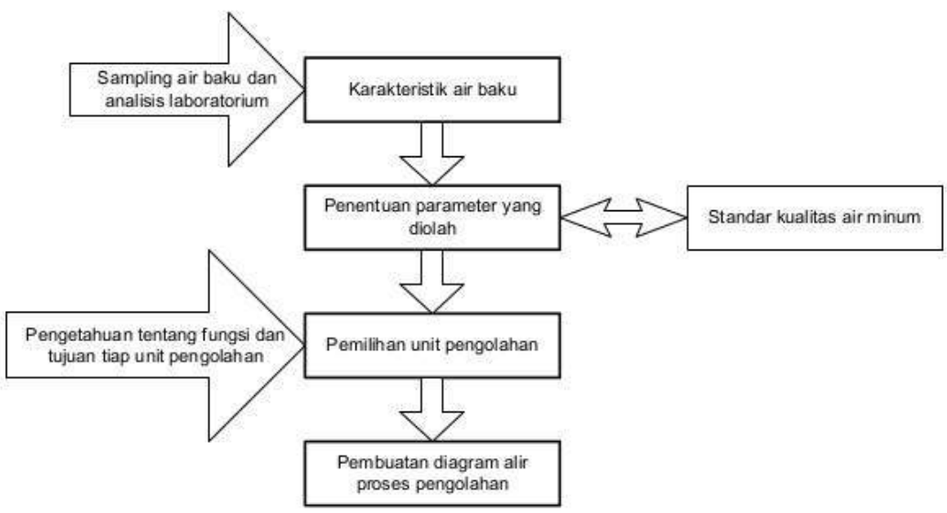
BAGIAN 4

PEMILIHAN PROSES PENGOLAHAN

Setelah mempelajari bagian 4 ini, pembaca dapat merangkai diagram alir proses pengolahan air minum dengan air baku yang bermacam-macam. Urutan pembuatan diagram alir ini seperti pada gambar di bawah. Bagian 4 ini terdiri dari I bab, yaitu bab 9 dengan ringkasan sebagai berikut:

1. Sumber air atau karakteristik air yang berbeda akan menghasilkan diagram alir yang berbeda.
2. Faktor penting dalam membuat diagram alir adalah pengetahuan tentang tujuan dan fungsi dari semua unit operasi dan unit proses, atau metoda penyisihan polutan tertentu.

DRAFT



Urutan pembuatan diagram alir proses pengolahan air baku

BAB 9

DIAGRAM ALIR PROSES PENGOLAHAN AIR MINUM BERDASAR AIR BAKU

DRAFT

9.1. Diagram Alir Proses Pengolahan Air Minum

Diagram alir pengolahan air minum merupakan diagram yang menggambarkan aliran proses dalam pengolahan air minum. Diagram alir proses paling tidak meliputi:

a. Semua unit proses dan unit operasi dalam urutan yang benar.
b. Semua pipa/saluran yang menghubungkan antar proses.
c. Semua bahan kimia yang digunakan dan titik pembubuhannya.
d. Semua peralatan yang diperlukan sebagai pelengkap unit pengolahan, misal pompa, blower, tabung gas, valve, flow meter, *sampling point*, dan lain-lain.

Faktor penting dalam membuat diagram alir adalah pengetahuan tentang tujuan dan fungsi dari semua unit operasi dan unit proses, atau metoda penyisihan polutan tertentu. Pemilihan unit proses dan unit operasi tergantung pada:

a. Karakteristik air baku
b. Karakteristik air yang akan dihasilkan
c. Pertimbangan biaya investasi dan biaya operasi dan pemeliharaan
d. Ketersediaan lahan

Prosedur berikut dapat dijadikan sebagai acuan dalam menyusun diagram alir proses pengolahan air minum:

1. Inventarisasi data karakteristik air baku dan tentukan tujuan pengolahan.
2. Bandingkan kualitas air baku dengan standar kualitas air minum atau standar lain sesuai tujuan pengolahan.
3. Tentukan parameter kualitas air yang akan dihilangkan/diturunkan.
4. Pilih unit operasi dan unit proses yang dapat menghilangkan/menurunkan kadar dari parameter kualitas tersebut (lihat Tabel 1.4 dan Tabel 9.1).
5. Urutkan masing-masing unit tersebut dengan urutan yang benar (ingat: konsep pengolahan berdasar dimensi polutan) dan hubungkan dengan anak panah.
6. Bila terdapat pembubuhan bahan kimia, tentukan titik pembubuhannya.
7. Tentukan lokasi semua peralatan/perlengkapan lain yang diperlukan (pompa, valve, flow meter, titik sampling, dan lain-lain).

DRAFT

Pada bagian berikut diberikan contoh pembuatan diagram alir proses pengolahan air dari berbagai sumber air baku (air permukaan dan air tanah). Diagram alir yang dibuat ini hanya berdasar pada karakteristik umum dari masing-masing sumber air. Untuk tujuan perancangan pengolahan air minum, maka harus dilakukan karakterisasi yang lebih spesifik (analisis laboratorium) pada sumber air baku yang akan dimanfaatkan.

9.2. Proses Pengolahan Air Permukaan

Rancangan proses pengolahan air permukaan menjadi air minum disesuaikan dengan karakteristik umum air permukaan (lihat Tabel 1.1).

Parameter yang perlu diperhatikan adalah parameter yang kadarnya signifikan besar atau melebihi nilai baku mutu air minum.

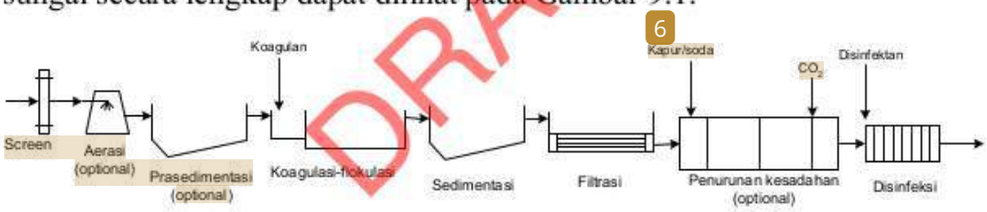
9.2.1. Air Sungai

Karakteristik umum air sungai adalah terdapat kandungan partikel tersuspensi atau koloid. Oleh karena itu, unit pengolahan air paling tidak terdiri atas:

- Koagulasi-flokulasi
- Sedimentasi
- Filtrasi
- Disinfeksi

Bila air sungai mempunyai kekeruhan atau kadar lumpur yang tinggi, maka diperlukan tambahan unit *pretreatment* meliputi screen dan prasedimentasi. Bila kadar oksigen sangat rendah, maka diperlukan tambahan unit aerasi. Bila terdapat kandungan kesadahan yang tinggi, maka diperlukan tambahan unit penurunan kesadahan (presipitasi dengan kapur/soda-sedimentasi-rekarbonasi). Diagram alir proses pengolahan air sungai secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 9.1.

DRAFT



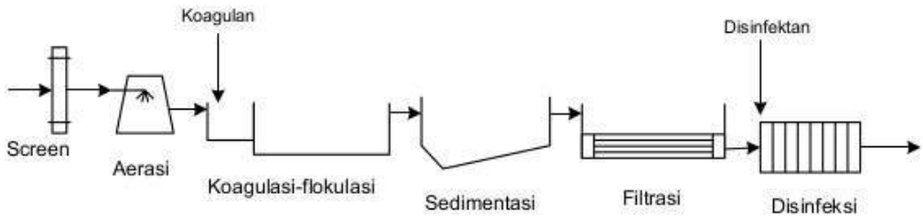
Gambar 9.1 Diagram alir proses pengolahan air sungai

9.2.2. Air Danau

Karakteristik air danau umumnya menyerupai air sungai, yaitu terdapat kandungan koloid. Karakteristik yang spesifik adalah kandungan oksigen rendah karena umumnya air danau relatif tidak bergerak, sehingga kurang teraerasi. Dengan karakteristik umum demikian, maka diperlukan unit pengolahan sebagai berikut:

- Aerasi
- Koagulasi-flokulasi
- Sedimentasi
- Filtrasi
- Disinfeksi

Diagram alirnya dapat dilihat pada Gambar 9.2.

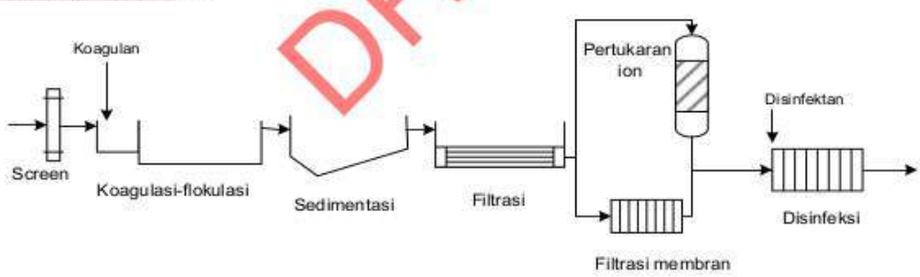


Gambar 9.2 Diagram alir proses pengolahan air danau

9.2.3. Air Payau

Air permukaan yang bersifat payau (kadar garam sekitar 5000 – 10000 mg/l) berada di daerah rawa di pesisir. Selain kadar garam, karakteristik air rawa ini hampir sama dengan air sungai, sehingga diperlukan proses pengolahan berupa koagulasi-flokulasi – sedimentasi – filtrasi ditambah dengan unit pengolahan untuk menurunkan kadar garam, misal pertukaran ion atau filtrasi membran (mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, dialisis, elektrodialisis, reverse osmosis). Diagram alirnya dapat dilihat pada Gambar 9.3.

DRAFT

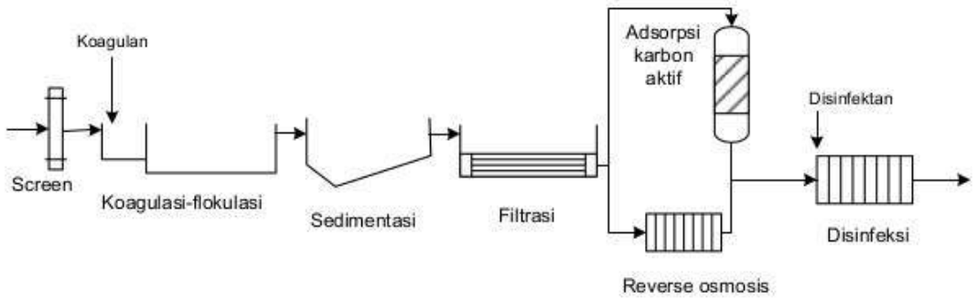


Gambar 9.3 Diagram alir proses pengolahan air rawa bersifat payau

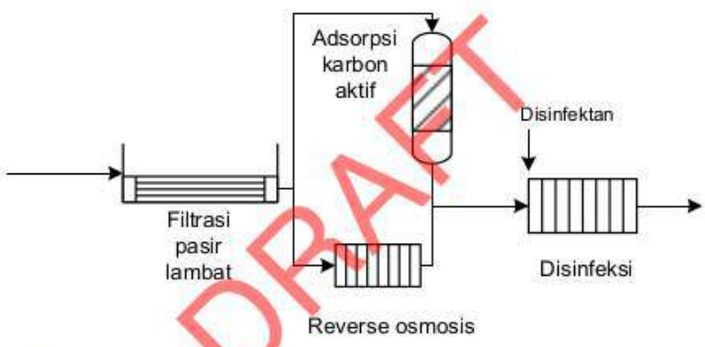
9.2.4. Air Gambut

Air gambut adalah air yang kandungan bahan organik alamiahnya tinggi, terutama asam humat dan asam fulvat. Oleh karena itu diperlukan unit pengolahan untuk menghilangkan bahan-bahan ini, misal slow sand filter (bila kandungan koloid rendah) atau adsorpsi karbon aktif atau reverse osmosis. Jika air gambut tersebut mengandung koloid tinggi, maka

diperlukan unit pengolahan berupa koagulasi-flokulasi – sedimentasi – filtrasi. Gambar 9.4 dan 9.5 menunjukkan diagram alir proses pengolahan air gambut.



Gambar 9.4 Diagram alir proses pengolahan air gambut dan partikel koloid tinggi



DRAFT

Gambar 9.5 Diagram alir proses pengolahan air gambut

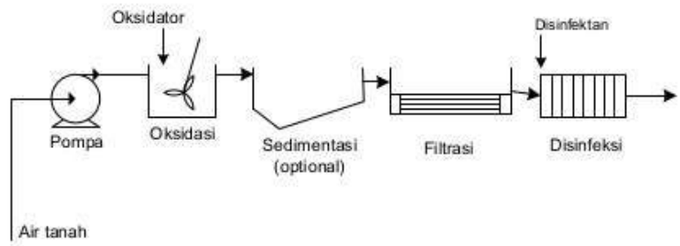
9.3. Proses Pengolahan Air Tanah

Rancangan proses pengolahan air tanah menjadi air minum disesuaikan dengan karakteristik umum air tanah (lihat Tabel 1.1). Karakteristik umum air tanah adalah kekeruhan atau padatan tersuspensi rendah, sehingga tidak diperlukan unit koagulasi-flokulasi – sedimentasi – filtrasi. Pengolahan hanya ditujukan pada parameter yang kadarnya signifikan besar atau melebihi nilai baku mutu air minum.

9.3.1. Air Tanah dengan Kadar Besi dan Mangan Tinggi

Air tanah biasanya diambil dengan cara pemompaan. Kadar besi dan mangan yang tinggi dalam air tanah dapat dikurangi dengan cara

oksidasi dengan oksigen klor, klor dioksida, kalium permanganat, atau ozone. Presipitat yang terbentuk akibat oksidasi ini diendapkan di bak pengendap atau langsung difilter. Diagram alir proses dapat dilihat pada Gambar 9.6.

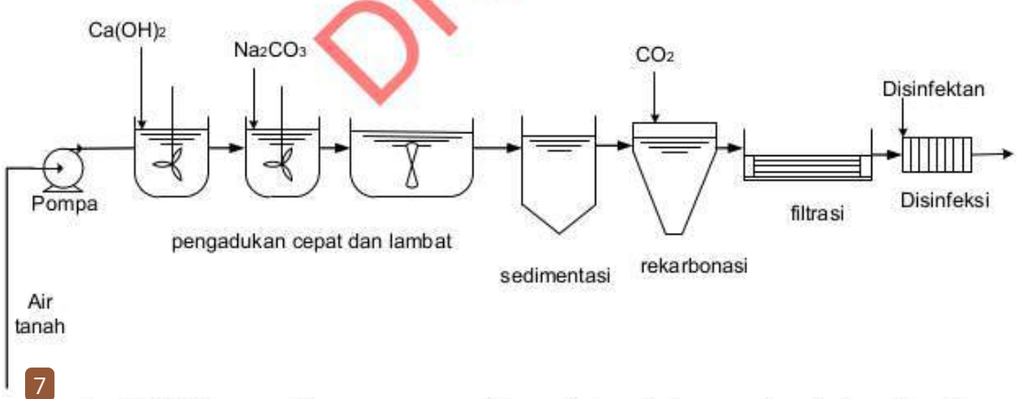


Gambar 9.6 Diagram alir proses pengolahan air tanah berkadar besi dan mangan tinggi

9.3.2. Air Tanah dengan Kadar Kalsium dan Magnesium Tinggi

Kadar kalsium dan magnesium yang tinggi dalam air tanah menyebabkan kesadahan yang tinggi. Kesadahan dapat dikurangi dengan presipitasi menggunakan kapur dan/atau soda. Presipitat yang terbentuk akibat penambahan kapur/soda ini diendapkan di bak pengendap. Setelah itu perlu ditambah CO_2 untuk mengurangi kadar kapur berlebih.. Diagram alir proses dapat dilihat pada Gambar 9.7.

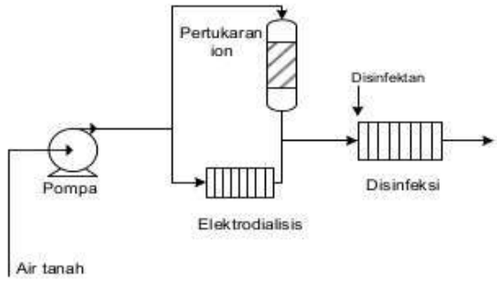
DRAFT



Gambar 9.7 Diagram alir proses pengolahan air tanah dengan kesadahan tinggi

9.3.3. Air Tanah Payau

Parameter air yang harus dihilangkan kadarnya pada air tanah payau ini adalah kadar garam. Dengan teknik filtrasi membran (terutama elektrodialisis) atau pertukaran ion, kadar garam dalam air payau dapat dihilangkan. Diagram alirnya dapat dilihat pada Gambar 9.8.



Gambar 9.8 Diagram alir proses pengolahan air tanah bersifat payau

9.3.4. Air dari Mata Air

Air dari mata air atau air tanah yang telah memenuhi semua persyaratan kualitas air minum tidak memerlukan proses pengolahan. Namun demikian tetap harus didisinfeksi untuk menjamin keamanan konsumen dari segi mikrobiologis. Diagram alirnya dapat dilihat pada Gambar 9.9.

DRAFT

Gambar 9.9 Diagram alir proses pengolahan air dari mata air

Tabel 9.1 Pemilihan Unit Operasi dan Proses untuk Pengolahan Kontaminan Tertentu (Notasi mengacu pada Tabel 1.4)

Penyisihan Kontaminan	Proses	Keterangan
Kekeruhan	a. In-line filtrasi (G+J)	Digunakan untuk air yang mengandung tingkat kekeruhan dan warna yang rendah
	b. Direct filtrasi (G+H+J)	Digunakan untuk air yang mempunyai kandungan kekeruhan rendah sampai sedang dan kandungan warna rendah sampai sedang

	c. Konvensional (G+H+I+J)	Digunakan untuk tingkat kekeruhan dan warna rendah dan tinggi
Alga dan plankton	a. Microstainer (C)	Microstainer tidak mampu menangani lanau/*silt*, pasir dan material kasar lainnya
	b. Konvensional (G+H+I+J)	Tingkat populasi alga dan plankton yang tinggi sulit dikoagulasi. Mereka biasanya mengapung.
Warna	a. Oksidasi (ozon, clorin dioksida, potassium permanganat) (F)	Digunakan pada air yang mempunyai tingkat warna yang rendah
	b. Koagulasi pH rendah (G+H)	Digunakan pada air yang mempunyai tingkat warna rendah sampai tinggi (bentuk alum lebih baik dari garam besi). pH optimum 5-6
	c. Adsorpsi (N)	Digunakan untuk air yang mempunyai tingkat warna yang rendah sampai sedang.
	d. Adsorpsi (N/GAC)	Digunakan untuk air yang mempunyai tingkat warna terlarut sedang sampai rendah untuk kontrol rutin
	e. Ion-exchange (J+TI)	Bed resin sintetis setelah filtrasi menyisihkan warna terlarut yang berasal dari industri.
Besi dan mangan	a. Oksidasi (D+F+I)	Besi dan mangan dihilangkan dengan oksidasi dan presipitasi
	b. Presipitasi (D+K)	Besi dan mangan dipresipitasi dengan aerasi pada pH tinggi. Kapur biasanya digunakan untuk menaikkan pH
	c. Konvensional (G+H+I)	Besi dan mangan dihilangkan dengan koagulasi-flokulasi konvensional
	d. Ion-exchange (TI)	Resin ion exchange selektif biasanya digunakan untuk penyisihan Fe dan Mn dari air tanah.
Rasa dan bau (T&O)		Pengendalian di sumber mencegah pembentukan dan sampainya bahan-bahan T&O ke dalam reservoir. Pengendalian tumbuhan air dan alga

DRAFT

		akan mereduksi bahan-bahan penyebab T&O.
	a. Oksidasi (D atau F)	Aerasi pada reservoir, di awal instalasi, dan di unit pengolahan dapat mereduksi T&O. Oksidasi dengan klor bebas mungkin menyebabkan pembentukan THM
	b. Adsorpsi (N/PAC atau GAC)	PAC digunakan untuk T&O sedang dan *intermittent*. GAC digunakan untuk T&O yang berkepanjangan bersumber berasal dari industri.
Kesadahan	a. Presipitasi (L)	Digunakan untuk air berkesadahan sedang sampai sadah
	b. Ion-exchange (TI)	Bed zeolit menyisihkan kation divalent tapi menambah Na^+. Penukar kation menyisihkan semua kation.
Pathogen	a. Disinfeksi (P)	Klor bebas berpotensi membentuk senyawa THM
THM	a. Koagulasi dipertinggi (G+K+H+I)	Penyisihan *precursor* organik yang efisien koagulasi pH rendah atau bersama dengan pelunakan.
	b. Adsorpsi (N)	PAC dan GAC akan menyisihkan TOC, *precursor* dan THM.
	c. Aerasi (D)	Aerasi menyisihkan zat organik
	d. Preoksidasi (F)	Preoksidasi dari *precursor* dengan O_3, H_2O_2, $KMnO_4$, kloramin atau klor dioksida. Menghindarkan kelebihan sisa klor bebas.
Nitrat	a. Denitrifikasi (S)	Denitrifikasi biologis memberikan sebuah metode penyisihan NO_3 yang efektif
	b. Ion-exchange (T1)	Resin selektif yang tersedia
	c. Demineralisasi (T2)	Demineralisasi dengan membrane menyisihkan NO_3 dengan ion lain. Konsentrasi fluorida yang tinggi menyebabkan *fluorosis* dan toksisitas.
Fluorida	a. Alumina aktif (O)	Alumina aktif menyisihkan F secara selektif.

DRAFT

Arsen	a. Enhanced (G+H+I)	Menyisihkan dengan presipitasi arsen As(V), pada pH rendah dengan koagulasi dan pada pH tinggi dengan pelunakan partial dengan kapur.
	b. Alumina aktif (O)	Bed efektif menyisihkan arsen dari air tanah
	c. Demineralisasi (T2)	Arsen disisihkan dengan ion lain melalui proses membran.

Sumber: Qasim *et al.* (2000)

DRAFT

Daftar Pustaka

Kawamura, Susumu (1991), *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons Inc., New York,

Qasim, S.R., Motley, E.M., dan Zhu, G. (2000), *Water Work Engineering: Planning, Design & Operation*, Prentice Hall PTR, Texas.

Schulz, C.R. dan Okun, Daniel A. (1984), *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries*, John Wiley & Sons Inc., New York.

DRAFT

TENTANG PENULIS

Rusdiana Setyaningtyas, lahir di Desa Tanjungrejo Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur pada 7 Februari 1971. Merupakan putri bungsu dari 15 bersaudara pasangan H. Abdul Wachid dan Hj. Siti Rosyidah. Tahun 1990 menyelesaikan sekolah menengah di SMAN 1 Jember dan meneruskan kuliah di Jurusan Teknik Lingkungan ITS tahun 1991. Setelah lulus kuliah tahun 1996, penulis bekerja sebagai konsultan di Bali. Tahun 2001 penulis memutuskan pulang kampung di Jember dan bekerja sebagai staf pengajar di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember sampai sekarang.

DRAFT

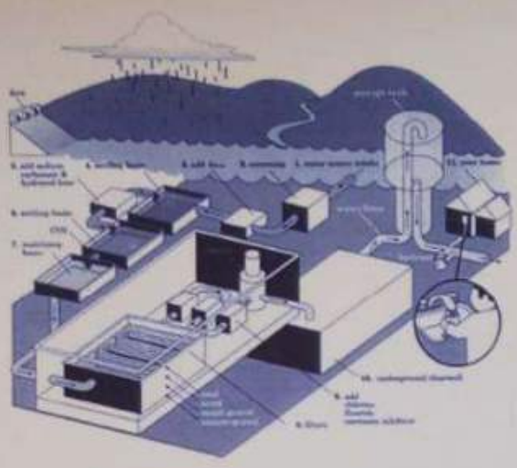
Tahun 2008 penulis berkesempatan melanjutkan studi S2 di Program Pascasarjana Teknik Lingkungan ITS dengan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana (BPPs) Dikti Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Menyelesaikan studi S2 pada tahun 2011 dan aktif kembali sebagai dosen di Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember dengan mengampu mata kuliah Rekayasa Lingkungan, AMDAL, Sistem Perpipaan dan Utilitas.

Selain mengajar, penulis juga aktif mengabdikan diri sebagai pendamping pada program PAMSIMAS (Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat) di Kabupaten Bondowoso tahun 2014 – 2016 dan di Kabupaten Jember tahun 2016 – 2020. Penulis juga menjadi Tenaga Ahli dan Team Leader dari beberapa proyek antara lain: Team Leader pada pekerjaan Fasilitasi PTMP dan DED Sistem Persampahan Kabupaten Malaka dan Kabupaten Alor TA. 2018 yang diselenggarakan oleh Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Ciptakarya, Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Satker

Pengembangan Sistem Penyehatan Lingkungan Permukiman NTT; Team Leader pada pekerjaan Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan (PTMP) Kota Sawahlunto TA. 2016 yang diselenggarakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Ciptakarya, Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Satker Pengembangan Air Minum dan Sanitasi Sumatera Barat; Team Leader pada pekerjaan Fasilitasi Penyusunan Rencana Induk Penanganan Persampahan Kabupaten Sijunjung TA. 2015 yang diselenggarakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Ciptakarya, Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Satker Pengembangan Air Minum dan Sanitasi Sumatera Barat; dan Tenaga Ahli Teknik Lingkungan pada pekerjaan Perencanaan Teknis Manajemen Persampahan (PTMP) Kabupaten Bangkalan yang diselenggarakan oleh Kementerian PU Direktorat Jenderal Cipta Karya Satker PPLP Jawa Timur.

Dari pernikahannya dengan Kris Hendrijanto, M.Si, penulis dikaruniai 3 putra/putri: Fahmi (20), Khansa (18) dan Yumna (16). Saat ini penulis beserta keluarga menetap di kota suwar-suwir Jember. Kontak *person* dengan penulis dapat dilakukan via email: tyas.hends@gmail.com.

DRAFT



Penyediaan dan Pengolahan Air Minum (PPAM)

Buku ini ditujukan untuk masyarakat secara umum dan khususnya untuk mahasiswa yang ingin mempelajari sistem penyediaan dan pengolahan air minum secara fisik dan kimia. Buku ini dirancang sedemikian rupa agar pembaca dapat mempelajarinya secara mudah dan mandiri. Buku ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

Bagian 1 : Penyediaan Air Minum
Bagian 2 : Proses Pengolahan Secara Fisik
Bagian 3 : Proses Pengolahan Secara Fisik – Kimia
Bagian 4 : Pemilihan Proses Pengolahan

yang tersusun atas 9 bab. Setiap bab dimulai dengan tujuan mempelajari bab yang bersangkutan dan garis besar isi dari bab tersebut. Tujuannya adalah agar pembaca memperoleh gambaran secara umum tentang materi yang akan dipelajarinya, sehingga mudah untuk memahaminya.

PT SAKTI DIGITAL KREASI
Jl Letjend Suprapto XIV, Gang Casablanca, Cluster, Safira Garden No.25, Sumbersari, Jember-Jawa Timur

ISBN 978-623-95774-1-4
9 786239 577414

Buku Rusdiana

ORIGINALITY REPORT

20%	20%	5%	7%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	2%
2	fdocuments.net Internet Source	2%
3	vdocuments.site Internet Source	2%
4	www.scribd.com Internet Source	1%
5	teknik.ub.ac.id Internet Source	1%
6	www.indonesiacrusher.com Internet Source	1%
7	www.dendrotektura.ch Internet Source	1%
8	idoc.pub Internet Source	1%
9	summer-absolutely.icu Internet Source	1%
10	eprints.uns.ac.id Internet Source	1%
11	www.green-eebookshop.com Internet Source	1%
12	Submitted to University College London Student Paper	1%
13	repository.unikama.ac.id Internet Source	1%

14	www.digilib.its.ac.id Internet Source	1 %
15	repository.unair.ac.id Internet Source	1 %
16	eprints.unram.ac.id Internet Source	<1 %
17	mybookee.com Internet Source	<1 %
18	simpus.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
19	alamsyahnurm.blogspot.com Internet Source	<1 %
20	docobook.com Internet Source	<1 %
21	ftsl.itb.ac.id Internet Source	<1 %
22	awaluddin.web.id Internet Source	<1 %
23	journal.ut.ac.ir Internet Source	<1 %
24	Sulaiman Hamzani, Munawar Raharja, Zulfikar Ali As. "Proses Netralisasi pH pada Air Gambut di Desa Sawahan Kecamatan Cerbon Kabupaten Barito Kuala", JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan, 2017 Publication	<1 %
25	Submitted to UIN Sunan Ampel Surabaya Student Paper	<1 %
26	archive.org Internet Source	<1 %
	journal.sttnas.ac.id	

27	Internet Source	<1 %
28	nanosmartfilter.com Internet Source	<1 %
29	www.mesin-menghancurkan.com Internet Source	<1 %
30	file.upi.edu Internet Source	<1 %
31	id.scribd.com Internet Source	<1 %
32	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
33	jujubandung.wordpress.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes	On	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		