

JURNAL
TEKNOLOGI DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN
Program Studi Teknik Lingkungan
Sekolah Tinggi Teknologi (STT) Pelita Bangsa

Diterbitkan secara berkala, setahun dua kali setiap bulan April dan September oleh Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa, Bekasi. Memuat artikel yang berkaitan dengan gagasan dan hasil-hasil penelitian dibidang Manajemen dan Teknologi Lingkungan serta ilmu-ilmu yang terkait dengan bidang Manajemen dan Teknologi Lingkungan.

Pelindung

Ketua STT Pelita Bangsa

Penasehat

Wakil Ketua I STT Pelita Bangsa

Pemimpin Redaksi

Putri Anggun Sari, S.Pt., M.Si.

Dewan Redaksi

Giri Nurpribadi, S.T.P., M.M., Aris Dwicahyanto, Ir., M.M., M.Si., Martin Darmasetiawan, Ir., M.M., Emir Sadikin, Ir., M.M., Agus Andriansyah, S.T., M.M.

Mitra Bestari (Reviewer)

Prof. Dr. I Made Putrawan (UNJ);

Prof. Dr. Nadiroh, M.Pd. (UNJ);

Dr. Ir. Supriyanto, M.P.

Sekretariat Pelaksana

Dr. Ir. Dadi Karmadi, M.M.;

Ir. Iwuk Sriharyuniwati, M.M.

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Lingkungan STT Pelita Bangsa

Kampus STT Pelita Bangsa Jl. Inspeksi Tegal Danas Arah DELTAMAS Cikarang Pusat Bekasi

Telp. 021 2852 8181, 82, 83, 84; Fax. 021 2851 8180

Email : teknik.lingkungan@pelitabangsa.ac.id

Website : www.pelitabangsa.ac.id

JUNAL TEKNOLOGI DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Volume 2, Nomor 2, September 2015

- 1 Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum Desa Pasiraji..... 1-17
- 2 Pengaruh Kekentalan Dan Laju Alir Fluida Terhadap Koefisien Perpindahan Panas Pada Plate Heat Exchanger 18-31
- 3 Pengelolaan Sampah Di Perumahan Bendasari Raya Magetan Jawa Timur.... 32-52
- 4 Manajemen Operasional Pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Hegarmukti Yayasan Ekamitra Nusantara..... 53-69

PERENCANAAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM DESA PASIRANJI

Dodit Ardiatma¹⁾, Sudarso²⁾

¹⁾ Dosen, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

²⁾ Mahasiswa, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

e-mail: doditardiatma@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan pokok yang perlu dipenuhi dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan air, desa Pasiranji saat ini hanya menggunakan air tanah dangkal atau sumur yang kurang terjaga kualitas dan kuantitasnya. Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum Desa Pasiranji ini bertujuan untuk memenuhi 100% kebutuhan air dengan kualitas air minum. Sungai Cibeet akan menjadi sumber air baku bagi BPAM Desa Pasiranji. BPAM akan berada disebelah barat Sungai Cibeet dan sekitar pemukiman warga. Kapasitas produksi sebesar $\pm 2,5$ liter perdetik. Unit pengolahan terdiri dari bangunan Intake, Cascade Aerator, Praklorinasi, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Slow sand filter, Disinfektan klorin, dan bangunan Reservoir.

ABSTRACT

Water is a basic requirement to be full fail in their daily lives. To full fail the needs of water , pasiranji village currently only using shallow ground water wells or less maintained the quality and quantity. Building Planning Pasiranji Rural Drinking Water Treatment aims to meet 100 % of water needs to drive quality drinking water. Cibeet river will be a source of raw water for the village BPAM Pasiranji .BPAM will be the west side of the river and surrounding residential Cibeet. The production capacity of ± 2.5 liters per second. Processing unit consists of buildings Intake , Cascade Aerator , Praklorinasi , Coagulation , Flocculation , Sedimentation , Slow sand filters , chlorine disinfectant , and building Reservoir.

Keywords : *Village Pasiranji , treatment , drinking water*

LATAR BELAKANG

Air merupakan senyawa kimia yang berbentuk cair, sehingga sangat fleksibel digunakan oleh makhluk hidup sebagai media transportasi makanan di dalam tubuhnya. Fungsi air bagi kehidupan tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Badan manusia terdiri dari sekitar 65% air, kehilangan cukup banyak air dari badan akan mengakibatkan banyak masalah dan mungkin dapat menyebabkan kematian. Air ini digunakan manusia selain untuk minum juga untuk kebutuhan sehari-hari lainnya seperti mandi, cuci, dan juga digunakan untuk pertanian, perikanan, perindustrian, dan lain-lain (Agustina, 2013).

Penyediaan air bersih untuk kebutuhan manusia harus memenuhi empat konsep dasar yaitu dari segi kuantitas, kualitas, kontinuitas dan ekonomis. Dari segi kuantitas; air harus cukup untuk memenuhi segala kebutuhan manusia, dari segi kualitas; air harus memenuhi persyaratan kesehatan terutama untuk air minum, dari segi kontinuitas; air tersebut selalu ada berputar pada siklusnya dan tidak pernah hilang, dan dari segi ekonomis; harga jual air tersebut harus dapat terjangkau oleh segala kalangan masyarakat mengingat air sangat dibutuhkan oleh semua golongan tanpa kecuali (Darmasetiawan, 2013).

TUJUAN

1. Membuat desain pengolahan air minum secara terpadu di desa pasiranji.
2. Menyediakan kebutuhan air untuk warga desa pasiranji dengan kualitas air minum.

MANFAAT

1. Mengatasi permasalahan yang ada selama ini yaitu kelangkaan sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.
2. Menjamin kelangsungan penyediaan air bersih untuk daerah layanan desa pasiranji.

LANDASAN TEORI**Kondisi Umum Air Baku**

Sumber air baku unit pengolahan Pasir Ranji bersumber dari aliran sungai Cibeet, dimana sungai tersebut adalah anak sungai Ci Tarum yang menjadi batas alami antara Kabupaten Bekasi dan Kabupaten Karawang. Ci Beet merupakan salah satu sungai yang memasok air ke saluran irigasi Tarum Barat atau biasa disebut Kalimalang. Ci Beet memiliki dua anak sungai yaitu Ci Gentis dan Ci Pamingkis. Ci Beet dan Ci Pamingkis berhulu Sukamakmur, Kabupaten Bogor sedangkan Ci Gentis berhulu di Gunung Sanggabuana, Kabupaten Karawang.

Kondisi Sungai Cibeet saat ini , dilihat secara fisik kondisi airnya berwarna keruh (kecokelatan). Kondisi keruh pada sungai ini suatu saat berubah dengan adanya perubahan musim yaitu dari musim penghujan dan musim kemarau.

Musim Kemarau kondisi air sebelum ada pabrik di pinggiran sungai cibeet, kondisi airnya bagus secara fisik yaitu jernih dan masih layak konsumsi untuk kebutuhan sehari-hari tanpa harus treatment yang lama. Namun saat ini kondisi air cibeet setelah ada pabrik kondisi kualitas airnya bertambah buruk dengan adanya kandungan air limbah yang masuk ke dalam aliran air sungai cibeet, dimana kondisi air sungai secara fisik dari warna berubah terkadang hijau atau kuning. Dan bau tidak sedap.

Musim Penghujan, kondisi air sungai cibeet relative lebih baik dari musim kemarau namun tidak menutup kemungkinan kualitas airnya masih tergolong belum memenuhi syarat sebagai air konsumsi untuk kebutuhan sehari-hari (MCK). Kondisi saat musim penghujan lebih mudah di treatment karena debit air yang masuk sungai cibeet lebih besar dan alirannya cukup deras sehingga proses sulfonifikasi berjalan dengan semestinya. Dimana proses ini dapat mengurai kondisi air yang tercemar limbah sehingga pada saat masuk intake pengolahan kualitas airnya sudah sedikit berkurang pencemaran limbahnya.

Penduduk Desa Pasiranji

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari data penduduk Badan Statistik kabupaten Bekasi, kecamatan Cikarang utara memiliki jumlah penduduk laki-laki dan perempuan

sebanyak 199593 jiwa. Untuk desa pasirranji jumlah penduduknya sekitar 3500 jiwa (BPS kab. Bekasi, 2014).

Penyediaan Air Eksisting

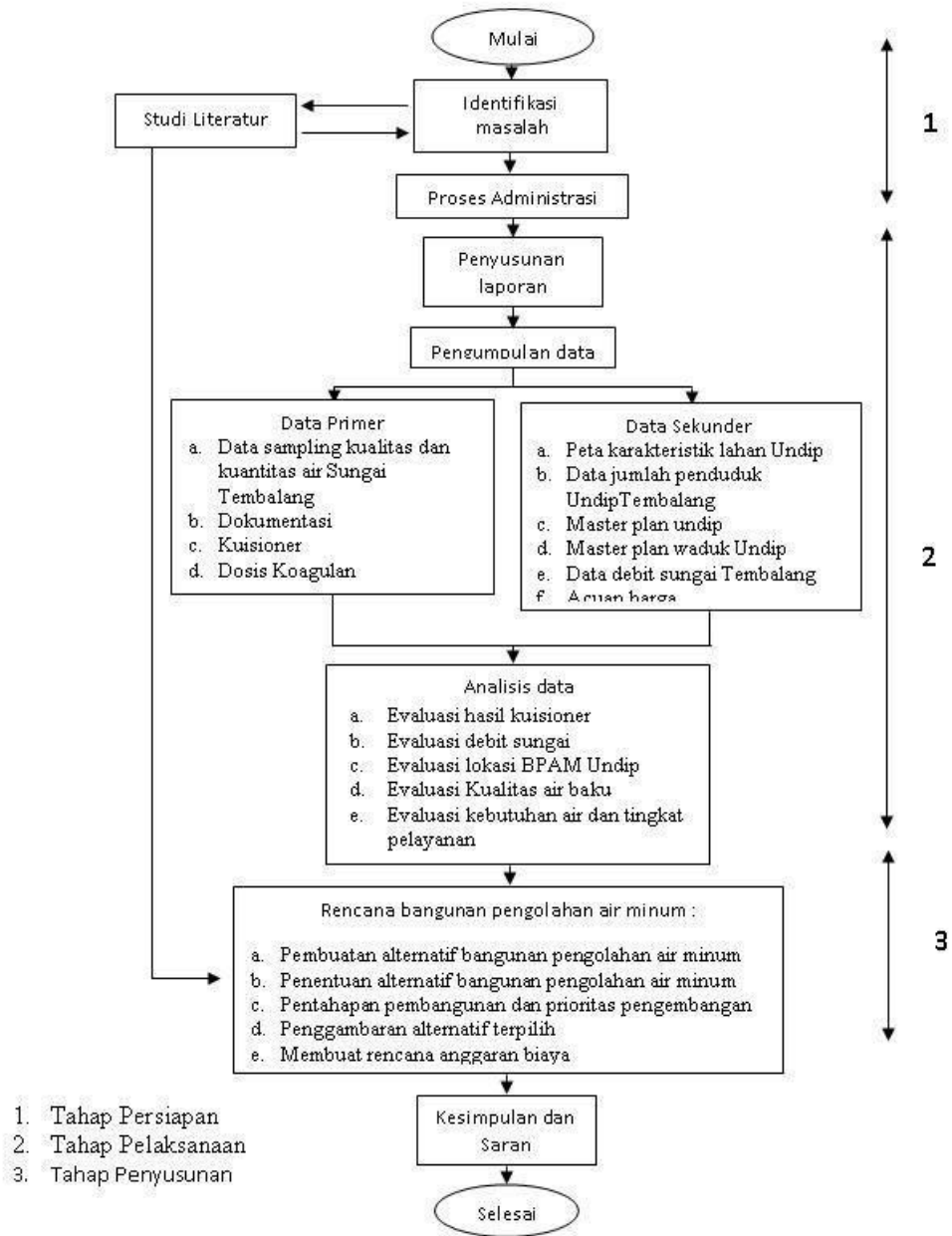
Saat ini warga masyarakat desa pasir ranji dalam penyediaan air bersih dilakukan oleh masing-masing warga dengan memanfaatkan air sumur atau air sungai cibeet sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.

Sungai Cibeet

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan dilapangan pada tanggal 28 desember 2015 aliran sungai cibeet adalah $5.5 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pengukuran diambil dengan metode benda apung, kondisi sungai pada saat pengukuran adalah dalam kondisi normal di musim panas, dimana aliran air tidak dipengaruhi limpasan air hujan.

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan proses / diagram alir yang digunakan dalam proses pengolahan air bersih pada unit pasirranji adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Tahap Perencanaan

Tabel 1. Kualitas air Cibeet

	Parameter	Satuan	Hasilanalisa	Bakumutu
A	Fisika			
1	Suhu	°C	23	Deviasi5
2	TSS	mg/l	12	400
3	Kekeruhan	NTU	23,1	5
4	Warna	TCU	3	15
B	Kimia			
a	Kimia Organik			
1	pH	-	7,5	5-9
2	Florida	mg/l	0,0	-
3	NO ₃ sebagai N	mg/l	0,3	20
4	Nitrit	mg/l	0,8	-
5	NH ₃ -N	mg/l	0,0	-
6	Arsen	mg/l	0,0	1
7	Sianida	mg/l	0,0	-
8	Khromium val-6	mg/l	0,0	1
9	Tembaga	mg/l	0,0	0,2
10	Besi	mg/l	0,2	-
11	Timbal	mg/l	0,03	1
12	Mangan	mg/l	0,0	-
13	Seng	mg/l	0,0	2
14	Sulfat	mg/l	7	-
15	Sulfida	mg/l	0,0	-
16	BOD	mg/l	14	12
17	COD	mg/l	20	100
b	Kimia Organik			
1	Detergent/MBAS	ug/l	0,05	-
C	Biologi			
1	Mikrobiologi	MPN/100 ml Coliform	43	0

Sumber : Lab.BPLH, Kab. Karwang, 2014.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana Lokasi Pembangunan

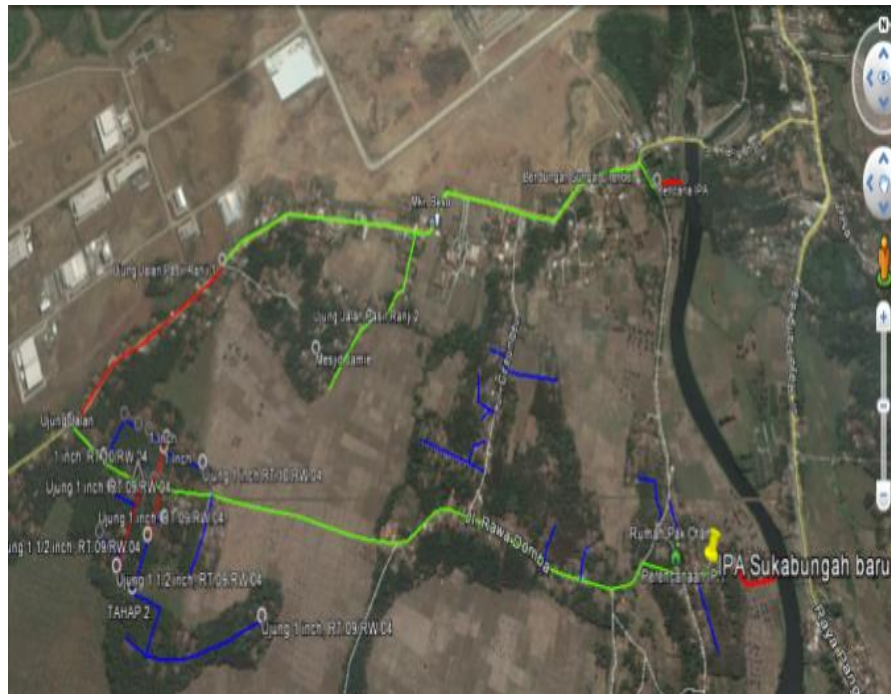
Lokasi pembangunan bangunan pengolahan air minum bertempat di Kec. Sukabungah Desa Pasiranji. Lokasi tepatnya berada sekitar 30 meter dari pinggiran sungai Cibeet. Lokasi ini di pilih karena mudah di akses dan dekat dengan pemukiman warga desa pasiranji.

Kebutuhan Air

Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan air desa pasiranji .

Tabel 2. Kebutuhan Air

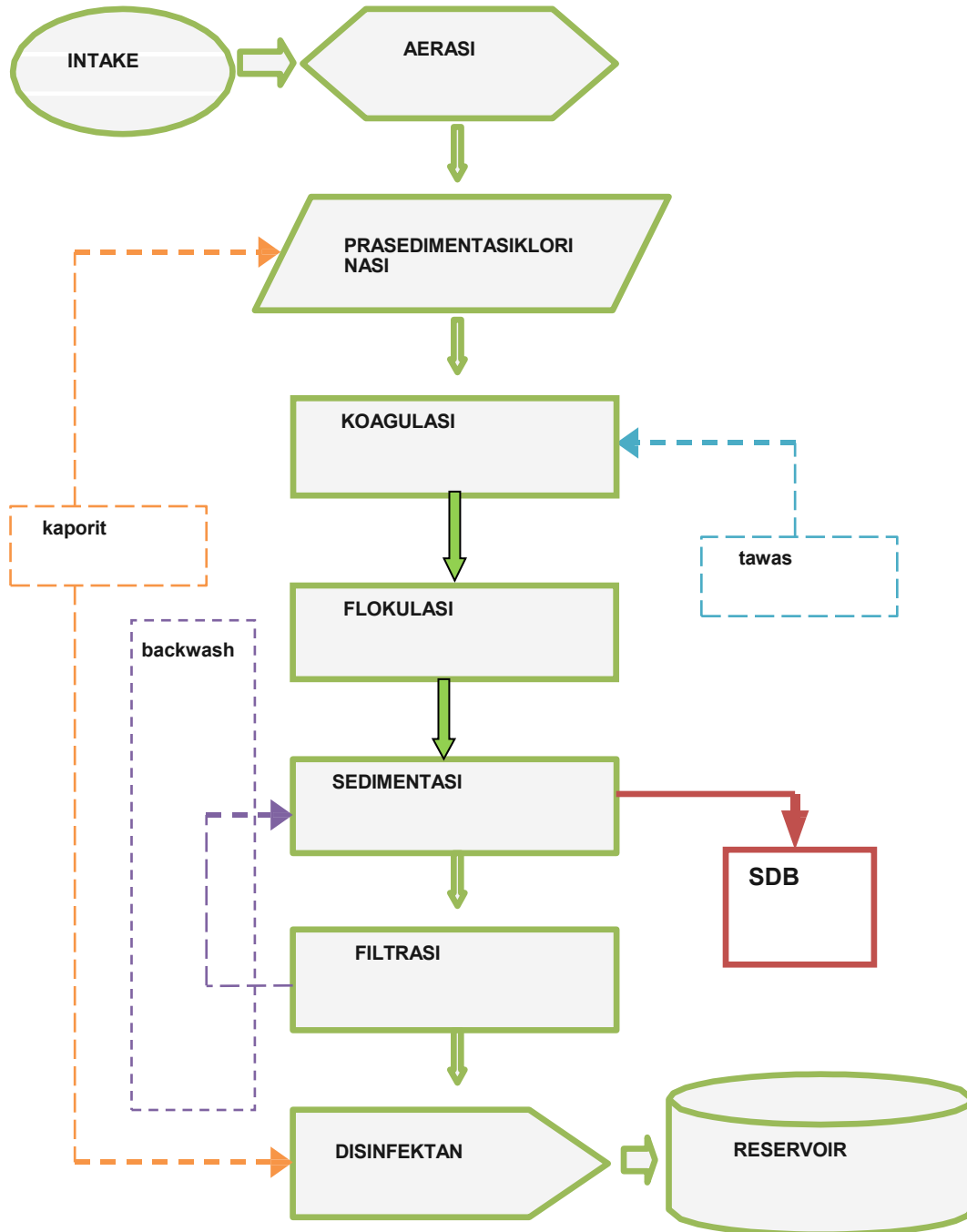
Jenis Kebutuhan	Jumlah (Jiwa)	Kebutuhan Air (liter)	Satuan	Kebutuhan	
				L/ hari	m ³
Penghuni	3500	150	l/org/hr	525000	525
Siram tanaman	3500	20	l/org/hr	70000	70
Cuci	3500	30	l/org/hr	105000	105



Gambar 2. Denah Lokasi Pembangunan IPA Pasiraji

Alternatif Pengolahan

Pengolahan yang dipilih untuk penyediaan air minum di desa pasiranji dapat dilihat didalam Gambar 3.



Bangunan Intake

Intake yang digunakan adalah jenis intake tower, intake di gunakan untuk mengambil air baku dari sungai cibebet, intake menggunakan system pompa, dimna menggunakan jenis pompa yang berkapasitas pemompaan 5 liter perdetik. Pada intake juga terdapat barscreen , hal ini berfungsi sebagi penyaring/penghambat sampah atau partikel-partikel besar yang masuk ke dalam daerah intake.

Tabel 3. Bangunan Intake

Keterangan	Besara	Satuan
Debit	25	l/s
Lebar bak	2	m
Tinggi bak	5,5	m
Panjang bak	2	m
Lebar screen	0.5	m
Tinggi screen	0.5	m
Jumlah batang	12	bh/jndl
Sudut kemiringan	60°	
Tebal batang	1,25	Cm
Jarak antar batang	2,5	Cm

Sumber : Data Primer, 2014

Pada perencanaan ini menggunakan sistem aerasi *Cascade Tower* . karena system tersebut dapat memisahkan logam berat dan biaya operasionalnya tidak terlalu besar. Sebelum air baku masuk ke dalam aerator akan melewati bak penampungan untuk menentukan besarnya debit air baku yang akan di olah dan masuk dalam cascade.

Tabel. 4 Aerasi

Keterangan	Besar	Satu
A.Bak		
Lebar bak	2	m
Tinggi bak	3	m
Panjang bak	2	m
B.Aerator		

Jumlah cascade	10	m
Tinggi cascade	30	m
Luas tower	18	m ²
Panjang	20	cm
Panjang tower	3,7	m
Lebar tower	2,2	m
Tinggi tower	5,3	m

Sumber : Data Primer, 2014

Pra Klorinasi

Pra klorinasi digunakan untuk mereduksi zat organik yang terkandung dalam air baku, klorin yang digunakan adalah dalam bentuk kaporit. Pembubuhan dilakukan dengan pompa dosis.

Tabel 5. Klorinasi

Keterangan	Besara	Satuan
Keb. Klor	28	mg/l
Keb. Kaporit	36,28	kg/hr
VolumeKapo	4,88x10	m ³ /s
Volumelarut	7,03	m ³
Diameterbak	1080	mm
Tinggibak	1150	mm

Sumber : Data Primer, 2014

Koagulasi

Koagulasi yang digunakan dalam pengolahan ini adalah tipe terjunan dengan PAC sebagai koagulan. PAC dilarutkan dalam bak pembubuhan, kemudian dicampurkan menggunakan pompa dosis.

Tabel 6. Koagulasi

Keterangan	Be	Satu
A. Bak		
Diameter bak	670	mm
Tinggi bak	930	mm

B. Bak Koagulasi		
Lebar bak	1	m
Tinggi bak	1,	m
Panjang bak	1	m
Tinggi terjunan	0.	m
C. Koagulan		
Keb.alum	3	kg/
Debit alum	0,	m ³ /
Volume pelarut	255	m ³

Sumber : Data Primer, 2014

Flokulasi

Flokulasi yang digunakan dalam pengolahan ini adalah tipe Blade Propeller (baling-baling pisau). Flokulasi dibagi menjadi tiga tahap.

Tabel 7. Flokulasi

Uraian	Satuan	Taha p1	Taha p 2	Tahap 3
Tinggi	m	3	3	3
Diame ter	m	2,5	2,5	2,5
Tip speed	m/s	0.6	0.6	0.6
Daya pengadu	watt	384,4 1	170,85	42,71
G	m	150	100	50
Td	s	600	600	600

Sumber : Data Primer, 2014

Sedimentasi

Bak sedimentasi berupa rectangular tank yang terdiri dari zona inlet, zona pengendapan, zona lumpur dan zona outlet.

Tabel 8. Sedimentasi

Keterangan	Besaran	Satuan
A. Zona Pengendap		
Lebar bak	2,7	m
Tinggi bak	2	m
Panjang bak	8,1	m
Free board	0,3	m
Lebar plate	2,7	m
Panjang plate	1,15	m
Sudut plate	60°	
Tebal plate	0,005	m
Jarak antar plate	0,06	m
Jumlah plate	135	Unit
NRE	168,54	
NFR	$2,2 \times 10^{-5}$	
B. Zona Inlet		
ØØPipa inlet	0,2	m
ØØPipa orifice	0,08	m
C. Zona Lumpur		
Debit lumpur	0,3	m ³ /hr
Tinggi zona lumpur	0,3	m
Lebar zona lumpur	2,7	m
Panjang zonalumpur	0,3	M
D. Zona Outlet		
Jumlah pelimpah	2	Buah
Lebar Gutter	0,21	m
Panjang Gutter	8,1	m
Tinggi Gutter	0,14	m
Jarak antar Gutter	1,14	m
Jumlah V-notch	118	Buah
L. muka air di V-notch	0,06	m
L.pintuV-notch	0,09	m
Jarak antar V-notch	0,05	m

Filtrasi

Filtrasi yang digunakan dalam pengolahan ini adalah jenis rapid sandfilter. Media yang digunakan dalam filter ini adalah media pasir silica dan media kerikil, filtrasi dilengkapi dengan system backwash untuk mengembalikan fungsi saringan media yang telah jenuh. Backwash dilakukan 1- 4 kali dalam sehari sesuai dengan keadaan dalam pengolahan.

Tabel 9. Filtrasi

Keterangan	Besara	Satua
Lebar bak	2,25	m
Panjang bak	4	m
Tebal media	70	m
Tebal media	20	m
Manifold	400	mm
Manifold lateral	50	mm
Jumlah Gutter	2	Bua
Jarak Gutter-	1,25	cm
Jarak antar	2,5	cm
Panjang Gutter	4	m
Lebar Gutter	40	cm
Tinggi Gutter	20	cm

Sumber : Data Primer, 2014

Disinfeksi

Disinfeksi yang digunakan adalah disinfeksi dengan klorin. Klorin yang digunakan dalam bnetuk kaporit. Disinfeksi bertujuan untuk menghilangkan mikroorganisme yang terdapat dalam air minum dan menjaga air tetap steril dalam distribusi ke konsumen.

Tabel 10. Disinfeksi

Keterangan	Besaran	Satuan
Keb. Kaporit	2,916	kg/hr
Volume Kaporit	3,4	l/hr
Volume pelarut	68	l/hr

Volume larutan	71,4	l/hr
Diameter bak	460	mm
Tinggi bak	530	mm

Sumber : Data Primer, 2014

Reservoir

Reservoir yang digunakan dalam pengolahan ini adalah jenis reservoir ground reservoir.

Reservoir jenis ini di pilih karena Reservoir ini di rancang untuk menjaga kontinuitas penyediaan air bersih.

Tabel 11. Reservoir

Keterangan	Besara	Satua
Jumlahreservoi	2	unit
Debittiapunit	12,5	l/s
%volume	60	%
Dimensitiapuni		
Lebar	8	m
Tinggi	4	m
Panjang	16,5	m
Freeboard	0,5	m
ØØpipa inlet	0,2	m
ØØpipa outlet	0,2	m
ØØpipa	0,2	m
ØØpipa	0,2	m
ØØpipa ventilasi	0,2	m

Sumber : Data Primer, 2014

Perpompaan

Ada beberapa jenis pompa yang digunakan dalam operasional instalasi pengolahan air minum ini yaitu pompa dosing, pompa backwash dan pompa hisap.

Tabel 12. Pompa

Letak	Jenis	Jumlah	Q maks
Intake	sentrifugal	1	62m ³ /jam

Praklorinasi	Dosing pump	1	990 lt/jam
Bak Koagulan	Dosing pump	1	48 lt/jam
Disinfeksi	Dosing pump	1	48 lt/jam
Reservoir	Sentrifugal	1	62m ³ /jam

Sumber : Data Primer, 2014

Rencana kelembagaan

Penegelolaan BPAM berbasis masyarakat. Dalam hal ini pengelolaan di serahkan ke pihak desa stempat, namun untuk pengopersiannya dengan bantuan para ahli dari yayasan ekamitra dimana yang di tunjuk sebagai perencana dan pengelolaan. Secara umum yang perlu diperhatikan dalam menjamin keberlanjutan pelayanan air minum adalah pengelolaan prasaran dan sarana, memnuhi pelayanan sesuai rencana dan tata cara pemeliharaan, sebagaimana tatatertib yang telah mendapatkan kesepakatan.

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan biaya investasi yang diperlukan dalam membangun BPAM desa pasiranji.

Tabel 13. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

JenisPekerjaan	Biaya
PekerjaanPersiapan	438,846,7
PekerjaanIntake	267,170,1
PekerjaanAerasi	90,126,6
PekerjaanPra-Klorinasi	271,04
PekerjaanKoagulasi	40,075,7
PekerjaanFlokulasi	212,871,3
PekerjaanSedimentasi	124,483,7
PekerjaanFiltrasi	133,957,0
Pekerjaan Disinfektan	540,12
Pekerjaan Reservoir	2,459,506,8
PekerjaanSludgeDrying	13,956,8
Pek.RuangPengadukanB	40,106,8
PekerjaanJalan	60,368,7
Pekerjaan Drainase	39,715,4
Pekerjaan RuangGenset	40,106,8
PekerjaanRuangTravo	51,099,9
Pekerjaan RuangJaga	42,640,2

Pembuatan	42,640,2
Pek.GudangLaboratoriu	166,897,3
PeralatanElektrikalMeka	149,955,0
JumlahBiaya	4,415,336,8
Pembulatan	4,416,000,0
Ppn10%	441,600,0
TotalBiayaProyek	4,857,600,0

Sumber : Data Primer, 2014

KESIMPULAN

Perencanaan bangunan pengolahan air minum desa pasiranji memiliki kapasitas debit air baku 5,5 liter per detik, dimana kapasitas debit pengolahan di rancang dengan debit 2,5 liter perdetik. Bak reservoir dapat menampung air hasil olahan dengan kapsitas 25m³ dengan kapasitas penampungan sebanyak 25m³ kebutuhan air desa pasiranji secara keseluruhan dapat terpenuhi untuk kegiatan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G.,Santika,S.S.1984. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional: Surabaya
- Darmasetiawan,M. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalansi Pengolahan Air*, Penerbit Yayasan Suryono: Bandung
- Degremont. 1991. *Water Treatment Handbook*. Degremont: Perancis
- Droste, RonaldL. 1997. *Theory and Practice of Water and Waste water Treatment*, John Wiley & Sons, Inc: Canada
- Text Book Series. 40. 1974. *Water Treatment Engineering*, Japan International Cooperation Agency: Japan
- Geyer, Jhon Charles and Daniel Alexander Okun. 1997. *Water and Wastewater Engineering*, John Wiley & Sons,Inc: Canada
- Kawamura, Susumu. 1991. *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, A.Willey Interscience Publication: Japan
- Reynolds, Tom D. 1982. *Unit Operations and Processes In Environmental Engineering*, Texas and M University: Texas
- Tchobanoglous, G dan Burton, F.L., 2003. *Waste Water Engineering: Treratment, Disposaland Reuse*. McGraw-Hill International 4rd Edition: Singapura

**PENGARUH KEKENTALAN DAN LAJU ALIR FLUIDA TERHADAP KOEFISIEN PERPINDAHAN
PANAS PADA PLATE HEAT EXCANGER**

Neny Mulyani¹⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

e-mail : mulyanineny.insyan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh kekentalan dan laju alir fluida terhadap koefisien perpindahan panas pada plate heat exchanger yang banyak dijumpai pada operasi kimia. Bahan penelitian menggunakan oli SAE 10, SAE 20, SAE 40, SAE 50, dan minyak goreng. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa koefisien perpindahan panas maksimum untuk setiap bahan berbeda-beda. Untuk oli SAE 10 koefisien perpindahan panas maksimum dicapai pada laju alir 205.106 lt/j dengan laju alir air pendingin 171.63 lt/j, untuk SAE 20 dicapai pada laju alir 127.04 lt/j, dengan laju alir air pendingin 171.63 lt/j, untuk SAE 40 dicapai pada laju alir 80.44 lt/j dengan laju alir air pendingin 577.29 lt/j, untuk SAE 50 dicapai pada laju alir 81.64 lt/j dengan laju alir air pendingin 577.29 lt/j, dan untuk minyak goreng koefisien perpindahan panas maksimum dicapai pada laju alir 180.65 lt/j dengan laju alir air pendingin 577.29 lt/j. Semakin tinggi perbandingan antara laju alir terhadap kekentalan fluida, semakin tinggi pula koefisien perpindahan panasnya. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan, pemerintah dan pihak lain untuk menambah wawasan.

Kata kunci: Laju alir fluida, kekentalan (*viscositas*), koefisien perpindahan panas dan *plate heat exchanger*.

PENDAHULUAN

Proses perpindahan panas sangat penting dan banyak dijumpai dalam operasi kimia, misalnya proses yang dihasilkan oleh reaksi kimia dalam reaktor (reaksi eksotermis), panas yang dibutuhkan/diserap oleh reaksi kimia (reaksi endotermis) atau panas yang mengeksploitasi sifat-sifat fisik material seperti destilasi, pengeringan dan lain-lain. Perpindahan panas terjadi karena adanya gaya dorong berupa perbedaan temperatur. Perpindahan energi panas yang terjadi dapat berlangsung secara konveksi, konduksi, radiasi, atau ketiga-tiganya sekaligus. Alat bantu yang berperan sangat penting dalam proses perpindahan panas ini terdiri dari beberapa jenis utama antara lain: *shell and tube*, *double pipe*, dan lempeng (*plate*). Perangkat alat perpindahan panas yang dipergunakan berupa lempengan (*Plate-Frame HE*), mempunyai prinsip kerja dimana proses perpindahan panas terjadi pada permukaan lempeng yang bergelombang.

Koefisien perpindahan panas (U) yang merupakan salah satu hal penting dalam teknik perpindahan panas didefinisikan sebagai sejumlah panas yang dilepaskan melalui suatu medium dengan luas permukaan 1 m^2 selama 1 detik dan dengan perbedaan temperature sebesar 1 K , sehingga satuannya adalah $\text{watt/m}^2\text{K}$. Variabel yang akan diteliti pengaruh dan hubungannya terhadap U adalah laju alir dan kekentalan media cair panas. Pengambilan data dilakukan dengan laju alir air pendingin dibuat tetap, sedangkan laju alir oli dan minyak goreng panas bervariasi. Kedua aliran tersebut dikontakkan secara berlawanan arah (*counter-current*).

Pengaruh kekentalan (*viscositas*) dari setiap media cair yang didinginkan dinyatakan dengan kurva bilangan Reynold (N_{re}) versus logaritma U , sedangkan pengaruh laju alir oli dan minyak goreng dinyatakan dalam kurva laju alir panas versus logaritma U . Analisa hasil penelitian dilakukan pada setiap kurva, dan hasilnya berlaku hanya untuk karakteristik alat dan tahapan penelitian yang dilakukan. Untuk kondisi yang lain kemungkinan hasilnya akan berbeda.

Pada perpindahan panas dari satu fluida ke fluida lain melalui suatu dinding pemisah, panas yang dipindahkan berupa kalor laten yang menyertai proses perubahan fase seperti kondensasi (pengembunan) dan vaporasi (penguapan), atau kalor sensible yang berkaitan

dengan kenaikan atau penurunan suhu tanpa suatu perubahan fase. Proses perpindahan panas yang terjadi antara dua fluida melalui dinding pemisah, berlangsung secara konduksi dan konveksi. Dalam penggunaan suatu alat penukar panas, pada umumnya tidak dilakukan pengukuran temperatur antara kedua fluida dan permukaan dinding pemisah, sehingga koefisien perpindahan panas yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan luas permukaan perpindahan digunakan koefisien perpindahan keseluruhan (U).

Dengan demikian persamaan yang digunakan berdasarkan perbedaan suhu rata-rata antara kedua fluida yang mengalami perpindahan panas sebagai berikut:

$$q = U.A.(\Delta T_m) \quad (1)$$

Dalam perhitungan laju perpindahan panas dengan melibatkan harga koefisien perpindahan panas keseluruhan, beda suhu yang digunakan adalah beda suhu rata-rata logaritmik (*logarithmic mean temperature difference, LMTD*) dari kedua aliran fluida. Hal ini disebabkan karena harga koefisien perpindahan panas yang dilibatkan dalam perhitungan merupakan harga total yang meliputi koefisien perpindahan panas konduksi dan konveksi. Beda suhu rata-rata logaritmik dari kedua aliran fluida ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} \quad (2)$$

Untuk aliran lawan arah, ΔT_1 adalah selisih temperatur keluar aliran fluida panas dan temperatur masuk fluida dingin ($T_{h2} - T_{c1}$) dan ΔT_2 adalah selisih temperatur masuk aliran fluida panas dengan temperatur keluar fluida dingin ($T_{h1} - T_{c2}$).

Plate-frame heat exchanger terdiri dari lempeng standard sebagai permukaan berlangsungnya panas dan rangka penyangga susunan lempeng tersebut. Penurunan tekanan (*pressure drop*) yang terjadi pada penukar panas bentuk ini relatif kecil. Penukar panas jenis ini pada umumnya digunakan untuk pertukaran panas antara dua fluida pada

tekanan dibawah 20 atmosfer. temperatur operasi maksimumnya adalah 300⁰C, dan relatif efektif digunakan untuk fluida dengan viscositas 300 P. Kelebihan *plate-frame heat exchanger* dibandingkan dengan penukar panas jenis lainnya adalah karena mudahnya untuk pembersihan dan dapat digunakan untuk berbagai macam fluida (bergantung dari bahan konstruksi yang digunakan), dan mudah untuk melakukan modifikasi (penambahan luas permukaan perpindahan atau mengubah keluar masuk fluida).

Untuk perhitungan jumlah panas yang berpindah dari aliran fluida panas ke aliran fluida dingin dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$q = Q \cdot \rho \cdot C_p \cdot (\Delta T) \quad (3)$$

Reynolds mempelajari perubahan aliran fluida dari aliran laminer (aliran yang terdiri dari lapisan-lapisan yang tidak saling mengganggu) ke aliran turbulen (aliran yang bergerak kemana-mana dalam bentuk aliran silang) dengan persamaan:

$$N_{Re} = \frac{DV\rho}{\mu} \quad (4)$$

Transisi (perubahan) dari aliran laminer menjadi aliran turbulen dapat berlangsung dalam suatu kisaran bilangan Reynolds yang cukup luas. aliran laminer selalu ditemukan pada angka dibawah 2100, aliran turbulen pada bilangan Reynolds diatas kira-kira 4000. Antara 2100 dan 4000 terdapat suatu daerah transisi yang jenis alirannya mungkin laminer mungkin turbulen, bergantung pada kondisi di lubang masuk alat dan jarak dari lubang masuk fluida.

METODOLOGI

Tahapan penelitian yang dimulai dengan uji fisik bahan meliputi *densitas*, *viscositas*, dan kapasitas panas bahan. sedangkan tahapan percobaan dengan menggunakan *plate-frame heat exchanger* adalah sebagai berikut:

- Mengkalibrasi laju aliran fluida dingin (air) dan fluida panas

- Mengoperasikan plate-frame heat exchanger dengan variasi laju aliran panas dari 200 sampai 600 lt/j untuk masing-masing variasi laju aliran fluida dingin 200, 400, dan 600 lt/j
- Mencatat temperatur masuk fluida dingin dan panas serta temperatur keluar fluida dingin dan panas setiap perubahan variasi laju aliran

Data-data hasil percobaan diolah untuk mendapatkan besaran-besaran yang menunjang tujuan penelitian, yaitu:

- a. Temperatur rata-rata logaritmik (ΔT_m)

ΔT_m dihitung berdasarkan aliran fluida lawan arah, sehingga ΔT_1 yang digunakan adalah selisih temperatur keluar aliran fluida panas dan temperatur masuk fluida dingin ($T_{hb} - T_{ca}$) dan ΔT_2 selisih temperatur masuk aliran fluida panas dan temperatur keluar fluida dingin ($T_{ha} - T_{cb}$).

- b. Panas yang dilepaskan fluida panas (q)
- c. Koefisien perpindahan panas keseluruhan (U)
- d. Bilangan Reynolds (N_{Re})

N_{Re} dihitung untuk mengetahui jenis aliran dari fluida panas selama perpindahan panas berlangsung.

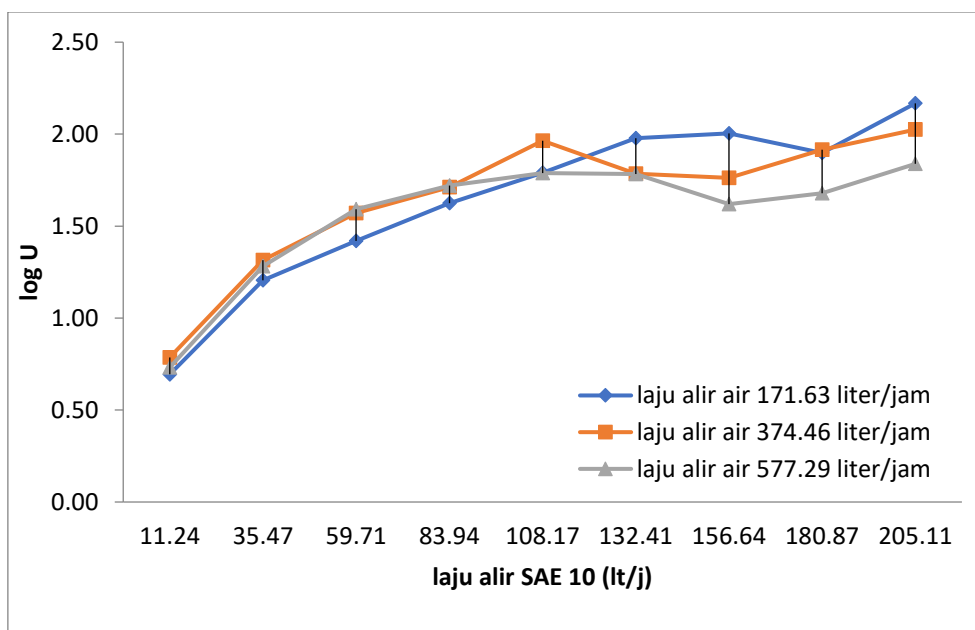
Harga koefisien perpindahan panas yang diubah kedalam bentuk logaritma semata-mata untuk memperpendek jarak dari suatu data ke data lain. Kurva yang dibuat hanya menghubungkan data-data asli percobaan tanpa menghasilkan persamaan kurva.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

SAE 10

Gambar 1 menunjukkan pada semua laju alir air, aliran cenderung laminar untuk laju SAE 10 dengan range kisaran 11.24 lt/j sampai 108.17 lt/j. Selanjutnya diatas laju alir tersebut, kurva menunjukkan stasioner. Keadaan tersebut menunjukkan aliran yang cenderung turbulen. Hasil interpretasi menunjukkan adanya titik pertemuan antara ketiga kurva yaitu sekitar laju alir 110 lt/j. Pada titik pertemuan tersebut terjadi perubahan aliran dari laminar ke aliran transisi. Dengan membandingkan kurva satu sama lain, pada laju SAE 10 rendah

dan laju alir air pendingin rendah, harga koefisien perpindahan panasnya lebih kecil daripada saat laju alir air lebih besar, akan tetapi seiring dengan naiknya laju SAE 10, makin rendah laju alir air terendah dan laju alir SAE 10 tertinggi didapatkan harga koefisien perpindahan panas (U) maksimum. Perubahan aliran yang telah disebutkan diatas dipengaruhi laju alir SAE 10 yang rendah, kelenturan dari fluida masih dapat mengikuti lekukan-lekukan lempeng lempeng penukar panas, sehingga aliran yang terjadi tidak saling mempengaruhi atau bercampur (laminar). Semakin tinggi laju alir, keelastisitasan fluida tidak mampu lagi untuk mengikuti lekukan lempeng sehingga terjadi perubahan aliran setempat yaitu antara aliran laminar dengan aliran turbulen (transisi). Perambatan panas dari SAE 10 menuju air dengan kondisi laju alir air yang tetap, lebih cepat terjadi jika laju alir SAE 10 besar, sehingga koefisien perpindahan panas (U) lebih besar pula. Koefisien perpindahan panas maksimum untuk oli SAE 10 dicapai pada laju alir air pendingin rendah (171.63 lt/j) dan laju alir SAE 10 tinggi (205.106 lt/j).

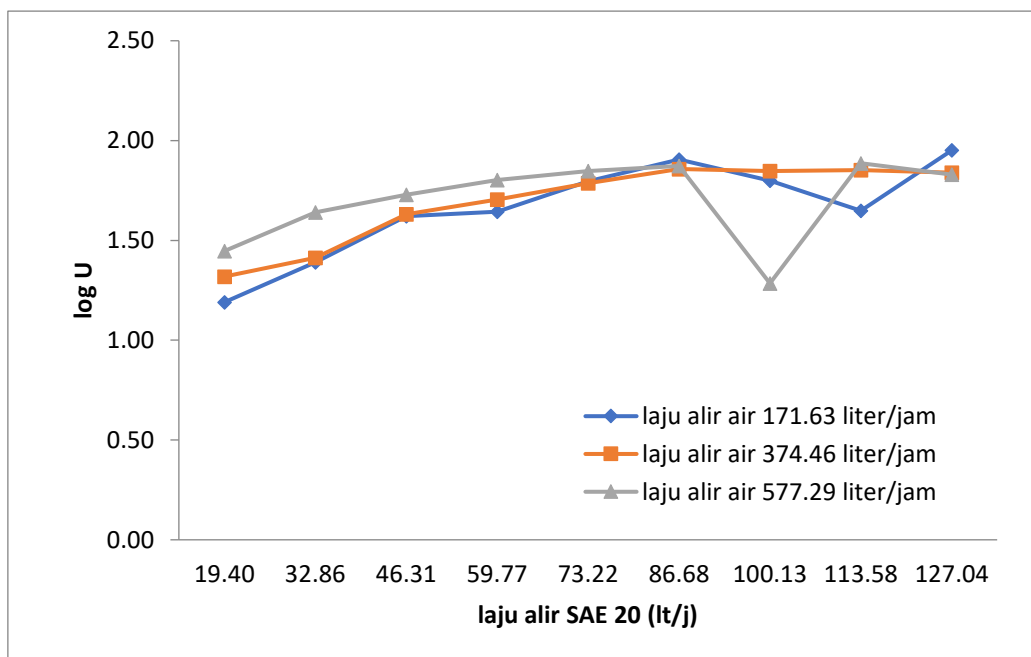


Gambar 1. Hubungan Laju Alir SAE 10 Terhadap Koefisien Perpindahan Panas

SAE 20

Gambar 2 menunjukkan perbedaan hasil percobaan dengan SAE 10, pada kurva hubungan laju alir SAE 20 dengan koefisien perpindahan panas (U), tidak ada titik pertemuan yang menunjukkan terjadinya perubahan laminar ke transisi. Hal ini disebabkan oleh elastisitas

SAE 20 yang masih mampu untuk bertahan pada aliran laminar dengan range aliran 19.4 - 127 lt/j. Pada laju SAE 20 yang tinggi, ketiga kurva menunjukkan adanya penyempitan jarak pada laju alir yang tinggi. Sehingga apabila laju SAE 20 diperbesar terus (lebih dari 127 lt/jam), ketiga kurva akan bertemu pada satu titik dimana pada titik laju tersebut harga koefisien perpindahan panasnya sama. dengan demikian untuk range laju SAE 20 diatas belum tercapai keadaan transisi. Perambatan panas pada oli SAE 20 lebih baik daripada oli SAE 10, hal ini ditunjukkan oleh besarnya harga koefisien perpindahan panas (U) yang lebih besar pada SAE 20 untuk laju alir yang sama dengan SAE 10. Koefisien perpindahan maksimum untuk oli SAE 20 dicapai pada laju alir air pendingin rendah (171.63 lt/j) dan laju alir SAE 20 tinggi (127.04 lt/j).

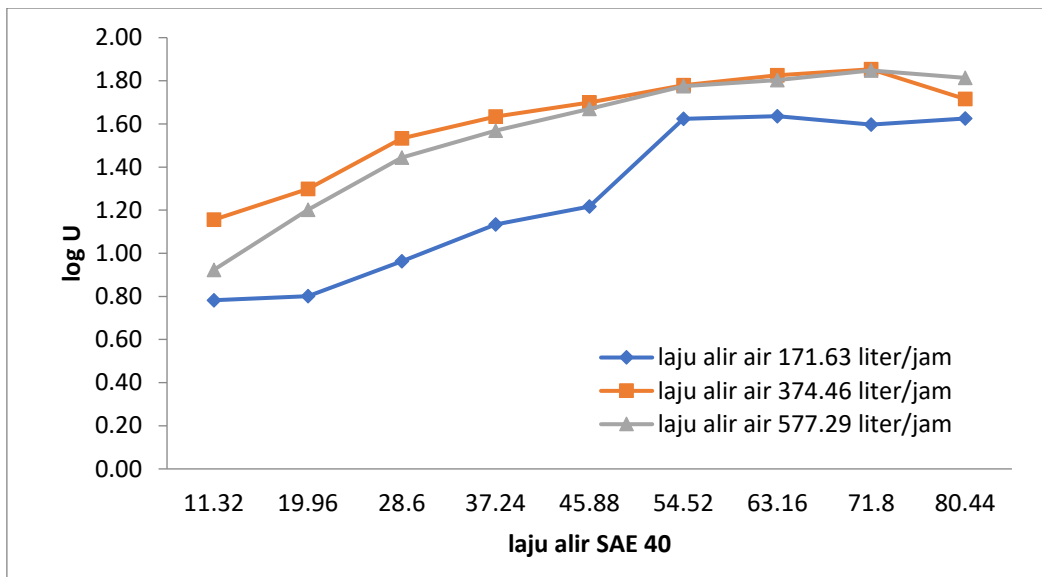


Gambar 2. Hubungan Laju Alir SAE 20 dengan Koefisien Perpindahan Panas

SAE 40

Gambar 3 menunjukkan bahwa kurva hubungan laju alir SAE 40 dengan koefisien perpindahan panas, belum menunjukkan adanya aliran transisi. Jadi selama perpindahan panas berlangsung pada percobaan ini, selama itu pula aliran fluidanya laminar. Dalam keadaan laminar ini, koefisien perpindahan panas (U) yang paling besar dimiliki oleh laju alir air tetap 374.46 lt/j. Dengan kata lain perambatan panas yang paling baik terjadi pada

laju alir air sedang. Perambatan maksimum tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik dari fluida SAE 40. Bila laju alir air terlalu rendah, panas yang dipindahkan lebih sedikit. sedangkan pada laju alir air yang terlalu tinggi, kontak antara kedua fluida tersebut lebih cepat sehingga koefisien perpindahan panas yang terjadi lebih rendah. Koefisien perpindahan maksimum untuk oli SAE 40 dicapai pada laju alir air pendingin tinggi (577.29 lt/j) dan laju alir SAE 40 tinggi (80.44 lt/j).

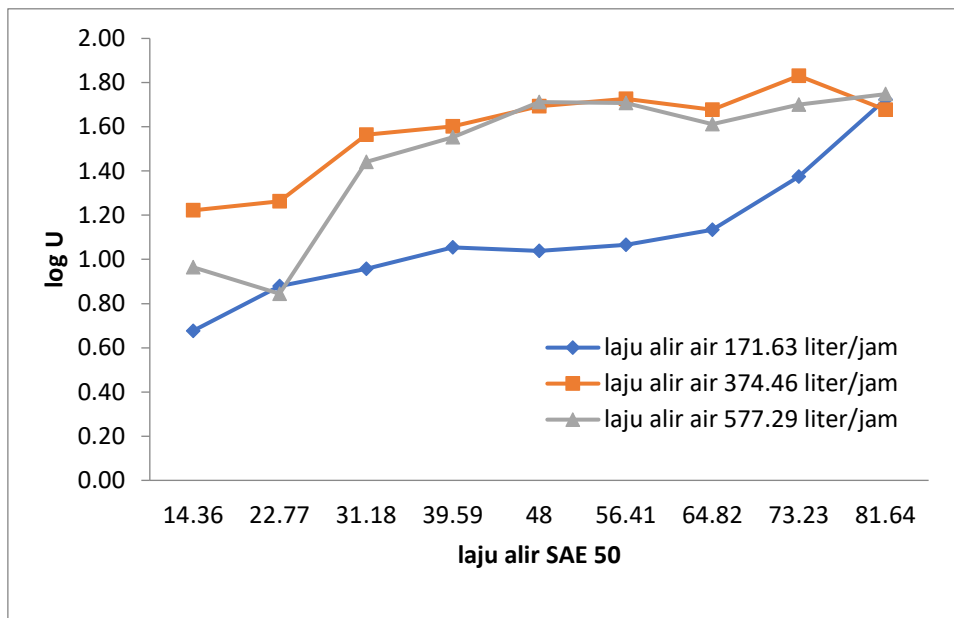


Gambar 3. Hubungan Laju Alir SAE 40 dengan Koefisien Perpindahan Panas

SAE 50

Gambar 4 merupakan kurva hubungan laju alir SAE 50 dengan koefisien perpindahan panas, menunjukkan kecenderungan yang berbeda dibandingkan kurva-kurva laju alir SAE lainnya. perbedaannya terlihat dengan adanya kurva yang stasioner. keadaan ini seperti telah dijelaskan diatas adalah keadaan dimana terjadi aliliran transisi. pada laju alir tetap 171.63 lt/j daerah transisinya menyempit bila dibandingkan dengan daerah transisi pada laju alir yang lebih tinggi. Sehingga apabila perpindahan panas antara oli SAE 50 dengan air pada laju alir yang sangat rendah akan didapat kurva yang aliran fluidanya berubah dari laminer ke turbulen tanpa adanya daerah transisi. Aliran transisi ini terjadi karena pada laju alir SAE 50 yang rendah, sifat elastisitas fluida masih dapat mengikuti lekukan lempeng, sedangkan pada laju alir yang lebih tinggi lagi, fluida tidak dapat mempertahankan sifat elastisitasnya. Pada keadaan tersebut aliran tidak lagi laminer, tetapi mulai ada perubahan ke transisi

sampai akhirnya pada laju alir yang tinggi terjadi turbulensi setempat atau turbulensi paksa. dengan adanya turbulensi ini perpindahan panasnya menjadi lebih besar dibandingkan pada aliran laminar. Koefisien perpindahan maksimum untuk oli SAE 50 dicapai pada laju alir air pendingin tinggi (577.29 lt/j) dan laju alir SAE 50 tinggi (81.64 lt/j).

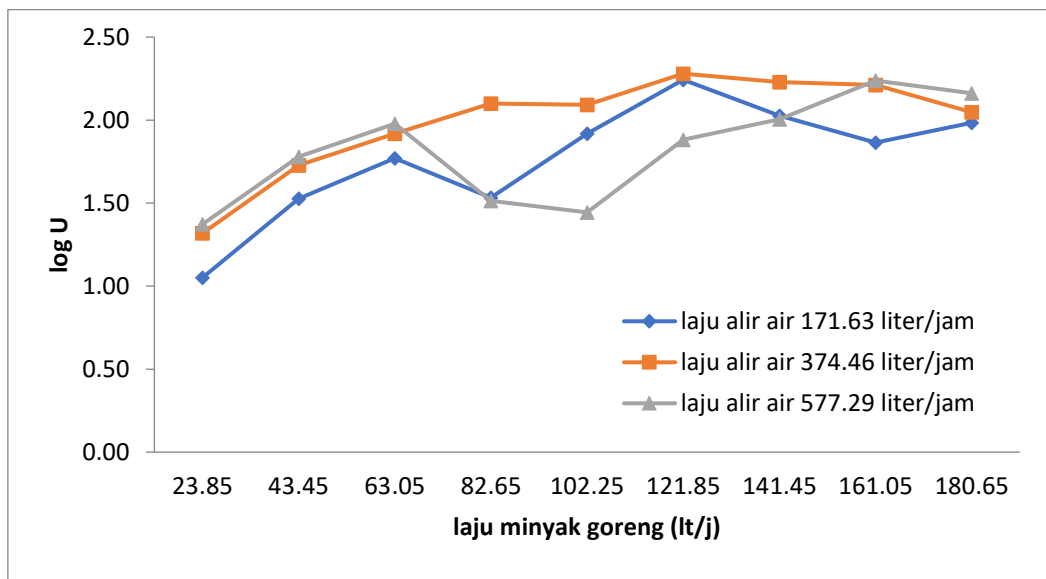


Gambar 4. Hubungan Laju Alir SAE 50 dengan Koefisien Perpindahan Panas

Minyak Goreng

Gambar 5 menunjukkan hubungan dari kurva laju alir minyak goreng dengan koefisien perpindahan panas, hampir sama dengan karakteristik kurva pada oli SAE 20 dan SAE 40. Pada range atau kisaran laju alir minyak goreng 23.8 lt/j sampai 80 lt/j, aliran yang terjadi adalah laminar dan fluida dapat mempertahankan sifat elastisitasnya. pada laju alir yang mendekati 80 lt/j, ketiga kurva saling mendekat menuju satu titik. Titik pertemuan akan dicapai bila laju minyak goreng lebih tinggi menandai adanya perubahan aliran. Dengan membandingkan ketiga kurva yang mempunyai laju alir air yang berbeda, maka kurva dengan laju alir air yang tinggi mempunyai harga koefisien perpindahan panas yang paling tinggi dan kurva dengan laju alir air terendah mempunyai harga koefisien perpindahan panas yang paling rendah. Keadaan tersebut berlaku untuk setiap kenaikan laju alir minyak goreng. Jadi pada percobaan minyak goreng ini, semakin tinggi laju alir air pendingin, semakin tinggi pula jumlah panas yang dipindahkan dari minyak goreng. Koefisien

perpindahan maksimum untuk minyak goreng dicapai pada laju alir air pendingin tinggi (577.29 lt/j) dan laju alir SAE 20 tinggi (180.65 lt/j).



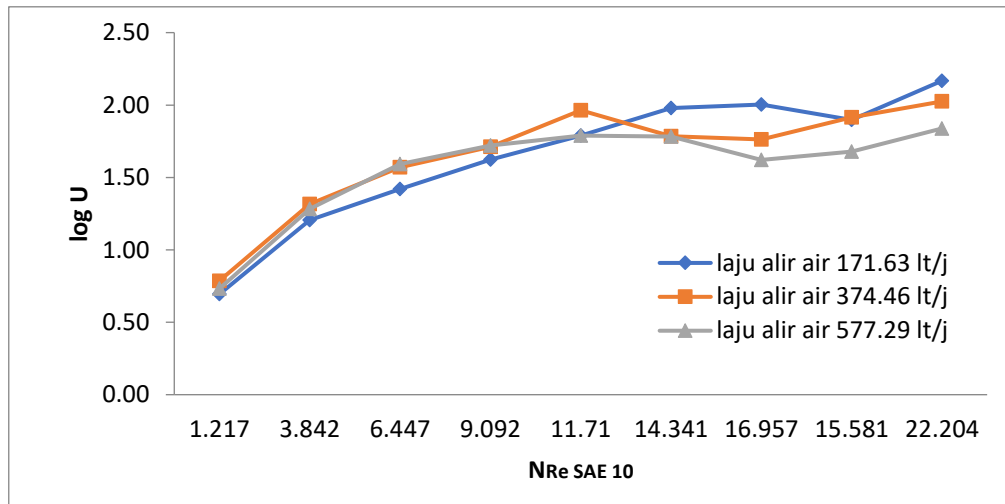
Gambar 5. Hubungan Laju Alir Minyak Goreng dengan Koefisien Perpindahan Panas

Pengaruh Bilangan Reynolds (N_{Re}) Terhadap Koefisien Perpindahan Panas

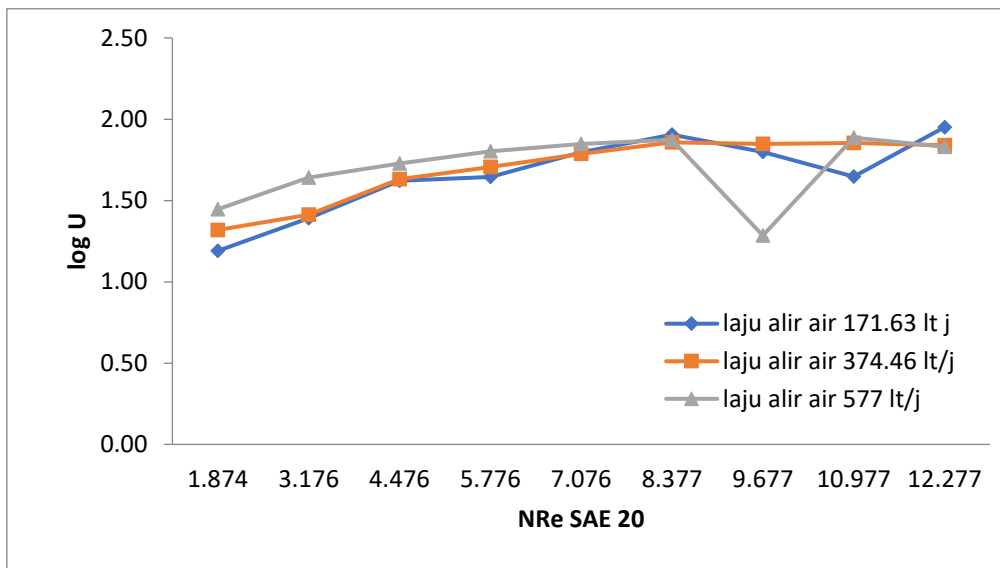
Gambar 6, 7, 8, 9 dan 10, menunjukkan bahwa untuk semua fluida (SAE 10, SAE 20, SAE 40, SAE 50 dan minyak goreng), kurva hubungan bilangan Reynolds dengan koefisien perpindahan panas identik dengan kurva hubungan laju alir dengan koefisien perpindahan panas. Hal tersebut disebabkan harga D (diameter penukar panas) tetap, sedangkan parameter ρ (berat jenis) dan μ (viscositas/kekentalan) pada setiap titik percobaan perbedaannya sangat kecil. Dengan demikian bilangan Reynolds (N_{Re}) hanya dipengaruhi kecepatan linier yang sebanding dengan laju alir volumetriknya. Dari hasil perhitungan, bilangan Reynolds ini lebih kecil dari 2100 pada semua fluida, sehingga aliran yang terjadi secara teori adalah laminar. Pada kenyataannya terjadi aliran transisi dan turbulensi paksa. Hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin tinggi harga N_{Re} , semakin tinggi pula harga koefisien perpindahan panasnya.

Kekentalan fluida panas mempengaruhi besarnya laju alir air pendingin untuk mendapatkan nilai maksimum koefisien perpindahan panas, untuk fluida SAE 40, SAE 50 dan Minyak goreng koefisien perpindahan panas maksimum didapatkan dengan laju alir air

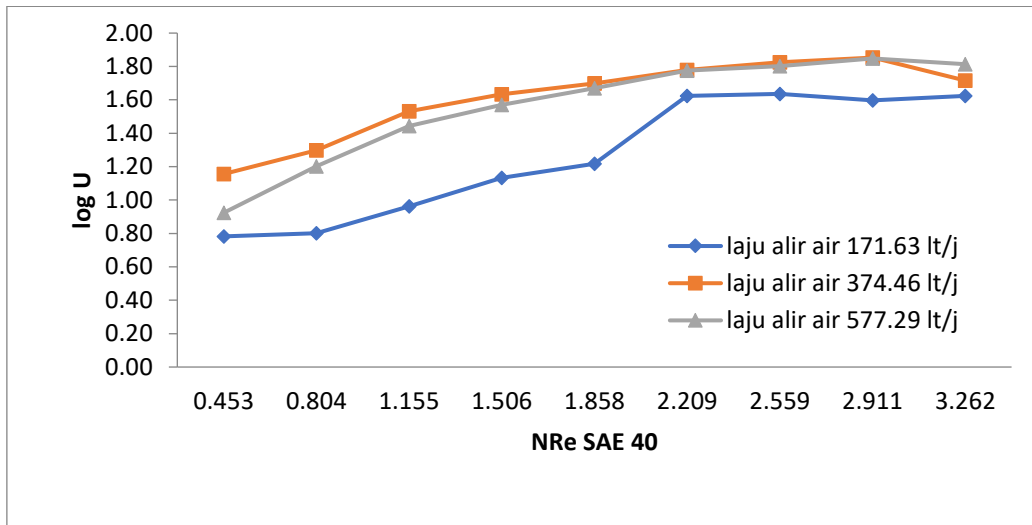
pendingin tinggi yaitu pada laju 577.29 lt/j. Hasil ini berbeda dengan SAE 10 dan 20, yang mencapai nilai koefisien perpindahan panas maksimum pada laju alir air pendingin rendah (171.63 lt/j).



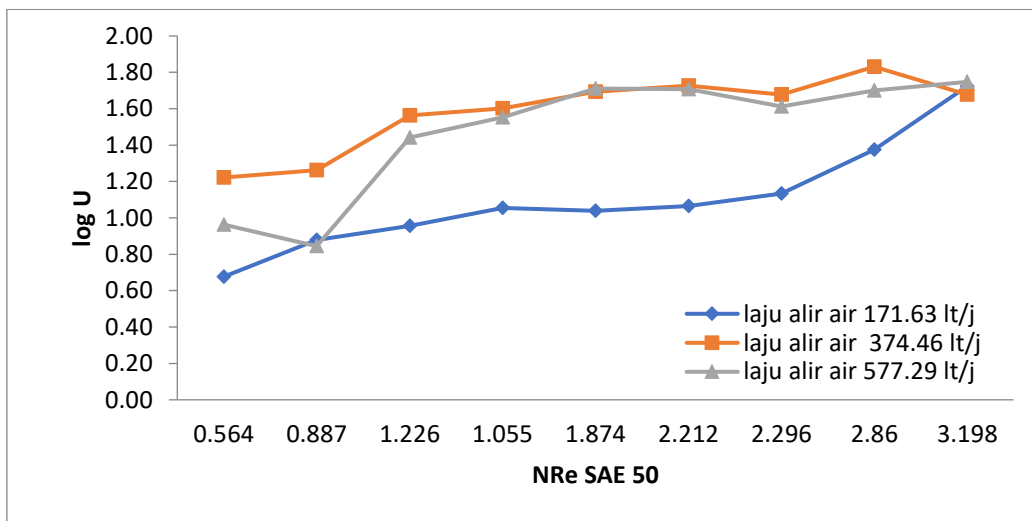
Gambar 6. Hubungan N_{Re} SAE 10 terhadap Koefisien Perpindahan Panas



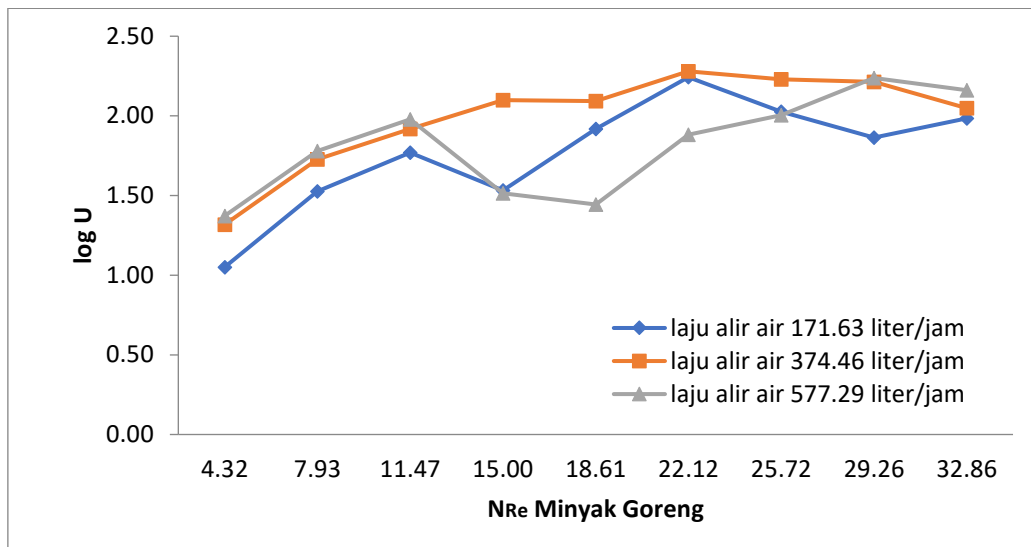
Gambar 7. Hubungan N_{Re} SAE 20 terhadap Koefisien Perpindahan Panas



Gambar 8. Hubungan N_{Re} SAE 40 terhadap koefisien perpindahan panas



Gambar 9. Hubungan N_{Re} SAE 50 terhadap Koefisien Perpindahan Panas



Gambar 10. Hubungan N_{Re} Minyak Goreng terhadap Koefisien Perpindahan Panas

KESIMPULAN

Semakin tinggi laju alir fluida yang diinginkan semakin besar nilai koefisien perpindahan panasnya. Setiap percobaan menghasilkan titik pertemuan dari semua harga laju alir air yang menunjukkan perubahan jenis aliran dari laminar ke aliran transisi. Semakin tinggi perbandingan laju alir terhadap *viscositas* (kekentalan) fluidanya, semakin tinggi pula koefisien perpindahan panasnya. Adanya perubahan aliran fluida panas selama perpindahan panas berlangsung dipengaruhi oleh laju alir dan elastisitas fluida. Kurva hubungan bilangan Reynolds terhadap koefisien perpindahan panas identik dengan kurva hubungan laju alir terhadap koefisien perpindahan panas.

DAFTAR NOTASI

- q = jumlah panas yang dipindahkan persatuan waktu [watt]
- U = koefisien perpindahan panas keseluruhan [watt/m²K]
- ΔT_m = beda suhu rata-rata logaritmik dari aliran panas dingin [°C atau K]
- Q = laju alir volume fluida [lt/j]
- ρ = berat jenis fluida [Kg/m³]
- C_p = kapasitas panas rata-rata fluida [Kj/Kg.K]
- ΔT = selisih temperatur aliran fluida [°C atau K]

N_{Re}	=	bilangan Reynolds
D	=	diameter tabung [m]
μ	=	viscositas zat cair [Ns/m^2]
V	=	kecepatan rata-rata zat cair [m/s^2]
Th_1		Temperatur masuk fluida panas [$^{\circ}\text{C}$ atau K]
Th_2		Temperatur masuk fluida panas [$^{\circ}\text{C}$ atau K]
Tc_1		Temperatur masuk fluida dingin [$^{\circ}\text{C}$ atau K]

DAFTAR PUSTAKA

- Chapman, Alan J. 1969. *Heat Transfer*, second edition. The McMillan Co.
- Fraas, Arthur P. 1989. *Heat Exchanger Design*, second edition. John Wiley & Sons.
- Granet, Irving. 1980. *Thermodynamics and Heat Power*, second edition. Reston Publishing Co, Inc.
- Kreith, Frank. Alih bahasa: Prijono, Arko. 1991. *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*, edisi ketiga. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- McCabe, L Warrant, Smith, Julian C, Harriot, Peter. 1991. *Operasi Teknik Kimia*, jilid 1, edisi keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- R.H, Perry's. 1990. *Chemical Engineers Hand book*. New York: McGraw-Hill.
- Shingley, Edward, Joseph, Mischke, Charles R. 1989. *Mechanical Enggineering design*, fifth edition. New York: McGraww-Hill.
- Walas, Stanley M. 1988. *Chemical Process Equipment: Selection Engineering Design*. Butterwort Publisher

**PENGELOLAAN SAMPAH
DI PERUMAHAN BANDASARI RAYA MAGETAN JAWA TIMUR**

Putri Anggun Sari¹⁾, Rahmi Febrita Dewi²⁾

¹⁾Dosen; Program Studi Teknik Lingkungan; Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

²⁾Mahasiswa; Program Studi Teknik Lingkungan; Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

e-mail: poetrispt@yahoo.co.id

ABSTRAK

Meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk seringkali menimbulkan masalah-masalah baru dalam menata perumahan terutama yang berkaitan dengan penyediaan sarana dan prasarana, salah satunya adalah pengelolaan persampahan. Hal ini yang terjadi di Perumahan Bendasari Raya Magetan, dimana permintaan sarana pengelolaan persampahan sangat tinggi. Data yang digunakan dalam pengelolaan persampahan adalah data jumlah penduduk untuk menghitung timbulan sampah di perumahan tersebut. Data sekunder yang digunakan adalah denah perumahan Bendasari Raya Magetan, pewadahan sampah, rute kendaraan pengangkut, jumlah alat angkut sampah berupa gerobak dan dump truck. Diperoleh hasil bahwa besaran timbulan sampah yang dihasilkan di Perumahan Bendasari Raya Magetan adalah sebesar 15,507 m³/hari. Kebutuhan pewadahan sampah adalah kantong plastik 975 lembar/hari, *bin* (40 l) 57 buah, *bin* (120 l) 161 buah, *bin* (240 l) 80 buah. Kebutuhan kendaraan pengangkut sampah adalah berupa gerobak sebanyak 13 unit dan dump truck sebanyak 1 unit. Selain itu luas TPA yang dibutuhkan seluas 1872,47 m², dan diprediksi akan meningkat menjadi 2,2 Ha untuk 10 tahun kedepan. Jadi pengolahan sampah menggunakan metoda langsung, timbulan sampah yang dihasilkan 15,507 m³/hari, pewadahan yang digunakan adalah kantong plastik, *bin* dengan ukuran (40 l, 120 l dan 240 l), alat angkut yang digunakan adalah gerobak dan dump truk.

Kata kunci: volume sampah, pewadahan, gerobak, truk, TPA,

ABSTRACT

The Increasing of economic and population growth frequently creates new problems in housing management, especially with relating to the provision of facilities and infrastructure, one of them is the management of solid waste. This is the case in Bendasari Raya Magetan residential, where demand for waste management facilities is very high. Data used in waste management is data of total population to calculate the midden in the residential. Secondary data used are plan Bendasari Raya Magetan residential, trash container, the route of transport vehicles, the amount of trash transporter in the form of garbage carts and dump trucks. The results indicate that the amount of waste generated in the Bendasari Raya Magetan Residential amounted to 15.507 m³ / day. The requirements of container trash is : plastic bags 975 pcs / day, bin (40 l) 57 pcs, bin (120 l)

161 pcs, bin (240 l) 80 pcs. The requirements of trash transporter vehicle in the form of garbage cart is 13 units and dump trucks need 1 unit. In addition TPA require area of 1872.47 m², and predicted to increase to 2.2 hectares for 10 years. The waste management using the direct method, amount of waste produced 15.507 m³ / day, trash transporter used plastic bags, bin with the size (40 l, 120 l and 240 l), which the transporter used is the cart and dump trucks.

Keywords: *waste volume, container, cart, truck, landfill*

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya laju pembangunan, penambahan penduduk, serta aktivitas dan tingkat sosial ekonomi masyarakat telah memicu terjadinya peningkatan jumlah timbulan sampah. Hal ini menjadi semakin berat dengan hanya dijalankannya paradigma lama pengelolaan yang mengandalkan kegiatan pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan, yang kesemuanya membutuhkan anggaran yang semakin besar dari waktu ke waktu, yang bila tidak tersedia akan menimbulkan banyak masalah operasional seperti sampah yang tidak terangkut, fasilitas yang tidak memenuhi syarat, cara pengoperasian fasilitas yang tidak mengikuti ketentuan teknis, dan semakin habisnya lahan pembuangan.

Sampah selalu menjadi masalah yang serius, masalah ini timbul karena masih kurangnya kesadaran masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengelolaan sampah seperti di Perumahan Bandasari Raya Magetan yang masih bermasalah

karena belum optimalnya sistem pewadahan, pengangkutan dan tempat pembuangan akhir sampah perumahan tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, perlu direncanakan Pengelolaan Sampah di Perumahan Bandasari Raya Magetan, agar permasalahan sampah di perumahan Bandasari Raya Magetan dapat diatasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume timbulan sampah yang dihasilkan masyarakat di Perumahan Bandasari Raya Magetan dan untuk menentukan cara pengelolaan sampah di Bandasari Raya Magetan berdasarkan volume timbulan sampah yang ada. Diharapkan hasil penelitian ini, dapat dijadikan sebagai bahan informasi kepada masyarakat khususnya yang tinggal di Bandasari Raya Magetan tentang pentingnya pengelolaan sampah dan agar sampah yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat di Bandasari Raya Magetan dapat dikelola dengan baik sehingga tidak mencemari lingkungan.

LANDASAN TEORI

Pengertian Sampah

Menurut Slamet (2002), sampah adalah segala sesuatu yang tidak lagi dikehendaki oleh yang punya dan bersifat padat. Sementara didalam Naskah Akademis Rancangan

Undang-Undang Persampahan disebutkan sampah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud padat atau semipadat berupa zat organik atau an- organik bersifat dapat terurai maupun tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

Jenis Sampah

Menurut Gelbert *dkk.* (1996) sampah dikelompokan berdasarkan asalnya, sampah padat dapat digolongkan sebagai:

1. Sampah Organik, terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan pertanian, perikanan atau yang lain. Sampah ini dengan mudah diuraikan dalam proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik. Termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran, kulit buah, dan daun.
2. Sampah Anorganik, berasal dari sumber daya alam tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Beberapa dari bahan ini tidak terdapat di alam seperti plastik dan aluminium. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedangkan sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga, misalnya berupa botol-botol plastik, tas plastik, dan kaleng.

Menurut Sastrawijaya (2000), berdasarkan sumbernya sampah dapat digolongkan menjadi dua yaitu:

- a. sampah domestik misalnya sampah rumah tangga, sampah pasar, sekolah dsb,
- b. sampah non domestik misalnya sampah pabrik, pertanian, perikanan, industri dsb.

Sumber Sampah

Menurut Gelbert *dkk.* (1996), sumber-sumber timbulan sampah adalah sebagai berikut:

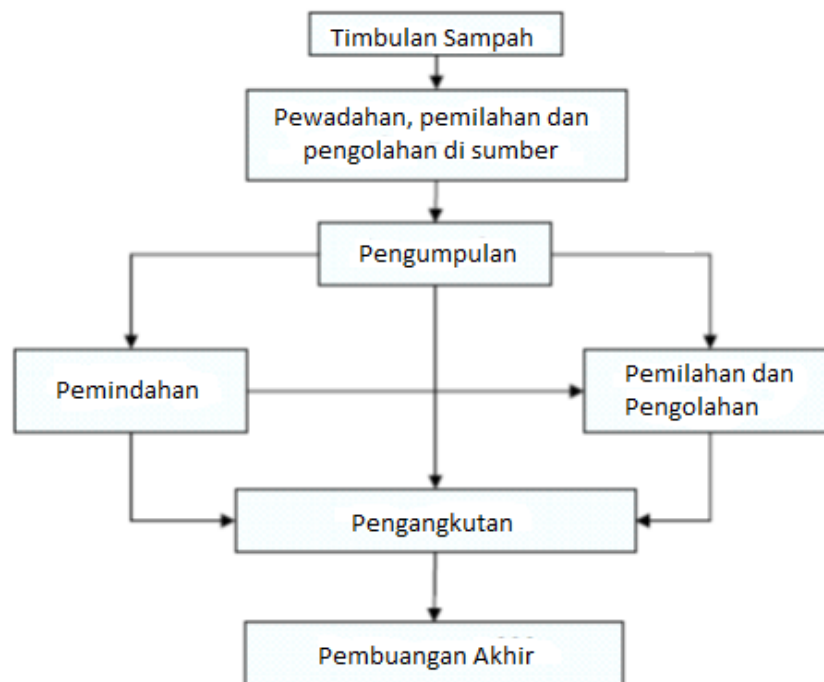
- a. Sampah permukiman,
- b. Sampah pertanian dan perkebunan,
- c. Sampah dari sisa bangunan dan konstruksi gedung,
- d. Sampah dari perdagangan dan perkantoran,
- e. Sampah dari industry.

Sistem Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah pengaturan yang berhubungan dengan pengendalian timbulan sampah, penyimpanan, pengumpulan, pemindah-andan pengangkutan, pengolahan dan pembuangan sampah dengan cara yang merujuk pada dasar-dasar yang terbaik mengenai kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik, konservasi, estetika dan pertimbangan lingkungan yang lain dan juga tanggap terhadap perilaku massa.

Pengelolaan persampahan mempunyai tujuan yang sangat mendasar yang meliputi meningkatkan kesehatan lingkungan dan masyarakat, melindungi sumber daya alam (air), melindungi fasilitas sosial ekonomi dan menunjang sektor strategis (Rahardyan Dan Widagdo 2005).

Agar lebih jelasnya teknis operasional pengelolaan sampah dapat dilihat pada skema pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan

(SNI 19-2454-2002)

METODOLOGI PENELITIAN

Timbulan Sampah

Berdasarkan data pada SK SNI S-00-1993-03 tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan sedang di Indonesia berdasarkan komponen-komponen sumber sampah adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen-Komponen Sumber Timbulan

No	Komponen sumber sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (Kg)
1	Rumah permanen	Per org/hr	2.25 – 2.50	0.35- 0.40
2	Rumah semi permanen	Per org/hr	2.00 – 2.25	0.30 – 0.35
3	Rumah non permanen	Per org/hr	1.75 – 2.00	0.25 – 0.30
4	Kantor	Per peg/hr	0.50 - 0.75	0.025 – 0.10
5	Toko/ruko	Per ptgs/hr	2.50 – 3.00	0.15 – 0.35
6	Sekolah	Per mrd/hr	0.10 – 0.15	0.01 – 0.02
7	Jalan Arteri	Per mtr/hr	0.10 – 0.15	0.02 – 0.10
8	Jalan Kolektor	Per mtr/hr	0.10 – 0.15	0.01 – 0.05
9	Jalan lokal	Per mtr/hr	0.50 – 0.10	0.005 – 0.025
10	Pasar	Per mtr/hr	0.20 – 0.60	0.10 – 0.30

Sumber: SK SNI S-00-1993-03

Pewadahan Sampah

Kriteria bahan untuk pewadahan sampah diuraikan dalam Standar Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan, Departemen Pekerjaan Umum (SK SNI T-13-1990-F) adalah sebagai berikut:

1. Tidak mudah rusak dan kedap air, kecuali kantong plastik /kertas.
2. Mudah untuk diperbaiki
3. Ekonomis, mudah diperoleh /dibuat oleh masyarakat.
4. Mudah dan cepat dikosongkan.

Standar Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan, Departemen Pekerjaan Umum (SK SNI T-13-1990-F) selanjutnya menyebutkan ukuran volume kontainer dapat ditetapkan berdasarkan hal-hal berikut ini:

1. Jumlah penghuni setiap rumah.
2. Tingkat hidup masyarakat.
3. Frekuensi pengambilan/pengum-pulan sampah.

4. Cara pengambilan sampah (manual/mekanik).
5. Sistem pelayanan pribadi (individual) atau penggabungan sistem-sistem pribadi menjadi satu dan terpusat (komunal).

Tabel 2. Jenis Kontainer Sampah Menurut SNI-T-13-1990-F

Jenis Kontainer	Kapasitas	Pelayanan	Umur Kontainer	Keterangan
Kantong	10-40 L	1 KK	2-3 hari	Individual
<i>Bin</i>	40 L	1 KK	2-3 tahun	Komunal
<i>Bin</i>	120 L	2-3 KK	2-3 tahun	Komunal
<i>Bin</i>	240 L	4-6 KK	2-3 tahun	Komunal
Kontainer	1000 L	80 KK	2-3 tahun	Komunal
Kontainer	500 L	40 KK	2-3 tahun	Komunal
<i>Bin</i>	30-40 L	Pejalan kaki, taman	2-3 tahun	Komunal

Sumber : SNI-T-13-1990-F

Untuk menentukan banyak pewadahan sampah (nx) yang dibutuhkan dapat diketahui dengan perhitungan:

$$nx = \frac{a}{b} \quad (1)$$

dimana

- nx = jumlah pewadahan sampah
- a = jumlah KK
- b = pelayanan

Pengumpulan Dan Pengangkutan Sampah

Pengumpulan sampah yaitu cara atau proses pengambilan sampah mulai dari tempat pewadahan/penampungan sampai dari timbulan sampah ketempat penampungan sementara atau stasiun pemindahan atau sekaligus diangkut ke TPA. Pengambilan sampah dilakukan tiap perodesasi 2-3 hari. Dalam hal ini kita harus memperhatikan beberapa aspek yaitu:

- a. Sistem pengumpulan terdiri dari sistem langsung dan tidak langsung.
- b. Waktu pengumpulan.
- c. Frekuensi pengumpulan.

Untuk menentukan jumlah alat pengangkut sampah yang dibutuhkan dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

A. Kebutuhan Gerobak

❖ Waktu angkut per rumah (t_{Ar})

$$t_{Ar} = nR \times tA \quad (2)$$

dimana:

 t_{Ar} = waktu angkut per rumah nR = jumlah rumah tA = waktu angkut (jam)❖ Total waktu angkut dari rumah ke rumah (t_{Arr})

$$t_{Arr} = n \times tA \quad (3)$$

dimana:

 t_{Arr} = waktu amgkut dari rumah ke rumah
(jam) nR = jumlah rumah tA = waktu angkut dari rumah ke rumah (jam)❖ Jumlah rit gerobak (n_{RG})

$$n_{RG} = \frac{VG}{V} \quad (4)$$

 n_{RG} = jumlah rit gerobak VG = jumlah timbulan sampah (m^3) V = Volume gerobak (m^3)❖ Waktu angkut ke TPA (t_{At})

$$t_{At} = \frac{SG}{v/1000} \times n_{rit} \quad (5)$$

dimana:

 t_{At} = waktu angkut ke tpa (jam) SG = jarak pp (m) v = kecepatan (km/jam) n_{rit} = jumlah ritasi

❖ Waktu Operasi

$$t_o = t_{Ar} \times t_{Arr} \times n_{RG} \quad (6)$$

dimana:

- t_o = waktu operasi (jam)
 t_{Ar} = waktu angkut per rumah
 t_{Arr} = total waktu angkut dari rumah ke rumah (jam)
 n_{RG} = jumlah rit gerobak

❖ Jumlah gerobak yang dibutuhkan (n_G)

$$n_G = \frac{t_o}{t_k} \quad (7)$$

dimana:

- n_G = jumlah gerobak yang dibutuhkan
 t_o = waktu operasi
 t_k = lama jam kerja per hari

B. Kebutuhan Truk

🗑️ Waktu angkut tiap rit (t_A)

$$t_A = \frac{SG}{(V_i + V_o): 2} + t_{in} + t_{out} \quad (8)$$

dimana:

- t_A = waktu angkut tiap trip (jam)
 SG = jarak pp ke tpa (km)
 V_i = kecepatan truk jika berisi (km/jam)
 V_o = kecepatan truk jika kosong (km/jam)
 t_{in} = waktu menaikan sampah (jam)
 t_{out} = waktu menurunkan sampah (jam)

🗑️ Jumlah rit per truck (P)

$$P = \frac{V_G}{V_B} \quad (9)$$

dimana:

- P = jumlah rit per truck
 VG = jumlah timbunan sampah (m³)
 VB = kapasitas truck (m³)

📌 Waktu Operasi (to)

$$t_o = P \times t_A \quad (10)$$

dimana:

- t_o = waktu operasi
 P = jumlah rit per truck
 t_A = waktu angkut tiap trip (jam)

📌 Jumlah truck yang di butuhkan (nt)

$$n_t = \frac{t_o}{t_b} \quad (11)$$

dimana :

- n_t = jumlah truck yang dibutuhkan
 t_o = waktu operasi (jam)
 t_b = lama jam kerja per hari (jam/hari)

Tempat Pembuangan Akhir

Tempat pembuangan akhir (TPA) adalah sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pembuangan akhir sampah, tempat menyingkirkan /mengkarantinakan sampah kota sehingga aman (SK SNI T-11-1991-03). Tiga (3) jenis sistem pembuangan akhir yang dilakukan yaitu:

- *Open Dumping*
- *Sanitary landfill*
- *Controlled landfill.*

Untuk mengetahui luas TPA yang dibutuhkan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$L = \frac{V \times 300}{T} \quad 0,70 \times 1,15 \quad (12)$$

dimana:

- L = luas lahan yang dibutuhkan setiap tahun (m²)
 V = volume sampah yang telah dipadatkan pada tingkat pemadatan rata – rata 600 kg/m³
 T = ketinggian timbunan yang direncanakan (m)
 0.70 = konstanta
 1.15

Luas lahan TPA untuk beberapa tahun kedepan dapat kita ketahui dengan cara sebagai berikut:

$$H = L \times I \times J \quad (13)$$

dimana:

- H = luas total lahan (m²)
 L = luas lahan setahun (m²)
 I = umur lahan (tahun)
 J = ratio luas lahan dengan lahan efektif (1,2)

Identifikasi Masalah Dan Lokasi Penelitian



Gambar 2. Denah Perumahan Bandasari Raya Megetan

Masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah masalah pengelolaan sampah di Perumahan Bandasari Raya Megetan Jawa timur karena belum optimalnya sistem pewadahan, pengangkutan dan tepat pembuangan akhir sampah perumahan tersebut.

Pengumpulan Dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, yang dikumpulkan oleh pihak luar. Data yang telah terkumpul dianalisis dengan persamaan 1 sampai 13.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Jumlah Rumah di Perumahan Bandasari Raya Megetan.

Jumlah rumah, ruko dan fasilitas umum (fasum) di Perumahan Bandasari Raya Megetan adalah sebagai berikut:

Total rumah di perumahan ini sebanyak 975 unit ditambah dengan fasilitas pendukung seperti 30 ruko, 1 sekolah, 1 tempat ibadah dan 7 taman.

Tabel 3. Jumlah Rumah, Ruko Dan Fasum Di Perumahan Bandasari Raya Magetan

NO	Jenis Fasilitas	Jumlah (unit)
1	Rumah Besar A (type 120/200)	12
2	Rumah Besar B (type 70/150)	190
3	Rumah Sedang (type 45/120)	293
4	Rumah Kecil (type 36/90)	480
5	Ruko	30
6	Sekolah	1
7	Tempat Ibadah	1
8	Taman	7

Sumber: Data Primer, 2015

Timbulan Sampah

Besarnya timbulan yang dihasilkan pada Perumahan Bandasari Raya Magetan adalah:

Tabel 4. Besarnya Timbulan Sampah

No	Jenis Fasilitas	Jumlah (unit)	Timbul-an sampah per unit	Total timbul-an sam-pah	Satuan unit
1	Rumah Besar A (type 120/200)	12	33.75	405	l/hari
2	Rumah Besar B (type 70/150)	190	22.5	4275	l/hari
3	Rumah Sedang (type 45/120)	293	14	4102	l/hari
4	Rumah Kecil (type 36/90)	480	8.75	4200	l/hari
5	Ruko	30	12.5	375	l/hari
6	Sekolah	1	200	200	l/hari
7	Tempat Ibadah	1	200	200	l/hari
8	Taman	7	250	1750	l/hari
Total timbulan sampah				15507	l/hari
Total timbulan sampah				15,507	m ³ /hari

Sumber: Data Primer, 2015

Kebutuhan Pewadahan

Banyaknya pewadahan yang di butuhkan dapat kita lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. Kebutuhan Pewadahan

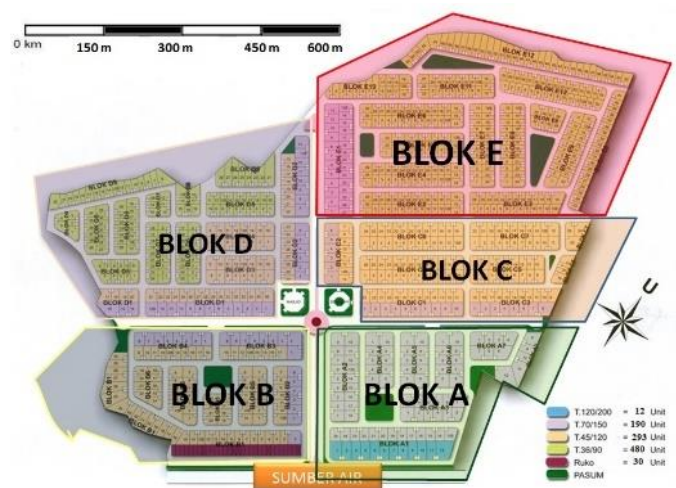
No	Jenis Pewadahan	Formula	Jumlah
1	Kantong plastik	1 pcs/KK	975
2	Bin (40 L)	1 unit /KK rumah type 120/200	57
3	Bin (120 L)	1 unit/KK rumah type 70/150 dan 45/120	161
4	Bin (240 L)	1 unit /KK rumah type 36/90	80

Sumber: Data Primer, 2015

Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah

Pengumpulan sampah menggunakan metode langsung yaitu dari rumah warga sampah diangkut dengan gerobak langsung di buang ke TPA.

Dalam hal ini jumlah gerobak yang dibutuhkan dihitung berdasarkan Blok di Perumahan Bendasari Raya Magetan tersebut. Dapat kita lihat pada peta perumahan berikut:



Gambar 2. Pembagian Blok Perumahan

Jumlah gerobak yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Perhitungan Jumlah Gerobak Yang Dibutuhkan

B L O	Timbulan Sampah (m3/hari)	Jumlah Rumah + Ruko	W A K	Waktu Angkut			Jumlah gerobak (unit)
				Waktu angkut	Waktu perj	Perjalanan ke TPA	

K		(unit)	T U	sampah di rumah	antar rumah	Jarak PP	Wa ktu	
A	2.8175	97	10.82	3.23	0.19	12000	7.2	3
B	2.537	152	12.58	5.07	0.30	12000	7.2	3
C	2.568	151	12.53	5.03	0.29	12000	7.2	3
D	3.0845	236	15.53	7.87	0.46	12000	7.2	3
E	4.1	369	22.62	12.30	0.72	12000	9.6	4
total	15.507	1005						16

Sumber: Data Primer, 2015

Jadi jumlah gerobak yang diperlukan untuk mengangkut sampah dari perumahan ke TPA sebanyak 16 unit.

Jika pengangkutan sampah menggunakan *dump truck* dari perumahan ke TPA dapat kita hitung dengan cara sebagai berikut:

$$SG = 12 \text{ Km}$$

$$V_o = 42 \text{ Km/jam}$$

$$V_i = 30 \text{ Km/jam}$$

$$t_{in} = 45 \text{ menit}$$

$$t_{out} = 15 \text{ menit}$$

$$VG = 15,507 \text{ m}^3$$

$$VB = 6 \text{ m}^3$$

$$tb = 6 \text{ jam/hari}$$

- Waktu angkut tiap trip (t_A)

$$\begin{aligned} &= \frac{SG}{(V_i+V_o):2} + t_{in} + t_{out} \\ &= \frac{12}{(30+42):2} + 0,75 + 0,15 \\ &= 1,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Jumlah rit (P)

$$\begin{aligned} &= \frac{VG}{VB} \\ &= \frac{15,507}{6} = 2,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Waktu Operasi (t_o)

$$= 2,6 \times 1,3 = 3,4 \text{ jam}$$

- Jumlah truk yang di butuhkan (nt)

$$= \frac{3,4}{6} = 0,567 \text{ truck} = 1 \text{ truck}$$

Jadi *dump truck* yang dibutuhkan untuk mengangkut sampah perumahan ini adalah 1 unit dengan kapasitas 6 m³.

Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Sampah yang telah dikumpulkan di truck dibawa ke TPA, adapun luas TPA yang dibutuhkan untuk menampung sampah- sampah tersebut dapat kita hitung dengan cara sebagai berikut:

$$L = \frac{V \times 300}{T} 0,70 \times 1,15$$

dimana:

$$V = 15,507 \text{ m}^3$$

$$\text{Pemadatan} = 300 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 2 \text{ m}$$

$$L = \frac{15,507 \times 300}{2} 0,70 \times 1,15$$

$$= 1872,47 \text{ m}^2$$

Perkiraan luas TPA 10 tahun ke depan dapat kita ketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$H = L \times I \times J$$

$$L = 1872,47 \text{ m}^2$$

$$I = 10 \text{ tahun}$$

$$J = \text{Ratio luas lahan dengan lahan efektif (1,2)}$$

$$H = 1872,47 \times 10 \times 1,2$$

$$= 22.466,64 \text{ m}^2$$

$$= 2,2 \text{ Ha}$$

Jadi luas area TPA yang di butuhkan untuk menampung sampah perumahan Bandasari Raya Magetan adalah 1872,47 m².

Sedangkan luas area TPA yang dibutuhkan untuk 10 tahun ke depan seluas 22.466,64 m² (± 2,2 Ha).

2. Pembahasan

Dari hasil penelitian diperoleh volume timbulan sampah yang dihasilkan 15,507 m³/hari . Adapun bentuk pengelolaan yang dianjurkan untuk menangani masalah sampah adalah sebagai berikut:

- **Pewadahan**

Pengelolaan sampah di Perumahan Bendasari Raya Magetan menggunakan kantong plastik sebagai wadah. Pola Pewadahan yang direncanakan adalah individual, yaitu setiap keluarga menyediakan pewadahan dan kemudian dikumpulkan di *bin* (tong sampah) yang disediakan di depan rumah hal ini berguna untuk mempermudah pada saat pengumpulan dan pengangkutan.

Pewadahan yang merupakan suatu cara penampungan sampah untuk sementara sebelum dipindahkan ke tempat pembuangan sementara (TPS) atau (TPA). Untuk mencegah terjadinya kebocoran atau menimbulkan bau busuk sehingga mengganggu lingkungan dan pernafasan, maka semua sampah harus disimpan dalam wadah yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Tertutup,
- b) Tidak mudah rusak dan kedap air,
- c) Mudah dan cepat dikosongkan serta diangkut,
- d) Ekonomis dan mudah diperoleh.

Dalam hal pengurusan dan pengadaan pewadahan ini sebaiknya dikoordinasikan dengan Dinas Kebersihan Jawa timur yang dalam pelaksanaannya dapat ditangani oleh RT, RW dan lembaga yang dibentuk oleh masyarakat seperti BKM yang sudah berjalan di Perumahan Bendasari Raya Magetan. Hal ini guna menciptakan keseragaman dan keindahan lingkungan, dengan pertimbangan mudah didapat dan praktis Seperti yang terlihat pada contoh gambar berikut ini:



Gambar 3. Kantong Plastik 10-40 liter



Gambar 4. Bin 40-240 liter

- Pengumpulan dan Pengangkutan

Untuk menangani masalah persampahan yang bersumber dari rumah tangga di Perumahan Bandasari Raya Magetan, pola pengumpulan yang dianjurkan adalah pola individual tak langsung, dimana sampah dikumpulkan oleh petugas kebersihan yang mendatangi tiap-tiap sumber sampah (rumah ke rumah) dan diangkut ke tempat pembuangan akhir (TPA). Di Perumahan Bandasari Raya Magetan pengumpulan sampah dilakukan organisasi masyarakat yaitu BKM setiap hari dengan menggunakan gerobak berkapasitas 1m^3 sebanyak 16 unit. Seperti yang terlihat pada contoh gambar dibawah ini:



Gambar 5. Gerobak Kapasitas 1m^3



Gambar 6. Dump truck kapasitas 6m^3

- Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Setelah sampah dikumpulkan pada gerobak dan diangkut dengan *dump truck* ke tempat pembuangan akhir (TPA). Untuk menampung timbulan sampah sebanyak 15,507 m³ dibutuhkan TPA dengan luas 1872,47 m². Perkiraan luas TPA untuk 10 tahun ke depan adalah seluas ± 2,2 Ha.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat kita simpulkan bahwasannya:

1. Volume timbulan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat di Perumahan Bandasari Raya Magetan sebanyak 15,507 m³/hari.
2. Pengolahan timbulan sampah di Perumahan Badasari Raya Magetan dilakukan dengan cara pewadahan, pengumpulan dan pengangkutan.
3. Perencanaan pengelolaan sampah di Perumahan Bandasari Raya Magetan adalah:
 - Pewadahan sampah dengan menggunakan kantong plastik 40 liter dan memasukkan ke dalam *Bin* yang telah tersedia didepan rumah masing-masing.
 - Pengumpulan sampah dilakukan setiap hari, diangkut dengan menggunakan gerobak berkapasitas 1m³ sebanyak 16 unit.
 - Pengangkutan sampah ke TPA menggunakan *dump truck* kapasitas 6 m³ sebanyak 1 unit.
 - Tempat penampungan akhir yang diperlukan dengan kapasitas 1872,47 m² sedangkan untuk 10 tahun kedepan di perlukan lahan sebesar ± 2,2 Ha.

SARAN

1. Penelitian ini hanya sebatas menghitung jumlah timbulan sampah dari jumlah KK dengan metode sederhana, untuk penelitian selanjutnya perlu diteliti dengan metode analisis lainnya.
2. Perlu meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya penanganan sampah dengan konsep 3R: Reduce (mengurangi), Reuse (menggunakan kembali), Recycle (mendaur ulang sampah), agar tercipta lingkungan yang bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanhuri, Enri. 2008. *Diktat Kuliah Pengolahan Sampah TL-3104*. ITB Bandung.
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Sampah dan Sistem Pengelolaannya*. PT. Ekamitra Engineering. Jakarta.
- Gelbert, M. et al. 1996. *Konsep pendidikan lingkungan hidup dan "Wall Chart", Buku Panduan Pendidikan Lingkungan Hidup*. PPPGT/VEDC. Malang.
- Rahardyan B. Dan Widagdo A.S. 2005. *Peningkatan Pengelollan Persampahan Perkotaan Melalui Pengembangan Daur Ulang*. Materi Lokakarya 2 Pengelolaan Persampahan di Propinsi DKI Jakarta.
- Sastrawijaya, A, T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Slamet, Juli Soemirat. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Gajahmada University Press. Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia Nomor SNI-03-3241-1994 tentang *Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah*, Badan Standar Nasional (BSN).
- Standar Nasional Indonesia Nomor SNI-03-3242-1994 tentang *Tata Cara Pengelolaan Sampah di Permukiman*, Badan Standar Nasional (BSN).
- Standar Nasional Indonesia Nomor SNI-19-2454-2002 tentang *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*, Badan Standar Nasional (BSN).
- Standar Nasional Indonesia Nomor SNI-19-3964-1994 tentang *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*, Badan Standar Nasional (BSN).
- Standar Nasional Indonesia Nomor SNI-19-3983-1995 tentang *Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil dan Sedang di Indonesia*, Badan Standar Nasional (BSN).
- Syafrudin dan Priyambada IB. 2001. *Pengelolaan Limbah Padat*. Semarang. Fakultas Teknik.

**MANAJEMEN OPERASIONAL PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) UNIT
HEGARMUKTI YAYASAN EKAMITRA NUSANTARA**

Martin Darmasetiawan¹⁾, Andik Suryawan²⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

²⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa

e-mail : air_bersih@yahoo.com

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air unit Hegarmukti berkapasitas 2,5 l/detik merupakan IPA yang hasil kerja sama antara Unit Manajemen Lingkungan (UML) Desa Hegarmukti dengan Yayasan Ekamitra Nusantara. Seringkali ada masalah yang muncul karena belum adanya suatu standar operasional prosedur (SOP). Oleh karena itu perlu adanya standar operasional prosedur (SOP) terhadap IPA tersebut dari mulai persiapan operasi, pengoperasian dan juga adanya pemeliharaan dan kontrol. Untuk menghasilkan kualitas air hasil pengolahan hendaknya harus ada suatu aturan yang mengikat pada setiap proses. Adanya Manajemen Operasional sangat penting dalam melakukan pengawasan dan membantu proses kerja pada instalasi pengolahan air minum /air bersih unit Hegarmukti. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui secara langsung kondisi perusahaan mengenai organisasi, kinerja dalam sanitasi lingkungan dan sebagai konsultan di bidang pengolahan air bersih, air limbah, persampahan dan drainase, mengetahui proses pengolahan air dan menentukan, melakukan perbaikan (*Standar Operational Prosedur*). Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan cara pengamatan langsung pada kegiatan di lapangan tentang Manajemen Operasional pada Instalasi pengolahan Air (IPA) Unit Hegarmukti Yayasan Ekamitra Nusantara. Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Hegarmukti merupakan pengolahan sederhana yang bisa mengolah air dengan kapasitas maksimum 2,5 liter/detik, yang terdiri dari : Intake, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi dan Reservoir. Jam operasional pada IPA Unit Hegarmukti adalah 14 jam yaitu dari pukul 05.00 – 19.00 dengan istirahat 1 jam dan proses *backwash* 2 jam, debit rata-rata pengolahan 2,4 liter/detik menghasilkan debit 95 m³/hari atau 95 m³/11 jam. Pemakaian energi pada IPA unit Hegarmukti yaitu $46,05/96 \text{ m}^3 = 0,485 \text{ Kwh/m}^3$. Pemakaian bahan kimia pada IPA unit Hegarmukti yaitu 0,24 kg bahan kimia (koagulan)/m³ atau dengan debit koagulan 53 gram/liter. Manajemen operasional mengacu kepada PerMen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM No.18 Tahun 2007 dan SNI 6775 – 2008 Tentang Tata Cara Pengoperasian dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan air. Manajemen operasional terdiri dari struktur organisasi dan siklus operasional yang bisa dijadikan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang terdapat 3 pokok bahasan yaitu: persiapan operasional, proses operasional, pemeliharaan dan *controlling*.

Kata Kunci: *operasional, instalasi pengolahan air, ekamitra nusantar*

1. PENDAHULUAN

Penyelenggara Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) harus menjamin air minum yang diproduksinya memenuhi syarat kesehatan dengan melaksanakan pemeriksaan secara berkala terhadap kualitas air yang diproduksinya dan melakukan pengamanan terhadap sumber air baku yang dikelolanya dari segala bentuk pencemaran. Pengelolaan SPAM bertujuan untuk menghasilkan air minum yang sesuai dengan standar yang berlaku dan agar prasarana dan sarana air minum terpelihara dengan baik sehingga dapat melayani kebutuhan air minum masyarakat secara berkesinambungan. Standar pelayanan minimum air minum harus memenuhi ketentuan sesuai peraturan yang berlaku.

Instalasi Pengolahan Air unit Hegarmukti berkapasitas 2,5 l/detik merupakan IPA yang hasil kerja sama antara Unit Manajemen Lingkungan (UML) Desa Hegarmukti dengan Yayasan Ekamitra Nusantara. Seringkali ada masalah yang muncul karena belum adanya suatu standar operasional prosedur (SOP). Oleh karena itu perlu adanya standar operasional prosedur (SOP) terhadap IPA tersebut dari mulai persiapan operasi, pengoperasian dan juga adanya pemeliharaan dan kontrol. Untuk menghasilkan kualitas air hasil pengolahan hendaknya harus ada suatu aturan yang mengikat pada setiap proses. Adanya Manajemen Operasional sangat penting dalam melakukan pengawasan dan membantu proses kerja pada instalasi pengolahan air minum /air bersih unit Hegarmukti.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui secara langsung kondisi perusahaan mengenai organisasi, kinerja dalam sanitasi lingkungan dan sebagai konsultan di bidang pengolahan air bersih, air limbah, persampahan dan drainase, mengetahui proses pengolahan air dan menentukan, melakukan perbaikan (*Standar Operational Prosedur*).

2. METODOLOGI

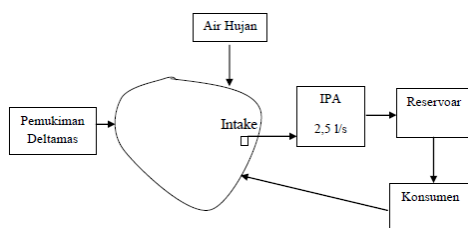
Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan cara pengamatan langsung pada kegiatan di lapangan tentang Manajemen Operasional pada Instalasi pengolahan Air (IPA) Unit Hegarmukti Yayasan Ekamitra Nusantara. Dengan cara tersebut diharapkan data yang diperoleh dapat akurat sesuai dengan kondisi di lapangan.

Penelitian dilaksanakan di Yayasan Ekamitra Nusantara yang beralamat di Riviera Gallery, Blok A-No.3 Kota Deltamas, Cikarang Pusat Kabupaten Bekasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Aspek Teknis Pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Hegarmukti

Instalasi pengolahan air (IPA) Unit Hegarmukti di dirikan hasil kerja sama antara Yayasan Ekamitra Nusantara dengan Unit Manajemen Lingkungan Desa Hegarmukti. Dalam kerja sama tersebut tidak hanya dalam pengolahan air bersih, tetapi dalam bidang lingkungan yang lain yaitu sanitasi lingkungan dan tata lingkungan pertamanan dan permukiman. Instalasi pengolahan air (IPA) Unit Hegarmukti dibangun memanfaatkan air baku dari Danau Rawa Binong. Sesuai dengan visi dan misi yayasan Ekamitra bahwa menyediakan air minum dengan *matching* dengan kemampuan masyarakat, dan dibangun dengan sederhana mungkin.



Gambar 3.1 Sistem Pengolahan Air Minum Unit Hegarmukti

(Analisis penulis, 2015)

3.1.1 Kuantitas, Kualitas dan Kontinuitas IPA Unit Hegarmukti

Dalam perencanaan IPA unit Hegarmukti telah didesain dan diperhitungkan sedemikian rupa sehingga kapasitas, kualitas dan kontinuitasnya dapat dengan kebutuhan masyarakat Hegarmukti. Apalagi mengingat kondisi sumber air yang sudah langka, dibuktikannya dengan tidak keluarnya air pada sumur bor meskipun dengan kedalaman hampir 100 meter.

3.1.1.1 Kuantitas /Kapasitas Pengolahan

Perhitungan kapasitas pengolahan air pada IPA unit Hegarmukti dengan cara menghitung volume air dibagi waktu (dengan menggunakan *stopwatch*) dari output koagulasi yang dimasukan kedalam wadah berkapasitas 14 liter adapun caranya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Perhitungan kapasitas pengolahan air pada IPA unit Hegarmukti dengan menggunakan wadah 14 liter.

No	<i>Valve intake</i> tertutup <i>full</i>	<i>Valve intake</i> terbuka
1	5,83 detik	5,57 detik
2	5,60 detik	5,58 detik
3	5,71 detik	6,12 detik
4	5,58 detik	6,03 detik
5	5,64 detik	5,98 detik
6	5,62 detik	5,89 detik
7	5,80 detik	6,03 detik
8	5,79 detik	6,07 detik
9	5,74 detik	5,78 detik
10	5,65 detik	6,08 detik
Rata-rata	5,70 detik	5,91 detik
Q	14 liter/5,70 = 2,45 liter/detik	14 liter/5,91 = 2,37 liter/detik
	Q Rata-rata	(2,45 + 2,37)/2 = 2,4 liter/detik

(Data primer, 2015)

Kapasitas pengolahan IPA Unit Hegarmukti adalah sebagai berikut :

- Debit dalam detik : 2,4 liter/detik
- Debit dalam menit : 144 liter/menit = 1,44 m³/menit
- Debit dalam jam : 8640 liter/jam = 8,64 m³/jam
- Debit dalam 11 jam : 95 m³/11 jam

3.1.1.2 Kualitas Air

Kualitas air pada IPA unit Hegarmukti terutama kualitas air baku cenderung buruk karena air baku tersebut dari danau/rawa. Danau atau rawa adalah tempat aliran terakhir dari drainase pemukiman. Maka dari itu, pengolahan air pada IPA unit Hegarmukti ini tergolong kepada *recycle* tipe 2 karena telah terkontaminasi air hujan dan jarak.

Kualitas air hasil olahan secara periodik selalu di uji ke Laboratorium Unit Karawang. Kualitas air hasil olahan mengacu kepada Peraturan Menteri Kesehatan No. 907 tahun 2002. Akan tetapi untuk memastikan kualitas selama proses operasi dilakukan pengecekan secara visual terhadap air hasil olahan tersebut.



Gambar 3.2 Kualitas air
(data primer, 2015)

Dari gambar diatas terlihat bahwa sebelah kiri menunjukkan kondisi air baku sebelum diolah dan sebelah kanan menunjukkan kondisi air hasil olahan yang diambil dari reservoir. Sering terjadi permasalahan hasil air olahan karena dari kondisi air bakunya, yaitu organiknya tinggi di tandai dengan warna air yang hijau dan bau busuk.

3.1.1.3 Kontinuitas

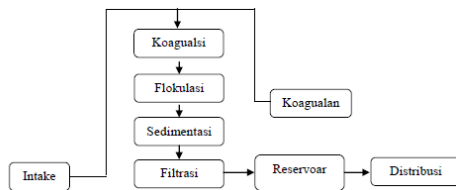
Kontinuitas untuk air hasil olahan yaitu air bersih distribusikan dapat mengalir terus menerus selama 24 jam agar konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi di posisi pipa manapun. Karena air sumber air ini dari rawa/danau seringkali banyak pelanggan yang enggan memperlakukan aspek kontinuitas ini.

Dapat diperhitungkan menurut Ekamitra debit yang masuk ke rawa/danau Rawabinong adalah 100 liter/detik dengan memperhitungkan berbagai aspek, diantaranya aspek kehilangan air, sistem air buangan. Sampai saat ini belum adanya kepastian tentang berapa lama ketersediaan air di Danau Rawabinong tersebut.

3.1.2 Kondisi Fisik dan Desain IPA Unit Hegarmukti

IPA unit Hegarmukti memiliki unit operasi dari mulai intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan reservoir. Air baku dari danau dipompa dengan *submersible pump* ke bak koagulasi, selanjutnya air baku dibubuhi bahan kimia atau koagulan yang pengadukannya dilakukan secara hidrolis atau dengan menggunakan terjunan. Dengan terjunan ini air mengalir secara gravitasi ke unit berikutnya yaitu unit flokulasi berupa

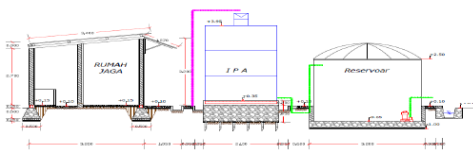
kubangan air dalam bak yang berbentuk v-noch, dan diteruskan ke unit sedimentasi kemudian ke unit filtrasi dengan menggunakan *gravity filter* dengan media pasir.



Gambar 3.3 Skema Pengolahan Air Unit Hegarmukti

(Analisis penulis, 2015)

IPA unit Hegarmukti berbentuk silinder dan memiliki diameter 1,8 meter. IPA ini di produksi 1 paket mengingat dengan debit pengolahan maksimum hanya 2,5 liter.



Gambar 3.4. Gambar Unit Pengolahan Air Unit Hegarmukti

(Yayasan Ekamitra, 2014)

3.1.2.1 Bangunan Penangkap Air (*Intake*)

Intake merupakan bangunan penangkap atau pengumpul air baku dari Danau Rawabinong, *intake* dilengkapi dengan screen. Tipe *intake* yang digunakan IPA unit Hegarmukti adalah tipe *submerged intake* yang langsung menggunakan *submersible pump*.

Data kelengkapan *intake*:

- ✓ Debit *Intake* : 3 liter/detik
- ✓ Diameter pipa *intake* : 3 inci
- ✓ Panjang pipa *intake*: 50 meter
- ✓ Jumlah pipa *intake*: 1 unit
- ✓ Elevasi ke IPA : 12 meter
- ✓ Pompa *intake*: *Submersible pump* 750 watt
- ✓ Kecepatan pengaliran: 0,5 – 2 m/detik
- ✓

3.1.2.2 Koagulasi

Pada proses koagulasi zat kimia koagulan dicampur dengan air baku selama beberapa saat, yaitu antara 30 detik sampai 120 detik atau hingga merata disuatu reaktor

koagulator. Setelah pencampuran ini, akan terjadi destabilisasi dari koloid zat padat yang ada pada air baku. Keadaan ini menyebabkan tergumpalnya koloid-koloid tersebut menjadi ukuran yang lebih besar. Maka proses koagulasi disebut juga dengan proses pengadukan cepat. Dalam proses ini koloid-koloid yang sudah kehilangan muatannya atau terdestabilisasi mengalami saling tarik menarik, sehingga cenderung untuk membentuk gumpalan atau flok yang lebih besar. Jenis bahan kimia atau koagulan yang dipakai IPA Hegarmukti yaitu:

- Aluminium Sulfat atau tawas ($\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$)
- Soda Ash atau Sodium Carbonat (Na_2CO_3)
- Kaolin ($\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$)

Pada perhitungan di lapangan untuk menentukan debit koagulan yaitu dengan menggunakan wadah berkapasitas 1 liter, lalu di tentukan waktu wadah itu terisi sampai penuh. Berikut hasil perhitungannya:

Tabel 4.2 Perhitungan debit koagulan

No	Jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi 1 liter wadah
1	19,03 detik
2	19,01 detik
3	19,03 detik
4	19,02 detik
5	19,01 detik
Q =	$1 \text{ liter} / 19,02 \text{ detik} = 0,053 \text{ liter/detik} = 53 \text{ gram/detik}$

(Data primer, 2015)

- Koagulan perjam = $0,053 \text{ liter/detik} \times 3600 = 190 \text{ liter/jam}$
- Debit pengolahan perjam = $2,4 \text{ liter/detik} \times 3600 = 8640 \text{ liter}$
- Konsentrasi koagulan adalah = $0,19/8,64 = 0,022 = 22 \text{ ppm}$

Pengadukan pada proses koagulasi ini yaitu pengadukan dengan hidrolis, yaitu dengan metode terjunan. Pengadukan dengan menggunakan system ini memberikan hasil yang cukup memuaskan dengan biaya kontruksi, operasional, dan pemeliharaan yang relative rendah. Pembubuhan koagulan dilakukan sesaat sebelum air di terjunkan dengan demikian air yang terjun sudah mengandung koagulan. Kriteria desain koagulator IPA unit Hegarmukti adalah sebagai berikut:

- Ketinggian terjunan : $> 0,3 \text{ meter}$ (Schulz & Okun, 1984)
- Debit pengolahan (Q) : $0,0024 \text{ m}^3/\text{det}$
- Jumlah bak koagulasi : 1 unit

- Diameter pipa koagulan : ½ inci
- Volume bak : $Q \times td = 0,0015 \times 60 = 0,09 \text{ m}^3 = 90 \text{ liter}$
- Daya pompa : 220 watt
- Pipa overflow bak koagulan : ¾ inci
- Pipa output koagulasi : 2 inci
- Pada saluran outlet bak koagulator di pasang ambang V-notch 90°

3.1.2.3 Flokulasi

Flokulasi adalah tahap pengadukan lambat yang mengikuti pengadukan cepat, dengan tujuan mempercepat laju tumbukan partikel. Pada instalasi pengolahan air unit Hegarmukti menggunakan *vertical baffle channel* untuk memudahkan pemeliharaan peralatan, ketersediaan *headloss* dan fluktuasi debit yang kecil. Pada IPA unit Hegarmukti bak flokulator dibagi menjadi 2 kompartemen. Kriteria desain flokulasi IPA unit Hegarmukti adalah sebagai berikut:

- Debit (Q) : 0,0024 m³/detik
- Waktu detensi (td) 15 menit = 900 detik
- Jumlah bak : 2 kompartemen
- Volume masing- masing bak: $0,0024/2 = 0,0012 \times 900 = 1,08 \text{ m}^3$

Pada proses flokulasi masih ada kendala yaitu flok – flok yang naik dan hal ini dapat mengganggu kinerja unit sedimentasi dan filtrasi serta akan menimbulkan flok pada tangki reservoir. Hal ini merupakan masukan penulis kepada pihak Yayasan Ekamitra agar dibuatkan perbaikan pada unit flokulator, yaitu dengan pemasangan penghambat yang terbuat dari fiber.

3.1.2.4 Sedimentasi

Partikel yang larut dalam air keberadaannya dapat dilihat dari kekeruhan atau dilakukan pengukuran berat zat padat yang terlarut. Pada instalasi pengolahan air proses sedimentasi dilakukan pada bak sedimentasi. Partikel koloid yang telah menggumpal yang disebut flok yang dihasilkan dari koagulasi dan flokulasi dalam sedimentasi akan mengendap. Pada IPA unit Hegarmukti proses sedimentasi belum menggunakan *plate*

settler, terdapat 3 zona yaitu zona pengendapan, zona inlet/outlet dan zona ruang lumpur. Kriteria desain sedimentasi adalah sebagai berikut:

- Debit (Q) : 0,0024 m³/detik
- Waktu detensi (td) 20 menit = 1200 detik
- Volume bak : td x 0,0024 (asumsi td = 1200 menit) = 2,88 m³
- Pipa drain sedimentasi : 2 inci
-

3.1.2.5 Filtrasi

Proses filtrasi digunakan untuk menyisahkan padatan yang masih tersisa terbawa dalam aliran air supernatant setelah melalui proses sedimentasi. Proses filtrasi pada pengolahan air di Hegarmukti menggunakan penyaringan pasir cepat (*Rapid sand filter*) tipe gravitasi, karena sebelum proses filtrasi terdapat proses koagulasi dan flokulasi terlebih dahulu dengan pembubuhan bahan kimia yaitu Aluminium Sulfat. Adapun kriteria desain proses filtrasi IPA unit Hegarmukti adalah sebagai berikut :

- Ruang media filter: 1 meter yang di bagi 4 kotak
- Tinggi ruang pasir : 60 cm yang terbagi dari 3 lapisan yaitu lapisan atas pasir halus, lapisan tengah pasir kasar dan lapisan bawah lapisan batu split/kerikil.
- Terdapat nozel sebagai media outlet untuk mencegah pasir tidak ikut keluar bersama air
- Pada filter dipasang 2 manhole untuk proses pengurasan atau penggantian pasir.
- Pada filter dipasang 4 pipa berdiameter 2 inci untuk proses *backwash*.

3.1.2.6 Reservoar

Reservoar pada instalasi pengolahan air unit Hegarmukti menggunakan tong berkapasitas 5 m³, yang berfungsi untuk menampung air bersih hasil proses pengolahan . dalam resrvoar juga terjadi ekualisai aliran dan tekanan bagi pelayanan kebutuhan air pelanggan.

Kriteria desain Reservoar :

- Pipa inlet dan outlet berdiameter 2 inci dan di lengkapi dengan gate valve
- Pipa peluap dan penguras berdiameter 3 inci
- Reservoar dilengkapi *manhole* dan alat ukur debit di atasnya

- Pada reservoir terdapat 2 pompa distribusi type *submersible* 750 watt, yang dijalankan sesuai dengan fluktuasi pemakain air.

3.1.3 Jam Operasional

Jam operasional pada IPA unit Hrgarmukti selama ini masih mengikuti kondisi kebutuhan dan masalah dari pelanggan dan terdapat 2 orang operator yang bertugas. Jam operasional yaitu, pukul 05.00 – 19.00 dengan di potong 1 jam istirahat dan proses *backwash*. Jumlah pelanggan IPA unit Hegarmukti adalah 60 pelanggan, apabila dilihat dari data pemakaian air selama 5 bulan (Januari – Mei) = 3764 m³ maka dapat diperhitungkan:

- Pemakaian air perbulan : $\frac{3764 \text{ m}^3}{5} = 752,8 \text{ m}^3/\text{bulan}$
- Pemakaian air perhari : $\frac{752,8 \text{ m}^3/\text{bulan}}{30} = 25,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Pemakaian air pelanggan/hari : $\frac{25,1 \text{ m}^3/\text{hari}}{60} = 0,42 \text{ m}^3/\text{pelanggan/hari}$
- Pemakaian air liter/orang/hari : $\frac{420 \text{ liter/pelanggan/hari}}{4} = 105 \text{ liter/org/hari}$

Jadi kebutuhan air menurut data meter air pada pelanggan IPA unit Hegarmukti adalah 105 liter/orang/hari (diasumsikan 1 pelanggan berjumlah 4 orang). Apabila dibandingkan dengan kapasitas produksi selama jam operasional selama ini atau dari bulan Januari – Mei tahun 2015, maka akan dapat diperhitungkan dengan sebagai berikut:

- Jam operasional IPA Unit Hegarmukti yaitu dari pukul 05.00 – 19.00, dikurangi jam istirahat pukul 12.00 – 13.00 dan proses *backwash* (2 x 1 jam).
- Debit dalam 11 jam : 59,4 m³/11 jam
- Pemakaian air perhari : $\frac{752,8 \text{ m}^3/\text{bulan}}{30} = 25,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Kehilangan air 20% : $95 \text{ m}^3 - (95 \text{ m}^3 \times 0,20) = 76 \text{ m}^3$
- Selisih hasil produksi dengan dengan pemakaian air dari bulan Januari - Mei tahun 2015 = $76 \text{ m}^3 - 25,1 \text{ m}^3/\text{hari} = 50,9 \text{ m}^3/\text{hari}$

Adanya selisih antara hasil produksi dengan data pemakaian air selama 1 hari maka tidak dipungkiri adanya masalah – masalah yang terjadi, baik unit produksi dan distribusi atau jam operasionalnya kurang dari 11 jam.

3.1.4 Pemakaian Energi

Dalam proses operasional IPA unit Hegarmukti menggunakan pompa yang membutuhkan energi untuk pengoperasiannya. Berikut rinciannya :

- 1 unit pompa *intake* : 750 watt
- 2 unit pompa distribusi: $750 \times 2 = 1500$ watt
- 1 pompa koagulan : 220 watt

Pemakaian energy pada IPA unit Hegarmukti dapat diperhitungkan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Pemakaian energi berdasarkan selisih pada meter Kwh

Tanggal	Kondisi Kwh	Pemakaian 1 hari	Isi Ulang
17/06/2015	198,09 Kwh	48,22 Kwh	
18/06/2015	149,87 Kwh	45,81 Kwh	
19/06/2015	104,06 Kwh	44,93 Kwh	
20/06/2015	59,13 Kwh	46,88 Kwh	
22/06/2015	12,25 Kwh	45,75 Kwh	248,30
23/06/2015	214,80 Kwh	46,28 Kwh	
24/06/2015	168,52 Kwh	44,49 Kwh	
25/06/2015	124,03 Kwh		
Rata-rata pemakaian energi perhari		46,05 Kwh/hari	

(Data primer, 2015)

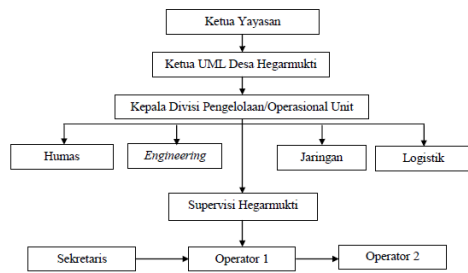
Apabila selama 1 hari operasional menghasilkan $59,4 \text{ m}^3$ air maka dapat dihitung :
 $46,05/59,4 \text{ m}^3 = 0,485 \text{ Kwh/m}^3$

3.2 Manajemen Operasional IPA Unit Hegarmukti

Manajemen Operasional adalah suatu usaha pengelolaan secara maksimal penggunaan semua faktor produksi yang ada baik itu tenaga kerja (SDM), mesin, peralatan, raw material (air baku, bahan kimia) dan faktor produksi yang lainnya dalam proses transformasi untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Manajemen operasional pada IPA unit Hegarmukti meliputi struktur organisasi, siklus operasional, dan SOP (*Standar Operational Prosedur*).

3.3 Struktur Organisasi IPA Unit Hegarmukti

Struktur organisasi pada IPA unit Hegarmukti adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Struktur Organisasi IPA Unit Hegarmukti

(Sumber : Data primer, 2015)

3.4 Siklus Operasional IPA Unit Hegarmukti

Sistem pengoperasian ini dikenal dengan *standar operational prosedur* (SOP). Agar mencapai target dalam pengolahan air yaitu kapasitas, kualitas dan kontinuitas maka sangat diperlukan adanya SOP pada instalasi pengolahan air unit Hegarmukti. Hal ini mengacu kepada regulasi, PERMEN PU No 18 Tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan system penyediaan air minum (SPAM) dan SNI 6775-2008. Akan tetapi kondisi saat ini masih belum terlaksanakan sesuai dengan regulasi tersebut, mengingat masih banyak kendala yang ada pada kondisi teknis, SDM dan belum adanya SOP (*Standar Operational Prosedur*). Siklus Operasional meliputi, persiapan operasi, proses pengoperasian, pelaksana kegiatan operasional, Pelayanan dan Administrasi.

3.4.1 Persiapan Kegiatan Operasional IPA Unit Hegarmukti

Persiapan kegiatan operasional/ pengoperasian IPA antara lain meliputi beberapa unit berikut :

3.4.1.1 Intake

3.4.1.2 Pompa air baku dan distribusi

3.4.1.3 Sistem perpipaan

3.4.1.4 Penentuan dosis bahan kimia

3.4.1.5 Pembubuhan/dosing larutan bahan kimia

3.4.1.6 Unit Instalasi

3.4.2 Operasional IPA Unit Hegarmukti

Tujuan utama dari proses pengolahan air yaitu menghasilkan air bersih yang memenuhi syarat kualitas yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan NO. 907

tahun 2002 tentang syarat – syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Pengoperasian ini meliputi Unit Air Baku/distribusi Unit Instalasi dan Unit Distribusi.

3.4.2.1 Unit Air Baku

Pengoperasian unit air baku meliputi kegiatan pengaturan jumlah debit air baku yang akan diambil serta pemantauan kualitas air baku tersebut. **3.4.2.2 Unit Produksi (Instalasi)**

Pengoperasian unit produksi dapat berupa rangkaian kegiatan penoperasian unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfektan.

3.4.2.2.1 Pengadukan Cepat (Koagulasi)

Hal – hal yang dilakukan dalam proses operasi pada unit koagulasi adalah sebagai berikut:

1. Operasikan pompa pembubuh koagulan
2. Amati pipa pembubuh pada terjunan apakah debit minimal persediaan dan aliran larutan bahan kimia dengan menambah atau mengurangi stroke pompa
3. Pertahankan keadaan seperti pada awal operasi, dan lakukan penyesuaian bila diperlukan

3.4.2.2.2 Pengadukan Lambat (Flokulasi)

Hal – hal yang dilakukan dalam proses operasi pada unit pengadukan lambat adalah sebagai berikut:

1. Amati apakah terbentuk flok–flok dengan baik
2. Apabila tidak, periksa kembali air di pengaduk lambat dan lakukan penyesuaian-penyesuaian pembubuhan bahan kimia atau dengan mengecilkan debit dari *intake*..
3. Periksa pembentukan buih-buih yang terjadi dipermukaan air dan dibersihkan.

3.4.2.2.3 Sedimentasi

Hal – hal yang dilakukan dalam proses operasi pada unit sedimentasi lambat adalah sebagai berikut:

1. Setelah proses koagulasi dan pembentukan flok-flok, maka air masuk kedalam bak sedimentasi.
2. Harus diperhatikan apakah pembebanan merata (Surface Loading merata).
3. Bilamana tidak merata, maka kinerja bak sedimentasi menjadi tidak optimal, untuk itu harus diperiksa, apakah inlet (yang memakai baffle) berfungsi dengan baik.

4. Periksa kekeruhan air yang keluar dari bak sedimentasi. Biasanya efluen dari bak sedimentasi mempunyai kekeruhan dibawah 10 NTU, agar saringan pasir dapat berkinerja tidak terlalu berat.
5. Lakukan pembuangan lumpur sesuai dengan ketentuan (dengan katup penguras atau *scraper*).
6. Bersihkan buih-buih atau bahan-bahan yang terapung.
7. Periksa fungsi katup–katup.

3.4.2.2.4 Filtrasi (Penyaring)

Hal – hal yang dilakukan dalam proses operasi pada unit sedimentasi lambat adalah sebagai berikut:

1. Tutup katup penguras, katup pencucian dan katup outlet penyaring.
2. Alirkan air sampai ketinggian yang telah ditentukan.
3. Buka katup outlet penyaring dan atur kapasitasnya sesuai dengan perencanaan.
4. Periksa kekeruhan air pada inlet dan outlet penyaring.
5. Amati debit outlet pada alat ukur yang tersedia.
6. Lakukan pencucian penyaring bila debitnya menurun sampai batas tertentu,
Penurunan kecepatan menyaring merupakan indikator bahwa media filter sudah mulai *clogging*. Indikasi tersebut dapat dilihat bila air pada permukaan penyaring naik sampai melampaui batas ketinggian yang sudah ditetapkan dalam perencanaan, dengan cara *Backwash*:
 1. Tutup katup dan outlet filter.
 2. Buka katup outlet buangan pencucian dan inlet air pencuci/overflow dari unit flokulasi.
 3. Amati penyebaran air pada permukaan penyaring.

1. Atur debit pencucian dengan mengatur katup, sehingga media tidak terbawa.
2. Hentikan pencucian jika air pencucian sudah jernih.
3. Lakukan proses backwash dengan memperhatikan air hasil olahan.

3.4.2.2.5 Reservoir

Hal – hal yang dilakukan dalam proses operasi pada unit sedimentasi lambat adalah sebagai berikut:

1. Periksa stok air atau level air pada reservoir

2. Ukur debit air yang masuk
3. Bubuhkan larutan desinfektan, seperti larutan kaporit sesuai perhitungan.
4. Periksa pH, kekeruhan dan sisa khlor dari air bersih di bak penampung setiap jam, yaitu pH antara 6,0 – 7,5; kekeruhan dibawah 5 NTU dan sisa chlor 0,2 ppm, serta bakteri E-coli = 0 (negatif).
5. Periksa air hasil olahan dengan visual (Fisika, warna bau, rasa)
6. Periksa Kualitas air secara lengkap (fisika, kimia dan bakteriologi) di Laboratorium Departemen Kesehatan setempat minimal setiap bulan 1 kali.

3.4.2.3 Unit Distribusi

Tujuan pengoperasian unit distribusi ini untuk mengalirkan air hasil olahan keseluruhan jaringan distribusi sampai di semua unit pelayanan sesuai dengan standar pelayanan yang telah ditetapkan baik dari segi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas, yaitu:

1. Kuantitas

Aspek kuantitas dapat ditentukan sebagai berikut:

- Jumlah air mencukupi minimal kebutuhan pelanggan
- Air mengalir ke pelanggan sampai ke titik pelayanan terjauh dan harus bertekanan minimal 1 atm

2. Kualitas

Untuk pengecekan air hasil olahan di unit langsung pada saat proses pengoperasian dilakukan secara visual yaitu dari segi kebauan, rasa dan warna. Akan tetapi kualitas air hasil olahan juga telah di uji di Laboratorium daerah Karawang dengan hasil sesuai atau masih di bawah baku mutu yang diijinkan..

3. Kontinuitas

Air harus mengalir di pelanggan selama 24 jam perhari, dan memenuhi kebutuhan pelanggan. Operasional ini meliputi kegiatan:

1. Pemeriksaan pipa transmisi dan jaringan distribusi beserta perlengkapannya
2. Pemeriksaan bangunan penyimpanan (reservoir) dan alat ukur, serta pompa distribusi dan perlengkapannya untuk sistem distribusi dengan sistem perpompaan.
3. Pelaksanaan operasi meliputi operasi pompa distribusi, perlengkapan jaringan perpipaan, meter air, bangunan dan penampung (reservoir), sehingga air mengalir di seluruh jaringan distribusi.

3.4.3 Pemeliharaan dan *Controlling* Instalasi Pengolahan Air Unit Hegarmukti

Pemeliharaan paket instalasi pengolahan air unit Hegarmukti mengacu kepada PerMen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM No.18 Tahun 2007 dan SNI 6775 – 2008 Tentang Tata Cara Pengoperasian dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan air. Pemeliharaan mempunyai rencana waktu tertentu diantaranya harian, mingguan, bulanan bahkan tahunan, pemeliharaan ini dimaksudkan untuk menjaga kualitas semua peralatan baik yang menyangkut proses maupun persiapan proses. Karena dalam IPA unit Hegarmukti belum adanya *schedule* maka penulis memberikan saran untuk pemeliharaan dan *Controlling*, saran terlampir.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Hegarmukti merupakan pengolahan sederhana yang bisa mengolah air dengan kapasitas maksimum 2,5 liter/detik, yang terdiri dari : Intake, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi dan Reservoir.
2. Jam operasional pada IPA Unit Hegarmukti adalah 14 jam yaitu dari pukul 05.00 – 19.00 dengan istirahat 1 jam dan proses *backwash* 2 jam, debit rata-rata pengolahan 2,4 liter/detik menghasilkan debit 95 m³/hari atau 95 m³/11 jam.
3. Pemakaian energi pada IPA unit Hegarmukti yaitu $46,05/96 \text{ m}^3 = 0,485 \text{ Kwh/m}^3$
4. Pemakaian bahan kimia pada IPA unit Hegarmukti yaitu 0,24 kg bahan kimia (koagulan)/m³ atau dengan debit koagulan 53 gram/liter.
5. Manajemen operasional mengacu kepada PerMen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM No.18 Tahun 2007 dan SNI 6775 – 2008 Tentang Tata Cara Pengoperasian dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan air.
6. Manajemen operasional terdiri dari struktur organisasi dan siklus operasional yang bisa dijadikan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang terdapat 3 pokok bahasan yaitu: persiapan operasional, proses operasional, pemeliharaan dan *controlling*.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, Vita 2007. "Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik Di Perumnas Banyumanik". Semarang : Teknik Sipil Undip.

Departemen Pekerjaan Umum. 2007. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007. *"Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum"*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Damanhuri, Enri, 1989. *"Pendekatan Sistem Dalam Pengendalian dan Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum"*. Bandung. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITB.

Dharmasetiawan, Martin. 2014. *"Sistem Penyediaan Air Minum"*. Ekamitra Engineering. Bekasi

Badan Standarisasi Nasional. 2008. Standar nasional Indonesia (SNI) 6775-2008. *"Tata Cara Pengoperasian dan Pemeliharaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air"*. Jakarta

Suwanda, Wawan. 2013. *"Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum Di Kawasan Golf Island Pantai Indah Kapuk Jakarta Utara"*. Bekasi. Jurusan Teknik Lingkungan STT Pelita Bangsa.