



UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN INSTALASI
PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) BEKASI,
WILAYAH CABANG PONDOK UNGU**

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi
sebagian persyaratan menjadi sarjana teknik**

RATNA KUSUMA DEWI

06 06 07 8172

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ratna Kusuma Dewi

NPM : 0606078172

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ratna Kusuma Dewi
NPM : 0606078172
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Evaluasi dan Pengembangan Instalasi Perusahaan
Daerah Air Minum (PDAM) Bekasi, Wilayah
Cabang Pondok Ungu

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, S.E., M.Eng



Pembimbing : Ir. Irma Gusniani S., MSc.



Penguji : Dr. Ir. Setyo Sarwanto M., DEA



Penguji : Evy Novita Z., ST,MSi



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 9 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan YME, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Dr. Ir. Djoko M. Hartono, S.E., M.Eng., dan Ibu Ir. Irma Gusniani S, MSc., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Pak Abdulrahman, Pak Topik, dan Pak Eko, selaku pegawai PDAM yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (3) Orang tua dan saudara saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (4) Ryan Novel yang selalu menyemangati, mendukung, dan mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (4) Sekar Utari sebagai teman seperjuangan mencari data untuk skripsi di PDAM Bekasi, Instalasi Pondok Ungu, dan Kantor Bappeda;
- (5) Santi, Meissa, S. Kurnia, Nia Nur, Fira, Sekar, dan teman-teman lain yang sering menemani saya di kosan dan menyemangati saya;
- (5) Rekan-rekan mahasiswa teknik lingkungan lainnya yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan YME berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 9 Juli 2010

Penulis

Ratna Kusuma Dewi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ratna Kusuma Dewi

NPM : 0606078172

Program Studi : Teknik Lingkungan

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

EVALUASI DAN PENGEMBANGAN INSTALASI PERUSAHAAN DAERAH
AIR MINUM (PDAM) BEKASI, WILAYAH CABANG PONDOK UNGU

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 29 Juni 2010

Yang menyatakan

(Ratna Kusuma Dewi)

ABSTRAK

Nama : Ratna Kusuma Dewi
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Evaluasi dan Pengembangan Instalasi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Bekasi, Wilayah Cabang Pondok Ungu

Kebutuhan penyediaan dan pelayanan air minum di Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan Kecamatan Tarumajaya dari waktu ke waktu semakin meningkat seiring bertambahnya penduduk. Peningkatan kebutuhan air ini harus diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi dan peningkatan kinerja instalasi. Evaluasi instalasi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) wilayah cabang Pondok Ungu yang melayani Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan Kecamatan Tarumajaya dilakukan untuk mengetahui apakah kinerja instalasi sudah maksimal dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pengembangan instalasi dilakukan untuk meningkatkan kapasitas produksi instalasi sehingga semakin banyak penduduk yang terlayani air minum. Hasil dari evaluasi adalah instalasi eksisting dengan debit 300 L/detik dapat mengolah air baku sehingga menghasilkan air minum yang memenuhi baku mutu air minum. Namun terdapat beberapa masalah pada beberapa unit pengolahan yang sebaiknya diperbaiki guna meningkatkan kinerja instalasi. Pengembangan dapat dilakukan melalui dua tahap hingga mencapai debit 600 L/detik pada tahun 2024 dengan menambah 2 paket instalasi yang masing – masing berkapasitas 150 L/detik.

Kata kunci :
Evaluasi, pengembangan, instalasi, air minum

ABSTRACT

Name : Ratna Kusuma Dewi
Study Program: Environmental Engineering
Title : Evaluation and Development of Installation Perusahaan Daerah
Air Minum (PDAM) Bekasi, Pondok Ungu Branch Area

Requirement of drinking water supplies and services in Pejuang Village, Kaliabang Tengah Village, and Tarumajaya District are increasing from time to time as the population increased. This increasing should be followed by develop production capacity and improvement of installation performance. Evaluation of Installation Pengolahan Daerah Air Minum (PDAM) Bekasi, Pondok Ungu Branch Area that serve Pejuang Village, Kaliabang Tengah Village, and Tarumajaya District are needed to determine whether the installation has reach the maximum performance and in accordance with the standards set. Meanwhile, the development is done to increase production capacity so that more residents can be served by drinking water. The results is evaluation of existing plant with a discharge 300 L / s can process the raw water to produce drinking water that meets quality standards. But a few problems happened at several processing units that should be repaired to improve the performance of the installation. Development can be done in two steps to reach the discharge of 600 L/s in the year 2024 by adding two installations of each package with a capacity of 150 L/s.

Keywords :
Evaluation, development, installation, drinking water

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Air Minum dan Persyaratannya	5
2.1.1 Pengertian Air	5
2.1.2 Sumber Air dan Karakteristiknya	5
2.1.3 Kualitas Air	8
2.1.4 Persyaratan Air Minum	8
2.2 Estimasi Kebutuhan Air	10
2.2.1 Jenis Penggunaan Air	10
2.2.2 Fluktuasi Penggunaan Air	11
2.2.3 Standar Kebutuhan Air	11
2.2.4 Metode Proyeksi Penduduk	12
2.2.5 Metode Proyeksi Kebutuhan Air	14
2.3 Unit – Unit Pengolahan Air	15
2.3.1 Unit Operasi dan Proses	15
2.3.2 Bangunan Intake	16
2.3.3 Koagulasi	19
2.3.4 Flokulasi	21
2.3.5 Sedimentasi	22
2.3.6 Filtrasi	25
2.3.7 Disinfeksi	29
2.3.8 Reservoir	32
2.3.9 Pengolahan Lumpur	32
3. METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Pendekatan Penelitian	34

3.2 Kerangka Berpikir	34
3.3 Data Penunjang Penelitian.....	36
3.4 Metode Pengolahan Data.....	37
3.5 Metode Analisa Data	41
4. GAMBARAN UMUM OBJEK STUDI.....	42
4.1 Kota Bekasi	42
4.2 Kabupaten Bekasi	45
4.3 Daerah Pelayanan Instalasi Pondok Ungu.....	48
4.3.1 Kelurahan Pejuang.....	48
4.3.2 Kelurahan Kaliabang Tengah	51
4.3.3 Kecamatan Tarumajaya	53
4.4 Instalasi Pondok Ungu	54
4.5 Kualitas Air.....	63
5. EVALUASI DAN PENGEMBANGAN INSTALASI PONDOK UNGU	68
5.1 Proyeksi Kebutuhan Air	68
5.1.1 Proyeksi Penduduk Kota Bekasi	68
5.1.2 Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi.....	73
5.1.3 Proyeksi Penduduk Daerah Pelayanan	78
5.1.4 Proyeksi Kebutuhan Air Daerah Pelayanan	80
5.2 Evaluasi Kualitas Air	89
5.2.1 Evaluasi Kualitas Air Baku	89
5.2.2 Evaluasi Kualitas Air Produksi.....	97
5.3 Evaluasi dan Pengembangan Instalasi	102
5.3.1 Intake	103
5.3.2 Koagulasi	113
5.3.3 Flokulasi	117
5.3.4 Sedimentasi.....	127
5.3.5 Filtrasi	138
5.3.6 Disinfeksi.....	144
5.3.7 Reservoir.....	149
5.3.8 Pengolahan Lumpur.....	153
5.3.9 Rangkuman Evaluasi dan Pengembangan	154
5.3.10 Layout Pengembangan Instalasi	157
6. KESIMPULAN DAN SARAN	158
6.1 Kesimpulan	158
6.2 Saran	159
DAFTAR REFERENSI	160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Injector khlorin.....	31
Gambar 3.2. Kerangka Konsep.....	36
Gambar 4.1. Peta Kota Bekasi.....	42
Gambar 4.2. Grafik pertumbuhan penduduk Kota Bekasi.....	44
Gambar 4.3. Peta Kabupaten Bekasi.....	46
Gambar 4.4. Grafik pertumbuhan penduduk Kabupaten Bekasi.....	47
Gambar 4.5. Daerah pelayanan Instalasi Pondok Ungu.....	54
Gambar 4.6. Sistem penyediaan air bersih.....	56
Gambar 4.7. Diagram alir instalasi pengolahan air bersih eksisting.....	56
Gambar 4.8. Unit intake.....	57
Gambar 4.9. Unit koagulasi.....	58
Gambar 4.10. Unit flokulasi.....	59
Gambar 4.11. Unit sedimentasi.....	60
Gambar 4.12. Unit filtrasi.....	61
Gambar 4.13. Unit disinfeksi.....	62
Gambar 4.14. Unit reservoir.....	62
Gambar 5.1. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode aritmatika.....	69
Gambar 5.2. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode geometrik.....	70
Gambar 5.3. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode mathematical.....	71
Gambar 5.4. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode decreasing rate of increase.....	72
Gambar 5.5. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan empat metode ..	73
Gambar 5.6. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode aritmatika.....	74
Gambar 5.7. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode geometrik.....	75
Gambar 5.8. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode mathematical.....	76
Gambar 5.9. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode decreasing rate of increase.....	77
Gambar 5.10. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan empat metode.....	78
Gambar 5.11. Tahapan pembangunan.....	89
Gambar 5.12. Layout saluran transmisi.....	103
Gambar 5.13. Potongan BB bak koagulasi.....	113
Gambar 5.14. Profil hidraulis bak flokulasi.....	117
Gambar 5.15. Rute bak flokulasi.....	117
Gambar 5.16. Penampang bak flokulasi.....	118
Gambar 5.17. Tampak atas bak sedimentasi.....	127
Gambar 5.18. Potongan BB bak sedimentasi.....	128
Gambar 5.19. Potongan AA bak sedimentasi.....	128

Gambar 5.20. Potongan BB bak filtrasi	138
Gambar 5.21. Potongan AA bak filtrasi.....	138
Gambar 5.22. Grafik kebutuhan air.....	151
Gambar 5.23. Grafik kebutuhan air kumulatif.....	151
Gambar 5.24. Perkiraan volume reservoir	152
Gambar 5.25. Layout pengembangan instalasi	157



DAFTAR TABEL

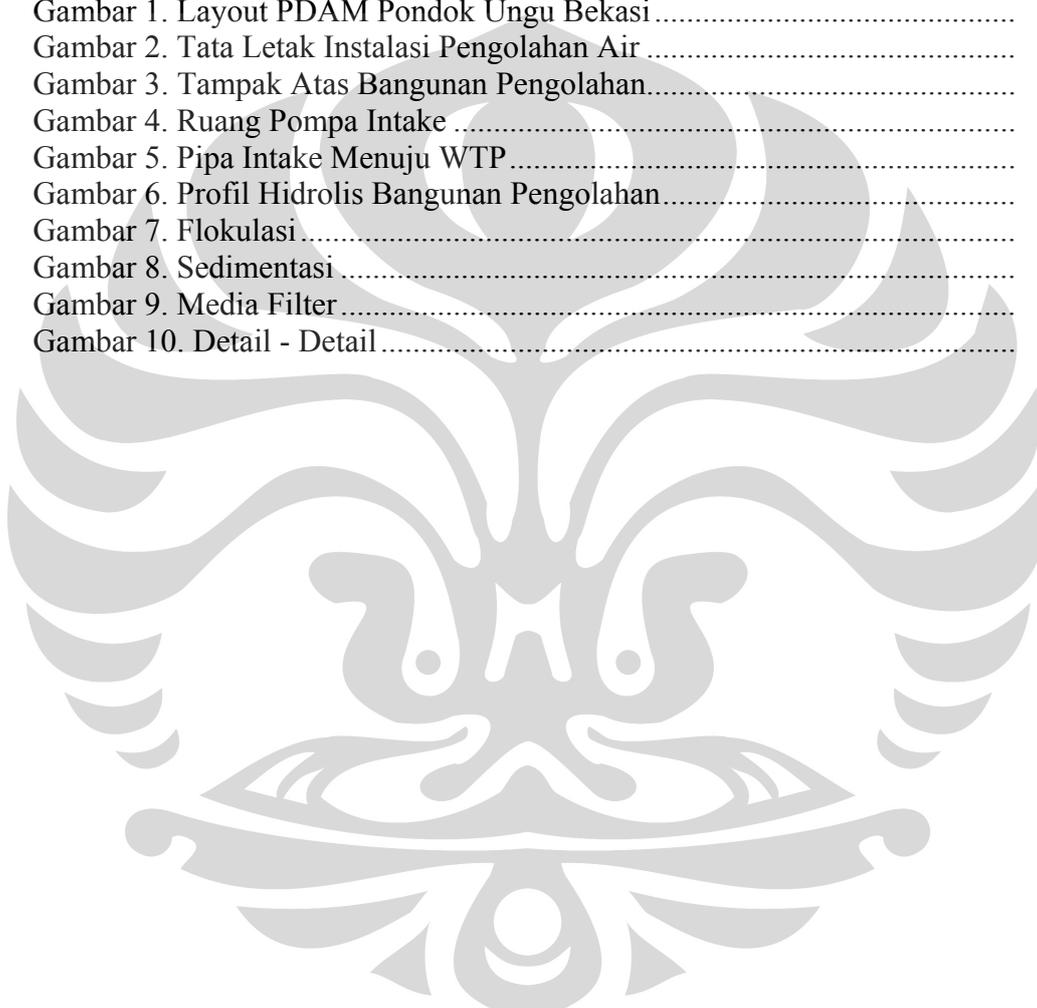
Tabel 2.1. Standar kebutuhan air bersih untuk setiap jenis fasilitas	11
Tabel 2.2. Fluktuasi kebutuhan air	15
Tabel 2.3. Perbandingan pengaduk statis dan mekanis.....	20
Tabel 4.1. Jumlah penduduk Kota Bekasi.....	44
Tabel 4.2. Jumlah penduduk Kabupaten Bekasi	46
Tabel 4.3. Peruntukan tanah Kelurahan Pejuang pada tahun 2009.....	49
Tabel 4.4. Fasilitas Kelurahan Pejuang pada tahun 2009	50
Tabel 4.5. Peruntukan tanah Kelurahan Kaliabang Tengah pada tahun 2009 ..	51
Tabel 4.6. Fasilitas Kelurahan Kaliabang Tengah pada tahun 2009.....	52
Tabel 4.7. Fasilitas Kecamatan Tarumajaya pada tahun 2009.....	53
Tabel 4.8. Rincian distribusi air pada bulan November 2009.....	55
Tabel 4.9. Kualitas air baku tahun 2007	64
Tabel 4.10. Kualitas air baku tahun 2008	65
Tabel 4.11. Kualitas air baku tahun 2009	66
Tabel 4.12. Kualitas air produksi tahun 2009	67
Tabel 5.1. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode aritmatika.....	69
Tabel 5.2. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode geometrik.....	69
Tabel 5.3. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode mathematical	71
Tabel 5.4. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode decreasing rate of increase	72
Tabel 5.5. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode aritmatika ..	73
Tabel 5.6. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode geometrik ..	74
Tabel 5.7. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode mathematical	76
Tabel 5.8. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode decreasing rate of increase	77
Tabel 5.9. Proyeksi penduduk Kelurahan Pejuang dengan metode aritmatika	79
Tabel 5.10. Proyeksi penduduk Kecamatan Tarumajaya dengan metode aritmatika	79
Tabel 5.11. Proyeksi penduduk Kelurahan Kaliabang Tengah dengan metode aritmatika.....	80
Tabel 5.12. Kebutuhan Air.....	81
Tabel 5.13. Pelayanan air bersih pemukiman Kelurahan Pejuang.....	82
Tabel 5.14. Proyeksi Kebutuhan air Kelurahan Pejuang	83
Tabel 5.15. Pelayanan air bersih pemukiman Kecamatan Tarumajaya	84
Tabel 5.16. Proyeksi Kebutuhan air Kecamatan Tarumajaya.....	85
Tabel 5.17. Pelayanan air bersih pemukiman Kelurahan Kaliabang Tengah ..	86
Tabel 5.18. Proyeksi Kebutuhan air Kelurahan Kaliabang Tengah.....	87
Tabel 5.19. Proyeksi kebutuhan air daerah pelayanan.....	88
Tabel 5.20. Pengecekan kekeruhan air baku.....	90
Tabel 5.21. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2007.....	91
Tabel 5.22. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2008.....	93
Tabel 5.23. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2009.....	95
Tabel 5.24. Pengecekan kualitas air produksi pada tahun 2009	98

Tabel 5.25. Rangkuman perhitungan intake	109
Tabel 5.26. Rangkuman perhitungan koagulasi	115
Tabel 5.27. Rangkuman perhitungan flokulasi	124
Tabel 5.28. Rangkuman perhitungan sedimentasi	136
Tabel 5.29. Rangkuman perhitungan filtrasi.....	142
Tabel 5.30. Rangkuman perhitungan disinfeksi.....	147
Tabel 5.31. Kapasitas reservoir	150
Tabel 5.32. Rangkuman evaluasi dan pengembangan tiap unit.....	154



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proyeksi Penduduk Kota Bekasi.....	162
Lampiran 2. Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi.....	163
Lampiran 3. Proyeksi Penduduk Daerah Pelayanan.....	164
Lampiran 4. Proyeksi Fasilitas Cabang Pondok Ungu.....	165
Lampiran 5. Proyeksi Fasilitas Unit Tarumajaya.....	167
Lampiran 4. Proyeksi Fasilitas Unit Pondok Ungu Permai.....	169
Gambar 1. Layout PDAM Pondok Ungu Bekasi.....	171
Gambar 2. Tata Letak Instalasi Pengolahan Air.....	172
Gambar 3. Tampak Atas Bangunan Pengolahan.....	173
Gambar 4. Ruang Pompa Intake.....	174
Gambar 5. Pipa Intake Menuju WTP.....	175
Gambar 6. Profil Hidrolis Bangunan Pengolahan.....	176
Gambar 7. Flokulasi.....	177
Gambar 8. Sedimentasi.....	178
Gambar 9. Media Filter.....	179
Gambar 10. Detail - Detail.....	180



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air adalah kebutuhan vital manusia karena dipakai dalam kegiatan sehari-hari seperti untuk minum, sanitasi, dan kebutuhan rumah tangga. Air merupakan kebutuhan primer manusia namun keberadaannya terbatas. Oleh karena itu air harus dimanfaatkan dengan baik dan bijak. Biasanya air yang didapat langsung dari alam tidak bisa langsung digunakan karena tidak sesuai dengan persyaratan kualitasnya, oleh karena itu diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.

Pemenuhan kebutuhan akan air minum bagi masyarakat dapat dilakukan dengan cara mengolah air baku menjadi air minum untuk didistribusikan ke masyarakat. Perusahaan Daerah Air Minum didirikan untuk melayani dan menyediakan air minum kepada masyarakat dengan cara memenuhi kebutuhan air minum dengan kualitas sesuai standar yang telah ditetapkan. Jika kondisi ini tidak terpenuhi maka dapat mengakibatkan masalah sanitasi yang menjadi penyebab utama penyebaran penyakit di dunia. Permasalahan sanitasi biasanya muncul di negara - negara berkembang, seperti Indonesia yang kondisi sanitasinya masih rendah.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Bekasi adalah perusahaan daerah yang bertanggung jawab terhadap pelayanan dan penyediaan air minum bagi konsumen di wilayah Bekasi. Kinerja PDAM di Kota Bekasi perlu dievaluasi untuk mengetahui apakah kinerja instalasi sudah maksimal dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, dan juga perlu dikembangkan supaya semakin banyak warga Kota Bekasi yang mendapat pelayanan air minum. Skripsi ini akan membahas tentang evaluasi dan pengembangan PDAM dengan studi kasus Instalasi Pengolahan Air (IPA) Pondok Ungu. Daerah pelayanan IPA Pondok Ungu adalah Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan Kecamatan Tarumajaya.

Kebutuhan penyediaan dan pelayanan air minum di Kelurahan Pejuang dan Kelurahan Kaliabang Tengah, serta Kecamatan Tarumajaya dari waktu ke waktu semakin meningkat seiring bertambahnya penduduk. Kelurahan Pejuang dan Kelurahan Kaliabang Tengah termasuk dalam wilayah Kota Bekasi, sedangkan Kecamatan Tarumajaya termasuk dalam wilayah Kabupaten Bekasi. Jumlah penduduk Kota Bekasi dari tahun 2000 hingga tahun 2008 mengalami peningkatan yang signifikan. Jumlah penduduk Kota Bekasi pada tahun 2000 adalah 1.663.802 jiwa, dan pada tahun 2008 meningkat menjadi 2.238.717 (Bappeda Kota Bekasi, 2009). Penduduk Kabupaten Bekasi juga mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun, jumlah penduduk Kabupaten Bekasi pada tahun 2001 adalah 1.640.000 jiwa, sedangkan jumlah penduduk Kabupaten Bekasi pada tahun 2005 meningkat menjadi 2.027.902 (Profil Kabupaten Bekasi, 2009).

Peningkatan kebutuhan air minum ini harus diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi dan peningkatan kinerja instalasi. Peningkatan kapasitas produksi perlu dilakukan melalui pengembangan instalasi karena penduduk daerah pelayanan yang cenderung mengalami pertumbuhan penduduk setiap tahunnya, selain itu karena masih banyak permintaan pelayanan air minum oleh penduduk yang belum terlayani. Untuk melakukan peningkatan kinerja instalasi diperlukan evaluasi yang dilakukan untuk mencari permasalahan di instalasi, mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah, dan mencari solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah skripsi ini adalah:

- Apa saja permasalahan yang terdapat pada Instalasi Pondok Ungu?
- Bagaimana menyelesaikan permasalahan yang ada di Instalasi Pondok Ungu?
- Bagaimana desain pengembangan instalasi?

1.3. Tujuan Penelitian

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk:

- Mengetahui permasalahan yang ada di Instalasi Pondok Ungu
- Memberikan solusi permasalahan yang ada di Instalasi Pondok Ungu
- Membuat desain pengembangan Instalasi Pondok Ungu

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- Bagi PDAM Kota Bekasi, dapat memberikan informasi berupa evaluasi dan pengembangan pada Instalasi Pondok Ungu. Hasil evaluasi dapat dijadikan masukan bagi Instalasi Pondok Ungu sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada. Pengembangan dilakukan untuk meningkatkan kapasitas produksi. Usulan desain pengembangan diharapkan dapat menjadi masukan dan usulan dalam pengembangan instalasi eksisting sehingga kebutuhan air bersih penduduk Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan Kecamatan Tarumajaya dapat terlayani dengan baik.
- Bagi Universitas Indonesia, memberikan sumbangan untuk dunia pendidikan pada bidang air minum berupa evaluasi dan pengembangan terhadap instalasi PDAM.
- Bagi diri sendiri, memberikan gambaran dan analisa mendalam pada bidang lingkungan hidup, khususnya pada pengolahan air minum. Serta untuk memenuhi persyaratan penyelesaian pendidikan sarjana Program Studi Teknik Lingkungan, Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia.

1.5. Batasan Penelitian

Penulisan skripsi ini dibatasi oleh beberapa hal yaitu:

- Terbatas pada evaluasi Instalasi Pondok Ungu dengan kapasitas produksi 2 x 150 L/detik. Evaluasi dilakukan terhadap kinerja dan kapasitas desain unit intake hingga reservoir pada kondisi eksisting (tahun 2009).

- Terbatas pada pengembangan Instalasi Pondok Ungu dengan debit maksimal yang tersedia untuk instalasi yaitu 600 L/detik. Pengembangan dilakukan terhadap kinerja dan kapasitas desain unit intake hingga reservoir.
- Pada penelitian tidak dilakukan uji kualitas air baku maupun air produksi. Data parameter kualitas air baku dan air produksi yang dipakai merupakan data sekunder yang didapat dari PDAM.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Minum dan Persyaratannya

2.1.1. Pengertian Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, pengertian air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum. Sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, pengertian air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Air murni tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air murni mengandung hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H₂O. Air murni adalah pelarut yang sangat baik karena dapat melarutkan banyak material yang berkontak dengannya. Hal ini sebagai alasan mengapa hampir tidak ada air murni di alam. Masuknya material-material ke air baik yang mengendap ataupun terlarut disebabkan beberapa hal seperti hujan dan aliran air permukaan. Contoh material endapan yang dilarutkan oleh air adalah organisme seperti bakteri dan alga, koloid organik dan anorganik, lumpur, dan lempung, sedangkan contoh material terlarut yang dilarutkan oleh air adalah kation, anion, senyawa organik, dan gas. (Reynolds & Richards, 1995)

2.1.2. Sumber Air dan Karakteristiknya

Ada lima sumber air di alam yaitu air permukaan, air tanah, mata air, air hujan, dan air limbah, namun sumber yang paling banyak digunakan adalah air permukaan dan air tanah karena kemudahan mendapatkannya. Berikut ini adalah karakteristik tiap sumber air:

- Air permukaan

Air permukaan yang biasanya digunakan sebagai sumber air adalah air yang berasal dari rawa, sungai, danau, dan waduk. Kualitas air permukaan bervariasi sehingga membutuhkan teknik pengolahan yang fleksibel sesuai kualitasnya. Tipikal air permukaan adalah mengandung *coliform* dan bakteri yang tinggi, kekeruhan tinggi, namun kandungan partikel terlarutnya rendah. Air permukaan mengalami variasi kualitas pada warna, bau, rasa, oksigen terlarut, karbondioksida, dan kekeruhannya terhadap waktu, hal ini disebabkan air permukaan biasanya tercemar polutan dengan kandungan yang berbeda-beda. Penggunaan air permukaan sebagai sumber air banyak ditemui pada kota-kota besar karena air permukaan lebih mudah didapatkan dibanding air tanah (Reynolds & Richards, 1995).

- Air tanah

Kualitas air tanah lebih baik dibanding air permukaan dan kualitasnya cenderung sama sepanjang tahun. Air tanah mempunyai kualitas lebih baik karena tidak banyak terpapar polutan. Pengolahan air tanah lebih mudah dibanding air permukaan karena kualitasnya tidak bervariasi, pengolahannya cukup dengan disinfeksi. Kekurangan air tanah adalah mengandung partikel terlarut seperti kalsium, magnesium, mangan, besi, sulfat, dan klorida dalam jumlah yang tinggi (Reynolds & Richards, 1995). Untuk menghilangkan partikel terlarut ini membutuhkan pengolahan yang rumit dan mahal seperti distilasi dan *ion exchange*. Penggunaan air tanah sebagai sumber air banyak ditemui di kota-kota kecil dan rumah-tangga individual.

- Mata air

Mata air adalah sumber air yang ada di atas tanah. Jumlah air di mata air biasanya terbatas dan sulit diketahui debitnya secara pasti. Kualitas air yang berasal dari mata air umumnya baik.

- Air hujan

Air hujan jumlahnya terbatas dan mempunyai kandungan mineral yang rendah. Debit air hujan sangat fluktuatif bergantung pada musim.

- Air limbah

Air limbah dapat digunakan untuk air baku dengan cara mencampurkan air limbah dengan air baku yang sudah ada atau dengan menggunakan air limbah tersebut secara langsung tanpa pencampuran untuk menjadi air baku (Tchobanoglous, Burton, & Stensel, 2003).

Klasifikasi air baku berdasarkan peruntukannya dibagi menjadi empat kelas berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, antara lain :

- Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memerlukan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.1.3. Kualitas Air

Di Indonesia, kualitas air minum yang memenuhi syarat masih belum tercapai, berbeda dengan kualitas air di negara maju yang sudah sangat tinggi sehingga dapat langsung diminum (*potable water*). Oleh karena itu PDAM sebagai sistem penyediaan air minum untuk saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat sebatas air bersih, bukan air minum. Begitu juga dengan masyarakat di Indonesia yang tidak menjadikan air produksi PDAM sebagai *potable water*, biasanya masyarakat mengolah terlebih dahulu air tersebut dengan cara dimasak.

Peraturan yang mengatur persyaratan kualitas air minum adalah Keputusan MenKes RI Nomor 907 Tahun 2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Persyaratan parameter-parameter yang ada di peraturan tersebut lebih ketat jika dibandingkan dengan Peraturan MenKes Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Dengan ditetapkannya Keputusan MenKes RI no. 907 tahun 2002 ini, maka Peraturan MenKes no 416 tahun 1990 dinyatakan tidak berlaku lagi sepanjang menyangkut air minum.

2.1.4. Persyaratan Air Minum

- Syarat Fisik

Secara fisik air tidak boleh berwarna, berbau, berasa serta tidak boleh mengandung bahan padatan baik yang mengapung ataupun terlarut. Syarat lainnya adalah suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara yaitu $\pm 25^{\circ} \text{C}$, jika terjadi perbedaan maka batas suhu yang diperkenankan adalah $25^{\circ} \text{C} \pm 3^{\circ} \text{C}$

Syarat fisik yang penting dari air adalah kekeruhan yang mengurangi kejernihan air yang biasanya disebabkan material yang tersuspensi dalam air. Syarat fisik lainnya adalah warna yang disebabkan oleh material tersuspensi dan material yang terlarut dalam air. Pada air permukaan, warna biasanya disebabkan oleh material organik yang masuk ke dalam air.

- Syarat Kimia

Syarat kimia yang harus dipenuhi adalah tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun, tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, dan pH seimbang. Parameter kimia yang diukur antara lain:

- Alkalinitas, yaitu kemampuan air untuk menetralkan asam. Data alkalinitas penting untuk diketahui saat koagulasi, *softening*, dan pada evaluasi kapasitas *buffer* air.
- Asiditas, disebabkan adanya mineral asam dan CO₂ dalam air. Air yang mempunyai level asiditas yang tinggi bersifat korosif.
- Kesadahan, disebabkan adanya ion *polyvalent metallic* seperti Ca⁺² dan Mg⁺². Kesadahan bervariasi antara tempat yang satu dengan yang lain, biasanya air tanah lebih sadah dibanding air permukaan.
- Konduktivitas, diketahui dengan cara pengukuran resistensi listrik antara dua elektroda dan membandingkannya terhadap resisten larutan standar yaitu KCL pada suhu 25⁰C.
- Gas terlarut, yang biasanya terdapat pada air baku adalah O₂, CO₂, H₂S, NH₃, N₂, dan CH₄. Oksigen dan karbondioksida bersifat korosif pada air. Selain bersifat korosif, H₂S juga mengganggu karena berbau busuk. Amonia dihasilkan dari dekomposisi bacterial dari material organik. Metan dihasilkan dari bakteri anaerobik, dapat mempengaruhi rasa dan bau (Reynolds & Richards, 1995).

- Syarat Bakteriologis

Mikroba biasanya ditemukan pada air permukaan, namun jarang ditemukan pada air tanah. Mikroba yang ada di air meliputi bakteri, jamur, alga, protozoa, dan virus. *Coliform* adalah parameter yang penting dari syarat mikrobiologis air karena mengindikasikan polusi, selain itu ketidakterdapatannya menunjukkan tidak adanya juga bakteri patogen (Reynolds & Richards, 1995).

- Syarat Radioaktif

Air yang akan dikonsumsi tidak boleh melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan. Parameter zat radioaktif adalah *gross alpha activity* dan *gross beta activity*.

2.2. Estimasi Kebutuhan Air

2.2.1. Jenis Penggunaan Air

- **Domestik**
Kebutuhan air domestik adalah besaran kebutuhan air yang digunakan di rumah, biasanya sangat bervariasi.
- **Komersial**
Kebutuhan air komersial meliputi kebutuhan air hotel, bangunan gedung, rumah sakit, pusat perbelanjaan, stasiun, dll. Kebutuhan air komersial bergantung pada banyak dan tipe fasilitas komersial
- **Industrial**
Kebutuhan air industrial dapat diestimasi berdasar proporsi zona perindustrian dan tipe industri yang berkembang di suatu kota. Kebutuhan air bergantung pada faktor seperti unit produksi, pekerja, lantai bangunan, dll.
- **Fasilitas umum/sosial**
Yang digolongkan ke dalam fasilitas umum antara lain sekolah, penjara, tempat peribadatan, dan fasilitas publik lainnya
- **Kehilangan air**
Sistem kehilangan dalam penyediaan air adalah jumlah air yang hilang akibat kesalahan meter atau pompa dan kebocoran.
- **Kebutuhan umum**
Yang dimaksud kebutuhan kota adalah kebutuhan air untuk penyiraman tanaman dan pemadam kebakaran
- **Kebutuhan air instalasi**
Kebutuhan air instalasi meliputi kebutuhan air domestik pekerja di instalasi, kebutuhan pengenceran bahan kimia, dan kebutuhan air untuk *backwash* dan pengurasan (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).

2.2.2. Fluktuasi Penggunaan Air

Fluktuasi penggunaan terdiri dari tiga macam yaitu kebutuhan rata-rata harian, kebutuhan maksimum harian, kebutuhan puncak jam-an. Kebutuhan rata-rata harian ($Q_{average}$) adalah rata-rata kebutuhan air harian selama setahun. Kebutuhan maksimum harian ($Q_{maximum}$) adalah jumlah maksimum air harian yang digunakan dalam setahun. Kebutuhan puncak jam-an (Q_{peak}) adalah jumlah air yang digunakan pada jam maksimum dalam satu hari. Penggunaan air bervariasi berdasarkan waktunya, baik musiman, harian, dan jam-an (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).

2.2.3. Standar Kebutuhan Air

Standar kebutuhan air yang digunakan mengikuti kriteria yang dikeluarkan oleh Departemen PU Ditjen Cipta Karya.

Tabel 2.1. Standar kebutuhan air bersih untuk setiap jenis fasilitas

No	Jenis Pelayanan	Kebutuhan Air	Satuan
1	Rumah tangga		
	a. Sambungan langsung b. Keran umum	100 - 200 40 - 60	L/orang/hr L/orang/hr
2	Fasilitas sosial		
	a. Pendidikan	10 - 20	L/orang/hr
	b. Peribadatan		
	• Masjid	2.000 - 3.000	L/unit/hr
	• Mushola	500 - 1.000	L/unit/hr
	• Gereja	500	L/unit/hr
	• Pura/kuil	500	L/unit/hr
c. Perkantoran	20 - 50	L/orang/hr	
d. Kesehatan			
• Rumah sakit	250 - 400	L/bed/hr	
• Puskesmas, poliklinik, posyandu	2.000 - 3.000	L/unit/hr	
3	Fasilitas komersil dan industry		
	a. Industri b. Komersil	3.000 - 4.000 2.000 - 3.000	L/unit/hr L/unit/hr

Sumber: Departemen P.U. Dirjen Cipta Karya, 1998

2.2.4. Metode Proyeksi Penduduk

Populasi adalah faktor yang relevan terhadap perkiraan penggunaan air pada masa yang akan datang (McGhee, 1991). Populasi dan laju pertumbuhan bergantung pada laju kelahiran dan kematian, laju migrasi dan imigrasi, urbanisasi dan komersialisasi, dan industrialisasi. Metode proyeksi yang dapat digunakan adalah metode aritmatik, geometrik, *mathematical*, dan *decreasing rate of increase*. Pemilihan metode mana yang akan digunakan bergantung pada pertumbuhan penduduk yang paling mirip dengan pertumbuhan penduduk awal. Berikut adalah uraian metode yang dapat digunakan

- Metode Aritmatik (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.64)

Asumsi:

- Populasi diasumsikan diproyeksikan dengan laju pertumbuhan yang konstan
- Laju pertumbuhan setiap dekade digunakan
- Untuk jangka pendek 1-5 tahun

Rumus:

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2) \quad (2.1)$$

$$K_a = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (2.2)$$

Dimana :

Y_t = jumlah populasi yang dicari

Y_1, Y_2 = populasi pada waktu T_1, T_2

K_a = laju pertumbuhan

- Metode Geometrik (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.64)

Asumsi:

- Populasi diasumsikan diproyeksikan dengan laju pertumbuhan yang berubah
- Rata-rata hasil menurut perbandingan setiap dekade digunakan
- Untuk jangka pendek 1-5 tahun

Rumus:

$$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_p (T - T_2) \quad (2.3)$$

$$K_p = \frac{(\ln Y_2 - \ln Y_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (2.4)$$

Dimana :

Y_t = jumlah populasi yang dicari

Y_1, Y_2 = populasi pada waktu T_1, T_2

K_p = laju pertumbuhan

- Metode *Mathematical*, LCF (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.65)

Asumsi:

- Proyeksi diasumsikan pertumbuhan populasi mengikuti hubungan log matematika
- Hubungannya biasanya S-gradien kurva

Rumus:

$$Y_t = \frac{Z}{1 + ae^{(b)(T-T_a)}} \quad (2.5)$$

$$a = \frac{Z - Y_0}{Y_0} \quad (2.6)$$

$$b = \left(\frac{1}{n} \right) \ln \left(\frac{Y_0(Z - Y_1)}{Y_1(Z - Y_0)} \right) \quad (2.7)$$

Dimana :

Y_t = jumlah populasi yang dicari

Y_0, Y_1, Y_2 = populasi pada waktu T_0, T_1, T_2

Z = jumlah jenuh populasi

K_a, K_p, K_d = laju pertumbuhan

a, b = konstanta

n = interval konstanta antara T_0, T_1, T_2

- Metode *Decreasing Rate of Increase* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.65)

Asumsi:

- Populasi diasumsikan untuk mencapai jumlah jenuh populasi

Rumus:

$$Y_t = Y_2 + (Z - Y_2)(1 - e^{(-k_d)(T-T_2)}) \quad (2.8)$$

$$Z = \frac{2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)}{Y_0Y_2 - Y_1^2} \quad (2.9)$$

$$K_d = -\frac{1}{T_2 - T_1} \ln\left(\frac{Z - Y_2}{Z - Y_1}\right) \quad (2.10)$$

Dimana :

Y_t	= jumlah populasi yang dicari
Y_0, Y_1, Y_2	= populasi pada waktu T_0, T_1, T_2
Z	= jumlah jenuh populasi
K_a, K_p, K_d	= laju pertumbuhan
a, b	= konstanta
n	= interval konstanta antara T_0, T_1, T_2

2.2.5. Metode Proyeksi Kebutuhan Air

Kebutuhan air minum didapat dengan mengalikan jumlah penduduk dan standar jumlah pemakaian air minum. Kebutuhan air yang dihitung digunakan untuk beberapa peruntukan antara lain kebutuhan air domestik, komersial, industrial, fasilitas umum, kehilangan air, dan kebutuhan umum. Untuk mendapatkan $Q_{maximum}$ dan Q_{peak} maka jumlah kebutuhan air rata-rata ($Q_{average}$) dikalikan dengan faktornya masing-masing.

$Q_{average}$ dihitung dengan cara menjumlahkan kebutuhan kota, kebutuhan umum, dan kehilangan air. Kebutuhan kota adalah jumlah kebutuhan air domestik, komersial, industrial, dan fasilitas umum. Kebutuhan umum didapat dengan mengalikan kebutuhan kota dan faktor kebutuhan umum sebesar (5–10)%. Kehilangan air didapat dengan mengalikan jumlah kebutuhan kota dan kebutuhan umum dengan faktor kehilangan air sebesar (8 – 24)% (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Kebutuhan air instalasi adalah 10 % dari total kebocoran, kebutuhan umum dan kebutuhan kota.

$$Q_{kk} = Q_{\text{domestic}} + Q_{\text{komersial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{fasilitas umum}} \quad (2.11)$$

$$Q_{ku} = Q_{kk} \times 7\% \quad (2.12)$$

$$Q_{ka} = (Q_{kk} + Q_{ku}) \times 5\% \quad (2.13)$$

$$Q_{in} = (Q_{kk} + Q_{ku} + Q_{ka}) \times 10\% \quad (2.14)$$

$$Q_{av} = Q_{kk} + Q_{ku} + Q_{ka} + Q_{in} \quad (2.15)$$

Dimana:

Q = debit

Q_{kk} = debit kebutuhan kota

Q_{ku} = debit kebutuhan umum

Q_{ka} = debit kehilangan air

Q_{av} = debit rata-rata harian

Q_{maximum} didapat dengan mengalikan Q_{average} dengan faktor Q_{maximum} terhadap Q_{average} , sedangkan Q_{peak} didapat dengan mengalikan Q_{average} dengan faktor Q_{peak} terhadap Q_{average} .

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{av}} \times \text{faktor } Q_{\text{max}} \quad (2.16)$$

$$Q_{\text{peak}} = Q_{\text{av}} \times \text{faktor } Q_{\text{peak}} \quad (2.17)$$

Tabel 2.2. Faktor fluktuasi kebutuhan air

Kondisi	Persentase terhadap hari rata – rata tahunan		
	Kisaran	Tipikal	Waktu
Hari rata – rata pada bulan maksimum	110 – 140	120	30
Hari rata – rata pada minggu maksimum	120 – 170	140	7
Hari maksimum pada setahun	160 – 220	180	1
Jam maksimum pada sehari	225 – 320	270	2/24

Sumber : Qasim, Motley, & Zhu, 2000.

2.3. Unit – Unit Pengolahan Air

2.3.1. Unit Operasi dan Proses

Unit operasi adalah unit pengolahan yang mengolah air secara fisika, sedangkan unit proses adalah unit pengolahan yang mengolah air secara kimia dan biologi (Reynolds, 1995). Proses pengolahan secara

fisika adalah proses pengolahan tanpa penambahan zat kimia, seperti filtrasi dan sedimentasi. Proses pengolahan secara kimiawi adalah proses pengolahan dengan melakukan penambahan bahan kimia sehingga terjadi reaksi kimia, seperti koagulasi, flokulasi, dan klorinasi. Proses pengolahan biologi memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, seperti *aeration*, *rotating biological contactor*, dan *trickling filter*.

2.3.2. Bangunan *Intake*

Bangunan penangkap air baku (*raw water intake*) digunakan untuk mengambil air dari sungai, danau, atau reservoir (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Kapasitas bangunan penangkap air baku berdasarkan prediksi ketersediaan air dan kebutuhan untuk jangka waktu tertentu. Pertimbangan pemilihan lokasi *intake* antara lain kualitas dan kedalaman air, kecepatan aliran, jarak terhadap instalasi pengolahan air bersih, kemudahan pencapaian, kemudahan tenaga listrik, serta dampak terhadap lingkungan sekitar. Ada beberapa tipe struktur *intake* yang bisa digunakan, pemilihan penggunaannya tergantung sumber, kualitas, dan kuantitas air baku. Tipe struktur *intake* tersebut antara lain:

- *Floating intakes*, metode ini dipakai untuk mengambil air baku di danau atau reservoir, biayanya relatif murah. Dapat digunakan untuk mengambil air yang fluktuasi elevasi muka airnya kecil
- *Submerged intakes*, digunakan untuk mengambil air dari sungai atau danau yang memiliki fluktuasi elevasi muka airnya kecil. Biayanya murah dan mudah dibuat
- *Tower intakes*, dapat digunakan pada sungai dan reservoir yang besar dengan fluktuasi elevasi muka air yang tinggi. Terdapat beberapa pintu yang memungkinkan untuk memilih air dengan kuantitas dan kualitas maksimal. Biaya pembuatannya mahal
- *Shore intake structure*, digunakan pada danau dan sungai yang mendekati level konstan, atau juga pada danau dan reservoir yang mendekati garis pantai. Biaya pembuatan mahal.

- *Pier intake*, digunakan pada danau dan sungai dimana kedalaman air pada garis pantai terlalu dalam bagi *shore-type structure*. Hanya bisa mengambil air pada elevasi yang tetap. Biaya pembuatan tidak terlalu mahal.

Kelengkapan bangunan penangkap air baku antara lain:

- Pipa *intake*, digunakan untuk mengalirkan air dari struktur *intake* menuju instalasi. Dapat menggunakan saluran terbuka dan saluran tertutup.
- Pintu Air, digunakan untuk mengontrol aliran yang masuk dari sumber air baku menuju sistem pengaliran air. Pintu air juga berguna untuk memilih air mana yang paling baik kualitasnya
- *Bar screen* dan *fine screen*, digunakan untuk menghilangkan benda mengapung yang besar dari air. *Screen* berguna untuk melindungi melindungi peralatan pompa sebelum air masuk ke stasiun pompa
- Aerasi, digunakan untuk menghilangkan gas dan zat *organic volatile* yang dapat menyebabkan rasa dan bau pada air baku. Proses ini dapat diletakkan di struktur *intake* ataupun di awal instalasi
- Pompa, berfungsi untuk memberikan energi air sehingga supaya elevasinya meningkat, hal ini menyebabkan air dapat mengalir dari elevasi rendah ke elevasi yang lebih tinggi
- Alat Ukur, terdiri dari elemen primer dan sekunder. Elemen primer memproduksi *head*, tekanan, dan parameter lain yang berhubungan dengan *flow rate*. Elemen sekunder mengukur parameter yang dihasilkan elemen primer dan mengindikasikan *flow rate*.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan *intake*:

- Kecepatan aliran pada saringan kasar (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.149)

$$\text{Rumus} \quad : \quad v = \frac{Q}{A} \quad (2.18)$$

Keterangan : v = kecepatan (m/s)

Q = debit aliran (m³/s)

A = luas bukaan (m²)

- *Head loss* pada saringan kasar (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.143)

$$\text{Rumus} \quad : \quad h_L = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0.7} \quad (2.19)$$

Keterangan :

- h_L = *head loss* (m)
- g = konstanta gravitasi (m/s²)
- v = kecepatan pada bukaan saringan (m/s)
- v_v = kecepatan pada hulu saringan (m/s), 0 m/s

- Kecepatan aliran pada saringan halus (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.150)

$$\text{Rumus} \quad : \quad v = \frac{Q}{A \times \text{eff}} \quad (2.20)$$

Keterangan :

- v = kecepatan aliran (m/s)
- Q = debit (m³/s)
- A = luas saringan (m²)
- Eff = efisiensi (0,5 – 0,6)

- *Head loss* pada saringan halus dan pintu *intake* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.143)

$$\text{Rumus} \quad : \quad h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 \quad (2.21)$$

Keterangan :

- h_L = *head loss* (m)
- g = konstanta gravitasi (m/s²)
- v = kecepatan (m/s)
- C_D = koefisien debit (0,75)

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.146)

$$\text{Rumus} \quad : \quad v = \frac{Q}{A} \quad (2.22)$$

Keterangan :
 v = kecepatan (m/s)
 Q = debit aliran (m³/s)
 A = luas bukaan (m²)

- Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.134)

Kecepatan aliran pada saringan kasar	< 0,08 m/s
Kecepatan aliran pada pintu <i>intake</i>	< 0,08 m/s
Kecepatan aliran pada saringan halus	< 0,2 m/s
<i>Coefficient discharge</i>	0,6–0,9
Lebar bukaan saringan kasar	5–8 cm
Lebar bukaan saringan halus	± 5 cm

2.3.3. Koagulasi

Koagulasi adalah penambahan dan pengadukan koagulan dengan cepat, dimana hasilnya adalah destabilisasi koloid dan padatan tersuspensi (Reynolds & Richards, 1995). Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam larutan. Percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimal penggunaan koagulan pada pengolahan air bersih adalah *jar test*.

Pengadukan cepat atau *rapid mix* adalah metode yang dilakukan untuk menyebarkan bahan kimia koagulan dalam air (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Unit pengadukan cepat dapat diklasifikasi berdasar metode agitasinya yaitu secara mekanis atau statis. Pengadukan cepat secara mekanis dapat dilakukan dengan *mixer* dimana *propeller* atau *impeller* menghasilkan turbulensi bak pengadukan. Pengadukan cepat secara statis dapat dilakukan dengan menggunakan *hydraulics jump*, *baffle*, dan aliran turbulen pada pipa atau saluran, atau pengecilan dan pembesaran pipa. Berikut ini adalah perbandingan keuntungan dan kerugian penggunaan pengaduk mekanis atau statis.

Tabel 2.3. Perbandingan pengaduk statis dan mekanis

Tipe pengaduk	Keuntungan	Kerugian
Pengaduk mekanis	<ul style="list-style-type: none"> • Agitasi tidak bergantung pada debit • Agitasi dapat diatur • Fleksibel dalam pengoperasian 	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan peralatan membutuhkan perawatan • Kemungkinan kerusakan peralatan lebih besar
Pengaduk statis	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan perawatan yang sedikit atau tidak sama sekali • Kemungkinan rusak lebih kecil 	<ul style="list-style-type: none"> • Agitasi bergantung pada debit • Membutuhkan head loss yang tinggi • Kurang fleksibel dalam pengoperasian

Sumber : Qasim, Motley, & Zhu, 2000

Koagulan yang sering digunakan adalah:

- *Aluminum sulfate*, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$, koagulan yang paling sering digunakan karena murah. Penggunaan *aluminum sulfate* membutuhkan alkalinitas air yang cukup sehingga saat direaksikan menghasilkan flok hidroksid.
- *Polyaluminum chloride* (PAC), $Al(OH)_x(Cl)_y$, dapat bekerja di tingkat pH yang lebih luas dan memproduksi lumpur lebih sedikit.
- *Ferric chloride* ($FeCl_3$) dan *Ferric sulfate* ($Fe_2(SO_4)_3$), bentuk flok yang dihasilkan biasanya tebal dan merupakan pembentukan flok yang cepat.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan koagulasi:

- T (waktu detensi) (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.252)

$$\text{Rumus} \quad : \quad T = \frac{V}{Q} \quad (2.23)$$

Keterangan : T = waktu detensi (s)
V = volume bak (m^3)
Q = debit aliran (m^3/s)

- G (gradien kecepatan) (Reynolds & Richards, p.181)

Rumus : pengaduk cepat mekanis, $G = \sqrt{\frac{P}{(V \cdot \mu)}} \quad (2.24)$

pengaduk cepat hidrolis, $G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot H}{(\mu \cdot T)}} \quad (2.25)$

Keterangan :

G	= gradien kecepatan (1/s)
P	= power input (N-m/s)
V	= volume bak (m^3)
γ	= berat jenis fluida (9.810 N/m^3)
H	= head loss (m)
μ	= viskositas absolute fluida ($0,0008746 \text{ N-s/m}^2$)
T	= waktu detensi (s)

- Nilai GT (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.252)

Rumus : $GT = G \times T \quad (2.26)$

Keterangan :

G	= gradien kecepatan (1/detik)
T	= waktu detensi (detik)

- Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.246)

$G = (700 - 1.000)/\text{detik}$

$GT = (30.000 - 60.000)$

$T = 10 \text{ s} - 5 \text{ menit}$

2.3.4. Flokulasi

Flokulasi adalah pengadukan dengan lambat untuk mengumpulkan partikel yang distabilisasi dan bentuk flok dari *rapid settling* (Reynolds, 1995). Derajat agitasi flokulator lebih rendah dibanding unit koagulasi. Waktu detensi pada bak flokulasi lebih lama dibanding pada bak koagulasi. Bentuk dari bak flokulasi biasanya dalam beberapa kompartemen berbentuk kotak yang disusun seri untuk memperpanjang waktu kontak.

Unit flokulasi dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu flokulator hidrolis dan flokulator mekanis. Flokulator hidrolis efektif digunakan pada

aliran yang relatif konstan, metode ini tidak cocok ditempatkan di instalasi menengah hingga besar karena sangat sensitif pada perubahan aliran. Pada flokulator hidrolis biasa digunakan *baffle* untuk menghasilkan turbulen. Pada flokulator mekanis, tipe pengaduk yang biasa digunakan adalah *horizontal shaft paddle wheel*.

Rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan flokulasi sama dengan yang digunakan pada perhitungan koagulasi. Kriteria desainnya adalah sebagai berikut:

- Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.256)

$$G = (15 - 60)/s$$

$$GT = (10.000 - 150.000)$$

$$T = (10 - 30) \text{ menit}$$

2.3.5. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan antara padatan dan cairan secara gravitasi yang bertujuan untuk menghilangkan partikel tersuspensi (Reynolds & Richards, 1995). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengendapan partikel dalam air adalah ukuran partikel, bentuk partikel, berat jenis atau kerapatan partikel, berat jenis cairan, viskositas cairan, konsentrasi partikel dalam suspensi, dan sifat-sifat partikel dalam suspensi.

Tipe pengendapan partikel dibagi menjadi empat yaitu:

- Pengendapan tipe 1

Pengendapan partikel dilakukan secara diskrit. Yang dimaksud dengan *discrete particle* adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran maupun berat selama partikel tersebut mengendap. Partikel mengendap sebagai individu terpisah dan tidak ada interaksi antar partikel.

- Pengendapan tipe 2

Pengendapan partikel dilakukan secara flokulen/gumpalan. Bersatunya beberapa partikel membentuk gumpalan akan memperbesar rapat masanya, sehingga akan mempercepat

pengendapannya, kecepatan mengendap secara flokulen lebih cepat dibandingkan mengendap secara diskrit.

- Pengendapan tipe 3

Pengendapan tipe 3 adalah pengendapan secara perintang (*hindered settling*). *Hindered settling* adalah pengendapan dari konsentrasi intermediate pada sebuah partikel dimana partikel tersebut sangat berdekatan.

- Pengendapan tipe 4

Pengendapan tipe 4 adalah pengendapan secara pemampatan (*compression settling*). *Compression settling* adalah pengendapan partikel yang mempunyai konsentrasi tinggi sehingga partikel bersentuhan satu sama lain dan pengendapan hanya bisa terjadi dengan pemampatan dari *compacting mass* (Reynolds & Richards, 1995).

Bak sedimentasi yang ideal dibagi menjadi 4 zona yaitu zona *inlet*, zona *outlet*, zona lumpur, dan zona pengendapan. Ada 3 bentuk dasar dari bak pengendapan yaitu *rectangular*, *circular*, dan *square*. Ada beberapa cara untuk meningkatkan performa dari proses sedimentasi, antara lain:

- Peralatan aliran laminar yang meningkatkan performa dengan membuat kondisi aliran mendekati kondisi ideal. Alat yang digunakan antara lain berupa *tube settler* ataupun *plate settler* yang dipasang pada outlet bak. Alat tersebut meningkatkan penghilangan padatan karena jarak pengendapan ke zona lumpur berkurang, sehingga *surface loading rate* berkurang dan padatan mengendap lebih cepat (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).
- Peralatan *solid-contact* yang didesain untuk meningkatkan efisiensi flokulasi dan kesempatan yang lebih besar untuk partikel berkontak dengan *sludge blanket* sehingga memungkinkan pembentukan flok yang lebih besar.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan sedimentasi:

- Rasio panjang-lebar bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.331)

$$\text{Rumus} \quad : \quad \text{rasio} = \frac{P}{l} \quad (2.27)$$

Keterangan : p = panjang bak
l = lebar bak

- *Surface loading rate* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.306)

$$\text{Rumus} \quad : \quad v_t = \frac{Q}{A} \quad (2.28)$$

Keterangan : v_t = *surface loading rate*
Q = debit bak
A = luas permukaan bak

- Kecepatan aliran di *tube settler* (Montgomery, 1985, p.531)

$$\text{Rumus} \quad : \quad v_o = \frac{Q}{A \times \sin \alpha} \quad (2.29)$$

Keterangan : v_o = kecepatan aliran pada *settler* (m/s)
Q = debit bak (m^3/s)
A = luas permukaan bak (m^2)
 α = kemiringan *settler* = 60°

- *Weir loading rate* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.334)

$$\text{Rumus} \quad : \quad w = \frac{Q}{L} \quad (2.30)$$

Keterangan : w = *weir loading rate* ($\text{m}^3/\text{m.hari}$)
Q = debit bak (m^3/hari)
L = panjang total weir (m)

- Bilangan Reynold dan bilangan Freud (Montgomery, 1985, p.528)

$$\text{Rumus} \quad : \quad R = \frac{A}{P} \quad (2.31)$$

$$\text{Re} = \frac{v_0 \times R}{\nu} \quad (2.32)$$

$$\text{Fr} = \frac{v_0^2}{g \times R} \quad (2.33)$$

Keterangan : R = jari – jari hidraulic (m)

A	= luas permukaan settler (m ²)
P	= keliling <i>settler</i> (m)
vo	= kecepatan aliran di settler (m/s)
v	= viskositas kinematik (m ² /s)
Re	= <i>Reynolds number</i>
Fr	= <i>Froude number</i>

- Waktu detensi bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.304)

Rumus : $T = \frac{V}{Q}$ (2.34)

Keterangan :

T	= waktu detensi (s)
V	= volume bak (m ³)
Q	= debit bak (m ³ /s)

- Waktu detensi settler (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.304)

Rumus : $T = \frac{V}{Q}$ (2.35)

Keterangan :

T	= waktu detensi (s)
V	= volume <i>settler</i> (m ³)
Q	= debit bak (m ³ /s)

- Kriteria desain (Montgomery, 1985, p.526)

Surface loading rate = (60 - 150) m³/m².day

Weir loading rate = (90 – 360) m³/m.day

Waktu detensi bak = 2 jam

Waktu detensi *settler* = 6 – 25 menit

Rasio panjang terhadap lebar = 3:1 – 5:1

Kecepatan pada *settler* = (0,05 – 0,13) m/menit

Reynold number < 2.000

Froude number > 10⁻⁵

2.3.6. Filtrasi

Filtrasi adalah proses pengolahan yang berguna untuk memisahkan materi padatan berupa *suspended solid* (zat padat tersuspensi) dengan melewati air melalui suatu media (Reynolds & Richards, 1995). Dalam

pengolahan air bersih, filtrasi berguna untuk menghilangkan partikel/padatan pada permukaan air, presipitasi kesadahan dari pelunakan kapur, dan presipitasi besi dan mangan yang ada pada air tanah dalam. Filter dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis berdasar laju filtrasinya yaitu:

- *Slow sand filter*

Dapat digunakan sebagai satu - satunya alat untuk proses penjernihan air termasuk penghilangan kekeruhan, bahan organik dan kuman. *Slow sand filter* biasa digunakan pada negara berkembang. Penggunaan filtrasi tipe ini biasanya tidak dilakukan pada instalasi yang menggunakan unit koagulasi. Namun hanya dibatasi oleh pada kualitas air baku tertentu antara lain kadar kekeruhan rendah, dan media pasir dengan diameter kecil atau kecepatan penyaringan yang rendah

- *Rapid sand filters dan high rate filters*

Tujuan dari saringan pasir cepat ini untuk memisahkan zat tersuspensi dan koloidal dalam air. Tipe filtrasi ini dapat digunakan di instalasi yang terdapat pengolahan koagulasi, flokulasi, dan disinfeksi. (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Saringan pasir cepat digunakan untuk instalasi yang sebelumnya melakukan pengolahan pada unit koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi (Fair, Geyer, & Okun, 1968)

Tipe filter berdasarkan media yang digunakan:

- Filter satu media (*single media filter*)

Biasanya menggunakan material tunggal seperti pasir atau antrasit. Pada filter satu media biasanya terjadi fenomena stratifikasi atau gradasi terbalik, dimana setelah *backwash*, material yang berukuran lebih besar akan mengendap terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan kedalaman filter untuk menghilangkan padatan menjadi lebih sedikit.

- Filter dua media (*dual media filter*)

Menggunakan pasir bersama-sama dengan antrasit. Karena antrasit lebih ringan daripada pasir, maka antrasit diletakkan diatas pasir. Pada filter dua media tidak terjadi fenomena gradasi terbalik.

- Filter Banyak media (*multimedia filter*)

Menggunakan media pasir, antrasit dan garnet, dengan urutan media dari bawah ke atas adalah garnet, pasir, dan antrasit. Kualitas dan biaya dari filter banyak media lebih tinggi dari filter dua media.

Filter dibersihkan dengan proses *backwash*, yaitu melewati air dari bawah media filter dengan kecepatan yang dapat mengekspansi media dan menghilangkan padatan yang terakumulasi. Filter harus dibersihkan jika *head loss* pada filter melebihi desain dan kekeruhan *effluent* meningkat. Pada saat *backwash* jarak antara partikel menjadi lebih besar sehingga porositas meningkat. Kecepatan vertical air diperkirakan sama dengan kecepatan pengendapan media, pada kondisi tersebut memungkinkan untuk melewati partikel flok yang mempunyai kecepatan vertical lebih rendah sehingga dapat dihilangkan dari media.

Sistem *underdrain* pada filter mempunyai dua fungsi yaitu untuk mengumpulkan air yang terfilter dan mengirimkannya ke reservoir dan untuk mendistribusikan air untuk *backwash*. Tipe sistem *underdrain* terdiri dari dua sistem yaitu sistem *pipe grid* dan sistem *filter floor* (Fair, Geyer, & Okun, 1968). Pada sistem *pipe grid*, lubang pada pipa diarahkan ke atas sehingga kecepatan air untuk *backwash* terdispersi pada bagian bawah filter kemudian melingkupi kerikil dan media (Reynolds & Richards, 1995).

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan sedimentasi:

- Jumlah filter (Kawamura, 1991)

$$\text{Rumus} \quad : \quad \text{Jumlah filter} = 12\sqrt{Q} \quad (2.36)$$

$$\text{Keterangan} \quad : \quad Q = \text{debit instalasi (m}^3/\text{s)}$$

- Laju filtrasi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.390)

$$\text{Rumus} \quad : \quad v = \frac{Q}{A} \quad (2.37)$$

$$\text{Keterangan} \quad : \quad v = \text{laju filtrasi (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s)}$$

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{luas permukaan (m}^2)$$

- *Head loss* pada media filtrasi (Fair, Geyer, & Okun, 1968, p.27-16)

$$\text{Rumus} \quad : \quad \frac{h}{l} = \frac{k}{g} v \nu \frac{(1-f)^2}{f^3} \left(\frac{6}{\psi} \right)^2 \sum_{i=1}^n \frac{p_i}{d_i^2} \quad (2.38)$$

Keterangan :

- h = kehilangan tekanan (m)
- l = tebal media (m)
- k = koefisien Darcy , 5 m
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- ν = viskositas kinematik, 8,8 x 10⁻⁷ m²/detik
- v = kecepatan (m/s)
- f = porositas
- ψ = sphericity, 0,8
- pi = proporsi butiran
- di = diameter butiran

- *Head loss* pada media penyangga (Fair, Geyer, & Okun, 1968, p.27-18)

$$\text{Rumus} \quad : \quad \frac{h}{l} = \frac{k}{g} v \nu \frac{(1-f)^2}{f^3} \left(\frac{6}{\psi} \sum_{i=1}^n \frac{p_i}{d_i} \right)^2 \quad (2.39)$$

Keterangan :

- h = kehilangan tekanan (m)
- l = tebal media (m)
- k = koefisien Darcy , 5 m
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- ν = viskositas kinematik, 8,8 x 10⁻⁷ m²/detik
- v = kecepatan (m/s)
- f = porositas, 0,4
- ψ = *sphericity* kerikil, 0,9
- pi = proporsi kerikil
- di = diameter kerikil

- Porositas media tereksansi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.407)

$$\text{Rumus} \quad : \quad e_{eb} = \left(\frac{U_B}{v_s} \right)^{0.22} \quad (2.40)$$

Keterangan : e_{eb} = porositas media tereksansi
 U_b = laju *backwash* (m/min)
 V_s = kecepatan pengendapan media (m/menit)

- Tebal media tereksansi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.408)

$$\text{Rumus} \quad : \quad L_{fb} = \left(\frac{(1-e)L}{1-e_{eb}} \right) \quad (2.41)$$

Keterangan : e_{eb} = porositas media tereksansi
 e = porositas media
 L_{fb} = tebal media tereksansi(m)
 L = tebal media (m)

- Kriteria desain (Fair, Geyer, & Okun, 1968, p.27-4)

Laju filtrasi = (100–125–300) m/hari

Tebal media antrasit = (0,3–0,6) m

Tebal media pasir = (0,2–0,4) m

Ekspansi media = (20–50)%

Head loss = (0,3–2,74) m

Rasio luas *orifice*: luas media = $[(1,5-5) \times 10^{-3}] : 1$

Rasio luas lateral : luas *orifice* = (2-4) : 1

Rasio luas *manifold* : luas lateral = (1,5-3) : 1

Diameter *orifice* = (0,25–0,75) in

Jarak antar *orifice* = (3–12) in

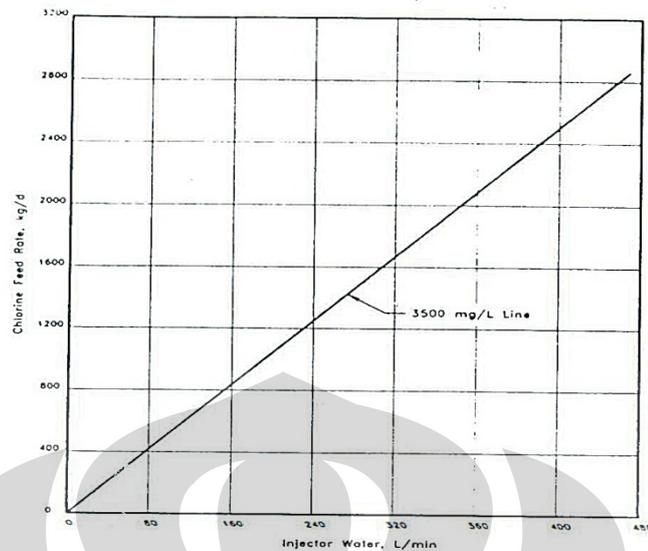
2.3.7. Disinfeksi

Disinfeksi air bersih dilakukan untuk menonaktifkan dan menghilangkan bakteri pathogen untuk memenuhi baku mutu air minum. Disinfeksi sering menggunakan khlor sehingga disinfeksi dikenal juga dengan khlorinasi. Keefektifan disinfektan dalam membunuh dan

menonaktifkan mikroorganisme berdasar pada tipe disinfektan yang digunakan, tipe mikroorganisme yang dihilangkan, waktu kontak air dengan disinfektan, temperatur air, dan karakter kimia air (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).

Nilai CT adalah nilai konsentrasi sisa disinfektan, C (mg/L), yang ditentukan pada akhir proses yaitu pada waktu kontak disinfektan, T (menit). Waktu kontak disinfektan T_{10} ditentukan berdasarkan waktu dimana konsentrasi penyusutan disinfektan dalam air sebesar 10 % terdeteksi pada setiap jam puncak harian. T_{10}/T berfungsi untuk mengestimasi perbandingan panjang dan lebar *clear well*, tingkat penyekatan, dan efek *inlet baffling* dan bentuk *outlet*. T_{10}/T juga berguna untuk menentukan derajat *baffling* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).

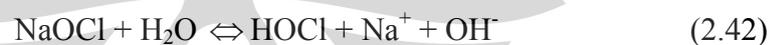
Khlorin biasanya disuplai dalam bentuk cairan. Ukuran dari wadah khlorin biasanya bergantung pada kuantitas khlorin yang digunakan, teknologi yang dipakai, ketersediaan tempat, dan biaya transportasi dan penanganan. Salah satu khlorin yang umum digunakan adalah sodium hipoklorit. Sodium hipoklorit hanya bisa berada dalam fase liquid, biasanya mengandung konsentrasi klorin sebesar 12,5–17 % saat dibuat (Tchobanoglous, 2003). Sodium hipoklorit bersifat tidak stabil, mudah terbakar, dan korosif. Sehingga perlu perhatian ekstra dalam pengangkutan, penyimpanan, dan penggunaannya. Selain itu larutan sodium hipoklorit dapat dengan mudah terdekomposisi karena cahaya ataupun panas, sehingga harus disimpan di tempat yang dingin dan gelap, dan juga tidak disimpan terlalu lama. Metode yang dapat digunakan untuk mencampur khlorin dengan air adalah metode mekanis, dengan penggunaan *baffle*, atau *hydraulic jump* pada saluran.



Gambar 2.1. Injektor khlorin

Sumber : Qasim, Motley, & Zhu, 2000

Oksidasi dari *natural organic material* (NOM) seperti substansi *humic* akan menghasilkan aldehida, keton, alkohol, dan asam karbosilik jika ditambahkan ozon, klorin, klorin dioksida, atau potasium permanganat. Halogenasi dari material organik ini akan menghasilkan *trihalomethanes* (THMs) dan organik atau *organic halide* lain yang terhalogenasi (TOX) (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Berikut ini adalah reaksi pembentukan THMs dengan pemberian sodium hipoklorit pada unit disinfeksi:



Rumus – rumus yang digunakan dalam perhitungan khlorinasi:

- Waktu detensi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.528)

$$\text{Rumus} \quad : \quad T = \frac{V}{Q} \quad (2.44)$$

$$\frac{T_{10}}{T} = 0,1$$

Keterangan : T = waktu detensi (s)
 T_{10} = waktu detensi 10% (s)

V = volume (m^3)

Q = debit (m^3/s)

- Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000, p.491)

Waktu detensi = 10 – 120 menit

Dosis khlor = 0,2 – 4 mg/L

Sisa khlor = 0,5 – 1 mg/L

2.3.8. Reservoir

Reservoir adalah tanki penyimpanan air yang berlokasi pada instalasi (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Air yang sudah diolah disimpan pada tanki ini untuk kemudian ditransfer ke sistem distribusi. Desain dari reservoir meliputi pemilihan dari ukuran dan bentuknya, pertimbangan lain meliputi proteksi terhadap air yang disimpan, proteksi struktur reservoir, dan proteksi pekerja pemeliharaan reservoir.

Reservoir terdiri dari dua jenis yaitu *ground storage reservoir* dan *elevated storage reservoir*. *Ground storage reservoir* biasa digunakan untuk menampung air dengan kapasitas besar dan membutuhkan pompa dalam pengoperasiannya, sedangkan *elevated storage reservoir* menampung air dengan kapasitas relative lebih kecil dibandingkan *ground storage reservoir* dan dalam pengoperasian distribusinya dilakukan dengan gravitasi. Kapasitas reservoir untuk kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan pemakaian dalam 24 jam (*mass diagram*). Selain untuk kebutuhan air bersih, kapasitas reservoir juga meliputi kebutuhan air untuk operasi instalasi dan kebutuhan air pekerja instalasi.

2.3.9. Pengolahan lumpur

Instalasi pengolahan air bersih menghasilkan residu dari berbagai macam proses pengolahan, residu tersebut terdiri dari padatan organik dan anorganik penyebab kekeruhan, alga, bakteri, virus, pasir, lempung, endapan bahan kimia yang dihasilkan selama pengolahan (Qasim, Motley, & Zhu, 2000). Sumber lumpur antara lain:

- Proses koagulasi, yang berasal dari lumpur koagulan alum atau besi. Kuantitasnya tergantung banyaknya suspended solid di air, tipe dan dosis koagulan, dan efisiensi bak sedimentasi. Kualitas lumpurnya memiliki konsentrasi nilai BOD dan COD yang tinggi dan stabil
- Proses filtrasi, yang dihasilkan dari air hasil *backwash*. Kuantitasnya bergantung pada efisiensi filter dan *pretreatment*. Kualitas lumpurnya memiliki konsentrasi nilai BOD dan COD yang tinggi, biasanya padatan susah dipisahkan dari air. Karakteristik padatan pada filter ini mirip dengan padatan pada bak sedimentasi. (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

Proses manajemen lumpur terdiri dari *thickening*, *conditioning*, *dewatering*, *recovery*, dan *disposal*. Berikut adalah penjelasannya:

- *Thickening* berfungsi untuk mengurangi kadar air dan mengurangi ukuran unit *dewatering*
- *Conditioning* berfungsi untuk membantu proses di *Gravity thickener* dan *mechanical dewatering* dengan meningkatkan property fisik dan struktur dari lumpur
- *Dewatering* berfungsi untuk menghilangkan kandungan air sehingga lumpur dapat diangkut ke tempat pembuangan akhir.
- *Recovery* berfungsi untuk mengolah dan menggunakan kembali bahan kimia seperti besi, aluminum, kalsium, dan magnesium.
- Beberapa alternatif tempat yang dapat digunakan untuk membuang limbah akhir lumpur adalah pada tanah, saluran limbah, air permukaan, dan sumur dalam.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Menurut Sugiono (2004), penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu yang didasarkan secara rasional sehingga terjangkau oleh penalaran manusia, empiris dapat diamati dan diketahui cara-cara yang digunakan dan sistematis, menggunakan langkah-langkah yang bersifat logis (Senjaya, 2008). Jenis penelitian berdasarkan pendekatan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang tidak dapat dicapai dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara-cara lain dari kuantifikasi (pengukuran). Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan rancangan penelitian berdasarkan prosedur statistik atau dengan cara lain dari kuantifikasi untuk mengukur variable penelitian (Musthofa, 2008).

Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi dan pengembangan. Evaluasi adalah proses pengukuran dan perbandingan dari hasil-hasil pekerjaan yang nyatanya dicapai dengan hasil-hasil yang seharusnya dicapai (Riyadi, 2005). Evaluasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan dan memberikan solusi permasalahan pada Instalasi Pondok Ungu. Menurut Sugiono (2004), pengembangan adalah memperdalam dan memperluas pengetahuan yang telah ada (Senjaya, 2008). Pengembangan dilakukan untuk mengembangkan Instalasi Pondok Ungu hingga debit maksimal yang tersedia yaitu 600 L/detik. Waktu penelitian dilakukan antara bulan Januari–Maret 2010 dan bertempat di Instalasi Pondok Ungu. Pemilihan waktu didasarkan untuk mendapat data paling terbaru untuk pengerjaan skripsi. Pemilihan tempat dilakukan di Instalasi Pondok Ungu yang terletak pada Perumahan Harapan Indah, Kota Bekasi.

3.2 Kerangka Berpikir

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan air minum yang semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Peningkatan

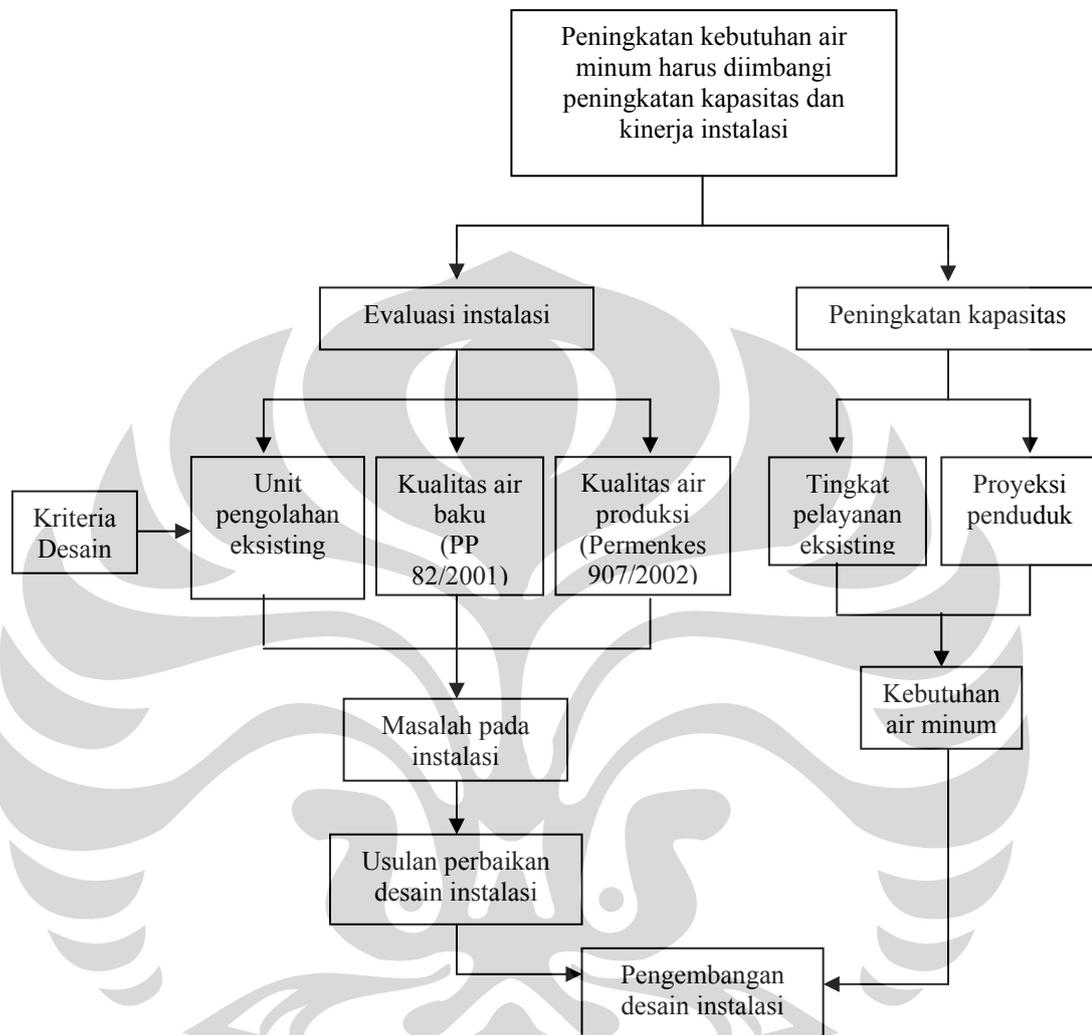
kebutuhan air minum harus diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi dan kinerja instalasi, oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan evaluasi dan pengembangan pada Instalasi Pondok Ungu untuk mengetahui masalah yang ada di instalasi kemudian memberikan solusi permasalahan tersebut dan melakukan pengembangan instalasi.

Evaluasi dilakukan pada kualitas air baku, kualitas air produksi, dan unit-unit pengolahan, baik unit operasi maupun unit proses. Yang menjadi acuan pada evaluasi kualitas air baku adalah PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, sedangkan dalam mengevaluasi kualitas air produksi akan mengacu pada Permenkes Nomor 907 Tahun 2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Evaluasi unit-unit pengolahan akan mengacu pada kriteria desain. Evaluasi ini ditujukan untuk mengetahui masalah yang ada di instalasi, setelah masalah diketahui maka akan dibuat usulan perbaikan desain instalasi yang mengacu pada kriteria desain.

Dalam melakukan pengembangan instalasi diperlukan peningkatan kapasitas instalasi. Untuk melakukan peningkatan kapasitas instalasi perlu diketahui tingkat pelayanan saat ini dan proyeksi penduduk daerah pelayanan, karena peningkatan kapasitas dilakukan berdasarkan peningkatan persentase pelayanan dan pertumbuhan penduduk. Peningkatan persentase pelayanan air minum dilakukan supaya semakin banyak jumlah penduduk pada daerah pelayanan yang terlayani air minum. Proyeksi penduduk dilakukan untuk memperkirakan jumlah penduduk pada masa mendatang yang dilayani kebutuhan air minumnya. Berdasarkan data tingkat pelayanan dan proyeksi penduduk, dapat diperkirakan kebutuhan air minum untuk pengembangan instalasi yang didapat dari mengalikan jumlah penduduk dan fasilitas yang akan dilayani dengan kebutuhan airnya.

Pengembangan pada instalasi dilakukan setelah kebutuhan air minum untuk pengembangan dan usulan perbaikan instalasi diketahui. Pengembangan instalasi mempertimbangkan usulan perbaikan instalasi supaya kinerja instalasi yang dikembangkan bisa maksimal dan memenuhi

kriteria desain. Karena keterbatasan air baku yang dapat digunakan oleh instalasi, maka pengembangan instalasi akan terbatas pada debit 600 L/detik.



Gambar 3.2. Kerangka Konsep

Sumber : Hasil olahan

3.3 Data Penunjang Penelitian

Data penunjang penelitian yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama, sedangkan data sekunder merupakan data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan oleh pihak lain (Pratiwi, 2009). Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengukuran dan wawancara.

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui dimensi unit operasi dan unit proses yang tidak tersedia datanya, pengukuran juga dilakukan untuk membandingkan kondisi unit di lapangan dengan gambar teknisnya. Wawancara dilakukan dengan pegawai PDAM pusat dan pegawai Instalasi Pondok Ungu untuk mengetahui kondisi dan permasalahan pada instalasi eksisting menurut sudut pandang pegawai yang mengurus instalasi.

Data sekunder yang berasal dari PDAM adalah data yang berhubungan dengan instalasi seperti kualitas dan kuantitas air bersih dan air produksi, jumlah penduduk terlayani, dan data dimensi unit operasi dan proses. Data sekunder yang berasal dari Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan internet meliputi data jumlah penduduk beserta fasilitasnya serta data-data lain yang diperlukan seperti kondisi geologi, hidrologi, topografi, dan lain-lain.

3.4 Metode Pengolahan Data

- Kebutuhan air minum:
 - *Input*
 - Gambaran Umum Kota Bekasi
 - Gambaran umum Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan Kecamatan Tarumajaya
 - Jumlah penduduk Kota Bekasi dan Kabupaten Bekasi pada 5 tahun terakhir
 - Jumlah penduduk dan fasilitas daerah pelayanan pada tahun 2009
 - Data pelanggan Instalasi Pondok Ungu
 - Standar kebutuhan air
 - *Proses*

Proses pertama dalam membuat proyeksi kebutuhan air minum adalah membuat metode proyeksi penduduk Kota Bekasi dan Kabupaten Bekasi dengan data jumlah penduduk 5 tahun terakhir. Metode proyeksi dibuat dengan menggunakan metode aritmatik, geometrik, *mathematical*,

dan *decreasing rate of increase*. Pemilihan metode mana yang akan digunakan bergantung pada *trend* pertumbuhan penduduk yang paling mirip dengan pertumbuhan penduduk 5 tahun terakhir dan nilai R^2 dari masing-masing metode proyeksi.

Setelah diketahui metode proyeksi penduduk yang paling mirip dengan pertumbuhan penduduk 5 tahun terakhir, maka dilakukan proyeksi penduduk daerah pelayanan dan fasilitas hingga tahun 2032. Proyeksi penduduk dilakukan dengan rentang waktu 20 tahun dari tahun awal pengembangan (2012) hingga tahun 2032. Gambaran umum Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi, dan gambaran umum daerah pelayanan menjadi pertimbangan untuk mengetahui perkembangan daerah pelayanan akan ke arah mana.

Peningkatan persentase daerah pelayanan dilakukan supaya semakin banyak penduduk yang terlayani air bersih. Persentase pelayanan akan terus meningkat setiap tahunnya. Dengan adanya persentase pelayanan maka akan diketahui jumlah penduduk yang terlayani dan belum terlayani pada saat pengembangan. Kebutuhan air minum pengembangan dapat diketahui dengan mengalikan standar kebutuhan air dengan jumlah penduduk dan fasilitas yang terlayani saat pengembangan.

Setelah kebutuhan air minum hingga tahun 2032 dihitung, maka dapat diketahui debit 600 L/detik dapat digunakan penduduk pada daerah pelayanan hingga tahun berapa. Pengembangan terbatas pada debit 600 L/detik sehingga pengembangan akan berhenti jika kebutuhan air minum telah mencapai 600 L/detik walaupun tahun pelayanannya belum mencapai tahun 2032.

- *Output*

Output yang dihasilkan adalah kebutuhan air minum hingga 2032, kebutuhan air minum tersebut meliputi kebutuhan air minum penduduk dan fasilitas. Debit yang dihasilkan merupakan Q average, Q max, dan Q peak. Setelah kebutuhan air minum hingga tahun 2032 diketahui, maka dapat diperkirakan tahun pengembangan instalasi terbatas untuk pengembangan sampai tahun ke-berapa.

- Evaluasi kinerja unit instalasi:

- *Input*

- Diagram alir pengolahan
- Gambar detail unit
- Dimensi unit
- Kriteria desain unit
- Kualitas air produksi
- Standar kualitas air minum
- Kualitas air baku
- Standar kualitas air baku

- *Proses*

Proses yang dilakukan saat mengevaluasi kinerja unit instalasi adalah membandingkan kondisi eksisting instalasi dengan standard dan peraturan yang berlaku dan criteria desain tiap unit. Diagram alir pengolahan pada instalasi berguna untuk mengetahui unit apa saja yang digunakan di instalasi. Kualitas air produksi akan dibandingkan dengan standar kualitas air minum, sedangkan kualitas air baku dibandingkan dengan standar kualitas air baku.

Pada evaluasi, akan ditinjau apakah unit – unit pada instalasi pengolahan eksisting sudah sesuai dengan kriteria desain yang ada. Untuk membandingkan maka diperlukan perhitungan ulang mengenai desain instalasi eksisting, perhitungan tersebut meliputi dimensi dan kapasitas unit.

Data yang diperlukan untuk menghitung desain instalasi adalah gambar detail unit dan dimensi unit. Jika terjadi kesalahan yang mengakibatkan instalasi tidak sesuai dengan standard dan peraturan yang berlaku dan criteria desain tiap unit, maka akan dibuat rancangan perbaikan untuk instalasi.

○ *Output*

Output yang dihasilkan adalah evaluasi instalasi eksisting yang meliputi dimensi unit, kualitas air baku dan kualitas air produksi, selain itu akan dihasilkan rancangan perbaikan untuk instalasi jika ternyata instalasi tidak memenuhi kriteria

• Pengembangan unit instalasi:

○ *Input*

- Kebutuhan air minum pengembangan
- Kriteria desain unit
- Evaluasi kinerja unit eksisting
- Data luas instalasi

○ *Proses*

Proses yang dilakukan untuk mengembangkan unit instalasi adalah mendesain unit instalasi hingga mencapai debit 600 L/detik berdasarkan proyeksi kebutuhan air. Desain pengembangan instalasi akan dilakukan dengan 2 tahap yaitu tahap pertama untuk desain kebutuhan air hingga debit 450 L/detik, sedangkan tahap kedua untuk desain kebutuhan air hingga debit 600 L/detik. Untuk mendapat hasil yang maksimal, desain pengembangan harus disesuaikan dengan kriteria desain unit. Sebelum melakukan desain pengembangan perlu diketahui juga evaluasi kinerja unit eksisting, hal ini berguna untuk mengoptimalkan kinerja unit pengembangan karena dari evaluasi dapat diketahui kekurangan dan kesalahan pada unit eksisting, sehingga

kekerangan dan kesalahan tersebut dapat dihindari pada pengembangan instalasi.

o *Output*

Output yang dihasilkan adalah desain pengembangan instalasi dalam 2 tahap, dimana tahap pertama untuk pengembangan instalasi hingga debit 450 L/detik dan tahap kedua untuk pengembangan instalasi hingga tahun 600 L/detik.

3.5 Metode Analisa Data

Dari hasil pengolahan data maka analisa dapat dilakukan sebagai berikut:

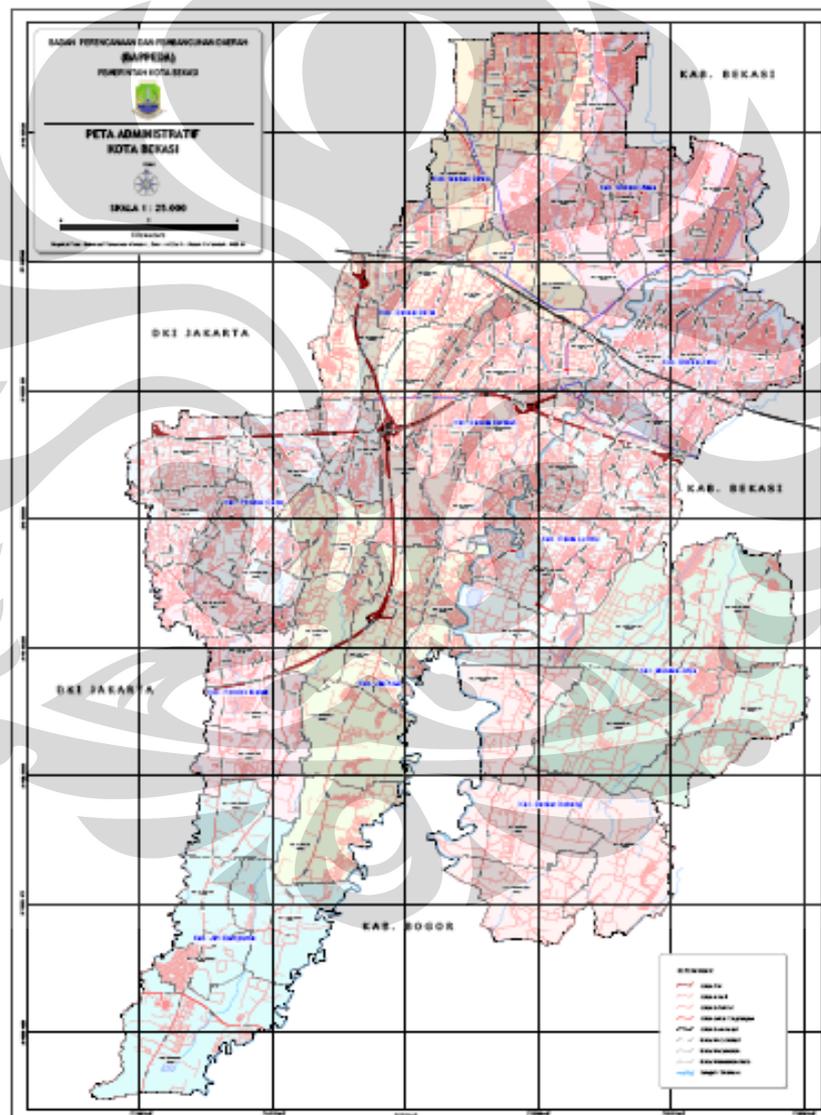
- *Output* proyeksi kebutuhan air minum adalah data kebutuhan air minum dalam bentuk *Q average*, *Q max*, dan *Q peak* hingga tahun 2032. Data ini dapat digunakan untuk memperkirakan sampai tahun berapa pengembangan instalasi dapat dilaksanakan. Setelah tahun pengembangan diketahui, jumlah penduduk dan fasilitas yang terlayani pada pengembangan instalasi juga dapat diketahui.
- *Output* evaluasi instalasi eksisting adalah masalah yang terdapat di instalasi dan usulan rancangan perbaikannya. Setelah proses evaluasi ini maka dapat diketahui apakah unit – unit instalasi masih bisa dikembangkan dan bagaimana bentuk pengembangan instalasi.
- *Output* proyeksi kebutuhan air minum dan evaluasi instalasi eksisting menjadi input dalam pengembangan desain instalasi. *Output* dari pengembangan desain instalasi adalah desain pengembangan instalasi untuk debit 450 L/detik dan 600 L/detik.

BAB 4

GAMBARAN UMUM OBJEK STUDI

3.1 Kota Bekasi

Kota Bekasi, terletak di bagian utara Propinsi Jawa Barat, posisinya berada pada 106° 48' 78"-107° 27' 29" Bujur Timur dan 6° 10'-6° 30' Lintang Selatan. Kota Bekasi terbagi menjadi 12 kecamatan yang terdiri dari 56 kelurahan. Kota Bekasi memiliki luas wilayah sekitar 210,49 km².



Gambar 4.1. Peta Kota Bekasi

Sumber : BAPPEDA Kota Bekasi, 2009

Keadaan iklim di Kota Bekasi cenderung kering dengan tingkat kelembaban yang rendah. Kondisi lingkungan sehari-hari sangat panas, temperatur harian berkisar antara 24 – 33⁰ C. Kota Bekasi termasuk dataran rendah dengan ketinggian antara 0 – 25 m diatas permukaan laut. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari dan Maret. Sedangkan jumlah curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli. Morfologi Kota Bekasi relatif datar, kemiringan terjadi ke arah utara dengan kemiringan antara 0 – 2 %. Penggunaan lahan di Kota Bekasi terdiri atas lahan terbangun dan lahan tidak terbangun. Lahan terbangun terdiri dari permukiman, industri, perdagangan dan jasa, fasilitas sosial, dan jaringan prasarana seperti jalan. Lahan tidak terbangun terdiri dari sawah, kebun, tegalan, hutan, perkebunan, dan tanah kosong. Persentase lahan tidak terbangun semakin berkurang dari tahun ke tahun.

Sistem sungai yang melalui wilayah Kota Bekasi termasuk dalam sistem aliran banjir CBL (Cikarang-Bekasi-Laut *Floodway*). Sistem CBL tersebut terdiri dari aliran banjir Sungai Bekasi, Sungai Cisadang, Sungai Cikarang, dan Sungai Cilemahabang. Ada tujuh sungai yang melalui wilayah antara lain Sungai Sunter, Sungai Buaran, Sungai Cakung (anak sungainya), Sungai Cileungsi, Sungai Bekasi, Sungai Sasak Jarang dan Sungai Cibitung.

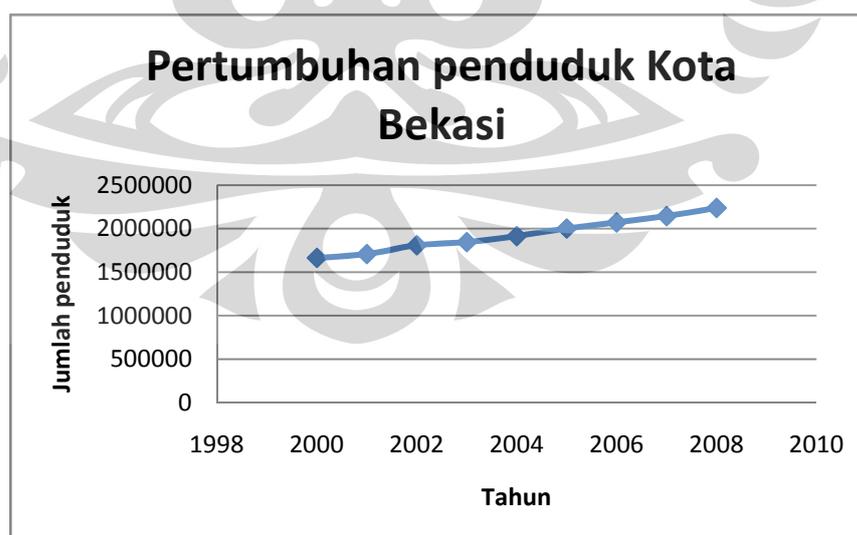
Kali Teluk Buyung yang bersumber dari Sungai Bekasi adalah sumber air baku bagi Instalasi Pondok Ungu. Sungai Bekasi memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 367,39 km², dengan panjang sungai utama sebesar 130,25 km. Sungai Bekasi bersumber dari pegunungan dengan ketinggian ±1.500 m, yang terletak di wilayah Kabupaten Bogor. Sungai Bekasi memiliki karakteristik bagian hulu kemiringan curam, bagian tengah bermeander, bagian hilir sampai CBL sangat landai. Sungai Bekasi mengalir membelah Kota Bekasi, dengan panjang sungai ±27km (diukur dari pertemuan antara anak Sungai Bekasi yaitu Sungai Cileungsi dan Sungai Cikeas sampai dengan pertemuan Banjir Kanal Cikarang-Bekasi-Laut (CBL).

Pertumbuhan penduduk Kota Bekasi masih cukup tinggi dan penyebaran penduduk masih tidak seimbang. Penduduk Kota Bekasi terdiri dari penduduk asli dan migran yang datang untuk bekerja di Kota Bekasi dan DKI Jakarta.

Tabel 4.1. Jumlah penduduk Kota Bekasi

Tahun	Jenis Kelamin		Total (jiwa)
	Laki – Laki (jiwa)	Perempuan (jiwa)	
2000	828.717	835.085	1.663.802
2001	857.731	850.606	1.708.337
2002	932.885	876.421	1.809.306
2003	930.143	914.862	1.845.005
2004	957.718	956.598	1.914.316
2005	997.622	1.004.277	2.001.899
2006	1.041.960	1.029.484	2.071.444
2007	1.076.163	1.067.641	2.143.804
2008	1.104.721	1.133.996	2.238.717

Sumber: BAPPEDA Kota Bekasi, 2009



Gambar 4.2. Grafik pertumbuhan penduduk Kota Bekasi

Sumber : Telah diolah kembali

Kebijakan pemanfaatan ruang Kota Bekasi harus mengacu dan selaras dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) Jawa Barat 2001 – 2010. Kota Bekasi akan diarahkan sebagai:

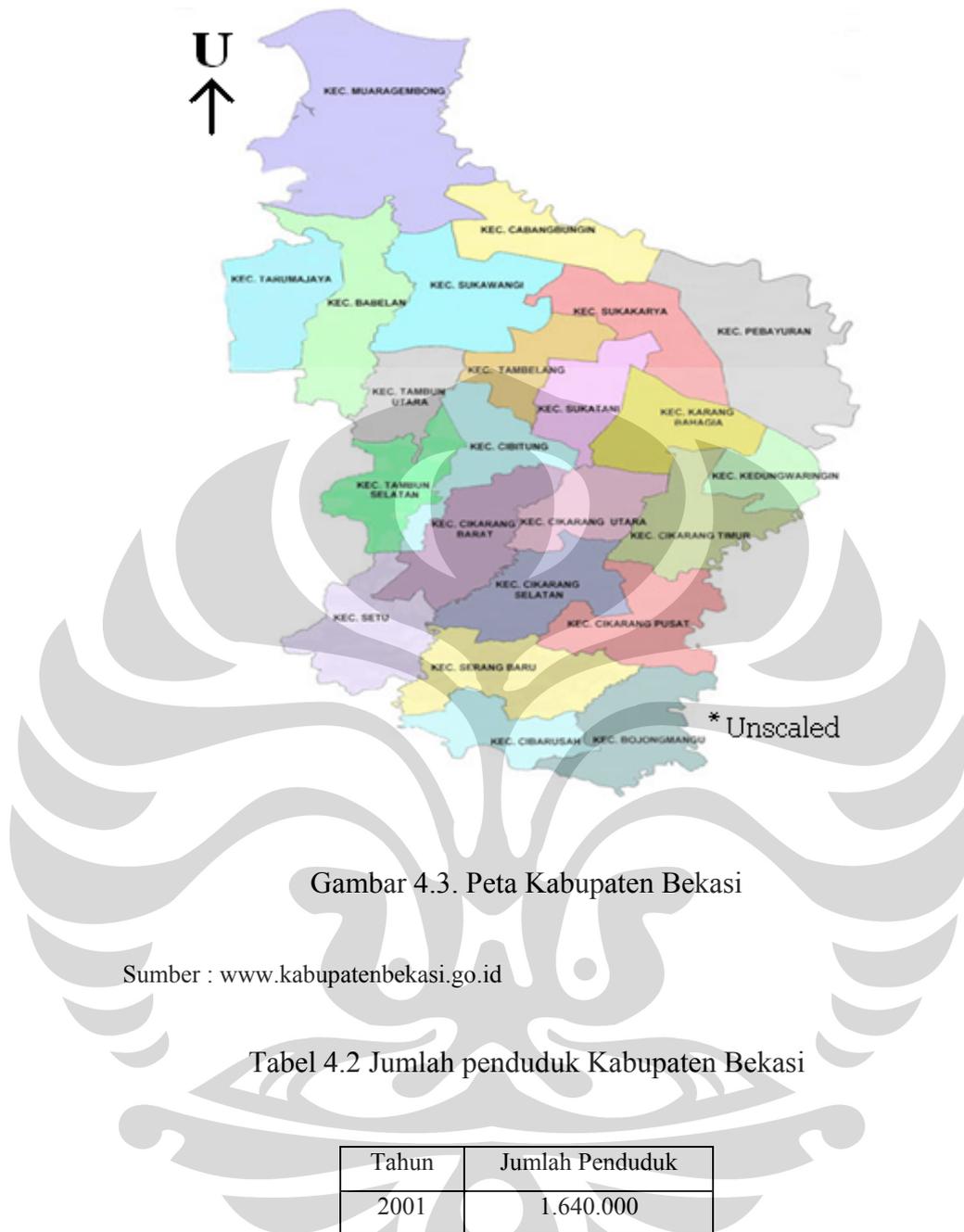
- Kota Pengimbang dalam sistem pusat permukiman menurut hierarkinya ke DKI Jakarta.
- Kota Bekasi diarahkan untuk pengembangan jasa, perdagangan, industri, dan permukiman, karena mempunyai prospektif ekonomi yang tinggi jika dikembangkan secara optimal.
- Kota Bekasi merupakan bagian dari pengembangan kawasan terbangun/perkotaan dengan pola koridor timur barat sepanjang koridor jaringan transportasi yang telah terbentuk
- Kota Bekasi sebagai bagian dari kawasan budidaya permukiman perkotaan.

3.2 Kabupaten Bekasi

Kabupaten Bekasi termasuk salah satu Kabupaten di Propinsi Jawa Barat yang berada di bagian utara Jawa Barat, terletak $106^{\circ} 48' 28''$ BT $107^{\circ} 27' 29''$ dan $6^{\circ} 10' 6''$ LS. Luas Kabupaten Bekasi adalah 127.388 Ha, terbagi menjadi 23 kecamatan dan 187 desa. Batas-batas wilayah Kabupaten Bekasi adalah :

- Barat : Kota Bekasi dan DKI Jakarta
- Timur : Kabupaten Karawang
- Utara : Laut Jawa
- Selatan : Kabupaten Bogor

Jumlah penduduk Kabupaten Bekasi pada tahun 2004 adalah 1.950.209 jiwa, sedangkan pada tahun 2005 adalah 2.027.902 jiwa atau mengalami pertumbuhan sebesar 3,98 % dari tahun 2004. Pada tahun 2004 ras penduduk berdasarkan kelamin adalah 1,04 banding 1,00, dimana jumlah penduduk laki-laki sebanyak 996.155 jiwa dan perempuan 954.054 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk hasil perhitungan sensus tahun 2000 adalah 4,23 % yang terdiri dari migrasi 2,33 % dan alamiah 1,90 %.



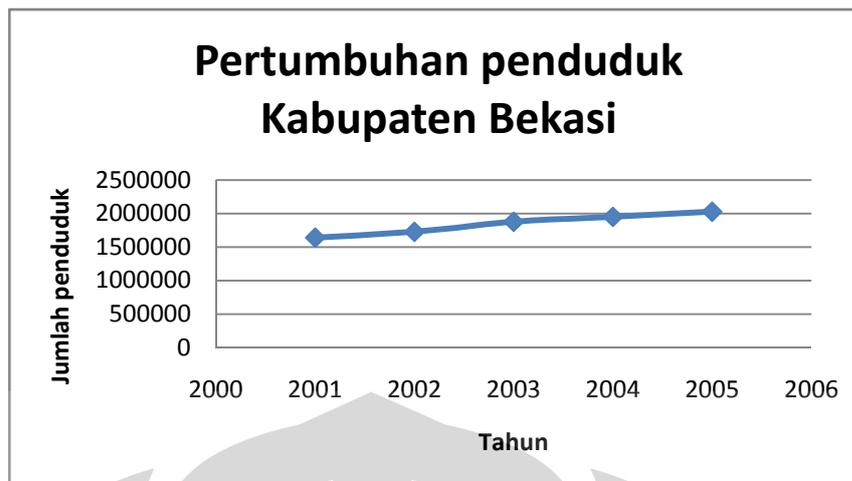
Gambar 4.3. Peta Kabupaten Bekasi

Sumber : www.kabupatenbekasi.go.id

Tabel 4.2 Jumlah penduduk Kabupaten Bekasi

Tahun	Jumlah Penduduk
2001	1.640.000
2002	1.726.975
2003	1.877.414
2004	1.950.209
2005	2.027.902

Sumber : BPS Kabupaten Bekasi



Gambar 4.4. Grafik pertumbuhan penduduk Kabupaten Bekasi

Sumber : Telah diolah kembali

Suhu udara di Kabupaten Bekasi berkisar antara 28 - 32⁰C dengan curah hujan tertinggi pada bulan Febuari dan hari hujan terbanyak pada bulan Januari. Topografinya terbagi atas dua bagian, yaitu dataran rendah yang meliputi sebagian wilayah bagian utara dan dataran bergelombang di wilayah bagian selatan. Ketinggian lokasi antara 6 - 115 meter dan kemiringan 0 - 25 %.

Kabupaten Bekasi dibagi dalam empat wilayah pengembangan, yaitu :

- Wilayah Pengembangan (WP) I merupakan kawasan pengembangan khusus Pantura, diatur secara khusus dalam Peraturan Daerah Kabupaten Bekasi Nomor 5 Tahun 2003. karakter WP I adalah kota baru dengan sebutan Kota Baru Pantai Makmur seluas 25.028 Ha yang meliputi Kecamatan : Babelan, Tarumajaya dan Muaragembong yang peruntukannya meliputi pengembangan permukiman, perdagangan dan jasa, pelabuhan (pergudangan/ terminal peti kemas), industri dan pariwisata.
- Wilayah Pengembangan (WP) II adalah wilayah bagian timur Kabupaten Bekasi yang mempunyai karakter untuk memproduksi hasil-hasil pertanian seluas 47.020 Ha, meliputi Kecamatan :

Cabangbungin, Tambelang, Pebayuran, Sukatani, Karangbahagia dan Kedungwaringin.

- Wilayah Pengembangan (WP) III adalah wilayah bagian tengah koridor timur barat Kabupaten Bekasi yang mempunyai karakter perkotaan dengan dominasi permukiman, perdagangan dan jasa, industri dan pemerintahan seluas 36.625 Ha, meliputi Kecamatan : Tambun Selatan, Cibitung, Cikarang Barat, Cikarang Timur, Cikarang Utara, Cikarang Pusat dan Kedungwaringin.
- Wilayah Pengembangan (WP) IV adalah wilayah bagian selatan Kabupaten Bekasi yang mempunyai karakter untuk konservasi dan permukiman, pengembangan pertanian holtikultura serta pariwisata seluas 17.014 Ha, meliputi Kecamatan : Stu, Serang Baru, Cibarusah dan Bojongmangu.

3.3 Daerah Pelayanan Instalasi Pondok Ungu

3.3.1 Kelurahan Pejuang

Kelurahan Pejuang terletak di Kecamatan Medan Satria dan mempunyai luas wilayah sebesar 438,3 Ha. Jumlah Rukun Tetangga pada kelurahan ini sebanyak 264 RT, sedangkan jumlah Rukun Warga sebanyak 33 RW. Adapun batas – batas pada Kelurahan Pejuang adalah sebagai berikut:

Utara : Desa Setia Asih Kec. Taruma Jaya Kab. Bekasi

Selatan: Kelurahan Harapan Jaya Kec. Bekasi Utara.

Barat : Kelurahan Medan Satria Kec. Medan Satria

Timur : Kelurahan Kaliabang Tengah Kec. Bekasi Utara

Jumlah penduduk Kelurahan Pejuang pada tahun 2009 sebanyak 59.473 jiwa, dimana sebanyak 28.001 jiwa berjenis kelamin laki – laki dan 31.472 jiwa berjenis kelamin perempuan. Berikut ini adalah data peruntukan tanah dan fasilitas pada Kelurahan Pejuang pada tahun 2009:

Tabel 4.3. Peruntukan tanah Kelurahan Pejuang pada tahun 2009

Penggunaan	Luas (Ha)
Pemukiman/Perumahan	333,5
Jalur Hijau/Tanam	9,7
Jalan	14,4
Danau	-
Industri	40,7
Pertokoan/Perdagangan/Mall	8,3
Pasar	1,5
Pertanian	6,1
Perkebunan	-
Hutan Lindung	-
Sawah	20,5
Tempat Pemakaman Umum	3
Lapangan Olah Raga	6,21
Taman Hiburan	-
Taman Bermain	-

Sumber : Data Umum Kelurahan Pejuang, 2009

Tabel 4.4. Fasilitas Kelurahan Pejuang pada tahun 2009

Fasilitas	Jumlah		Jumlah
Agama / Sarana Peribadatan		Arena Bilyard	4
Jumlah Masjid	23	Sanggar senam	5
Jumlah Musholla	30	Industri	
Jumlah Gereja	18	Besar	8
Kesehatan		Sedang	15
RSU Pemerintah	1	Kecil	3
RS Bersalin Pemerintah/Swasta	2	Rumah Tangga	5
Puskesmas	1	Sarana Pariwisata	
Apotek	11	Restoran	23
Klinik 24 Jam	17	Kafe	6
Pendidikan		Diskotek	1
TK	17	Perdagangan	
Sekolah Dasar	17	Pasar Swalayan / Supermarket	4
Sekolah Menengah Pertama (SMP)	7	Pasar Tradisional	5
Sekolah Menengah Umum (SMU)	6	Toko	147
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)	-	Warung	209
Jenis Pendidikan Khusus		Jasa	
TPA	10	Bank	5
Madrasah Ibtidaiyah	5	Travel Biro	1
Madrasah Tsanawiyah	4	Notaris	2
Madrasah Aliyah	-	Pengerah Tenaga Kerja	2
Majelis Taklim	53	Biro Jasa	6
Sarana Olah Raga :		Perbengkelan	90
Lapangan Sepak Bola	3	Barbershop	5
Lapangan Basket	9	Salon Kecantikan	10
Lapangan Bola Volley	6	Perkoperasian	
Lapangan Bulu Tangkis	8	Koperasi Karyawan	2
Lapangan Tennis	2	Koperasi Pasar	2
Lapangan Tennis Meja	5	Waserba	8
Kolam Renang	2		

Sumber : Data Umum Kelurahan Pejuang, 2009

3.3.2 Kelurahan Kaliabang Tengah

Kelurahan Kaliabang Tengah terletak di Kecamatan Bekasi Utara dan mempunyai luas wilayah sebesar 397,8 Ha. Jumlah Rukun Tetangga pada kelurahan ini sebanyak 273 RT, sedangkan jumlah Rukun Warga sebanyak 30 RW. Adapun batas – batas pada Kelurahan Kaliabang Tengah adalah sebagai berikut:

Utara : Desa Setia Asih

Selatan: Kelurahan Perwira

Barat : Kelurahan Pejuang

Timur : Desa Bahagia

Jumlah penduduk Kelurahan Kaliabang Tengah pada tahun 2009 sebanyak 62.302 jiwa, dimana sebanyak 31.694 jiwa berjenis kelamin laki – laki dan 30.608 jiwa berjenis kelamin perempuan. Berikut ini adalah data peruntukan tanah dan fasilitas pada Kelurahan Kaliabang Tengah pada tahun 2009:

Tabel 4.5. Peruntukan tanah Kelurahan Kaliabang Tengah pada tahun 2009

Penggunaan	Luas (Ha)
Pemukiman/Perumahan	326,5
Jalur Hijau/Tanam	-
Jalan	7,6
Danau	-
Industri	10
Pertokoan/Perdagangan/Mall	4
Pasar	1,5
Pertanian	12,5
Perkebunan	-
Hutan Lindung	-
Sawah	6,2
Tempat Pemakaman Umum	-
Lapangan Olah Raga	-
Taman Hiburan	-
Taman Bermain	-

Sumber : Data Umum Kelurahan Kaliabang Tengah, 2009

Tabel 4.6. Fasilitas Kelurahan Kaliabang Tengah pada tahun 2009

Fasilitas	Jumlah	Fasilitas	Jumlah
Agama / Sarana Peribadatan		Arena Bilyard	-
Jumlah Masjid	33	Sanggar Senam / Fitness	3
Jumlah Musholla	47	Industri	
Kesehatan		Besar	1
RSU Pemerintah	-	Sedang	2
RS Bersalin Pemerintah/Swasta	2	Kecil	-
Puskesmas	1	Rumah Tangga	10
Apotek	11	Sarana Pariwisata	
Klinik 24 Jam	4	Restoran	-
Pendidikan		Kafe	-
TK	35	Diskotek	-
Sekolah Dasar	12	Perdagangan	
Sekolah Menengah Pertama (SMP)	7	Pasar Swalayan / Supermarket	8
Sekolah Menengah Umum (SMU)	4	Pasar Tradisional	4
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)	1	Toko	76
Jenis Pendidikan Khusus		Warung	91
TPA	34	Jasa	
Madrasah Ibtidaiyah	18	Bank	-
Madrasah Tsanawiyah	4	Travel Biro	1
Madrasah Aliyah	3	Notaris	1
Majelis Taklim	74	Pengerah Tenaga Kerja	1
Sarana Olah Raga :		Biro Jasa	3
Lapangan Sepak Bola	1	Perbengkelan	12
Lapangan Basket	7	Barbershop	5
Lapangan Bola Volley	10	Salon Kecantikan	7
Lapangan Bulu Tangkis	70	Perkoperasian	
Lapangan Tennis	1	Koperasi Karyawan	-
Lapangan Tennis Meja	-	Koperasi Pasar	1
Kolam Renang	1	Waserba	-

Sumber : Data Umum Kelurahan Kaliabang Tengah tahun 2009

3.3.3 Kecamatan Tarumajaya

Kecamatan Tarumajaya adalah salah satu Kecamatan di Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Luas wilayahnya sebesar 5.463 Ha. Jumlah penduduk Kecamatan Tarumajaya pada tahun 2009 adalah 107.000 jiwa. Batas – batas wilayahnya adalah sebagai berikut:

Selatan: Kecamatan Medan Satria, Kota Bekasi

Barat : Kecamatan Cilincing Jakarta

Timur : Kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi

Utara : Laut Jawa

Kacamatan Tarumajaya terdiri dari beberapa desa antara lain Desa Pahlawan Setia, Desa Pantaimakmur, Desa Pusakarakyat, Desa Samudrajaya, Desa Segarajaya, Desa Segaramakmur, Desa Setia Asih, Desa Setiamulya.

Tabel 4.7. Fasilitas Kecamatan Tarumajaya pada tahun 2009

Fasilitas	Jumlah
Agama / Sarana Peribadatan	
Masjid	7
Mushola	10
Gereja	-
Kesehatan	
RSU Pemerintah	-
RSU Bersalin	-
Puskesmas	1
Pendidikan	
TK	18
SD	-
SMP	9
SMA	2
Perdagangan	
Pasar Tradisional	2

Sumber : www.kabupatenbekasi.go.id



Gambar 4.5. Daerah pelayanan Instalasi Pondok Ungu

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : 1 = Kelurahan Pejuang (Cab. Pondok Ungu)
 2 = Kecamatan Tarumajaya (Unit Tarumajaya)
 3 = Kelurahan Kaliabang Tengah (Unit Pondok Ungu Permai)

3.4 Instalasi Pondok Ungu

Instalasi Pondok Ungu terletak di Kecamatan Medansatria, tepatnya di Perumahan Harapan Indah. Hingga tahun 2009, Instalasi Pondok Ungu melayani dua kelurahan dan satu kecamatan yaitu Kelurahan Pejuang, Kelurahan Kaliabang Tengah, dan Kecamatan Tarumajaya. Instalasi Pondok Ungu ini adalah salah satu instalasi dari sebelas instalasi milik PDAM Bekasi.

Air baku yang digunakan adalah air permukaan yang berasal dari Kali Bekasi dengan tambahan suplai Saluran Induk Tarum Barat yang bertemu di Bendung Bekasi. Intervensi Saluran Induk Tarum Barat sangat

besar dalam penambahan debit yang dialirkan untuk kebutuhan air di Bekasi. Kapasitas air baku yang digunakan pada instalasi ini sebesar 300 liter/detik. Berdasarkan wawancara dengan pegawai PDAM, maksimal air baku yang dapat digunakan instalasi mencapai 600 L/detik, yang merupakan ketentuan dari Perum Jasa Tirta II selaku penyedia dan penyalur air baku bagi PDAM.

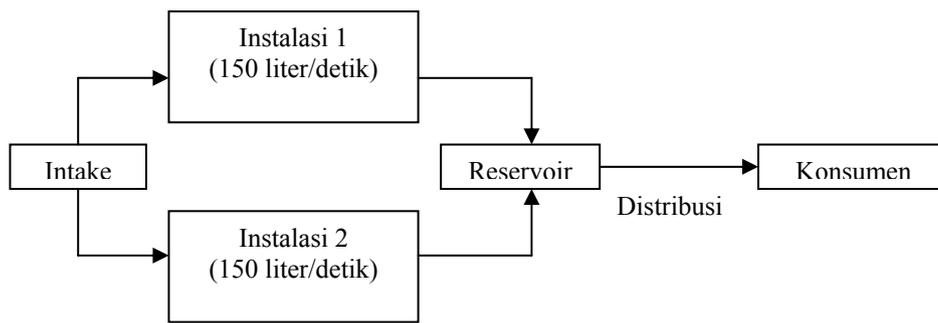
Hingga Bulan November 2009 jumlah penduduk yang terlayani sebanyak 71.125 jiwa. Selain digunakan untuk cabang Pondok Ungu, hasil olahan air juga digunakan untuk unit Taruma Jaya dan Unit Pondok Ungu Permai. Rincian total air yang didistribusikan pada bulan November 2009:

Tabel 4.8. Rincian distribusi air pada bulan November 2009

Rincian	Jumlah air (m ³)
Jumlah produksi air bersih	712.914
Jumlah total air yang didistribusikan	712.314
• Supply untuk Cabang Pondok Ungu	439.629
– Jumlah air terjual ke konsumen	308.775
– Jumlah kehilangan air	130.874
• Supply ke Unit Taruma Jaya	173.185
• Supply ke Unit Pondok Ungu Permai	99.500

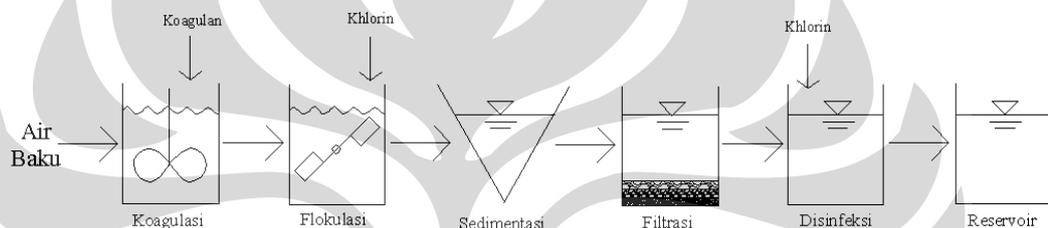
Sumber : Laporan bulanan Cabang Pondok Ungu, 2009

Pengolahan air pada IPA Pondok Ungu terdiri dari dua paket instalasi berjenis IPA Kedasih yang masing – masingnya berkapasitas 150 liter/detik. IPA Kedasih adalah singkatan dari (keluaran direktorat air bersih). Ciri khas dari IPA Kedasih adalah flokulasi hexakoidal yang menerapkan modus *complete mixed* dengan bentuk tangki segi enam (hexagonal). Hasil pengolahan dari kedua instalasi tersebut kemudian bergabung pada satu reservoir berkapasitas 2000 m³ untuk kemudian didistribusikan. Berikut ini diagram alir air sistem penyediaan air minum pada instalasi Pondok Ungu:



Gambar 4.6. Sistem penyediaan air minum eksisting

Sumber : Hasil olahan



Gambar 4.7. Diagram alir instalasi pengolahan air bersih eksisting

Sumber : Hasil olahan

Instalasi terdiri dari beberapa unit pengolahan antara lain:

1. *Intake*

Pintu *intake* pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 1 unit, sedangkan saringannya terdiri dari 5 saringan kasar. Berikut ini adalah dimensi unit *intake*:

- Kedalaman saluran : 3 m
- Jumlah unit : 5
- Saringan A
 - Lebar saluran : 3,5 m
 - Lebar bukaan : 5,5 cm
 - Lebar jeruji : 1,5 cm
 - Jumlah bukaan : 50
 - Jumlah jeruji : 49

- Saringan B
 - Lebar saluran : 3,5 m
 - Lebar bukaan : 3,5 cm
 - Lebar jeruji : 1,5 cm
 - Jumlah bukaan : 70
 - Jumlah jeruji : 69
- Saringan C, D, E
 - Lebar saluran : 1,5 m
 - Lebar bukaan : 3,5 cm
 - Lebar jeruji : 1,5 cm
 - Jumlah bukaan : 30
 - Jumlah jeruji : 29
- Pompa
 - Jumlah unit : 6
 - Debit pompa 1,2,3,4: 150 L/s
 - Debit pompa 5 : 50 L/s
 - Debit pompa 6 : 125 L/s
- Lebar bukaan pintu *intake* : 1,5 m



Gambar 4.8. Unit *intake*

Sumber : Hasil dokumentasi

2. Koagulasi

Unit koagulasi pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 2 unit, dimana 1 unit di tiap instalasi. Pengadukan cepat pada bak koagulasi

bertipe pengadukan cepat secara statis yang menggunakan *hydraulics jump*. Koagulan yang dibubuhkan pada proses koagulasi adalah *Poly Aluminum Chloride* (PAC). Berikut ini adalah kriteria unit koagulasi:

- Jumlah unit : 2
- Debit tiap unit : 0,15 m³/s
- Panjang bak : 1,8 m
- Lebar bak : 1 m
- Tinggi bak : 2,35 m
- Kedalaman terjunan : 1,45 m
- Ketinggian air : 0,2 m



Gambar 4.9. Unit koagulasi

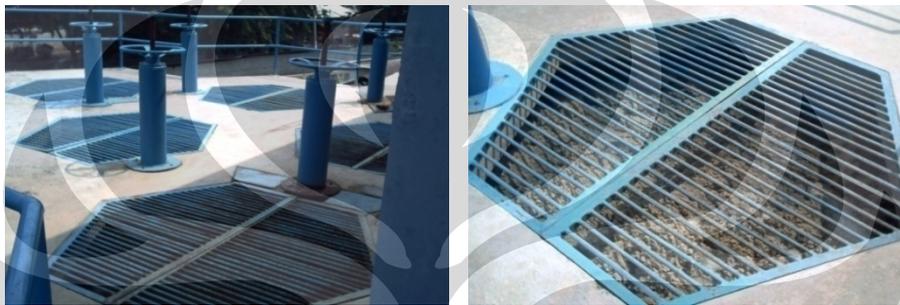
Sumber : Hasil dokumentasi

3. Flokulasi

Unit flokulasi pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 2 unit, dimana 1 unit di tiap instalasi. Tiap unit flokulasi terdiri dari 6 kompartemen. Pengadukan lambat yang dilakukan pada unit ini menggunakan flokulator hidrolis berupa *baffle* untuk menghasilkan turbulen. Jenis *baffle* yang digunakan adalah *over and under baffle*. Berikut ini adalah kriteria unit flokulasi hexakoidal:

- Jumlah unit : 2
- Debit tiap unit : 0,15 m³/s
- Jumlah kompartemen tiap unit : 6
- Panjang tiap sisi kompartemen : 1,2 m

- Tinggi kompartemen : 6,15 m
- Tinggi air kompartemen 1 : 5,85 m
- Tinggi air kompartemen 2 : 5,784 m
- Tinggi air kompartemen 3 : 5,736 m
- Tinggi air kompartemen 4 : 5,703 m
- Tinggi air kompartemen 5 : 5,68 m
- Tinggi air kompartemen 6 : 5,67 m



Gambar 4.10. Unit flokulasi

Sumber : Hasil dokumentasi

4. Sedimentasi

Unit sedimentasi pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 4 unit, dimana 2 unit di tiap paket instalasi. Pengendapan yang terjadi adalah pengendapan tipe 2 dimana pengendapan partikel dilakukan secara flokulen/gumpalan. Berikut ini adalah kriteria unit flokulasi:

- Jumlah unit : 4
- Debit tiap unit : 0,075 m³/s
- Panjang bak : 15,6 m
- Lebar bak : 4,8 m
- Tinggi bak : 6,1 m
- Tinggi pelat (60⁰) : 1,2 m
- Tinggi air : 5,7 m
- Kemiringan pelat : 60⁰



Gambar 4.11. Unit sedimentasi

Sumber : Hasil dokumentasi

5. Filtrasi

Unit filtrasi pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 10 unit, dimana 5 unit di tiap instalasi. Tipe media yang digunakan *dual media filter* yang terdiri dari media pasir dan antrasit. Berikut ini adalah kriteria unit flokulasi:

- Jumlah unit : 10
- Debit tiap unit : $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$
- Panjang bak : 6 m
- Lebar bak : 2,1 m
- Tinggi bak : 6,1 m
- Tinggi air : 5,7 m
- Media penyangga:
 - Kerikil
 - Porositas = 0,9
 - Tebal = 0,1 m ; 0,1 m ; 0,1 m ; 0,4 m
 - Diameter = 1,5–5 mm ; 5–12 mm ; 12–25 mm ; 25–30 mm
- Media filtrasi :
 - Pasir
 - Tebal = 0,25 m
 - Diameter = $0,8 \times 10^{-3} \text{ m}$
 - Porositas = 0.4

- Uniformity coefficient =1.6
- Antrasit
 - Tebal = 0,45 m
 - Diameter = $1,6 \times 10^{-3}$ m
 - Porositas = 0.48
 - Uniformity coefficient =1.6
- Elevasi air :
 - Normal : 12,85 m
 - Maksimal : 14,35 m



Gambar 4.12. Unit filtrasi

Sumber : Hasil dokumentasi

6. Disinfeksi

Unit disinfeksi pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 2 unit, dimana 1 unit di tiap instalasi. Berikut ini adalah kriteria unit disinfeksi pada instalasi hexacoloidal:

- Jumlah unit : 2
- Debit tiap unit : $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$
- Panjang bak : 2 m
- Lebar bak : 2 m
- Tinggi air : 4 m
- Ketinggian terjunan : 0,7 m
- Dosis prekhlorinasi : 12 mg/L

- Dosis postklorinasi : 12,2 mg/L
- Jenis disinfektan : *sodium hypoklorit* (NaOCl)



Gambar 4.13. Unit disinfeksi

Sumber : Hasil dokumentasi

7. Reservoir

Unit reservoir pada IPA Pondok Ungu terdiri dari 1 unit dengan kapasitas 2.000 m³ untuk menampung air dari kedua instalasi. Reservoir yang digunakan pada instalasi ini berjenis *ground storage reservoir*. Berikut ini adalah kriteria unit reservoir:

- Jumlah unit : 1
- Kapasitas : 2.000 m³
- Panjang bak : 23,2 m
- Lebar bak : 15,6 m
- Tinggi bak : 5,6 m

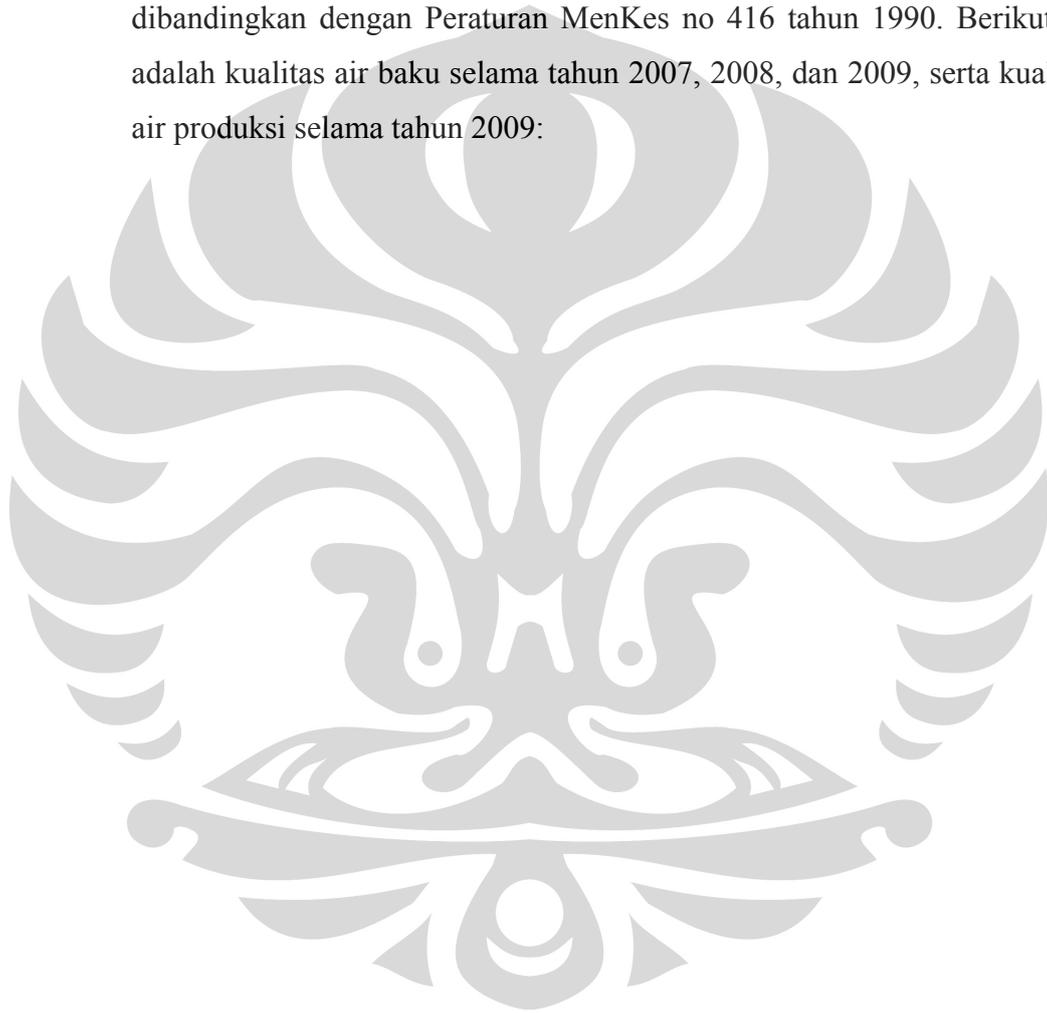


Gambar 4.14. Unit Reservoir

Sumber : Hasil dokumentasi

3.5 Kualitas Air

Pengecekan kualitas air Instalasi Pondok Ungu terdiri dari kualitas air baku, kualitas air produksi dan kualitas air pelanggan. Pengecekan kualitas air ini dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Bekasi yang dilakukan sebanyak satu kali dalam sebulan. Pada Dinas Kesehatan Kota Bekasi, kualitas air baku hasil pengecekan dibandingkan dengan PP RI Nomor 82 Tahun 2001, sedangkan pengecekan kualitas air produksi dibandingkan dengan Peraturan MenKes no 416 tahun 1990. Berikut ini adalah kualitas air baku selama tahun 2007, 2008, dan 2009, serta kualitas air produksi selama tahun 2009:



Tabel 4.9. Kualitas air baku tahun 2007

No	Parameter Analisis	Satuan	Kualitas air baku tahun 2007											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
A	Analisa Fisika													
1	Temperatur	0C	25	26	25	24	25	26	26	26	26	26	26	-
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	207	249	263	270	300	281	392	354	268	323	380	-
B	Analisa Kimia													
1	pH	-	7,68	6,73	7,58	7,84	6,63	8,62	7,5	7,12	7,44	7,14	7,94	-
2	BOD5	mg/l	5	8	4	5	7	7	6	5	6	5	4	-
3	COD	mg/l	13	18	14	13	13	13	12	15	14	13	15	-
4	Arsen (As)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
5	Besi (Fe)	mg/l	0,1	0,22	0,1	0,12	0,03	0,07	0,03	0,04	0,22	0,02	0,05	-
6	Klorida (Cl-)	mg/l	64,77	16,64	15,18	18,23	184,57	15,88	23,35	32,99	21,48	21,48	27,24	-
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8	Nitrat (NO3)	mg/l	1,1	1,9	3,2	2,5	4,2	0,9	6,7	7,02	2,3	4,9	7,9	-
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,01	0,07	0,08	0,07	0	0,06	0,02	0,03	0,04	0	1	-
10	Sianida (SN-)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
11	Sulfat (SO4)	mg/l	11,5	12,9	10,6	9,45	10,2	39,31	10,3	7,16	26,5	20,44	12,2	-
12	Timbal (Pb)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
13	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-
C	Analisa Biologi													
1	Coliform	MPN/100 ml	>2.400	>2.400	110	>2.400	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Dinas Kesehatan Kota Bekasi , 2009

Tabel 4.10. Kualitas air baku tahun 2008

No	Parameter Analisis	Satuan	Kualitas air baku tahun 2008											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
A	Analisa Fisika													
1	Temperatur	0C	25	25	25	25	24	25	24	27	26	27	25	25
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	376	241	235	199	339	363	423	340	377	355	107	130
B	Analisa Kimia													
1	pH	-	7,77	7,38	7,33	7,4	7,52	7,64	7,47	7,43	7,01	7,1	7,84	8,28
2	BOD5	mg/l	6	5	7	6	7	6	7	8	7	8	7	5
3	COD	mg/l	17	14	17	17	11	17	11	13	11	14	18	12
4	Arsen (As)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Besi (Fe)	mg/l	0,06	0,1	0,55	0,34	0,03	0,02	0,03	0,02	0,05	0,15	0,53	0,04
6	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	28,14	19,46	13,12	8,66	23,09	23,09	29,61	24,83	33,43	24,03	15,02	18,02
7	Kromium (Cr ⁶)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Nitrat (NO ₃)	mg/l	5,62	4,7	7,1	6,1	4,6	6,3	4,9	4,8	1,6	1,2	11,6	5,5
9	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07	0,02	0,1	0	0,06	1,23
10	Sianida (SN ⁻)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Sulfat (SO ₄)	mg/l	6,4	13,8	5,8	9,05	11,28	4,81	7,4	9,6	24	7,4	16,21	5,7
12	Timbal (Pb)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Mangan (Mn)	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C	Analisa Biologi													
1	Coliform	MPN/100 ml	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	1.100	>2.400	>2.400	>2.400	-	>2.400	>2.400	-

Sumber : Dinas Kesehatan Kota Bekasi , 2009

Tabel 4.11 Kualitas air baku tahun 2009

No	Parameter Analisis	Satuan	Kualitas air baku tahun 2009										
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov
A	Analisa Fisika												
1	Temperatur	0C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	151	147	160	129	141	128	192	177	118	126	165
3	Kekeruhan	NTU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	870	980
B	Analisa Kimia												
1	pH	-	7,58	7,58	8,5	7,6	7,9	7,6	7,6	7,2	6,8	7,2	7,9
2	BOD5	mg/l	7	7	8	7	6	7	8	8	7	9	5
3	COD	mg/l	12	13	16	16	16	12	12	17	17	13	11
4	Arsen (As)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Besi (Fe)	mg/l	0,13	0,03	0,3	0,19	0,05	0,03	0,15	0,05	0,07	0,07	0,3
6	Klorida (Cl-)	mg/l	37,04	26,03	20,16	16,02	15,07	21,86	27,82	37,56	45,29	27,48	19,26
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Nitrat (NO3)	mg/l	7	2,4	8,4	3,2	5,81	3,9	1,7	2,2	2,4	2,9	3,2
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,35	0,06	0,06	2,8	0,06	0,06	0,06	0,06	0,3	0,07
10	Sianida (SN-)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Sulfat (SO4)	mg/l	5,08	78,17	26,29	4,68	2,92	4,1	34,85	27,06	14,36	8,26	5,87
12	Timbal (Pb)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Mangan (Mn)	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C	Analisa Biologi												
1	Coliform	MPN/100 ml	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400	>2.400

Sumber : Dinas Kesehatan Kota Bekasi , 2009

Tabel 4.12. Kualitas air produksi tahun 2009

No	Parameter Analisis	Satuan	Kualitas air produksi tahun 2009							
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug
A	Analisa Fisika									
1	Temperatur	0C	25	25	25	25	25	25	25	25
2	Bau	mg/l	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau	tak berbau
3	Rasa	-	tak berasa	tak berasa	tak berasa	tak berasa	tak berasa	tak berasa	tak berasa	tak berasa
4	Warna	-	0	0	23	0	42	9	21	4
5	Jumlah Zat Padat Terlarut	PtCo	170	164	176	134	128	127	222	94
6	Kekeruhan	NTU	0,54	0,99	0,74	0,66	1,23	0,39	1,69	2
B	Analisa Kimia									
1	pH	-	7,6	7,35	8,6	8,2	8	7,7	7,9	7
2	Arsen (As)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Besi (Fe)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,07	0,01
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	45,72	63,31	87,93	105,51	38,69	57,25	112,54	87,37
5	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	40,04	38,04	24,08	24,02	25,03	26,74	31,03	33,96
6	Kromium (Cr ⁶)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Nitrat (NO ₃)	mg/l	3,2	3	1,9	1,5	3,1	2,6	2,6	1,2
8	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,05	0,03	0,06	0	0,03	0,02	0,08	0,05
9	Sianida (SN ⁻)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Sulfat (SO ₄)	mg/l	4,98	72,18	17,21	4,01	2,07	5,2	34,05	28,79
11	Timbal (Pb)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,06	0,09	0,3	0,01	0,48	0,14	0,5	0,04
13	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	6,72	8,12	7,73	6,48	3,1	5,68	4,65	7,02
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C	Analisa Biologi									
1	Coliform	MPN/100 ml	0	0	<3	0	0	0	0	0

Sumber : Dinas Kesehatan Kota Bekasi , 2009

BAB 5

EVALUASI DAN PENGEMBANGAN INSTALASI PONDOK UNGU

5.1 Proyeksi Kebutuhan Air

Instalasi eksisting terdiri dari 2 paket pengolahan kedsih dengan kapasitas total sebesar 300 L/detik. Pengembangan dilakukan dengan menambah pengolahan berkapasitas 2 x 150 L/detik dalam dua tahap. Kapasitas instalasi pada pengembangan tahap 1 akan menjadi 450 L/detik, sedangkan pada pengembangan tahap 2 menjadi 600 L/detik.

Pertimbangan dalam pengembangan yang dilakukan dikarenakan masing - masing debit dari 2 paket pengolahan eksisting berkapasitas 150 L/detik, sehingga penambahan paket pengolahan akan dilakukan setiap 150 L/detik. Hal ini untuk menjaga estetika dan keselarasan pada instalasi eksisting, sehingga nantinya akan terbangun 4 paket pengolahan dengan kapasitas masing – masing sebesar 150 L/detik. Tahap pertama baru dilaksanakan pada tahun 2012 karena diasumsikan tahun 2010 masih dalam tahap perencanaan desain instalasi, tahap lelang dan pemilihan kontraktor. Pada tahun 2011 baru dilakukan pembangunan instalasi. Sehingga pengembangan instalasi tahap 1 baru dapat dioperasikan pada tahun 2012.

5.1.1 Proyeksi Penduduk Kota Bekasi

Proyeksi penduduk Kota Bekasi dilakukan untuk memilih metode proyeksi mana yang paling cocok dengan pertumbuhan penduduk Kota Bekasi. Metode proyeksi yang akan digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk adalah metode aritmatik, geometrik, *mathematical*, dan *decreasing rate of increase*. Berikut ini adalah hasil proyeksi dari keempat metode:

- Metode aritmatika

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

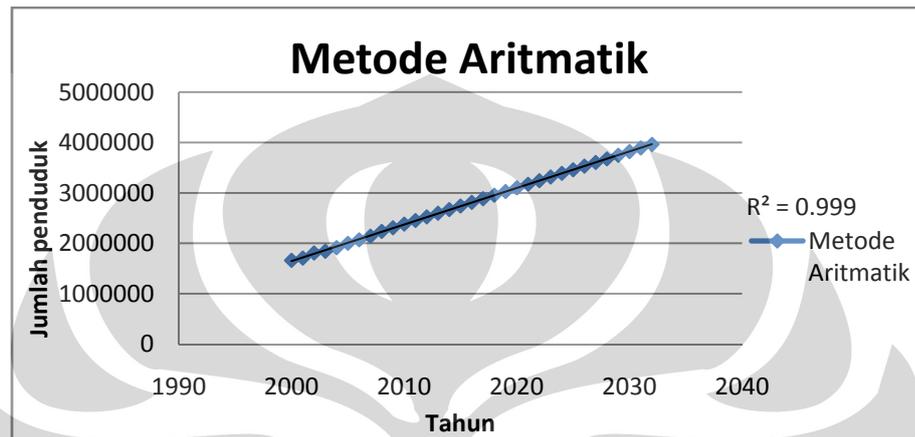
$$K_a = (Y_2 - Y_1) : (T_2 - T_1)$$

$$= \frac{(2.238.717 - 1.663.802)}{(2008 - 2000)} = 71.864,4$$

Tabel 5.1. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode aritmatika

Tahun	2000	2004	2008	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.663.802	1.914.316	2.238.717	2.598.039	2.957.361	3.316.683	3.676.005

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.1. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode aritmatika

Sumber : Hasil olahan

- Metode geometrik

$$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_p (T - T_2)$$

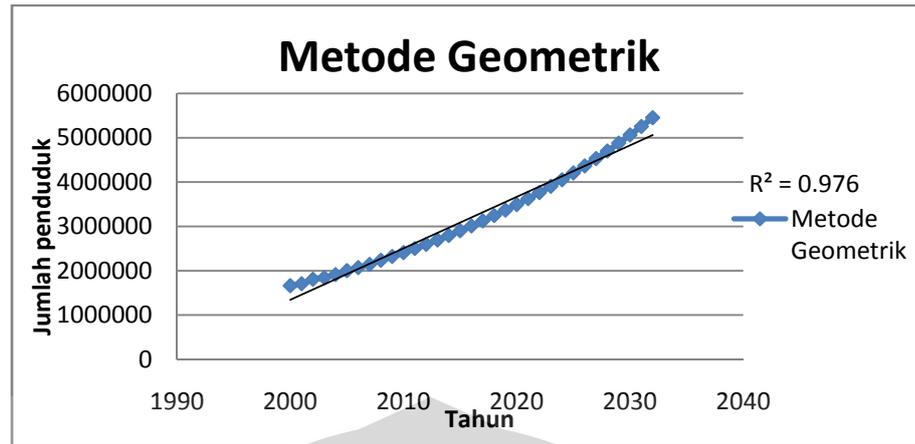
$$K_p = \frac{(\ln Y_2 - \ln Y_1)}{(T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{(\ln 2.238.717 - \ln 1.663.802)}{(2008 - 2000)} = 0,0371$$

Tabel 5.2. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode geometrik

Tahun	2000	2004	2008	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.663.802	1.914.316	2.238.717	2.695.009	3.244.301	3.905.549	4.701.572

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.2. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode geometrik

Sumber : Hasil olahan

- Metode *mathematical*

$$Y_t = \frac{Z}{1 + ae^{(b)(T-T_a)}}$$

$$Z = \frac{2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)}{Y_0Y_2 - Y_1^2}$$

$$= \frac{2 \times 1.663.802 \times 1.914.316 \times 2.238.717 - (1.914.316^2)(1.663.802 + 2.238.717)}{1.663.802 \times 2.238.717 - 1.914.316^2}$$

$$= -670.942$$

$$a = \frac{Z - Y_0}{Y_0}$$

$$= \frac{-670.942 - 1.663.802}{1.663.802} = -1,40326$$

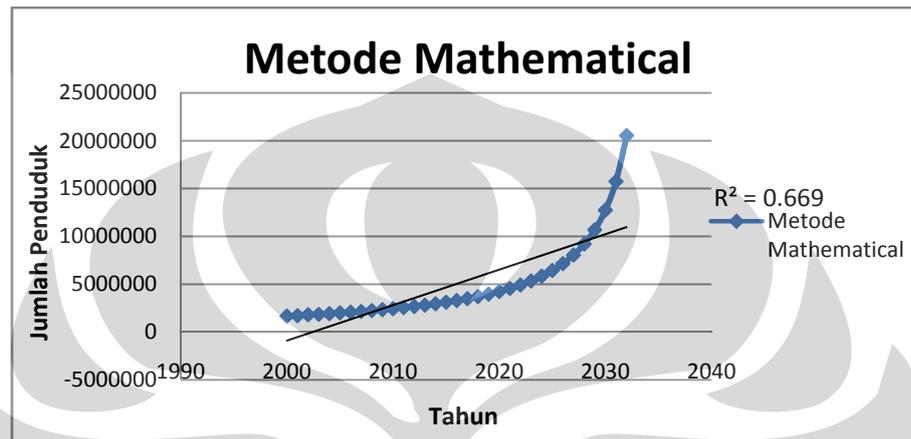
$$b = \left(\frac{1}{n}\right) \ln \left(\frac{Y_0(Z - Y_1)}{Y_1(Z - Y_0)} \right)$$

$$= \left(\frac{1}{4}\right) \ln \left(\frac{1.663.802(-670.942 - 1.914.316)}{1.914.316(-670.942 - 1.663.802)} \right) = -0,00958$$

Tabel 5.3. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode *mathematical*

Tahun	2000	2004	2008	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.663.802	1.914.316	2.238.717	2.808.550	3.708.278	5.338.458	9.189.011

Sumber : Hasil olahan

Gambar 5.3. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode *mathematical*

Sumber : Hasil olahan

- Metode decreasing rate of increase

$$Y_t = Y_2 + (Z - Y_2)(1 - e^{(-k_d)(T - T_2)})$$

$$Z = \frac{2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)}{Y_0Y_2 - Y_1^2}$$

$$= \frac{2 \times 1.663.802 \times 1.914.316 \times 2.238.717 - (1.914.316^2)(1.663.802 + 2.238.717)}{1.663.802 \times 2.238.717 - 1.914.316^2}$$

$$= -670.942$$

$$K_d = -\frac{1}{T_2 - T_1} \ln\left(\frac{Z - Y_2}{Z - Y_1}\right)$$

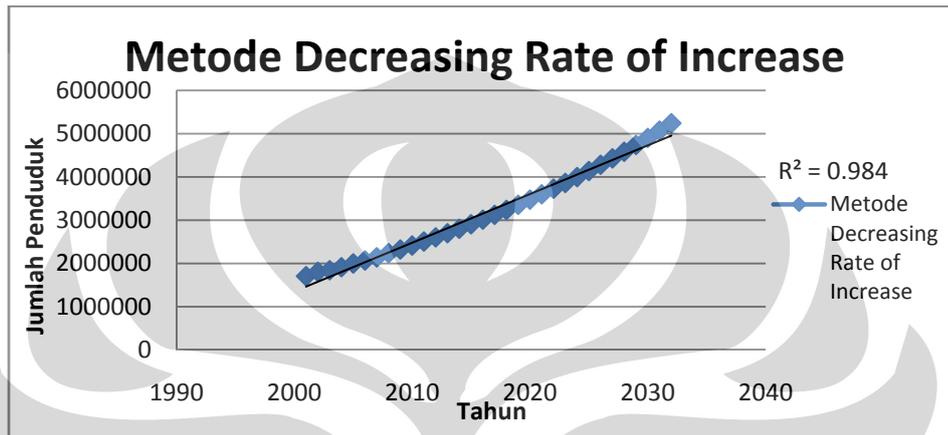
$$= -\frac{1}{2.238.717 - 1.914.316} \ln\left(\frac{-670.942 - 2.238.717}{-670.942 - 1.914.316}\right)$$

$$= -0.0296$$

Tabel 5.4. Proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode *decreasing rate of increase*

Tahun	2000	2004	2008	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.663.802	1.914.316	2.238.717	2.702.046	3.239.156	3.861.793	4.583.579

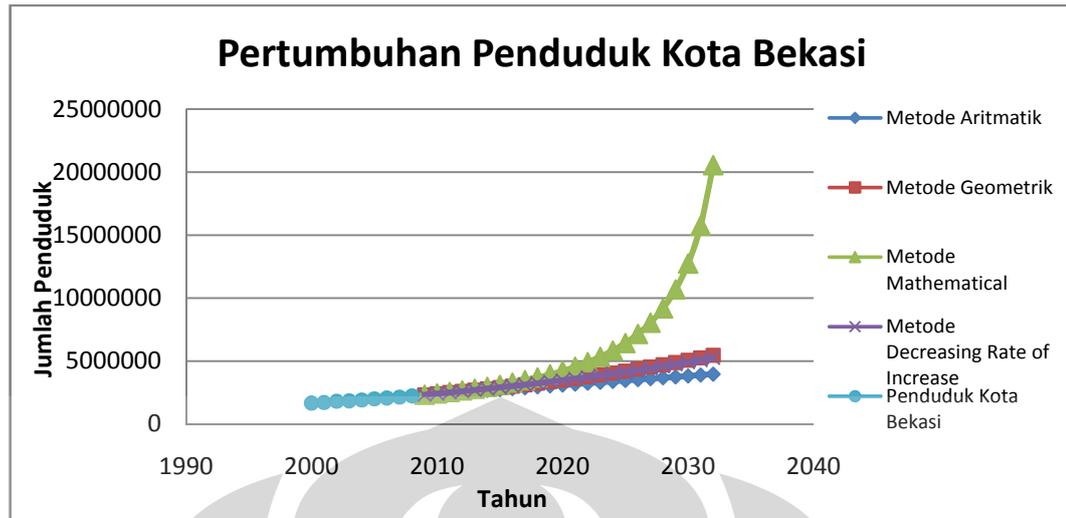
Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.4. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan metode *decreasing rate of increase*

Sumber : Hasil olahan

Metode proyeksi yang dipilih adalah yang grafik pertumbuhannya paling mirip dengan grafik pertumbuhan penduduk tahun 2000-2008. Berdasarkan proyeksi yang telah dilakukan, maka metode proyeksi yang mewakili pertumbuhan penduduk Kota Bekasi adalah metode aritmatika. Grafik 5.5. menggambarkan bahwa proyeksi dengan metode aritmatika paling mendekati grafik pertumbuhan penduduk awal. Nilai R^2 pada proyeksi penduduk metode aritmatika paling mendekati nilai 1 sehingga proyeksi penduduk dengan metode aritmatika paling mirip dengan pertumbuhan penduduk awal Kota Bekasi.



Gambar 5.5. Grafik proyeksi penduduk Kota Bekasi dengan empat metode

Sumber : Hasil olahan

5.1.2 Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi

Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dilakukan untuk memilih metode proyeksi mana yang paling cocok dengan pertumbuhan penduduk Kabupaten Bekasi. Metode proyeksi yang akan digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk adalah metode aritmatik, geometrik, *mathematical*, dan *decreasing rate of increase*. Berikut ini adalah hasil proyeksi dari keempat metode:

- Metode aritmatika

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

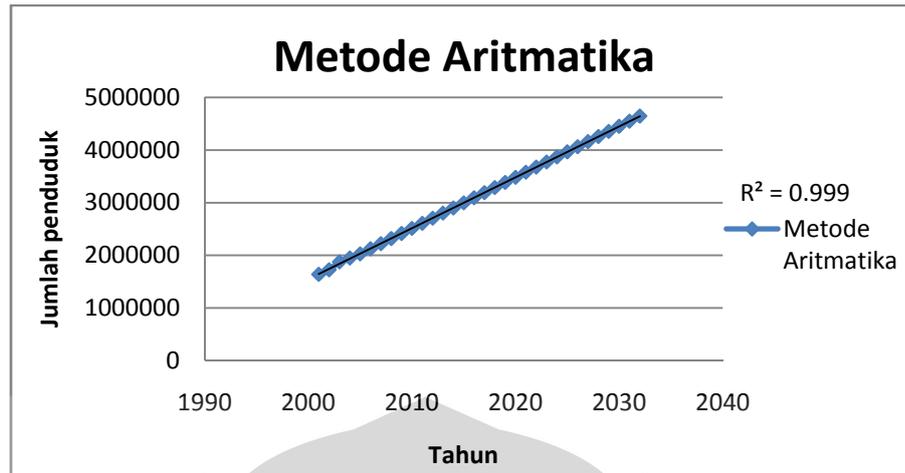
$$K_a = (Y_2 - Y_1) : (T_2 - T_1)$$

$$= \frac{(2.238.717 - 1.663.802)}{(2008 - 2000)} = 71.864,4$$

Tabel 5.5. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode aritmatika

Tahun	2001	2003	2005	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.640.000	1.877.414	2.027.902	2.803.706	3.288.584	3.773.461	4.258.339

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.6. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode aritmatika

Sumber : Hasil olahan

- Metode geometrik

$$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_p (T - T_2)$$

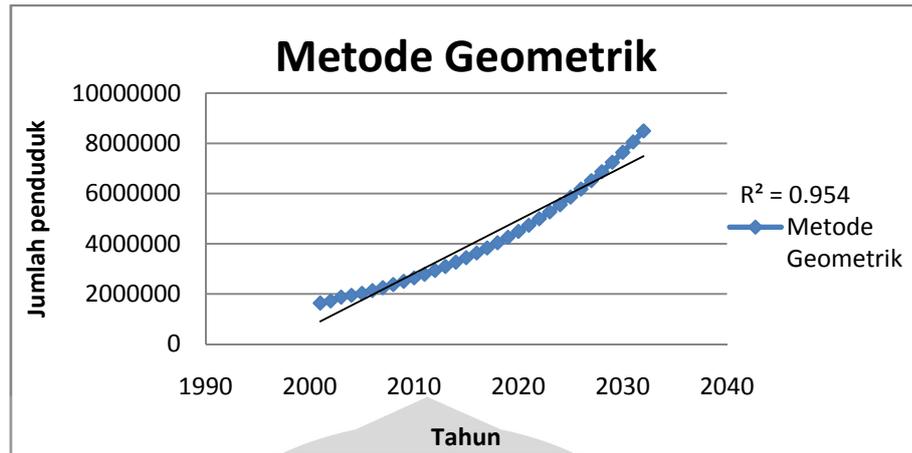
$$K_p = \frac{(\ln Y_2 - \ln Y_1)}{(T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{(\ln 2.027.902 - \ln 1.640.000)}{(2005 - 2001)} = 0,0531$$

Tabel 5.6. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode geometrik

Tahun	2001	2003	2005	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.640.000	1.877.414	2.027.902	3.100.653	4.043.031	5.271.825	6.874.085

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.7. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode geometrik

Sumber : Hasil olahan

- Metode *mathematical*

$$Y_t = \frac{Z}{1 + ae^{(b)(T-T_0)}}$$

$$Z = \frac{2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)}{Y_0Y_2 - Y_1^2}$$

$$= \frac{2 \times 1.640.000 \times 1.877.414 \times 2.027.902 - (1.877.414^2)(1.640.000 + 2.027.902)}{1.640.000 \times 2.027.902 - 1.877.414^2}$$

$$= 2.214.609$$

$$a = \frac{Z - Y_0}{Y_0}$$

$$= \frac{2.214.609 - 1.640.000}{1.640.000} = 0,3504$$

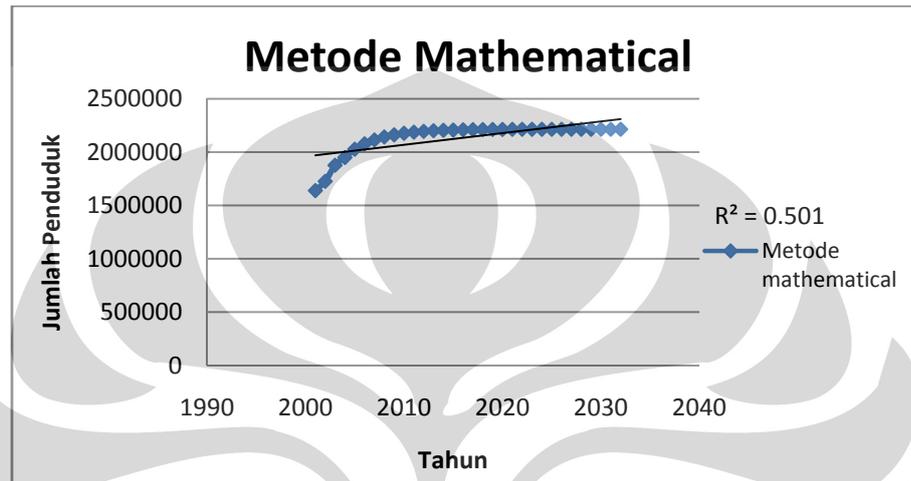
$$b = \left(\frac{1}{n} \right) \ln \left(\frac{Y_0(Z - Y_1)}{Y_1(Z - Y_0)} \right)$$

$$= \left(\frac{1}{2} \right) \ln \left(\frac{1.640.000(2.214.609 - 1.877.414)}{1.877.414(2.214.609 - 1.640.000)} \right) = -0,3341$$

Tabel 5.7. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode *mathematical*

Tahun	2001	2003	2005	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.640.000	1.877.414	2.027.902	2.200.619	2.211.963	2.214.111	2.214.515

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.8. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode *mathematical*

Sumber : Hasil olahan

- Metode decreasing rate of increase

$$Y_t = Y_2 + (Z - Y_2)(1 - e^{(-k_d)(T - T_2)})$$

$$Z = \frac{2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)}{Y_0Y_2 - Y_1^2}$$

$$= \frac{2 \times 1.640.000 \times 1.877.414 \times 2.027.902 - (1.877.414^2)(1.640.000 + 2.027.902)}{1.640.000 \times 2.027.902 - 1.877.414^2}$$

$$= 2.214.609$$

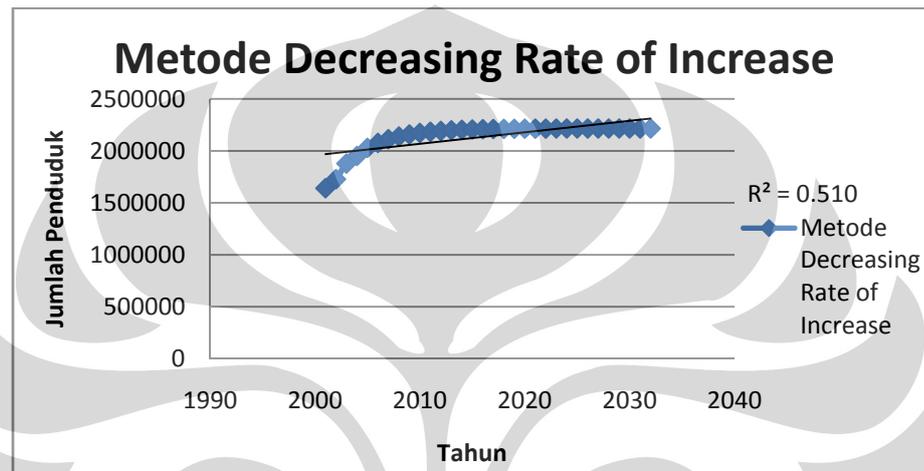
$$K_d = -\frac{1}{T_2 - T_1} \ln\left(\frac{Z - Y_2}{Z - Y_1}\right)$$

$$= -\frac{1}{2005 - 2003} \ln\left(\frac{2.214.609 - 2.027.902}{2.214.609 - 1.877.414}\right) = 0,2956$$

Tabel 5.8. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode *decreasing rate of increase*

Tahun	2001	2003	2005	2013	2018	2023	2028
Jumlah Penduduk	1.640.000	1.877.414	2.027.902	2.197.059	2.210.605	2.213.695	2.214.400

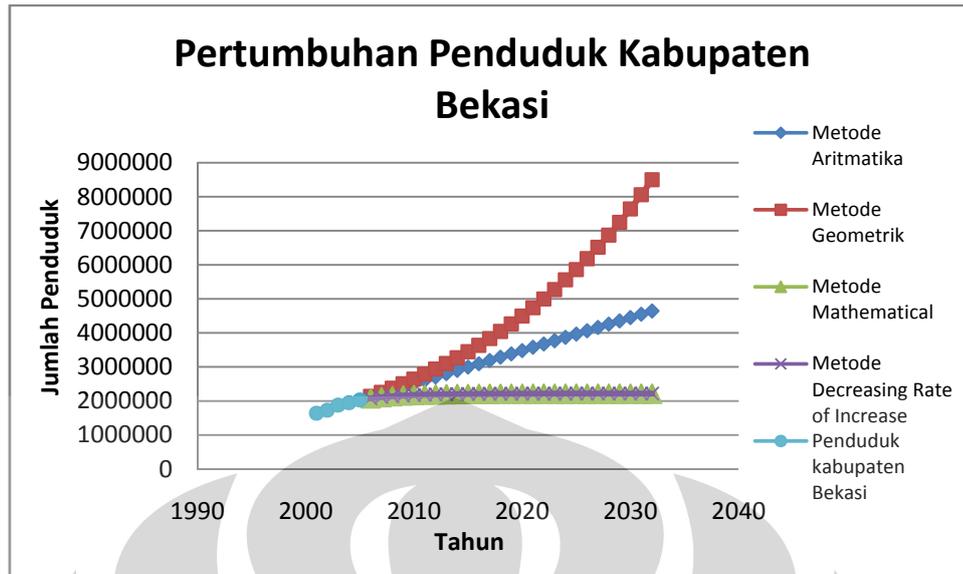
Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.9. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan metode *decreasing rate of increase*

Sumber : Hasil olahan

Metode proyeksi yang dipilih adalah yang grafik pertumbuhannya paling mirip dengan grafik pertumbuhan tahun awal yaitu 2000 - 2005. Berdasarkan proyeksi yang telah dilakukan, maka metode proyeksi yang mewakili pertumbuhan penduduk Kabupaten Bekasi adalah metode aritmatika. Grafik 5.10. menggambarkan bahwa proyeksi dengan metode aritmatika paling mendekati grafik pertumbuhan penduduk awal. Nilai R^2 pada proyeksi penduduk metode aritmatika paling mendekati nilai 1 sehingga proyeksi penduduk dengan metode aritmatika paling mirip dengan pertumbuhan penduduk awal Kabupaten Bekasi.



Gambar 5.9. Grafik proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi dengan empat metode

Sumber : Hasil olahan

5.1.3 Proyeksi Penduduk Daerah Pelayanan

Proyeksi dilakukan menggunakan metode aritmatika karena paling sesuai dengan pertumbuhan penduduk Kota Bekasi. Proyeksi dilakukan pada masing – masing daerah pelayanan, antara lain:

- Kelurahan Pejuang (Cabang Pondok Ungu)

Data penduduk yang diketahui hanya tahun 2008 (58.920 jiwa) dan tahun 2009 (59.473 jiwa), sehingga jumlah penduduk Kelurahan Pejuang tahun 2000 – 2007 disesuaikan dengan pertumbuhan jumlah penduduk Kota Bekasi tahun 2000 – 2007. Berikut ini adalah perhitungannya

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

$$K_a = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(T_2 - T_1)} = \frac{(58.920 - 43.245)}{(2008 - 2000)} = 1.959,4$$

$$Y_{2013} = Y_{2008} + K_a(2013 - 2008) = 58.920 + (1.959,4 \times 5) = 68.717 \text{ jiwa}$$

$$Y_{2018} = Y_{2008} + K_a(2018 - 2008) = 58.920 + (1.959,4 \times 10) = 78.514 \text{ jiwa}$$

dst.

Tabel 5.9. Proyeksi penduduk Kelurahan Pejuang dengan metode aritmatika

Tahun	2000	2008	2013	2018	2023	2028	2032
Jumlah Penduduk	43.245	58.920	68.717	78.514	88.311	98.108	105.945

Sumber : Hasil olahan

- Kecamatan Tarumajaya (Unit Tarumajaya)

Data penduduk yang diketahui hanya tahun 2009 (107.000 jiwa), sehingga jumlah penduduk Kecamatan Tarumajaya tahun 2001 – 2008 disesuaikan dengan pertumbuhan jumlah penduduk Kabupaten Bekasi tahun 2001 – 2008. Berikut ini adalah perhitungannya

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

$$K_a = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(T_2 - T_1)} = \frac{(89.990 - 75.676)}{(2005 - 2001)} = 3.578,57$$

$$Y_{2013} = Y_{2005} + K_a(2013 - 2005) = 89.990 + (3.578,6 \times 8) = 118.619 \text{ jiwa}$$

$$Y_{2018} = Y_{2005} + K_a(2018 - 2005) = 89.990 + (3.578,6 \times 13) = 136.512 \text{ jiwa}$$

dst.

Tabel 5.10. Proyeksi penduduk Kecamatan Tarumajaya dengan metode aritmatika

Tahun	2001	2005	2013	2018	2023	2028	2032
Jumlah Penduduk	75.676	89.990	118.619	136.512	154.405	172.298	186.612

Sumber : Hasil olahan

- Kelurahan Kaliabang Tengah (Unit Pondok Ungu Permai)

Data penduduk yang diketahui hanya tahun 2008 (58.920 jiwa) dan tahun 2009 (59.473 jiwa), sehingga jumlah penduduk Kelurahan Pejuang tahun 2000 – 2007 disesuaikan dengan pertumbuhan jumlah penduduk Kota Bekasi tahun 2000 – 2007. Berikut ini adalah perhitungannya

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

$$Ka = \frac{(Y_2 - Y_1)}{(T_2 - T_1)} = \frac{(59.466 - 43.646)}{(2008 - 2000)} = 1.977,5$$

$$Y_{2013} = Y_{2008} + Ka(2013 - 2008) = 59.466 + (1.977,5 \times 5) = 69.354 \text{ jiwa}$$

$$Y_{2018} = Y_{2008} + Ka(2018 - 2008) = 59.466 + (1.977,5 \times 10) = 79.241 \text{ jiwa}$$

dst.

Tabel 5.11. Proyeksi penduduk Kelurahan Kaliabang Tengah dengan metode aritmatika

Tahun	2000	2008	2013	2018	2023	2028	2032
Jumlah Penduduk	43.646	59.466	69.354	79.241	89.129	99.017	106.927

Sumber : Hasil olahan

5.1.4 Proyeksi Kebutuhan Air Daerah Pelayanan

Kebutuhan air yang dihitung digunakan untuk beberapa peruntukan antara lain pemukiman, institusi, pendidikan, peribadatan, dan komersil. Kota Bekasi digolongkan sebagai Kota Metropolitan karena mempunyai jumlah penduduk lebih dari 1 juta orang, sehingga konsumsi airnya adalah 190 liter/orang/hari, sedangkan kebutuhan air tak langsung setiap orang adalah 20 liter/orang/hari. Persen pelayanan langsung ataupun tak langsung pada tiap daerah pelayanan berbeda-beda. Kebutuhan air langsung adalah kebutuhan air yang langsung didistribusikan ke rumah-rumah, sedangkan kebutuhan air tak langsung adalah kebutuhan air yang pemenuhannya melalui keran umum.

Kebutuhan air tiap unit digunakan untuk mengalikan unit dengan peruntukannya untuk mendapat kebutuhan air tiap peruntukan. Unit yang digunakan untuk mendapat kebutuhan air biasanya adalah unit pemakai perseorangan seperti pasien, pekerja, siswa, dan pengunjung, namun ada juga beberapa unit berupa bangunan sehingga kebutuhan airnya dikali dengan jumlah bangunannya seperti mesjid, gereja, dan pasar. Kebutuhan air tiap unit dapat dilihat di tabel dibawah ini.

Tabel 5.12. Kebutuhan Air

Kebutuhan Air			Kebutuhan Air		
Peruntukan	Unit	Keb. air/unit	Peruntukan	Unit	Keb. air/unit
Pemukiman			SMP	L/siswa/hari	15
Penduduk	L/orang/hari	190	SMA	L/siswa/hari	20
Institusi			Peribadatan		
RSU Pemerintah	L/pasien/hari	300	Masjid	L/unit/hari	2.500
RSU Bersalin	L/pasien/hari	300	Mushola	L/unit/hari	750
Puskesmas	L/unit/hari	2.500	Gereja	L/unit/hari	500
Klinik 24 jam	L/unit/hari	2.500	Komersil		
Industri	L/unit/hari	3.500	Rumah makan	L/unit/hari	2.500
Kantor	L/pekerja/hari	35	Pasar swalayan	L/unit/hari	2.000
Pendidikan			Pasar tradisional	L/unit/hari	3.000
TK	L/siswa/hari	10	Perbengkelan	L/unit/hari	2.000
SD	L/siswa/hari	10			

Sumber : Telah diolah kembali

Proyeksi kebutuhan air menghasilkan data kebutuhan air tiap tahun hingga 2032. Kebutuhan air ini didapat dengan menjumlah kebutuhan air tiap peruntukan pada tiap tahunnya. Total kebutuhan air ini maka akan disebut sebagai kebutuhan kota. 7% dari kebutuhan kota adalah kebutuhan umum seperti untuk penyiraman jalanan dan pemadam kebakaran. Kebocoran adalah 5% dari total kebutuhan umum dan kebutuhan kota. Kebutuhan air instalasi adalah 10 % dari total kebocoran, kebutuhan umum dan kebutuhan kota. Maka $Q_{average}$ adalah total dari kebutuhan kota + kebutuhan umum + kebocoran + kebutuhan air instalasi. Sedangkan Q_{max} adalah $1.8 \times Q_{average}$ dan Q_{peak} adalah $2.7 \times Q_{average}$.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa debit maksimum sebesar 450 L/s terjadi pada tahun 2014, sedangkan debit maksimum sebesar 600 L/s terjadi pada tahun 2024. Pengembangan tahap 1 diperuntukan hingga tahun 2014, dan pengembangan tahap 2 diperuntukan hingga tahun 2024. Oleh karena itu

pengembangan tahap 1 adalah untuk periode tahun 2012 – 2014, sedangkan pengembangan tahap 2 adalah untuk periode tahun 2015 – 2024. Berikut ini adalah rincian perhitungannya.

- Kelurahan Pejuang (Cabang Pondok Ungu)

Pada tahun 2009 Instalasi Pondok Ungu melayani 79,7% kebutuhan air langsung kepada penduduk Kelurahan Pejuang dan tidak melayani kebutuhan air tak langsung. Peningkatan pelayanan pada Kelurahan Pejuang dilakukan pada pelayanan langsung sebesar 0,1% setiap tahunnya.

Tabel 5.13 Pelayanan air bersih pemukiman Kelurahan Pejuang

Tahun	Jumlah Penduduk	% Terlayani			Keb.air (Liter/hari)		
		Langsung	Tak Langsung	Total	Langsung	Tak Langsung	Total
2009	59.473	79,7	0	79,7	9.010.370	0	9.010.370
2012	66.485	79,9	0	79,9	10.098.052	0	10.098.052
2014	70.268	80,1	0	80,1	10.699.291	0	10.699.291
2024	89.182	81,1	0	81,1	13.748.608	0	13.748.608

Sumber : Hasil olahan

Tabel 5.14 Proyeksi Kebutuhan air Kelurahan Pejuang (Cab. Pondok Ungu)

Kebutuhan Air			Proyeksi Kependudukan		Proyeksi Kebutuhan Air	
Peruntukan	Unit	Keb. Air/Unit	2014	2024	2014	2024
Pemukiman						
Penduduk	L/orang/hari	190	56.312	72.361	10.699.291	13.748.608
Institusi						
RSU Pemerintah	L/pasien/hari	300	177	225	53.168	67.479
RSU Bersalin	L/pasien/hari	300	118	150	35.445	44.986
Puskesmas	L/unit/hari	2.500	1	1	2.954	3.749
Klinik 24 jam	L/unit/hari	2.500	20	25	50.214	63.730
Industri	L/unit/hari	3.500	31	39	107.518	136.458
Kantor	L/pekerja/hari	35	945	1.200	33.082	41.987
Pendidikan						
TK	L/siswa/hari	10	1.004	1.275	10.043	12.746
SD	L/siswa/hari	10	12.477	15.835	124.768	158.351
SMP	L/siswa/hari	15	7.798	9.897	116.970	148.454
SMA	L/siswa/hari	20	5.104	6.478	102.083	129.560
Peribadatan						
Masjid	L/unit/hari	2.500	27	34	67.937	86.223
Mushola	L/unit/hari	750	35	45	26.584	33.740
Gereja	L/unit/hari	500	21	27	10.634	13.496
Komersil						
Rumah makan	L/unit/hari	2.500	34	43	85.660	108.716
Pasar swalayan	L/unit/hari	2.000	5	6	9.452	11.996
Pasar tradisional	L/unit/hari	3.000	6	7	17.723	2.2493
Perbengkelan	L/unit/hari	2.000	106	135	212.673	269.917
Total kebutuhan kota (L/hari)					11.766.199	15.102.690
Kepentingan umum = 7% total keb.kota (L/hari)					823.634	1.057.188
Total kebutuhan kota + Kepentingan umum (L/hari)					12.589.833	16.159.878
Kebocoran = 5% total keb.kota + kepentingan umum (L/hari)					629.492	807.994
Total keb. kota + Kepentingan umum + Kebocoran (L/hari)					13.219.324	16.967.872
Kebutuhan air instalasi = 10%					1.321.932	1.696.787
Q average (L/hari)					14.541.257	18.664.659
Q max (L/hari)					26.174.262	33.596.387
Q peak (L/hari)					39.261.393	50.394.580
Q average (L/detik)					168	216
Q max (L/detik)					303	389
Q peak (L/detik)					454	583

Sumber : Hasil olahan

- Kecamatan Tarumajaya (Unit Tarumajaya)

Pada tahun 2009 Instalasi Pondok Ungu melayani 13,5% kebutuhan air langsung kepada penduduk Kecamatan Tarumajaya dan melayani kebutuhan air tak langsung sebesar 1,1%. Peningkatan pelayanan pada Kecamatan Tarumajaya dilakukan sebesar 0,1% setiap tahunnya pada pelayanan langsung maupun pelayanan tak langsung.

Tabel 5.15 Pelayanan air bersih pemukiman Kecamatan Tarumajaya

Tahun	Jumlah Penduduk	% Terlayani			Keb.air (liter/hari)		
		Langsung	Tak Langsung	Total	Langsung	Tak Langsung	Total
2009	107.000	13,5	1,1	14,6	2.736.380	60.000	2.796.380
2012	119.886	13,7	1,4	15,3	3.111.469	85.208	3.196.677
2014	128.746	13,9	1,6	16,5	3.383.242	104.162	3.487.404
2024	171.428	14,9	2,6	18,0	4.840.040	224.699	5.064.739

Sumber : Hasil olahan sendiri

Tabel 5.16 Proyeksi Kebutuhan air Kecamatan Tarumajaya (Unit Tarumajaya)

Kebutuhan Air			Proyeksi Kependudukan		Proyeksi Kebutuhan Air	
Peruntukan	Unit	Keb. Air/unit	2014	2024	2014	2024
Pemukiman						
Penduduk	L/orang/hari	190	19.890	29.968	3.487.404	5.064.739
Institusi						
RSU Pemerintah	L/pasien/hari	300	1	2	346	462
RSU Bersalin	L/pasien/hari	300	1	1	333	445
Puskesmas	L/unit/hari	2.500	1	2	3.002	4.005
Klinik 24 jam	L/unit/hari	2.500	1	2	2.886	3.851
Industri	L/unit/hari	3.500	0	1	0	4.377
Kantor	L/pekerja/hari	35	40	54	1.414	1.887
Pendidikan						
TK	L/siswa/hari	10	1.081	1.442	10.806	14.419
SD	L/siswa/hari	10	554	739	5.541	7.393
SMP	L/siswa/hari	15	6.484	8.652	97.258	129.773
SMA	L/siswa/hari	20	648	865	12.968	17.303
Peribadatan						
Masjid	L/unit/hari	2.500	9	12	21.680	28.928
Mushola	L/unit/hari	750	12	15	8.672	11.571
Gereja	L/unit/hari	500	1	2	577	770
Komersil						
Rumah makan	L/unit/hari	2.500	1	2	2.886	3.851
Pasar swalayan	L/unit/hari	2.000	1	1	2.223	2.966
Pasar tradisional	L/unit/hari	3.000	2	3	7.204	9.613
Perbengkelan	L/unit/hari	2.000	1	1	2.143	2.860
Total Keb. Kota (L/hari)					3.667.344	5.309.215
Kepentingan Umum = 7% total keb.kota (L/hari)					256.714	371.645
Total Keb. Kota + Kepentingan umum(L/hari)					3.924.058	5.680.860
Kebocoran = 5% total keb.kota +kepentingan umum (L/hari)					196.203	284.043
Total kebutuhan kota + Kepentingan umum + Kebocoran (L/hari)					4.120.261	5.964.903
Kebutuhan air instalasi = 10%					412.026	596.490
Q average (L/hari)					4.532.287	6.561.393
Q max (L/hari)					8.158.117	11.810.507
Q peak (L/hari)					12.237.176	17.715.761
Q average (L/detik)					52	76
Q max (L/detik)					94	137
Q peak (L/detik)					142	205

Sumber : Hasil olahan

- Kelurahan Kaliabang Tengah (Unit Pondok Ungu Permai)

Pada tahun 2009 Instalasi Pondok Ungu melayani 11,9% kebutuhan air langsung kepada penduduk Kelurahan Kaliabang Tengah dan tidak melayani kebutuhan air tak langsung. Peningkatan pelayanan pada Kelurahan Kaliabang Tengah dilakukan pada pelayanan langsung sebesar 0,1% setiap tahunnya.

Tabel 5.17 Pelayanan air bersih pemukiman Kelurahan Kaliabang Tengah

Tahun	Jumlah penduduk	% Terlayani			Keb. Air (liter/hari)		
		Langsung	Tak Langsung	Total	Langsung	Tak Langsung	Total
2009	62.302	11,9	0	11,9	1.414.170	0	1.414.170
2012	67.102	12,1	0	12,1	1.548.613	0	1.548.613
2014	70.919	12,3	0	12,3	1.663.672	0	1.663.672
2024	90.008	13,3	0	13,3	2.282.490	0	2.282.490

Sumber : Hasil olahan

Tabel 5.18 Proyeksi Kebutuhan air Kelurahan Kaliabang Tengah (Unit PUP)

Kebutuhan Air			Proyeksi Kependudukan		Proyeksi Kebutuhan Air	
Peruntukan	Unit	Keb. Air/unit	2014	2024	2014	2024
Pemukiman						
Penduduk	L/orang/hari	190	8.756	12.013	1.663.672	2.282.490
Institusi						
RSU Pemerintah	L/pasien/hari	300	0	1.315	0	394.351
RSU Bersalin	L/pasien/hari	300	0	399	0	15.000
Puskesmas	L/unit/hari	2.500	8	11	20.873	26.492
Klinik 24 jam	L/unit/hari	2.500	1	1	2.846	3.612
Industri	L/unit/hari	3.500	0	1	0	1.805
Kantor	L/pekerja/hari	35	57	72	1.992	2.528
Pendidikan						
TK	L/siswa/hari	10	228	289	2.277	2.889
SD	L/siswa/hari	10	2.186	2.774	21.856	27.738
SMP	L/siswa/hari	15	683	867	10.245	13.002
SMA	L/siswa/hari	20	820	1.040	16.392	20.804
Peribadatan						
Masjid	L/unit/hari	2.500	5	6	11.383	14.447
Mushola	L/unit/hari	750	7	9	5.122	6.501
Gereja	L/unit/hari	500	1	1	514	652
Komersil						
Rumah makan	L/unit/hari	2.500	1	1	2.569	3.261
Pasar swalayan	L/unit/hari	2.000	5	6	9.107	11.558
Pasar tradisional	L/unit/hari	3.000	6	7	17.075	21.671
Perbengkelan	L/unit/hari	2.000	1	1	2.277	2.889
Total Keb. Kota					1.788.199	2.851.691
Kepentingan Umum = 7% total keb.kota					125.174	199.618
Total Keb. Kota + Kepentingan umum					1.913.372	3.051.309
Kebocoran = 15% total keb.kota + kepentingan umum					95.669	152.565
Total keb. kota + Kepentingan umum + Kebocoran (L/hari)					2.009.041	3.203.874
Kebutuhan air instalasi = 10%					200.904	320.387
Q average (L/hari)					2.209.945	3.524.262
Q max (L/hari)					3.977.901	6.343.671
Q peak (L/hari)					5.966.852	9.515.507
Q average (L/detik)					26	41
Q max (L/detik)					46	73
Q peak (L/detik)					69	110

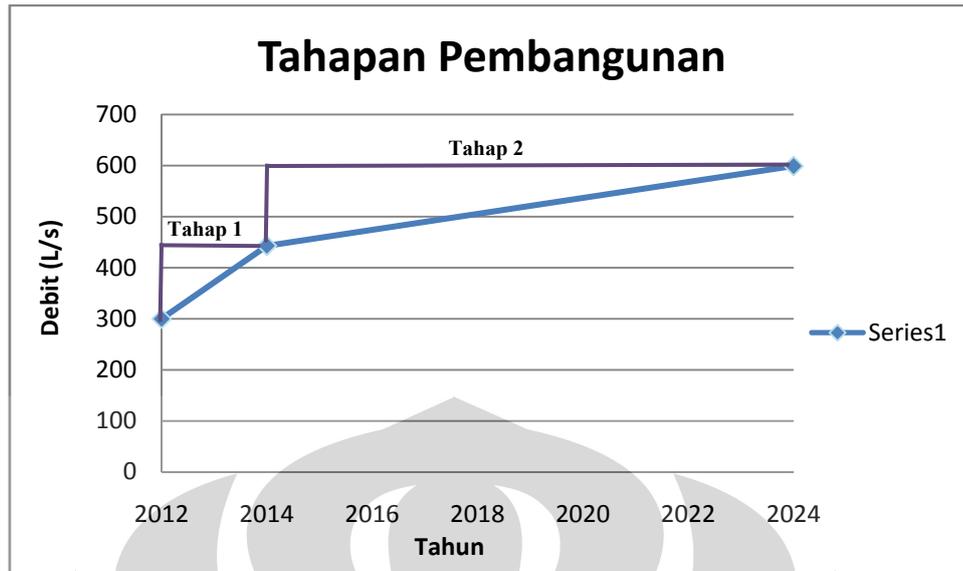
Sumber : Hasil olahan

Setelah masing – masing debit daerah pelayanan dihitung maka ketiga debit tersebut dijumlahkan dan dibulatkan untuk menjadi debit pengembangan instalasi. Debit yang digunakan untuk mendesain instalasi adalah debit maksimum. Debit yang tersedia pada instalasi untuk melakukan pengembangan hanya 600 L/detik, sehingga pengembangan hanya bisa dilakukan sampai tahap kedua, yaitu tahun 2024. Hal tersebut karena debit maksimum yang dapat diolah instalasi pada tahun 2024 sudah mencapai 599 L/detik, sehingga pengembangan instalasi hanya terbatas hingga tahun 2024.

Tabel 5.19 Proyeksi kebutuhan air daerah pelayanan

Tahun	Daerah Pelayanan	Debit (L/s)		
		Q av	Q max	Q peak
2014	Cab. Pondok Ungu	168	303	454
	Unit Tarumajaya	52	94	137
	Unit PUP	26	46	69
	Total	246	443	665
	Pembulatan	250	450	670
2024	Cab. Pondok Ungu	216	389	583
	Unit Tarumajaya	76	137	205
	Unit PUP	41	73	110
	Total	333	599	898
	Pembulatan	335	600	900

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.11. Tahapan pembangunan

Sumber : Hasil olahan

5.2 Evaluasi Kualitas Air

5.2.1 Evaluasi Kualitas Air Baku

Parameter kualitas air baku, baik parameter fisika (kecuali kekeruhan), parameter kimia, dan parameter biologi dicek di laboratorium Dinas Kesehatan Kota Bekasi. Karena pemeriksaan parameter kekeruhan tidak terdapat pada hasil analisis laboratorium Dinas Kesehatan Kota Bekasi, maka data pemeriksaan kekeruhan yang digunakan didapat dari pemeriksaan yang dilakukan di Instalasi Pondok Ungu.

Parameter kualitas air baku hasil pengecekan laboratorium Dinas Kesehatan Kota Bekasi dibandingkan dengan kriteria mutu air kelas I pada PP RI Nomor 82 Tahun 2001. Dari perbandingan tersebut maka dapat dilihat bahwa ada beberapa parameter yang melebihi standar antara lain BOD5, COD, klorida, nitrit, dan coliform. Parameter kekeruhan harus lebih kecil dari 600 NTU (Departemen PU, 2007). Kekeruhan pada Instalasi Pondok Ungu melebihi standar, karena melebihi 600 NTU.

Buruknya kualitas air baku disebabkan karena banyaknya limbah yang terdapat pada Kali Bekasi yang menjadi sumber air baku instalasi.

Kali Bekasi merupakan gabungan Kali Cileungsi yang banyak membawa limbah industri dan Kali Cikeas yang banyak membawa limbah domestik. Keberadaan Saluran Induk Tarum Barat selain untuk menambah tersedianya air baku air bersih, juga berfungsi sebagai tambahan debit untuk menurunkan tingkat polusi di Kali Bekasi.

Kombinasi unit operasi dan proses pada instalasi eksisting sudah sesuai untuk menurunkan konsentrasi pencemar pada air baku. Instalasi Pondok Ungu mampu mengolah air baku dari sumber air dengan kualitas air baku yang ada sehingga menghasilkan kualitas air hasil pengolahan yang memenuhi standar kualitas air minum Indonesia sesuai PerMenKes Nomor 907 Tahun 2002. Unit pengolahan yang paling utama pada instalasi pengolahan air bersih yang bersumber dari air permukaan adalah unit filtrasi dikarenakan kualitas air baku yang buruk jika dibandingkan dengan air tanah, hal ini sudah sesuai dengan instalasi eksisting karena terdapat unit filtrasi. Selain itu juga dapat dilihat dari kemampuan unit pengolahan untuk mengurangi konsentrasi pencemar, misalnya untuk menurunkan kekeruhan yang tinggi maka di instalasi terdapat unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi yang berfungsi antara lain untuk menurunkan konsentrasi kekeruhan. Untuk menurunkan total coliform yang tinggi maka digunakan unit disinfeksi.

Berikut ini adalah pengecekan kualitas air baku pada tahun 2007, 2008, dan 2009 :

Tabel 5.20. Pengecekan kekeruhan air baku

Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009					2010		
			Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek	Jan	Cek
Kekeruhan	NTU	600	870	×	980	×	990	×	780	×

Sumber: Telah diolah kembali

Keterangan: (×) = tidak sesuai. Peraturan yang digunakan Peraturan Departemen Pekerjaan Umum

Tabel 5.21. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2007

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2007											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Jun	Cek
A	Analisa Fisika														
1	Temperatur	0C	Deviasi 3	25	√	26	√	25	√	24	√	25	√	26	√
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1000	207	√	249	√	263	√	270	√	300	√	281	√
B	Analisa Kimia														
1	Ph	-	6 – 9	7,68	√	6,73	√	7,58	√	7,84	√	6,63	√	8,62	√
2	BOD5	mg/l	2	5	×	8	×	4	×	5	×	7	×	7	×
3	COD	mg/l	10	13	×	18	×	14	×	13	×	13	×	13	×
4	Arsen (As)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
5	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,1	√	0,22	√	0,1	√	0,12	√	0,03	√	0,07	√
6	Klorida (Cl-)	mg/l	1	64,77	×	16,64	×	15,18	×	18,23	×	184,57	×	15,88	×
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
8	Nitrat (NO3)	mg/l	10	1,1	√	1,9	√	3,2	√	2,5	√	4,2	√	0,9	√
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,01	√	0,07	×	0,08	×	0,07	×	0	√	0,06	×
10	Sianida (SN-)	mg/l	0,02	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
11	Sulfat (SO4)	mg/l	400	11,5	√	12,9	√	10,6	√	9,45	√	10,2	√	39,31	√
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
13	Mangan (Mn)	mg/l	1	0,1	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√
C	Analisa Biologi														
1	Coliform	MPN/100 ml	1.000	>2.400	×	>2.400	×	1.100	×	>2.400	×	-	-	-	-

Sumber : Telah diolah kembali

Tabel 5.21. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2007 (lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2007													
				Jul	Cek	Aug	Cek	Sep	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek	Rata – Rata	Cek
A				Analisa Fisika													
1	Temperatur	0C	deviasi 3	26	√	26	√	26	√	26	√	26	√	-	-	25,5	√
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	392	√	354	√	268	√	323	√	380	√	-	-	298,8	√
B				Analisa Kimia													
1	pH	-	6 – 9	7,5	√	7,12	√	7,44	√	7,14	√	7,94	√	-	-	7,5	√
2	BOD5	mg/l	2	6	×	5	×	6	×	5	×	4	×	-	-	5,6	×
3	COD	mg/l	10	12	×	15	×	14	×	13	×	15	×	-	-	13,9	×
4	Arsen (As)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
5	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,03	√	0,04	√	0,22	√	0,02	√	0,05	√	-	-	0,1	√
6	Klorida (Cl-)	mg/l	1	23,35	×	32,99	×	21,48	×	21,48	×	27,24	×	-	-	40,2	×
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
8	Nitrat (NO3)	mg/l	10	6,7	√	7,02	√	2,3	√	4,9	√	7,9	√	-	-	3,9	√
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,02	√	0,03	√	0,04	√	0	√	1	√	-	-	0,1	×
10	Sianida (SN-)	mg/l	0,02	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
11	Sulfat (SO4)	mg/l	400	10,3	√	7,16	√	26,5	√	20,44	√	12,2	√	-	-	15,5	√
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
13	Mangan (Mn)	mg/l	1	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	-	-	0,2	√
C				Analisa Biologi													
1	Coliform	MPN/100 ml	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	> 1.000	×

Sumber : Telah diolah kembali

Keterangan : (√) = sesuai, (×) = tidak sesuai. Peraturan yang digunakan PP RI Nomor 82 Tahun 2001

Tabel 5.22. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2008

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2008											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Jun	Cek
A	Analisa Fisika														
1	Temperatur	0C	deviasi 3	25	√	25	√	25	√	25	√	24	√	25	√
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	376	√	241	√	235	√	199	√	339	√	363	√
B	Analisa Kimia														
1	pH	-	6 – 9	7,77	√	7,38	√	7,33	√	7,4	√	7,52	√	7,64	√
2	BOD5	mg/l	2	6	×	5	×	7	×	6	×	7	×	6	×
3	COD	mg/l	10	17	×	14	×	17	×	17	×	11	×	17	×
4	Arsen (As)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
5	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,06	√	0,1	√	0,55	×	0,34	×	0,03	√	0,02	√
6	Klorida (Cl-)	mg/l	1	28,14	×	19,46	×	13,12	×	8,66	×	23,09	×	23,09	×
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
8	Nitrat (NO3)	mg/l	10	5,62	√	4,7	√	7,1	√	6,1	√	4,6	√	6,3	√
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,04	√	0,01	√	0,01	√	0,02	√	0,01	√	0,01	√
10	Sianida (SN-)	mg/l	0,02	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
11	Sulfat (SO4)	mg/l	400	6,4	√	13,8	√	5,8	√	9,05	√	11,28	√	4,81	√
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
13	Mangan (Mn)	mg/l	1	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√
C	Analisa Biologi														
1	Coliform	MPN/100 ml	1.000	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	1.100	×	>2.400	×

Sumber : Telah diolah kembali

Tabel 5.22. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2008 (lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2008													
				Jul	Cek	Aug	Cek	Sep	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek	Rata – rata	Cek
A	Analisa Fisika																
1	Temperatur	0C	deviasi 3	24	√	27	√	26	√	27	√	25	√	25	√	25,3	√
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	423	√	340	√	377	√	355	√	107	√	130	√	290,4	√
B	Analisa Kimia																
1	pH	-	6 - 9	7,47	√	7,43	√	7,01	√	7,1	√	7,84	√	8,28	√	7,5	√
2	BOD5	mg/l	2	7	×	8	×	7	×	8	×	7	×	5	×	6,6	×
3	COD	mg/l	10	11	×	13	×	11	×	14	×	18	×	12	×	14,3	×
4	Arsen (As)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0,0	√
5	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,03	√	0,02	√	0,05	√	0,15	√	0,53	×	0,04	√	0,2	√
6	Klorida (Cl-)	mg/l	1	29,61	×	24,83	×	33,43	×	24,03	×	15,02	×	18,02	×	21,7	×
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0,0	√
8	Nitrat (NO3)	mg/l	10	4,9	√	4,8	√	1,6	√	1,2	√	11,6	×	5,5	√	5,3	√
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,07	×	0,02	√	0,1	√	0	√	0,06	√	1,23	×	0,1	×
10	Sianida (SN-)	mg/l	0,02	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0,0	√
11	Sulfat (SO4)	mg/l	400	7,4	√	9,6	√	24	√	7,4	√	16,21	√	5,7	√	10,1	√
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0,0	√
13	Mangan (Mn)	mg/l	1	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√
C	Analisa Biologi																
1	Coliform	MPN/100 ml	1.000	>2.400	×	>2.400	×	-	-	>2.400	×	>2.400	×	-	-	> 1000	-

Sumber : Telah diolah kembali

Keterangan : (√) = sesuai, (×) = tidak sesuai. Peraturan yang digunakan PP RI Nomor 82 Tahun 2001

Tabel 5.23. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2009

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Jun	Cek
A	Analisa Fisika														
1	Temperatur	0C	deviasi 3	25	√	25	√	25	√	25	√	25	√	25	√
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	151	√	147	√	160	√	129	√	141	√	128	√
B	Analisa Kimia														
1	pH	-	6 – 9	7,58	√	7,58	√	8,5	√	7,6	√	7,9	√	7,6	√
2	BOD5	mg/l	2	7	×	7	×	8	×	7	×	6	×	7	×
3	COD	mg/l	10	12	×	13	×	16	×	16	×	16	×	12	×
4	Arsen (As)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
5	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,13	√	0,03	√	0,3	√	0,19	√	0,05	√	0,03	√
6	Klorida (Cl-)	mg/l	1	37,04	×	26,03	×	20,16	×	16,02	×	15,07	×	21,86	×
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
8	Nitrat (NO3)	mg/l	10	7	√	2,4	√	8,4	√	3,2	√	5,81	√	3,9	√
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,06	√	0,35	√	0,06	√	0,06	√	2,8	×	0,06	√
10	Sianida (SN-)	mg/l	0,02	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
11	Sulfat (SO4)	mg/l	400	5,08	√	78,17	√	26,29	√	4,68	√	2,92	√	4,1	√
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
13	Mangan (Mn)	mg/l	1	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√
C	Analisa Biologi														
1	Coliform	MPN/100 ml	1.000	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×

Sumber : Telah diolah kembali

Tabel 5.23. Pengecekan kualitas air baku pada tahun 2009 (lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009													
				Jul	Cek	Aug	Cek	Sep	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek	Rata - rata	Cek
A	Analisa Fisika																
1	Temperatur	0C	deviasi 3	25	√	25	√	25	√	25	√	25	√	-	-	25,0	√
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	192	√	177	√	118	√	126	√	165	√	-	-	148,5	√
B	Analisa Kimia																
1	pH	-	6 – 9	7,6	√	7,2	√	6,8	√	7,2	√	7,9	√	-	-	7,6	√
2	BOD5	mg/l	2	8	×	8	×	7	×	9	×	5	×	-	-	7,2	×
3	COD	mg/l	10	12	×	17	×	17	×	13	×	11	×	-	-	14,1	×
4	Arsen (As)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
5	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,15	√	0,05	√	0,07	√	0,07	√	0,3	×	-	-	0,1	√
6	Klorida (Cl-)	mg/l	1	27,82	×	37,56	×	45,29	×	27,48	×	19,26	×	-	-	26,7	×
7	Kromium (Cr6)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
8	Nitrat (NO3)	mg/l	10	1,7	√	2,2	√	2,4	√	2,9	√	3,2	×	-	-	3,9	√
9	Nitrit (NO2)	mg/l	0,06	0,06	√	0,06	√	0,06	√	0,3	×	0,07	×	-	-	0,4	×
10	Sianida (SN-)	mg/l	0,02	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
11	Sulfat (SO4)	mg/l	400	34,85	√	27,06	√	14,36	√	8,26	√	5,87	√	-	-	19,2	√
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	-	-	0,0	√
13	Mangan (Mn)	mg/l	1	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	0,2	√	-	-	0,2	√
C	Analisa Biologi																
1	Coliform	MPN/100 ml	1.000	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	>2.400	×	>2400	×	-	-	> 2.400	×

Sumber : Telah diolah kembali

Keterangan : (√) = sesuai, (×) = tidak sesuai. Peraturan yang digunakan PP RI Nomor 82 Tahun 2001

5.2.2 Evaluasi Kualitas Air Produksi

Parameter kualitas air produksi, baik parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi dicek di laboratorium Dinas Kesehatan Kota Bekasi. Parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan persyaratan kualitas air minum pada Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907 Tahun 2002. Dari perbandingan tersebut maka dapat dilihat bahwa semua parameter sesuai dengan standar. Parameter warna, pH, dan coliform pernah melebihi baku mutu, namun ketika dirata – rata dalam setahun masih memenuhi baku mutu sehingga tidak menjadi masalah.



Tabel 5.24. Pengecekan kualitas air produksi pada tahun 2009

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Jun	Cek
A	Analisa Fisika														
1	Temperatur	°C	± 3	25	√	25	√	25	√	25	√	25	√	25	√
2	Bau	mg/l	tak berbau	tak berbau	√										
3	Rasa	-	tak berasa	tak berasa	√										
4	Warna	TCU	15	0	√	0	√	23	×	0	√	42	×	9	√
5	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	170	√	164	√	176	√	134	√	128	√	127	√
6	Kekeruhan	NTU	5	0,54	√	0,99	√	0,74	√	0,66	√	1,23	√	0,39	√
B	Analisa Kimia														
1	pH	-	6,5 – 8,5	7,6	√	7,35	√	8,6	×	8,2	√	8	√	7,7	√
2	Arsen (As)	mg/l	0,01	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
3	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,02	√	0,02	√	0,02	√	0,04	√	0,03	√	0,03	√
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500	45,72	√	63,31	√	87,93	√	105,51	√	38,69	√	57,25	√
5	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	250	40,04	√	38,04	√	24,08	√	24,02	√	25,03	√	26,74	√
6	Kromium (Cr ₆)	mg/l	0,05	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
7	Nitrat (NO ₃)	mg/l	50	3,2	√	3	√	1,9	√	1,5	√	3,1	√	2,6	√
8	Nitrit (NO ₂)	mg/l	3	0,05	√	0,03	√	0,06	√	0	√	0,03	√	0,02	√
9	Sianida (SN ⁻)	mg/l	0,07	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√

Tabel 5.24. Pengecekan kualitas air produksi pada tahun 2009 (lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009											
				Jan	Cek	Feb	Cek	Mar	Cek	Apr	Cek	Mei	Cek	Jun	Cek
B	Analisa Kimia														
10	Sulfat (SO ₄)	mg/l	250	4,98	√	72,18	√	17,21	√	4,01	√	2,07	√	5,2	√
11	Timbal (Pb)	mg/l	0,01	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√	0	√
12	Ammonium (NH ₄)	mg/l	1,5	0,06	√	0,09	√	0,3	√	0,01	√	0,48	√	0,14	√
13	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10	6,72	√	8,12	√	7,73	√	6,48	√	3,1	√	5,68	√
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,1	√	0,1	√	0,1	√	0,1	√	0,1	√	0,1	√
C	Analisa Biologi														
1	Coliform	MPN/100 ml	0	0	√	0	√	<3	×	0	√	0	√	0	√

Tabel 5.24. Pengecekan kualitas air produksi pada tahun 2009 (lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009													
				Jul	Cek	Aug	Cek	Sep	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek	Rata - rata	
A				Analisa Fisika													
1	Temperatur	°C	± 3	25	√	25	√	-	-	-	-	-	-	-	-	25	√
2	Bau	mg/l	tak berbau	tak berbau	√	tak berbau	√	-	-	-	-	-	-	-	-	tak berbau	√
3	Rasa	-	tak berasa	tak berasa	√	tak berasa	√	-	-	-	-	-	-	-	-	tak berasa	√
4	Warna	TCU	15	21	×	4	√	-	-	-	-	-	-	-	-	12,4	√
5	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	1.000	222	√	94	√	-	-	-	-	-	-	-	-	151,9	√
6	Kekeruhan	NTU	5	1,69	√	2	√	-	-	-	-	-	-	-	-	1	√
B				Analisa Kimia													
1	pH	-	6,5 – 8,5	7,9	√	7	√	-	-	-	-	-	-	-	-	7,8	√
2	Arsen (As)	mg/l	0,01	0	√	0	√	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√
3	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,07	√	0,01	√	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500	112,54	√	87,37	√	-	-	-	-	-	-	-	-	74,8	√
5	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	250	31,03	√	33,96	√	-	-	-	-	-	-	-	-	30,4	√
6	Kromium (Cr ₆)	mg/l	0,05	0	√	0	√	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√
7	Nitrat (NO ₃)	mg/l	50	2,6	√	1,2	√	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	√
8	Nitrit (NO ₂)	mg/l	3	0,08	√	0,05	√	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√
9	Sianida (SN ⁻)	mg/l	0,07	0	√	0	√	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√

Tabel 5.24. Pengecekan kualitas air produksi pada tahun 2009 (lanjutan)

No	Parameter Analisis	Satuan	Standar	2009														
				Jul	Cek	Aug	Cek	Sep	Cek	Okt	Cek	Nov	Cek	Des	Cek	Rata - rata	Cek	
B	Analisa Kimia																	
10	Sulfat (SO ₄)	mg/l	250	34,05	√	28,79	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,1	√
11	Timbal (Pb)	mg/l	0,01	0	√	0	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√
12	Ammonium (NH ₄)	mg/l	1,5	0,5	√	0,04	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	√
13	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10	4,65	√	7,02	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	√
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	0,1	√	0,1	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	√
C	Analisa Biologi																	
1	Coliform	MPN/100 ml	0	0	√	0	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	√

Sumber : Telah diolah kembali

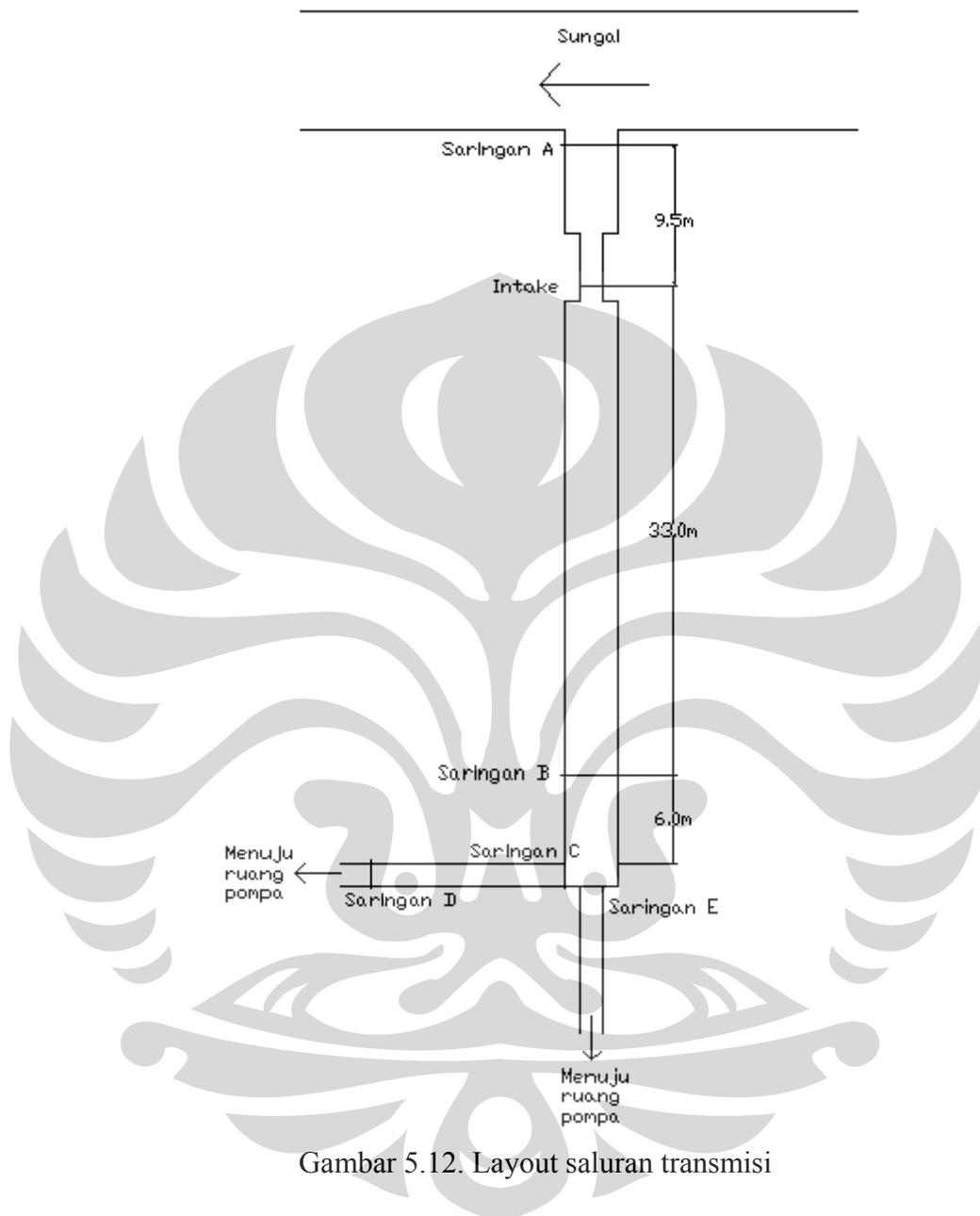
Keterangan : (√) = sesuai, (×) = tidak sesuai. Peraturan yang digunakan KepMenKes RI Nomor 907 Tahun 2002

5.3 Evaluasi dan Pengembangan Instalasi

Pada evaluasi instalasi akan dilakukan perhitungan dari parameter – parameter tiap unit pengolahan berdasarkan dimensi dan data terkait dari unit yang akan dihitung. Evaluasi akan meliputi debit eksisting dan debit pengembangan. Evaluasi dengan debit eksisting adalah evaluasi instalasi eksisting dengan menggunakan debit eksisting (300 L/detik), hal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja tiap unit pengolahan saat ini apakah sudah sesuai dengan standar dan kriteria desain. Untuk unit yang ternyata bermasalah setelah dievaluasi dengan debit eksisting maka akan diberi usulan perbaikan berupa rekomendasi solusi yang dapat diaplikasikan pada instalasi eksisting. Evaluasi dengan debit pengembangan adalah evaluasi instalasi eksisting dengan menggunakan debit pengembangan tahap 1 (450 L/detik) dan tahap 2 (600 L/detik), hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah unit – unit pengolahan eksisting masih mampu melakukan pengolahan yang sesuai dengan standar dan kriteria desain jika dilakukan penambahan pada debit air yang diolah.

Setelah melakukan evaluasi dengan menggunakan debit eksisting dan debit pengembangan maka akan dihitung berapa debit maksimal yang dapat diolah masing – masing unit pengolahan tanpa melampaui standar dan kriteria desain. Pengembangan instalasi dilakukan jika debit pengembangan melebihi debit maksimal yang dapat diolah instalasi eksisting sehingga unit – unit pengolahan eksisting tidak mampu mengolah debit pengembangan sesuai dengan kriteria desain. Dimensi unit – unit pengolahan pada pengembangan akan mengikuti dimensi unit – unit pengolahan eksisting jika unit pengolahan eksistingnya tidak bermasalah. Jika dimensi unit eksisting bermasalah maka pada pengembangan akan dilakukan penambahan unit dengan perubahan desain yang menggunakan rekomendasi solusi yang sama dengan usulan perbaikan pada unit – unit eksisting.

5.3.1 Intake



Gambar 5.12. Layout saluran transmisi

Sumber : Digambar ulang sesuai kondisi eksisting

- Kecepatan pada saringan kasar (Persamaan 2.18)

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{(0,055m \times 50) \times 3m} = 0,036m / \text{detik}$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 70) \times 3m} = 0,041m / \text{detik}$$

$$v_{C,D,E} = \frac{Q}{A} = \frac{0,15m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 30) \times 3m} = 0,048m / \text{detik}$$

- *Head loss* pada saringan kasar (Persamaan 2.19)

$$h_{L,A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,036^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00009m$$

$$h_{L,B} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,041^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00012m$$

$$h_{L,C,D,E} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,048^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00017m$$

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Persamaan 2.22)

Karena luas bukaan tidak diketahui maka luas bukaan dihitung dengan mengasumsikan kecepatan aliran yang melewati bukaan pintu *intake* adalah kecepatan maksimal yaitu 0,08 m/detik.

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{0,08m / \text{detik}} = 3,75 m^2$$

Jika lebar bukaan adalah 1,5 m maka tinggi bukaan adalah 2,5 m. Lebar dan tinggi bukaan sesuai jika menggunakan asumsi tersebut karena lebar dan tinggi bukaan pintu *intake* tidak melebihi lebar dan kedalaman saluran.

- *Head loss* pada pintu *intake* (Persamaan 2.21)

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,08}{0,75} \right)^2 = 0,00058m$$

- Debit pompa

Pada kondisi eksisting, pompa 2 dan pompa 4 rusak sehingga yang digunakan adalah pompa 1 dan 3. Pompa 5 dan 6 digunakan sebagai pompa cadangan.

$$\text{Debit maksimum tiap pompa} = \frac{300l / \text{detik}}{2 \text{ pompa}} = 150l / \text{detik}$$

Debit maksimum tiap pompa adalah 150 L/detik, sesuai dengan spesifikasi pompa 1 dan pompa 3.

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/detik)

- Kecepatan pada saringan kasar (Persamaan 2.18)

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0,45m^3 / \text{detik}}{(0,055m \times 50) \times 3m} = 0,055m / \text{detik}$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0,45m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 70) \times 3m} = 0,061m / \text{detik}$$

$$v_{C,D} = \frac{Q}{A} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 30) \times 3m} = 0,095m / \text{detik}$$

$$v_E = \frac{Q}{A} = \frac{0,15m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 30) \times 3m} = 0,048m / \text{detik}$$

- Head loss pada saringan kasar (Persamaan 2.19)

$$h_{L,A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,055^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00022m$$

$$h_{L,B} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,061^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00027m$$

$$h_{L,C,D} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,095^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00066m$$

$$h_{L,E} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,048^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00017m$$

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Persamaan 2.22)

$$v = \frac{0,45m^3 / \text{detik}}{3,75m^2} = 0,12m / \text{detik}$$

- *Head loss* pada pintu *intake* (Persamaan 2.21)

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,12}{0,75} \right)^2 = 0,0013m$$

- Debit pompa

$$\text{Debit maksimum tiap pompa} = \frac{450L / \text{detik}}{3 \text{ pompa}} = 150L / \text{detik}$$

Debit maksimum tiap pompa adalah 150 L/detik, sehingga sebaiknya ditambahkan 1 pompa lagi dengan kapasitas 150 L/detik dari kondisi eksisting.

Tahun 2024 (Q max instalasi = 600 L/detik)

- Kecepatan pada saringan kasar (Persamaan 2.18)

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0,6m^3 / \text{detik}}{(0,055m \times 50) \times 3m} = 0,073m / \text{detik}$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0,6m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 70) \times 3m} = 0,082m / \text{detik}$$

$$v_{C,D,E} = \frac{Q}{A} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{(0,035m \times 30) \times 3m} = 0,095m / \text{detik}$$

- *Head loss* pada saringan kasar (Persamaan 2.19)

$$h_{L,A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,073^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00039m$$

$$h_{L,B} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,082^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00049m$$

$$h_{L,C,D,E} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,095^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00066m$$

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Persamaan 2.22)

$$v = \frac{0,6m^3 / detik}{3,75m^2} = 0,16m / detik$$

- *Head loss* pada pintu *intake* (Persamaan 2.21)

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,16}{0,75} \right)^2 = 0,0023m$$

- Debit pompa

$$\text{Debit maksimum tiap pompa} = \frac{600L / detik}{4 \text{ pompa}} = 150L / detik$$

Debit maksimum tiap pompa adalah 150 L/detik, sehingga sebaiknya ditambahkan 2 pompa lagi dengan kapasitas 150 L/detik dari kondisi eksisting.

Q max instalasi eksisting

Q max instalasi yang dapat melewati saringan kasar adalah jika kecepatan aliran $v_{C,D,E}$ dengan tidak melebihi 0,08 m/detik.

$$Q = v_{C,D,E} \times A = 0,079m / detik \times (0,035m \times 50) \times 3m = 0,25m^3 / detik$$

Karena $v_{C,D,E}$ mengalirkan setengah debit maksimum instalasi, maka total debit maksimum instalasi yang bisa dilewatkan pada saringan tanpa melebihi kriteria desain adalah 500 L/detik.

- Kecepatan pada saringan kasar (Persamaan 2.18)

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0,5m^3 / detik}{(0,055m \times 50) \times 3m} = 0,061m / detik$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0,5m^3 / detik}{(0,035m \times 70) \times 3m} = 0,068m / detik$$

$$v_{C,D,E} = \frac{Q}{A} = \frac{0,25m^3 / detik}{(0,035m \times 30) \times 3m} = 0,079m / detik$$

- *Head loss* pada saringan kasar (Persamaan 2.19)

$$h_{L,A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,061^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00027m$$

$$h_{L,B} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,068^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00034m$$

$$h_{L,C,D,E} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,079^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00045m$$

- Kecepatan aliran pada pintu *intake* (Persamaan 2.22)

$$v = \frac{0,5m^3 / \text{detik}}{3,75m^2} = 0,13m / \text{detik}$$

- *Head loss* pada pintu *intake* (Persamaan 2.21)

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,13}{0,75} \right)^2 = 0,0016m$$

- Debit pompa

$$\text{Debit maksimum tiap pompa} = \frac{500L / \text{detik}}{4 \text{ pompa}} = 125L / \text{detik}$$

Pada debit 500 L/detik dapat digunakan pompa berkapasitas 150 L/detik, hal ini karena pompa yang ada sebelumnya berkapasitas 150 L/detik sehingga biar spesifikasi pompa yang digunakan seragam.

Analisa dan rekomendasi solusi

Tabel 5.25. Rangkuman perhitungan *intake*

Parameter Desain	Kriteria Desain	Nilai								
		2009 (300 L/det)	Cek	2014 (450 L/det)	Cek	2024 (600 L/det)	Cek	Max (500 L/det)	Cek	
Saringan kasar A	o Kecepatan	< 0,08 m/detik	0,036	√	0,055	√	0,073	√	0,061	√
	o Head loss		0,00009 m	√	0,00022 m	√	0,00039 m	√	0,00027 m	√
Saringan kasar B	o Kecepatan	< 0,08 m/detik	0,041	√	0,061	√	0,082	X	0,068	√
	o Head loss		0,00012 m	√	0,00027 m	√	0,00049 m	√	0,0034 m	√
Saringan kasar C	o Kecepatan	< 0,08 m/detik	0,048	√	0,095	X	0,095	X	0,079	√
	o Head loss		0,00017 m	√	0,00066 m	√	0,00066 m	√	0,0045 m	√
Saringan kasar D	o Kecepatan	< 0,08 m/detik	0,048	√	0,095	X	0,095	X	0,079	√
	o Head loss		0,00017 m	√	0,00066 m	√	0,00066 m	√	0,0045 m	√
Saringan kasar E	o Kecepatan	< 0,08 m/ detik	0,048	√	0,048	√	0,095	X	0,079	√
	o Head loss		0,00017 m	√	0,00017 m	√	0,00066 m	√	0,0045 m	√
Pintu intake	o Kecepatan	≤ 0,08 m/ detik	0,08	√	0,12	X	0,16	X	0,13	X
	o Head loss		0,00058	√	0,0013	√	0,0023	√	0,0016	√
Pompa	Sesuai dengan total debit									
	o Jumlah o Debit	yang masuk instalasi	2 150 L/det	√ √	3 150 L/det	√ √	4 150 L/det	√ √	4 150 L/det	√ √

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : (√) = sesuai, (X) = tidak sesuai

Luas bukaan pintu *intake* pada tahun 2009 (kondisi eksisting) tidak dapat diketahui karena tidak adanya data dan kesulitan dalam melakukan pengukuran. Oleh karena itu dalam perhitungan menggunakan asumsi bahwa aliran yang melewatinya dengan kecepatan maksimum yaitu 0,08 m/detik, sehingga didapat luas bukaan sebesar 3,75 m². Saringan pada *intake* dibagi menjadi dua jenis berdasarkan ukurannya. Saringan yang berlokasi sebelum *intake* mempunyai ukuran bukaan lebih besar yaitu 5,5 cm,

sedangkan saringan yang berlokasi sebelum pompa mempunyai ukuran bukaan 3,5 cm.

Ukuran bukaan saringan sebelum *intake* memenuhi kriteria desain saringan kasar karena berada di antara 5–8 cm, namun ukuran bukaan saringan setelah *intake* tidak memenuhi kriteria desain saringan kasar ataupun saringan halus. Ukuran bukaan saringan sebelum pompa adalah 3,5 cm, padahal kriteria desain bukaan saringan kasar adalah 5–8 cm dan kriteria desain bukaan saringan halus adalah $\pm 0,5$ cm. Seharusnya saringan yang berada sebelum pompa adalah saringan halus, namun karena ukuran bukaan saringan yang ada lebih mendekati saringan kasar maka perhitungan saringan yang berada sebelum pompa mengikuti perhitungan untuk saringan kasar. Kelima saringan yang ada baik sebelum *intake* ataupun sebelum pompa masih memenuhi kriteria desain kecepatan alirannya karena kurang dari 0,08 m/detik.

Untuk pengembangan sebaiknya ditambahkan 1 pintu *intake* pada pengembangan tahap 1 (2014) karena kecepatan alirannya tidak memenuhi kriteria desain. Jika telah ditambahkan 1 pintu *intake* pada tahap 1 maka tidak perlu ditambahkan lagi pada tahap 2 karena kecepatan aliran dengan penambahan 1 pintu *intake* pada tahap 1 saja masih memenuhi kriteria desain. Karena pada pengembangan tahap 1 dan pengembangan tahap 2 terdapat parameter yang tidak sesuai kriteria desain yaitu kecepatan pada saringan kasar, maka perlu dilakukan perubahan pada desain untuk pengembangan. Perubahan desain dapat dilakukan dengan menambah kedalaman saluran. Kedalaman saluran dapat ditambah 1 meter menjadi 4 meter. Pada pengembangan sebaiknya mengganti saringan kasar C, D, dan E dengan saringan halus supaya semakin banyak sampah yang dihilangkan sebelum air menuju pompa. Berikut ini adalah perhitungan untuk pengembangan:

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/detik)

Kecepatan pada saringan kasar (Persamaan 2.18)

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0,45m^3 / detik}{(0,055m \times 50) \times 4m} = 0,041m / detik$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0,45m^3 / detik}{(0,035m \times 70) \times 4m} = 0,046m / detik$$

Head loss pada saringan kasar (Persamaan 2.19)

$$h_{L,A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,041^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00012m$$

$$h_{L,B} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,046^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00015m$$

Kecepatan pada saringan halus (Persamaan 2.20)

$$v_{C,D} = \frac{Q}{A \times eff} = \frac{0,15m^3 / detik}{4m \times 1,5m \times 0,5} = 0,05m / detik$$

$$v_E = \frac{Q}{A \times eff} = \frac{0,3m^3 / detik}{4m \times 1,5m \times 0,5} = 0,1m / detik$$

Head loss pada saringan halus (Persamaan 2.21)

$$h_{L,C,D} = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,05}{0,75} \right)^2 = 0,00023m$$

$$h_{L,E} = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,1}{0,75} \right)^2 = 0,00091m$$

Kecepatan aliran pada pintu intake (Persamaan 2.22)

$$v = \frac{0,45m^3 / detik}{2 \times 3,75m^2} = 0,06m / detik$$

Head loss pada pintu intake (Persamaan 2.21)

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,06}{0,75} \right)^2 = 0,00033m$$

Tahun 2024 (Q max instalasi = 600 L/detik)

Kecepatan pada saringan kasar (Persamaan 2.18)

$$v_A = \frac{Q}{A} = \frac{0,6m^3 / detik}{(0,055m \times 50) \times 4m} = 0,055m / detik$$

$$v_B = \frac{Q}{A} = \frac{0,6m^3 / detik}{(0,035m \times 70) \times 4m} = 0,061m / detik$$

Head loss pada saringan kasar (Persamaan 2.19)

$$h_{L.A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,055^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00022m$$

$$h_{L.A} = \frac{(v^2 - v_v^2)}{2g} \times \frac{1}{0,7} = \frac{(0,061^2 - 0^2)}{2 \times 9,8} \times \frac{1}{0,7} = 0,00027m$$

Kecepatan pada saringan halus (Persamaan 2.20)

$$v_{C,D,E} = \frac{Q}{A \times eff} = \frac{0,3m^3 / detik}{4m \times 1,5m \times 0,5} = 0,1m / detik$$

Head loss pada saringan halus (Persamaan 2.21)

$$h_{L.C,D,E} = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,1}{0,75} \right)^2 = 0,00091m$$

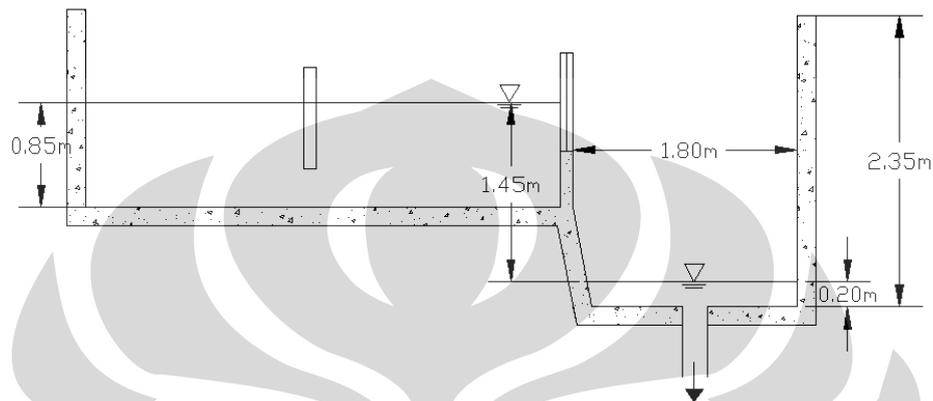
Kecepatan aliran pada pintu intake (Persamaan 2.22)

$$v = \frac{0,6m^3 / detik}{2 \times 3,75m^2} = 0,08m / detik$$

Head loss pada pintu intake (Persamaan 2.21)

$$h_L = \frac{1}{2g} \left(\frac{v}{C_d} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9,8} \left(\frac{0,08}{0,75} \right)^2 = 0,00058m$$

5.3.2 Koagulasi



Gambar 5.13. Potongan BB bak koagulasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,8m \times 1m \times 0,2m}{0,15m^3 / \text{detik}} = 2,4 \text{ detik}$$

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \times H}{(\mu \times T)}} = \sqrt{\frac{9.810N / m^3 \times 1,45m}{0,000875N - \text{det} / m^2 \times 2,4 \text{ det}}} = 2.603,2 / \text{detik}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$GT = \frac{2.603,2}{\text{detik}} \times 2,4 \text{ detik} = 6.248$$

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/s)

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,8m \times 1m \times 0,2m}{0,225m^3 / \text{detik}} = 1,6 \text{ detik}$$

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$G = \frac{\sqrt{\gamma \times H}}{\sqrt{(\mu \times T)}} = \frac{\sqrt{9.810N/m^3 \times 1,45m}}{\sqrt{(0,000875N - \text{det}/m^2 \times 1,6 \text{ det})}} = 3.188,3/\text{detik}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$GT = \frac{3.188,3}{\text{detik}} \times 1,6 \text{ det } ik = 5.101$$

Tahun 2024 (Q max instalasi = 600 L/s)

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,8m \times 1m \times 0,2m}{0,3m^3 / \text{detik}} = 1,2 \text{ detik}$$

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$G = \frac{\sqrt{\gamma \times H}}{\sqrt{(\mu \times T)}} = \frac{\sqrt{9.810N/m^3 \times 1,45m}}{\sqrt{(0,000875N - \text{det}/m^2 \times 1,2 \text{ det})}} = 3.681,5/\text{detik}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$GT = \frac{3.681,5}{\text{detik}} \times 1,2 \text{ det } ik = 4.418$$

Q max Instalasi eksisting

Debit maksimum instalasi yang dapat diolah pada unit koagulasi dengan tidak melebihi kriteria desain adalah 44 L/detik. Sehingga debit pengolahan pada tiap unit koagulasi adalah 22 L/detik.

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{1,8m \times 1m \times 0,2m}{0,022m^3 / \text{detik}} = 16,4 \text{ detik}$$

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \times H}{(\mu \times T)}} = \sqrt{\frac{9.810N / m^3 \times 1,45m}{(0,000875N - det / m^2 \times 16,4det)}} = 997/detik$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$GT = \frac{997}{det\ ik} \times 16,4det\ ik = 16.314$$

Analisa dan rekomendasi solusi

Tabel 5.26. Rangkuman perhitungan koagulasi

Parameter Desain	Kriteria Desain	Nilai							
		2009 (300 L/det)	Cek	2014 (450 L/det)	Cek	2024 (600 L/det)	Cek	Max (44 L/det)	Cek
Waktu detensi	10 s–5 menit	2,4 det	X	1,6 det	X	1,2 det	X	16,4 det	√
Gradien kecepatan	(700– 1.000)/detik	2.603	X	3.188	X	3.682	X	997	√
Nilai GT	(30.000–60.000)	6.248	X	5.101	X	4.418	X	16.314	X

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : (√) = sesuai, (X) = tidak sesuai

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka waktu detensi (T), gradien kecepatan (G) dan nilai GT unit koagulasi pada pengolahan eksisting (2009), pengembangan tahap 1 (2014), dan pengembangan tahap 2 (2024) tidak memenuhi kriteria desain. Hal ini dikarenakan volume air di dalam bak yang terlalu kecil. Dengan memperbesar volume dan tinggi terjunan maka dapat meningkatkan waktu detensi serta menurunkan gradien kecepatan sehingga nilai GT dapat diperbesar.

Parameter utama dalam bak koagulasi adalah gradien kecepatan, karena agitasi menyebabkan tabrakan antar partikel

sehingga partikel dapat menyatu menjadi flok. Kerugian dari gradien kecepatan yang terlalu besar adalah menghasilkan *shear forces* yang berlebihan sehingga mengakibatkan sulitnya pembentukan flok. Sedangkan kerugian dari waktu detensi yang terlalu kecil menyebabkan waktu untuk homogenisasi koagulan dan air menjadi sebentar, sehingga akan terbentuk flok dengan ukuran yang belum seimbang. Akibat gradien kecepatan yang terlalu besar dan waktu detensi yang terlalu kecil adalah jumlah total partikel yang bertabrakan (nilai GT) menjadi sedikit.

Untuk pengembangan sebaiknya ditambahkan masing-masing 1 unit koagulasi berkapasitas 150 L/s pada tiap tahap, sehingga total unit koagulasi pada tahap 1 (2014) menjadi 3 unit dan pada tahap 2 (2024) menjadi 4 unit. Karena parameter-parameter desain pada unit eksisting dan pengembangan tidak sesuai kriteria desain, maka perlu dilakukan perubahan pada desain. Perubahan desain dapat dilakukan dengan mengubah dimensi bak sehingga volume bak menjadi lebih besar dan terjunan menjadi lebih tinggi. Berikut ini adalah perhitungan unit koagulasi dengan perubahan dimensi bak dan terjunan.

Kriteria Desain:

Debit	: 0,15 m ³ /detik
Panjang bak	: 2 m
Lebar bak	: 2 m
Tinggi bak	: 4 m
Tinggi air	: 1,5 m
Kedalaman terjunan	: 2,2 m

$$\text{Waktu detensi : } T = \frac{V}{Q} = \frac{p \times l \times t}{Q} = \frac{2m \times 2m \times 1,5m}{0,15m^3 / \text{detik}} = 40 \text{ detik}$$

$$\text{Gradien kecepatan : } G = \sqrt{\frac{\gamma \times H}{(\mu \times T)}}$$

$$= \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 2.2m}{(0,000875N - \text{det}/m^2 \times 40 \text{ det})}}$$

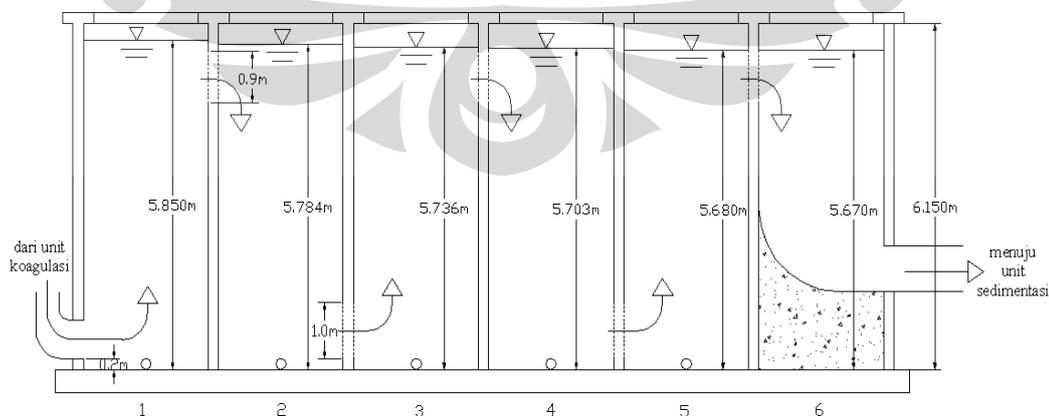
$$= 785,4/\text{detik}$$

Nilai GT : $GT = \frac{785}{\text{det ik}} \times 40 \text{ det ik} = 31.417$

Dengan dilakukannya perubahan volume bak dan ketinggian terjunan yang semakin besar, maka parameter pada unit koagulasi seperti waktu detensi, gradien kecepatan, dan nilai GT memenuhi kriteria desain.

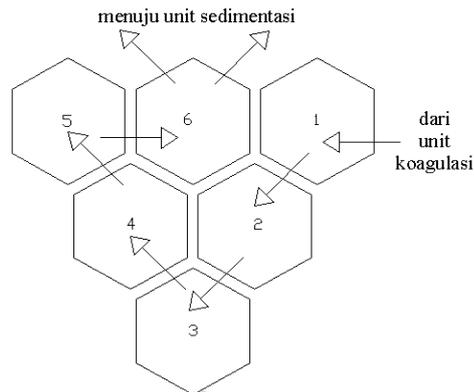
Koagulan yang digunakan dalam proses koagulasi adalah *polyaluminium chloride* (PAC), $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$. PAC merupakan polimer sintetis yang dapat larut dalam air. Keuntungan PAC dibanding alum adalah dosis yang dibutuhkan lebih sedikit, waktu flokulasi menjadi lebih sebentar, lebih aman, lumpur yang dihasilkan lebih sedikit, dan bisa digunakan dalam rentang pH yang besar yaitu 5 – 9. Oleh karena itu penggunaan PAC sebagai koagulan di instalasi sudah cukup baik sehingga tidak perlu diganti dengan koagulan lain.

5.3.3 Flokulasi



Gambar 5.14. Profil hidraulis bak flokulasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli

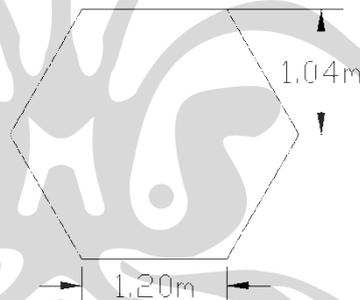


Gambar 5.15. Rute bak flokulasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan bak} &= 6 \left(\frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \right) \\ &= 6 \left(\frac{1}{2} \times 1,2 \text{ m} \times 1,04 \text{ m} \right) = 3,74 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 5.16. penampang bak flokulasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli

$$\text{Kompartemen 1} \quad V = 3,74 \text{ m}^2 \times 5,85 \text{ m} = 21,89 \text{ m}^3$$

$$T = \frac{21,89 \text{ m}^3}{0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}} = 145,9 \text{ detik} = 2,43 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad V = 3,74 \text{ m}^2 \times 5,784 \text{ m} = 21,64 \text{ m}^3$$

$$T = \frac{21,64 \text{ m}^3}{0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}} = 144,3 \text{ detik} = 2,4 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 3} \quad V &= 3,74 \text{ m}^2 \times 5,736 \text{ m} = 21,46 \text{ m}^3 \\ T &= \frac{21,46 \text{ m}^3}{0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{det ik}}} = 143,1 \text{ detik} = 2,38 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 4} \quad V &= 3,74 \text{ m}^2 \times 5,703 \text{ m} = 21,34 \text{ m}^3 \\ T &= \frac{21,34 \text{ m}^3}{0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{det ik}}} = 142,2 \text{ detik} = 2,37 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 5} \quad V &= 3,74 \text{ m}^2 \times 5,68 \text{ m} = 21,25 \text{ m}^3 \\ T &= \frac{21,25 \text{ m}^3}{0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{det ik}}} = 141,7 \text{ detik} = 2,36 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Total waktu detensi} = 2,43 + 2,40 + 2,38 + 2,37 + 2,36 = 12 \text{ menit}$$

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 1} \quad H &= 5,85 - 5,784 = 0,066 \text{ m} \\ G &= \sqrt{\frac{9.810 \text{ N/m}^3 \times 0,066}{(0,0008746 \times 145,9)}} = 71,23 / \text{det ik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 2} \quad H &= 5,784 - 5,736 = 0,048 \text{ m} \\ G &= \sqrt{\frac{9.810 \text{ N/m}^3 \times 0,48}{(0,0008746 \times 144,3)}} = 61,09 / \text{det ik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 3} \quad H &= 5,736 - 5,703 = 0,033 \text{ m} \\ G &= \sqrt{\frac{9.810 \text{ N/m}^3 \times 0,033}{(0,0008746 \times 143,1)}} = 50,87 / \text{det ik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 4} \quad H &= 5,703 - 5,68 = 0,023 \text{ m} \\ G &= \sqrt{\frac{9.810 \text{ N/m}^3 \times 0,023}{(0,0008746 \times 142,2)}} = 42,59 / \text{det ik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kompartemen 5} \quad H &= 5,68 - 5,67 = 0,01 \text{ m} \\ G &= \sqrt{\frac{9.810 \text{ N/m}^3 \times 0,01}{(0,0008746 \times 141,7)}} = 28,14 / \text{det ik} \end{aligned}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

Rumus	:	$GT = G \times T$
Keterangan	:	G = gradien kecepatan (1/detik) T = waktu detensi (detik)
Kompartemen 1	GT	= 71,23 x 145,91 = 10.393,01
Kompartemen 2	GT	= 61,09 x 144,26 = 8.813,05
Kompartemen 3	GT	= 50,87 x 143,07 = 7.277,01
Kompartemen 4	GT	= 42,59 x 142,24 = 6.057,69
Kompartemen 5	GT	= 28,14 x 141,67 = 3.986,26

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/detik)

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$\text{Kompartemen 1} \quad T = \frac{21,886m^3}{0,225 \frac{m^3}{\text{det ik}}} = 97,27 \text{ detik} = 1,62 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad T = \frac{21,64m^3}{0,225 \frac{m^3}{\text{det ik}}} = 96,18 \text{ detik} = 1,6 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad T = \frac{21,460m^3}{0,225 \frac{m^3}{\text{det ik}}} = 95,38 \text{ detik} = 1,59 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad T = \frac{21,34m^3}{0,225 \frac{m^3}{\text{det ik}}} = 94,83 \text{ detik} = 1,58 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad T = \frac{21,25m^3}{0,225 \frac{m^3}{\text{det ik}}} = 94,45 \text{ detik} = 1,57 \text{ menit}$$

Total waktu detensi = 1,62+1,60+1,59+1,58+1,57 = 7,97 menit

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$\text{Kompartemen 1} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,066}{(0,0008746 \times 97,27)}} = 87,24 / \text{det ik}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,048}{(0,0008746 \times 96,18)}} = 74,82 / \text{det ik}$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,033}{(0,0008746 \times 95,38)}} = 62,3 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,023}{(0,0008746 \times 94,83)}} = 52,2 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,01}{(0,0008746 \times 94,45)}} = 34,46 / \text{detik}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$\text{Kompartemen 1} \quad GT = 87,24 \times 97,27 = 8.485,9$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad GT = 74,82 \times 96,18 = 7.195,8$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad GT = 62,3 \times 95,38 = 5.941,7$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad GT = 52,2 \times 94,83 = 4.946,1$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad GT = 34,46 \times 94,45 = 3.254,8$$

Tahun 2024 (Q max instalasi = 585 L/detik)

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$\text{Kompartemen 1} \quad T = \frac{21,886 m^3}{0,3 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 72,95 \text{ detik} = 1,22 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad T = \frac{21,64 m^3}{0,3 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 72,13 \text{ detik} = 1,2 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad T = \frac{21,46 m^3}{0,3 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 71,53 \text{ detik} = 1,19 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad T = \frac{21,34 m^3}{0,3 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 71,12 \text{ detik} = 1,19 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad T = \frac{21,25 m^3}{0,3 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 70,83 \text{ detik} = 1,18 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu detensi} = 1,22 + 1,2 + 1,19 + 1,19 + 1,18 = 5,98 \text{ menit}$$

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$\text{Kompartemen 1} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,066}{(0,0008746 \times 72,95)}} = 100,73 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,048}{(0,0008746 \times 72,13)}} = 86,4 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,033}{(0,0008746 \times 71,53)}} = 71,93 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,023}{(0,0008746 \times 71,12)}} = 60,23 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad G = \sqrt{\frac{9.810 N / m^3 \times 0,01}{(0,0008746 \times 70,83)}} = 39,79 / \text{detik}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$\text{Kompartemen 1} \quad GT = 100,73 \times 72,95 = 7.345$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad GT = 86,4 \times 72,13 = 6.231,8$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad GT = 71,93 \times 71,53 = 5.145,6$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad GT = 60,23 \times 71,12 = 4.283,4$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad GT = 39,79 \times 70,83 = 2.818,7$$

Q max Instalasi eksisting

Debit maksimum instalasi yang dapat diolah pada unit flokulasi yang dengan tidak melampaui kriteria desain adalah 120 L/detik. Sehingga debit pengolahan pada masing – masing unit flokulasi adalah 60 L/detik.

- Waktu detensi (Persamaan 2.23)

$$\text{Kompartemen 1} \quad T = \frac{21,886 m^3}{0,06 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 364,8 \text{ detik} = 6,08 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad T = \frac{21,64 m^3}{0,06 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 360,7 \text{ detik} = 6,01 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad T = \frac{21,46m^3}{0,06 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 357,7 \text{ detik} = 5,96 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad T = \frac{21,34m^3}{0,06 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 355,6 \text{ detik} = 5,93 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad T = \frac{21,25m^3}{0,06 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 354,2 \text{ detik} = 5,9 \text{ menit}$$

Total waktu detensi = 6,08+6,01+5,96+5,93+5,9 = 29,9 menit

- Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

$$\text{Kompartemen 1} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,066}{(0,0008746 \times 364,8)}} = 45,05 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,048}{(0,0008746 \times 360,7)}} = 38,64 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,033}{(0,0008746 \times 357,7)}} = 32,17 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,023}{(0,0008746 \times 355,6)}} = 26,94 / \text{detik}$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,01}{(0,0008746 \times 354,2)}} = 17,8 / \text{detik}$$

- Nilai GT (Persamaan 2.26)

$$\text{Kompartemen 1} \quad GT = 45,05 \times 364,8 = 16.432,8$$

$$\text{Kompartemen 2} \quad GT = 38,64 \times 360,7 = 13.934,7$$

$$\text{Kompartemen 3} \quad GT = 32,17 \times 357,7 = 11.506$$

$$\text{Kompartemen 4} \quad GT = 26,94 \times 355,6 = 9.578,1$$

$$\text{Kompartemen 5} \quad GT = 17,8 \times 354,2 = 6.302,8$$

Analisa dan rekomendasi solusi

Tabel 5.27. Rangkuman perhitungan flokulasi

Parameter Desain	Kriteria Desain	Nilai							
		2009 (300 L/det)	Cek	2017 (450 L/det)	Cek	2022 (600 L/det)	Cek	Max (120 L/det)	Cek
Waktu detensi	(10 – 30) menit	12	√	7,17	X	6,13	X	29,9	√
Gradien kecepatan	(15 – 60)/detik	71,23/s	X	91,96/s	X	99,47/s	X	45,05	√
		61,09/s	X	78,87/s	X	85,31/s	X	38,64	√
		50,87/s	√	65,67/s	X	71,03/s	X	32,17	√
		42,59/s	√	55/s	√	59,47/s	√	26,94	√
		28,14	√	36,33/s	√	39,3/s	√	17,8	√
Nilai GT	(10,000 – 150,000)	10.393	√	8.050,4	X	9.147,3	X	16.432,8	√
		8.813,1	X	6.826,6	X	6.311,2	X	13.934,7	√
		7.277	X	5.636,8	X	5.211,2	X	11.506	√
		6.057,7	X	4.692,3	X	4.338	X	9.578,1	X
		3.986,3	X	3.087,4	X	2.854,6	X	6.302,8	X

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : (√) = sesuai, (X) = tidak sesuai

Berdasarkan perhitungan, waktu detensi pada pengolahan eksisting (2009) masih memenuhi kriteria desain, namun gradien kecepatan dan nilai GT tidak memenuhi kriteria desain. Gradien kecepatan melebihi kriteria, sedangkan nilai GT tidak mencapai kriteria, padahal nilai GT adalah parameter utama pada unit flokulasi yang menunjukkan berapa banyak partikel yang bertubrukan dan membentuk flok. Perubahan nilai gradien kecepatan yang semakin kecil dari kompartemen awal ke kompartemen akhir dilakukan supaya terjadi banyak tabrakan partikel pada kompartemen awal, kemudian terjadi sedikit tabrakan partikel pada kompartemen akhir sehingga flok yang sudah terbentuk semakin membesar dan tidak hancur.

Untuk pengembangan sebaiknya ditambahkan masing-masing 1 unit flokulasi berkapasitas 150 L/s pada tiap tahap, sehingga total unit flokulasi pada tahap 1 (2014) menjadi 3 unit dan pada tahap 2 (2024) menjadi 4 unit. Karena parameter-parameter desain pada unit flokulasi eksisting dan pengembangan ada yang tidak sesuai dengan kriteria desain, maka perlu dilakukan perubahan pada desain. Merubah waktu detensi dan gradien kecepatan dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai GT. Berikut ini adalah perhitungan unit koagulasi dengan perubahan dimensi bak dan terjunan.

Kriteria desain:

Debit	: 150 L/detik
Jumlah kompartemen	: 6
Panjang tiap sisi kompartemen	: 1,8 m
Tinggi kompartemen	: 6,2 m
Tinggi air kompartemen 1	: 5,95 m
Tinggi air kompartemen 2	: 5,88 m
Tinggi air kompartemen 3	: 5,82 m
Tinggi air kompartemen 4	: 5,77 m
Tinggi air kompartemen 5	: 5,73 m
Tinggi air kompartemen 6	: 5,7 m

Waktu Detensi (Persamaan 2.23)

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan bak} &= 6 (1/2 \times \text{alas} \times \text{tinggi}) \\ &= 6 (1/2 \times 1,8 \text{ m} \times 1,56 \text{ m}) = 8,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Kompartemen 1 } V = 8,42 \text{ m}^2 \times 5,95 \text{ m} = 50,09 \text{ m}^3$$

$$T = \frac{50,09 \text{ m}^3}{0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}} = 334 \text{ detik} = 5,57 \text{ menit}$$

$$\text{Kompartemen 2 } V = 8,42 \text{ m}^2 \times 5,88 \text{ m} = 49,5 \text{ m}^3$$

$$T = \frac{21,64m^3}{0,15 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 330 \text{ detik} = 5,5 \text{ menit}$$

Kompartemen 3 $V = 8,42 \text{ m}^2 \times 5,77 \text{ m} = 49 \text{ m}^3$

$$T = \frac{49m^3}{0,15 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 327 \text{ detik} = 5,44 \text{ menit}$$

Kompartemen 4 $V = 8,42 \text{ m}^2 \times 5,73 \text{ m} = 48,6 \text{ m}^3$

$$T = \frac{48,6m^3}{0,15 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 324 \text{ detik} = 5,4 \text{ menit}$$

Kompartemen 5 $V = 8,42 \text{ m}^2 \times 5,7 \text{ m} = 48,23 \text{ m}^3$

$$T = \frac{48,23m^3}{0,15 \frac{m^3}{\text{detik}}} = 322 \text{ detik} = 5,36 \text{ menit}$$

Total waktu detensi = $5,57+5,5+5,44+5,4+5,36 = 27,3 \text{ menit}$

Gradien kecepatan (Persamaan 2.25)

Kompartemen 1 $H = 5,95 - 5,88 = 0,07 \text{ m}$

$$G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,07}{(0,0008746 \times 334)}} = 48,5 / \text{detik}$$

Kompartemen 2 $H = 5,88 - 5,82 = 0,06 \text{ m}$

$$G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,06}{(0,0008746 \times 330)}} = 45,2 / \text{detik}$$

Kompartemen 3 $H = 5,82 - 5,77 = 0,05 \text{ m}$

$$G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,05}{(0,0008746 \times 327)}} = 41,4 / \text{detik}$$

Kompartemen 4 $H = 5,77 - 5,73 = 0,04 \text{ m}$

$$G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,04}{(0,0008746 \times 324)}} = 37,2 / \text{detik}$$

Kompartemen 5 $H = 5,73 - 5,70 = 0,03 \text{ m}$

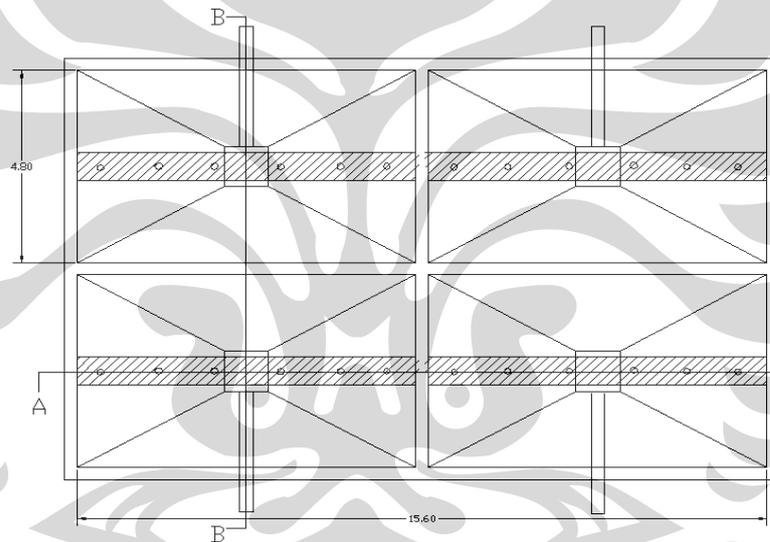
$$G = \sqrt{\frac{9.810N/m^3 \times 0,03}{(0,0008746 \times 322)}} = 32,4 / \text{detik}$$

Nilai GT (Persamaan 2.26)

Kompartemen 1	GT	= 48,5 x 334 = 16.192
Kompartemen 2	GT	= 45,2 x 330 = 14.902
Kompartemen 3	GT	= 41,4 x 327 = 13.534
Kompartemen 4	GT	= 37,2 x 324 = 12.053
Kompartemen 5	GT	= 32,4 x 322 = 10.402

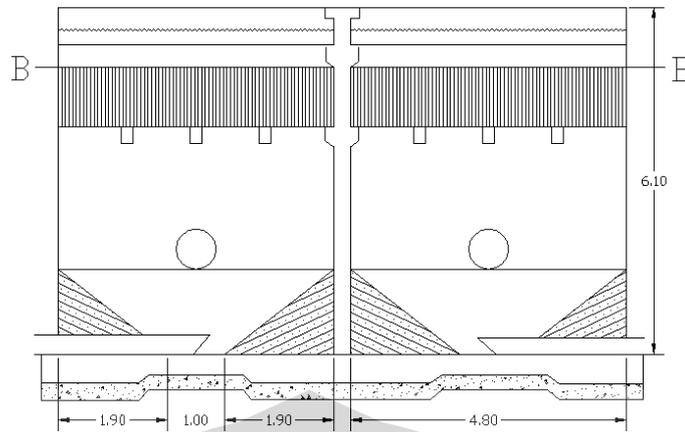
5.3.4 Sedimentasi

Pada saat pengurasan bak sedimentasi hanya tiga bak yang berfungsi karena pengurasan dilakukan pada tiap 1 bak.



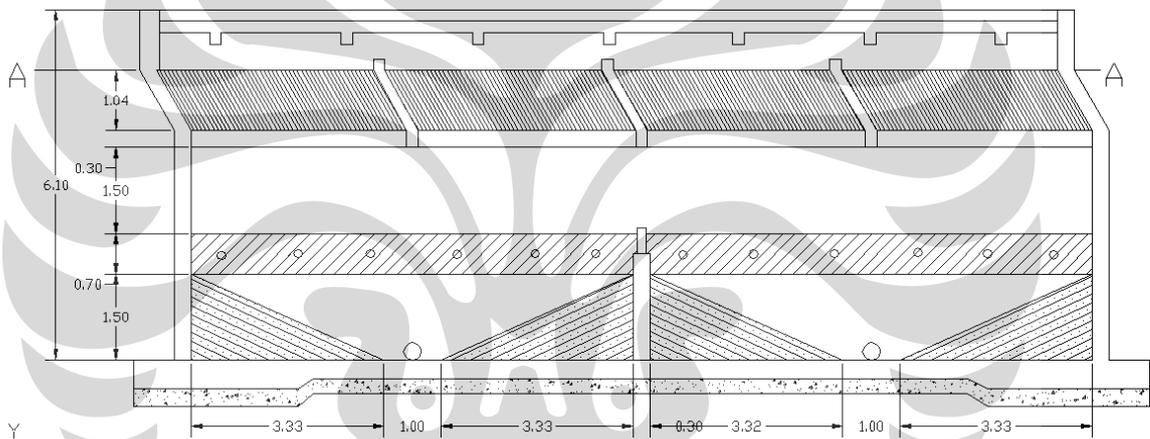
Gambar 5.17. Tampak atas bak sedimentasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli



Gambar 5.18. Potongan BB bak sedimentasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli



Gambar 5.19. Potongan AA bak sedimentasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli

- Rasio panjang-lebar bak (Persamaan 2.27)

$$\text{Rasio} = \frac{15,6}{4,8} = 3,3$$

- *Surface loading rate* (Persamaan 2.28)

$$v_t = \frac{(0,075 \text{ m}^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{4,8 \text{ m} \times 15,6 \text{ m}} = 86,54 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

Surface loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.28)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{3} = 0,1m^3 / \text{detik}$$

$$v_t = \frac{(0,1m^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{detik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 115,38m^3 / m^2 \cdot \text{hari}$$

- Kecepatan aliran di *tube settler* (Persamaan 2.29)

$$v_o = \frac{0,075m^3 / \text{detik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 1,16 \times 10^{-3} m / \text{detik} = 0,069m / \text{menit}$$

Kecepatan aliran di *tube settler* saat pengurasan (Persamaan 2.29)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{3} = 0,1m^3 / \text{detik}$$

$$v_o = \frac{0,1m^3 / \text{detik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 1,54 \times 10^{-3} m / \text{detik} = 0,093m / \text{menit}$$

- Weir loading rate (Persamaan 2.30)

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,075m^3 / \text{detik} \times 86.400 \text{detik} / \text{hari})}{(7 \times 4,8m)} = 192,8m^3 / m \cdot \text{hari}$$

Weir loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.30)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,3m^3 / \text{detik}}{3} = 0,1m^3 / \text{detik}$$

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,1m^3 / \text{detik} \times 86.400 \text{detik} / \text{hari})}{(7 \times 4,8m)} = 257,1m^3 / m \cdot \text{hari}$$

- Bilangan Reynold dan bilangan Froude

(Persamaan 2.31, 2.32, 2.33)

Luas permukaan *settler* = (6 x 0,5 x alas x tinggi)

$$= (6 \times 0,5 \times 0,3 \text{ m} \times 0,26 \text{ m}) = 0,234 \text{ m}^2$$

Keliling *settler* = 6 x sisi = 6 x 0,3 m = 1,8 m

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,234m^2}{1,8m} = 0,13m$$

$$Re = \frac{v_0 \times R}{\nu} = \frac{1,16 \times 10^{-3} \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 171,9$$

$$Fr = \frac{v_0^2}{g \times R} = \frac{(1,16 \times 10^{-3})^2}{9,8 \times 0,13} = 0,11 \times 10^{-5}$$

Bilangan Reynold dan bilangan Froude saat pengurasan
(Persamaan 2.31, 2.32, 2.33)

$$Re = \frac{v_0 \times R}{\nu} = \frac{1,54 \times 10^{-3} \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 228,2$$

$$Fr = \frac{v_0^2}{g \times R} = \frac{(1,54 \times 10^{-3})^2}{9,8 \times 0,13} = 0,19 \times 10^{-5}$$

- Waktu detensi bak (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,075m^3 / \text{detik}} = 5.691 \text{ detik} = 95 \text{ menit}$$

Waktu detensi bak saat pengurasan (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,1m^3 / \text{detik}} = 4.268 \text{ detik} = 71 \text{ menit}$$

- Waktu detensi *settler* (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,075} = 1.037,6 \text{ detik} = 17,3 \text{ menit}$$

Waktu detensi *settler* saat pengurasan (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,1} = 778,2 \text{ detik} = 13 \text{ menit}$$

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/s)

- *Surface loading rate* (Persamaan 2.28)

$$v_t = \frac{(0,1125m^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 129,8m / \text{hari}$$

Surface loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.28)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,45m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,15m^3 / \text{det ik}$$

$$v_t = \frac{(0,15m^3 / \text{det ik} \times (86.400 \text{ det ik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 173,1m / \text{hari}$$

- Kecepatan aliran di *tube settler* (Persamaan 2.29)

$$v_o = \frac{0,1125m^3 / \text{det ik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 0,0017m / \text{det ik} = 0,104m / \text{menit}$$

Kecepatan aliran di *tube settler* saat pengurasan (Persamaan 2.29)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,45m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,15m^3 / \text{det ik}$$

$$v_o = \frac{0,15m^3 / \text{det ik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 0,0023m / \text{det ik} = 0,14m / \text{menit}$$

- *Weir loading rate* (Persamaan 2.30)

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,113m^3 / \text{det ik} \times 86.400 \text{ det ik} / \text{hari})}{(7 \times 4,8m)} = 289,29m^3 / m.\text{hari}$$

Weir loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.30)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,45m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,15m^3 / \text{det ik}$$

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,15m^3 / \text{det ik} \times 86.400 \text{ det ik} / \text{hari})}{(7 \times 4,8m)} = 385,71m^3 / m.\text{hari}$$

- Bilangan Reynold dan bilangan Froude

(Persamaan 2.32 dan 2.33)

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} = \frac{0,0017 \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 257,05$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} = \frac{(0,0017)^2}{9,8 \times 0,13} = 0,24 \times 10^{-5}$$

Bilangan Reynold dan bilangan Froude saat pengurasan

(Persamaan 2.32 dan 2.33)

$$Re = \frac{v_0 \times R}{\nu} = \frac{0,0023 \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 342,73$$

$$Fr = \frac{v_0^2}{g \times R} = \frac{(0,0023)^2}{9,8 \times 0,13} = 0,42 \times 10^{-5}$$

- Waktu detensi bak (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,1125m^3 / \text{detik}} = 3.794 \text{ detik} = 63,2 \text{ menit}$$

Waktu detensi bak saat pengurasan (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,15m^3 / \text{detik}} = 2.485 \text{ detik} = 47,4 \text{ menit}$$

- Waktu detensi *settler* (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,1125m^3 / \text{detik}} = 692 \text{ detik} = 11,5 \text{ menit}$$

Waktu detensi *settler* saat pengurasan (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,15m^3 / \text{detik}} = 519 \text{ detik} = 8,7 \text{ menit}$$

Tahun 2024 (Q max instalasi = 600 L/detik)

- *Surface loading rate* (Persamaan 2.28)

$$v_t = \frac{(0,15m^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 173,1m^3 / m^2 \cdot \text{hari}$$

Surface loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.28)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,6m^3 / \text{detik}}{3} = 0,2m^3 / \text{detik}$$

$$v_t = \frac{(0,2m^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 230,8m / \text{hari}$$

- Kecepatan aliran di *tube settler* (Persamaan 2.29)

$$v_o = \frac{0,15m^3 / \text{detik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 0,0023m / \text{detik} = 0,14m / \text{menit}$$

Kecepatan aliran di *tube settler* saat pengurasan (Persamaan 2.29)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,6m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,2m^3 / \text{det ik}$$

$$v_o = \frac{0,2m^3 / \text{det ik}}{(4,8 \times 7,65)m^2 \times \sin 60} = 0,0031m / \text{det ik} = 0,18m / \text{menit}$$

- Weir loading rate (Persamaan 2.30)

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,15m^3 / \text{det ik} \times 86.400 \text{ det ik / hari})}{(7 \times 4,8m)} = 385,71m^3 / m.hari$$

Weir loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.30)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{6} = \frac{0,6m^3 / \text{det ik}}{3} = 0,2m^3 / \text{det ik}$$

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,2m^3 / \text{det ik} \times 86.400 \text{ det ik / hari})}{(7 \times 4,8m)} = 514,3m^3 / m.hari$$

- Bilangan Reynold dan bilangan Froude (Persamaan 2.32 dan 2.33)

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} = \frac{0,0023 \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 342,73$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} = \frac{(0,0023)^2}{9,8 \times 0,13} = 0,42 \times 10^{-5}$$

Bilangan Reynold dan bilangan Froude saat pengurasan (Persamaan 2.32 dan 2.33)

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} = \frac{0,0031 \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 457$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} = \frac{(0,0031)^2}{9,8 \times 0,13} = 0,75 \times 10^{-5}$$

- Waktu detensi bak (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,15m^3 / \text{detik}} = 2.845 \text{ detik} = 47,4 \text{ menit}$$

Waktu detensi bak saat pengurasan (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,15m^3 / \text{detik}} = 2.134,1 = 35,6 \text{ menit}$$

- Waktu detensi *settler* (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,15m^3 / \text{detik}} = 518,8 \text{ detik} = 8,65 \text{ menit}$$

Waktu detensi *settler* saat pengurasan (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,15m^3 / \text{detik}} = 389,1 \text{ detik} = 6,5 \text{ menit}$$

Q max instalasi eksisting

Debit maksimum instalasi yang dapat diolah pada unit sedimentasi yang tidak melampaui kriteria desain adalah 390 L/detik. Sehingga debit pengolahan pada masing – masing unit sedimentasi adalah 97.5 L/detik.

- *Surface loading rate* (Persamaan 2.28)

$$v_t = \frac{(0,0975m^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 112,5m^3 / m^2 . \text{hari}$$

Surface loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.28)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,39m^3 / \text{detik}}{3} = 0,13m^3 / \text{detik}$$

$$v_t = \frac{(0,13m^3 / \text{detik} \times (86.400 \text{ detik} / \text{hari}))}{4,8m \times 15,6m} = 150m^3 / m^2 . \text{hari}$$

- Kecepatan aliran di *tube settler* (Persamaan 2.29)

$$v_o = \frac{0,1125m^3 / \text{detik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 0,0015m / \text{detik} = 0,09m / \text{menit}$$

Kecepatan aliran di *tube settler* saat pengurasan (Persamaan 2.29)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,39m^3 / \text{detik}}{3} = 0,13m^3 / \text{detik}$$

$$v_o = \frac{0,13m^3 / \text{detik}}{(4,8 \times 15,6)m^2 \times \sin 60} = 0,0020m / \text{detik} = 0,12m / \text{menit}$$

- Weir loading rate (Persamaan 2.30)

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,0975m^3 / \text{detik} \times 86.400s / \text{hari})}{(7 \times 4,8m)} = 250,7m^3 / m.\text{hari}$$

Weir loading rate saat pengurasan (Persamaan 2.30)

$$Q_{bak} = \frac{Q_{instalasi}}{3} = \frac{0,39m^3 / \text{detik}}{3} = 0,13m^3 / \text{detik}$$

$$w = \frac{Q}{L} = \frac{(0,13m^3 / \text{detik} \times 86.400\text{detik} / \text{hari})}{(7 \times 4,8m)} = 334,3m^3 / m.\text{hari}$$

- Bilangan Reynold dan bilangan Froude (Persamaan 2.32 dan 2.33)

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} = \frac{0,0015 \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 222,8$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} = \frac{(0,0015)^2}{9,8 \times 0,13} = 0,18 \times 10^{-5}$$

Bilangan Reynold dan bilangan Froude saat pengurasan (Persamaan 2.32 dan 2.33)

$$Re = \frac{v_o \times R}{\nu} = \frac{0,002 \times 0,13}{0,8774 \times 10^{-6}} = 297$$

$$Fr = \frac{v_o^2}{g \times R} = \frac{(0,002)^2}{9,8 \times 0,13} = 0,32 \times 10^{-5}$$

- Waktu detensi bak (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,0975m^3 / \text{detik}} = 4.377,6 \text{ detik} = 73 \text{ menit}$$

Waktu detensi bak saat pengurasan (Persamaan 2.34)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{4,8m \times 15,6m \times 5,7m}{0,13m^3 / \text{detik}} = 3.283,2 \text{ detik} = 54,7 \text{ menit}$$

- Waktu detensi *settler* (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,0975} = 798 \text{ detik} = 13,3 \text{ menit}$$

Waktu detensi *settler* saat pengurasan (Persamaan 2.35)

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{(4,8 \times 15,6) \sin 60 \times 1,2}{0,0975} = 598 \text{ detik} = 10 \text{ menit}$$

Analisa dan rekomendasi solusi

Tabel 5.28 Rangkuman perhitungan sedimentasi

Parameter Desain	Kriteria Desain	Nilai							
		2009 (300 L/det)	Cek	2014 (450 L/det)	Cek	2022 (600 L/det)	Cek	Max (390 L/det)	Cek
Rasio panjang lebar	3:1 – 5:1	3,3	√	3,3	√	3,3	√	3,3	√
Surface loading rate									
○ Normal	(60-150)	86,5	√	129,8	√	173,1	X	112,5	√
○ Pengurasan	m ³ /m ² .day	115,4	√	173,1	√	230,8	X	150	√
Kecepatan pada <i>settler</i>									
○ Normal	(0.05–0.13)	0,069	√	0,104	√	0,14	X	0,09	√
○ Pengurasan	m/min	0,093	√	0,14	X	0,18	X	0,12	√
Weir loading rate									
○ Normal	(90–360)	192,8	√	289,3	√	385,7	X	250,7	√
○ Pengurasan	m ³ /m.day	257,1	√	385,7	X	514,3	X	334,3	√
Reynold number									
○ Normal	< 2000	171,9	√	257,05	√	342,73	√	222,8	√
○ Pengurasan		228,2	√	342,73	√	457	√	297	√
Froude number									
○ Normal	>10 ⁻⁵	0,11x10 ⁻⁵	X	0,24x10 ⁻⁵	X	0,42x10 ⁻⁵	X	0,18x10 ⁻⁵	X
○ Pengurasan		0,19x10 ⁻⁵	X	0,42x10 ⁻⁵	X	0,75x10 ⁻⁵	X	0,32x10 ⁻⁵	X
Waktu detensi bak									
○ Normal	<120 menit	95	√	63	√	47	√	73	√
○ Pengurasan		71	√	47	√	35,6	√	55	√
Waktu detensi <i>settler</i>									
○ Normal	6–25 menit	17,3	√	11,5	√	8,7	√	13,3	√
○ Pengurasan		13	√	8,7	√	6,5	√	10	√

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : (√) = sesuai, (X) = tidak sesuai

Berdasarkan perhitungan, hampir semua parameter desain pada pengolahan eksisting (2009) memenuhi kriteria desain, hanya *Froude number* yang tidak memenuhi kriteria desain. Namun karena parameter lainnya masih memenuhi kriteria desain maka tidak perlu dilakukan perubahan desain. Selain itu *surface loading rate* yang menjadi parameter utama efisiensi penghilangan partikel masih terpenuhi, sehingga kinerja bak sedimentasi cukup baik meski tanpa mengubah bilangan *Froude*.

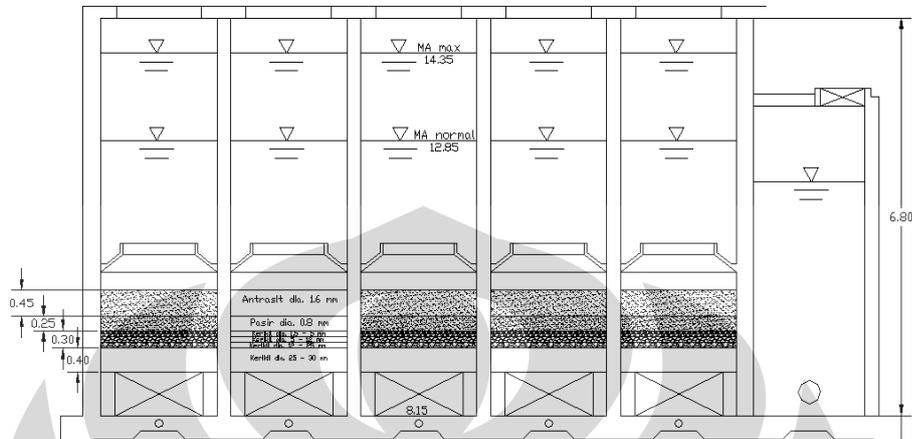
Perhitungan parameter desain dilakukan pada kondisi bak normal dan saat dikuras. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah parameter desain saat bak sedimentasi dikuras masih memenuhi kriteria desain. Pada saat pengurasan, 1 bak dikuras dan 3 bak lainnya beroperasi. Sehingga jika pada saat normal bak yang beroperasi sebanyak 4 bak, namun pada saat dikuras bak yang beroperasi hanya 3 bak. Kriteria desain saat hanya 3 bak yang beroperasi untuk mengolah debit 300 L/detik masih terpenuhi.

Pada tahun 2014 ada beberapa parameter desain yang tidak terpenuhi saat pengurasan, yaitu *weir loading rate* dan kecepatan pada *settler*. Selain itu *Froude number* juga tidak terpenuhi baik pada saat normal atau pengurasan. Pada tahun 2024, parameter desain yang tidak terpenuhi baik pada kondisi normal atau pengurasan adalah *surface loading rate*, *weir loading rate*, kecepatan pada *settler*, dan *Froude number*.

Debit maksimal yang dapat diolah oleh unit sedimentasi eksisting adalah 390 L/detik, sehingga pada tahapan pengembangan perlu dilakukan penambahan unit sedimentasi. Untuk pengembangan sebaiknya ditambahkan masing-masing 2 unit sedimentasi berkapasitas 75 L/detik pada tiap tahap, sehingga total unit flokulasi pada tahap 1 (2014) menjadi 6 unit dan pada tahap 2 (2024) menjadi 8 unit. Karena parameter-parameter desain

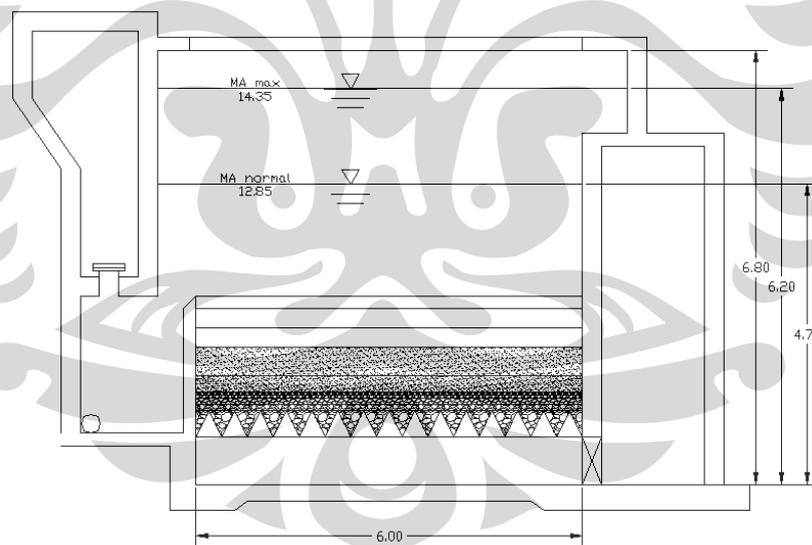
pada kondisi eksisting sudah sesuai dengan kriteria desain, maka tidak perlu dilakukan perubahan pada desain untuk pengembangan.

5.3.5 Filtrasi



Gambar 5.20. Potongan BB bak filtrasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli



Gambar 5.21. Potongan AA bak filtrasi

Sumber : Digambar ulang sesuai gambar asli

- Jumlah filter (Persamaan 2.36)

$$\text{Jumlah filter} = 12\sqrt{0,3} = 6,57 \approx 7$$

Jumlah minimal filter di instalasi adalah 7 filter, sehingga jumlah filter pada kondisi eksisting (10 filter) memenuhi jumlah minimalnya.

- Laju filtrasi (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,3m^3 / \text{detik}) / 10}{(6 \times 2,1)m^2} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 205,7 \text{ m/hari}$$

Laju filtrasi saat *backwash* (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,3m^3 / \text{detik}) / 7}{(6 \times 2,1)m^2} = 3,4 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 293,9 \text{ m/hari}$$

- Media filter

Antrasit

$$\text{Tebal media} = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Pasir

$$\text{Tebal media} = 0,25$$

$$\text{Diameter} = 0,8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

- Head loss

- Head loss pada media filtrasi (Persamaan 2.38)

$$\frac{h}{0,45} = \left(\frac{5}{9,81} \right) (8,8 \times 10^{-7}) (2,381 \times 10^{-3}) \left(\frac{(1-0,48)^2}{0,48^3} \right) \left(\frac{6}{0,8} \right)^2 \left(\frac{1}{(1,6 \times 10^{-3})^2} \right) = 0,0574m$$

$$h \text{ antrasit} = 0,026 \text{ m}$$

$$\frac{h}{0,25} = \left(\frac{5}{9,81} \right) (8,8 \times 10^{-7}) (2,381 \times 10^{-3}) \left(\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3} \right) \left(\frac{6}{0,8} \right)^2 \left(\frac{1}{(0,8 \times 10^{-3})^2} \right) = 0,528m$$

$$h \text{ pasir} = 0,132 \text{ m}$$

$$\text{Head loss pada media filtrasi} = 0,026 \text{ m} + 0,132 \text{ m} = 0,158 \text{ m}$$

- Head loss pada media penyangga (Persamaan 2.39)

$$\frac{h}{0,1} = \left(\frac{5}{9,81} \right) (8,8 \times 10^{-7}) (2,381 \times 10^{-3}) \left(\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3} \right) \left(\frac{6}{0,9} \frac{1}{(3,25 \times 10^{-3})} \right)^2 = 0,0253m$$

$$h = 0,00253 \text{ m}$$

$$\frac{h}{0,1} = \left(\frac{5}{9,81} \right) (8,8 \times 10^{-7}) (2,381 \times 10^{-3}) \left(\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3} \right) \left(\frac{6}{0,9} \frac{1}{(8,5 \times 10^{-3})} \right)^2 = 0,0037m$$

$$h = 0,00037 \text{ m}$$

$$\frac{h}{0,1} = \left(\frac{5}{9,81} \right) (8,8 \times 10^{-7}) (2,381 \times 10^{-3}) \left(\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3} \right) \left(\frac{6}{0,9} \frac{1}{(18,5 \times 10^{-3})} \right)^2 = 0,00078m$$

$$h = 0,000078 \text{ m}$$

$$\frac{h}{0,4} = \left(\frac{5}{9,81} \right) (8,8 \times 10^{-7}) (2,381 \times 10^{-3}) \left(\frac{(1-0,4)^2}{0,4^3} \right) \left(\frac{6}{0,9} \frac{1}{(27,5 \times 10^{-3})} \right)^2 = 0,00141m$$

$$h = 0,000141 \text{ m}$$

$$\text{Head loss media penyangga} = 0,00312 \text{ m}$$

- Kontrol ekspansi

- Porositas media terekspansi (Persamaan 2.40)

laju backwash efektif adalah 10% terhadap kecepatan pengendapan, sehingga $e_{eb} = (0,1)^{0,22} = 0,6026$

- Tebal media terekspansi (Persamaan 2.41)

$$\text{Antrasit} : L_{fb} = \left(\frac{(1-0,48)0,45}{1-0,6025} \right) = 0,59$$

$$\text{Pasir} : L_{fb} = \left(\frac{(1-0,4)0,25}{1-0,6025} \right) = 0,38$$

Tebal media terekspansi adalah $= 0,59 + 0,38 = 0,97 \text{ m}$

$$\text{Rasio ekspansi} = \frac{(0,59 + 0,38)}{(0,45 + 0,25)} = 1,386$$

Media terekspansi sebesar 38,6%

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/s)

- Laju filtrasi (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,45m^3 / detik) / 10}{(6 \times 2,1)m^2} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 308,6 \text{ m/hari}$$

Laju filtrasi saat backwash (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,45m^3 / detik) / 7}{(6 \times 2,1)m^2} = 5,1 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 440,8 \text{ m/hari}$$

Tahun 2024 (Q max instalasi = 600 L/s)

- Laju filtrasi (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,6m^3 / detik) / 10}{(6 \times 2,1)m^2} = 4,8 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 411,4 \text{ m/hari}$$

Laju filtrasi saat backwash (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,6m^3 / detik) / 7}{(6 \times 2,1)m^2} = 6,8 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 587,8 \text{ m/hari}$$

Q max instalasi eksisting

Debit maksimum instalasi yang dapat diolah pada filter adalah debit yang dapat diolah pada filter jika hanya 7 filter yang dioperasikan. Pada saat pengolahan debit maksimum, laju filtrasi tidak boleh melebihi batas maksimal kriteria desain, 300 m/hari.

$$Q/7 = A \times v = (6 \times 2,1) m^2 \times (3,47 \times 10^{-3}) \text{ m/detik} = 0,044 m^3/detik$$

$$Q = 0,044 m^3/detik \times 7 = 0,30625 m^3/detik = 306,25 \text{ L/detik}$$

Laju filtrasi (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,306m^3 / detik) / 10}{(6 \times 2,1)m^2} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 210 \text{ m/hari}$$

Laju filtrasi saat backwash (Persamaan 2.37)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0,306m^3 / detik) / 7}{(6 \times 2,1)m^2} = 3,5 \times 10^{-3} \text{ m/detik} = 300 \text{ m/hari}$$

Analisa dan rekomendasi solusi

Tabel 5.29. Rangkuman perhitungan filtrasi

Parameter Desain	Kriteria Desain	Nilai						Max (306 L/det)	Cek
		2009 (300 L/det)	Cek	2017 (450 L/det)	Cek	2022 (600 L/det)	Cek		
Laju filtrasi									
o Normal	100–300	205,7	√	342,9	X	401,1	X	210	√
o Pengurasan	m/hari	293,9	√	440,8	X	587,8	X	300	√
Antrasit									
o Tebal media	(0,3–0,6) m	0,45	√	0,45	√	0,45	√	0,45	√
o Diameter	(0,7–2) mm	1,6	√	1,6	√	1,6	√	1,6	√
Pasir									
o Tebal media	(0,2–0,4) m	0,25	√	0,25	√	0,25	√	0,25	√
o Diameter	(0,45–0,6) mm	0,8	X	0,8	X	0,8	X	0,8	X
Ekspansi media	(20–50)%	38,6	√	38,6	√	38,6	√	38,6	√

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : (√) = sesuai, (X) = tidak sesuai

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka hampir semua parameter desain pada pengolahan eksisting (2009) masih memenuhi kriteria desain, hanya diameter pasir yang tidak memenuhi kriteria desain. Namun diameter pasir yang melebihi kriteria desain tidak begitu berpengaruh karena ukurannya hanya lebih sedikit dari kriteria. Laju filtrasi yang menjadi parameter utama pada unit filtrasi masih terpenuhi, sehingga kinerja bak sedimentasi cukup baik meski tanpa mengubah diameter pasir.

Selain laju filtrasi, parameter yang masih memenuhi kriteria desain pada instalasi eksisting (2010) adalah tebal dan diameter media serta ekspansi media. Pemilihan jenis filtrasi pada instalasi sudah sesuai, karena menggunakan saringan pasir cepat (*rapid*

sand filters). Saringan pasir cepat digunakan untuk instalasi yang sebelumnya melakukan pengolahan pada unit koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi, sesuai dengan kondisi yang ada di instalasi. Perhitungan parameter desain dilakukan pada kondisi filter normal dan saat *backwash* filter. Pada saat *backwash*, 3 filter sekaligus yang di-*backwash*, sedangkan 7 filter lainnya beroperasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah parameter desain saat hanya 7 filter beroperasi masih memenuhi kriteria desain atau tidak. Kriteria desain saat hanya 7 filter yang beroperasi untuk mengolah debit 300 L/detik masih terpenuhi.

Pada pengembangan tahap 1 (2014) dan pengembangan tahap 2 (2024), parameter laju filtrasi tidak terpenuhi, baik pada kondisi normal ataupun *backwash*. Hal ini dikarenakan debit maksimal yang dapat diolah oleh unit filtrasi eksisting adalah 306,25 L/detik, sehingga pada tahapan pengembangan perlu dilakukan penambahan unit filtrasi. Untuk pengembangan sebaiknya ditambahkan masing-masing 5 unit filtrasi berkapasitas 30 L/detik pada tiap tahap, sehingga total unit flokulasi pada tahap 1 (2014) menjadi 15 unit dan pada tahap 2 (2024) menjadi 20 unit.

Parameter desain yang perlu dirubah pada desain pengembangan adalah diameter pasir yang dapat diperkecil menjadi 0,6 mm. Untuk desain pengembangan sistem *underdrain* dapat menggunakan sistem *pipe grids*, yaitu sistem *underdrain* yang menggunakan *manifold* dengan pipa berlubang lateral. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

Orifice

$$\frac{\text{luas orifice}}{\text{luas media}} = \frac{3,5 \times 10^{-3}}{1}$$

$$\text{Luas orifice} = \frac{3,5 \times 10^{-3}}{1} \times (6 \times 2,1) = 0,0441 \text{ m}^2 = 441 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diameter orifice} = \frac{1}{2} \text{ " } = 1,27 \text{ cm}$$

$$\text{Luas 1 orifice} = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 1,27^2 = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$\text{jumlah orifice} = \frac{441\text{cm}^2}{1,27\text{cm}^2} = 348 \text{ buah}$$

Lateral

$$\frac{\text{luas lateral}}{\text{luas orifice}} = \frac{3}{1}$$

$$\text{Luas lateral} = \frac{3}{1} \times (0,0441) = 0,1323 \text{ m}^2 = 1.323 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diameter lateral} = 2'' = 5,08 \text{ cm}$$

$$\text{Luas 1 lateral} = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 5,08^2 = 20,276\text{cm}^2$$

$$n \text{ lateral} = \frac{1323\text{cm}^2}{20,276\text{cm}^2} = 66 \text{ buah}$$

Manifold

$$\frac{\text{luas manifold}}{\text{luas lateral}} = \frac{2}{1}$$

$$\text{Luas manifold} = \frac{2}{1} \times 0,1323 = 0,2646 \text{ m}^2 = 2.646 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas manifold} = 2.646 \text{ cm}^2 = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times d^2, d = 58 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah orifice per lateral} = 348/66 = 6 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang lateral tiap sisi} = (2 \text{ m} - 0.58 \text{ m})/2 = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar lateral} = 6 \text{ m} / (66/2) = 0,18 \text{ m} = 18 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak antar orifice} = 0,7 \text{ m} / 6 = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

5.3.6 Disinfeksi

- Waktu detensi (Persamaan 2.44)

$$T = \frac{2\text{m} \times 2\text{m} \times 4\text{m}}{0,15\text{m}^3 / \text{det ik}} = 106,67 \text{ det ik} = 1,8 \text{ menit}$$

$$T_{10} = T \times 0,1 = 10,7 \text{ detik} = 0,18 \text{ menit}$$

- Injector khlorin
 - Prekhlorinasi

Dosis NaOCl = 12 mg/L

Kebutuhan NaOCl/hari =

$$12 \frac{mg}{L} \times 150 \frac{L}{det\ ik} \times 86.400\ det\ ik = 155,52\ kg$$

Berdasarkan tabel injector terhadap kebutuhan khlorin maka dibutuhkan penginjeksi khlorin beraliran 25 L/menit

o Postklorinasi

Dosis NaOCl = 12,2 mg/L

Kebutuhan NaOCl/hari =

$$12,2 \frac{mg}{L} \times 150 \frac{L}{det\ ik} \times 86.400\ det\ ik = 158,112\ kg$$

Berdasarkan tabel injector terhadap kebutuhan khlorin maka dibutuhkan penginjeksi khlorin beraliran 25 L/menit

Kebutuhan total NaOCl/hari = 155,5 + 158,1 = 313,6 kg

Tahun 2014 (Q max instalasi = 450 L/detik)

- Waktu detensi (Persamaan 2.44)

$$T = \frac{2m \times 2m \times 4m}{0,225m^3 / det\ ik} = 71,1\ det\ ik = 1,2\ menit$$

$$T_{10} = T \times 0,1 = 7,1\ detik = 0,12\ menit$$

- Injector khlorin

o Preklorinasi

Dosis NaOCl = 12 mg/L

Kebutuhan NaOCl/hari =

$$12 \frac{mg}{L} \times 225 \frac{L}{det\ ik} \times 86.400\ det\ ik = 233,3\ kg$$

Berdasarkan tabel injector terhadap kebutuhan khlorin maka dibutuhkan penginjeksi khlorin beraliran 45 L/menit

o Postklorinasi

Dosis NaOCl = 12,2 mg/L

Kebutuhan NaOCl/hari =

$$12,2 \frac{mg}{L} \times 225 \frac{L}{detik} \times 86.400 detik = 237,2kg$$

Berdasarkan tabel injector terhadap kebutuhan khlorin maka dibutuhkan penginjeksi khlorin beraliran 45 L/menit

Kebutuhan total NaOCl/hari = 259,2 + 263,5 = 522,7 kg

Tahun 2024 (Q max instalasi = 600 L/detik)

- Waktu detensi (Persamaan 2.44)

$$T = \frac{2m \times 2m \times 4m}{0,3m^3 / detik} = 53,3 detik = 0,9menit$$

$$T_{10} = T \times 0,1 = 5,33 detik = 0,09 menit$$

- Injector khlorin

- Prekhlorinasi

Dosis NaOCl = 12 mg/L

Kebutuhan NaOCl/hari

$$= 12 \frac{mg}{L} \times 300 \frac{L}{detik} \times 86.400 detik = 311kg$$

Berdasarkan tabel injector terhadap kebutuhan khlorin maka dibutuhkan penginjeksi khlorin beraliran 55 L/menit

- Postkhlorinasi

Dosis NaOCl = 12,2 mg/L

Kebutuhan NaOCl/hari =

$$12,2 \frac{mg}{L} \times 300 \frac{L}{detik} \times 86.400 detik = 316,2kg$$

Berdasarkan tabel injector terhadap kebutuhan khlorin maka dibutuhkan penginjeksi khlorin beraliran 55 L/menit

Kebutuhan total NaOCl/hari = 311 + 316,2 = 627,3 kg

Q max instalasi eksisting

Debit maksimum instalasi yang dapat diolah pada unit disinfeksi adalah maksimum debit yang dapat diolah dengan waktu

detensi tidak kurang dari 10 menit. Debit maksimum instalasi pada unit disinfeksi adalah 53 L/detik, sehingga debit maksimum masing – masing unit disinfeksi adalah 26,5 L/detik.

- Waktu detensi (Persamaan 2.44)

$$T = \frac{2m \times 2m \times 4m}{0,0265m^3 / \text{detik}} = 604 \text{ detik} = 10,1 \text{ menit}$$

$$T_{10} = T \times 0,1 = 60,4 \text{ detik} = 1 \text{ menit}$$

Analisa dan rekomendasi solusi

Tabel 5.30. Rangkuman perhitungan disinfeksi

Parameter Desain	Kriteria Desain	Nilai							
		2010 (300 L/det)	Cek	2014 (450 L/det)	Cek	2024 (600 L/det)	Cek	Max (53 L/det)	Cek
Waktu detensi	10–120 menit	1,8 menit	X	1,2 menit	X	0,9 menit	X	10,1 menit	√
T ₁₀		0,18 menit		0,12 menit		0,09 menit		1 menit	
Keb. NaOCI/hari		313,6 kg		522,7 kg		627,3 kg			

Sumber : Hasil olahan

Keterangan : (√) = sesuai, (X) = tidak sesuai

Faktor 0,1 yang digunakan pada perhitungan T₁₀ karena bak klorinasi tidak menggunakan sekat dan rasio panjang lebarnya yang kecil. Dosis khlorin yang biasanya digunakan untuk khlorinasi adalah 0,2–4 mg/L, sehingga dosis yang diberikan pada instalasi terlalu banyak yaitu 12,2 mg/L, apalagi sebelumnya diberikan khlorin pada bak flokulasi pada proses prekhlorinasi sebanyak 12 mg/L. Walaupun dosis yang diberi berlebihan, sisa khlor yang diperiksa pada reservoir menunjukkan nilai yang sesuai dengan kriteria yaitu 0,6 mg/L. Hal ini mungkin disebabkan karena

pengolahan pada koagulasi dan flokulasi tidak maksimal. Selain untuk menghilangkan warna dan kekeruhan, koagulasi dan flokulasi juga berfungsi menghilangkan bakteri, bau, dan rasa. Karena efektivitas reduksi bakteri, bau, dan rasa di koagulasi dan flokulasi rendah, maka reduksi parameter-parameter tersebut banyak dilakukan di prekhlorinasi dan postkhlorinasi, sehingga walaupun dosisnya berlebihan tetapi sisa khlor yang dihasilkan sesuai standar.

Disinfektan yang digunakan pada proses khlorinasi adalah sodium hipoklorit. Karena sodium hipoklorit bersifat tidak stabil, mudah terbakar, dan korosif maka diperlukan perhatian ekstra dalam pengangkutan, penyimpanan, dan penggunaannya. Selain itu larutan sodium hipoklorit dapat dengan mudah terdekomposisi karena cahaya ataupun panas, sehingga harus disimpan di tempat yang dingin dan gelap, dan juga tidak disimpan terlalu lama. Sodium hipoklorit juga biasanya lebih mahal daripada gas khlor. Oleh karena itu sebaiknya penggunaan sodium hipoklorit diganti dengan disinfektan yang lebih aman misalnya dengan menggunakan gas khlor atau ozonasi yang kemudian ditambah klorin.

Prekhlorinasi dilakukan pada bak flokulasi untuk membunuh mikroorganisme serta menghilangkan rasa dan bau. Prekhlorinasi berbahaya karena memungkinkan klorin bereaksi lebih lama dengan organik dalam air dan menghasilkan zat karsinogenik berupa *trihalomethanes* (THMs). *Trihalomethanes* dihasilkan dari reaksi antara klorin bebas dengan asam organik. Untuk meminimalisasi terbentuknya trihalomethanes bisa dilakukan dengan mengurangi konsentrasi organik sebelum dibubuhi khlor. Air yang diolah pada unit flokulasi masih banyak mengandung konsentrasi organik, oleh karena itu sebaiknya prekhlorinasi ditiadakan untuk menghindari terbentuknya lebih banyak lagi trihalomethanes.

Untuk pengembangan pada tahap 1 (2014) dan tahap 2 (2024) sebaiknya ditambahkan masing–masing 1 bak khlorinasi, sehingga bak khlorinasi pada tahap 1 menjadi 3 bak dan pada tahap 2 menjadi 4 bak. Karena waktu detensi pada unit disinfeksi eksisting, pengembangan tahap 1, dan pengembangan tahap 2 tidak sesuai kriteria desain, maka perlu dilakukan perubahan pada desain unit disinfeksi. Perubahan desain dapat dilakukan dengan mengubah dimensi bak sehingga volume bak menjadi lebih besar. Berikut ini adalah perhitungan waktu detensi pada bak disinfeksi yang diperbesar.

Kriteria unit :

Debit bak : $0,15 \text{ m}^3/\text{detik}$

Panjang bak : $7,5 \text{ m}$

Lebar bak : 3 m

Tinggi air : 4 m

$$\text{Waktu detensi} = T = \frac{V}{Q} = \frac{7,5\text{m} \times 3\text{m} \times 4\text{m}}{0,15\text{m}^3 / \text{detik}} = 600 \text{ detik} = 10 \text{ menit}$$

5.3.7 Reservoir

- Volume reservoir

$$V = 23,2 \text{ m} \times 15,6 \text{ m} \times 5,6 \text{ m} = 2.027 \text{ m}^3$$

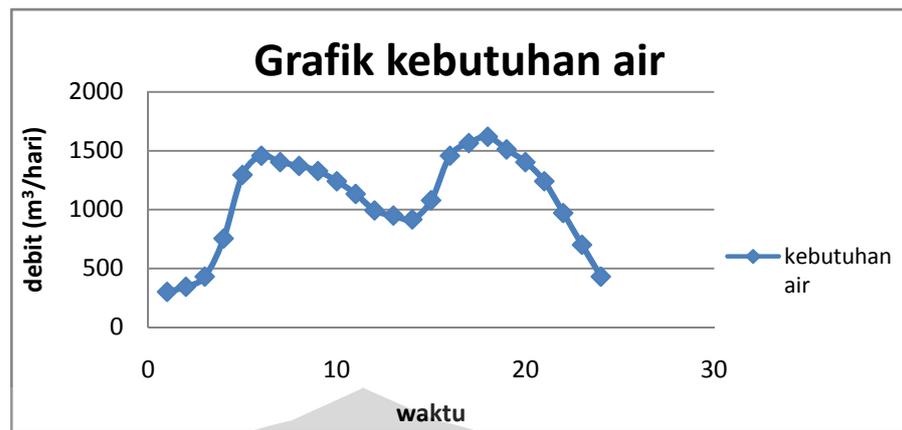
- Perhitungan volume reservoir

Grafik kebutuhan air adalah fluktuasi penggunaan air dalam sehari. Penggunaan air akan mencapai puncak pada sekitar jam 06.00 dan jam 18.00, sedangkan kebutuhan air minimum akan terjadi sekitar jam 01.00. Setelah grafik kebutuhan air dibuat maka grafik tersebut dikumulatitkan. Dengan adanya grafik kumulatif maka volume reservoir dapat diperkirakan dengan mengurangkan batas atas grafik kumulatif dengan batas bawahnya. Berikut ini adalah grafik pemakaian air bersih untuk pada daerah pelayanan :

Tabel 5.31. Kapasitas reservoir

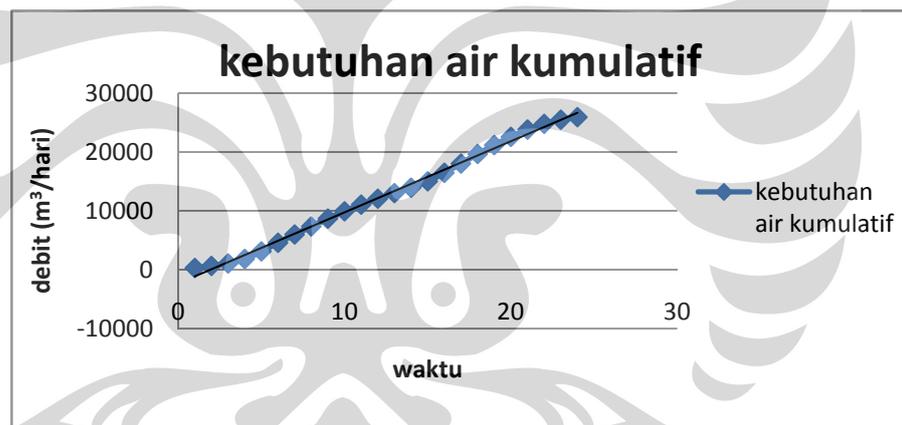
Waktu	Output instalasi/jam (m ³ /jam)	Faktor pengali	Output instalasi terhadap waktu (m ³ /jam)	Output kumulatif (m ³ /jam)
1	1.080	0,28	302	302
2	1.080	0,32	346	648
3	1.080	0,40	432	1.080
4	1.080	0,70	756	1.836
5	1.080	1,20	1.296	3.132
6	1.080	1,35	1.458	4.590
7	1.080	1,30	1.404	5.994
8	1.080	1,27	1.372	7.366
9	1.080	1,23	1.328	8.694
10	1.080	1,15	1.242	9.936
11	1.080	1,05	1.134	11.070
12	1.080	0,92	994	12.064
13	1.080	0,88	950	13.014
14	1.080	0,85	918	13.932
15	1.080	1,00	1.080	15.012
16	1.080	1,35	1.458	16.470
17	1.080	1,45	1.566	18.036
18	1.080	1,50	1.620	19.656
19	1.080	1,40	1.512	21.168
20	1.080	1,30	1.404	22.572
21	1.080	1,15	1.242	23.814
22	1.080	0,90	972	24.786
23	1.080	0,65	702	25.488
24	1.080	0,40	432	25.920

Sumber : Hasil olahan



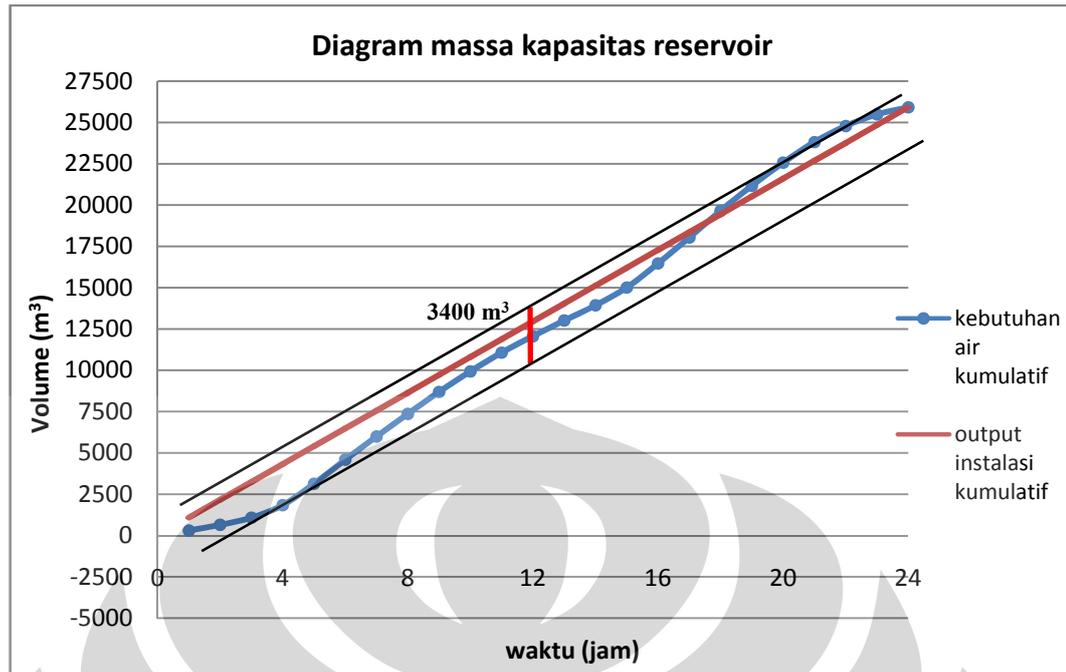
Gambar 5.22. Grafik kebutuhan air

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.23. Grafik kebutuhan air kumulatif

Sumber : Hasil olahan



Gambar 5.24. Perkiraan volume reservoir

Sumber : Hasil olahan

Sehingga total kapasitas reservoir yang dibutuhkan adalah 3.400 m^3 .

Analisa dan rekomendasi solusi

Kapasitas reservoir untuk instalasi dengan debit 300 L/detik adalah 3.400 m^3 , namun debit reservoir eksisting belum memenuhi kebutuhan karena kapasitasnya hanya 2.000 m^3 , selisih kapasitas desain dengan kapasitas eksisting adalah 1.400 m^3 . Oleh karena itu sebaiknya perlu dilakukan penambahan kapasitas pada saat pengembangan untuk menutupi kekurangan kapasitas pada reservoir eksisting. Kebutuhan kapasitas reservoir saat debit 150 L/detik adalah 1.700 m^3 , namun dikarenakan perlu dilakukannya penambahan masing – masing pada tahap 1 dan 2 sebesar 700 m^3 , maka kapasitas desain masing–masing reservoir pada pengembangan tahap 1 dan 2 menjadi 2.400 m^3 . Berikut ini adalah desain reservoir pada pengembangan tahap 1 dan 2 :

Kapasitas	: 2.400 m ³
Panjang bak	: 25 m
Lebar bak	: 16 m
Tinggi bak	: 6 m
Volume reservoir	= 25 m x 16 m x 6 m = 2.400 m ³

5.3.8 Pengolahan Lumpur

Pada instalasi eksisting belum ada pengolahan lumpur. Lumpur yang dihasilkan instalasi langsung dibuang ke sungai. Hal ini berbahaya jika terus – menerus dilakukan karena pada lumpur terdapat banyak zat kimia yang berbahaya bagi kelangsungan makhluk hidup. Oleh karena itu sebaiknya lumpur diolah terlebih dahulu sebelum dibuang. Karena lahan di instalasi tidak cukup untuk melakukan pengolahan lumpur maka sebaiknya lumpur hasil pengolahan dikirimkan ke pusat pengolahan limbah, sehingga lumpur yang dihasilkan tidak langsung dibuang ke sungai melainkan diolah terlebih dahulu.

5.3.9 Rangkuman Evaluasi dan Pengembangan

Tabel 5.32. Rangkuman evaluasi dan pengembangan tiap unit

Unit	Deskripsi desain eksisting (2009)	Permasalahan	Desain Perbaikan	Pengembangan tahap 1 (2014)	Pengembangan tahap 2 (2024)
Tingkat pelayanan	<ul style="list-style-type: none"> • Pelayanan Cabang Pondok Ungu : 79,7% keb. air langsung • Pelayanan Unit Tarumajaya : 13,5% keb. air langsung, 1,1% keb. air tak langsung • Pelayanan Unit PUP : 11,9% keb air langsung 	<ul style="list-style-type: none"> • Belum semua penduduk daerah pelayanan yang terlayani kebutuhan air minumnya, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas pelayanan 	<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan pelayanan langsung sebesar 0,1 %/tahun pada Cab. Pondok Ungu dan Unit PUP • Peningkatan pelayanan langsung dan tak langsung sebesar 0,1 %/tahun pada Unit Tarumajaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelayanan Cabang Pondok Ungu : 80,1% keb. air langsung • Pelayanan Unit Tarumajaya : 13,9 % keb. air langsung, 1,6% keb. air tak langsung • Pelayanan Unit Pondok Ungu : 12,3% keb. air langsung 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelayanan Cabang Pondok Ungu : 81,1% keb. air langsung • Pelayanan Unit Tarumajaya :14,9 % keb. air langsung, 2,6% keb. air tak langsung • Pelayanan Unit Pondok Ungu : 13,3% keb. air langsung
Diagram alir pengolahan	<ul style="list-style-type: none"> • Terdiri dari unit intake, saringan, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, disinfeksi • Dapat mengolah air baku menjadi air minum yang sesuai persyaratan 	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi prekhlorinasi pada unit flokulasi yang dapat memperbesar kemungkinan terbentuknya THM 	<ul style="list-style-type: none"> • Meniadakan prekhlorinasi pada unit flokulasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan diagram alir pengolahan eksisting tanpa melakukan pembubuhan khlor pada unit flokulasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan diagram alir pengolahan eksisting tanpa melakukan pembubuhan khlor pada unit flokulasi
Intake	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah saringan = 5 • Jumlah pintu intake = 1 • v memenuhi kriteria desain • Kapasitas pompa sesuai dengan debit yang masuk • Debit maksimum yang dapat dilewatkan pada saringan dengan memenuhi kriteria desain adalah 500 L/detik, (asumsi $v_{C,D,E}$ sama) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terdapat saringan halus sehingga sampah dengan ukuran kecil tidak tertangkap saringan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengganti saringan kasar C, D, E menjadi saringan halus 	<ul style="list-style-type: none"> • v dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain • Perlu menambah kedalaman saluran dan saringan sebesar 1 m sehingga kedalaman saluran dan kedalaman saringan menjadi 4 m • Menambah 1 pintu intake 	<ul style="list-style-type: none"> • v dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain • Tidak perlu menambah kedalaman saluran dan saringan serta pintu intake, karena dengan desain tahap 1 masih memenuhi kriteria desain pada tahap 2

Tabel 5.32. Rangkuman evaluasi dan pengembangan tiap unit (lanjutan)

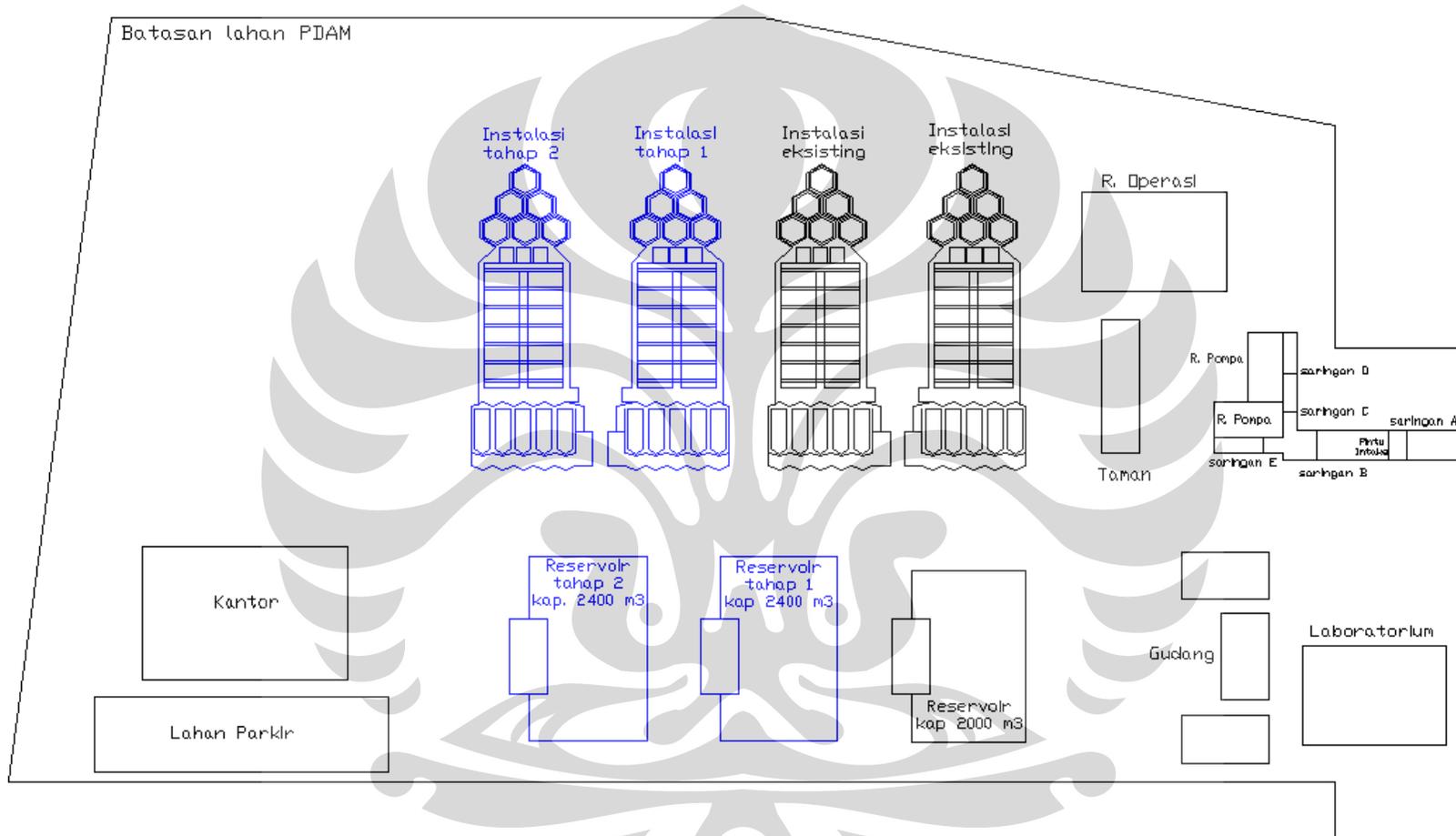
Unit	Deskripsi desain eksisting (2009)	Permasalahan	Desain Perbaikan	Pengembangan tahap 1 (2014)	Pengembangan tahap 2 (2024)
Koagulasi	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah unit = 2 Kapasitas tiap unit = 150 L/detik T, G, dan nilai GT tidak memenuhi kriteria desain Debit maksimum yang dapat diolah pada tiap unit koagulasi dengan memenuhi kriteria desain adalah 22 L/detik 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi bak dan terjunan terlalu kecil sehingga T dan nilai GT tidak mencapai kriteria desain, sedangkan G melebihi kriteria desain 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi bak koagulasi diperbesar sehingga volumenya bertambah Ketinggian terjunan ditambah 	<ul style="list-style-type: none"> T, G, dan nilai GT dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain Penambahan 1 unit koagulasi dengan dimensi bak yang diperbesar dan terjunan yang diperdalam 	<ul style="list-style-type: none"> T, G, dan nilai GT dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain Penambahan 1 unit koagulasi dengan dimensi bak yang diperbesar dan terjunan yang diperdalam
Flokulasi	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah unit = 2 Kapasitas tiap unit = 150 L/detik Nilai GT, dan G tidak memenuhi kriteria desain Debit maksimum yang dapat diolah pada tiap unit flokulasi dengan memenuhi kriteria desain adalah 60 L/detik 	<ul style="list-style-type: none"> Head loss dan dimensi bak terlalu kecil sehingga mengakibatkan G melebihi kriteria desain, sedangkan nilai GT tidak mencapai kriteria desain 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi bak flokulasi diperbesar sehingga volumenya bertambah Head loss antar kompartemen diperbesar 	<ul style="list-style-type: none"> T, G, dan nilai GT dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain Penambahan 1 unit flokulasi dengan dimensi bak dan head loss yang diperbesar 	<ul style="list-style-type: none"> T, G, dan nilai GT dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain Penambahan 1 unit flokulasi dengan dimensi bak dan head loss yang diperbesar
Sedimentasi	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah unit = 4 Kapasitas tiap unit = 75 L/detik Rasio panjang lebar, v_t, v_o, w, Re, Tbak, dan Tsettler pada saat normal dan pengurasan. memenuhi kriteria desain Fr tidak memenuhi kriteria desain pada saat normal dan pengurasan Debit maksimum yang dapat diolah pada tiap unit sedimentasi dengan memenuhi kriteria desain adalah 97.5 L/detik 	<ul style="list-style-type: none"> Fr tidak mencapai kriteria desain karena dimensi settler kurang besar, namun hal ini dapat diabaikan karena Fr tidak terlalu signifikan dalam menentukan efektifitas pengendapan partikel. 		<ul style="list-style-type: none"> v_o dan w pada saat pengurasan dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain. Fr tidak memenuhi kriteria desain pada saat normal dan pengurasan Penambahan 2 unit sedimentasi dengan desain eksisting 	<ul style="list-style-type: none"> v_t, v_o, w, dan Fr pada saat normal dan pengurasan dengan menggunakan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain. Penambahan 2 unit sedimentasi dengan desain eksisting

Tabel 5.32. Rangkuman evaluasi dan pengembangan tiap unit (lanjutan)

Unit	Deskripsi desain eksisting (2009)	Permasalahan	Desain Perbaikan	Pengembangan tahap 1 (2014)	Pengembangan tahap 2 (2024)
Filtrasi	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah unit = 10 Kapasitas tiap unit = 30 L/detik v saat normal dan backwash, tebal dan diameter media antrasit, tebal media pasir, dan ekspansi media memenuhi kriteria desain Diameter pasir tidak memenuhi kriteria desain 	<ul style="list-style-type: none"> Diameter media pasir sedikit melebihi kriteria desain 	<ul style="list-style-type: none"> Mengganti media pasir dengan diameter butiran yang lebih kecil 	<ul style="list-style-type: none"> Diameter pasir dan v pada saat normal dan backwash dengan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain. Penambahan 5 unit filtrasi dengan desain eksisting dan ukuran pasir yang diperkecil Penggunaan sistem pipe grids untuk underdrain 	<ul style="list-style-type: none"> Diameter pasir dan v pada saat normal dan backwash dengan desain eksisting tidak mencapai kriteria desain. Penambahan 5 unit filtrasi dengan desain eksisting dan ukuran pasir yang diperkecil Penggunaan sistem pipe grids untuk underdrain
Khlorinasi	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah unit = 2 T tidak memenuhi kriteria desain Kapasitas tiap unit = 150 L/detik Terdiri dari preklorinasi dan postklorinasi. Disinfektan yang digunakan adalah sodium hipoklorit Parameter sisa chlor memenuhi kriteria desain 	<ul style="list-style-type: none"> Dosis disinfektan yang digunakan berlebihan Sodium hipoklorit tidak aman Preklorinasi memperbesar kemungkinan terbentuknya THMs 	<ul style="list-style-type: none"> Meningkatkan efektifitas kinerja koagulasi dan flokulasi Mengganti disinfektan Meniadakan preklorinasi Memperbesar dimensi bak 	<ul style="list-style-type: none"> Penambahan 1 unit disinfeksi dengan dimensi yang diperbesar Tidak dilakukan preklorinasi Mengganti disinfektan menjadi gas khlor atau dengan ozonasi yang kemudian diberikan khlor sebelum air didistribusi 	<ul style="list-style-type: none"> Penambahan 1 unit disinfeksi dengan dimensi yang diperbesar Tidak dilakukan preklorinasi Mengganti disinfektan menjadi gas khlor atau dengan ozonasi yang kemudian diberikan khlor sebelum air didistribusi
Reservoir	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah unit = 1 Kapasitas tiap unit = 2.000 m³ Kapasitas desain = 3.400 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Kapasitas reservoir eksisting kurang dari kapasitas desain yang dibutuhkan 	<ul style="list-style-type: none"> Kekurangan kapasitas pada reservoir eksisting ditambahkan saat pengembangan 	<ul style="list-style-type: none"> Menambah 1 reservoir dengan kapasitas 2.400 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Menambah 1 reservoir dengan kapasitas 2.400 m³

Sumber : Hasil olahan

5.3.10 Layout Pengembangan Instalasi



Gambar 5.25 Layout pengembangan instalasi

Sumber : Hasil olahan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

5.4 Kesimpulan

1. Secara keseluruhan instalasi eksisting dapat mengolah air sehingga air yang diolah dapat memenuhi baku mutu, namun terjadi beberapa masalah pada unit – unitnya antara lain :
 - a. Waktu detensi, nilai GT, dan gradient kecepatan pada bak koagulasi tidak memenuhi kriteria desain
 - b. Nilai GT dan gradient kecepatan pada bak flokulasi tidak memenuhi kriteria desain
 - c. Froude number pada bak sedimentasi tidak memenuhi kriteria desain baik pada saat normal ataupun pengurasan
 - d. Diameter media pasir pada bak flokulasi tidak memenuhi kriteria desain
 - e. Dosis disinfektan yang digunakan pada bak khlorinasi berlebihan
 - f. Terjadi prekhlorinasi pada bak flokulasi
 - g. Waktu detensi pada bak khlorinasi tidak memenuhi kriteria desain
 - h. Kapasitas reservoir kurang dari kapasitas desain yang dibutuhkan
 - i. Tidak terdapat pengolahan lumpur

2. Setiap permasalahan pada masing – masing unit pengolahan membutuhkan solusi permasalahan, kecuali pada Froude number di bak sedimentasi. Hal ini disebabkan parameter – parameter lain yang lebih utama pada bak sedimentasi masih memenuhi kriteria desain. Solusi permasalahan pada masing – masing unit pengolahan adalah sebagai berikut :
 - a. Memperbesar dimensi bak dan ketinggian terjunan di bak koagulasi

- b. Memperbesar dimensi bak dan head loss antar kompartemen di bak flokulasi
 - c. Mengganti media pasir dengan diameter butiran yang lebih kecil
 - d. Meningkatkan efektifitas kinerja koagulasi dan flokulasi sehingga dosis khlor yang digunakan dapat dikurangi
 - e. Mengganti disinfektan menjadi yang lebih aman
 - f. Meniadakan prekhlorinasi
 - g. Memperbesar dimensi bak khlorinasi
 - h. Kekurangan kapasitas pada reservoir eksisting ditambahkan pada saat pengembangan
 - i. Mengirimkan lumpur ke pusat pengolahan limbah
3. Pengembangan instalasi dilakukan setiap penambahan debit 150 L/s. Penambahan debit kebutuhan air mencapai 450 L/s pada tahun 2014, sedangkan penambahan debit kebutuhan air mencapai 600 L/s pada tahun 2024. Pengembangan tahap 1 terjadi pada tahun 2012 – 2014. Pengembangan tahap 2 terjadi pada tahun 2015 – 2024. Desain pengembangan instalasi mengikuti desain instalasi eksisting dengan mengaplikasikan solusi permasalahan.

5.5 Saran

1. Melakukan perbaikan unit–unit pengolahan pada instalasi eksisting supaya kinerja masing–masing unit dapat bekerja maksimal.
2. Mengaplikasikan solusi permasalahan pada desain pengembangan instalasi yang mengikuti desain instalasi eksisting supaya masing–masing unit dapat berkerja sesuai dengan kriteria yang ditentukan.
3. Mengolah lumpur instalasi di pusat pengolahan limbah supaya tidak mencemari lingkungan karena langsung dibuang ke sungai.
4. Untuk penelitian selanjutnya, melakukan pengukuran dimensi pada instalasi eksisting untuk dibandingkan dengan gambar teknik instalasinya.

DAFTAR REFERENSI

- BAPPEDA Kota Bekasi (2008). *Masterplan Jaringan Air Bersih Perkotaan*.
- BAPPEDA Kota Bekasi (2009). *Kota Bekasi dalam Angka Tahun 2008*.
- BPS Kabupaten Bekasi (2004). *Kependudukan dan Ketenagakerjaan*.
- Dinas Kesehatan Kota Bekasi (2009). *Hasil Analisis Laboratorium*.
- Fair, G.M, Geyer, J.C, & Okun, D.A. (1968). *Water and wastewater engineering* (vol. 2). New York : John Willey & Sons. Inc.
- Kabupaten Bekasi (2004). *Master File Desa Kabupaten Bekasi*.
- Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 (2002). *Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*.
- McGhee, T.J. (1991). *Water Supply and Sewerage* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, J.M. (1985). *Water treatment principles and design*. California: John Willey & Sons. Inc.
- Musthofa, C. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif*.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 (1990). *Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air*.
- Peraturan Pemerintah No. 82 tahun (2001). *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.

PDAM Bekasi (2009). *Laporan Bulanan PDAM Bekasi, Wilayah Cabang Pondok Ungu*.

PDAM Bekasi. *Gambar Teknik PDAM Pondok Ungu Bekasi*.

Pratiwi (2009). *Panduan penulisan skripsi*. Yogyakarta : Tugu Publisher.

Profil Kabupaten Bekasi (2009). February 28, 2010.
<http://www.humaskabbekasiblog.htm>

Qasim, S.R, Motley, E.M, & Zhu, G. (2000). *Water works engineering : planning, design, and operation*. London : Prentice – Hall.

Reynolds. T.D., & Richards, P.A. (1995). *Unit operations and processes in environmental engineering (2nd ed)*. Boston : PWS Publishing.

Riyadi, 2005. *Perencanaan Pembangunan Daerah*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Senjaya, R (2008) *.Perspektif penerapan litbang dalam penyelenggaraan pemerintahan daerah*. May 12, 2009.
<http://bapedakabtasik.wordpress.com/>

Tchobanoglous, G., Burton, F.L, & Stensel, H.D., (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse (4th ed)*. New York: Metcalf & Eddy. Inc.

Universitas Indonesia (2008). *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Indonesia*.

Tabel 1. Proyeksi penduduk Kota Bekasi

Metode Proyeksi	Proyeksi Penduduk Kota Bekasi										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Aritmatika	1.663.802	1.708.337	1.809.306	1.845.005	1.914.316	2.001.899	2.071.444	2.143.804	2.238.717	2.310.581	2.382.446
Geometrik	1.663.802	1.708.337	1.809.306	1.845.005	1.914.316	2.001.899	2.071.444	2.143.804	2.238.717	2.323.333	2.411.146
Mathematical	1.663.802	1.708.337	1.809.306	1.845.005	1.914.316	2.001.899	2.071.444	2.143.804	2.238.717	2.335.305	2.439.554
Decreasing rate of increase	1.663.802	1.708.337	1.809.306	1.845.005	1.914.316	2.001.899	2.071.444	2.143.804	2.238.717	2.325.988	2.415.877

Metode Proyeksi	Proyeksi Penduduk Kota Bekasi										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aritmatika	2.454.310	2.526.175	2.598.039	2.669.903	2.741.768	2.813.632	2.885.496	2.957.361	3.029.225	3.101.090	3.172.954
Geometrik	2.502.279	2.596.857	2.695.009	2.796.871	2.902.582	3.012.290	3.126.144	3.244.301	3.366.924	3.494.182	3.626.250
Mathematical	2.552.408	2.674.972	2.808.550	2.954.688	3.115.239	3.292.435	3.488.999	3.708.278	3.954.438	4.232.733	4.549.879
Decreasing rate of increase	2.508.462	2.603.824	2.702.046	2.803.215	2.907.417	3.014.745	3.125.293	3.239.156	3.356.434	3.477.230	3.601.648

Metode Proyeksi	Proyeksi Penduduk Kota Bekasi										
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aritmatika	3.244.818	3.316.683	3.388.547	3.460.411	3.532.276	3.604.140	3.676.005	3.747.869	3.819.733	3.891.598	3.963.462
Geometrik	3.763.309	3.905.549	4.053.165	4.206.361	4.365.346	4.530.341	4.701.572	4.879.275	5.063.694	5.255.084	5.453.708
Mathematical	4.914.602	5.338.458	5.837.071	6.432.100	7.154.468	8.049.904	9.189.011	10.686.835	12.744.378	15.747.300	20.541.206
Decreasing rate of increase	3.729.799	3.861.793	3.997.747	4.137.778	4.282.009	4.430.566	4.583.579	4.741.181	4.903.511	5.070.709	5.242.922

Sumber : Hasil olahan

Lampiran 2 : Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi

Tabel 2. Proyeksi penduduk Kabupaten Bekasi

Metode Proyeksi	Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aritmatika	1.640.000	1.726.975	1.877.414	1.950.209	2.027.902	2.124.878	2.221.853	2.318.829	2.415.804	2.512.780	2.609.755
Geometrik	1.640.000	1.726.975	1.877.414	1.950.209	2.027.902	2.138.443	2.255.010	2.377.931	2.507.553	2.644.240	2.788.378
Mathematical	1.640.000	1.726.975	1.877.414	1.950.209	2.027.902	2.077.652	2.114.799	2.142.221	2.162.295	2.176.901	2.187.480
Decreasing rate of increase	1.640.000	1.726.975	1.877.414	1.950.209	2.027.902	2.075.678	2.111.228	2.137.682	2.157.366	2.172.014	2.182.913

Metode Proyeksi	Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi										
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aritmatika	2.706.731	2.803.706	2.900.682	2.997.657	3.094.633	3.191.608	3.288.584	3.385.559	3.482.535	3.579.510	3.676.486
Geometrik	2.940.373	3.100.653	3.269.670	3.447.901	3.635.847	3.834.037	4.043.031	4.263.418	4.495.817	4.740.885	4.999.312
Mathematical	2.195.117	2.200.619	2.204.574	2.207.415	2.209.454	2.210.915	2.211.963	2.212.714	2.213.252	2.213.637	2.213.913
Decreasing rate of increase	2.191.024	2.197.059	2.201.550	2.204.891	2.207.378	2.209.228	2.210.605	2.211.630	2.212.392	2.212.959	2.213.381

Metode Proyeksi	Proyeksi Penduduk Kabupaten Bekasi									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Aritmatika	3.773.461	3.870.437	3.967.412	4.064.388	4.161.363	4.258.339	4.355.314	4.452.290	4.549.265	4.646.241
Geometrik	5.271.825	5.559.193	5.862.226	6.181.777	6.518.747	6.874.085	7.248.793	7.643.926	8.060.598	8.499.983
Mathematical	2.214.111	2.214.252	2.214.353	2.214.426	2.214.478	2.214.515	2.214.542	2.214.561	2.214.574	2.214.584
Decreasing rate of increase	2.213.695	2.213.929	2.214.103	2.214.233	2.214.329	2.214.400	2.214.454	2.214.493	2.214.523	2.214.545

Sumber : Hasil olahan

Lampiran 3 : Proyeksi Penduduk Daerah Pelayanan

Tabel 3. Proyeksi penduduk daerah pelayanan

Tahun	Kelurahan Pejuang (Cab. Pondok Ungu)	Kecamatan Tarumajaya (Unit Tarumajaya)	Kelurahan Kaliabang Tengah (Unit PUP)
2008	58.920	102.705	59.466
2009	60.811	107.000	61.375
2010	62.703	111.295	63.284
2011	64.594	115.590	65.193
2012	66.485	119.886	67.102
2013	68.377	124.181	69.011
2014	70.268	128.476	70.919
2015	72.160	132.771	72.828
2016	74.051	137.066	74.737
2017	75.942	141.362	76.646
2018	77.834	145.657	78.555
2019	79.725	149.952	80.464
2020	81.616	154.247	82.373
2021	83.508	158.542	84.282
2022	85.399	162.838	86.191
2023	87.291	167.133	88.100
2024	89.182	171.428	90.008
2025	91.073	175.723	91.917
2026	92.965	180.019	93.826
2027	94.856	184.314	95.735
2028	96.747	188.609	97.644
2029	98.639	192.904	99.553
2030	100.530	197.199	101.462
2031	102.422	201.495	103.371
2032	104.313	205.790	105.280

Sumber : Hasil olahan

Lampiran 4 : Proyeksi Fasilitas Cabang Pondok Ungu

Tabel 4. Proyeksi fasilitas Cabang Pondok Ungu

Peruntukan	Jumlah Peruntukan	Unit	Jumlah unit	Kebutuhan air/unit	Satuan	Proyeksi											
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
RSU Pemerintah	1	Bed	1x150	300	L/pasien/hari	150	158	163	168	172	177	182	187	192	196	201	206
RSU Bersalin	2	Bed	2x50	300	L/pasien/hari	100	105	109	112	115	118	121	125	128	131	134	137
Puskesmas	1	Unit	1	2500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klinik 24 jam	17	Unit	17	2500	L/unit/hari	17	18	18	19	20	20	21	21	22	22	23	23
Industri	26	Unit	26	3500	L/unit/hari	26	27	28	29	30	31	32	32	33	34	35	36
Kantor	16	pekerja	16x50	35	L/pekerja/hari	800	843	869	894	920	945	971	996	1022	1047	1072	1098
TK	17	siswa	17x50	10	L/siswa/hari	850	896	923	950	977	1004	1031	1058	1085	1112	1139	1166
SD	22	siswa	22x480	10	L/siswa/hari	10560	11133	11469	11805	12141	12477	12813	13148	13484	13820	14156	14492
SMP	11	siswa	11x600	15	L/siswa/hari	6600	6958	7168	7378	7588	7798	8008	8218	8428	8638	8847	9057
SMA	6	siswa	6x720	20	L/siswa/hari	4320	4555	4692	4829	4967	5104	5242	5379	5516	5654	5791	5928
Masjid	23	Unit	23	2500	L/unit/hari	23	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	32
Mushola	30	Unit	30	750	L/unit/hari	30	32	33	34	34	35	36	37	38	39	40	41
Gereja	18	Unit	18	500	L/unit/hari	18	19	20	20	21	21	22	22	23	24	24	25
Rumah makan	29	Unit	29	2500	L/unit/hari	29	31	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Pasar swalayan	4	unit	4	2000	L/unit/hari	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Pasar tradisional	5	unit	5	3000	L/unit/hari	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7
Perbengkelan	90	unit	90	2000	L/unit/hari	90	95	98	101	103	106	109	112	115	118	121	124

Sumber : Hasil olahan

Lampiran 4 : Proyeksi fasilitas Cabang. Pondok Ungu (lanjutan)

Tabel 4. Proyeksi fasilitas Cabang Pondok Ungu (lanjutan)

Peruntukan	Jumlah Peruntukan	Unit	Jumlah unit	Keb air/unit	Satuan	Proyeksi											
						2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
RSU Pemerintah	1	bed	1x150	300	L/pasien/hari	211	215	220	225	230	234	239	244	249	254	258	263
RSU Bersalin	2	bed	2x50	300	L/pasien/hari	140	144	147	150	153	156	159	163	166	169	172	175
Puskesmas	1	unit	1	2500	L/unit/hari	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Klinik 24 jam	17	unit	17	2500	L/unit/hari	24	24	25	25	26	27	27	28	28	29	29	30
Industri	26	unit	26	3500	L/unit/hari	37	37	38	39	40	41	41	42	43	44	45	46
Kantor	16	pekerja	16x50	35	L/pekerja/hari	1123	1149	1174	1200	1225	1251	1276	1301	1327	1352	1378	1403
TK	17	siswa	17x50	10	L/siswa/hari	1194	1221	1248	1275	1302	1329	1356	1383	1410	1437	1464	1491
SD	22	siswa	22x480	10	L/siswa/hari	14828	15163	15499	15835	16171	16507	16843	17178	17514	17850	18186	18522
SMP	11	siswa	11x600	15	L/siswa/hari	9267	9477	9687	9897	10107	10317	10527	10737	10946	11156	11366	11576
SMA	6	siswa	6x720	20	L/siswa/hari	6066	6203	6341	6478	6615	6753	6890	7028	7165	7302	7440	7577
Masjid	23	unit	23	2500	L/unit/hari	32	33	34	34	35	36	37	37	38	39	40	40
Mushola	30	unit	30	750	L/unit/hari	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
Gereja	18	unit	18	500	L/unit/hari	25	26	26	27	28	28	29	29	30	30	31	32
Rumah makan	29	unit	29	2500	L/unit/hari	41	42	43	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Pasar swalayan	4	unit	4	2000	L/unit/hari	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
Pasar tradisional	5	unit	5	3000	L/unit/hari	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9
Perbengkelan	90	unit	90	2000	L/unit/hari	126	129	132	135	138	141	144	146	149	152	155	158

Sumber : Hasil olahan

Tabel 5. Proyeksi fasilitas Unit Tarumajaya

Peruntukan	Jumlah Peruntukan	Unit	Jumlah unit	Keb air/unit	Satuan	Proyeksi											
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
RSU Pemerintah	-	bed	-	300	L/pasien/hari	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RSU Bersalin	-	bed	-	300	L/pasien/hari	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Puskesmas	1	unit	1	2500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klinik 24 jam	-	unit	-	2500	L/unit/hari	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Industri	-	unit	-	3500	L/unit/hari	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Kantor	-	pekerja	-	35	L/pekerja/hari	0	35	36	38	39	40	42	43	44	46	47	49
TK	18	siswa	18x50	10	L/siswa/hari	900	936	972	1008	1045	1081	1117	1153	1189	1225	1261	1297
SD	-	siswa	-	10	L/siswa/hari	0	480	499	517	536	554	573	591	610	628	647	665
SMP	9	siswa	9x600	15	L/siswa/hari	5400	5617	5834	6050	6267	6484	6701	6917	7134	7351	7568	7784
SMA	2	siswa	2x720	20	L/siswa/hari	540	562	583	605	627	648	670	692	713	735	757	778
Masjid	7	unit	7	2500	L/unit/hari	7	8	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10
Mushola	10	unit	10	750	L/unit/hari	10	10	10	11	11	12	12	12	13	13	13	14
Gereja	-	unit	-	500	L/unit/hari	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rumah makan	-	pengunjung	-	2500	L/unit/hari	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pasar swalayan	-	pengunjung	-	2000	L/unit/hari	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pasar tradisional	2	bangunan	2	3000	L/unit/hari	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Perbengkelan	-	bangunan	-	2000	L/unit/hari	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber : Hasil olahan

Lampiran 5 : Proyeksi fasilitas Unit Tarumajaya (lanjutan)

Tabel 5. Proyeksi fasilitas Unit Tarumajaya (lanjutan)

Peruntukan	Jumlah Peruntukan	Unit	Jumlah unit	Keb air/unit	Satuan	Proyeksi											
						2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
RSU Pemerintah	-	bed	-	300	L/pasien/hari	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
RSU Bersalin	-	bed	-	300	L/pasien/hari	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Puskesmas	1	unit	1	2500	L/unit/hari	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Klinik 24 jam	-	unit	-	2500	L/unit/hari	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Industri	-	unit	-	3500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Kantor	-	pekerja	-	35	L/pekerja/hari	50	51	53	54	55	57	58	59	61	62	63	65
TK	18	siswa	18x50	10	L/siswa/hari	1334	1370	1406	1442	1478	1514	1550	1586	1623	1659	1695	1731
SD	-	siswa	-	10	L/siswa/hari	684	702	721	739	758	776	795	813	832	850	869	888
SMP	9	siswa	9x600	15	L/siswa/hari	8001	8218	8435	8652	8868	9085	9302	9519	9735	9952	10169	10386
SMA	2	siswa	2x720	20	L/siswa/hari	800	822	843	865	887	909	930	952	974	995	1017	1039
Masjid	7	unit	7	2500	L/unit/hari	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14
Mushola	10	unit	10	750	L/unit/hari	14	15	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19
Gereja	-	unit	-	500	L/unit/hari	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rumah makan	-	pengunjung	-	2500	L/unit/hari	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pasar swalayan	-	pengunjung	-	2000	L/unit/hari	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Pasar tradisional	2	bangunan	2	3000	L/unit/hari	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Perbengkelan	-	bangunan	-	2000	L/unit/hari	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2

Sumber : Hasil olahan

Tabel 6. Proyeksi fasilitas Unit Pondok Ungu Permai

Peruntukan	Jumlah Peruntukan	Unit	Jumlah unit	Keb air/unit	Satuan	Proyeksi											
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
RSU Pemerintah	-	bed	-	300	L/pasien/hari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	1203
RSU Bersalin	-	bed	-	300	L/pasien/hari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puskesmas	-	unit	-	2500	L/unit/hari	0	0	0	0	1	8	9	9	9	9	9	10
Klinik 24 jam	1	unit	1	2500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Industri	-	unit	-	3500	L/unit/hari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kantor	1	pekerja	1x50	35	L/pekerja/hari	50	51	52	54	55	57	58	60	62	63	65	66
TK	4	siswa	4x50	10	L/siswa/hari	200	203	209	215	222	228	234	240	246	252	258	264
SD	4	siswa	4x480	10	L/siswa/hari	1920	1950	2009	2068	2127	2186	2244	2303	2362	2421	2480	2539
SMP	1	siswa	1x600	15	L/siswa/hari	600	609	628	646	665	683	701	720	738	757	775	793
SMA	1	siswa	1x720	20	L/siswa/hari	720	731	753	775	798	820	842	864	886	908	930	952
Masjid	4	unit	4	2500	L/unit/hari	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Mushola	6	unit	6	750	L/unit/hari	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8
Gereja	-	unit	-	500	L/unit/hari	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Rumah makan	-	unit	-	2500	L/unit/hari	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Pasar swalayan	4	unit	4	2000	L/unit/hari	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Pasar tradisional	5	unit	5	3000	L/unit/hari	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7
Perbengkelan	1	unit	1	2000	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber : Hasil olahan

Lampiran 6 : Proyeksi fasilitas Unit Pondok Ungu Permai (lanjutan)

Tabel 6. Proyeksi fasilitas Unit Pondok Ungu Permai (lanjutan)

Peruntukan	Jumlah Peruntukan	Unit	Jumlah unit	Keb air/unit	Satuan	Proyeksi											
						2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
RSU Pemerintah	-	bed	-	300	L/pasien/hari	1231	1259	1287	1315	1342	1370	1398	1426	1454	1482	1510	1538
RSU Bersalin	-	bed	-	300	L/pasien/hari	0	50	390	399	407	416	424	433	441	450	458	467
Puskesmas	-	unit	-	2500	L/unit/hari	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12
Klinik 24 jam	1	unit	1	2500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Industri	-	unit	-	3500	L/unit/hari	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kantor	1	pekerja	1x50	35	L/pekerja/hari	68	69	71	72	74	75	77	78	80	81	83	84
TK	4	siswa	4x50	10	L/siswa/hari	271	277	283	289	295	301	307	313	320	326	332	338
SD	4	siswa	4x480	10	L/siswa/hari	2597	2656	2715	2774	2833	2892	2950	3009	3068	3127	3186	3244
SMP	1	siswa	1x600	15	L/siswa/hari	812	830	848	867	885	904	922	940	959	977	996	1014
SMA	1	siswa	1x720	20	L/siswa/hari	974	996	1018	1040	1062	1084	1106	1128	1150	1173	1195	1217
Masjid	4	unit	4	2500	L/unit/hari	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
Mushola	6	unit	6	750	L/unit/hari	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10
Gereja	-	unit	-	500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Rumah makan	-	unit	-	2500	L/unit/hari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Pasar swalayan	4	unit	4	2000	L/unit/hari	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
Pasar tradisional	5	unit	5	3000	L/unit/hari	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
Perbengkelan	1	unit	1	2000	L/unit/hari	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2

Sumber : Hasil olahan