

PERANCANGAN BANGUNAN
BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM
(SUMBER AIR BAKU: SUNGAI BENGAWAN SOLO,
KABUPATEN SURAKARTA, JAWA TENGAH)



Oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

NPM. 20034010004

HIMMATUL ALIYAH ROSYDI

NPM. 20034010027

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2023

PERANCANGAN BANGUNAN

**BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM
(SUMBER AIR BAKU: SUNGAI BENGAWAN SOLO,
KABUPATEN SURAKARTA, JAWA TENGAH)**



Oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

NPM. 20034010004

HIMMATUL ALIYAH ROSYDI

NPM. 20034010027

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA**

2023

**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM
(SUMBER AIR BAKU: SUNGAI BENGAWAN SOLO,
KABUPATEN SURAKARTA, JAWA TENGAH)**

PERANCANGAN BANGUNAN

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

NPM. 20034010004

HIMMATUL ALIYAH ROSYDI

NPM. 20034010027

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
2023**

**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM
(SUMBER AIR BAKU: SUNGAI BENGAWAN SOLO,
KABUPATEN SURAKARTA, JAWA TENGAH)**

Disusun Oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

NPM. 20034010004

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh
Tim Penguji Perancangan Bangunan PAM

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal: 16 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.

NIP. 19620501 198803 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Teknik Lingkungan



Firra Rosariawari, ST., MT.

NIP. 19750409 202121 2 004

Penguji I



Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.

NIP. 19600601 198703 1 001

Penguji II



Praditya Sigit Ardisty S., ST., MT.

NPT. 212 1990 1001 295

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Dra. Jariyah, MP.

NIP. 19650403 199103 2 001

**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM
(SUMBER AIR BAKU: SUNGAI BENGAWAN SOLO,
KABUPATEN SURAKARTA, JAWA TENGAH)**

Disusun Oleh:

HIMMATUL ALIYAH ROSYDI

NPM. 20034010027

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh
Tim Penguji Perancangan Bangunan PAM

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal: 16 Juni 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Penguji I

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.

NIP. 19620501 198803 1 001

Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.

NIP. 19600601 198703 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Teknik Lingkungan

Penguji II

Firra Rosariawari, ST., MT.

NIP. 19750409 202121 2 004

Praditya Sigit Ardisty S., ST., MT.

NPT. 212 1990 1001 295

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Dra. Jariyah, MP.

NIP. 19650403 199103 2 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami bisa menyelesaikan tugas perancangan dengan judul “Instalasi Pengolahan Air Bersih Sumber Sungai Bengawan Solo, Kabupaten Surakarta, Jawa Tengah” tepat pada waktunya.

Tugas Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan dan bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Tengah.

Dalam penyusunan laporan ini, kami menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Tengah
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Tengah.
3. Ibu Prof. Euis Nurul Hidayah, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Mata Kuliah PBPAM yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat bermanfaat.
4. Bapak Ir. Tuhu Agung R., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Perancangan yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses penyelesaian tugas perancangan.
5. Orang tua, adik, keluarga yang telah memberikan semangat dan bantuan baik secara riil dan materiil sehingga Tugas Perancangan Bangunan Air Bersih Sungai Bengawan Solo, Kabupaten Surakarta, Jawa Tengah dapat terselesaikan dengan baik.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2020 yang telah membantu selama proses pengerjaan tugas perancangan.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah membagi sebagian pengetahuannya dan juga memberikan semangat sehingga kami dapat menyelesaikan tugas perancangan ini.

Kami menyadari, tugas perancangan yang kami tulis masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan kami harapkan demi kesempurnaan tugas ini. Semoga tugas ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis.

Surabaya, 7 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan	2
1.3 Ruang Lingkup.....	3
BAB 2	4
2.1 Air Baku	4
2.2 Karakteristik Air Baku	4
2.2.1 Parameter Fisik.....	5
2.2.2 Parameter Kimiawi.....	6
2.2.3 Parameter Biologi.....	9
2.3 Standar Kualitas Air Baku	9
2.4 Bangunan Pengolahan Air Baku	13
2.4.1 Pengolahan Pendahuluan (Pre-treatment)	14
2.4.2 Pengolahan Primer (Primary Treatment)	29
2.4.3 Pengolahan Sekunder (<i>Secondary Treatment</i>).....	48
2.4.4 Pengolahan Tersier (<i>Tertiary Treatment</i>)	56
2.4.5 Pengolahan Lumpur (Sludge Treatment).....	62
2.5 Aksesoris Perancangan Bangunan	63
2.6 Persen Removal.....	70
2.7 Profil Hidrolis	72
2.8 BOQ dan RAB	74
2.8.1 BoQ (Bill Of Quantity)	74
2.8.2 RAB (Rincian Anggaran Biaya)	74

BAB 3	76
3.1 Metode Perencanaan	76
3.2 Debit Kebutuhan Air Bersih	76
3.2.1 Kebutuhan Air Bersih Domestik (Q Domestik).....	76
3.2.2 Kebutuhan Air Bersih Non Domestik (Q Non Domestik)	78
3.2.3 Kebutuhan Air Bersih Total	81
3.3 Data Karakteristik Air Baku.....	81
3.4 Kondisi Eksisting Lokasi Perencanaan IPAM	83
3.5 Diagram Alir	85
BAB 4	86
4.1 Intake.....	86
4.2 Bar Screen	86
4.3 Bak Pengumpul	87
4.4 Prasedimentasi.....	88
4.5 Aerasi	89
4.6 Bak Koagulasi-Flokulasi.....	90
4.7 Advance Sedimentasi	90
4.8 Filtrasi	91
4.9 Desinfeksi.....	92
4.10 Reservoar.....	93
BAB 5	95
5.1 Saluran Pembawa (Intake)	95
5.2 Bar Screen	99
5.3 Bak Pengumpul	102
5.3.1 Bangunan Bak Pengumpul.....	102
5.3.2 Pipa Penguras Lumpur	105
5.3.3 Pompa Bak Pengumpul Menuju Prasedimentasi	106
5.3.4 <i>Strainer</i>	111
5.4 Prasedimentasi (Rectangle Basin).....	113
5.4.1 Zona Inlet	114
5.4.2 Zona Settling	117

5.4.3	Zona Sludge Prasedimentasi	125
5.4.4	Zona Outlet Prasedimentasi	130
5.5	Aerasi	135
5.5.1	Bak Aerasi dan Aerator	135
5.5.2	Kebutuhan Oksigen	139
5.5.3	Pemilihan Aerator	141
5.5.4	MLSS dan MLVSS sebagai Hasil Proses Aerasi.....	142
5.6	Koagulasi-Flokulasi	143
5.6.1	Bak Pembubuh	143
5.6.2	Bak Flokulasi	150
5.6.3	Pipa Outlet.....	155
5.7	Unit Advanced-Sedimentasi.....	156
5.7.1	Zona Inlet	157
5.7.2	Zona Settling	160
5.7.3	Zona Sludge	170
5.7.4	Zona Outlet.....	174
5.8	Unit Filtrasi (Rapid Sand Filter)	181
5.8.1	Inlet	181
5.8.2	Dimensi Bak Filtrasi	181
5.8.3	Analisis Ayakan Media Filtrasi.....	182
5.8.4	Hidrolika Filter <i>Constant Rate</i>	190
5.8.5	Kehilangan Tekanan Media Filter saat Clogging	192
5.8.6	Kontrol Intermixing	193
5.8.7	Kecepatan Backwash	195
5.8.8	Ekspansi Media Filter	196
5.8.9	Ekspansi Media Penyangga.....	201
5.8.10	Kebutuhan Backwashing.....	203
5.8.11	Sistem Underdrain.....	203
5.8.12	Pipa Lateral	204
5.8.13	Orifice	206
5.8.14	Saluran Pelimpah (Gutter).....	206

5.8.15 Saluran Pipa Outlet	207
5.8.16 Pipa Drain Backwash	209
5.8.17 Tinggi Bak Filter	210
5.8.18 Bak Penampung Backwash	210
5.8.19 Pompa Backwash	211
5.8.20 Pintu Air	214
5.8.21 Sludge tertahan di Bak Penampung Backwash	215
5.8.22 Resume Unit Filtrasi	217
5.9 Unit Desinfeksi	222
5.10 Reservoir.....	228
5.10.1 Pipa Inlet dan Outlet.....	228
5.10.2 Dimensi Reservoir	229
5.11 Bak Penampung Lumpur.....	230
5.12 Belt Filter Press 1	232
5.13 Resume Perhitungan.....	233
BAB 6	252
6.1 Pipa Intake (River Intake)	252
6.2 Bak Pengumpul	252
6.3 Bak Prasedimentasi (Rectangle Basin)	253
6.4 Aerasi	253
6.5 Koagulasi Flokulasi.....	254
6.6 Advanced Sedimentasi	254
6.7 Filtrasi	255
6.8 Desinfeksi.....	255
6.9 Reservoir.....	256
6.10 Bak Penampung Lumpur.....	256
6.11 Belt Filter Press	257
BAB 7	258
7.1 Bill of Quantity (BOQ)	258
7.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	261
DAFTAR PUSTAKA	271

LAMPIRAN A	274
LAMPIRAN B	286

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Direct Intake</i>	15
Gambar 2. 2 <i>River Intake</i>	15
Gambar 2. 3 <i>Canal Intake</i>	16
Gambar 2. 4 <i>Reservoir Intake</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Spring Intake</i>	17
Gambar 2. 6 <i>Intake Tower</i>	17
Gambar 2. 7 <i>Gate Intake</i>	17
Gambar 2. 8 Kriteria Screen.....	21
Gambar 2. 9 <i>Coarse Screen</i> (Penyaring Kasar)	22
Gambar 2. 10 <i>Fine Screen</i>	23
Gambar 2. 11 <i>Micro Screen</i>	25
Gambar 2. 12 Bak Penampung	27
Gambar 2. 13 <i>Waterfall Aerator</i>	30
Gambar 2. 14 <i>Cascade Aerator</i>	31
Gambar 2. 15 <i>Submerged Cascade Aerator</i>	31
Gambar 2. 16 <i>Multiple Plat Form Aerator</i>	32
Gambar 2. 17 <i>Spray Aerator</i>	33
Gambar 2. 18 <i>Bubble Aerator</i>	33
Gambar 2. 19 Bak Koagulasi	37
Gambar 2. 20 Tipe Paddle: (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping.....	38
Gambar 2. 21 Tipe Turbin: (a) Paddle; (b) Propeller; (c) Turbin	38
Gambar 2. 22 Tipe Propeller: (a) 2 blade; (b) 3 blade	38
Gambar 2. 23 Bak Sedimentasi.....	44
Gambar 2. 24 Zona Pada Bak Sedimentasi	45
Gambar 2. 25 Kolom Test Sedimentasi Tipe II	46
Gambar 2. 26 Grafik Isoremoval	46
Gambar 2. 27 Penentuan Kedalaman H dan Seterusnya.....	46
Gambar 2. 28 Bagian-bagian filter	50
Gambar 2. 29 Filter Pasir Lambat	54
Gambar 2. 30 Reservoar Permukaan.....	59

Gambar 2. 31 Reservoar Menara	60
Gambar 2. 32 Reservoar Tangki Baja	60
Gambar 2. 33 Reservoar Beton Cor	61
Gambar 2. 34 Reservoar <i>Fiberglass</i>	62
Gambar 2. 35 <i>Belt Filter Press</i>	63
Gambar 2. 36 <i>Sentrifugal Pump</i>	64
Gambar 2. 37 <i>Rotary Pump</i>	65
Gambar 2. 38 <i>Gear Pump</i>	65
Gambar 2. 39 <i>Screw Pump</i>	66
Gambar 2. 40 <i>Blower Sentrifugal</i>	67
Gambar 2. 41 <i>Blower Positive Displacement</i>	67
Gambar 2. 42 (a) <i>shock</i> pipa polos (b) <i>Shock</i> pipa drat luar (c) <i>shock</i> pipa drat dalam	68
Gambar 2. 43 <i>Elbow</i> 90° dan 45°	69
Gambar 2. 44 (a) <i>Tee</i> bentuk T (b) <i>Y branch</i>	69
Gambar 2. 45 <i>Reducer</i>	69
Gambar 2. 46 <i>Dop/plug/cap/clean out</i>	70
Gambar 3. 1 Kondisi Eksisting Rencana Penempatan IPAM	83
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengolahan	85
Gambar 5. 1 <i>Submersible Pumps</i> Grundfos tipe KPL	111
Gambar 5. 2 Grafik Kurva Performa untuk Bak Pengendap pada Variasi Efisiensi	119
Gambar 5. 3 Grafik Kurva Performa untuk Bak Pengendap pada Variasi Efisiensi	141
Gambar 5. 4 Tangki Bak Pembubuh	146
Gambar 5. 5 Agitator	147
Gambar 5. 6 <i>Dossing Pump</i>	148
Gambar 5. 7 Grafik Kurva Performa untuk Bak Pengendap pada Variasi Efisiensi	162
Gambar 5. 8 Grafik Pengendapan tipe I	163
Gambar 5. 9 Grafik Diameter Butiran terhadap Presentase Butiran	184

Gambar 5. 10 Grafik Diameter Butiran terhadap Presentase Butiran	186
Gambar 5. 11 Grafik Diameter Butiran terhadap Presentase Butiran	187
Gambar 5. 12 Sketsa dan Ukuran Lapisan Media Filter	189
Gambar 5. 13 Perbandingan Headloss pada saat Filtrasi dan Backwash.....	203
Gambar 5. 14 Dosing Pump Desinfeksi	226
Gambar 5. 15 <i>Belt Filter Press</i>	233

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya	10
Tabel 2. 2 Faktor Minor Losses Bar	20
Tabel 2. 3 Kriteria Perencanaan <i>Coarse Screen</i>	22
Tabel 2. 4 Klasifikasi <i>Fine Screen</i>	23
Tabel 2. 5 Desain Karakteristik Operasional Aerator	34
Tabel 2. 6 Jenis-Jenis Koagulan.....	35
Tabel 2. 7 Kriteria Impeller.....	39
Tabel 2. 8 Nilai Waktu Perngadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan.....	39
Tabel 2. 9 Konstanta K_L dan K_T untuk Tangki Berserat.....	39
Tabel 2. 10 Kriteria Filter Pasir Cepat	51
Tabel 2. 11 Kriteria Filter Pasir Lambat	53
Tabel 2. 12 Kriteria Filter Pasir Bertekanan	54
Tabel 2. 13 Persen Removal.....	70
Tabel 3. 1 Data Penduduk 3 Kecamatan di Kota Surakarta Tahun 2013-2021	76
Tabel 3. 2 Jumlah Penduduk yang akan dilayani Kota Surakarta Tahun 2013-2021	77
Tabel 3. 3 Proyeksi Penduduk yang akan dilayani Kota Surakarta Perencanaan 2041 dengan Metode Least Square	77
Tabel 3. 4 Data Fasilitas Umum Kecamatan yang akan dilayani di Kota Surakarta	78
Tabel 3. 5 Kebutuhan Air Bersih Non Domestik Daerah yang dilayani Tahun 2041 Kecamatan Pasar Kliwon, Jebres, dan Banjarsari.....	79
Tabel 3. 6 Data Debit Air Baku dan Air Bersih Terlayani Kota Surakarta	81
Tabel 3. 7 Data Karakteristik Air Baku	82
Tabel 3. 8 Parameter Air Baku yang Belum Memenuhi Persyaratan Baku Mutu	83
Tabel 4. 1 Neraca Massa <i>Intake</i>	86
Tabel 4. 2 Neraca Massa <i>Bar Screen</i>	87
Tabel 4. 3 Neraca Massa Bak Pengumpul	87
Tabel 4. 4 Neraca Massa Bak Penampung.....	88

Tabel 4. 5 Neraca Massa Aerasi.....	89
Tabel 4. 6 Neraca Massa Bak Koagulasi-Flokulasi	90
Tabel 4. 7 Neraca Massa <i>Advance</i> Sedimentasi.....	91
Tabel 4. 8 Neraca Massa Bak Filtrasi	91
Tabel 4. 9 Neraca Massa Desinfeksi	92
Tabel 4. 10 Neraca Massa <i>Reservoar</i>	93
Tabel 5. 1 Resume Pipa Inlet	93
Tabel 5. 2 Hasil %Media Tertahan terhadap Variasi Diameter	183
Tabel 5. 3 Distribusi Media Pasir berdasarkan Diameter Partikel.....	187
Tabel 5. 4 Karakteristik Media Penyangga	189
Tabel 5. 5 Distribusi Media Antrasit terhadap Variasi Diameter Partikel	197
Tabel 5. 6 Distribusi Media Pasir terhadap Variasi	200
Tabel 5. 7 Resume Pipa Inlet	233
Tabel 7. 1 BOQ Pembetonan	258
Tabel 7. 2 BOQ Galian.....	259
Tabel 7. 3 RAB Aksesoris Bangunan	259
Tabel 7. 4 Detail RAB RAW Pembetonan.....	266
Tabel 7. 5 RAB Pra-Kontruksi.....	267
Tabel 7. 6 RAB Pembetonan.....	267
Tabel 7. 7 RAB Pekerja Galian.....	268
Tabel 7. 8 RAB Pekerja Pembetonan.....	268
Tabel 7. 9 RAB Tenaga Kerja.....	269
Tabel 7. 10 RAB Operasional	269
Tabel 7. 11 Total RAB IPAM.....	270