

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)**

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR PAYAU MENGGUNAKAN KOMBINASI
TEKNOLOGI ELEKTROKOAGULASI DAN DESALINASI DI DESA
TAMBAKSARI KABUPATEN KARAWANG**

Disusun Oleh :

Roeis Adhantha

213050002



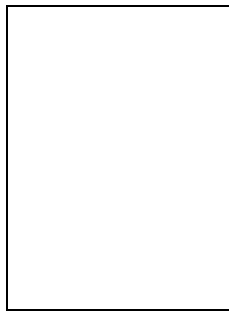
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN**

2026

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR PAYAU MENGGUNAKAN KOMBINASI
TEKNOLOGI ELEKTROKOAGULASI DAN DESALINASI DI DESA
TAMBAKSARI KABUPATEN KARAWANG**

Disusun Oleh :
Roeis Adhantha
213050002



Telah Disetujui dan Disahkan
Pada, Juli 2026

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Astri Widiastuti Hasbiah, ST, M.Env.

Dr. Hary Pradiko, ST., MT.

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Prof. Dr. Lili Mulyatna, S.T., M.T.

Deni Rusmaya, S.T., M.T.

**PERENCANAAN PENGOLAHAN AIR PAYAU MENGGUNAKAN KOMBINASI
TEKNOLOGI ELEKTROKOAGULASI DAN DESALINASI DI DESA
TAMBAKSARI KABUPATEN KARAWANG**

Roeis Adhantha

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Bandung

Email: roeisad39@gmail.com

ABSTRAK

Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang merupakan wilayah yang berada di pesisir laut yang mengalami permasalahan keterbatasan air bersih akibat intrusi air laut yang menyebabkan air tanah memiliki kadar salinitas dan *Total Dissolved Solids* (TDS) yang tinggi. Sehingga dengan kondisi tersebut mengharuskan adanya perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang dapat menghasilkan air sesuai dengan baku mutu. Perencanaan ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan air, merancang unit Instalasi Pengolahan Air (IPA), serta menyusun spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya pembangunan IPA. Perencanaan dilakukan berdasarkan proyeksi kebutuhan air di Desa Tambaksari selama 20 tahun, analisis karakteristik air baku, studi literatur, hasil penelitian Tugas Akhir 1, serta kriteria desain yang mengacu pada standar perencanaan instalasi pengolahan air. Teknologi yang dipilih merupakan kombinasi elektrokoagulasi sebagai proses awal, adsorpsi menggunakan kitosan kulit udang, sedimentasi, filtrasi menggunakan media karbon aktif arang bambu, dan reservoir sebagai penampung air bersih. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa debit kebutuhan air maksimum sebesar 1,23 L/detik. Rangkaian pengolahan yang akan direncanakan mampu menghasilkan efisiensi penyisihan salinitas hingga 81,55% dari konsentrasi awal sebesar 15 ppt menjadi konsentrasi akhir 2,13 ppt, serta penyisihan TDS hingga 81,55% dari konsentrasi awal sebesar 388 mg/l menjadi konsentrasi akhir 55,09 mg/L, sehingga memenuhi baku mutu sesuai dengan Permenkes nomor 2 tahun 2023 yang digunakan dalam perencanaan. Unit IPA yang dirancang terdiri atas unit elektrokoagulasi, unit adsorpsi kitosan kulit udang, unit sedimentasi, unit filtrasi media karbon aktif arang bambu, dan reservoir air bersih.

Kata kunci: Desalinasi air payau, elektrokoagulasi, kitosan kulit udang, salinitas, *Total Dissolved Solids* (TDS),

**BRACKISH WATER TREATMENT PLANNING USING A COMBINATION OF
ELECTROCOAGULATION AND DESALINATION TECHNOLOGY IN
TAMBAKSARI VILLAGE, KARAWANG REGENCY**

Roeis Adhantha

*Environmental Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Pasundan
University, Bandung.*

Email: roeisad39@gmail.com

ABSTRACT

Tambaksari Village, Tirtajaya District, Karawang Regency is a coastal area experiencing limited access to clean water due to seawater intrusion, which has resulted in groundwater with high salinity and Total Dissolved Solids (TDS) levels. Therefore, a Water Treatment Plant (WTP) was designed to produce water that meets the applicable drinking water quality standards. This study aimed to estimate water demand, design the treatment units of the Water Treatment Plant (WTP), and prepare the technical specifications and cost estimate for its construction. The planning was based on a 20-year water demand projection for Tambaksari Village, raw water quality analysis, literature review, the results of the previous undergraduate research (Final Project I), and design criteria referring to national standards for water treatment plant planning. The selected treatment process consisted of electrocoagulation as the primary treatment, followed by adsorption using shrimp shell chitosan, sedimentation, filtration with bamboo charcoal-based activated carbon media, and a clean water reservoir. The design results indicated a required water flow rate of 1,23 L/s. The proposed treatment system achieved a salinity removal efficiency of 81.55%, reducing the initial salinity from 15 ppt to 2.13 ppt, and a TDS removal efficiency of 81.55%, reducing the initial TDS concentration from 388 mg/L to 55.09 mg/L. These results comply with the water quality standards specified in the Indonesian Ministry of Health Regulation (Permenkes) No. 2 of 2023, which served as the reference for this design. The designed WTP an electrocoagulation unit, a shrimp shell chitosan adsorption unit, a sedimentation unit, a filtration unit with bamboo charcoal-based activated carbon media, and a clean water reservoir.

Keywords: *Brackish water desalination, electrocoagulation, shrimp shell chitosan, salinity, Total Dissolved Solids (TDS).*

**RARANCANGAN PANGOLAHAN CAI PAYAU NGAGUNAKEUN
KOMBINASI TEKNOLOGI ELEKTROKOAGULASI SARENG
DESALINASI DI DESA TAMBAKSARI KABUPATEN
KARAWANG**

Roeis Adhantha

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Bandung

Email: roeisad39@gmail.com

ABSTRACT

Désa Tambaksari, Kacamatan Tirtajaya, Kabupatén Karawang mangrupikeun wewengkon basisir anu nuju nyanghareupan pasualan kawatesanan cai bersih dumasar kana ayana intrusi cai laut, anu nyababkeun cai taneuh mibari kadar salinitas sareng *Total Dissolved Solids* (TDS) anu luhur. Ku margi kitu, diperyogikeun rarancang Instalasi Pangolahan Cai (IPA) supados tiasa ngahasilkeun cai anu nyumponan baku mutu anu parantos ditangtukeun. Ieu rarancang miboga tujuan pikeun ngitung kabutuhan cai, ngarancang unit-unit Instalasi Pangolahan Cai (IPA), sarta nyusun spésifikasi téknis sareng rencana anggaran biaya pangwangunan IPA. Rarancang dilaksanakeun dumasar kana proyékasi kabutuhan cai di Désa Tambaksari salami 20 taun, analisis karakteristik cai baku, ulikan pustaka, hasil panalungtikan Tugas Akhir 1, sareng kritéria rarancang anu ngarujuk kana standar perencanaan instalasi pangolahan cai. Téknologi anu dipilih nyaéta kombinasi éléktrokoagulasi minangka prosés awal, adsorpsi ngagunakeun kitosan tina cangkang hurang, sédiméntasi, filtrasi ngagunakeun média karbon aktif arang awi, sareng réservoir minangka tempat neundeun cai bersih. Hasil rarancang némbokeun yén débit kabutuhan cai ngahontal 10,26 L/detik. Runtuyan prosés pangolahan anu dirarancang mampuh ngahontal éfisiénsi panyisihan salinitas dugi ka 81,55%, nyaéta tina konséntrasi awal 15 ppt janten 2,13 ppt, sareng panyisihan TDS dugi ka 81,55%, nyaéta tina konséntrasi awal 388 mg/L janten 55,09 mg/L. Hasil ieu parantos nyumponan baku mutu dumasar kana Permenkes Nomor 2 Taun 2023 anu dijantenkeun acuan dina rarancang. Unit IPA anu dirarancang ngawengku unit éléktrokoagulasi, unit adsorpsi kitosan tina cangkang hurang, unit sédiméntasi, unit filtrasi ngagunakeun média karbon aktif arang awi, sareng réservoir cai bersih.

Kecap Konci: Désalinasi cai payau, éléktrokoagulasi, kitosan cangkang hurang, salinitas, *Total Dissolved Solids* (TDS).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Wr. Wb

Segala puji dan syukur kepada Allah ﷻ yang telah memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada hamba-hamba-Nya. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa *istiqamah* di jalan-Nya.

Dengan penuh rasa syukur kehadirat Allah ﷻ, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir II dengan Judul **“Perencanaan Pengolahan Air Payau Menggunakan Kombinasi Teknologi Elektrokoagulasi Dan Desalinasi Di Desa Tambaksari Kabupaten Karawang”**

Laporan ini dibuat sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Selain itu, laporan ini disusun sebagai bentuk penerapan langsung dari pengetahuan dan kompetensi yang diperoleh selama perkuliahan.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari pihak lain. Untuk itu, atas bantuan dan kerjasama semua pihak yang ikut membantu terselesaikannya laporan ini, maka dalam kesempatan ini penulis ingin berterimakasih kepada:

- 1) **Kedua Orang Tua dan keluarga** kami yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan, juga berupaya memberikan penulis yang terbaik dengan memperhatikan pendidikan dan keadaan kami, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
- 2) **Ibu Astri Widiastuti Hasbiah, ST, M.Env., Bapak Dr. Hary Pradiko, ST., MT.** sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir 2.
- 3) **Bapak Deni Rusmaya, S.T., M.T.** selaku koordinator tugas akhir yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada kami.

- 4) **Bapak Prof. Dr. Lili Mulyatna, S.T., M.T. Bapak Deni Rusmaya, S.T., M.T.** sebagai penguji Tugas Akhir II kami yang telah memberikan arahan, masukan, serta koreksi yang sangat berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir II.
- 5) **Seluruh Teman-Teman Terdekat** yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir II.
- 6) **Kang Giga Galuh Rahayu** yang telah membantu dan memberikan arahan dalam penelitian dan penyusunan Tugas Akhir II.
- 7) Dan serta **Semua Pihak** yang telah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, penyusun mengharapkan laporan ini dapat bermanfaat serta memberikan informasi bagi kepentingan akademis maupun sebagai bahan bacaan. Mohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekurangan, karena penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu penyusun mengharapkan kritik serta saran yang membangun agar menjadi lebih baik untuk kedepannya serta terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya laporan ini.

Bandung, 15 Juli 2026

Roeis Adhantha

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Sistematika Penulisan Laporan.....	3
BAB II GAMBARAN OBJEK PERENCANAAN.....	1
2.1 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan	1
2.1.1 Letak Geografis dan Batas Administrasi.....	1
2.1.2 Topografi Desa Tambaksari	5
2.1.3 Demografi.....	5
2.2 Kondisi Desa.....	6
2.2.1 Potensi Sumber Daya Air	6
2.2.2 Kondisi Sosial Ekonomi.....	7
2.2.3 Kondisi Penyediaan Air Minum di Desa Tambaksari	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	1
3.1 Instalasi Pengolahan Air Minum	1
3.2 Air Payau	1
3.2.1 Parameter Fisik Air Payau.....	2
3.2.2 Parameter Kimia Air Payau.....	5
3.3 Pengolahan Air Payau	8
3.3.1 Koagulasi.....	9
3.3.2 Elektrokoagulasi	10
3.3.2.1 Plat Elektroda	10
3.3.2.2 Jenis-Jenis Plat Elektroda	11

3.3.2.3 Reaksi pada Elektroda	13
3.3.3 Sedimentasi.....	14
3.3.4 Filtrasi	17
3.3.5 Reservoir	18
3.4 Adsorpsi dengan Kitosan Kulit Udang	18
3.5 Penelitian Terdahulu	19
BAB IV DASAR PERENCANAAN	1
4.1 Tahapan Perencanaan.....	1
4.2 Studi Pendahuluan	3
4.3 Pengumpulan Data Sekunder.....	3
4.3.1 Karakteristik Air Baku	4
4.3.2 Lokasi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air	4
4.3.3 Jumlah Penduduk.....	4
4.4 Dasar Perencanaan Instalasi Pengolahan Air	4
4.4.1 Pemilihan Alternatif Teknologi	5
4.4.2 Penentuan Teknologi Pengolahan.....	5
4.4.3 Perhitungan Kebutuhan Air	6
4.4.4 Proyeksi Penduduk.....	7
4.4.4.1 Metode Aritmatika.....	8
4.4.4.2 Metode Geometri.....	10
4.4.4.3 Metode Least Square	12
4.4.5 Pemilihan Metode Proyeksi.....	13
4.4.6 Studi Kebutuhan Air	15
4.4.6.1 Kebutuhan Air Bersih	15
4.4.6.2 Perhitungan Total Kebutuhan Air	17
4.4.6.3 Debit Maksimum atau Fluktuasi Pemakaian Air	19
4.4.7 Spesifikasi Teknis dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	21
4.4.8 Kesimpulan dan Saran	21
BAB V PERENCANAAN TEKNIS	1
5.1 Lokasi Bangunan Pengolahan Air	1
5.2 Perbandingan Karakteristik Air Baku	6
5.3 Pemilihan Alternatif Teknologi	6

5.4	Penentuan Teknolgi Pengolahan.....	7
5.5	Rancangan Instalasi Pengolahan Air Payau	11
5.6	Skema Alur Unit dan Waktu Proses Pengolahan	12
5.7	Perhitungan Desain Bangunan Instalasi Pengolahan Air	15
5.7.1	Unit Elektrokoagulasi	15
5.7.2	Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang	29
5.7.3	Unit Sedimentasi.....	41
5.7.4	Unit Filtrasi.....	48
5.7.5	Unit Reservoir.....	54
5.7.6	Hidran Umum	56
5.7.7	Penentuan Diameter dan Kecepatan Pengaliran Pipa	56
5.7.8	Kebutuhan Energi	58
5.8	Kesesuaian Layout dengan Area Perencanaan	93
BAB VI SPESIFIKASI TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA		1
6.1	Umum.....	1
6.2	Uraian Pekerjaan.....	1
6.2.1	Pekerjaan Persiapan Awal	1
6.2.1.1	Pengadaan Peralatan <i>Ready Made</i>	2
6.2.1.2	Pengadaan Peralatan <i>Built Up</i>	3
6.2.2	Pekerjaan Atap.....	4
6.2.3	Pekerjaan Pemasangan Pipa	7
6.2.4	Pekerjaan Pemasangan Kelistrikan Arus DC	8
6.2.5	Uji Fungsi	9
6.2.6	Pelatihan dan Serah Terima.....	10
6.3	Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	11
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		1
7.1	Kesimpulan.....	1
7.2	Saran.....	2

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jumlah Penduduk Desa Tambaksari Tahun 2017-2025	1
Tabel 2. 2 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk di Kecamatan Tirtajaya.....	6
Tabel 3. 1 Klasifikasi DHL untuk kualitas Salinitas Air	5
Tabel 3. 2 Nilai Salinitas Pada Perairan.....	6
Tabel 3. 3 Kriteria Desain Bak Sedimentasi	16
Tabel 3. 4 Kriteria Desain Filtrasi	17
Tabel 3. 4 Penelitian Terdahulu Pengolahan Air Payau	19
Tabel 4. 1 Karakteristik Air Baku di Desa Tambaksari.....	4
Tabel 4. 2 Jumlah Penduduk Desa Tambaksari Tahun 2017-2025	7
Tabel 4. 3 Perhitungan Uji Korelasi Metode Aritmatika	8
Tabel 4. 4 Perhitungan Standar Deviasi Metode Aritmatika	9
Tabel 4. 5 Perhitungan Uji Korelasi Metode Geometri	10
Tabel 4. 6 Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometri.....	11
Tabel 4. 7 Perhitungan Uji Korelasi Metode <i>Least Square</i>	12
Tabel 4. 8 Perhitungan Standar Deviasi Metode <i>Least Square</i>	13
Tabel 4. 9 Nilai Koefisien Korelasi dan Standar Deviasi Tiga Metode.....	14
Tabel 4. 10 Proyeksi Penduduk Metode Terpilih	14
Tabel 4. 11 Perhitungan Kebutuhan Air Domestik	16
Tabel 4. 12 Kebutuhan Air Total Wilayah Perencanaan	17
Tabel 4. 13 Kebutuhan Air Total yang Direncanakan	19
Tabel 4. 14 Fluktuasi Pemakaian Air Desa Tambaksari.....	20
Tabel 5. 1 Perbandingan Hasil Uji Dan Standar Air Minum.....	6
Tabel 5. 2 Alternatif Unit Pengolahan Desalinasi	7
Tabel 5. 3 Efisiensi Penyisihan Parameter Salinitas	11
Tabel 5. 4 Efisiensi Penyisihan Parameter TDS	12
Tabel 5. 5 Kriteria Desain Unit Elektrokoagulasi	15
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Dimensi Unit IPA.....	93
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Dimensi Pipa Transmisi	94
Tabel 6. 1 Rencana Anggaran Biaya Unit Elektrokoagulasi.....	11
Tabel 6. 2 Rencana Anggaran Biaya Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang.....	11

Tabel 6. 3 Rencana Anggaran Biaya Unit Unit Sedimentasi	12
Tabel 6. 4 Rencana Anggaran Biaya Unit Filtrasi.....	12
Tabel 6. 5 Rencana Anggaran Biaya Unit Reservoir	13
Tabel 6. 6 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	13
Tabel 6. 7 Rencana Anggaran Biaya Operasional Media (Perbulan)	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Orientasi Kabupaten Karawang	3
Gambar 2. 2 Peta Orientasi Desa Tambaksari di Kecamatan Tirtajaya	4
Gambar 4. 1 Diagram Alir Perencanaan	2
Gambar 5. 1 Peta Desa Tambaksari.....	2
Gambar 5. 2 Orientasi Lokasi Perencanaan	3
Gambar 5. 3 Tampak Depan Lokasi Perencanaan.....	4
Gambar 5. 4 Tampak Samping Lokasi Perencanaan	5
Gambar 5. 5 Diagram Alir Pemilihan Pengolahan Air Payau.....	8
Gambar 5. 6 Skema Pengolahan Air di Desa Tambaksari	9
Gambar 5. 7 Neraca Massa	12
Gambar 5. 8 Skema Waktu Bak Elektrokoagulasi – Penampung 1 - Bak Kitosan.....	13
Gambar 5. 9 Skema Waktu Pelarutan – Bak Kitosan	14
Gambar 5. 10 Skema Waktu Bak Kitosan - Bak Reservoir	15
Gambar 5. 11 Denah Unit Bak Elektrokoagulasi	26
Gambar 5. 12 Potongan Unit Bak Elektrokoagulasi.....	27
Gambar 5. 13 Unit Bak Penampung I	28
Gambar 5. 14 Unit Bak Pelarut Kitosan	37
Gambar 5. 15 Denah Unit Kitosan	38
Gambar 5. 16 Potongan Gambar Unit Kitosan.....	39
Gambar 5. 17 Unit Bak Penampung II.....	40
Gambar 5. 18 Unit Sedimentasi.....	46
Gambar 5. 19 Unit Bak Penampung III	47
Gambar 5. 20 Bak Filter.....	53
Gambar 5. 21 Reservoir	55
Gambar 5. 22 Site Plan Perencanaan	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir pada umumnya memiliki kerentanan tinggi terhadap intrusi air laut, yaitu masuknya air laut ke dalam akuifer air tanah akibat tekanan air laut yang lebih besar dibandingkan air tawar. Kondisi ini sering diperparah oleh eksploitasi air tanah yang berlebihan serta perubahan iklim yang memicu kenaikan muka air laut. Dampaknya, kualitas air tanah di daerah pesisir cenderung menurun dengan meningkatnya kadar garam, sehingga tidak lagi memenuhi syarat sebagai air bersih maupun air minum. Kondisi tersebut juga terjadi di Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang, yang secara geografis terletak di kawasan pesisir utara Pulau Jawa dan berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Sebagai wilayah pesisir, Desa Tambaksari menghadapi permasalahan utama berupa air tanah yang bersifat payau akibat intrusi air laut. Air dengan kandungan salinitas dan *Total Dissolved Solids* (TDS) yang tinggi ini tidak layak digunakan untuk kebutuhan domestik, sehingga diperlukan upaya pengolahan air yang tepat guna untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat setempat.

Beberapa alternatif teknologi pengolahan air payau yang dapat diterapkan antara lain proses filtrasi, *reverse osmosis* (RO), distilasi, serta metode berbasis adsorpsi dan elektrokimia. Salah satu teknologi yang berkembang adalah elektrokoagulasi, yang bekerja dengan prinsip elektrokimia melalui pelepasan ion logam dari elektroda (biasanya aluminium atau besi) sebagai koagulan. Ion ini akan mengikat partikel terlarut dan koloid, sehingga menurunkan kekeruhan, TDS, dan salinitas. Elektrokoagulasi memiliki keunggulan berupa minim penggunaan bahan kimia, sistem sederhana dan mudah dioperasikan, serta menghasilkan lumpur yang lebih sedikit. Selain itu, metode ini cukup efektif menghilangkan berbagai kontaminan sekaligus, sehingga cocok digunakan sebagai pra-pengolahan sebelum proses desalinasi lanjutan (Akhiriyanto dkk, 2025)

Metode desalinasi adsorpsi juga menjadi alternatif yang cukup bagus, salah satunya dengan memanfaatkan kitosan dari limbah kulit udang. Menurut Kasmudin dkk, (2023), kitosan memiliki kemampuan mengadsorpsi ion-ion terlarut dalam air, termasuk garam, sehingga efektif dalam menurunkan salinitas dan TDS, dengan efisiensi penyisihan yang dilaporkan mencapai sekitar 86,6%. Penggunaan bahan ini dinilai ekonomis dan ramah lingkungan karena berasal dari limbah perikanan yang mudah diperoleh di wilayah pesisir.

Kemudian kombinasi antara elektrokoagulasi dan desalinasi kitosan kulit udang telah diteliti sebagai upaya meningkatkan efisiensi pengolahan air. Pada penelitian sebelumnya, penggabungan kedua metode ini mampu menyisihkan salinitas sebesar 27,29% dan TDS sebesar 24,38%, dengan penggunaan elektroda aluminium dan pengaturan tegangan serta kuat arus. Dalam rangkaian ini, elektrokoagulasi berfungsi sebagai tahap pra-pengolahan untuk menurunkan beban pencemar, sehingga proses adsorpsi oleh kitosan dapat berlangsung lebih optimal. Namun demikian, hasil penyisihan tersebut masih belum memenuhi baku mutu air minum yang ditetapkan dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023. Oleh karena itu, diperlukan perancangan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang mengkombinasikan teknologi elektrokoagulasi dan desalinasi kitosan kulit udang serta pengolahan lebih lanjut agar dapat menghasilkan air dengan kualitas yang memenuhi standar kesehatan dan layak digunakan oleh masyarakat Desa Tambaksari.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari Tugas Akhir adalah merancang unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang melalui penerapan kombinasi teknologi elektrokoagulasi, desalinasi kitosan kulit udang berdasarkan hasil dari penelitian pada tugas akhir 1 serta biodesalinasi arang bambu.

Sedangkan tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menghitung kebutuhan air untuk instalasi pengolahan sesuai dengan kapasitas pelayanan pada lokasi pembangunan unit IPA.

2. Merancang unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) untuk mengoptimalkan penyisihan salinitas dan *Total Dissolved Solids* (TDS) pada air payau di Desa Tambaksari.
3. Menyusun anggaran biaya untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang direncanakan.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan instalasi pengolahan air di Desa Tambaksari yang merupakan wilayah pesisir dengan kondisi air tanah yang bersifat payau.
2. Kajian dan pemilihan teknologi pengolahan air dilakukan berdasarkan efisiensi penyisihan salinitas dan TDS, ketersediaan lahan, *maintenance*, serta biaya.
3. Penyusunan desain teknis mencakup unit instalasi pengolahan.
4. Spesifikasi teknis yang direncanakan serta rancangan anggaran biaya yang berisi seluruh hasil rancangan.

1.4 Sistematika Penulisan Laporan

Adapun sistematika penulisan pada laporan Tugas Akhir 2 ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II GAMBARAN UMUM LOKASI PERENCANAAN

Berisi mengenai gambaran mendalam mengenai objek perencanaan seperti letak geografis dan batas administrasi, topografi, potensi sumber daya air, kondisi sosial ekonomi.

permasalahan yang terjadi, penyebab utama, dampak yang terjadi, dan lokasi perencanaan.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai penjelasan mengenai deskripsi umum mengenai instalasi pengolahan air minum dan proses elektrokoagulasi dengan kombinasi desalinasi kitosan kulit udang yang didapat setelah mempelajari studi Pustaka baik berupa literatur maupun jurnal penelitian-penelitian terdahulu.

BAB IV DASAR PERENCANAAN

Berisi mengenai dasar teori mengenai perencanaan instalasi pengolahan air minum dengan teknologi elektrokogulasi dengan kombinasi desalinasi kitosan kulit udang dan biodesalinasi arang bamboo dengan mempertimbangkan kebutuhan pengolahan sesuai dengan kapasitas yang direncanakan, serta uraian teknologi dan perhitungan yang diperlukan pada proses perencanaan instalasi.

BAB V PERENCANAAN TEKNIS

Berisi mengenai teknologi yang dipilih untuk merancang instalasi pengolahan air minum serta perhitungan yang telah didapat untuk digunakan dalam perencanaan.

BAB VI SPESIFIKASI TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Berisi mengenai ketentuan spesifikasi teknis jenis material yang digunakan serta penjelasan mengenai rancangan anggaran biaya yang dibutuhkan perencanaan instalasi pengolahan air minum di tempat.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil perencanaan dan saran untuk memberikan rekomendasi, perbaikan dari hasil perencanaan.

BAB II

GAMBARAN OBJEK PERENCANAAN

2.1 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Desa Tambaksari merupakan desa yang berada di Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang, Propinsi Jawa Barat, merupakan desa yang memiliki jumlah RW sebanyak 7 dan RT sebanyak 17. Desa ini terletak di daerah yang cukup dekat dengan kawasan pesisir. Penduduk Desa Tambaksari berdasarkan data Badan Pusat Statistik 9 tahun kebelakang tercatat pada **Tabel 2.1** di bawah ini:

Tabel 2. 1 Jumlah Penduduk Desa Tambaksari Tahun 2017-2025

No	Tahun	Jumlah
1	2017	8194 Jiwa
2	2018	8202 Jiwa
3	2019	8165 Jiwa
4	2020	8209 Jiwa
5	2021	8107 Jiwa
6	2022	8354 Jiwa
7	2023	8768 Jiwa
8	2024	8825 Jiwa
9	2025	9113 Jiwa

Sumber: Kecamatan Tirtajaya Dalam Angka 2017-2025

2.1.1 Letak Geografis dan Batas Administrasi

Desa Tambaksari merupakan salah satu dari sebelas desa yang berada di wilayah administratif Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang, Propinsi Jawa Barat. Secara geografis, Desa Tambaksari terletak di kawasan pesisir utara Kabupaten Karawang yang berdekatan dengan Laut Jawa. Secara geografis wilayah ini berada sekitar 6°00'09" Lintang Selatan dan 107°12'48" Bujur Timur.

Secara administratif, batas-batas wilayah Desa Tambaksari adalah sebagai berikut:

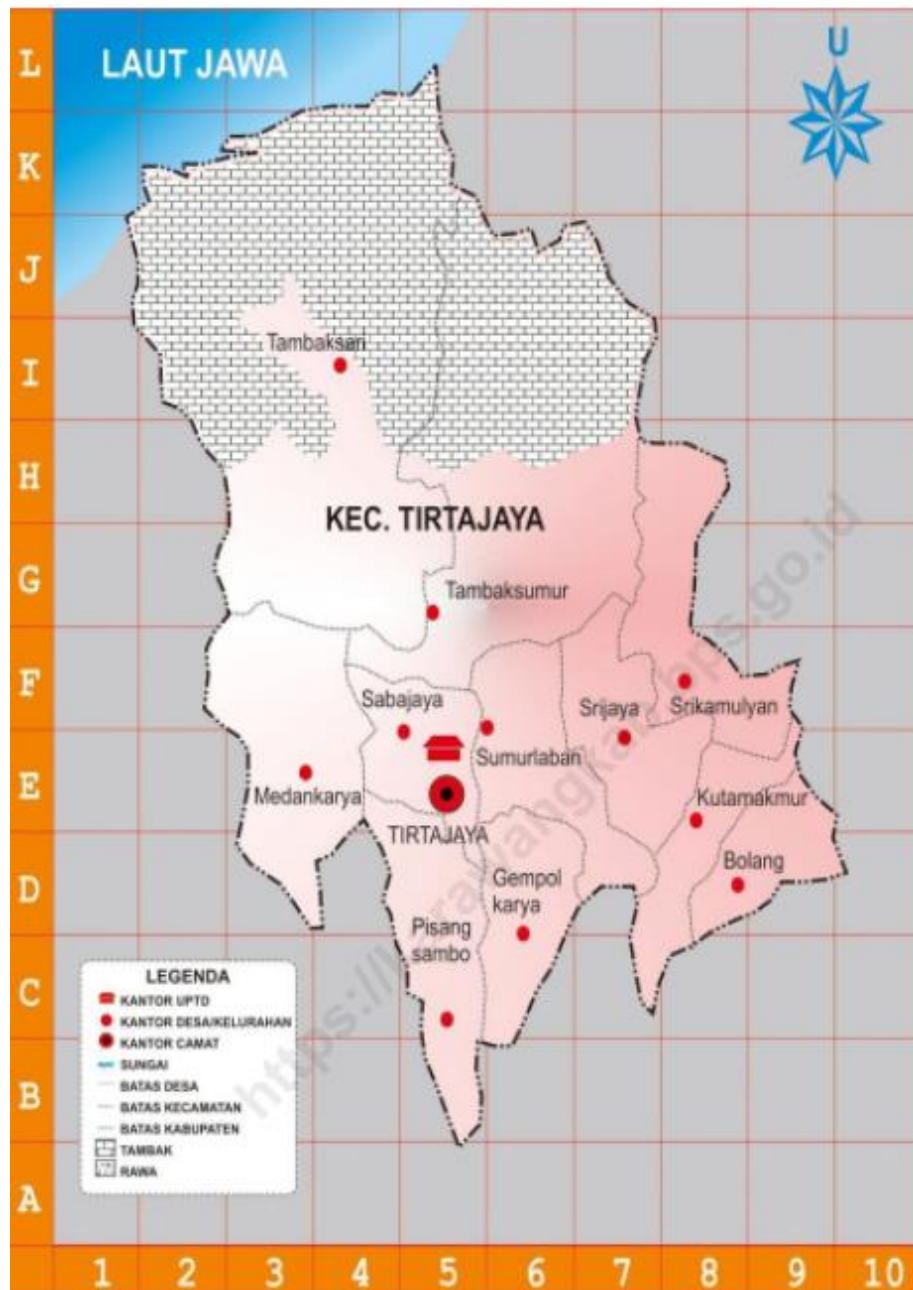
- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Selatan : Desa Sumurlaban
- Sebelah Timur : Desa Tambaksumur
- Sebelah Barat : Desa Srijaya

Desa Tambaksari terletak di zona rawan intrusi air laut yang menjadi latar belakang dalam perencanaan sistem penyediaan air berbasis pengolahan air payau ini. Berikut peta orientasi Kecamatan Tirtajaya pada **Gambar 2.1** dan peta orientasi Desa Tambaksari pada **Gambar 2.2** berikut ini.



Gambar 2. 1 Peta Orientasi Kabupaten Karawang

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2025



Gambar 2. 2 Peta Orientasi Desa Tambaksari di Kecamatan Tirtajaya

Sumber: Kecamatan Tirtajaya Dalam Angka, 2025

2.1.2 Topografi Desa Tambaksari

Kecamatan Tirtajaya memiliki luas wilayah sekitar 116,52 km² dengan karakteristik kontur berupa daerah pantai. Desa Tambaksari sebagai bagian dari wilayah tersebut terletak di kawasan pesisir utara dan berbatasan langsung dengan Laut Jawa di sebelah utara. Secara topografis, wilayah ini merupakan dataran rendah dengan ketinggian sekitar ± 3 meter di atas permukaan laut, sehingga memiliki permukaan lahan yang relatif datar. Kondisi topografi tersebut menyebabkan penggunaan lahan di wilayah ini didominasi sebagian besar oleh tambak, persawahan, dan kawasan pesisir. Karakteristik ini sangat mendukung kegiatan budidaya perikanan, khususnya tambak udang. Namun kondisi wilayah yang berada di dataran rendah pesisir juga menjadikan daerah ini rentan terhadap pengaruh pasang surut air laut, genangan, serta potensi intrusi air laut yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan dan keberlanjutan kegiatan budidaya (Manuaba., 2025).

2.1.3 Demografi

Desa Tambaksari memiliki jumlah penduduk sebanyak 9.113 jiwa dengan struktur pemerintahan terdiri dari beberapa dusun, RW, dan RT. Jumlah kepala keluarga di Desa Tambaksari berkisar antara 200 hingga 600 KK, dengan mayoritas mata pencaharian sebagai petambak udang yang didominasi oleh laki-laki sebagai kepala rumah tangga. Hal ini menunjukkan bahwa struktur demografi desa sangat berkaitan erat dengan sektor perikanan tambak (Febrina., 2019). Adapun luas wilayah, jumlah penduduk di Kecamatan Tirtajaya secara per desa/kelurahan dapat dilihat pada **Tabel 2.2** di bawah ini:

Tabel 2. 2 Luas Wilayah, Jumlah Penduduk di Kecamatan Tirtajaya

No.	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk (per Km ²)
1	Medankarya	7,53	6.610	877,82
2	Pisangsambo	5,09	9.093	1.786,44
3	Sabajaya	3,93	8.795	2.237,91
4	Gempolkarya	3,70	4.949	1.337,57
5	Srijaya	4,22	7.341	1.739,57
6	Kutamakmur	4,04	5.047	1.249,26
7	Bolang	4,79	6.073	1.267,85
8	Srikamulyan	7,55	7.820	1.035,76
9	Sumurlaban	4,07	4.228	1.038,82
10	Tambaksumur	24,11	8.070	334,72
11	Tambaksari	47,49	9.113	191,89

Sumber: Kecamatan Tirtajaya Dalam Angka, 2025

2.2 Kondisi Desa

2.2.1 Potensi Sumber Daya Air

Data spesifik mengenai sumber daya air di Desa Tambaksari tidak dijelaskan secara rinci dalam data BPS. Namun, secara geografis wilayah ini berbatasan langsung dengan Laut Jawa sehingga memiliki karakteristik perairan pesisir yang mendukung kegiatan tambak.

Sumber daya air di Desa Tambaksari dipengaruhi oleh keberadaan wilayah pesisir dan aliran sungai, salah satunya Sungai Seruni yang menjadi sumber utama pemasukan air ke tambak. Ketersediaan dan kontinuitas air dari sumber ini menjadi faktor penting dalam menunjang keberhasilan budidaya udang, karena sangat menentukan kondisi lingkungan perairan tambak.

Namun demikian, kualitas air di wilayah ini rentan mengalami penurunan akibat aktivitas budidaya itu sendiri, terutama dari limbah organik seperti sisa pakan. Selain itu, letak wilayah yang berada di kawasan pesisir juga berpotensi mengalami pengaruh intrusi air laut. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air

menjadi aspek yang sangat krusial dalam menjaga keseimbangan lingkungan serta keberlanjutan usaha tambak di Desa Tambaksari.

2.2.2 Kondisi Sosial Ekonomi

Kondisi sosial ekonomi masyarakat Desa Tambaksari didukung oleh sektor perikanan, khususnya budidaya tambak udang yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Meskipun demikian, berdasarkan dalam angka kecamatan tirtajaya, fasilitas ekonomi di desa ini masih terbatas, ditandai dengan belum tersedianya pasar, minimarket, maupun lembaga keuangan formal.

Meskipun budidaya udang memberikan keuntungan ekonomi yang cukup besar, berkembangnya kegiatan tambak juga menimbulkan permasalahan lingkungan, terutama terkait limbah organik dari sisa pakan yang dapat mencemari perairan. Limbah tersebut dapat menyebabkan peningkatan populasi alga dan mengganggu keseimbangan ekosistem serta aktivitas budidaya lainnya.

Upaya pengelolaan limbah seperti sistem saluran retensi serta pemanfaatan organisme seperti ikan dan rumput laut menjadi solusi yang mulai diperkenalkan melalui program penyuluhan. Program pengabdian masyarakat juga dilakukan untuk meningkatkan kesadaran petambak terhadap pentingnya pengelolaan limbah secara ramah lingkungan guna mendukung keberlanjutan ekonomi masyarakat. (Febrina., 2019).

Masyarakat Desa Tambaksari sebagian besar bermata pencaharian sebagai nelayan dan petani, baik itu petani sawah maupun petani tambak. Potensi pertanian di desa ini cukup besar, namun seringkali terkendala oleh masalah intrusi air laut dan perubahan iklim. Letaknya yang berdekatan dengan laut membuat perikanan menjadi salah satu sektor penting bagi masyarakat Desa Tambaksari. Namun, aktivitas penangkapan ikan skala kecil seringkali menghadapi tantangan seperti keterbatasan alat tangkap dan fluktuasi hasil tangkapan.

2.2.3 Kondisi Penyediaan Air Minum di Desa Tambaksari

Desa Tambaksari merupakan salah satu wilayah pesisir di Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang yang menghadapi permasalahan dalam penyediaan air minum. Permasalahan utama yang dihadapi adalah intrusi air laut,

yaitu masuknya air laut ke dalam lapisan air tanah akibat penurunan muka air tanah dan aktivitas pasang surut yang terus menerus. Fenomena ini menyebabkan peningkatan kadar garam (salinitas) dan *Total Dissolved Solids* (TDS) pada sumber air tanah, baik yang berasal dari sumur galian tanah.

Berdasarkan hasil observasi dan uji langsung di Dusun Sarakan, Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, pada Sabtu 14 Februari 2026 jam 15.22 WIB diketahui bahwa sumber air tanah di Dusun tersebut kandungan Salinitas nya berjumlah 1,5 ppt dan TDS berjumlah 0 ppm, di duga terjadinya hujan pada hari Jumat 13 Februari 2026.

Menurut Sewiko (2022) sumber air baku di Dusun Sarakan Desa Tambaksari ini memiliki karakteristik fisik dan kimia yang tidak memenuhi baku mutu air minum menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023, khususnya pada parameter TDS yang melebihi ambang batas >300 mg/L. Air yang tersedia memiliki rasa asin dengan nilai salinitas berjumlah 15 ppt dan TDS berjumlah 388 ppm, meskipun secara visual tampak jernih dan tidak berbau. Kondisi ini menjadikan air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi secara langsung karena berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia.

Akibat dari keterbatasan sumber air yang layak, masyarakat Desa Tambaksari tetap memakai air yang tersedia ataupun membeli air galon isi ulang sebagai alternatif utama untuk memenuhi kebutuhan air harian. Ketergantungan pada air isi ulang bukan hanya membebani ekonomi dan juga tidak menjamin keberlanjutan penyediaan di Desa tersebut. Situasi ini menegaskan pentingnya pengembangan sistem pengolahan air payau yang tepat guna dan terjangkau di wilayah Desa Tambaksari, sebagai solusi jangka panjang untuk mengatasi permasalahan penyediaan air minum akibat intrusi air laut. (Sewiko., 2022).

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Instalasi Pengolahan Air Minum

Instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah sistem atau sarana yang berfungsi untuk mengolah air dari kualitas air baku (influent) terkontaminasi untuk mendapatkan perawatan kualitas air yang diinginkan sesuai standar mutu atau siap untuk dikonsumsi. Instalasi Pengolahan Air (IPA) merupakan sarana yang penting di seluruh dunia yang akan menghasilkan air bersih dan sehat untuk dikonsumsi. Biasanya bangunan atau konstruksi ini terdiri dari 5 proses, yaitu koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi. Prinsip kerja WTP didasarkan pada proses fisik, kimia, dan biologis. Proses fisik, seperti penyaringan dan sedimentasi, digunakan untuk menghilangkan partikel dan kotoran. Proses kimia, seperti koagulasi dan desinfeksi, digunakan untuk menetralkan dan menghilangkan kontaminan berbahaya (Azka, 2023).

3.2 Air Payau

Air merupakan salah satu komponen kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia yang semakin hari semakin diperlukan. Sebagian besar penduduk Indonesia tinggal di daerah pesisir. Wilayah pesisir pantai dan pulau pulau kecil di tengah lautan lepas merupakan daerah-daerah yang sangat miskin akan sumber air minum sehingga timbul masalah pemenuhan kebutuhan air minum. Sumber daya air yang terdapat di daerah tersebut umumnya berkualitas buruk, misalnya air tanahnya yang payau atau asin. Kualitas air tersebut sangat buruk karena mengandung kadar garam serta zat organik yang sangat tinggi (Ade, 2017). Perairan payau merupakan badan air yang setengah tertutup yang berhubungan dengan laut dan dipengaruhi oleh pasang surut. Air laut bercampur dengan air tawar dari buangan air daratan, perairan terbuka yang memiliki arus dan masih

terpengaruh proses-proses yang terjadi di daratan (Pangesti, 2013). Air payau terjadi karena adanya degradasi lingkungan. Air payau terjadi disebabkan air asin terintrusi ke air tawar. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi akibat fenomena air pasang naik. Pada saat air laut pasang, air laut masuk ke median sungai masuk ke dalam air tanah dangkal sehingga air tanah menjadi payau. Air payau memiliki karakteristik dengan kadar garam yang terlarut 1.000 hingga 10.000 mg/l (U.S. Geological Survey 2021), di mana air dengan kadar garam di bawah 1.000 mg/L termasuk ke dalam air tawar. Sedangkan air dengan kadar garam di atas 10.000 mg/L termasuk ke dalam perairan hipersaline. Beberapa teknologi yang secara luas dipakai mampu menghasilkan air bersih seperti *Multi-Effect Distillation* (MED), *Multi Stage Flash Distillation* (MSF), *Vapor Compression* (VC), *Reverse osmosis* (RO), dan elektrodialisis. Adapun desalinasi menggunakan makhluk hidup atau mikroorganisme hidup yang biasa disebut biodesalinasi (Ersa., dkk 2021)

3.2.1 Parameter Fisik Air Payau

Parameter pencemar secara fisik ditentukan dari sifat – sifat fisika. Sifat fisika perairan berkaitan dengan ukuran partikel padatan yang terkandung dalam air dan suhu. Parameter fisika spesifik yang dapat dipergunakan untuk mengetahui kualitas air:

a. TDS (*Total Dissolved Solids*)

Sifat fisik air yang dijadikan acuan atau parameter untuk menentukan tingkat salinitas air tanah yaitu TDS (*Total Dissolved Solids*). TDS adalah istilah yang mengacu pada konsentrasi semua padatan yang terlarut dalam air. Ini termasuk berbagai mineral, garam, logam, serta ion organik dan anorganik. TDS tidak hanya memberikan gambaran tentang komposisi kimia air tetapi juga mempengaruhi properti fisik seperti rasa, kejernihan, dan bahkan konduktivitas listrik air. Tingkat TDS yang tinggi sering dikaitkan dengan air keras yang mungkin memiliki rasa yang kurang menyenangkan dan bisa berdampak negatif pada kesehatan jika mengandung kontaminan berbahaya. Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solids*) adalah bahan-bahan terlarut (diameter < 10⁻⁶ mm) dan

koloid (diameter 10-6mm – diameter 10-3mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring yang berdiameter 0,45 μm . *Total Dissolved Solids* (TDS) merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas air, karena menggambarkan jumlah total zat terlarut baik organik maupun anorganik di dalam air. Berdasarkan nilai TDS, air dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori. Air dengan kadar TDS kurang dari 1.000 mg/L digolongkan sebagai air tawar dan umumnya masih bisa dikonsumsi setelah pengolahan sederhana seperti penyaringan dan desinfeksi. Sementara itu, air dengan TDS antara 1.000 hingga 10.000 mg/L digolongkan sebagai air payau. Air jenis ini sering ditemukan di daerah muara atau wilayah pesisir yang mengalami pencampuran antara air laut dan air tawar. TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan di perairan. Kandungan TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (limbah domestik dan Industri). Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut di perairan tidak bersifat toksik, namun jika berlebihan dapat meningkatkan kandungan kekeruhan dan mempengaruhi proses fotosintesis di perairan (Suyasa, 2015).

b. Kekeruhan

Padatan tersuspensi menyebabkan peningkatan kekeruhan, namun tidak semua padatan dapat menyebabkan kekeruhan. Padatan tersuspensi dalam air dapat menyebabkan peningkatan kekeruhan karena partikel-partikel tersebut menyebarkan cahaya. Sebagai contoh, air laut yang mengalami turbulensi akibat gelombang atau arus kuat dapat mengaduk sedimen di dasar perairan sehingga partikel-partikel tersebut tersuspensi ke dalam kolom air dan meningkatkan kekeruhan. Oleh karena itu, kekeruhan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel tersuspensi, tetapi juga oleh kondisi hidrodinamika perairan yang menjaga partikel tetap melayang. Pada air permukaan yang tergenang, misalnya danau, kekeruhan disebabkan oleh bahan tersuspensi atau partikel koloid halus. Sedangkan di sungai kekeruhan banyak disebabkan oleh partikel yang lebih besar seperti limpasan tanah

(*Runoff*) dari tempat yang lebih tinggi. Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala NTU (*Nephelometrix Turbidity Unit*) atau JTU (*Jackson Turbidity Unit*) atau FTU (*Formazin Turbidity Unit*). Kekeruhan dinyatakan dalam satuan turbiditas, yaitu *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU), yang diukur berdasarkan kemampuan partikel tersuspensi dalam air untuk menyebarkan cahaya. Pengukuran dilakukan dengan metode nephelometri menggunakan standar larutan formazin (Ichwana., dkk 2024).

Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri (Febrianto dkk. 2025).

c. Warna

Terdapat dua warna di perairan, yaitu warna tampak (*Apparent Color*) dan warna sesungguhnya (*true color*). Warna sesungguhnya disebabkan oleh partikel terlarut di perairan dan warna tampak disebabkan oleh partikel terlarut dan tersuspensi. Warna perairan ditimbulkan oleh bahan organik dan bahan anorganik. Oksida Besi menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan oksida Mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan dan kehitaman. Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya pH. Untuk segi estetis sebaiknya warna air tidak melebihi 15 PtCo (skala Platinum Cobalt). Untuk kepentingan air minum sebaiknya warna tidak melebihi 50 PtCo. Warna juga dapat disebabkan oleh alga di perairan contoh oleh *Blooming alga* (*Red Tide*). Warna dapat menghambat penetrasi cahaya untuk masuk ke perairan (Suyasa, 2015).

d. Bau dan Rasa

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan oleh proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas – gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Bau pada air dapat dideteksi dengan menggunakan hidung. Air yang dapat digunakan untuk keperluan higiene sanitasi dan air minum merupakan air

yang tidak berbau. Bau air sering dikaitkan dengan rasa air (Pratiwi, dkk. 2021).

3.2.2 Parameter Kimia Air Payau

Sifat kimia yang dijadikan sebagai parameter penentu tingkat salinitas air tanah di antaranya adalah daya hantar listrik (DHL), salinitas, klorida (Cl^-), natrium (Na), kalsium (Ca^{2+}), dan CaCO_3 .

a. DHL (Daya Hantar Listrik)

Untuk menentukan air tanah payau atau jumlah garam yang terlarut, dapat diketahui berdasarkan pendekatan nilai daya hantar listrik. Hal ini diakibatkan DHL merupakan sifat penghantar listrik dalam air. Air yang banyak mengandung garam akan memiliki tingkat daya hantar listrik yang tinggi (Meidelala, 2011). Besaran daya hantar listrik dapat dikonversikan dengan besaran jumlah garam terlarut (mg/l) yaitu: $1 \text{ mili mho /cm} (103 \mu\text{s/cm}) = 640 \text{ mg/l}$ atau $1 \text{ mg/l} = 1,56 \mu\text{s/cm}$. Berdasarkan angka DHL-nya, menurut Suherman (2007) tingkat salinitas air tanah dapat diklasifikasikan seperti **Tabel 3.1** berikut ini.

Tabel 3. 1 Klasifikasi DHL untuk kualitas Salinitas Air

Jenis	DHL
Air Tawar	$<1.500 \mu\text{s/cm}$
Air Agak Payau	$>1.500 - 5.000 \mu\text{s/cm}$
Air Payau	$> 5.000 - 15.000 \mu\text{s/cm}$
Air Asin	$> 15.000 - <50.000 \mu\text{s/cm}$
Brine	$>50.000 \mu\text{s/cm}$

Sumber: Suherman, 2007

b. Salinitas

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam satuan permil (0/00) atau ppt (*part per thousand*) atau gram/ liter. Salinitas disusun atas tujuh ion utama, Salinitas disusun atas tujuh ion utama, yaitu natrium (Na^+), kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}), kalsium (Ca^{2+}), klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}), dan bikarbonat (HCO_3^-). Zat-zat lain di dalam air tidak terlalu berpengaruh terhadap salinitas, tetapi zat-zat tersebut juga penting untuk keperluan ekologis yang lain. Salinitas pada perairan mempengaruhi keseimbangan osmoregulasi tubuh dengan proses energetik yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh di bawah atau di atas normal bagi hidupnya (Sopiani, 2019). Menurut Prihatno (2021) kriteria penilaian tingkat salinitas dapat dilihat pada **Tabel 3.2** sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Nilai Salinitas Pada Perairan

No	Perairan	Nilai Salinitas (‰)
1.	Tawar	Kurang dari 0,5
2.	Payau	0,5 - 30
3.	Laut	30 - 40
4.	Hipersaline	40 - 80

Sumber: Prihatno dkk,2021.

c. Klorida (Cl^-)

Klorida merupakan ion yang terbentuk sewaktu unsur klor mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion (ion bermuatan negatif). Sumber klorida dalam air tanah adalah air laut, air hujan, pencemaran, dan batuan, terutama berasal dari air laut purba yang terjebak pada waktu pengendapan terbentuk, mineral hasil evaporasi, penyusupan air laut yaitu mineral soalit, apatit, mika, dan hornblende (Suharyadi, 1984).

d. Natrium (Na)

Natrium adalah anggota dari alkali logam. Sumber natrium adalah batuan induk atau dari intrusi air laut. Natrium dalam air laut berasal dari proses pelapukan batuan induk yang terlarut, yang terbawa ke laut dan terakumulasi. Natrium diperoleh dari pelapukan mineral plagioklas, mineral lempung, nefelin, sodalit, natrolit, dan glaukupan (Suharyadi, 1984). Natrium sangat mudah larut. Hal tersebutlah yang mengakibatkan konsentrasi Na dalam air laut sangat tinggi. Pada temperatur kamar, larutan murni hidrogen karbonat NaHCO_3 mengandung Na sebesar 15000 mg/l. Selain banyak terkandung di dalam batuan beku, kandungan Na pada batupasir rata-rata 3800 mg/kg.

e. Kalsium (Ca^{2+})

Kalsium biasa terdapat dalam air sebagai Ca^{2+} , dapat juga sebagai CaCO_3 . Kalsium juga merupakan unsur yang menyusun banyak *rock forming minerals*. Kalsium merupakan kation paling umum yang terdapat di dalam air tanah. Pada umumnya memiliki konsentrasi sebesar 40-100 mg/l (Kusumayudha, 2008).

f. Kesadahan

Kesadahan (*hardness*) merupakan salah satu karakteristik kimiawi air yang muncul akibat keberadaan ion-ion seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} , serta ion dari logam bervalensi lebih dari satu (*polyvalent metal*) seperti Al, Fe, Mn, Sr, dan Zn dalam bentuk senyawa garam sulfat, klorida, maupun bikarbonat dalam konsentrasi rendah. Air sadah umumnya dijumpai di wilayah yang memanfaatkan air tanah atau sumur, terutama di daerah dengan lapisan tanah yang mengandung mineral, kapur, dan kalsium. Berdasarkan kandungan kalsiumnya, kesadahan air diklasifikasikan menjadi empat kategori, yaitu:

1. Air lunak: 0–50 mg/l
2. Air dengan kesadahan sedang: 50–150 mg/l
3. Air sadah: 150–300 mg/l
4. Air sangat sadah: lebih dari 300 mg/l

Kesadahan air dibedakan menjadi dua jenis, yakni kesadahan karbonat dan non-karbonat. Jika kadar kesadahan terlalu tinggi, dapat menimbulkan masalah seperti korosi pada peralatan logam serta mengurangi efektivitas sabun karena minimnya busa (Yuliana, 2004).

3.3 Pengolahan Air Payau

Instalasi pengolahan air payau perlu dirancang untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia antara bahan-bahan tertentu agar air baku dapat diubah menjadi air yang layak digunakan. Tempat berlangsungnya reaksi ini dikenal sebagai reaktor kimia, yang memiliki peran sangat penting karena menjadi bagian utama dalam sistem pengolahan air. Reaktor ini menentukan seberapa baik bahan baku dapat diolah menjadi produk akhir, sehingga untuk skala besar, desainnya harus disesuaikan dengan sifat kimia bahan agar hasilnya maksimal dan biaya tetap efisien (Sui Leong., dkk 2018).

Dalam pengolahannya, berbagai teknologi digunakan untuk menurunkan kadar garam dan kontaminan, di antaranya adalah *reverse osmosis* (RO) yang menggunakan membran semipermeabel untuk menyaring garam dan zat pencemar, *electrodialysis* (ED) yang memanfaatkan arus listrik untuk memindahkan ion-ion garam, nanofiltrasi (NF) yang mampu menyaring sebagian garam dan senyawa organik, desalinasi termal (distilasi) yang memanaskan air untuk menghasilkan uap yang kemudian dikondensasi, serta sistem *hybrid* yang menggabungkan dua atau lebih teknologi demi efisiensi yang lebih tinggi dan hasil pengolahan yang lebih optimal (Álvarez dkk, 2023).

Air baku dari air payau mengandung berbagai parameter kualitas yang harus diperhatikan sebelum dapat diolah menjadi air bersih atau air minum. Beberapa parameter utama yang terdapat dalam air payau meliputi *total dissolved solids* (TDS) yang mencerminkan tingkat salinitas, kandungan ion-ion seperti natrium (Na^+), klorida (Cl^-), magnesium (Mg^{2+}), dan kalsium (Ca^{2+}), serta pH yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air. Selain itu, air payau juga dapat mengandung zat organik, warna, logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn), serta parameter mikrobiologis seperti total koliform dan *E. coli* yang menjadi indikator pencemaran biologis. Semua parameter ini harus diuji dan dikendalikan

dalam proses pengolahan agar hasil akhir memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan untuk konsumsi atau penggunaan lainnya (Madiraju & Pamula, 2021).

3.3.1 Koagulasi

Koagulasi merupakan tahap awal dalam proses pengolahan air yang melibatkan penambahan koagulan, yaitu senyawa kimia yang berfungsi menetralkan muatan listrik pada partikel koloid dalam air baku. Proses ini dilakukan melalui pencampuran cepat (*rapid mixing*) untuk mendistribusikan koagulan secara merata dalam waktu singkat. Netralisasi muatan ini memungkinkan terjadinya destabilisasi partikel tersuspensi sehingga memfasilitasi terjadinya aglomerasi antarpartikel menjadi flok, yang berukuran lebih besar dan lebih mudah mengendap pada tahap selanjutnya.

Koagulan yang sering digunakan adalah aluminium (Al^{3+}) dan Besi (Fe^{3+}). Aluminium sebagai koagulan berada dalam bentuk Aluminium Sulfat [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$], dengan BM = 594. Aluminium cair yang biasa dijual di pasaran umumnya memiliki 48,8% alum (8,3% Al_2O_3) dan terdiri dari 51,2 % air. Untuk mendapatkan pH optimum dan pH yang tepat dilakukan suatu tes laboratorium yang disebut proses jar test. Ada tiga faktor yang menentukan keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu:

1. Jenis bahan kimia koagulan yang dipakai
2. Dosis pembubuhan bahan kimia
3. Pengadukan dari bahan kimia

Koagulan garam logam yang umum dipakai adalah Aluminium Sulfat atau dalam bahasa pasarnya adalah Tawas. Sedangkan koagulan polimer/koagulan sintesis yang umum dipakai adalah PAC, yang merupakan polymerisasi dari *Aluminium Chloride*. Karena sifat kelarutannya di dalam air dan tingkat pembentukan floknya yang lebih baik, maka polimer ini sering juga dipakai sebagai *Coagulant Aid* atau zat kimia tambahan untuk memperbaiki kondisi koagulasi. Perbedaan dari kedua jenis koagulan ini adalah pada tingkat hidrolisa di dalam air, di mana koagulan garam logam mengalami hidrolisa sedangkan koagulan polimer tidak mengalami hidrolisa. Reaksi hidrolitik menghasilkan senyawa hidrokompleks seperti $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3]^{3+}$ dan $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$. Pengaruh pH pada proses hidrolis

sangat besar (Husaini., dkk 2018). Pembentukan unsur hidrolisis sangatlah cepat, yaitu di bawah 1 detik. Setelah terbentuk, unsur hidrolis ini yang segera mengabsorpsi partikel koloid dan menyebabkan destabilisasi dari muatan elektrolitnya (Mursitaningrum dkk, 2024).

3.3.2 Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan metode koagulasi kontinyu yang memanfaatkan arus listrik searah (DC) dalam suatu sistem elektrokimia, dengan menggunakan elektroda berbahan logam seperti aluminium atau besi. Dalam mekanismenya, terjadi reaksi elektrokimia di mana elektroda anoda (misalnya aluminium) mengalami oksidasi dan menghasilkan spesies $[Al(OH)_3^+]$ yang berperan sebagai koagulan. Sementara itu, pada elektroda katoda berlangsung reaksi reduksi yang menyebabkan logam-logam tereduksi dan terendapkan. Proses ini didominasi oleh reaksi redoks (reduksi-oksidasi) yang dipicu oleh keberadaan arus listrik. Ion-ion bermuatan positif (*kation*) akan bergerak menuju katoda (kutub negatif), sedangkan ion-ion bermuatan negatif (*anion*) bergerak ke arah anoda (kutub positif). Elektroda dalam sistem ini berfungsi sebagai penghantar arus listrik ke dalam larutan, sehingga memicu terjadinya reaksi kimia. Katoda merupakan lokasi berlangsungnya reaksi reduksi, sedangkan anoda merupakan tempat terjadinya reaksi oksidasi (Masthura, 2019).

3.3.2.1 Plat Elektroda

Pada umumnya, proses elektrokoagulasi merupakan pengembangan dari proses elektrolisis yang menggunakan elektroda sebagai titik tumpu pengendali prinsip kerja sistem ini. Elektrolisis merupakan pengurai elektrolit oleh arus listrik searah dengan menggunakan dua macam elektroda. Adapun elektroda yang digunakan yaitu berupa katoda dan anoda. Dalam prosesnya, katoda bertindak sebagai kutub negatif dan terjadi reaksi reduksi yaitu kation (ion positif) yang ditarik oleh katoda akan menerima tambahan elektron, sehingga bilangan oksidasi berkurang.

Dalam prakteknya, katoda akan menghasilkan ion hidrogen yang mengangkat berbagai flokulan yang terbentuk pada saat proses elektrokoagulasi

berlangsung. Sehingga setelah proses elektrokoagulasi selesai, maka akan terlihat bercak-bercak putih yang terdapat pada katoda tanda dari keluarnya ion hidrogen pada bagian tersebut. Berbeda dengan katoda maka proses elektrolisis maupun elektrokoagulasi anoda berperan sebagai kutub positif. Pada anoda akan terjadi reaksi oksidasi, yaitu anion (ion negatif) ditarik oleh anoda dan jumlah elektronnya akan berkurang sehingga oksidasinya bertambah. Maka hal inilah yang menyebabkan bahwa pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung, flokulan-flokulan yang terbentuk akan banyak menempel pada katoda sebagai agen koagulan (Noviatri, 2014).

3.3.2.2 Jenis-Jenis Plat Elektroda

Ada beberapa jenis plat elektroda yang biasa digunakan dalam proses elektrokoagulasi, yaitu: aluminium (Al), platina (Pt), tembaga (Cu), *stainless steel* dan lain-lain. Namun dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, plat aluminium merupakan elektroda yang baik dalam proses elektrokoagulasi. Berikut jenis-jenis plat elektroda yang digunakan pada proses elektrokoagulasi:

1. Aluminium (Al)

Aluminium merupakan salah satu logam anorganik yang dijumpai dalam air minum. Konsentrasi aluminium yang tinggi bisa mengendap sebagai aluminium hidroksida yang mempengaruhi kehidupan air. Perannya tidak bisa dihindari karena senyawa-senyawa aluminium ditambahkan bukan hanya ke suplai air tetapi juga ke banyak makanan dan obat yang diproses (Singh, 2006). Aluminium merupakan unsur yang tidak berbahaya. Perairan alami biasanya memiliki kandungan aluminium kurang dari 1,0 mg/l. Perairan asam (acidic) memiliki kadar aluminium yang lebih tinggi. Untuk memelihara kehidupan organisme akuatik sebaiknya tidak lebih dari 0,005 g/l. Bagi perairan dengan pH <6,5, kadar aluminium pada perairan biasanya sekitar 0,01 mg/L. Percobaan toksisitas aluminium terhadap *Avertebrata Chironomus anthracinus* menunjukkan bahwa kadar aluminium 1 mg/L pada perairan dengan pH 3.5-6.5 tidak mengakibatkan terjadinya mortalitas (Nopitasari, 2014).

Pada perairan yang bersifat asam (pH sekitar 4,4-5,4) aluminium bersifat lebih toksik. Toksisitas aluminium maksimum terjadi pada pH 5,0-5,2. Di perairan, aluminium (Al) biasanya terserap ke dalam sedimen atau mengalami presipitasi. Aluminium dan bentuk oksida aluminium bersifat tidak larut. Akan tetapi, garam-garam aluminium sangat mudah larut. Sumber aluminium adalah mineral aluminosilicate yang terdapat pada batuan dan tanah secara melimpah. Pada proses pelapukan batuan, aluminium berada dalam bentuk residu yang tidak larut, misalnya *bauxite*. Aluminium banyak digunakan di pabrik kertas, *dyes*, penyamakan, dan percetakan. Aluminium yang berupa alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan limbah. Adapun aluminium juga merupakan salah satu elektroda yang dapat digunakan dalam proses elektrokoagulasi karena nilai konduktivitasnya yang cukup tinggi sehingga dianggap baik untuk menghantarkan muatan muatan listrik dalam proses tersebut (Nopitasari, 2014).

2. Tembaga (Cu)

Tembaga atau copper adalah salah satu unsur logam berbentuk kristal dengan warna kemerahan dengan nama kimia cupprum dilambangkan dengan Cu. Tembaga merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga merupakan sebuah unsur logam ulet dan mampu tempa. Tembaga memiliki sifat konduksi panas dan elektrik yang baik dan juga sifat tahan korosinya maupun antimicrobial. Logam tembaga dan beberapa bentuk persenyawaannya tidak dapat larut dalam air dingin atau air panas, tetapi dapat dilarutkan dalam asam, seperti senyawa asam sulfat panas dan dalam larutan basa NH_4OH . Ion tembaga dapat berlarut ke dalam air, di mana fungsinya dalam konsentrasi tinggi adalah sebagai agen anti bakteri, fungisida dan bahan tambahan kayu. Dalam konsentrasi rendah, tembaga merupakan nutrisi yang penting bagi kehidupan dan tanaman. Di dalam tubuh, tembaga biasanya ditemukan di bagian hati, otak, usus, jantung dan ginjal. Tembaga sulfat pentahidrat merupakan salah satu bentuk persenyawaan Cu yang sering digunakan dalam bidang industri, misalnya

untuk pewarnaan tekstil, untuk penyepuhan, pelapisan, dan pembilasan pada industri perak.

3. *Stainless Steel*

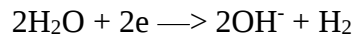
Baja tahan karat atau lebih dikenal dengan *stainless steel* adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini membentuk *protective layer* (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap Krom yang terjadi secara spontan. Baja *stainless* merupakan baja paduan yang mengandung minimal 10,5% Cr. Sedikit baja *stainless* mengandung lebih dari 30% Cr atau kurang dari 50% Fe. Daya tahan *stainless steel* terhadap oksidasi yang tinggi di udara dalam suhu lingkungan biasanya dicapai karena adanya tambahan minimal 13% (dari berat) Krom. Krom membentuk sebuah lapisan tidak aktif, Kromium (III) Oksida (Cr_2O_3) ketika bertemu Oksigen. *Stainless steel* merupakan bahan yang banyak digunakan dalam industri, dikarenakan bahan ini merupakan salah satu jenis baja yang tahan terhadap karat dan sifat mekanis yang baik. Bahan-bahan pembuat *stainless steel* 20 adalah nikel murni, ferrokrom (Fe-Cr), ferromangan (Fe-Mg), ferromangan (FeMn), ferrosilicon (Fe-Si), ferromolybden (Fe- Mo) dan *scrap low carbon steel* (Septiawan, 2018).

3.3.2.3 Reaksi pada Elektroda

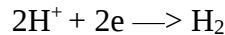
Terdapat dua macam reaksi yang terjadi pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung, yaitu reaksi oksidasi dan reduksi yang terjadi pada plat yang berbeda. Berikut ini penjelasan mengenai kedua reaksi tersebut yang terjadi pada anoda maupun katoda (Suaib, 1994).

A. Reaksi pada Katoda

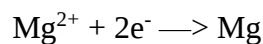
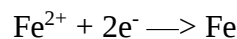
Reaksi pada katoda adalah reduksi pada kation. Sehingga yang akan menjadi pusat perhatian hanyalah pada bagian kation saja. Jika larutan mengandung ion-ion logam alkali, ion-ion logam alkali tanah, ion logam Al dan ion Mg, maka ion-ion logam alkali ini dapat direduksi dari larutan. Yang akan mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hydrogen. Berikut reaksinya:



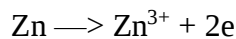
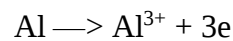
- B. Jika larutan mengandung asam, maka ion H dari asam akan direduksi menjadi gas hydrogen pada katoda.



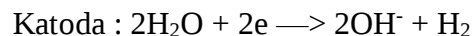
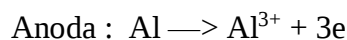
- C. Jika larutan mengandung ion-ion lain, maka ion-ion logam ini akan diredaksi menjadi logamnya dan logam yang terbentuk itu diendapkan pada permukaan batang katoda.



- Reaksi pada anoda
- Elektroda pada anoda, elektrodanya dioksida menjadi ionnya.



- Dalam sistem elektrokimia dengan anoda terbuat dari aluminium. beberapa kemungkinan reaksi elektroda dapat terjadi sebagai berikut:



3.3.3 Sedimentasi

Sedimentasi ialah suatu proses pemisahan partikel tersuspensi dari suspensinya dengan pengendapan secara gravitasi dan kemudian suspensinya dipisahkan menjadi larutan yang relatif jernih. Biasanya bak ini berbentuk bulat (*circular*) dan empat persegi panjang (*rectangular*).

Proses sedimentasi digunakan untuk menghilangkan partikel diskrit air, flok-flok, dan presipitat yang terbentuk selama proses pengolahan air yang bermacam-macam jenis. Partikel diskrit adalah partikel yang mengendap secara alami tanpa merubah ciri atau sifat tanpa mengalami perubahan ukurannya sedangkan partikel flokulen adalah partikel yang hanya akan mengendap apabila sifat, ciri dan ukurannya berubah, biasanya dengan penambahan bahan kimia (koagulan).

Salah satu parameter yang menjadi kontrol dalam design sebuah bak sedimentasi yang ideal adalah kecepatan pengendapan (V_s) dari partikel yang akan

disisihkan. Sifat-sifat partikel dapat dikategorikan menjadi pengendapan partikel diskrit, pengendapan flokulan, *hindered settling* dan *compression settling*. Meski demikian, jarang sekali ditemui semua jenis pengendapan ini dalam satu bak pengendapan di lapangan, adapun beberapa tipe bak sedimentasi antara lain:

A. Tipe I Sedimentasi

Sedimentasi tipe I ditandai dengan pengendapan yang terjadi secara perlahan pada kecepatan pengendapan yang konstan. Partikel mengendap (*settle*) dalam bentuk partikel tunggal dan tidak berflokulasi selama pengendapan. Contoh dari partikel-partikel ini adalah pasir dan *grit* (campuran dari partikel *abrasive* yang kemungkinan mengandung pasir). Secara umum, satu-satunya aplikasi untuk sedimentasi tipe I ini adalah selama prasedimentasi yaitu pada proses menghilangkan pasir sebelum koagulasi di *Water Treatment Plant* dan pengendapan partikel pasir selama pembersihan *Rapid Sand Filter* serta di *grit chamber*.

B. Tipe II Sedimentasi

Tipe sedimentasi II ini ditandai dengan partikel flok yang mengendap dalam proses sedimentasi. Partikel jenis ini terdapat pada koagulasi dengan alum atau besi di dalam Unit Sedimentasi Instalasi Pengolahan Air. Tidak ada hubungan matematis yang memadai yang dapat digunakan untuk menggambarkan pengendapan tipe II ini. Persamaan Stokes tidak dapat digunakan karena partikel yang berflokulasi mengalami perubahan terus menerus dalam ukuran dan bentuk. Selain itu, ketika air terperangkap dalam flok, *Specific Gravity* pun berubah.

C. Tipe III Sedimentasi

Ketika air baku mengandung konsentrasi partikel yang tinggi (misalnya lebih dari 1000 mg/l), Tipe III (*hindered settling* atau *zone settling*) dan tipe IV (*compression settling*) terjadi secara bersamaan dengan pengendapan (*settling*) dari diskrit dan flokulan (Mackenzie, 2010). *Zone settling* terjadi di dalam sedimentasi dengan pelunakan kapur, sedimentasi pada lumpur aktif, dan *Sludge Thickener*. Adapun kriteria perencanaan dari bak sedimentasi pada **Tabel 3.3** sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Kriteria Desain Bak Sedimentasi

Kriteria Umum	Bak Persegi (Aliran Horizontal)	Bak Persegi Aliran Vertikal (Menggunakan Plat/ tabung Panjang)	Bak Bunder (Aliran Vertikal Radial)	Bak Bundar (Kontak Padatan)	Clarifier
Beban permukaan (m ³ /m/jam)	0,8-2,5	3,8-7,5*)	1,3-1,9	2-3	0,5-1,5
Kedalaman (m)	3-6	3-6	5-5	3-6	6,5-1,0
Waktu tunggal (jam)	1,5-3	0,07**)	1-3	1-2	2-2,5
Lebar/panjang	>1/5	-	-	-	-
Beban pelimpah (m ³ /m/jam)	<11	<11	3,8-15	7-15	7,2-10
Bilangan Reynold	<2000	<2000	-	-	<2000
Kecepatan pada plat/tabung penyandap (m/menit)	-	Max 0,15	-	-	-
Bilangan FRAUDE	>10-5	>10-5	-	-	>10-5
Kecepatan vertikal (cm/mnt)	-	-	-	<1	<1
Sirkulasi lumpur	-	-	-	3-5% dari input	-
Kemiringan dasar bak tanpa SERAPER	45°-60°	45°-60°	45°-60°	>60°	45°-60°
Periode aktif pengurasan lumpur (jam)	12-24	8-24	12-24	Kontinue	12- 24***)
Kemiringan tube/plat	30°/60°	30°/60°	30°/60°	30°/60°	30°/60°

Sumber: SNI-6774-2008

Beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi pengendapan adalah laju limpahan, kecepatan horizontal (V_h) dan bilangan Reynolds. Unit sedimentasi memerlukan laju limpahan (*overflow rate*) untuk menentukan proses pengendapan yang terjadi (Yulianti, 2012). Laju limpahan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_0 = \frac{Q}{A}$$

Dimana:

V_0 = Laju Limpahan (m/detik)

Q = Debit air limbah (m³ /detik) A = Luas Permukaan (m²)

Kecepatan horizontal dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_h = \frac{Q}{L \times T}$$

Dimana:

V_h = Kecepatan horizontal (m/detik) L = Lebar bak (m)

T = Kedalaman bak (m)

Apabila kecepatan horizontal lebih kecil dibanding laju limpahan ($V_h < V_0$), maka pengendapan dapat terjadi (Yulianti, 2012). Dalam sedimentasi *plain settling*, air pengolahan didiamkan agar terjadi pengendapan karena pengaruh gravitasi. Pengendapan terjadi secara alami

karena pengaruh gravitasi sehingga tidak menggunakan tambahan koagulan.

3.3.4 Filtrasi

Filtrasi ialah suatu proses pemisahan zat padat dari cairan dengan melewatkan air yang diolah melalui media, seperti pasir yang tertatur, batu yang dihancurkan, antasit, gelas dan bara, beton dan plastik. Untuk menghilangkan partikel-partikel yang sangat halus, flok-flok dari material tersuspensi dan mikroorganisme. Pada proses filtrasi ini terjadi penahanan partikel di antara lapisan media (bagian porinya) atau di atas permukaan media, yaitu partikel yang mempunyai diameter yang lebih besar dari pori media, sedangkan flok-flok atau partikel yang memiliki diameter lebih kecil akan mengendap dan menempel di butiran media. Adapun kriteria desain filtrasi pada **Tabel 3.4** di bawah ini:

Tabel 3. 4 Kriteria Desain Filtrasi

Keterangan	Satuan	Kriteria Desain
Laju filtrasi	cm/detik	0,139
Jumlah filtrasi	buah	$\sqrt{Q}$
Luas Orifice: Luas filter	-	$(1,5-5)10^{-3} : 1$
Luas lateral: Luas orifice		$(2-4) : 1$
Luas manifold: luas lateral	-	$(1,5-3) : 1$
Diameter orifice	-	1/4"- 3/4"

Sumber: Qasim, 1975.

Berdasarkan kecepatan pengeliran, filtrasi terbagi atas dua jenis, yaitu:

1. Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*)

Saringan pasir lambat adalah bak saringan yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan ukuran butiran sangat kecil, namun mempunyai kandungan kursor yang tinggi. Proses penyaringan

berlangsung secara gravitasi, sangat lambat, dan simultan pada seluruh permukaan media (Utomo, *at all*, 2012).

2. Saringan Pasir Cepat

Saringan pasir cepat dapat digunakan untuk mengurangi padatan tersuspensi dan tingkat kekeruhan Saringan pasir cepat ini biasanya merupakan saringan pasir yang memerlukan bahan penyusun dalam jumlah yang besar. Saringan jenis ini dilengkapi dengan pipa-pipa dan kran yang digunakan untuk mengatur jalannya aliran air, baik untuk air masuk (input) maupun air keluar (output) (Supian, 2020).

3.3.5 Reservoir

Reservoir merupakan tempat penampungan air setelah melalui beberapa unit-unit pengolahan sebelum didistribusikan kepada konsumen melalui jaringan pipa distribusi. Untuk distribusi air minum kapasitas pengaliran direncanakan menurut kebutuhan pada jam puncak. Kapasitas yang direncanakan tersebut merupakan dasar untuk menentukan diameter pipa. Pada keadaan normal penentuan diameter ini didasarkan pada pemakaian air maksimum atau pemakaian jam puncak (Q_{maks}/jam) sehingga pelayanan terhadap pemakaian air pada saat yang bersamaan dapat dilakukan dengan memuaskan.

3.4 Adsorpsi dengan Kitosan Kulit Udang

Kitosan dapat diproduksi dari berbagai bahan baku alami yang mengandung kitin, salah satunya adalah kulit udang. Limbah kulit udang merupakan sumber kitin yang melimpah dan mudah diperoleh di Indonesia, khususnya dari aktivitas industri perikanan dan pengolahan hasil laut, sehingga berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kitosan bernilai tambah (Pangesti, dkk., 2013).

Kandungan kitin yang terdapat pada kulit udang dapat menghasilkan kitosan. Proses desalinasi air payau menggunakan kitosan dari kulit udang *vaname* sebagai adsorben untuk menurunkan kadar garam air. Metode yang digunakan adalah metode batch dengan variasi konsentrasi kitosan dan kecepatan pengadukan. Kitosan dicampurkan ke dalam air payau lalu diaduk menggunakan magnetic stirrer agar proses adsorpsi garam berlangsung lebih optimal menunjukkan bahwa

semakin tinggi konsentrasi kitosan, maka penurunan salinitas semakin besar dengan efisiensi penurunan salinitas sebesar 82,63% (Kasmudin, dkk 2023)

3.5 Penelitian Terdahulu

Air payau memiliki kandungan garam terlarut total (TDS) dan salinitas yang tinggi, membuatnya tidak layak konsumsi secara langsung. Untuk mengubah air payau menjadi air tawar yang dapat diminum, diperlukan teknologi pengolahan khusus. Berikut beberapa teknologi yang digunakan oleh penelitian terdahulu pada **Tabel 3.6** berikut ini.

Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu Pengolahan Air Payau

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Utama
Pengaruh Konsentrasi dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Desalinasi Air Payau Menggunakan Kitosan Kulit Udang Vaname (Kasmudin, dkk., 2023)	Menggunakan Metode batch dan bersifat eksperimen kualitatif Dua variabel diuji: Konsentrasi Kitosan: 800, 1600, 2400, 3200, 4000 mg/L Kecepatan Pengadukan: 100, 200, 300, 400, 500 rpm Pengukuran salinitas dilakukan dengan salinometer setelah proses pengadukan. Konsentrasi awal Salinitas = 2453ppm Konsentrasi terakhir Salinitas= 327ppm	Konsentrasi terbaik: 4000 mg/L menurunkan salinitas sebesar 86,67% dengan kecepatan 300 rpm Proses adsorpsi mengikuti model isoterm Langmuir, menunjukkan bahwa proses terjadi secara monolayer pada permukaan homogen.

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Utama
Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Bekicot (<i>Achatina Fulica</i>) untuk Menurunkan Salinitas Air Payau (Artiningsih, dkk, 2021)	Metode adsorpsi <i>batch</i> (tidak kontinu) Proses adsorpsi dilakukan dalam satu wadah tertutup dengan pencampuran antara larutan kitosan dan air payau selama waktu tertentu. Salinitas awal = 0,73 mg/l Salinitas akhir = 0,15 mg/l	Efektivitas Kitosan aquadest menurunkan salinitas hingga 8,09%. Kitosan asam asetat 1% menurunkan salinitas hingga 5,78% Dosis Optimum Volume larutan optimum: 10 mL per 250 mL air payau Waktu Pengadukan Optimum 40 menit adalah waktu paling efektif; setelah itu penurunan salinitas tidak signifikan karena adsorben mencapai titik jenuh
Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih dengan Kombinasi Metode Desalinasi Menggunakan Tanaman Mangrove Dan Elektrokoagulasi (Friskia dkk,2023)	Menggunakan Metode Desalinasi biologis menggunakan tanaman mangrove. Elektrokoagulasi menggunakan elektroda <i>stainless steel</i> Alat dan Teknik yang Digunakan Reaktor desalinasi dan elektrokoagulasi	Efektivitas metode desalinasi menggunakan tanaman mangrove (<i>Avicennia alba</i>) optimal pada waktu kontak 28 hari dengan hasil penurunan TDS terbaik terjadi efisiensi penyisihan sebesar 33,76%, kekeruhan 68,27%, salinitas 40,34% , dan pH rata – rata sebesar 7,26. Sedangkan

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Utama
	- Multimeter dan <i>power supply</i> untuk pengaturan tegangan - pH meter, salinometer, dan alat ukur TDS dan kekeruhan TDS Awal : 33,76% TDS akhir : 55,28% Kekeruhan awal : 68,27% Kekeruhan akhir: 97,1% Ph awal: 7,26 Ph akhir: 6,7 Salinitas awal: 40,34% Salinitas akhir: 41,04%	efektivitas elektrokoagulasi untuk meningkatkan kualitas air payau setelah metode desalinasi dengan menggunakan tanaman mangrove (<i>Avicennia alba</i>) pada elektroda <i>stainless steel</i> terjadi efisiensi penyisihan TDS 55,28%, kekeruhan 97,1%,salinitas 41,04% dan pH rata - rata sebesar 6,7.
Menggunakan metode kombinasi elektrokoagulasi dan adsorpsi menggunakan karbosil (Heriani dkk,2014)	Penelitian ini bertujuan mengolah air payau menjadi air bersih dengan kombinasi dua metode: - Elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium untuk menurunkan kandungan bahan organik. - Adsorpsi	Penelitian ini mengkaji pengolahan air payau menjadi air bersih dengan kombinasi metode elektrokoagulasi dan adsorpsi mengguna - kan karbosil dari sekam padi dengan metode pirolisis. Proses elektrokoagulasi ber- tujuan untuk menghilang -kan bahan-bahan organik terlarut

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Utama
	menggunakan karbosil (karbon-silika dari sekam padi) untuk mengurangi kadar garam (Daya Hantar Listrik/DHL). DHL Awal = 15,13 mS/cm DHL Akhir = 10,10 mS/cm Nilai Absorbansi dengan Panjang gelombang 254 nm = 0,256 Nilai Absorbansi dengan Panjang gelombang 285 nm = 0,167	dan pengaruh potensial terhadap penurunan bahan organik dalam sampel air payau. Berdasarkan percobaan didapatkan potensial yang terbaik adalah 8 volt karena memiliki nilai absorbansi yang kecil. Percobaan adsorpsi bertujuan untuk menghilangkan kadar garam dilakukan dengan waktu kontak yang berbeda yakni 5, 10, dan 15 menit dan hasil penelitian menunjukkan penurunan DHL dari 15,13 mS/cm menjadi 10,10 mS/cm untuk perlakuan dengan waktu kontak 15 menit.
Desalinasi Air payau Dengan Metode Adsorpsi-Filtrasi Berbasis Material <i>Spirulina Sp</i> , Zeolit Komersial, Dan Karbon Aktif Komersial (Kasyifa, 2023)	Penelitian ini menggunakan metode biodesalinasi dengan mikroalga (<i>Spirulina sp</i>) yang dikombinasikan dengan proses adsorpsi dan filtrasi Pencampuran air payau dengan	Efektivitas metode desalinasi biologis menggunakan <i>Spirulina sp.</i> menunjukkan hasil optimal dengan efisiensi penyisihan salinitas sebesar 75,71%, TDS sebesar 69,31%, kesadahan sebesar

Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Utama
	Spirulina sp. dan nutrisi, • Proses desalinasi biologis selama ± 5 hari, • Penyaringan menggunakan mesh, • Proses adsorpsi-filtrasi menggunakan karbon aktif dan zeolit dengan waktu kontak ± 2 jam, serta (5) pengukuran parameter kualitas air meliputi pH, TDS, salinitas, dan kesadahan menggunakan alat ukur yang sesuai.	4,54%, dan pH sebesar 14,44%. Sedangkan pada proses lanjutan adsorpsi-filtrasi, zeolit menunjuk - kan efektivitas terbaik dalam menurunkan salinitas sebesar 76,19% dan kesadahan sebesar 11,36%, serta karbon aktif efektif dalam menurunkan TDS sebesar 66,97%.

BAB IV

DASAR PERENCANAAN

4.1 Tahapan Perencanaan

Perencanaan ini dimulai dengan dilakukannya studi pendahuluan yang memuat tentang tinjauan pustaka dan pengkajian terhadap penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya serta melakukan pengumpulan data yang meliputi gambaran umum Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang serta data lainnya yang dapat membantu perencanaan instalasi pengolahan air (IPA). Selanjutnya masuk ke tahap dasar perencanaan yaitu dengan menghitung proyeksi kebutuhan air untuk melihat perkiraan kebutuhan air di masa yang akan datang, menjelaskan sumber dan karakteristik air baku, serta memberikan beberapa alternatif pengolahan yang pernah dilakukan sebelumnya untuk mempermudah dalam mempertimbangkan untuk melakukan perencanaan IPA. Kemudian selanjutnya membuat skema pengolahan IPA untuk mendapatkan teknologi yang efektif dan efisien untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di Desa Tambaksari. (Kementerian PUPR 2016).

Selanjutnya dijelaskan terkait spesifikasi teknis terhadap perancangan yang telah dilakukan. Kemudian setelah itu dirancang anggaran biaya untuk perencanaan instalasi pengolahan air. Spesifikasi teknis dan rancangan anggaran biaya (RAB) adalah merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan IPA. Keduanya ini saling melengkapi dan memastikan bahwa perencanaan yang dilakukan sesuai dengan rencana dan anggaran yang telah ditetapkan. Setelah itu dihasilkan kesimpulan dan saran dari hasil perancangan tersebut (Kementrian PUPR 2016). Dari penjelasan di atas kemudian dibuat diagram alir perencanaan pada **Gambar 4.1** berikut ini.



Gambar 4. 1 Diagram Alir Perencanaan

4.2 Studi Pendahuluan

Desa Tambaksari menghadapi permasalahan ketersediaan air bersih akibat kualitas air tanah yang cenderung asin disebabkan oleh intrusi air laut. Masyarakat setempat masih bergantung pada air sumur sebagai sumber utama, meskipun tidak memenuhi standar kualitas air bersih. Kondisi ini mengharuskan adanya upaya pengolahan air yang tepat agar kebutuhan air bersih dapat terpenuhi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan instalasi pengolahan air yang didasarkan pada kondisi eksisting dan kebutuhan masyarakat setempat (Sewiko, 2022).

4.3 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder pada perencanaan ini mencakup pada proses pengumpulan data yang terdapat pada jurnal ilmiah pengabdian dan inovasi dengan judul “Sosialisasi Teknologi Desalinasi Sederhana di Pesisir Kabupaten Karawang” untuk menunjang perencanaan ini seperti data karakteristik air baku, dan kondisi penyediaan air minum di desa tersebut. Data sekunder yang digunakan pada perencanaan ini meliputi data karakteristik air baku yang ada di Desa Tambaksari untuk memperkirakan alternatif teknologi pengolahan air serta kebutuhan ketersediaan air bersih pada daerah perencanaan.

Selain itu, digunakan pula data jumlah penduduk Desa Tambaksari selama periode sembilan tahun yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS). Data tersebut dimanfaatkan sebagai dasar dalam analisis proyeksi jumlah penduduk dan perhitungan kebutuhan air bersih pada tahun rencana.

Data lokasi perencanaan diperoleh melalui citra satelit *Google Earth*. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting wilayah, menentukan lokasi perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA), menganalisis tata guna lahan, serta mengetahui batas administrasi dan kondisi topografi secara umum sehingga dapat mendukung penyusunan tata letak unit pengolahan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

4.3.1 Karakteristik Air Baku

Adapun data karakteristik air baku terlampir pada **Tabel 4.1** berikut ini.

Tabel 4. 1 Karakteristik Air Baku di Desa Tambaksari

No	Parameter	Satuan	Hasil
1	TDS	mg/l	388
2	Salinitas	(0/00)	15
3	pH	-	8,1
4	Kondisi Fisik	-	tidak bau, asin

Sumber: Sewiko, 2022.

4.3.2 Lokasi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

Lokasi dalam perencanaan instalasi pengolahan air ini adalah di Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang, Jawa Barat.

4.3.3 Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk merupakan salah satu parameter utama dalam perencanaan instalasi penyediaan air karena berpengaruh langsung terhadap besarnya kebutuhan air yang harus dipenuhi. Data jumlah penduduk digunakan untuk menghitung kebutuhan air domestik serta memproyeksikan peningkatan kebutuhan di masa mendatang. Dengan mengetahui jumlah dan pertumbuhan penduduk di Desa Tambaksari, perencanaan instalasi pengolahan air dapat disesuaikan agar mampu melayani kebutuhan saat ini maupun pengembangan di masa depan. Terdapat 9 data jumlah penduduk dari tahun 2017–2025 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 Bab 2.

4.4 Dasar Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

Perencanaan instalasi pengolahan air merupakan proses yang melibatkan berbagai aspek, mulai dari proyeksi kebutuhan air, analisis karakteristik air baku, pemilihan teknologi yang tepat, hingga perhitungan kebutuhan biaya. Tujuan utama dari perencanaan ini adalah untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan mampu memenuhi kebutuhan pengguna. Dalam

perencanaan suatu instalasi pengolahan air, terdapat beberapa dasar perencanaan yang harus dipertimbangkan, sebagai berikut:

4.4.1 Pemilihan Alternatif Teknologi

Pemilihan alternatif pengolahan air payau sangat bergantung pada beberapa faktor, seperti karakteristik air baku dan kapasitas produksi yang diinginkan dengan lebih efisien dan ramah lingkungan untuk mengolah air payau. Perlunya pengembangan di bidang pengolahan air payau yang bertujuan untuk menghasilkan teknologi yang lebih baik, dan berkelanjutan. Dengan itu, masalah kekurangan air bersih di kawasan pesisir laut dapat diatasi dengan baik serta kehidupan masyarakat menjadi lebih sehat. Berdasarkan karakteristik air baku yang akan diolah merupakan air yang memiliki kadar salinitas yang cukup tinggi, sehingga disajikan beberapa alternatif teknologi pengolahan air payau yang di resume berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

4.4.2 Penentuan Teknologi Pengolahan

Penentuan pengolahan air payau sangat bergantung pada beberapa faktor, seperti karakteristik air baku dan kapasitas produksi yang diinginkan dengan lebih efisien dan ramah lingkungan untuk mengolah air payau. Diperlukan pengembangan di bidang pengolahan air payau yang bertujuan untuk menghasilkan teknologi yang lebih baik, dan berkelanjutan. Dengan itu, masalah kekurangan air bersih di kawasan pesisir laut dapat diatasi dengan baik serta kehidupan masyarakat menjadi lebih sehat. Berdasarkan karakteristik air baku yang akan diolah merupakan air yang memiliki kadar salinitas yang cukup tinggi, sehingga disajikan teknologi pengolahan air payau yang di resume berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

Instalasi Pengolahan Air (IPA) terdiri dari unit-unit yang berfungsi menghilangkan kandungan dalam air baku yang tidak memenuhi standar mutu air minum. Pemilihan teknologi pengolahan ini dilakukan berdasarkan berbagai pertimbangan teknis dan non-teknis supaya hasil olahan air baku tersebut sesuai dengan regulasi yang berlaku dan dapat diterapkan secara berkelanjutan. Menurut

Syahputra (2022), terdapat beberapa faktor utama yang harus diperhatikan dalam menentukan teknologi pengolahan air bersih, yaitu:

1. Efisiensi Penyisihan Parameter
2. Teknologi yang digunakan harus mampu menyisihkan kontaminan secara efektif sesuai dengan baku mutu air minum. Oleh karena itu, diperlukan kajian awal terhadap kinerja setiap teknologi yang akan digunakan.
3. Biaya
Faktor biaya meliputi investasi awal, biaya operasional, pemeliharaan, dan administrasi. Teknologi harus ekonomis agar pelaksanaannya efisien dan tetap dapat berjalan dalam jangka panjang.
4. *Maintenance*
Teknologi yang dipilih harus mudah dirawat dan diperbaiki, dengan ketersediaan komponen pengganti yang mudah dijangkau. Hal ini penting untuk memastikan sistem tetap berjalan optimal dan aman dalam jangka panjang.
5. Ketersediaan Lahan
Ukuran dan desain sistem pengolahan harus disesuaikan dengan luas lahan yang tersedia. Teknologi yang terlalu besar atau kompleks tidak cocok untuk lokasi dengan keterbatasan ruang.

4.4.3 Perhitungan Kebutuhan Air

Menghitung kebutuhan air di Desa Tambaksari merupakan langkah penting untuk perencanaan air yang efektif. Kebutuhan air di Desa Tambaksari dipengaruhi oleh jumlah warga dengan berbagai aktivitas yang dilakukan di lingkungan desa tersebut. Dalam menentukan kebutuhan air bersih, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Daerah pelayanan
Mencakup batasan geografis dan administratif wilayah yang membutuhkan pasokan air, seperti desa, kecamatan, atau kota. Daerah pelayanan harus dipetakan dengan baik untuk mengetahui cakupan

kebutuhan air dan memastikan bahwa semua penduduk di wilayah tersebut dapat dilayani.

2. Periode perencanaan

Perencanaan kebutuhan air dilakukan dalam waktu jangka menengah hingga panjang. Hal ini mengantisipasi perubahan yang mungkin terjadi.

3. Proyeksi jumlah penduduk yang melibatkan perhitungan perkiraan jumlah penduduk di masa mendatang, yang kemudian dihubungkan dengan kebutuhan air bersih. Proyeksi yang didapat penting untuk memastikan air yang mencukupi.

3.4.4 Proyeksi Penduduk

Dalam merencanakan instalasi pengolahan air bersih dengan jangka waktu perencanaan 20 tahun, maka digunakan proyeksi penduduk sebagai dasar utama untuk memperkirakan kebutuhan di masa mendatang. Proyeksi ini penting untuk menghitung pertumbuhan penduduk yang akan dilayani oleh instalasi pengolahan air tersebut. Sehingga, instalasi pengolahan air yang ada mampu memenuhi kebutuhan air secara berkelanjutan dan efisien selama 20 tahun ke depan untuk Desa Tambaksari. Berikut adalah tabel jumlah penduduk di daerah perencanaan dari tahun 2017 sampai tahun 2025.

Tabel 4. 2 Jumlah Penduduk Desa Tambaksari Tahun 2017-2025

No	Tahun	Jumlah
1	2017	8194 Jiwa
2	2018	8202 Jiwa
3	2019	8165 Jiwa
4	2020	8209 Jiwa
5	2021	8107 Jiwa
6	2022	8354 Jiwa
7	2023	8768 Jiwa
8	2024	8825 Jiwa
9	2025	9113 Jiwa

Sumber: Kecamatan Tirtajaya Dalam Angka 2017-2025

4.4.4.1 Metode Aritmatika

Berikut adalah hasil perhitungan uji korelasi proyeksi penduduk yang menggunakan metode aritmatika:

- Konstanta pertumbuhan penduduk Desa Tambaksari

$$K_a = \frac{P_{2025} - P_{2017}}{n-1}$$

$$= \frac{9113 - 8194}{9-1} = 115$$

- Contoh proyeksi pertumbuhan penduduk Desa Tambaksari tahun 2017

$$P_{n2017} = P_{2025} + (K_a \times x)$$

$$= 9113 + (115 \times (-8))$$

$$= 8194$$

Adapun tabel perhitungan uji korelasi metode aritmatika sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Perhitungan Uji Korelasi Metode Aritmatika

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Xi.Yi	Yi ²	Xi ²
2017	8194	-8	-65552	67141636	64
2018	8202	-7	-57414	67272804	49
2019	8165	-6	-48990	66667225	36
2020	8209	-5	-41045	67387681	25
2021	8107	-4	-32428	65723449	16
2022	8354	-3	-25062	69789316	9
2023	8768	-2	-17536	76877824	4
2024	8825	-1	-8825	77880625	1
2025	9113	0	0	83046769	0
Jumlah	75937	-36	-296852	641787329	204

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

Berikut adalah hasil perhitungan uji korelasi proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika:

$$r = \frac{[n \times (\sum Xi.Yi)] - [(\sum Xi) \times (\sum Yi)]}{\sqrt{(n(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2) \times (n(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2)}}$$

$$r = \frac{[9 \times (-296852)] - [(-36) \times (75937)]}{\sqrt{(9(204) - (-36)^2) \times (9(641787329) - (75937)^2)}} = 0,859408138$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan standar deviasi proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika:

Tabel 4. 4 Perhitungan Standar Deviasi Metode Aritmatika

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Pn	(Yi-Yn)	(Yi-Yn) ²
2017	8194	-8	8194	0	0
2018	8202	-7	8309	-107	11422
2019	8165	-6	8424	-259	66952
2020	8209	-5	8539	-330	108653
2021	8107	-4	8654	-547	298662
2022	8354	-3	8768	-414	171707
2023	8768	-2	8883	-115	13283
2024	8825	-1	8998	-173	29972
2025	9113	0	9113	0	0
Jumlah	75937	-36	77881,5	-1944,5	700650,1875

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

- Perhitungan standar deviasi Desa Tambaksari

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Yi - Yn)^2}{n-2}}$$

$$= \sqrt{\frac{700650,1875}{9-2}}$$

$$= 316,3745943$$

4.4.4.2 Metode Geometri

Berikut adalah hasil perhitungan uji korelasi proyeksi penduduk di wilayah perencanaan yang menggunakan metode geometri dengan menerapkan persamaan yang telah dijabarkan pada Bab 3:

- Ratio kenaikan penduduk Desa Tambaksari

$$R = \left(\frac{P_{2025}}{P_{2017}} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

$$R = \left(\frac{9113}{8194} \right)^{\frac{1}{9}} - 1$$

$$R = 0,013376144$$

- Contoh proyeksi pertumbuhan penduduk Desa Tambaksari tahun 2017

$$\begin{aligned} P_{n2017} &= P_{2017} \times (1 + R)^x \\ &= 8194 \times (1 + 0,013376144)^0 \\ &= 8194 \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel perhitungan uji korelasi proyeksi penduduk menggunakan metode Geometri:

Tabel 4. 5 Perhitungan Uji Korelasi Metode Geometri

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Xi^2	ln Yi	Xi.ln Yi	(ln Yi)^2
2017	8194	0	0	9,01	0,00	81,20
2018	8202	1	1	9,01	9,01	81,22
2019	8165	2	4	9,01	18,02	81,14
2020	8209	3	9	9,01	27,04	81,23
2021	8107	4	16	9,00	36,00	81,01
2022	8354	5	25	9,03	45,15	81,55
2023	8768	6	36	9,08	54,47	82,43
2024	8825	7	49	9,09	63,60	82,54
2025	9113	8	64	9,12	72,94	83,13
Jumlah	75937	36	204	81,36	326,23	735,45

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

- Perhitungan uji korelasi Desa Tambaksari

$$r = \frac{[n \times (\sum Xi.Yi)] - [(\sum Xi) \times (\sum Yi)]}{\sqrt{(n(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2) \times (n(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2)}}$$

$$r = \frac{[9 \times (326,23)] - [(36) \times (81,36)]}{\sqrt{(9(204) - (36)^2) \times (9(735,45) - (81,36)^2)}} = 0,859810331$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan standar deviasi proyeksi penduduk yang menggunakan metode geometri:

Tabel 4. 6 Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometri

Tahun	Penduduk (Yi)	n	Yn	(Yi-Yn)	(Yi-Yn)^2
2017	8194	0	8194	0	0
2018	8202	1	8304	-102	10323
2019	8165	2	8415	-250	62337
2020	8209	3	8527	-318	101270
2021	8107	4	8641	-534	285468
2022	8354	5	8757	-403	162311
2023	8768	6	8874	-106	11239
2024	8825	7	8993	-168	28127
2025	9113	8	9113	0	0
Jumlah	75937	36	77817,4	-1880,4	661076,065

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

Perhitungan standar deviasi:

- Perhitungan standar deviasi di desa Tambaksari

$$\begin{aligned}
 Sd &= \sqrt{\frac{\sum (Yi - Yn)^2}{n-2}} \\
 &= \sqrt{\frac{661076,065}{9-2}} \\
 &= 307,310
 \end{aligned}$$

4.4.4.3 Metode Least Square

Berikut adalah hasil perhitungan uji korelasi proyeksi penduduk di wilayah perencanaan yang menggunakan metode *least square*:

- Koefisien laju pertumbuhan penduduk Desa Tambaksari

$$a = \frac{[(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)]}{[n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2]}$$

$$= \frac{[(75937)(60) - (0)(6896)]}{[9(60) - (0)^2]} = 8437,444444$$

- Konstanta pertumbuhan penduduk Desa Tambaksari

$$b = \frac{[n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)]}{[n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2]}$$

$$= \frac{[9((11502) - (0)(75937))]}{[9(168) - (0)^2]} = 114,9333333$$

- Contoh proyeksi penduduk tahun 2017

$$Y_{2017} = a + (b \times x)$$

$$= 8437,444444 + (114,9333333 \times (-4))$$

$$= 7978$$

Adapun tabel perhitungan uji korelasi metode Least Square sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Perhitungan Uji Korelasi Metode *Least Square*

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Xi.Yi	Xi^2	Yi^2
2017	8194	-4	-32776	16	67141636
2018	8202	-3	-24606	9	67272804
2019	8165	-2	-16330	4	66667225
2020	8209	-1	-8209	1	67387681
2021	8107	0	0	0	65723449
2022	8354	1	8354	1	69789316
2023	8768	2	17536	4	76877824
2024	8825	3	26475	9	77880625
2025	9113	4	36452	16	83046769
Jumlah	75937	0	6896	60	641787329

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

- Uji Korelasi Desa Tambaksari

$$r = \frac{[n \times (\sum X_i Y_i)] - [(\sum X_i) \times (\sum Y_i)]}{\sqrt{(n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2) \times (n(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)^2)}}$$

$$r = \frac{[9 \times (6896)] - [(0) \times (75937)]}{\sqrt{(9(60) - (0)^2) \times (9(641787329) - (75937)^2)}} = 0,859408138$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan standar deviasi proyeksi penduduk yang menggunakan metode *least square*:

Tabel 4. 8 Perhitungan Standar Deviasi Metode *Least Square*

Tahun	Penduduk (Yi)	Xi	Yn	(Yi-Yn)	(Yi-Yn)^2
2017	8194	-4	7978	216	46781
2018	8202	-3	8093	109	11959
2019	8165	-2	8208	-43	1813
2020	8209	-1	8323	-114	12885
2021	8107	0	8437	-330	109194
2022	8354	1	8552	-198	39354
2023	8768	2	8667	101	10138
2024	8825	3	8782	43	1828
2025	9113	4	8897	216	46579
Jumlah	75937	0	75937	0	280530

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

- Perhitungan standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - Y_n)^2}{n-2}}$$

$$= \sqrt{\frac{280530}{9-2}}$$

$$= 200,1891804$$

3.4.5 Pemilihan Metode Proyeksi

Koefisien korelasi ini menyatakan hubungan variabel x dan y, yaitu bila $r=1$ menyatakan adanya hubungan linear. Untuk nilai standar deviasi diperoleh dengan menghitung jumlah penduduk dalam kurun waktu tertentu. Nilai standar deviasi

yang kecil menunjukkan data yang diperoleh dari proyeksi tidak berbeda jauh dengan data aslinya. Berikut ini adalah hasil perhitungan beberapa nilai koefisien korelasi dan standar deviasi dari ketiga metode.

Tabel 4. 9 Nilai Koefisien Korelasi dan Standar Deviasi Tiga Metode

Metode	Koefisien Korelasi (r)	Standar Deviasi (SD)	Keterangan
Aritmatika	0,859408138	316,3745943	Tidak Terpilih
Geometri	0,859810331	307,3100029	Tidak Terpilih
<i>Least Square</i>	0,856636463	202,0021244	Terpilih

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

Berdasarkan pertimbangan pemilihan yang telah dijabarkan, maka metode proyeksi pertumbuhan penduduk yang digunakan adalah metode yang memiliki koefisien korelasi mendekati 1 dengan standar deviasi yang paling kecil. Sehingga metode yang terpilih pada perencanaan ini adalah metode *least square*.

Berikut pada tabel ini memuat mengenai perbandingan metode proyeksi penduduk metode terpilih selama 20 tahun mendatang, terhitung mulai dari tahun 2026 sampai tahun 2045.

Tabel 4. 10 Proyeksi Penduduk Metode Terpilih

Tahun	<i>Least Square</i>
2017	7978
2018	8093
2019	8208
2020	8323
2021	8437
2022	8552
2023	8667
2024	8782
2025	8897
2026	9012
2027	9127
2028	9242
2029	9357
2030	9472
2031	9587

Tahun	<i>Least Square</i>
2032	9702
2033	9817
2034	9932
2035	10047
2036	10161
2037	10276
2038	10391
2039	10506
2040	10621
2041	10736
2042	10851
2043	10966
2044	11081
2045	11196

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

3.4.6 Studi Kebutuhan Air

4.4.6.1 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih domestik merupakan air yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari yang disalurkan baik melalui sambungan langsung maupun hidran umum. Banyaknya kebutuhan air bersih domestik dipengaruhi oleh jumlah pemakaian air tiap orang tiap harinya. Baik itu untuk kebutuhan air mandi, minum, mencuci, keperluan pribadi, maupun kebutuhan rumah tangga lainnya. Kebutuhan air bersih domestik ditentukan berdasarkan jenis permukiman penduduk. Jenis permukiman di Desa Tambaksari ini banyaknya terdapat bangunan rumah permanen, dan tidak ditemukan adanya non permanen di wilayah ini.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2018 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan rakyat disebutkan bahwa kebutuhan air yang wajar untuk setiap orang rata-rata adalah 60 liter per orang per hari. Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan air domestik untuk rumah permanen di Desa Tambaksari dan tabel kebutuhan air domestik yang telah diperhitungkan secara menyeluruh di masing-masing wilayah perencanaan.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air 2026} &= \frac{\sum \text{penduduk 2026} \times \% \text{pelayanan} \times \text{standar kebutuhan air}}{86400} \\
 &= \frac{9012 \times 20\% \times 60 \text{ l/o/h}}{86400} \\
 &= 6,26 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan kebutuhan air domestik di daerah perencanaan dapat dilihat pada beberapa tabel berikut:

Tabel 4. 11 Perhitungan Kebutuhan Air Domestik

Tahun	Populasi (orang)	Kebutuhan Air Perhuni (l/org/hari)	Kebutuhan Air domestik (l/detik)
2026	9012	60	1,25
2027	9127	60	1,27
2028	9242	60	1,28
2029	9357	60	1,30
2030	9472	60	1,32
2031	9587	60	1,33
2032	9702	60	1,35
2033	9817	60	1,36
2034	9932	60	1,38
2035	10047	60	1,40
2036	10161	60	1,41
2037	10276	60	1,43
2038	10391	60	1,44
2039	10506	60	1,46
2040	10621	60	1,48
2041	10736	60	1,49
2042	10851	60	1,51
2043	10966	60	1,52
2044	11081	60	1,54
2045	11196	60	1,55

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

4.4.6.2 Perhitungan Total Kebutuhan Air

Perhitungan total kebutuhan adalah total kebutuhan air domestik, dan kehilangan air. Adapun beberapa keterangan dalam total kebutuhan air ini yaitu:

1. Kehilangan air pada kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya PU tahun 1996, besarnya kehilangan air berkisar antara 20 – 30%. Sedangkan untuk perencanaan ini diasumsikan sebesar 20%.

Adapun contoh perhitungan untuk Desa Tambaksari tahun 2026 dengan memperhitungkan total kebutuhan air domestik dan kehilangan air. Dan tabel total kebutuhan air yaitu:

- Sub Total Keb. Air 2026 = Kebutuhan Domestik 2026
= 1,25 L/detik
- Kehilangan Air 2026 = 20% × Sub Total Kebutuhan Air 2026
= 20% × 1,25 L/detik
= 0,25 L/detik
- Total Kebutuhan Air 2026 = Sub. Total Kebutuhan Air 2026
+ Kehilangan air 2026
= 1,25 L/detik + 0,25 L/detik
= 1,50 L/detik

Adapun tabel kebutuhan air total wilayah perencanaan sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Kebutuhan Air Total Wilayah Perencanaan

Tahun	Populasi (orang)	Kebutuhan Air Perorang (L/org/hari)	Kebutuhan Air domestik (L/detik)	Kehilangan Air (20%)	Total kebutuhan air (Q) L/detik
2026	9012	60	1,25	0,25	1,50
2027	9127	60	1,27	0,25	1,52
2028	9242	60	1,28	0,26	1,54
2029	9357	60	1,30	0,26	1,56
2030	9472	60	1,32	0,26	1,58
2031	9587	60	1,33	0,27	1,60

Tahun	Populasi (orang)	Kebutuhan Air Perorang (L/org/hari)	Kebutuhan Air domestik (L/detik)	Kehilangan Air (20%)	Total kebutuhan air (Q) L/detik
2032	9702	60	1,35	0,27	1,62
2033	9817	60	1,36	0,27	1,64
2034	9932	60	1,38	0,28	1,66
2035	10047	60	1,40	0,28	1,67
2036	10161	60	1,41	0,28	1,69
2037	10276	60	1,43	0,29	1,71
2038	10391	60	1,44	0,29	1,73
2039	10506	60	1,46	0,29	1,75
2040	10621	60	1,48	0,30	1,77
2041	10736	60	1,49	0,30	1,79
2042	10851	60	1,51	0,30	1,81
2043	10966	60	1,52	0,30	1,83
2044	11081	60	1,54	0,31	1,85
2045	11196	60	1,55	0,31	1,87

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

Dalam perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) wilayah studi, penetapan target cakupan pelayanan didasarkan pada tingkat ketersediaan air baku dan kapasitas infrastruktur yang direncanakan. Pada tahap ini, asumsi dasar pelayanan ditetapkan sebesar 60% dari total jumlah penduduk (Sebagian besar target pelayanan difokuskan pada kawasan pemukiman dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi dan akses yang cukup sulit dilalui). Maka kebutuhan air domestik, kehilangan air, dan total kebutuhan air disesuaikan sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Kebutuhan Air Total yang Direncanakan

Tahun	Populasi (asumsi 60%)	Kebutuhan Air Perorang (L/org/hari)	Kebutuhan Air domestik (L/detik)	Kehilangan Air (20%)	Total kebutuhan air (Q) L/detik
2026	5407	60	0,75	0,15	0,90
2027	5476	60	0,76	0,15	0,91
2028	5545	60	0,77	0,15	0,92
2029	5614	60	0,78	0,16	0,94
2030	5683	60	0,79	0,16	0,95
2031	5752	60	0,80	0,16	0,96
2032	5821	60	0,81	0,16	0,97
2033	5890	60	0,82	0,16	0,98
2034	5959	60	0,83	0,17	0,99
2035	6028	60	0,84	0,17	1,00
2036	6097	60	0,85	0,17	1,02
2037	6166	60	0,86	0,17	1,03
2038	6235	60	0,87	0,17	1,04
2039	6304	60	0,88	0,18	1,05
2040	6373	60	0,89	0,18	1,06
2041	6442	60	0,89	0,18	1,07
2042	6511	60	0,90	0,18	1,09
2043	6580	60	0,91	0,18	1,10
2044	6649	60	0,92	0,18	1,11
2045	6718	60	0,93	0,19	1,12

4.4.6.3 Debit Maksimum atau Fluktuasi Pemakaian Air

Untuk debit maksimum hari (*Q peak day*) nilai fd berkisar antara 1,1 – 1,7 sedangkan untuk debit maksimum jam (*Q peak hour*) nilai fh berkisar antara 1,5 – 2. Berikut contoh perhitungan air di Desa Tambaksari pada tahun 2026 dan tabel fluktuasi pemakaian air yang telah diperhitungkan di wilayah perencanaan:

Contoh perhitungan:

- $Q_{peak\ day} = f_d \times Q_{rata-rata\ 2026}$
 $= 1,1 \times 0,90$
 $= 0,99\text{ L/detik}$
- $Q_{peak\ hour} = f_h \times Q_{rata-rata\ 2026}$
 $= 1,5 \times 0,90$
 $= 1,35\text{ L/detik}$

Tabel 4. 14 Fluktuasi Pemakaian Air Desa Tambaksari

Tahun	Qrata-rata (L/detik)	Fd	Q peak day (L/detik)	Fh	Q peak hour (L/detik)
2026	0,90	1,1	0,99	1,5	1,35
2027	0,91	1,1	1,00	1,5	1,37
2028	0,92	1,1	1,02	1,5	1,39
2029	0,94	1,1	1,03	1,5	1,40
2030	0,95	1,1	1,04	1,5	1,42
2031	0,96	1,1	1,05	1,5	1,44
2032	0,97	1,1	1,07	1,5	1,46
2033	0,98	1,1	1,08	1,5	1,47
2034	0,99	1,1	1,09	1,5	1,49
2035	1,00	1,1	1,11	1,5	1,51
2036	1,02	1,1	1,12	1,5	1,52
2037	1,03	1,1	1,13	1,5	1,54
2038	1,04	1,1	1,14	1,5	1,56
2039	1,05	1,1	1,16	1,5	1,58
2040	1,06	1,1	1,17	1,5	1,59
2041	1,07	1,1	1,18	1,5	1,61
2042	1,09	1,1	1,19	1,5	1,63
2043	1,10	1,1	1,21	1,5	1,64

Tahun	Qrata-rata (L/detik)	Fd	Q peak day (L/detik)	Fh	Q peak hour (L/detik)
2044	1,11	1,1	1,22	1,5	1,66
2045	1,12	1,1	1,23	1,5	1,68

Sumber: Hasil Olah Data, 2026

3.4.7 Spesifikasi Teknis dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Spesifikasi teknis dilakukan untuk menentukan standar kualitas, ukuran, bahan dan kinerja yang harus di penuhi oleh alat atau jasa yang akan dipakai, serta menjadi acuan dalam melakukan pengawasan dan pengendalian kualitas selama proses produksi atau pelaksanaan pembangunan instalasi pengolahan air. Perancangan anggaran biaya ini juga merupakan hal dasar untuk merencanakan anggaran yang dibutuhkan selama pembangunan instalasi pengolahan air tersebut, sehingga nantinya dapat diketahui biaya-biaya yang harus disiapkan.

3.4.8 Kesimpulan dan Saran

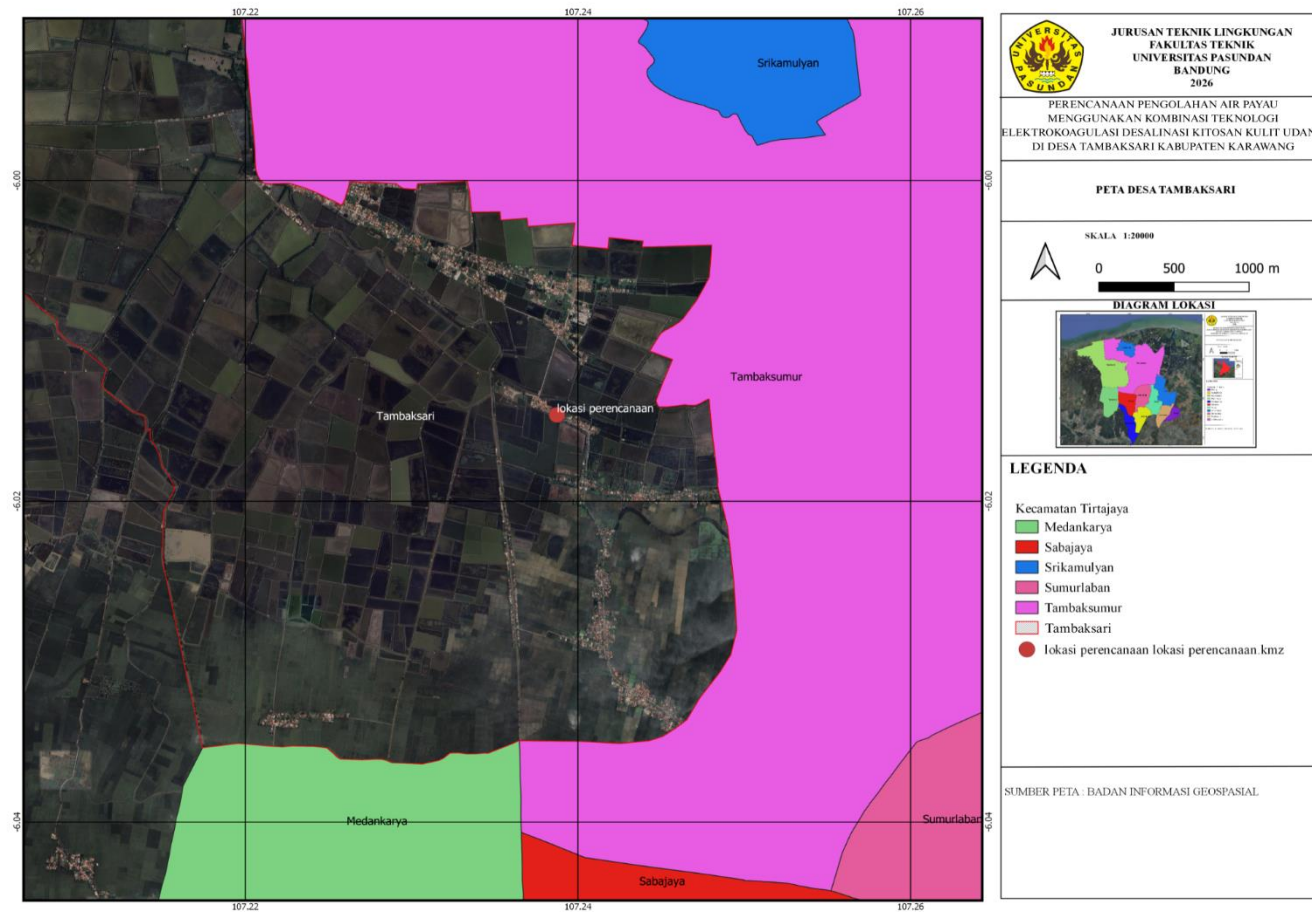
Kesimpulan didapat ketika semua perancangan ini telah selesai, kesimpulan ini nantinya bertujuan memberikan kembali poin-poin utama yang telah di bahas secara ringkas dan jelas. Adapun saran diberikan untuk memberikan masukan-masukan untuk yang terkait pada perencanaan yang telah dibuat dan sebagai gambaran untuk perbaikan kedepannya.

BAB V

PERENCANAAN TEKNIS

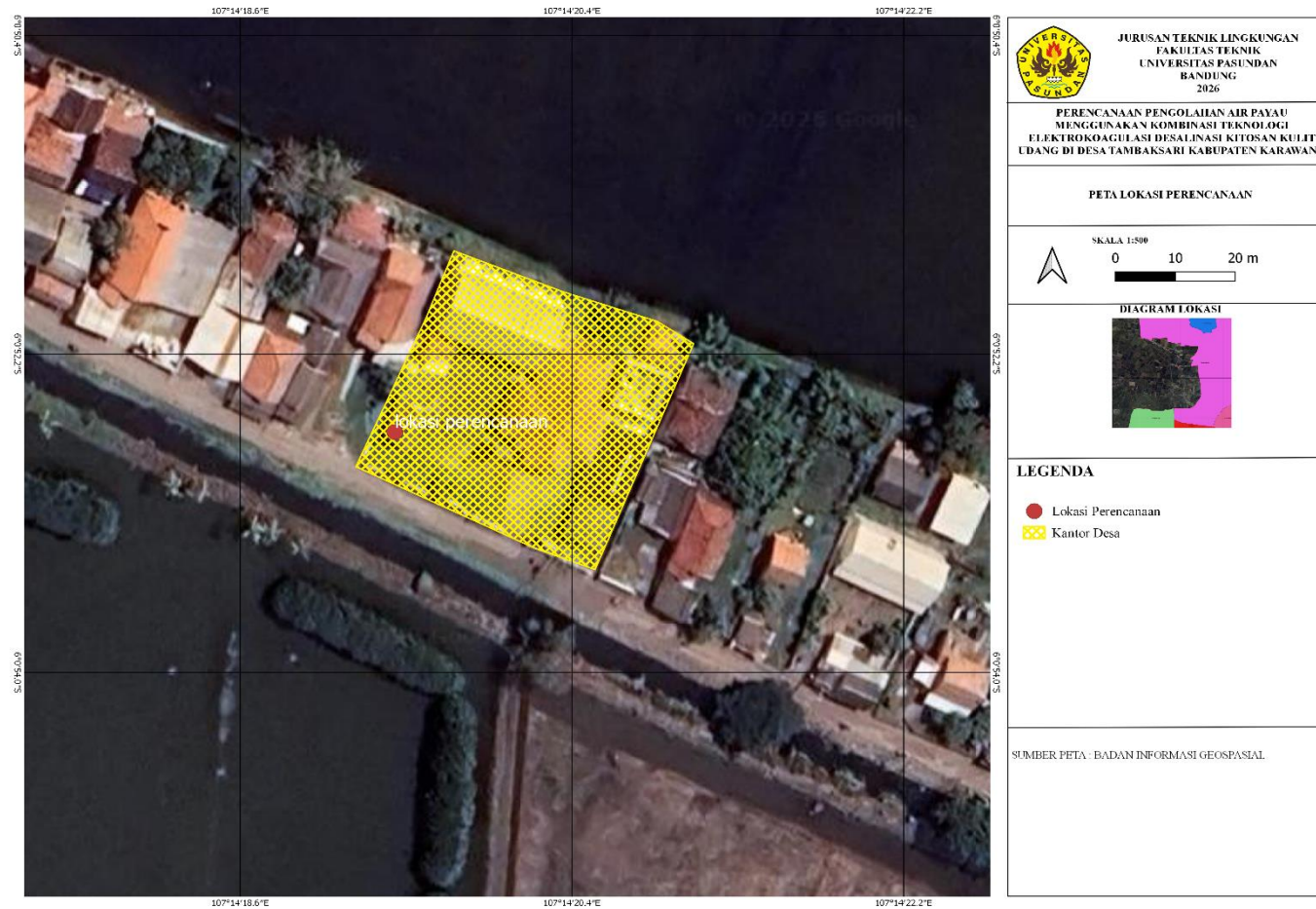
5.1 Lokasi Bangunan Pengolahan Air

Lokasi perencanaan kegiatan ini berada di area bekas Kantor Kepala Desa Tambaksari yang telah ditutup permanen. Berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, bangunan kantor desa tersebut sudah tidak lagi digunakan (non-operasional), sehingga area tersebut saat ini dalam kondisi tidak termanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, perencanaan ini diarahkan untuk memanfaatkan lahan di sekitar lokasi bekas kantor desa sebagai tempat pelaksanaan kegiatan atau pembangunan sarana yang direncanakan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan ketersediaan lahan, kemudahan akses bagi masyarakat, serta status lahan yang sebelumnya telah difungsikan sebagai fasilitas umum, sehingga dinilai strategis dan potensial untuk dikembangkan kembali guna mendukung kebutuhan masyarakat setempat. Adapun peta Desa Tambaksari pada **Gambar 5.1** dan peta titik koordinat bekas kantor kepala desa pada **Gambar 5.2**.



Gambar 5. 1 Peta Desa Tambaksari

Sumber: Google Earth 2026



Gambar 5. 2 Orientasi Lokasi Perencanaan

Sumber: Google Earth 2026



Gambar 5. 3 Tampak Depan Lokasi Perencanaan

Sumber: Google Earth 2026



Gambar 5. 4 Tampak Samping Lokasi Perencanaan

Sumber: Google Earth 2026

5.2 Perbandingan Karakteristik Air Baku

Perbandingan karakteristik air baku di wilayah perencanaan instalasi pengolahan air (IPA) akan diolah dengan peraturan pemerintah standar yang berlaku saat ini. Berikut merupakan tabel perbandingan hasil uji karakteristik air baku di lokasi perencanaan pada **Tabel 5.1** berikut ini.

Tabel 5. 1 Perbandingan Hasil Uji Dan Standar Air Minum

No	Parameter	Satuan	Hasil	*Standar	Dasar Peraturan	Terpenuhi	
						Tidak	Ya
1	TDS	mg/l	388	<300	PERMENKES No 2 Tahun 2023	✓	
2	Salinitas	ppt	15	0-5	Mairi, 2019	✓	
3	pH	-	6,97	6.5-8.5	PERMENKES No 2 Tahun 2023		✓
4	Kondisi Fisik	-	Jernih, tidak bau, asin	Jernih, tidak bau dan tidak berasa	PERMENKES No 2 Tahun 2023	✓	

Dari **Tabel 5.1** dapat dilihat bahwa parameter yang belum memenuhi standar baku mutu adalah parameter TDS, salinitas dan kondisi fisik, sehingga perlu adanya pengolahan lebih lanjut.

5.3 Pemilihan Alternatif Teknologi

Berdasarkan analisis perbandingan kualitas air baku pada **Tabel 5.1**, parameter yang tidak terpenuhi yaitu TDS dan salinitas. Oleh sebab itu parameter tersebut perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk bisa digunakan menjadi air layak konsumsi oleh murid dan guru di DTA Al-Furqon. Berdasarkan analisis awal, kedua parameter ini saling berhubungan dikarenakan kadar salinitas bersifat terlarut. Oleh karena itu nilai kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) dapat dipengaruhi

oleh kadar salinitas yang terlarut, maka teknologi pengolahan kedua parameter ini tidak jauh berbeda untuk pengolahan air payau. Adapun alternatif teknologi pengolahan yang sesuai untuk parameter air bersih yang perlu diolah dapat dilihat pada **Tabel 5.2** di bawah ini:

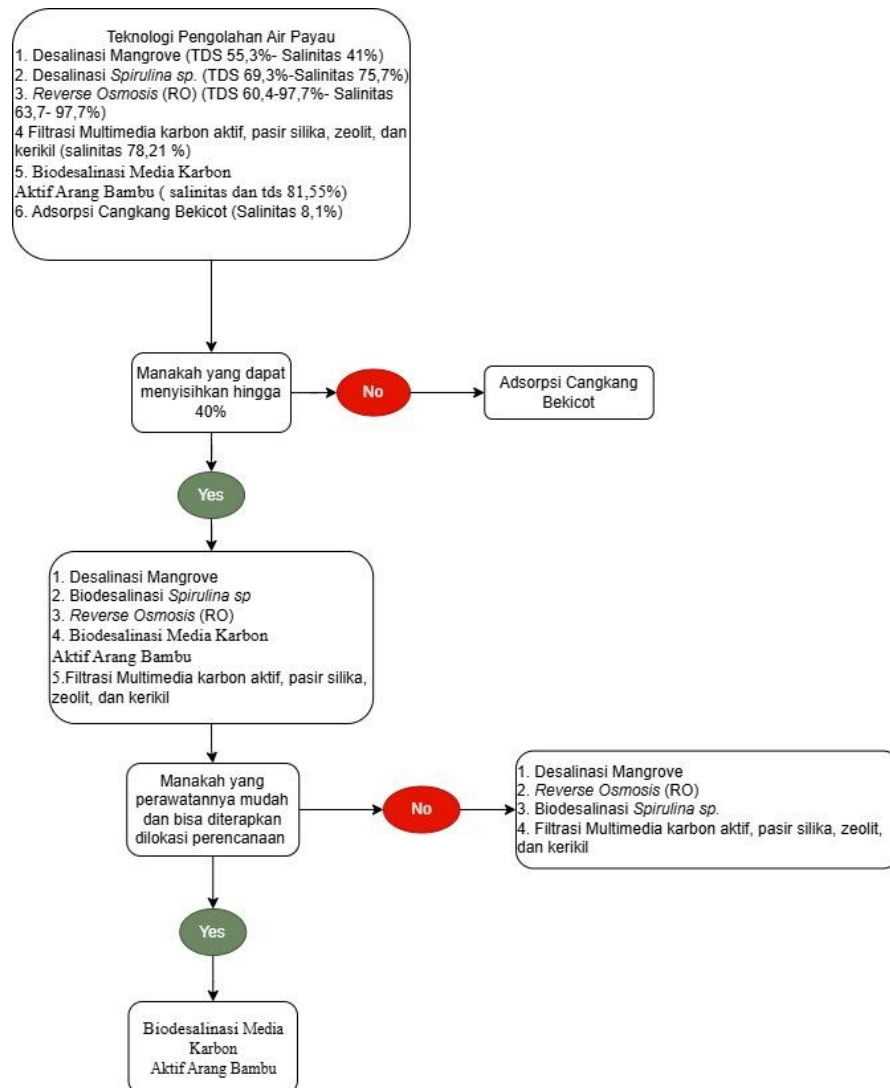
Tabel 5. 2 Alternatif Unit Pengolahan Desalinasi

Alternatif Unit Pengolahan	Efisiensi Penyisihan		Sumber
	TDS	Salinitas	
Filtrasi Multimedia menggunakan karbon aktif, zeolite, pasir silika, dan kerikil	-	78,21%	(Ivana, S. M., & Wahid, M. A., 2021).
Biodesalinasi <i>Spirulina Sp</i> (pre treatment)	69,3%	75,7 %	(Kasifya, 2023)
Biodesalinasi <i>Avicennia alba</i> (Tanaman Mangrove) (pre treatment)	55,3%	41%	(Friskia dkk, 2023)
Reverse Osmosis (RO)	60,4 – 97,7 %	63,7 – 97,7%	(Helmi dkk, 2024)
Biodesalinasi Media Karbon Aktif Arang Bambu	81,55 %		(Sukoco, 2016)
Desalinasi Biopolimer Kitosan Cangkang Bekicot	-	8,1 %	(Artiningsih dkk, 2021)

Sumber: Penelitian yang pernah dilakukan

5.4 Penentuan Teknolgi Pengolahan

Pemilihan teknologi pengolahan ditentukan berdasarkan skema yang dibuat dalam bentuk diagram alir berdasarkan beberapa faktor yang telah diuraikan. Dari skema tersebut dijelaskan kinerja pengolahan air payau terhadap efisiensi penyisihan parameter TDS dan salinitas, biaya, dampak lingkungan dan pemeliharaan alat. Kemudian skema pengolahan tersebut akan dipilih untuk menjadi pengolahan air payau di Desa Tambaksari. Adapun diagram alir pemilihan alternatif desalinasi pengolahan air payau pada **Gambar 5.5** berikut ini.

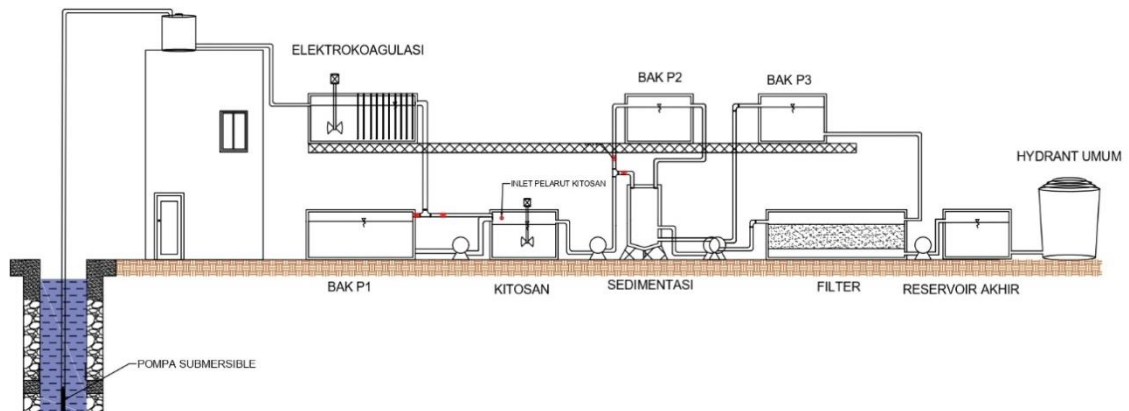


Gambar 5. 5 Diagram Alir Pemilihan Pengolahan Air Payau

Dalam pemilihan teknologi pengolahan air payau, salah satu pertimbangan utama adalah kemampuan penyisihan kadar TDS dan salinitas yang cukup signifikan. Pada tahap awal pemilihan, digunakan kriteria efisiensi penyisihan minimal sebesar 40%, mengacu pada kebutuhan untuk menurunkan kadar TDS dari air baku agar mendekati ambang batas baku mutu air minum sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023. Penyisihan sebesar 40% dianggap sebagai batas minimum yang rasional agar beban pada unit pengolahan lanjutan tetap terkendali dan sistem dapat beroperasi dengan efisien.

Berdasarkan literatur dan hasil evaluasi berbagai metode, beberapa teknologi seperti adsorpsi menggunakan cangkang bekicot tidak mampu mencapai efisiensi penyisihan di atas 40%, sehingga dikeluarkan dari opsi. Teknologi yang lolos seleksi efisiensi selanjutnya disaring kembali berdasarkan aspek teknis lainnya, seperti kemudahan perawatan dan ketersediaan material di lokasi perencanaan. Teknologi seperti *reverse osmosis* memang memiliki efisiensi tinggi, namun memerlukan biaya dan pemeliharaan yang tidak sederhana. Oleh karena itu, dalam konteks lokasi perencanaan yang mengutamakan keterjangkauan dan operasional yang mudah, metode adsorpsi menggunakan kitosan dari kulit udang dipilih sebagai alternatif yang paling layak. Selain efisien dan ramah lingkungan, kitosan juga dapat diperoleh dari limbah industri perikanan lokal, sehingga mendukung pendekatan ekonomi sirkular dalam sistem pengolahan air.

Berdasarkan diagram alir pemilihan pengolahan pada **Gambar 5.5** maka dipilih teknologi Rangkaian elektrokoagulasi dengan menggunakan Filtrasi media karbon aktif arang bambu. Adapun skema pengolahan yang terdapat pada **Gambar 5.6** berikut ini



Gambar 5. 6 Skema Pengolahan Air di Desa Tambaksari

Berikut adalah penjelasan dari unit-unit pengolahan air yang direncanakan:

➤ **Reservoir Air Baku**

Reservoir air baku ini berfungsi sebagai tempat penampungan awal sebelum nantinya air baku diproses pada tahap selanjutnya.

➤ **Elektrokoagulasi**

Pada unit ini, elektroda logam seperti aluminium dialiri arus listrik sehingga menghasilkan ion logam yang berperan sebagai koagulan. Ion-ion tersebut nantinya akan membentuk flok-flok yang bisa mengikat partikel tersuspensi, koloid, serta garam yang menjadi penyusun salinitas.

➤ **Adsorpsi Kitosan Kulit Udang**

Air hasil elektrokoagulasi kemudian diproses lebih lanjut pada unit kitosan kulit udang. Proses Adsorpsi ini memanfaatkan gugus amina pada kitosan yang memiliki kemampuan dalam mengikat sisa kontaminan.

➤ **Biodesalinasi Media Karbon Aktif Arang Bambu**

Unit biodesalinasi menggunakan media karbon aktif arang bambu merupakan salah satu metode pengolahan air payau untuk menurunkan kadar garam dan memperbaiki kualitas air melalui proses filtrasi dan adsorpsi. Karbon aktif memiliki pori-pori yang mampu menyerap zat pencemar serta membantu mengurangi kandungan klorida dan kekeruhan pada air.

➤ **Reservoir Air Bersih**

Reservoir air bersih berfungsi sebagai penampung akhir dari air yang telah dilakukan pengolahan oleh unit-unit sebelumnya.

➤ **Hidran Umum**

Hidran umum merupakan unit pelayanan akhir pada sistem penyediaan air minum yang berfungsi sebagai tempat pengambilan air oleh masyarakat. Air yang telah diolah dan sesuai baku mutu permenkes No. 2 Tahun 2023 dialirkan dari reservoir akhir menuju hidran umum dan nantinya masyarakat langsung mengambil air bersih menggunakan keran yang ada.

5.5 Rancangan Instalasi Pengolahan Air Payau

Rancangan instalasi pengolahan air payau dengan kombinasi metode elektrokoagulasi menggunakan kitosan kulit udang dirancang untuk memanfaatkan kombinasi elektrokimia dan teknologi adsorpsi alami guna menghasilkan air bersih yang layak konsumsi.

Adapun efisiensi penyisihan parameter salinitas dan TDS pada **Tabel 5.1 dan Tabel 5.2** dibawah ini

Adapun contoh perhitungan parameter salinitas sebagai berikut:

$$C_{out} = C_{in} \times (1 - \eta)$$

$$C_{out} = \text{Konsentrasi keluar (setelah pengolahan)}$$

$$C_{in} = \text{Konsentrasi masuk (sebelum Pengolahan)}$$

$$C_{out} = 15 \times (1 - 0,0861) = 13,71 \text{ ppt}$$

Berikut adalah tabel efisiensi penyisihan Salinitas

Tabel 5. 3 Efisiensi Penyisihan Parameter Salinitas

No	Unit	Efisiensi	Konsentrasi masuk (mg/l)	Konsentrasi Keluar (mg/l)	Dasar Literatur	Terpenuhi	
						Tidak	Ya
1	Elektrokoagulasi	8,61%	15 ppt	13,71 ppt	Mairi, 2019	✓	
2	Adsorpsi Kitosan Kulit Udang	18,68%	13,71 ppt	11,15 ppt	Mairi, 2019	✓	
3	Biodesalinasi Media Karbon Aktif Arang Bambu	81,55%	11,15 ppt	2,13 ppt	Mairi, 2019		✓

Adapun contoh perhitungan parameter TDS sebagai berikut:

$$C_{out} = C_{in} \times (1 - \eta)$$

$$C_{out} = \text{Konsentrasi keluar (setelah pengolahan)}$$

$$C_{in} = \text{Konsentrasi masuk (sebelum Pengolahan)}$$

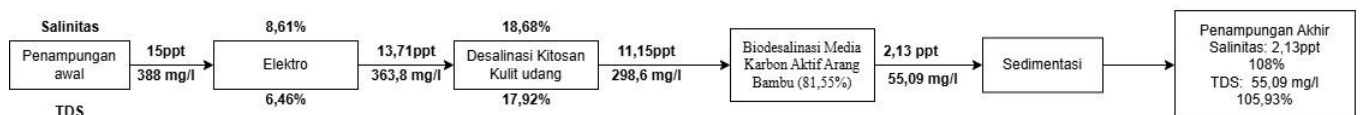
$$C_{out} = 388 \times (1 - 0,0646) = 362,9 \text{ mg/l}$$

Berikut adalah tabel efesiensi penyisihan parameter TDS

Tabel 5. 4 Efesiensi Penyisihan Parameter TDS

No	Unit	Efesiensi	Konsentrasi masuk (mg/l)	Konsentrasi Keluar (mg/l)	Dasar Peraturan/Literatur	Terpenuhi	
						Tidak	Ya
1	Elektrokoagulasi	6,46%	388 mg/l	363,8 mg/l	PERMENKES NO 2 Tahun 2023	✓	
2	Adsorpsi Kitosan Kulit Udang	17,92%	363,8 mg/l	298,6 mg/l	PERMENKES NO 2 Tahun 2023		✓
3	Biodesalinasi Media Karbon Aktif Arang Bambu	81,55%	298,6 mg/l-	55,09 mg/l	PERMENKES NO 2 Tahun 2023		✓

Kemudian terdapat neraca massa pada **Gambar 5.7** di bawah



Gambar 5. 7 Neraca Massa

5.6 Skema Alur Unit dan Waktu Proses Pengolahan

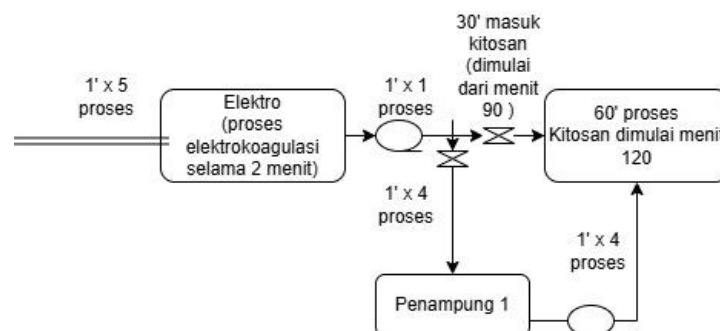
Perencanaan sistem pengolahan dilakukan berdasarkan kebutuhan aliran antarunit pada setiap tahapan proses pengolahan. Berdasarkan hasil perhitungan, sistem pengaliran dibagi menjadi beberapa jalur sesuai dengan urutan proses dan fungsi masing-masing unit pengolahan. Pengaturan aliran ini disesuaikan dengan kapasitas serta waktu operasi setiap unit agar proses pengolahan dapat berjalan secara optimal.

Aliran dari unit elektrokoagulasi menuju penampung 1 (P1) dan selanjutnya menuju unit bak kitosan direncanakan sebagai jalur utama dalam rangkaian proses

pengolahan. Pada jalur ini, air hasil proses elektrokoagulasi dialirkan menuju P1 sebagai tempat penampungan sementara sebelum diteruskan ke unit bak kitosan. Rangkaian aliran antarunit ini disesuaikan dengan waktu proses masing-masing unit, dengan rincian sebagai berikut:

- Air masuk dari toren dialirkan bertahap dengan durasi 1 menit per proses, dilakukan sebanyak 30 kali proses
- Kemudian air yang masuk diolah di dalam unit elektrokoagulasi dengan durasi masing-masing selama 2 menit
- Setelah diolah dan keluar dari elektrokoagulasi, aliran dibagi menjadi 2 jalur, sebanyak 4 proses selama 1 menit dialirkan ke penampung 1, kemudian 1 proses dialirkan langsung ke bak kitosan
- Pada menit 90, penampung 1 dikeluarkan berbarengan dengan 8 proses dari jalur *bypass*. Proses masuknya gabungan air ini ke bak kitosan selama 30 menit.
- Pada menit 120 seluruh air masuk dan berkumpul, proses kitosan dimulai pada menit 120 dan berlangsung selama 60 menit.

Berikut skema waktu pada **Gambar 5.8** dibawah ini

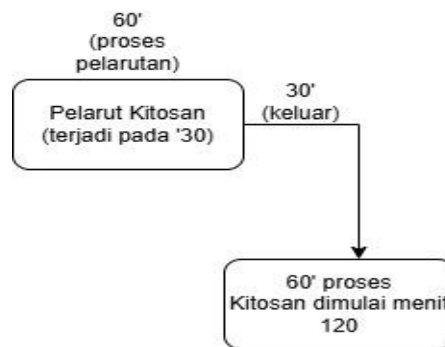


Gambar 5. 8 Skema Waktu Bak Elektrokoagulasi – Penampung 1 - Bak Kitosan

Selanjutnya, aliran dari proses pelarutan kitosan menuju unit bak kitosan direncanakan sebagai aliran pendukung dalam tahapan pengolahan. Pada proses ini, larutan kitosan dipersiapkan dengan mencampurkan aquades, asam asetat 0,1 ml,

dan kebutuhan kitosan pada setiap proses pengolahan. Larutan yang telah dipersiapkan kemudian dialirkan menuju bak kitosan untuk menunjang proses pencampuran dan pengolahan sesuai dengan kebutuhan unit. Dengan rincian waktu sebagai berikut:

Berikut skema waktu pada **Gambar 5.9** dibawah ini



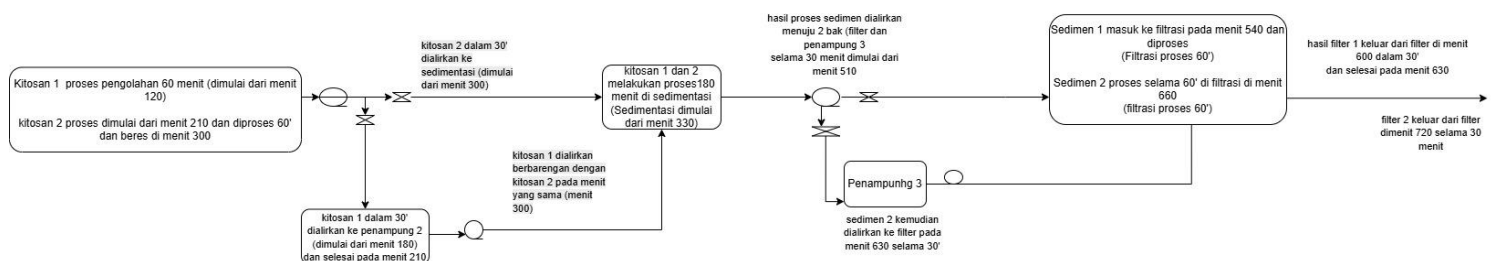
Gambar 5. 9 Skema Waktu Pelarutan – Bak Kitosan

Setelah proses pencampuran dan pengolahan pada bak kitosan selesai yang kemudian dialirkan menuju unit pengolahan berikutnya dari bak kitosan, sedimentasi, filter hingga mencapai reservoir. Debit ini merupakan debit gabungan dari aliran utama proses dan aliran pelarutan kitosan yang membawa hasil pengolahan menuju tahap akhir pada unit reservoir. Dengan rincian waktu sebagai berikut:

- Proses pengolahan kitosan 1 berlangsung selama 60 menit, proses dimulai pada menit ke-120 dan selesai pada menit ke-180.
- Setelah proses kitosan 1 selesai, hasil pengolahan dialirkan menuju Penampung 2 berlangsung selama 30 menit dan selesai pada menit ke-210.
- Proses kitosan 2 dimulai pada menit ke-210 berlangsung selama 60 menit. proses selesai pada menit ke-300. Setelah proses kitosan 2 selesai, hasil pengolahan dialirkan menuju unit sedimentasi selama 30 menit.
- Kitosan 1 yang berada di Penampung 2 dialirkan bersamaan dengan keluaran kitosan 2 menuju sedimentasi pada menit ke 300 selama 30 menit.

- Setelah kedua aliran kitosan bergabung, dilakukan proses sedimentasi proses sedimentasi dimulai pada menit ke-330 dengan proses sedimentasi berlangsung selama 180 menit. Proses sedimentasi selesai pada menit ke-510.
- Setelah sedimentasi selesai, hasil sedimentasi dialirkan menuju dua jalur filter 1 Penampung 3 secara bersamaan selama 30 menit dimulai pada menit ke-510 selesai pada menit ke-540.
- Sedimen 1 masuk ke unit filtrasi pada menit ke-540 proses filtrasi berlangsung selama 60 menit, hasil filtrasi1 selesai pada menit ke-600 kemudian keluar dari filter ke reservoir selama 30 menit pada menit 630
- Sedimen 2 dialirkan menuju filtrasi pada menit 630 selama 30 menit. dan selesai pada menit 660. Proses filtrasi 2 berlangsung selama 60 menit. dan selesai pada menit ke-720. Hasil filtrasi 2 keluar dari unit filtrasi ke reservoir selama 30 menit menit ke-720 dan selesai pada menit 750.

Berikut skema waktu pada **Gambar 5.10** dibawah ini:



Gambar 5. 10 Skema Waktu Bak Kitosan - Bak Reservoir

5.7 Perhitungan Desain Bangunan Instalasi Pengolahan Air

5.7.1 Unit Elektrokoagulasi

Perencanaan unit bak elektrokoagulasi ini mengikuti kriteria-kriteria desain alat yang sudah diperoleh pada penelitian sebelumnya. Adapun kriteria desain bak elektrokoagulasi pada **Tabel 5.5** berikut ini.

Tabel 5. 5 Kriteria Desain Unit Elektrokoagulasi

Data	Satuan	Jumlah
Jenis elektroda	Alumunium	-
Jarak antar Elektroda	cm	1
Tegangan	volt	8
Kerapatan Arus	A/m ³	3921,5
Kuat Arus	A	25
Jenis Pengadukan	Turbine blade	-
Daya	Watt	300
Pengadukan Cepat	RPM	100
Jumlah Elektroda	Pasang (anoda&Katoda)	2
Waktu Detensi	Menit	2
Jenis Arus	DC	-
Panjang dan Lebar	m	2 ; 1
Berat Plat	gram	170.100

Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Adapun perhitungannya, yaitu:

Diketahui:

$$Q_{\text{kebutuhan}} = 0,01026 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$t = 4 \text{ menit} = 240 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } Q_{\text{air payau}} &= \frac{250}{350} \times Q_{\text{kebutuhan}} \\
 &= \frac{250}{350} \times 0,01026 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,00732853 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

➤ Volume bak elektrokoagulasi (V)

$$\begin{aligned}
 V &= Q_{\text{kebutuhan}} \times t \\
 &= 0,00732853 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 240 \text{ detik} \\
 &= 1,75885 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skema pengolahan yang direncanakan, yaitu air masuk ke bak elektrokoagulasi selama 1 menit, kemudian dilakukan proses pengolahan selama 2

menit, dan air keluar selama 1 menit, maka debit masuk ke unit elektrokoagulasi perlu disesuaikan.

Volume awal yang direncanakan adalah 1,75885 m³, dengan waktu pengisian seharusnya selama 4 menit (240 detik). Namun, karena waktu masuk air dipersingkat menjadi 1 menit (60 detik), maka debit yang dibutuhkan mengalami perubahan agar volume air yang sama tetap dapat masuk ke bak elektrokoagulasi.

$$Q_{\text{yang alirkan}} = \frac{1,75885 \text{ m}^3}{60 \text{ detik}} = 0,029 \text{ m}^3/\text{detik}$$

➤ Luas bak (Asumsi Tinggi (T) = 0,65 m)

$$\begin{aligned} A &= V/T \\ &= 0,21086 \text{ m}^3/1 \text{ m} \\ &= 0,21086 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= V/T \\ &= 1,75885 \text{ m}^3/0,65 \text{ m} \\ &= 2,70 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

➤ Perbandingan P : L = 2 : 1

$$P = 2L$$

$$\begin{aligned} A &= P \times L \\ &= 2L \times L \end{aligned}$$

$$2,70 = 2L^2$$

$$\begin{aligned} L &= (A / 2)^{0,5} \\ &= (2,70 / 2)^{0,5} \\ &= 1,16 = 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 2L \\ &= 2 \times 1,5 \\ &= 3 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Korelasi tinggi air (T):

$$T_{\text{air}} = \frac{V}{P \times l} = \frac{1,75885}{3 \times 1,5} = 0,39 \text{ m}$$

➤ *Freeboard*

$$Fb = 20\%$$

$$Fb_{\text{min}} = 20\% \times 0,39 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,078 \text{ m} \\
 \text{Fb total} &= T_{\text{bak}} - T_{\text{air}} \\
 &= 0,65 \text{ m} - 0,39 \text{ m} \\
 &= 0,26 \text{ m} \\
 \text{Fb total} &> \text{Fb min} \\
 0,26 \text{ m} &> 0,078 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elektroda yang digunakan dalam unit elektrokoagulasi adalah alumunium. Permukaan Alumunium bertindak sebagai anoda katoda saat proses elektrokoagulasi berlangsung. Berikut ini adalah perhitungan jumlah anoda Al terlarut untuk setiap elektroda:

$$mE = \frac{I \times t \times M}{z \times F \times V}$$

Diketahui:

$$\text{Volume Air} = 750 \text{ ml} = 0,75 \text{ l}$$

$$\text{Arus (I)} = 25 \text{ A}$$

$$\text{Waktu (t)} = 2 \text{ menit} = 120 \text{ detik}$$

$$\text{Berat Molekul Al (M)} = 27 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Jumlah electron (z)} = 3$$

$$\text{Konstanta Faraday} = 96500 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned}
 mE &= \frac{25 \text{ A} \times 120 \text{ detik} \times 27 \text{ gr/mol}}{3 \times 96500 \text{ gr/mol} \times 0,75 \text{ liter}} \\
 &= 0,373057 \text{ gr/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{mE 1 kali proses} &= 1758,85 \text{ l/proses} \times 0,373057 \text{ gr/l} \\
 &= 656,18 \text{ gr/proses}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, kehilangan massa plat elektroda adalah 656,18 gr/proses

Jumlah proses pada elektrokoagulasi:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total waktu proses}}{\text{waktu pengolahan/proses}} \\
 &= \frac{120 \text{ menit}}{4 \text{ menit/proses}}
 \end{aligned}$$

$$= 30 \text{ proses}$$

maka dalam 1 hari, proses elektrokoagulasi sebagai berikut:

$$= \frac{\text{jumlah proses}}{\text{total waktu proses}} \times \text{satu hari}$$

$$= \frac{30 \text{ proses}}{2 \text{ jam}} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 360 \text{ proses/hari}$$

Dalam perencanaan ini ukuran plat elektroda menyesuaikan dengan ukuran plat pada penelitian tugas akhir 1 dimana:

$$\text{Panjang} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Terendam} = 8,5 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 7,5 \text{ cm}$$

$$\text{Ketebalan} = 0,3 \text{ cm}$$

➤ Kerapatan Arus

$$\text{Luas plat terendam} = 8,5 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm} = 0,006375 \text{ m}^2$$

$$\text{Kuat arus (8volt)} = 25 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerapatan arus} &= \frac{\text{Kuat Arus}}{\text{Luas Plat Terendam}} \\ &= \frac{25 \text{ A}}{0,006375 \text{ m}^2} \\ &= 3921,5 \text{ A/m}^2 \end{aligned}$$

Luas plat terendam $0,006375 \text{ m}^2$ digunakan untuk mengolah 0,75 liter air payau dengan kerapatan arus $3921,5 \text{ A/m}^2$.

Jika mengolah air payau sebesar 0,21086 liter dengan kerapatan arus yang sama maka

luas plat terendam:

$$= \frac{1758,85 \text{ liter}}{0,75 \text{ liter}} \times 0,006375 \text{ m}^2$$

$$= 14,94 \text{ m}^2$$

Pada perencanaan elektrokoagulasi ini, direncanakan total lebar plat satu baris 145 cm, terdiri dari 14 batang plat berlebar 0,1m sehingga tiap pasang batang berukuran 0,1m x 0,3 m maka luas 1 pasang batang:

$$= 0,1 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$$

$$= 0,03 \text{ m}^2$$

Maka pasang batang yang dibutuhkan yaitu:

$$= \frac{\text{Luas plat terendam}}{\text{Luas 1 pasang batang}}$$

$$= \frac{0,0017 \text{ m}^2}{0,03 \text{ m}^2}$$

$$= 500 \text{ pasang}$$

Tinggi air 0,39 dimana dibutuhkan ruang untuk mencapit plat, sehingga diperlukan ruang mencapit plat sebagai berikut:

$$\text{Tinggi air} + 10 \text{ cm (area penghantar listrik)}$$

$$0,39\text{cm} + 10 \text{ cm}$$

$$= 0,49 \text{ cm} = 0,50\text{cm}$$

Dengan total 500 pasang maka perencanaan peletakannya yaitu 14 batang plat mengarah lebar dan 36 pasang plat mengarah panjang dengan jumlah total pasang dibulatkan menjadi 504 pasang

Maka kuat arus tiap 1 pasang batang:

$$= \text{Luas plat terendam} \times \text{kerapatan arus}$$

$$= 0,03\text{m}^2 \times 3921,5 \text{ A/m}^2$$

$$= 117,645 \text{ A}$$

Jarak untuk 36 pasang batang :

celah katoda dan anoda = 1,5 cm dan jarak antar pasang katoda anoda dan pasang lainnya 3cm dikarenakan ada ruang untuk propeler

Tebal plat katoda dan anoda + celah antar katoda dan anoda + celah antar pasangan katoda anoda

$$= 0,003\text{m} \times 72 + 0,015 \text{ m} \times 36 + 0,03 \text{ m} \times 36$$

$$= 1,836 \text{ m}$$

Maka dibutuhkan kurang lebih 1,836 m untuk memasang 36 pasang plat selebar bak 1,5 m. Maka ruang untuk propler:

$$= \text{Panjang bak} - \text{jarak seluruh plat}$$

$$= 3 - 1,836$$

$$= 1,164$$

Perhitungan celah 14 batang plat:

Panjang plat

$$0,1 \text{ m} \times 14 \text{ plat}$$

$$= 1,4 \text{ m} = 140 \text{ cm}$$

$$= \text{Lebar bak} - \text{Panjang plat}$$

$$= 1,5 - 1,4 = 0,1 \text{ m atau } 10 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah celah} = n + 1 = 14 + 1 = 15$$

$$\text{Ukuran celah} = \frac{0,1}{15} = 0,006 \text{ m atau } 0,6 \text{ cm}$$

$$\text{Luas total plat} = \text{Panjang} \times \text{lebar } m^2/\text{batang} \times \frac{2 \text{ batang}}{\text{pasang batang}} \times$$

$$\frac{14 \text{ pasang batang}}{\text{baris plat}} \times 36 \text{ baris plat}$$

$$= (0,1 \text{ m} \times 0,3 \text{ m/batang}) \times 2 \text{ batang/pasang} \times 14 \text{ pasang} \times 36 \text{ baris/bak}$$

$$= 30,24 \text{ m}^2/\text{batang}$$

$$\text{➤ } V_{\text{plat total}} = \text{luas total plat terendam} \times \text{tebal}$$

$$= 30,24 \text{ m}^2 \times 3 \text{ mm}$$

$$= 30,24 \text{ m}^2 \times 0,003 \text{ m} = 0,09072 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ Berat plat} = V_{\text{plat}} \times \text{massa jenis alumunium}$$

$$= 0,09072 \text{ m}^3 \times 2,7 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 0,09072 \text{ m}^3 \times 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$= 244,944 \text{ kg} = 244.944 \text{ gram}$$

Jadi berat total plat = 489.888gram dimana anoda nya berjumlah 244.944 gram dan katoda berjumlah 498.888 gram

- Kebutuhan plat/hari= 656,18 gr/proses x 6 proses/hari
= 3937,08 gr/hari
- Jumlah plat total = $\frac{\text{Kebutuhan plat perhari}}{\text{berat plat anoda yang hilang}}$
= $\frac{3937,08 \text{ gr/hari}}{244.944 \text{ gram/plat}}$
= 0,06107 plat/hari
- Jumlah plat/bulan = 0,06107 plat/hari x 30 hari/bulan
= 0,4821 plat/bulan
- Umur Plat = $\frac{\text{Berat plat}}{\text{kebutuhan plat perhari}}$
= $\frac{244.944\text{gram}}{3937,08 \text{ gr/hari}}$
= 62,21 hari

Jadi plat yang digunakan akan diganti setelah 62,21 hari atau 0,1704 tahun dan jumlah plat yang digunakan dalam sehari 0,06107 plat.

Energi pada unit elektrokoagulasi berasal dari energi listrik. Dalam menghitung Energi diperlukan data tegangan (U). Dalam perencanaan ini dipilih tegangan 8 volt (Penelitian Tugas Akhir 1). Perhitungan Energi adalah sebagai berikut:

- Tegangan (U) = 8 Volt
- Kuat Arus (I) = 25 A
- Waktu pengolahan (t) = 2 menit = 0,03 jam
- Volume bak = 1,758 m³

- Energi per volume pengolahan = $\frac{U \times I \times t}{V}$
= $\frac{8\text{volt} \times 274 \times 12 \times 25 \times 0,03 \text{ jam}}{1,758 \text{ m}^3 \times 1000}$
= 1248,8 kWh/m³
- Energi per hari = 1248,8 kWh/m³ x 360 proses/hari
= 449.568 kWh/hari

$$\begin{aligned}\text{➤ Energi per bulan} &= 449.568 \text{ kWh/hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= 13.487.040 \text{ kWh/bulan}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dan menyesuaikan kriteria desaiun maka digunakan 1 pasang plat elektroda alumunium sebagai anoda dan katoda dengan kecepatan pengadukan 100 rpm (Penelitian Tugas Akhir 1) pada unit proses elektrokoagulasi dengan perhitungan konstruksi *impeller* sebagai berikut:

Konstruksi *Impeller*

$$\begin{aligned}\text{➤ Diameter blade (D)} &= 50\% \times L = 50\% \times 1,5 \text{ m} = 0,75 \text{ m} \\ \text{➤ Jari-jari (r)} &= \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 0,75 \text{ m} = 0,375 \text{ m} \\ \text{➤ Lebar blade (w)} &= \frac{1}{6} \times 0,375 \text{ m} = 0,0625 \text{ m}\end{aligned}$$

Kecepatan blade (v)

Faktor permukaan *blade* (k) = 0,25, Cd = 1,2, n = 100 rpm, dan ρ air 996,81

$$\begin{aligned}\text{➤ Kecepatan blade (v}_{blade}) &= [(1 - k) \left(\frac{2 \pi r n}{60} \right)] \\ &= [(1 - 0,25) \left(\frac{2 \pi \times 0,375 \times 100}{60} \right)] \\ &= 2,94 \text{ m/detik} \\ \text{➤ Luas blade (A)} &= 2 (D \times w) = 2 (0,75 \text{ m} \times 0,0625 \text{ m}) \\ &= 0,09375 \text{ m}^2 \\ \text{➤ Power penggerak blade (P)} &= \frac{1}{2} \times C_d \times A \times \rho \times v^3 \\ &= \frac{1}{2} \times 1,2 \times 0,09375 \text{ m}^2 \times 996,81 \times 2,94^3 \\ &= \frac{1429,7 \text{ watt}}{1000} = 1,43 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{E/proses} &= P \times t \\ &= 1,43 \text{ kW} \times 0,03 \text{ jam/proses} \\ &= 0,0429 \text{ kWh/proses}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{E/hari} &= E \text{ proses/hari} \\ &= 0,0429 \text{ kWh/proses} \times 360 \text{ Proses/hari} \\ &= 15,444 \text{ kwh/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{E/bulan} &= 15,444 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari} \\ &= 463,32 \text{ kWh/bulan}\end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan bak penampung 1 setelah proses di unit elektrokoagulasi:

- Volume bak penampung (V)
 $= 4,64 \text{ m}^3$ (Berdasarkan hitungan Excel hitungan bak penampung yang berada dilampiran)

- Luas Bak (A) (Asumsi tinggi 1 m)

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Kedalaman Air}} = \frac{4,64 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} = 4,64 \text{ m}^2$$

- Dimensi Bak

Asumsi Panjang : Lebar = 2:1

$$P = 2L$$

$$A = P \times L$$

$$= 2L \times L$$

$$4,64 = 2L^2$$

$$L = (A / 2)^{0,5}$$

$$= (4,64 / 2)^{0,5}$$

$$1,52 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 5$$

$$T = 1 \text{ m}$$

- Korelasi Tinggi Air (T)

$$\begin{aligned} \frac{V}{p \times l} &= \frac{4,64}{5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\ &= 0,37 \text{ m} \end{aligned}$$

- Freeboard (20%)

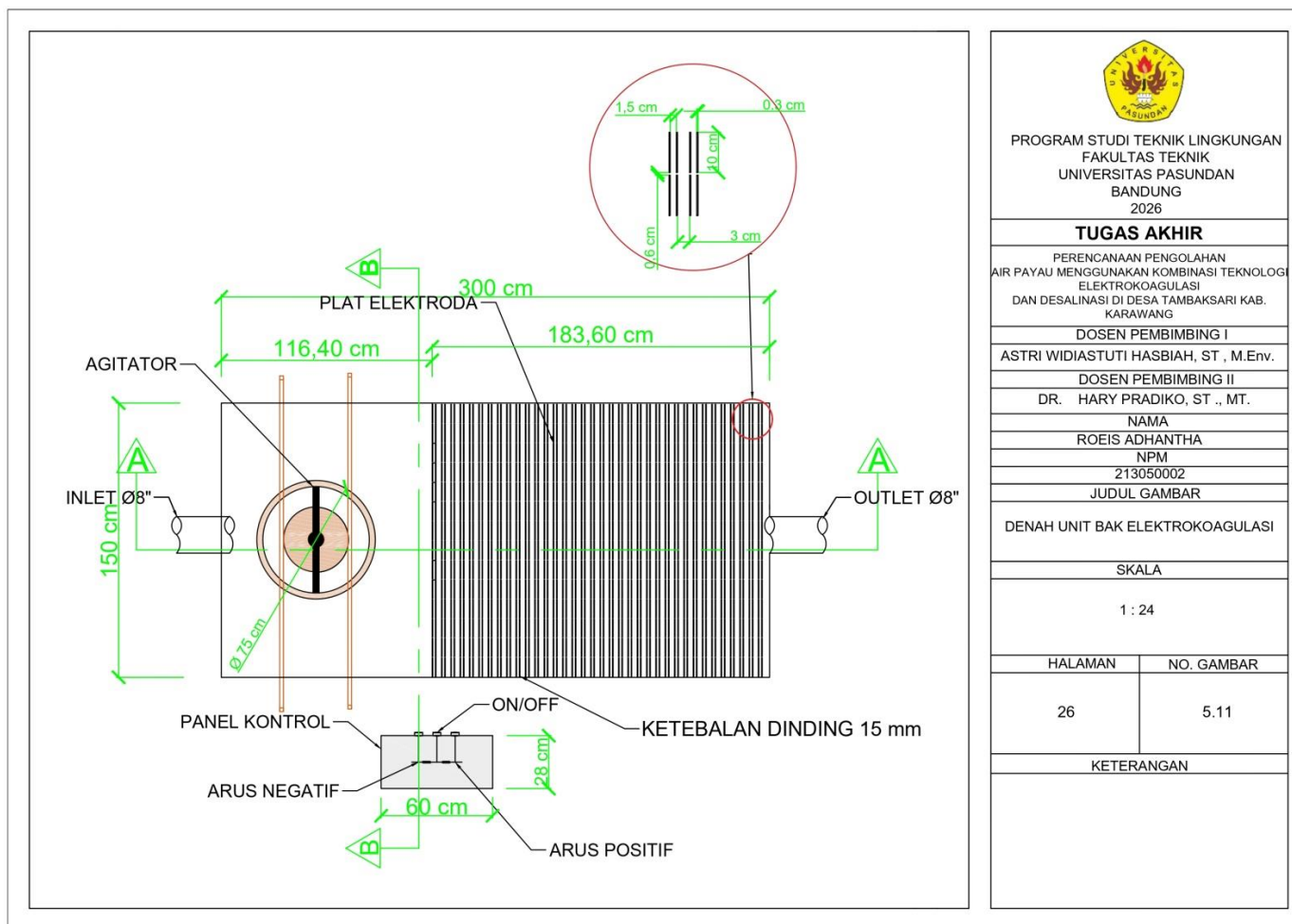
$$\begin{aligned} \text{Fb min} &= 20\% \times 0,37 \text{ m} \\ &= 0,074 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fb total} &= T_{\text{bak}} - T_{\text{air}} \\ &= 1 \text{ m} - 0,37 \text{ m} \\ &= 0,63 \text{ m} \end{aligned}$$

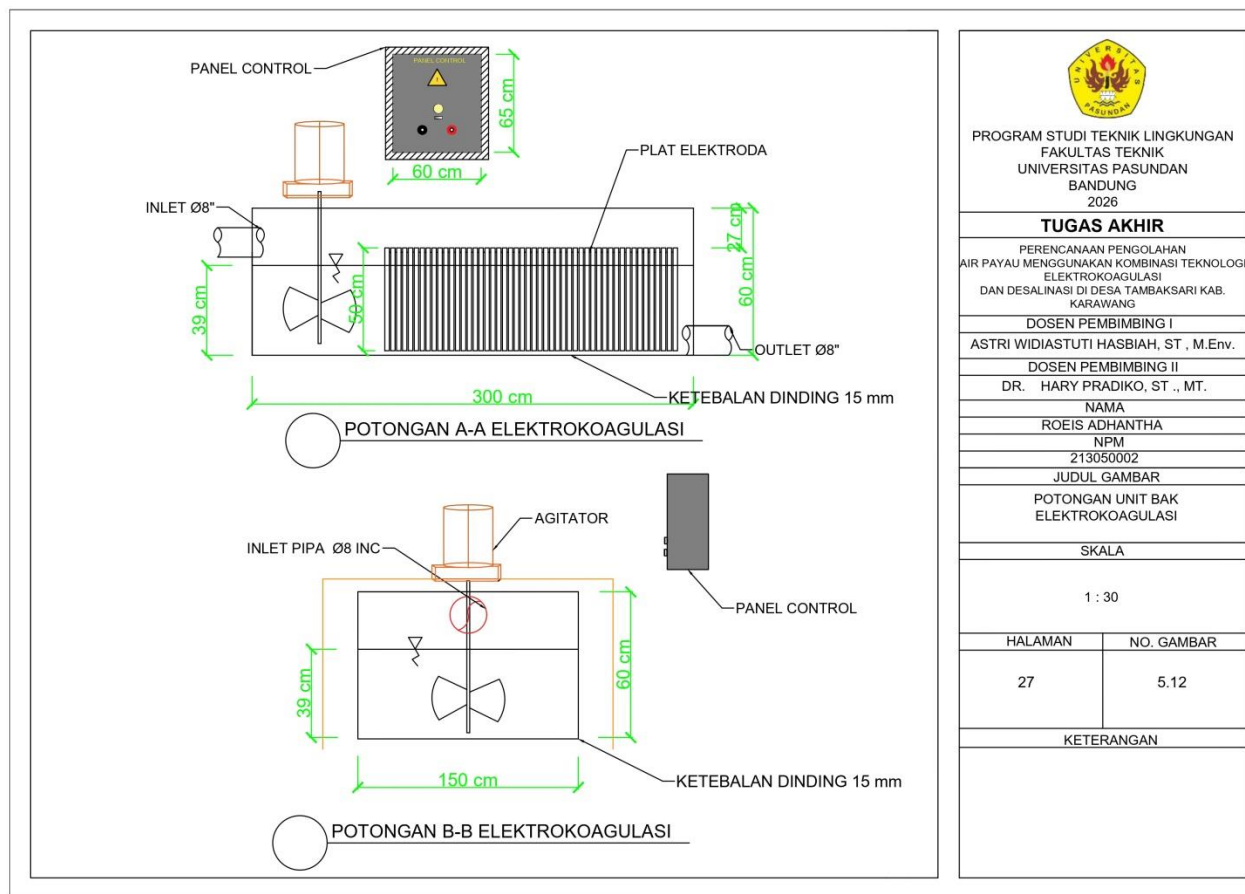
$$\text{Fb total} > \text{Fb min}$$

$$0,63 \text{ m} > 0,074 \text{ m}$$

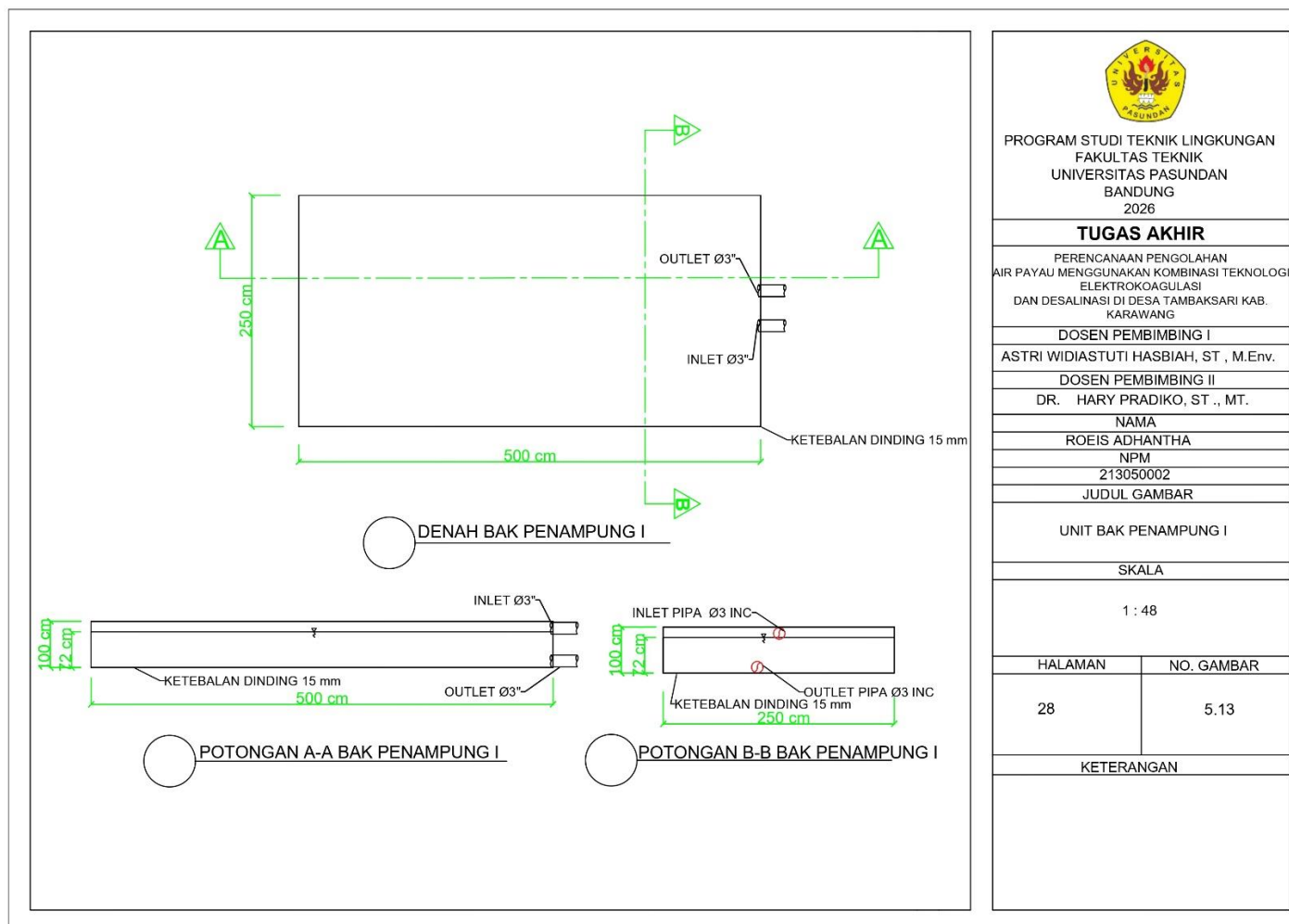
Adapun **Gambar 5.11** merupakan denah unit elektrokoagulasi, **Gambar 5.12** merupakan potongan – potongan unit elektrokoagulasi dan **Gambar 5.13** merupakan denah beserta potongan bak penampung 1



Gambar 5. 11 Denah Unit Bak Elektrokoagulasi



Gambar 5. 12 Potongan Unit Bak Elektrokoagulasi



Gambar 5. 13 Unit Bak Penampung I

5.7.2 Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang

Perancangan unit desalinasi kitosan ini dilakukan berdasarkan debit air hasil proses elektrokoagulasi sebagai tahap lanjutan dalam menurunkan kadar salinitas dan TDS. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

Diketahui:

$$Q_{\text{kebutuhan}} = 0,00123 \text{ m}^3/\text{dtk} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}}$$

$$= 106,272 \text{ m}^3$$

$$t = 2 \text{ jam} = 7200 \text{ detik}$$

➤ Volume air payau dari bak elektro (Q_{ap})

$$= \frac{250}{350} \times Q_{\text{kebutuhan}}$$

$$= \frac{250}{350} \times 106,272 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 75,9085714 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,000879 \text{ m}^3/\text{detik}$$

➤ Volume pelarut dari bak pelarut (Q_{pel})

$$= \frac{100}{350} \times Q_{\text{kebutuhan}}$$

$$= \frac{100}{350} \times 106,272 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 30,3634286 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,000351 \text{ m}^3/\text{detik}$$

➤ Total volume air pelarut:

$$= 0,000351 \text{ m}^3 \times 7200 \text{ detik}$$

$$= 2,5272 \text{ m}^3$$

Maka volume air yang diproses di bak pelarut selama 2 jam sebesar 2,5272 m^3 tetapi dikarenakan air hanya masuk 30 menit, maka debit yang dialirkan sebagai berikut:

$$\text{Debit pelarut} = \frac{2,5272 \text{ m}^3}{1800 \text{ detik}}$$

$$= 0,001404 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0,001404 \text{ m}^3 \times 60 \text{ detik}$$

$$= 0,08424 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{➤ Total volume bak kitosan dari berdasarkan gabungan dari (Q_{ap}) dan (Q_{pel})} \\
 &= Q_{\text{kebutuhan}} \times t \\
 &= (0,000879 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,000351 \text{ m}^3/\text{detik}) \times 7200 \text{ dtk} \\
 &= 8,856 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skema pengolahan yang direncanakan, yaitu air masuk ke bak kitosan selama 30 menit, kemudian dilakukan proses pengolahan selama 1 jam, dan air keluar selama 30 menit, maka debit masuk ke unit kitosan` perlu disesuaikan.

Volume awal yang direncanakan adalah 8,856 m³, dengan waktu pengisian selama 30 menit (1800 detik). Dimana terdapat 2 jenis pipa pengaliran dari elektrokoagulasi yang masuk ke bak penampung1 dan bak kitosan, maka debit air yang masuk adalah

$$Q_{\text{yang alirkan}} = \frac{8,856 \text{ m}^3}{1800} = 0,00492 \text{ m}^3/\text{detik}$$

(Debit dialirkan dari 2 jenis pipa dengan masing-masing waktu pengaliran bisa dilihat pada lampiran)

➤ Luas Bak (A) (Asumsi tinggi 1 m)

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Kedalaman Air}} = \frac{8,856 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} = 8,856 \text{ m}^2$$

➤ Dimensi Bak

Asumsi Panjang : Lebar = 2:1

$$P = 2L$$

$$A = P \times L$$

$$= 2L \times L$$

$$8,856 \text{ m}^2 = 2L^2$$

$$L = (A / 2)^{0,5}$$

$$= (8,856 / 2)^{0,5}$$

$$= 2,10 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 5 \text{ m}$$

$$T = 1\text{ m}$$

➤ Korelasi Tinggi Air (T)

$$\frac{V}{p \times l} = \frac{8,856}{5\text{ m} \times 2,5\text{ m}}$$

$$= 0,708\text{ m}$$

➤ Freeboard (20%)

$$\text{Fb min} = 20\% \times 0,708\text{ m}$$

$$= 0,14$$

$$\text{Fb total} = T_{\text{bak}} - T_{\text{air}}$$

$$= 1\text{ m} - 0,708\text{ m}$$

$$= 0,292\text{ m}$$

$$\text{Fb total} > \text{Fb min}$$

$$0,292\text{ m} > 0,14\text{ m}$$

$$\text{Jumlah proses per hari} = \frac{1\text{ hari}}{\text{proses/hari}}$$

$$= \frac{24\text{ jam}}{2\text{ proses}}$$

$$= 12\text{ proses/hari}$$

➤ Adsorpsi Kitosan Kulit Udang

Dalam penelitian sebelumnya, dalam 350 ml air payau digunakan 5gram kitosan dalam satu kali pengolahan dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Oleh karna itu, komposisi yang dapat digunakan dalam perencanaan ini adalah:

$$\text{Dosis Kitosan} = \frac{5\text{ g}}{0,35\text{ l}} = 14,29\text{ g/l}$$

$$\text{Kebutuhan/proses} = 14,29\text{ g/l} \times 8,856\text{ m}^3/\text{proses} \times \frac{1000\text{ l}}{\text{m}^3}$$

$$= 126.552,24\text{ gr/proses}$$

$$= 126,55224\text{ kg/proses}$$

$$\text{Kebutuhan/ perhari} = 126.552,24\text{ gr/proses} \times 12\text{ proses/hari}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1518626,88 \text{ g/hari} \\
 &= 1.518,62688 \text{ kg/hari} \\
 \text{Kebutuhan/bulan} &= 1518626,88 \text{ g/hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 45558806,4 \text{ g/bulan} \\
 &= 45.558,8064 \text{ kg/bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Dosis Asam Asetat} = \frac{0,1 \text{ ml}}{0,35 \text{ l}} = 0,0002857 \text{ l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan/proses} &= 0,0002857 \text{ l} \times 8,856 \text{ m}^3/\text{proses} \times \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3} \\
 &= 2,529 \text{ liter/proses}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan/ perhari} &= 2,529 \text{ liter/proses} \times 12 \text{ proses/hari} \\
 &= 30,348 \text{ liter/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan/bulan} &= 30,348 \text{ liter /hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 910,44 \text{ liter/bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Dosis air pelarut} = \frac{99 \text{ ml}}{0,35 \text{ l}} = 0,282857 \text{ l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan/proses} &= 0,282857 \text{ l} \times 8,856 \text{ m}^3/\text{proses} \times \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3} \\
 &= 2505,79 \text{ l liter/proses}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan/ perhari} &= 2505,79 \text{ liter/proses} \times 12 \text{ proses/hari} \\
 &= 30069,48 \text{ liter/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan/bulan} &= 30069,48 \text{ liter /hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 902.084,40 \text{ liter/bulan}
 \end{aligned}$$

➤ Volume bak pelarut (V)

$$= 2,53 \text{ m}^3 \text{ (Berdasarkan hitungan Excel hitungan bak pelarut)}$$

Direncanakan Panjang bak pelarut sepertiga dari panjang bak kitosan dari 5 m dan lebar dari bak kitosan maka:

$$P = \frac{5}{3} = 1,67 = 1,7 \text{ m}$$

$$L = 2,5 \text{ m}$$

Korelasi Tinggi Air (T)

$$\frac{V}{p \times l} = \frac{2,53}{1,7 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}}$$

$$= 0,60 \text{ m}$$

Freeboard (20%)

$$\text{Fb min} = 20\% \times 0,60 \text{ m}$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Fb total} = T_{\text{bak}} - T_{\text{air}}$$

$$= 1 \text{ m} - 0,60 \text{ m}$$

$$= 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Fb total} > \text{Fb min}$$

$$0,40 \text{ m} > 0,12 \text{ m}$$

Berikut perhitungan untuk impeller pelarut kitosan

➤ Konstruksi *Impeller* pada pelarutan

$$D = 50\% \times L = 50\% \times 2,5 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

$$r = \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 1,25 \text{ m} = 0,625 \text{ m}$$

$$\text{Lebar blade (w)} = \frac{1}{6} \times 1,25 \text{ m} = 0,21 \text{ m}$$

➤ Kecepatan blade

$$\text{Faktor permukaan blade (k)} = 0,25, \text{ Cd} = 1,2 \text{ dan } n = 300 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan blade (v}_{\text{blade}}) &= [(1 - k) \left(\frac{2\pi r n}{60} \right)] \\ &= [(1 - 0,25) \left(\frac{2 \times 3,14 \times 0,625 \times 300}{60} \right)] \\ &= 14,73 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas blade (A)} &= 2 (D \times w) = 2 (1,25 \text{ m} \times 0,21 \text{ m}) \\ &= 0,525 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Power penggerak blade (P)} = \frac{1}{2} \times \text{Cd} \times A \times \rho \times v^2$$

$$\begin{aligned} \text{blade (P)} &= \frac{1}{2} \times 1,2 \times 0,525 \text{ m}^2 \times 996,81 \times 14,73^2 \\ &= 68.143,44 \text{ watt} \end{aligned}$$

➤ E/proses

$$\begin{aligned} &= P \times t \\ &= \frac{68.143,44 \text{ watt} \times 1 \text{ jam/proses}}{1000} \\ &= 68,143 \text{ kWh/proses} \end{aligned}$$

➤ E/hari

$$= E \text{ proses/hari}$$

$$\begin{aligned}
 &= 68,143 \text{ kWh/proses} \times 12 \text{ proses/hari} \\
 &= 817,72 \text{ kWh/hari} \\
 \text{➤ E/bulan} &= 817,72 \text{ kWh/hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 24531,4 \text{ kWh/bulan}
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan untuk impeller kitosan

➤ Konstruksi *Impeller* pada pelarutan

$$D = 50\% \times L = 50\% \times 2,5 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

$$r = \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 1,25 \text{ m} = 0,625 \text{ m}$$

$$\text{Lebar blade (w)} = \frac{1}{6} \times 1,25 \text{ m} = 0,21 \text{ m}$$

➤ Kecepatan blade

$$\text{Faktor permukaan blade (k)} = 0,25, C_d = 1,2 \text{ dan } n = 300 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan blade (v}_{blade}) &= [(1 - k) \left(\frac{2 \pi r n}{60} \right)] \\
 &= [(1 - 0,25) \left(\frac{2 \times 3,14 \times 0,625 \times 300}{60} \right)] \\
 &= 14,73 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas blade (A)} &= 2 (D \times w) = 2 (1,25 \text{ m} \times 0,21 \text{ m}) \\
 &= 0,525 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Power penggerak blade (P)} = \frac{1}{2} \times C_d \times A \times \rho \times v^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{blade (P)} &= \frac{1}{2} \times 1,2 \times 0,525 \text{ m}^2 \times 996,81 \times 14,73^2 \\
 &= 68.143,44 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ E/proses} &= P \times t \\
 &= \frac{68.143,44 \text{ watt} \times 1 \text{ jam/proses}}{1000} \\
 &= 68,143 \text{ kWh/proses}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ E/hari} &= E \text{ proses/hari} \\
 &= 68,143 \text{ kWh/proses} \times 12 \text{ proses/hari} \\
 &= 817,72 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ E/bulan} &= 817,72 \text{ kWh/hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 24531,4 \text{ kWh/bulan}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan bak penampung setelah proses di unit kitosan:

- Volume bak penampung 2 (V)

$$= 8,85 \text{ m}^3 \text{ (Berdasarkan hitungan Excel hitungan bak penampung)}$$
 Luas Bak (A) (Asumsi tinggi 1 m)

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Kedalaman Air}}$$

$$= \frac{8,85 \text{ m}^3}{1 \text{ m}}$$

$$= 8,85 \text{ m}^2$$
- Dimensi Bak

Asumsi Panjang : Lebar = 2:1

$$P = 2L$$

$$A = P \times L$$

$$= 2L \times L$$

$$8,85 = 2L^2$$

$$L = (A / 2)^{0,5}$$

$$= (8,85 / 2)^{0,5}$$

$$2,10 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 5$$

$$T = 1 \text{ m}$$
- Korelasi Tinggi Air (T)

$$\frac{V}{p \times l} = \frac{8,85}{5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}}$$

$$= 0,708 \text{ m}$$
- Freeboard (20%)

$$\text{Fb min} = 20\% \times 0,708 \text{ m}$$

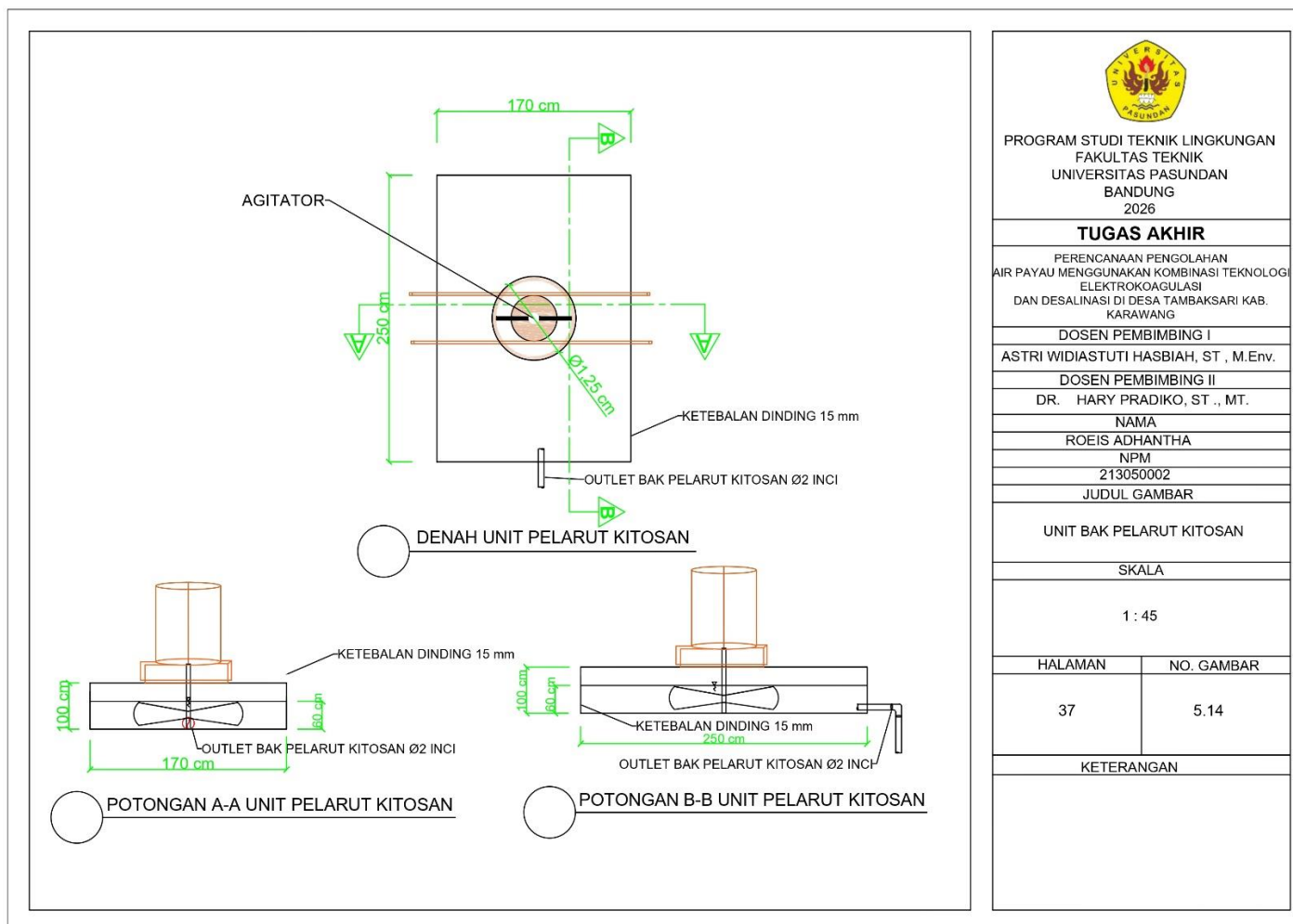
$$= 0,14 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} F_b \text{ total} &= T_{\text{bak}} - T_{\text{air}} \\ &= 1 \text{ m} - 0,708 \text{ m} \\ &= 0,292 \text{ m} \end{aligned}$$

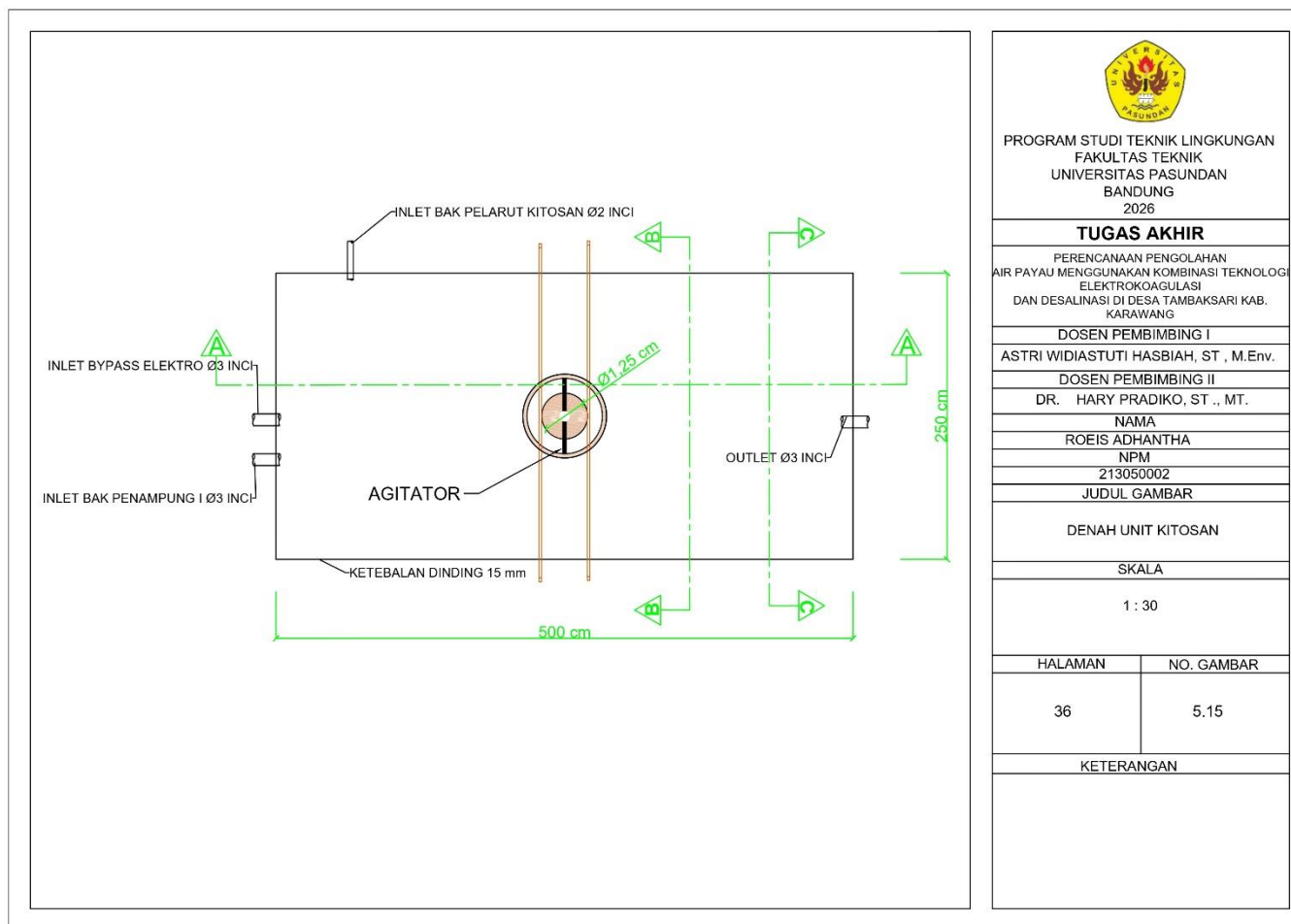
$$F_b \text{ total} > F_b \text{ min}$$

$$0,292 \text{ m} > 0,14 \text{ m}$$

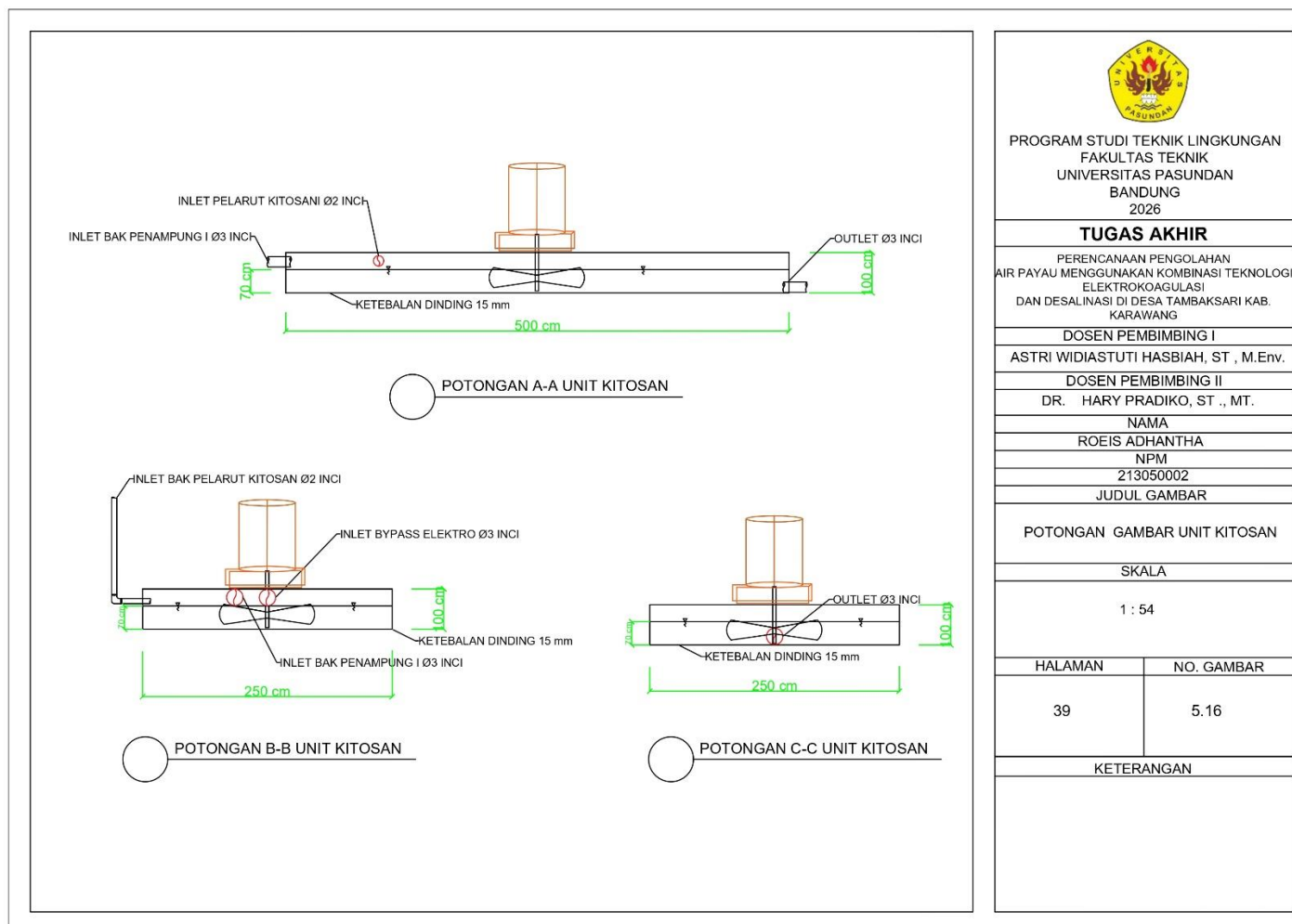
Adapun **Gambar 5.14** merupakan denah dan potongan unit pelarut kitosan, **Gambar 5.15** merupakan potongan unit pengolahan kitosan **Gambar 5.16** merupakan potongan unit pengolahan kitosan, dan **Gambar 5.17** merupakan denah dan potongan unit penampung 3



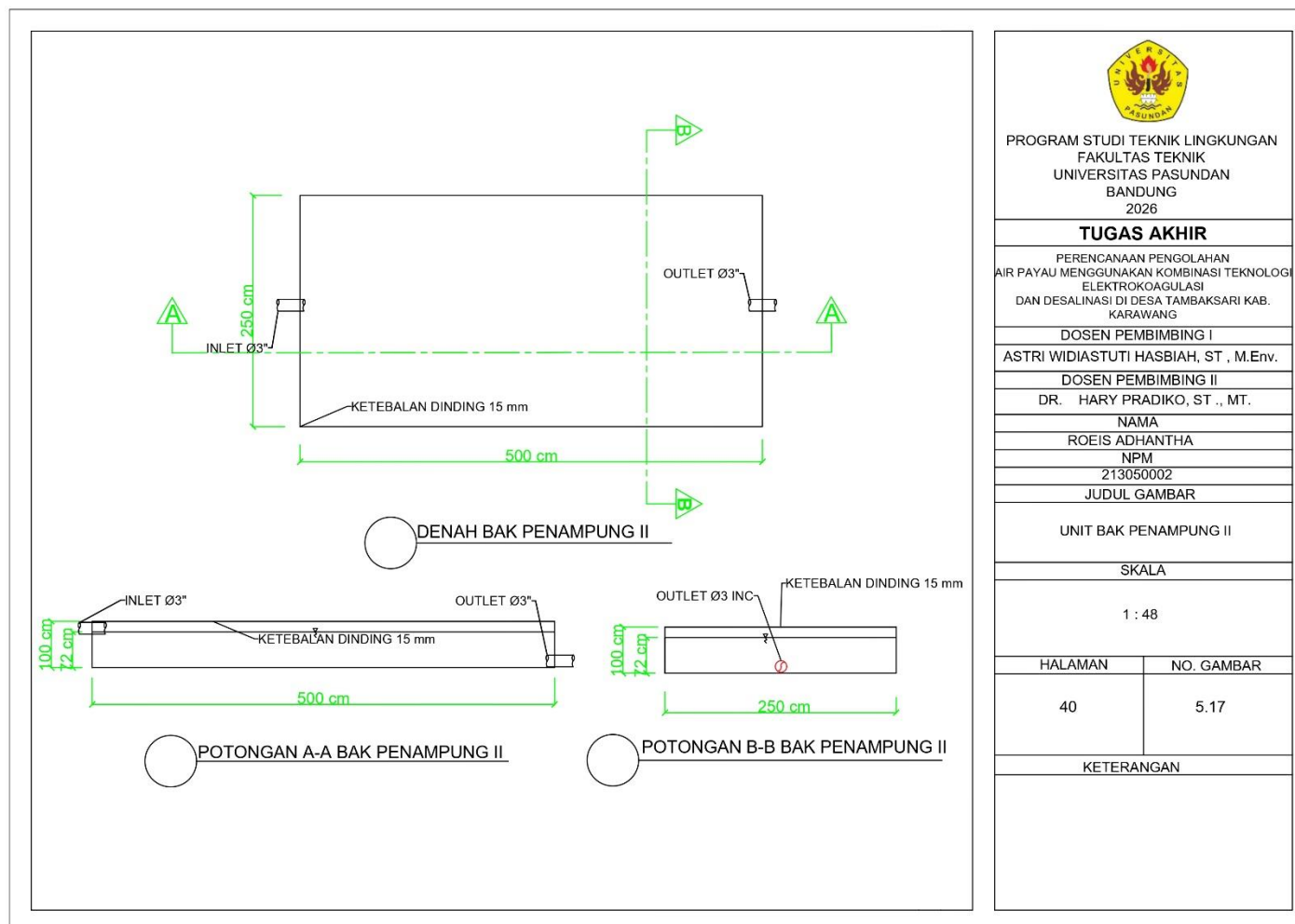
Gambar 5. 14 Unit Bak Pelarut Kitosan



Gambar 5. 15 Denah Unit Kitosan



Gambar 5. 16 Potongan Gambar Unit Kitosan



Gambar 5. 17 Unit Bak Penampung II

5.7.3 Unit Sedimentasi

Air baku akan dialirkan menuju unit sedimentasi setelah melalui unit proses desalinasi kitosan kulit udang. Flok-flok yang terbentuk pada proses elektrokoagulasi dan desalinasi akan diendapkan dalam unit sedimentasi. Data perencanaan untuk unit sedimentasi adalah sebagai berikut:

1. Debit ($Q_{kebutuhan}$) = 0,00123 m³/detik
2. Waktu Tinggal (td) = 4 jam = 14.400 detik
3. Ketinggian bak = 1 meter
4. Lebar : Panjang = 1 : 2
5. V_{pipa} = 1,0 m/s – 1,5 m/s (1,2 m/s)
6. Periode pengurasan lumpur = 9 hari
7. Pengurasan (t) = 30 menit
8. $V_{overflowrate}$ = (0,02-0,03) cm/detik. (0,02)

Berikut Perhitungan Unit Bak Sedimentasi :

Berdasarkan skema pengolahan yang direncanakan, yaitu air masuk ke bak sedimen adalah hasil pengolahan kitosan selama 30 menit, kemudian dilakukan proses pengolahan selama 4 jam, dan air keluar selama 30 menit, maka debit masuk ke unit sedimentasi` perlu disesuaikan.

$$Q_{\text{yang alirkan}} = \frac{8,856 \text{ m}^3}{1800} = 0,00492 \text{ m}^3/\text{detik}$$

(Debit dialirkan dari 2 jenis pipa dengan masing-masing waktu pengaliran bisa dilihat pada lampiran)

$$\begin{aligned}
 &\text{➤ Volume bak sedimentasi (V):} \\
 &= Q \times t \\
 &= 0,00123 \text{ m}^3/\text{detik} \times 14400 \text{ detik} \\
 &= 17,712 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Luas Bak (A) (Asumsi tinggi 1 m)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Volume}{Kedalaman\ Air} \\
 &= \frac{17,712\ m^3}{1\ m} \\
 &= 17,712\ m^2
 \end{aligned}$$

- T = 1 m (Asumsi)

Rasio panjang dan lebar bak (P : L) yang direncanakan adalah 2 : 1 sehingga P = 2L, maka:

$$P = 2L$$

$$A = P \times L$$

$$= 2L \times L$$

$$17,712\ m^2 = 2L^2$$

$$L = (A / 2)^{0,5}$$

$$= (17,712\ m^2 / 2)^{0,5}$$

$$= 3\ m$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 3\ m$$

$$= 6\ m$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Ketinggian Air} &= \frac{Volum}{panjang \times lebar} \\
 &= \frac{17,712\ m^3}{6\ m \times 3\ m} \\
 &= 0,98\ m
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Debit lumpur/hari (V)} &= \frac{Berat\ kitosan}{Massa\ jenis\ kitosan} \\
 &= \frac{1.518,62\ kg/hari}{1500\ kg/m^3} \\
 &= 1,012\ m^3/hari \\
 &= 1012\ liter/hari
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Ruang Lumpur} &= V_{\text{lumpur}} \times \text{periode pengurasan} \\
 &= 1012 \text{ m}^3/\text{hari} \times 9 \text{ hari} \\
 &= 9,11 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Tinggi Lumpur} &= \frac{V}{p \times l} \\
 &= \frac{9,11 \text{ m}^3/\text{hari}}{5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\
 &= 0,72 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Pengurasan Lumpur} &= \frac{V_{\text{lumpur}}}{t \text{ pengurasan}} \\
 &= \frac{9,11 \text{ m}^3}{1800 \text{ detik}} \\
 &= 0,00506 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 &= 5,06 \text{ l/dtk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang pipa} &= \frac{Q_{\text{pengurasan}}}{V \text{ pipa}} \\
 &= \frac{0,00506 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,2 \text{ m/detik}} \\
 &= 0,00422 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter Pipa (D)} &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 0,0351}{1,2 \times 3,14}} \\
 &= 0,0669 \text{ m} = 2,63 \text{ inci}
 \end{aligned}$$

Karena pipa dengan diameter 66,9 mm tidak ada dipasaran maka ukuran pipa yang digunakan adalah 76,2 mm setara dengan 3 inc.

Berikut merupakan perhitungan bak penampung setelah proses di unit sedimentasi:

- Volume bak penampung 3 (V)
 $= 8,85 \text{ m}^3$ (Berdasarkan hitungan Excel hitungan bak penampung)

Luas Bak (A) (Asumsi tinggi 1 m)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume}}{\text{Kedalaman Air}} \\
 &= \frac{8,85 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} \\
 &= 8,85 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Dimensi Bak

Asumsi Panjang : Lebar = 2:1

$$P = 2L$$

$$A = P \times L$$

$$= 2L \times L$$

$$8,85 = 2L^2$$

$$L = (A / 2)^{0,5}$$

$$= (8,85 / 2)^{0,5}$$

$$2,10 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 5$$

$$T = 1 \text{ m}$$

- Korelasi Tinggi Air (T)

$$\begin{aligned}
 \frac{V}{p \times l} &= \frac{8,85}{5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\
 &= 0,708 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Freeboard (20%)

$$\begin{aligned}
 \text{Fb min} &= 20\% \times 0,708 \text{ m} \\
 &= 0,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

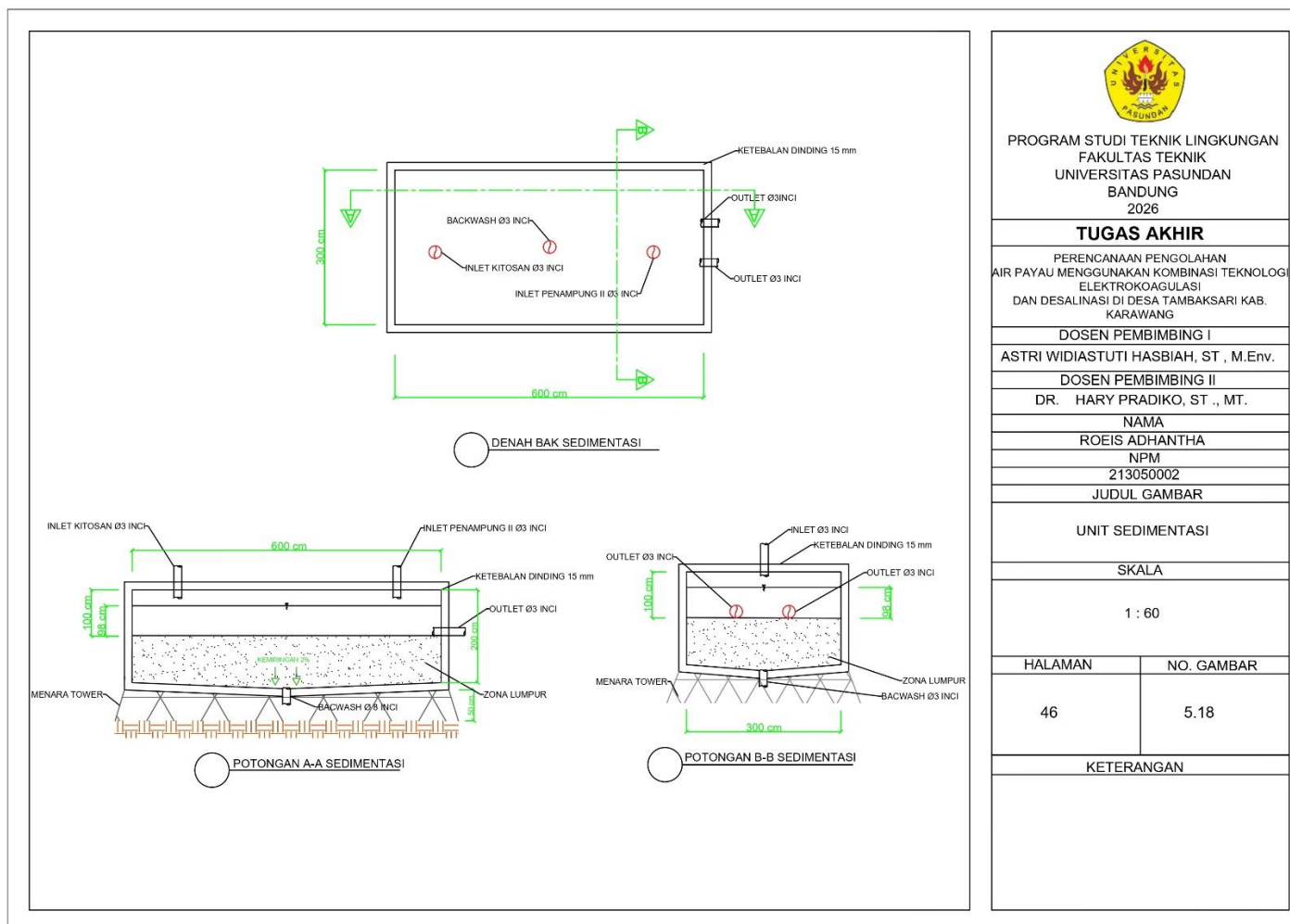
$$\begin{aligned}
 \text{Fb total} &= T_{\text{bak}} - T_{\text{air}} \\
 &= 1 \text{ m} - 0,708 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$= 0,292 \text{ m}$$

$$Fb \text{ total} > Fb \text{ min}$$

$$0,292 \text{ m} > 0,14 \text{ m}$$

Adapun **Gambar 5.18** merupakan denah dan potongan unit pengolahan sedimentasi, dan Adapun **Gambar 5.19** merupakan denah dan potongan bak penampung 3



Gambar 5. 18 Unit Sedimentasi



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGOLAHAN
AIR PAYAU MENGGUNAKAN KOMBINASI TEKNOLOGI
ELEKTROKOAGULASI
DAN DESALINASI DI DESA TAMBAKSARI KAB.
KARAWANG

DOSEN PEMBIMBING I

ASTRI WIDIASTUTI HASBIAH, ST., M.Env.

DOSEN PEMBIMBING II

DR. HARY PRADIKO, ST., MT.

NAMA

ROEIS ADHANTHA

NPM

213050002

JUDUL GAMBAR

UNIT SEDIMENTASI

SKALA

1 : 60

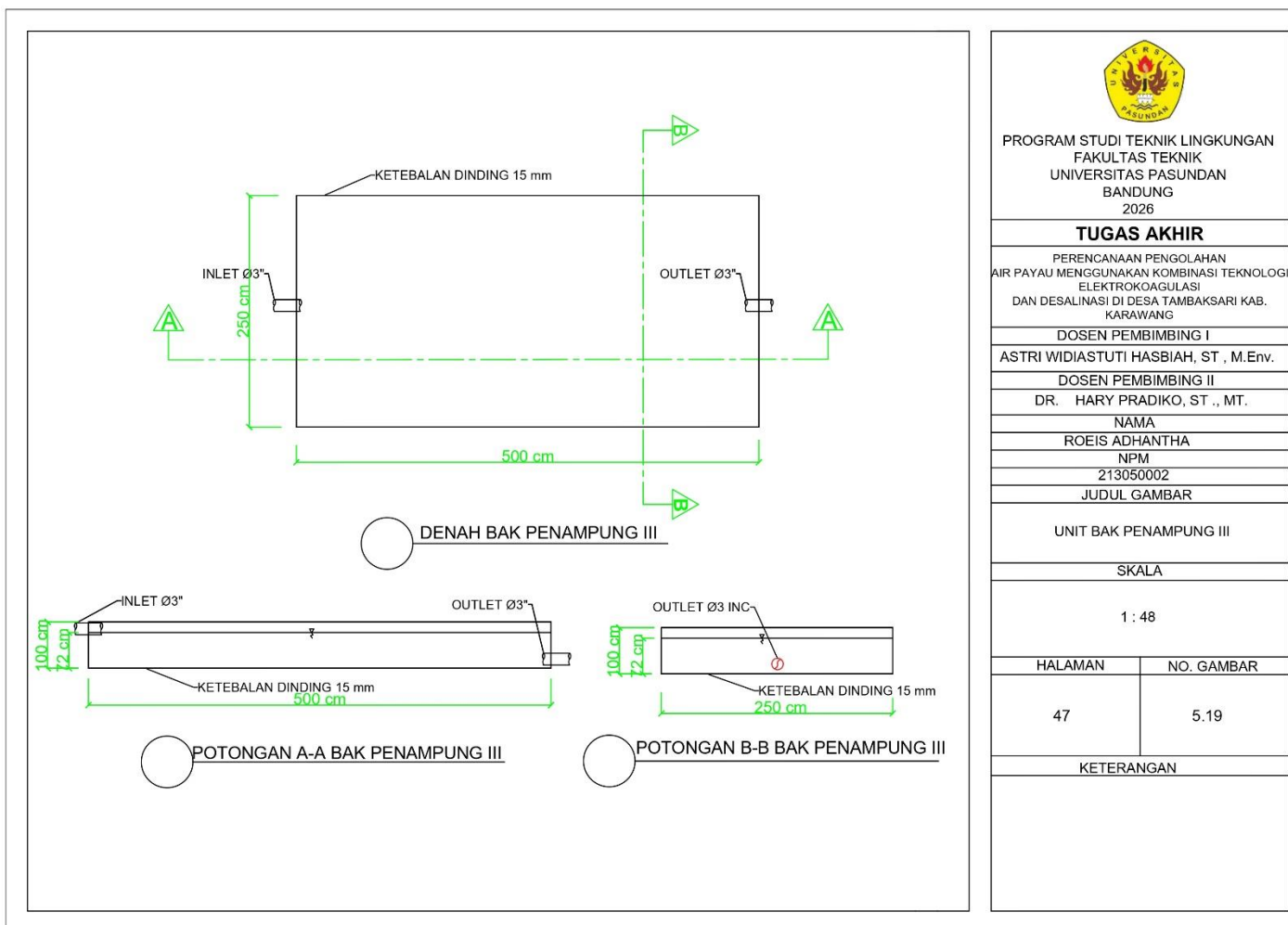
HALAMAN

46

NO. GAMBAR

5.18

KETERANGAN



Gambar 5. 19 Unit Bak Penampung III

5.7.4 Unit Filtrasi

Air payau yang melalui pengolahan akan memasuki unit terakhir dalam IPA yaitu unit filtrasi. Unit filtrasi yang direncanakan menggunakan acuan dari penelitian oleh (Sukoco, 2016) dengan memiliki efisiensi penyisihan parameter air payau sebesar 81,55% menggunakan pipa pvc dengan ketinggian 45 cm. Kriteria desain unit filtrasi menurut penelitian (Sukoco, 2016) sebagai berikut:

1. Jenis media filter: karbon aktif arang bambu
2. Rasio banyaknya media filter: 1
3. H_{Filtrasi} : 45 cm
4. H_{Filtrasi} yang dipakai: 30 cm
5. Waktu Kontak: 1 jam
6. Volume pori= 0,5-1,5 cm³/g (1 cm³)
7. Berat jenis= 0,25-0,62 g/cm³ (0,50 g/cm³)
8. Tinggi air= 2 m (asumsi)

Adapun perhitungan yang digunakan berdasarkan pada penelitian (Sukoco, 2016) untuk menentukan kebutuhan tabung filter yang akan digunakan pada perencanaan di Desa Tambaksari

1. Luas permukaan tabung penelitian (Sukoco, 2016)

$$\begin{aligned}
 A_{\text{sukoco}} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 \times 5^2 \\
 &= 78,5 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,00785 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2. Volume tabung yang digunakan pada penelitian (Sukoco, 2016)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{sukoco}} &= \pi r^2 t \\
 &= 3,14 \times 5^2 \times 30 \\
 &= 2355 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,002355 \text{ m}^3 / 2,355 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

3. Berat arang bambu (Sukoco,2016)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Volume}_{\text{total}} \times \text{Berat jenis arang bambu} \\
 &= 2355 \text{ cm}^3 \times 0,50 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 1177,5 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Proses dalam 1 hari} &= \frac{1 \text{ hari}}{2 \text{ jam proses}} \\
 &= \frac{24 \text{ jam}}{2 \text{ jam/proses}} \\
 &= 12 \text{ proses/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan sehari} &= 1177,5 \text{ gr} \times 12 \text{ proses/hari} \\
 &= 14.130 \text{ gr/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan sebulan} &= 14.130 \text{ gr/hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 423.900 \text{ gr atau } 423,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

1. Volume pori (Sukoco,2016) ($1 \text{ cm}^3/\text{g}$)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Berat arang bambu} \times \text{volum air} \\
 &= 1177,5 \text{ gr} \times 1 \text{ cm}^3/\text{g} \\
 &= 1177,5 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Volume media (Sukoco,2016)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Volume}_{\text{total}} - \text{Volume}_{\text{pori}} \\
 &= 2355 \text{ cm}^3 - 1177,5 \text{ cm}^3 \\
 &= 1177,5 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

3. Massa klorida terserap (Sukoco,2016)

$$\text{Konsetrasi awal klorida} = 18.282,50 \text{ mg/l}$$

$$\text{Efisiensi Penyisihan} = 81,55\%$$

$$\text{Konsentrasi akhir} = 3372,50 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cl}_{\text{terserap}} &= \text{Efisiensi} \times \text{C}_{\text{awal}} \\
 &= 81,55\% \times 18.282,50 \\
 &= 0,8155 \times 18.282,50 \\
 &= 14.910 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cl_{\text{terserap/hari}} &= 14.910 \text{ mg/l} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 357.840 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan efisiensi penyisihan klorida sebesar 81,55%, media karbon aktif arang bambu diperkirakan mampu menyerap klorida sebesar 14.910 mg/L atau 14,91 gram/L dari konsentrasi awal 18.282,50 mg/L, sehingga konsentrasi akhir klorida menjadi 3.372,50 mg/L.

4. Volume bak filtrasi dari berdasarkan $Q_{\text{kebutuhan}}$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{kebutuhan}} &= 0,00123 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 t &= 7200 \text{ detik} \\
 V &= Q \times t \\
 &= 0,00123 \text{ m}^3/\text{detik} \times 7200 \text{ detik} \\
 &= 8,856 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka Volume wadah perencanaan yaitu:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= \frac{V_{\text{total}}}{V_{\text{sukoco}}} \times V_{\text{air perencanaan}} \\
 &= \frac{2355 \text{ cm}^3}{1177,5 \text{ cm}^3} \times 8,856 \text{ m}^3 \\
 &= 17,71 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

➤ Luas Permukaan (A) (Asumsi tinggi 1 m)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{V}{t} \\
 &= \frac{17,71 \text{ m}^3}{1} \\
 &= 17,71 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Rasio panjang dan lebar bak (P : L) yang direncanakan adalah 2 : 1 sehingga P = L, maka:

$$P = 2L$$

$$A = P \times L$$

$$= 2L \times L$$

$$17,71 \text{ m}^2 = 2L^2$$

$$L = (A / 2)^{0,5}$$

$$= (17,71 \text{ m}^2 / 2)^{0,5}$$

$$2,98 = 3,5 \text{ m}$$

$$P = 2L$$

$$= 2 \times 3,5 \text{ m}$$

$$= 12,2 \text{ m}$$

$$= 7 \text{ m}$$

Korelasi Tinggi Air (T)

$$\frac{V}{p \times l} = \frac{17,71}{7 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}}$$

$$= 0,723 \text{ m}$$

Freeboard (20%)

$$\text{Fb min} = 20\% \times 0,723 \text{ m}$$

$$= 0,145 \text{ m}$$

$$\text{Fb total} = T_{\text{bak}} - T_{\text{air}}$$

$$= 1 \text{ m} - 0,723 \text{ m}$$

$$= 0,277 \text{ m}$$

$$\text{Fb total} > \text{Fb min}$$

$$0,277 \text{ m} > 0,145 \text{ m}$$

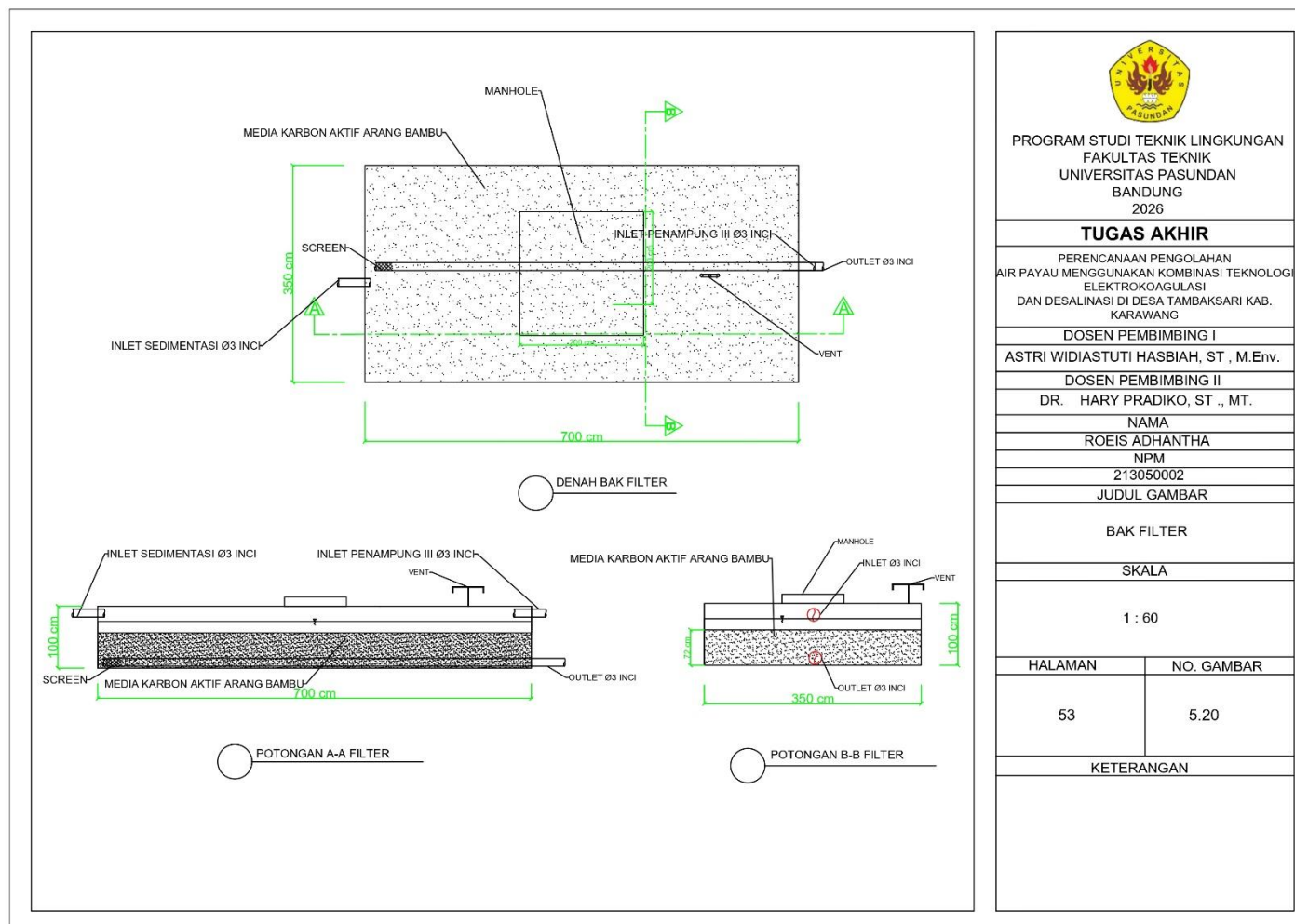
Berdasarkan skema pengolahan yang direncanakan, yaitu air masuk ke bak filtrasi adalah hasil pengolahan sedimen selama 30 menit, kemudian dilakukan proses pengolahan selama 2 jam, dan air keluar selama 30 menit, maka debit masuk ke unit filtrasi` perlu disesuaikan.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{yang alirkan}} &= \frac{8,856 \text{ m}^3}{1800} \\
 &= 0,00492 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

(Debit dialirkan dari 2 jenis pipa dengan masing-masing waktu pengaliran bisa dilihat pada lampiran)

1. Media filter yang digunakan adalah karbon aktif arang bambu yang memiliki efisiensi 81,55% dengan ketebalan media 30 cm berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Sukoco, 2016). Dengan perbedaan volume filter yang di gunakan pada perencanaan ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi unit filtrasi pada pengolahan air payau di Desa Tambaksari, Kabupaten Karawang. Berikut **Gambar 5.14** merupakan dimensi unit filter yang akan digunakan pada perencanaan di Desa Tambaksari.

Adapun **Gambar 5.20** merupakan denah dan potongan unit pengolahan filtrasi.



Gambar 5. 20 Bak Filter

5.7.5 Unit Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan air hasil pengolahan untuk menjaga kontinuitas distribusi dan mengantisipasi fluktuasi pemakaian air. Volume reservoir direncanakan sebesar 20% dari kebutuhan air harian sebagai pendekatan equalizing storage pada sistem penyediaan air minum.

Volume kebutuhan air harian (V):

$$\begin{aligned} &= Q \times t \\ &= 0,00123 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 86400 \text{ dtk} \\ &= 106,27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume reservoir (Vr)

$$\begin{aligned} &= 20\% \times V \\ &= 20\% \times 106,27 \text{ m}^3 \\ &= 21,25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pada perencanaan reservoir ini tinggi total reservoir ditetapkan sebesar 1 m yang terdiri tinggi air 0,8 m dan freeboard 0,2 m maka luas dasar reservoir dihitung menggunakan persamaan:

$$A = \frac{21,25}{0,8} = 26,56 \text{ m}^2$$

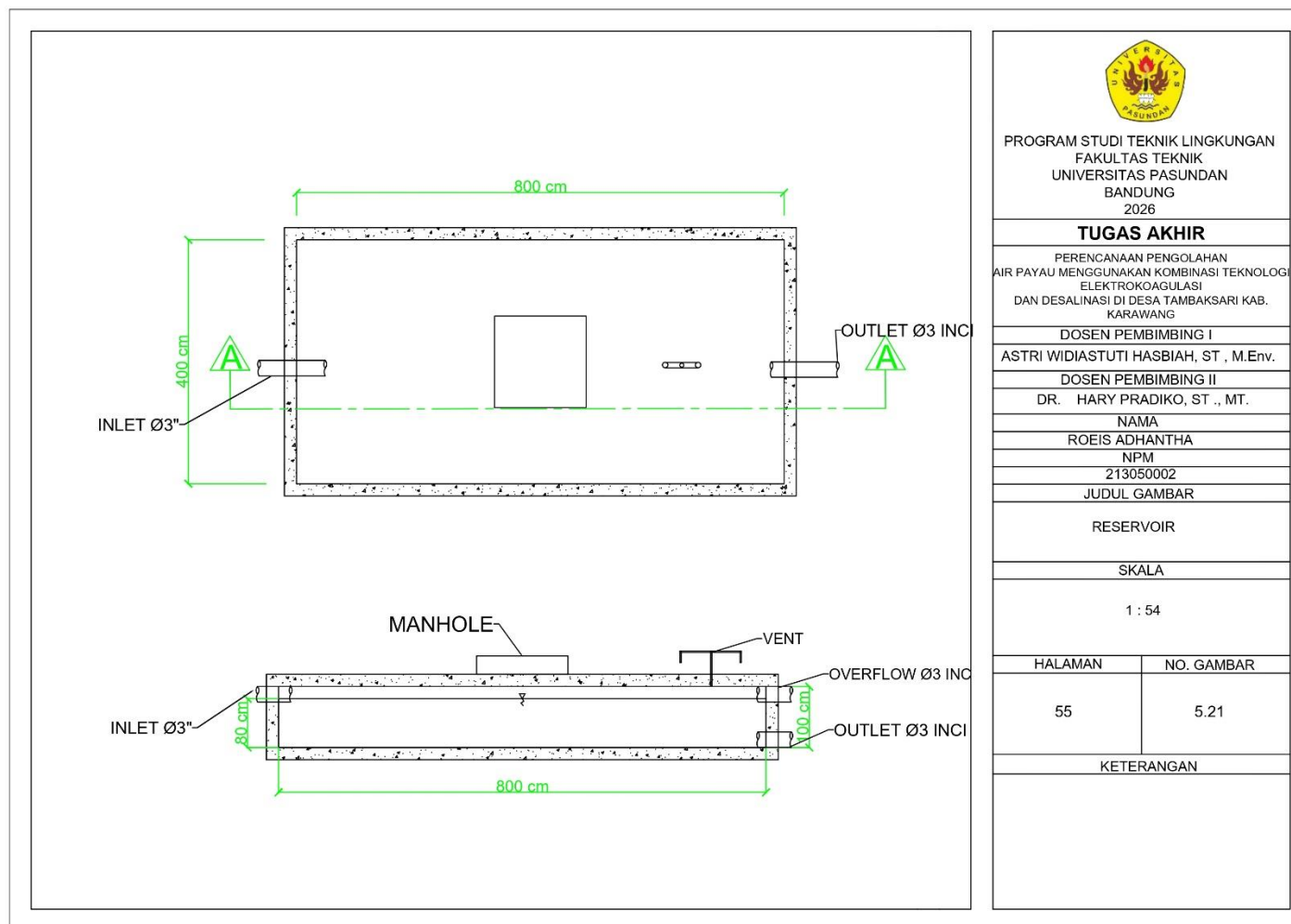
Berdasarkan luas tersebut, dipilih dimensi reservoir dengan Panjang 8 m dan lebar 4 m, sehingga luas dasar menjadi:

$$A = 8 \times 4 = 32 \text{ m}^2$$

Volume reservoir yang digunakan menjadi:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T_{\text{air}} \\ &= 8 \times 4 \times 0,8 \\ &= 25,60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Adapun **Gambar 5.21** merupakan denah dan potongan unit reservoir.



Gambar 5. 21 Reservoir

5.7.6 Hidran Umum

Air hasil pengolahan ditampung terlebih dahulu di dalam reservoir sebagai tempat penyimpanan sebelum nantinya akan didistribusikan kepada masyarakat. Selanjutnya, air dialirkan menuju hidran umum melalui pipa yang telah disambungkan ke hidran. Pada hidran umum tersebut tersedia keran umum sebagai titik pelayanan, sehingga masyarakat dapat mengambil sendiri air bersih secara sesuai dengan kebutuhan sehari-hari.

5.7.7 Penentuan Diameter dan Kecepatan Pengaliran Pipa

Penentuan diameter pipa dan kecepatan pengaliran merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan sistem perpipaan pada unit pengolahan air. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh ukuran diameter pipa yang sesuai dengan debit aliran yang direncanakan. Penentuan diameter pipa dilakukan berdasarkan debit aliran pada masing-masing jalur pengaliran. Pada perencanaan ini digunakan tiga debit, yaitu 0,0035 m³/detik, 0,0014 m³/detik, dan 0,0049 m³/detik. Perhitungan diameter pipa dilakukan menggunakan persamaan kontinuitas dengan mempertimbangkan hubungan antara debit, luas penampang pipa, dan kecepatan aliran untuk memperoleh dimensi pipa yang sesuai serta meminimalkan kehilangan energi dalam sistem perpipaan. Kecepatan aliran berada dalam rentang perencanaan, yaitu di atas kecepatan minimum 0,6 m/detik yang diperlukan untuk mencegah terjadinya pengendapan dalam pipa dan masih berada di bawah batas kecepatan maksimum 3,0–4,5 m/detik **sesuai** Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan SPAM, sehingga tidak menyebabkan kehilangan energi (**headloss**) yang berlebihan.

1. Perhitungan pipa dengan debit $Q = 0,029 \text{ m}^3/\text{detik}$

$$\begin{aligned} \text{Diameter Pipa (D)} &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,029}{1 \times 3,14}} \\ &= 0,1922 \text{ m} = 7,57 \text{ inci} \end{aligned}$$

Karena pipa dengan diameter 192,2 mm tidak ada dipasaran maka ukuran pipa yang digunakan adalah 203,2 mm setara dengan 8 inc.

Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$Q_{produksi} = 0,029 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$V_{cek} = \frac{0,029 \text{ m}^3/\text{dtk}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,2032^2}$$

$$V_{cek} = 0,895 \text{ m/dtk}$$

2. Perhitungan pipa dengan debit (Q) = 0,0014 m³/detik

$$\text{Diameter Pipa (D)} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,0014}{1 \times 3,14}}$$

$$= 0,0422\text{m} = 1,66 \text{ inci}$$

Karena pipa dengan diameter 42,2 mm tidak ada dipasaran maka ukuran pipa yang digunakan adalah 50,8 mm setara dengan 2 inc.

Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$Q_{produksi} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$V_{cek} = \frac{0,0000004068 \text{ m}^3/\text{dtk}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,0762^2}$$

$$V_{cek} = 0,0000892\text{m/dtk}$$

3. Perhitungan pipa dengan debit Q = 0,0049 m³/detik

$$\text{Diameter Pipa (D)} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,0049}{1 \times 3,14}}$$

$$= 0,0790 \text{ m} = 3,11 \text{ inci}$$

Karena pipa dengan diameter 79,0 mm tidak ada dipasaran maka ukuran pipa yang digunakan adalah 88,9 mm setara dengan 3 inc.

Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$Q_{produksi} = 0,0049 \text{ l/dtk}$$

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$V_{cek} = \frac{0,0049 \text{ m}^3/\text{dtk}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,0889^2}$$

$$V_{cek} = 0,79 \text{ m/dtk}$$

5.7.8 Kebutuhan Energi

Pada sistem pengolahan ini tidak seluruh unit menggunakan pompa sebagai media pengaliran. Beberapa jalur direncanakan menggunakan sistem gravitasi dengan memanfaatkan perbedaan elevasi muka air antar unit. Pengaliran gravitasi diterapkan pada jalur yang memiliki head cukup, sehingga dapat mengalirkan debit rencana tanpa tambahan energi mekanis serta mengurangi kebutuhan energi operasional.

Pada jalur yang membutuhkan tambahan energi pengaliran, digunakan pompa berdasarkan hasil perhitungan debit, total head, dan daya pompa. Pompa yang digunakan adalah Shimge SGT 32-160 sesuai kebutuhan masing-masing jalur pengaliran. Spesifikasi pompa yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut:

Pompa Shimge SGT 32-160 dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Daya = 1.500 Watt
2. Kapasitas $Q = 21 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,0058 \text{ m}^3/\text{dtk}$
3. Maks $H_{pompa} = 21 \text{ m}$
4. Lubang inlet/outlet = 2 inch
5. $Q_{produksi}$ yang dibutuhkan = $0,0035 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $0,0049 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Adapun perhitungannya sebagai berikut:

Diketahui:

- $Q_{produksi}$ 1 untuk (pipa *intake* - toren, pipa toren - elektrokoagulasi, pipa keluar elektrokoagulasi – bak penampung 1 (p1), pipa *bypass* elektrokoagulasi - bak kitosan) = $0,0035 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- $Q_{produksi}$ 2 untuk (pipa pelarut - bak kitosan) = $0,0014 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- $Q_{produksi}$ 3 (Pipa *bypass* dari bak kitosan - bak sedimen, pipa dari bak

kitosan - bak penampung p2 (p2), pipa keluar bak penampung 2 (p2) – sedimen, pipa 1 keluar sedimen *bypass* - filter, pipa 2 keluar sedimen - penampung 3 (p3), pipa 1 keluar filter – reservoir, pipa 2 keluar bak penampung 3 (p3) – filter, pipa 2 keluar bak filter - reservoir) = 0,0049 m³/dtk

- Qpompa 1 = 0,0058 m³/dtk
- Kecepatan Pengaliran (v) = 1 m/dtk
- Panjang pipa produksi 1 (L) dimana:
 - Pipa intake - toren (A) = 10 m
 - Pipa toren - elektro (B) = 5,1 m
 - Pipa keluar elektro - bak p1 (C) = 3,6 m
 - Pipa *bypass* elektro - bak kitosan (D) = 3,6 m
 - Pipa keluar dari bak p1 - bak kitosan (E) = 2 m
- Panjang pipa produksi 2 (L) dimana:
 - Pipa pelarut - bak kitosan (F) = 4,1 m
- Panjang pipa produksi 3 (L) dimana:
 - Pipa *bypass* dari bak kitosan - bak sedimen (G) = 5 m
 - Pipa dari bak kitosan - bak p2 (H) = 5,5m
 - Pipa keluar bak p2 - sedimen (I) = 3 m
 - Pipa 1 keluar sedimen *bypass* - filter (J) = 3,5 m
 - Pipa 2 keluar sedimen - penampung 3 (K) = 5,5 m
 - Pipa 1 keluar filter - reservoir (L) = 4,5 m
 - Pipa 2 keluar bak p3 - filter (M) = 3 m
- K elbow = 0,3 m (Kawamura, 1991)
- K valve = 0,20 m (Kawamura, 1991)
- K Tee = 1,5 m (Kawamura, 1991)
- K Reducer *Contraction* = 0,10 - 0,20 m (Crane TP-410, 2018)
- K Reducer *Expansion* = 0,20 - 0,50 m (Crane TP-410, 2018)
- Efisiensi Pompa = 80%
- Sisa Tekan (R) = 3 m (Kriteria Perencanaan SPAM, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PUPR, 2018)

- Nilai koefisien pipa = 140 (pipa PVC SNI 7831:2012)

A. Perhitungan headloss pipa bak *intake* – bak toren:

1. Diameter Pipa (D) = 203,2 mm setara dengan 8 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{cek} = 0,895 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi sumur – elevasi inlet toren

$$= (-2) \text{ m} - 10 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Delta H } (\Delta H) &= -2 \text{ m} - 10 \text{ m} \\ &= -12 \text{ m} \end{aligned}$$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet toren– elevasi sumur

$$= 10 \text{ m} - 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } H_{statis} &= 10 \text{ m} - 2 \text{ m} \\ &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 (A) &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,029}{0,2875 \times 140 \times (0,2032)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 10 \\ &= 0,0355 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 (A) &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0245 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0355 \text{ m} + 0,0245 \text{ m} \\ &= 0,0600 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 2 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*). Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -2 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,0600 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned} H_{pompa} &= HL_{total} + H_{statis} + R \\ &= 0,0600m + 2 + 3 m \\ &= 5,06 m \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} H_p &= \text{Tenaga motor pompa (Kw)} \\ \rho &= \text{Massa jenis fluida (kg/m}^3\text{)} \\ g &= \text{Kecepatan gravitasi (m/detik)} \\ Q &= \text{Debit air produksi (m}^3\text{/detik)} \\ H_{pompa} &= \text{Total head pompa} \\ \eta &= \text{Efisiensi pompa} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{\rho g Q H}{\eta} \\ &= \frac{998 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s} \times 0,041 \frac{m^3}{detik} \times 5,06 m}{0,8} \\ &= 2538,89 \text{ watt} = 2,54 \text{ kW} \end{aligned}$$

B. Perhitungan headloss pipa bak toren – elektro:

1. Diameter Pipa (D) = 203,2 mm setara dengan 8 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{cek} = 0,895 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet toren – elevasi inlet elektro

$$= 5,1 \text{ m} - 4,5 \text{ m}$$

Maka Delta H (ΔH) = 5,1 m – 4,5m

$$= 0,6 \text{ m}$$

4. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 (A) &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,029}{0,2875 \times 140 \times (0,2032)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 5,1 \\ &= 0,0181 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 (A) &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0245 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 2 (A) &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,008 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} (A) &= HL_{\text{minor}} 1 + HL_{\text{minor}} 2 \\ &= 0,0245 \text{ m} + 0,008 \text{ m} \\ &= 0,0325 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0181 \text{ m} + 0,0325 \text{ m} \\ &= 0,0506 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh beda tinggi energi (Δh) sebesar 0,6 m dan total kehilangan energi (headloss) sebesar 0,0506 m. Nilai beda tinggi energi yang tersedia lebih besar dibandingkan dengan total kehilangan energi yang terjadi dalam sistem ($\Delta h > hl$), sehingga energi yang tersedia masih mampu mengatasi seluruh kehilangan energi selama proses pengaliran. Oleh karena itu, sistem perpipaan yang direncanakan memenuhi kriteria kecukupan energi dan dapat mengalirkan air secara gravitasi dengan baik.

C. Perhitungan *headloss* pipa bak elektrokoagulasi ke bak P1:

1. Menentukan diameter pipa w (D)

Diameter Pipa (D) = 203,2 mm setara dengan 8 inc

2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,895 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya.

Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet elektro – elevasi inlet bak p1

$$= 3,6 \text{ m} - 1 \text{ m}$$

Maka Delta H (ΔH) = 3,6 m – 1 m

$$= 2,6 \text{ m}$$

4. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (B)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,029}{0,2875 \times 140 \times (0,2032)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 3,6 \\ &= 0,0128 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0245 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0082 \text{ m} \end{aligned}$$

Tee (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 3 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(1,5 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0612 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} (B) &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} \\ &= 0,0245 \text{ m} + 0,0082 + 0,0612 \\ &= 0,094 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0128 \text{ m} + 0,094 \text{ m} \\ &= 0,1068 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai beda tinggi energi (Δh) sebesar 2,6 m menunjukkan bahwa tersedia energi yang cukup untuk mengalirkan air dalam sistem. Sementara itu, total kehilangan energi (headloss) yang terjadi hanya sebesar 0,1068m, sehingga nilainya sangat kecil dan dapat dianggap mendekati nol. Karena $\Delta h > h_l$, maka sistem memenuhi kriteria kecukupan energi.

D. Perhitungan Pipa *bypass* elektro ke bak kitosan:

1. Diameter Pipa (D) = 203,2 mm setara dengan 8 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,895 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet elektro – elevasi inlet bak kitosan

$$= 3,6 \text{ m} - 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Delta H } (\Delta H) &= 3,6 \text{ m} - 1 \text{ m} \\ &= 2,6 \text{ m} \end{aligned}$$

4. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (C)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\
 &= \left[\frac{0,029}{0,2875 \times 140 \times (0,2032)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 3,6 \\
 &= 0,0128 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0245 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0082 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tee (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor}} 3 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(1,5 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0612 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} (C) &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} \\ &= 0,0245 + 0,0082 + 0,0612 \\ &= 0,094 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0128 \text{ m} + 0,094 \text{ m} \\ &= 0,1068 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai beda tinggi energi (Δh) sebesar 2,6 m menunjukkan bahwa tersedia energi yang cukup untuk mengalirkan air dalam sistem. Sementara itu, total kehilangan energi (*headloss*) yang terjadi hanya sebesar 0,1068 m, sehingga nilainya sangat kecil dan dapat dianggap mendekati nol. Karena $\Delta h > h_l$, maka sistem memenuhi kriteria kecukupan energi.

E. Perhitungan Pipa keluar dari bak p1 ke bak kitosan

1. Diameter Pipa (D) = 203,2 mm setara dengan 8 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,895 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak p1 – elevasi inlet bak kitosan

$$= 0,1 - 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Delta H } (\Delta H) &= 0,1 \text{ m} - 1 \text{ m} \\ &= -0,9 \text{ m} \end{aligned}$$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet bak kitosan – elevasi outlet bak p1

$$= 1 \text{ m} - 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Maka } H_{\text{statis}} = 1 \text{ m} - 0,1 \text{ m}$$

$$= 0.9 \text{ m}$$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (D)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,029}{0,2875 \times 140 \times (0,2032)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 2 \\ &= 0,0071 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0245 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0082 \text{ m} \end{aligned}$$

Tee (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor } 3} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(1,5 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,061 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Reducer 10inci ke 6 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor } 4} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(0,20 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0082 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Reducer 6 inci ke 10 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor } 5} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(0,50 \times \frac{0,895^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0204 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} + HL_{\text{minor } 4} + HL_{\text{minor } 5} \\
 &= 0,0245 + 0,0082 + 0,0612 + 0,0082 + 0,0204 \\
 &= 0,1225 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya

HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\
 &= 0,0071 \text{ m} + 0,1225 \text{ m} \\
 &= 0,1296 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 0,9 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*). Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -0,9 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,1296 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned} H_{pompa} &= HL + H_{statis} + R \\ &= 0,1296 \text{ m} + 0,9 + 3 \text{ m} \\ &= 4.03 \text{ m} \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} H_p &= \text{Tenaga motor pompa (Kw)} \\ \rho &= \text{Massa jenis fluida (kg/m}^3\text{)} \\ g &= \text{Kecepatan gravitasi (m/detik)} \\ Q &= \text{Debit air produksi (m}^3\text{/detik)} \\ H_{pompa} &= \text{Total head pompa} \\ \eta &= \text{Efisiensi pompa} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{\rho g Q H}{\eta} \\ &= \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,041 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 4,03 \text{ m}}{0,8} \\ &= 2022,07 \text{ watt} = 2,02 \text{ kW} \end{aligned}$$

F. Perhitungan Pipa pelarut ke bak kitosan

1. Diameter Pipa (D) = 127 mm setara dengan 5 inci
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{cek} = 0,0000892 \text{ m/dtk}$$

3. **Delta H (ΔH)** merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet pelarut – elevasi inlet bak kitosan

$$= 4,1 \text{ m} - 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Delta H } (\Delta H) &= 4,1 \text{ m} - 1 \text{ m} \\ &= 3,1 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Headloss (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (C)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,0117}{0,2875 \times 140 \times (0,127)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 4,1 \\ &= 0,0260 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,3 \times \frac{0,0000892^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0000000001217 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor } 2} &= n \left(k \times \frac{V_{\text{cek}}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,0000892^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0000000000811 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor (C)}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + \\
 &= 0,0000000001217 + 0,0000000000811 \\
 &= 0,0000000002028 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\
 &= 0,0260 \text{ m} + 0,0000000002028 \text{ m} \\
 &= 0,026000002028 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai beda tinggi energi (Δh) sebesar **3,1 m** menunjukkan bahwa tersedia energi yang cukup untuk mengalirkan air dalam sistem. Sementara itu, total kehilangan energi (headloss) yang terjadi hanya sebesar 0,026000002028 m, sehingga nilainya sangat kecil dan dapat dianggap mendekati nol. Karena $\Delta h > h_L$, maka sistem memenuhi kriteria kecukupan energi.

G. Perhitungan Pipa *bypass* dari bak kitosan ke bak sedimen

1. Diameter Pipa (D) = 254 mm setara dengan 10 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,81 \text{ m/dtk}$$

3. **Delta H (ΔH)** merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya.

Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak kitosan – elevasi inlet bak sedimentasi

$$= 0,1 - 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \Delta H (\Delta H) &= 0,1 \text{ m} - 3 \text{ m} \\ &= -2,9 \text{ m} \end{aligned}$$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet bak kitosan – elevasi outlet bak p1

$$= 3 \text{ m} - 0,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } H_{\text{statis}} &= 3 \text{ m} - 0,1 \text{ m} \\ &= 2,9 \text{ m} \end{aligned}$$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (G)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 5 \\ &= 0,0114 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (3 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 1} &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 3 \left(0,3 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0301 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 2} &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m} \end{aligned}$$

Tee (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 3} &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(1,5 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0502 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 10inci ke 6 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 4} &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,20 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 6 inci ke 10 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 5} &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,50 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0167 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor (G)}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} + HL_{\text{minor } 4} + HL_{\text{minor } 5} \\ &= 0,0301 + 0,0067 + 0,0502 + 0,0067 \text{ m} + 0,0167 \text{ m} \\ &= 0,1104 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0114 \text{ m} + 0,1104 \text{ m} \\ &= 0,1218 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 2,9 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*).

Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -2,9 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,1218 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned} H_{\text{pompa}} &= HL + H_{\text{statis}} + R \\ &= 0,1218 \text{ m} + 1,9 + 3 \text{ m} \\ &= 5,02 \text{ m} \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Dimana:

- H_p = Tenaga motor pompa (Kw)
- ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)
- g = Kecepatan gravitasi (m/detik)
- Q = Debit air produksi (m^3/detik)
- H_{pompa} = Total head pompa
- η = Efisiensi pompa

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 H_p &= \frac{\rho \vartheta Q H}{\eta} \\
 &= \frac{998 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s} \times 0,041 \frac{m^3}{detik} \times 5,02 m}{0,8} \\
 &= 2518,82 \text{ watt} = 2,52 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

H. Perhitungan Pipa dari bak kitosan menuju bak p2

1. Diameter Pipa (D)= 254 mm setara dengan 10 inc.

2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{cek} = 0,81 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya.

Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak kitosan – elevasi inlet bak p2

$$= 0,1 - 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Maka Delta H } (\Delta H) = 0,1 \text{ m} - 4,5 \text{ m}$$

$$= - 4,4 \text{ m}$$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet bak p2 – elevasi outlet bak kitosan

$$= 4,5 \text{ m} - 0 \text{ m}$$

$$\text{Maka } H_{statis} = 4,5 \text{ m} - 0 \text{ m}$$

$$= 4,5 \text{ m}$$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (H)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 5,5 \\ &= 0,0125 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0201 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,0067 \text{ m} \end{aligned}$$

Tee (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 3 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(1,5 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0502 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 10inci ke 6 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 4 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,20 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 6 inci ke 10 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor } 5} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(0,50 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0167 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} + HL_{\text{minor } 4} + HL_{\text{minor } 5} \\
 &= 0,0201 + 0,0067 + 0,0502 + 0,0067 \text{ m} + 0,0167 \text{ m} \\
 &= 0,1004 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\
 &= 0,0125 \text{ m} + 0,1004 \text{ m} \\
 &= 0,1129 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 4,5 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*). Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -4,4 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,1129 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned}
 H_{\text{pompa}} &= HL + H_{\text{statis}} + R \\
 &= 0,1129 \text{ m} + 5,4 + 3 \text{ m} \\
 &= 8,51 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Dimana:

H_p = Tenaga motor pompa (Kw)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)

g = Kecepatan gravitasi (m/detik)

Q = Debit air produksi (m^3/detik)

H_{pompa} = Total head pompa

η = Efisiensi pompa

Perhitungan:

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{\rho g Q H}{\eta} \\ &= \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,041 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 8,51 \text{ m}}{0,8} \\ &= 4469,6 \text{ watt} = 4,47 \text{ kW} \end{aligned}$$

I. Perhitungan Pipa keluar bak p2 ke sedimen

1. Diameter Pipa (D) = 254 mm setara dengan 10 inc.

2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,81 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak p2 – elevasi inlet bak sedimen

$$= 3,6 - 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Maka Delta H } (\Delta H) = 3,6 \text{ m} - 3,5 \text{ m}$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

4. Headloss (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} \text{HL}_{\text{mayor}} 1 \text{ (I)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 3 \\ &= 0,0068 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (3 buah)

$$\begin{aligned} \text{HL}_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 3 \left(0,3 \times \frac{0,041^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0000771 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} \text{HL}_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,041^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0000171 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned} \text{HL}_{\text{minor}} &= \text{HL}_{\text{minor}} 1 + \text{HL}_{\text{minor}} 2 \\ &= 0,0000771 + 0,0000171 \\ &= 0,0000942 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{HL}_{\text{total}} &= \text{HL}_{\text{mayor}} + \text{HL}_{\text{minor}} \\ &= 0,0068 \text{ m} + 0,0000942 \text{ m} \\ &= 0,0068 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh beda tinggi energi (Δh) sebesar 0,1 m dan total kehilangan energi (headloss) sebesar 0,0068 m. Nilai beda tinggi energi yang tersedia lebih besar dibandingkan dengan total kehilangan energi yang terjadi dalam sistem ($\Delta h > h_l$), sehingga energi yang tersedia masih mampu mengatasi seluruh kehilangan energi selama proses pengaliran. Oleh karena itu, sistem perpipaan yang direncanakan memenuhi kriteria kecukupan energi dan dapat mengalirkan air secara gravitasi dengan baik.

J. Perhitungan Pipa 1 keluar sedimen *bypass* ke filter

1. Diameter Pipa (D) = 254 mm setara dengan 10 inc.

2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{cek} = 0,041 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya.

Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak sedimentasi – elevasi inlet bak filter

$$= 0,6 - 2 \text{ m}$$

$$\text{Maka Delta H } (\Delta H) = 0,6 \text{ m} - 2 \text{ m}$$

$$= -1,4 \text{ m}$$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet bak kitosan – elevasi outlet bak p1

$$= 0,6 \text{ m} - 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } H_{\text{statis}} &= 2 \text{ m} - 0,6 \text{ m} \\ &= 1,4 \text{ m}\end{aligned}$$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned}HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (J)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 3 \\ &= 0,0068 \text{ m}\end{aligned}$$

Elbow 90° (3 buah)

$$\begin{aligned}HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 3 \left(0,3 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0301 \text{ m}\end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned}HL_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m}\end{aligned}$$

Reducer 10 inci ke 6 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned}HL_{\text{minor}} 3 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,20 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m}\end{aligned}$$

Reducer 6 inci ke 10 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor } 4} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\
 &= 1 \left(0,50 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\
 &= 0,0167 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{minor}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} + HL_{\text{minor } 4} \\
 &= 0,0301 + 0,0067 + 0,0067 + 0,0167 \\
 &= 0,0602 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\
 &= 0,0068 \text{ m} + 0,072 \text{ m} \\
 &= 0,078 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 1,4 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*). Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -1,4 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,078 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned}
 H_{\text{pompa}} &= HL + H_{\text{statis}} + R \\
 &= 0,078 \text{ m} + 1,4 + 3 \text{ m} \\
 &= 4,48 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho \vartheta Q H}{\eta}$$

Dimana:

- H_p = Tenaga motor pompa (Kw)
 ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)
 ϑ = Kecepatan gravitasi (m/detik)
 Q = Debit air produksi (m^3/detik)
 H_{pompa} = Total head pompa
 η = Efisiensi pompa

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 H_p &= \frac{\rho \vartheta Q H}{\eta} \\
 &= \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,041 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 4,48 \text{m}}{0,8} \\
 &= 2236,9 \text{ watt} \\
 &= 2,24 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

K. Perhitungan Pipa 2 keluar sedimen ke penampung 3

1. Diameter Pipa (D) = 254 mm setara dengan 10 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,81 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

$$\begin{aligned}
 &\text{Elevasi outlet bak sedimentasi} - \text{elevasi inlet bak penampung 3} \\
 &= 0,6 - 6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka Delta H } (\Delta H) &= 0,6 \text{ m} - 6 \text{ m} \\
 &= -5,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet bak penampung 3 – elevasi outlet bak sedimentasi

$$= 7 \text{ m} - 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Maka } H_{\text{statis}} = 7 \text{ m} - 0,6 \text{ m}$$

$$= 6,4 \text{ m}$$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (K)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 5,5 \\ &= 0,0125 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0201 \text{ m} \end{aligned}$$

Valve (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 2 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,2 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 10inci ke 6 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 3} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,20 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0067 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 6 inci ke 10 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 4} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,50 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0167 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total kehilangan HL minor akibat adanya aksesoris pipa

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} + HL_{\text{minor } 4} \\ &= 0,0201 + 0,0067 + 0,0067 + 0,0167 \\ &= 0,0502 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0125\text{m} + 0,0502 \text{ m} \\ &= 0,0627 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 5,4 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*). Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -5,4 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,0627 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned} H_{pompa} &= HL + H_{statis} + R \\ &= 0,0627 \text{ m} + 6,4 + 3 \text{ m} \\ &= 9,4627 \text{ m} \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} H_p &= \text{Tenaga motor pompa (Kw)} \\ \rho &= \text{Massa jenis fluida (kg/m}^3\text{)} \\ g &= \text{Kecepatan gravitasi (m/detik)} \\ Q &= \text{Debit air produksi (m}^3\text{/detik)} \\ H_{pompa} &= \text{Total head pompa} \\ \eta &= \text{Efisiensi pompa} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{\rho g Q H}{\eta} \\ &= \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,041 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 9,4627 \text{ m}}{0,8} \\ &= 4748,52 \text{ watt} = 4,75 \text{ Kw} \end{aligned}$$

L. Perhitungan Pipa 1 keluar filter ke reservoir

1. Diameter Pipa (D) = 254 mm setara dengan 10 inc.

2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{cek} = 0,81 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya.

Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak filter – elevasi inlet bak reservoir
 $= 0,1 - 3 \text{ m}$

Maka Delta H (ΔH) $= 0,1 \text{ m} - 3 \text{ m}$
 $= -2,9 \text{ m}$

4. H_{statis} komponen utama dalam perhitungan kebutuhan energi pada sistem perpipaan yang menunjukkan perbedaan elevasi vertikal antara muka air pada titik sumber (*suction*) dan titik keluaran (*discharge*).

Dimana:

Elevasi inlet bak reservoir – elevasi outlet bak filter
 $= 3 \text{ m} - 0,1 \text{ m}$

Maka H_{statis} $= 3 \text{ m} - 0,1 \text{ m}$
 $= 2,9 \text{ m}$

5. *Headloss* (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 (L) &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 4,5 \\ &= 0,0105 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (2 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} 1 &= n \left(k \times \frac{V_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 2 \left(0,3 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0201 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 10 inci ke 6 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 2} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,20 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,067 \text{ m} \end{aligned}$$

Reducer 6 inci ke 10 dinci (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor } 3} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,50 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,0435 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor total}} &= HL_{\text{minor } 1} + HL_{\text{minor } 2} + HL_{\text{minor } 3} \\ &= 0,0201 + 0,0067 + 0,0167 \\ &= 0,0435 \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0105 \text{ m} + 0,0435 \text{ m} \\ &= 0,0540 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh head statis sebesar 1,9 m sebagai selisih elevasi vertikal antara titik awal (*suction*) dan titik akhir (*discharge*). Selain itu, beda tinggi energi (Δh) sebesar -1,9 m menunjukkan adanya perbedaan elevasi, dimana titik akhir berada lebih tinggi dari titik awal aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,0503 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

Total Head Pompa (H_{pompa})

$$\begin{aligned} H_{\text{pompa}} &= HL + H_{\text{statis}} + R \\ &= 0,0540 \text{ m} + 1,9 + 3 \text{ m} \\ &= 4,95 \text{ m} \end{aligned}$$

Tenaga Pompa (HP)

$$H_p = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} H_p &= \text{Tenaga motor pompa (Kw)} \\ \rho &= \text{Massa jenis fluida (kg/m}^3\text{)} \\ g &= \text{Kecepatan gravitasi (m/detik)} \\ Q &= \text{Debit air produksi (m}^3\text{/detik)} \\ H_{\text{pompa}} &= \text{Total head pompa} \\ \eta &= \text{Efisiensi pompa} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{\rho g Q H}{\eta} \\ &= \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,041 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 4,95 \text{ m}}{0,8} \\ &= 2484,95 \text{ watt} = 2,48 \text{ kW} \end{aligned}$$

M. Perhitungan Pipa 2 keluar bak p3 ke filter

1. Diameter Pipa (D) = 254 mm setara dengan 10 inc.
2. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V_{cek})

$$V_{\text{cek}} = 0,81 \text{ m/dtk}$$

3. Delta H (ΔH) merupakan beda elevasi antara muka air pada bak asal dan titik tujuan aliran. Nilai ΔH menunjukkan energi potensial yang tersedia untuk mengalirkan air secara gravitasi dari satu unit ke unit berikutnya. Pada perencanaan ini, ΔH dihitung dari selisih elevasi muka air terendah toren terhadap muka air pada bak elektrokoagulasi.

Dimana:

Elevasi outlet bak penampung 3 – elevasi inlet bak filter

$$= 4,6 - 2 \text{ m}$$

$$\text{Maka Delta H } (\Delta H) = 4,6 \text{ m} - 2 \text{ m}$$

$$= 2,6 \text{ m}$$

4. Headloss (H_L)

Untuk menghitung *Headloss*, sebelumnya perlu menghitung terlebih dahulu

h_L mayor dan h_L minor seperti berikut:

HL_{mayor} tekanan yang hilang akibat gesekan dengan dinding pipa dan HL_{minor} akibat adanya aksesoris pipa, berikut perhitungan untuk HL_{mayor} 1 dan HL_{minor} 1.

$$\begin{aligned} HL_{\text{mayor}} 1 \text{ (M)} &= \left[\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times L \\ &= \left[\frac{0,041}{0,2875 \times 140 \times (0,254)^{2,63}} \right]^{\frac{1}{0,54}} \times 4,6 \\ &= 0,0104 \text{ m} \end{aligned}$$

Elbow 90° (1 buah)

$$\begin{aligned} HL_{\text{minor}} \text{ (K)} &= n \left(k \times \frac{v_{cek}^2}{2g} \right) \\ &= 1 \left(0,3 \times \frac{0,81^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,010 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah HL_{mayor} dan HL_{minor} diketahui, maka dapat dihitung besarnya HL dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} HL_{\text{total}} \text{ (M)} &= HL_{\text{mayor}} + HL_{\text{minor}} \\ &= 0,0104 \text{ m} + 0,010 \text{ m} \\ &= 0,0204 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh beda tinggi energi (Δh) sebesar 2,6 m. Nilai ini menunjukkan adanya perbedaan elevasi antara titik awal dan titik akhir aliran.

Total kehilangan energi (headloss) pada sistem sebesar 0,0204 m, yang berasal dari kehilangan energi mayor dan minor pada pipa serta sambungan. Nilai ini relatif kecil dibandingkan dengan head statis yang tersedia.

5.8 Kesesuaian Layout dengan Area Perencanaan

Unit pengolahan yang telah didesain pada subbab sebelumnya dirangkai sehingga membentuk sebuah Instalasi Pengolahan Air (IPA). Peletakan setiap unit dilakukan agar air yang melalui proses pengolahan dapat mengalir dari satu unit ke unit selanjutnya. Dimensi setiap unit ditunjukkan pada **Tabel 5.6** dan **Tabel 5.7** asumsi keperluan dimensi ukuran pipa transmisi antar unit.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Dimensi Unit IPA

Unit	Dimensi		
	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
Unit Elektrokoagulasi	3	1,5	0,6
Bak penampung elektrokoagulasi (p1)	10	5	1
Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang	12,5	6,2	1
Bak Pelarutan Kitosan	4,2	6,2	1
Bak penampung kitosan kulit udang(p2)	14	7	1
Unit Sedimentasi	10	4	3
Bak Penampung Sedimentasi (p3)	14	7	1
Unit Filtrasi	14	7	2
Unit Reservoir	20	10	2

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Dimensi Pipa Transmisi

Unit	Dimensi		
	Ukuran pipa (inci)	Panjang Horizontal (m)	Panjang Vertical (m)
Reservoir Awal – Unit Elektro - Penampung elektro - kitosan	9	0,5	0,5
Toren - Bak Pelarut - Bak Kitosan	6	0,5	0,5
Bak Kitosan - Bak Penampung Kitosan - Unit Sedimen - Unit Filtrasi - Reservoir	11	0,5	0,5

Sumber: Asumsi Kebutuhan



Gambar 5. 22 Site Plan Perencanaan

BAB VI

SPESIFIKASI TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

6.1 Umum

Spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya (RAB) ini disusun sebagai pedoman bagi seluruh pihak yang terlibat dalam proses perencanaan yang akan dilakukan secara rinci bahan yang digunakan serta peralatan dalam pelaksanaan yang diperlukan pada perencanaan ini. Dengan demikian, hasil akhir perencanaan ini dapat memenuhi standar yang diinginkan dan memberikan informasi penting detail mengenai jenis dan volume material, serta metode pelaksanaan menjadi dasar perhitungan biaya.

6.2 Uraian Pekerjaan

Lingkupan pekerjaan yang dimaksud dalam uraian pekerjaan ini adalah dalam membangun ataupun membuat unit-unit bangunan pengolahan dalam instalasi pengolahan air bersih yang sesuai dengan perencanaan dan perhitungan pada bab sebelumnya. Pada pekerjaan pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Desa Tambaksari ini dengan menggunakan peralatan *built up* (rakitan khusus) yaitu peralatan yang dirakit dari berbagai komponen agar dapat terintergrasi menjadi satu system yang berfungsi dengan optimal. Spesifikasi teknis pekerjaan pada perencanaan pengolahan air payau menggunakan teknologi elektrokoagulasi sebagai sistem penyediaan air minum yang dikombinasikan dengan desalinasi kitosan kulit udang serta biodesalinasi arang bambu di Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya adalah sebagai berikut.

6.2.1 Pekerjaan Persiapan Awal

Pekerjaan persiapan merujuk pada serangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum pelaksanaan utama dalam suatu proyek maupun kegiatan. Tujuan dari pekerjaan persiapan adalah untuk memastikan bahwa semua aspek yang diperlukan telah dipersiapkan dengan baik, sehingga proyek dapat berjalan dengan lancar dan

efisien serta memastikan bahwa semua sumber daya yang diperlukan tersedia. Pekerjaan persiapan awal meliputi :

1. Mobilisasi tenaga kerja, alat, dan material ke lokasi perencanaan.
2. Pembersihan area perencanaan dan perataan area kerja (lokasi unit instalasi pengolahan air minum).
3. Penyiapan gudang sementara untuk penyimpanan alat *built-up*
4. maupun *ready made* yang telah dikirim.

6.2.1.1 Pengadaan Peralatan *Ready Made*

Peralatan dengan istilah *ready made* merupakan suatu barang maupun produk yang telah dirancang dan diproduksi dengan spesifikasi tertentu oleh standar pabrik, sehingga dapat digunakan langsung dalam suatu proyek. Adapun alat-alat *ready made* yang digunakan pada perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum di Desa Tambaksari sebagai berikut:

1. Pompa EBARA SZ 150 dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Daya = 11.000 Watt
 - Kapasitas $Q = 200 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,056 \text{ m}^3/\text{dtk}$
 - Maks Hpompa = 25 m
 - Lubang inlet/outlet = 6 inch
2. Impeller Pengaduk dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Jenis alat = Vertical agitator mixer
 - Tipe impeller = Turbine/high speed mixing blade
 - Kecepatan putaran = 300 rpm
3. Power Supply DC
 - Tegangan input = 220 Volt AC
 - Tegangan output = 0–30 Volt DC
 - Arus output = 0–50 Ampere
 - Daya maksimum = $\pm 1.500 \text{ Watt}$
4. Aquades
 - pH = 7
 - Bentuk = cairan tidak berwarna

5. Kitosan kulit udang
 - Bentuk = granular
 - Ukuran partikel = 100-300 mesh
 - Derajat deasitilasi = 70-85%
6. Arang Bambu
 - Bentuk = granular
 - Jenis = karbon aktif/arang bambu
7. Asam Asetat (CH_3COOH)
 - Konsentrasi = 0,1 M
 - Volume penggunaan = 0,1 ml

6.2.1.2 Pengadaan Peralatan *Built Up*

Pekerjaan persiapan merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum pelaksanaan utama proyek, bertujuan untuk memastikan kesiapan seluruh aspek yang diperlukan agar pekerjaan berlangsung sesuai dengan rencana. Pekerjaan persiapan awal meliputi:

1. Unit Bak Pengolahan dengan Bahan *Fiber Glass*

Kaca serat (*fiberglass*) atau serat gelas adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005mm – 0,01mm. Serat ini kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat, ringan dan tahan korosi serta aman apabila digunakan dalam pengolahan air. Penggunaannya sebagai bak pengolahan maupun penampung air. *Fiberglass* mempunyai keunggulan berupa tahan lama, mudah dibentuk sesuai kebutuhan desain, serta perawatan yang relatif mudah. Bak *fiberglass* memiliki permukaan yang halus dan tidak berpori sehingga mengurangi risiko kontaminasi air dan memudahkan proses pembersihan serta memiliki ketahanan yang baik terhadap perubahan suhu dan paparan sinar UV.

2. Kerangka

Kerangka merupakan struktur penopang utama yang berfungsi untuk mendukung dan menjaga kestabilan seluruh unit pengolahan air, termasuk bak elektrokoagulasi, bak sedimentasi, bak filtrasi, serta

perpipaan dan peralatan pendukung lainnya. Kerangka umumnya dibuat dari material baja karbon, baja galvanis, atau baja ringan yang memiliki kekuatan mekanis tinggi sehingga mampu menahan beban operasional selama proses pengolahan berlangsung. Penggunaan kerangka bertujuan untuk memastikan setiap unit proses terpasang dengan aman, stabil, dan sesuai dengan elevasi perencanaan. Selain itu, kerangka juga memudahkan proses pemasangan, pemeliharaan, serta pembongkaran apabila diperlukan perbaikan atau penggantian peralatan. Dengan adanya kerangka yang kokoh, sistem pengolahan air dapat beroperasi secara efektif, aman, dan berkelanjutan sesuai umur rencana instalasi.

6.2.2 Pekerjaan Atap

Lingkup pekerjaan meliputi penyediaan tenaga kerja, bahan-bahan, peralatan dan alat-alat bantu yang dibutuhkan di dalam pelaksanaan pekerjaan ini sehingga mendapatkan hasil yang diharapkan. Adapun pekerjaan yang termasuk dalam pekerjaan atap yaitu:

1. Pekerjaan Pasang Tiang Baja Ringan

Baja ringan adalah material yang terbuat dari baja dengan ketebalan yang relatif tipis. Tiang baja ringan umumnya terbuat dari baja galvanis yang tipis dengan ketebalan antara 0,8 mm sampai 1,2 mm. Tiang baja ringan merupakan salah satu elemen struktural yang digunakan sebagai penopang rangka atap pada suatu konstruksi. Material ini populer karena kekuatannya dalam menopang atap serta memiliki bobot yang ringan, kemudahan instalasi, serta ketahanan terhadap korosi dibanding bahan tradisional seperti kayu atau baja konvensional. Material ini dilapisi dengan lapisan anti karat zinc untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan meningkatkan umur pakai (Riyadi, 2019). Bentuk profil tiang juga bervariasi, antara lain profil C, Z, dan profil hollow tergantung pada kebutuhan desain. Adapun tahapan yang perlu di perhatikan pada pekerjaan pemasangan atap ini antara lain:

a. Persiapan pemasangan tiang baja ringan yang meliputi

pengecekan kualitas material, pengukuran dan penentuan posisi tiang sesuai gambar kerja, serta persiapan pondasi atau dudukan tiang. Pondasi biasanya menggunakan plat dasar beton bertulang yang dirancang untuk menahan beban tiang dan atap.

b. Prosedur pemasangan tiang baja ringan harus mengikuti prosedur teknis sebagai berikut:

- Tiang dipasang pada pondasi yang sudah jadi atau plat beton dengan sistem *anchor bolt*.
- Tiang dipasang secara tegak lurus menggunakan alat pengukur dan diterapkan pengikat berupa baut atau sekrup galvanis berkualitas tinggi.
- Tiang baja ringan dihubungkan dengan elemen rangka lainnya, penyesuaian posisi dan level dilakukan untuk memastikan kestabilan struktur.
- Semua sambungan harus diperiksa kekencangannya agar aman dan mencegah kelemahan struktural.
- Pemasangan tiang baja ringan harus memperhatikan faktor keamanan dan kualitas, antara lain kekuatan sambungan, kestabilan posisi, serta ketahanan terhadap beban angin dan getaran. Penerapan standar SNI dan regulasi bangunan setempat sangat dianjurkan.

2. Pekerjaan Pasang Atap Asbes Gelombang

Atap asbes gelombang merupakan salah satu jenis penutup atap yang banyak digunakan pada bangunan rumah serta gedung sederhana. Asbes gelombang populer karena sifatnya yang ringan, tahan terhadap cuaca, dan biaya pemasangannya yang relatif ekonomis. Atap asbes gelombang memiliki karakteristik terbuat dari campuran semen dan serat asbes, yang memberikan kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap kerusakan. Bentuk gelombang dirancang untuk meningkatkan kekakuan lembaran dan memudahkan pengaliran air hujan. Ketebalan lembaran biasanya berkisar antara 5 mm hingga 8 mm dengan panjang dan lebar

standar yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan instalasi. Adapun tahapan yang perlu diperhatikan pada pekerjaan pemasangan atap ini antara lain:

a) Persiapan Pemasangan

Proses pemasangan diawali dengan persiapan rangka atap yang kuat dan rata, umumnya menggunakan rangka kayu atau baja ringan sebagai penyangga. Menurut Susanto (2019), rangka harus memiliki jarak antar balok yang sesuai dengan panjang lembaran asbes agar pemasangan menjadi stabil dan kuat.

b) Teknik Pemasangan

Teknik pemasangan atap asbes gelombang terdiri dari beberapa tahap, meliputi;

- Penentuan Arah Gelombang: Lembaran atap dipasang dengan arah gelombang sejajar agar sambungan antar lembaran rapat dan tidak bocor. Penempatan Lembaran: Lembaran diletakkan dengan tumpang tindih minimal 2-3 gelombang untuk memastikan kedap air.
- Pemberian Pengikat: Menggunakan paku khusus asbes atau sekrup dengan washer karet untuk mencegah kebocoran di titik paku.
- Pemasangan Penguat dan Penutup: Memasang lisplang, talang, dan penutup puncak atap untuk melindungi sambungan dan mengoptimalkan aliran air hujan.
- Spesifikasi Teknis Material dan Pengikat: Penggunaan material pengikat yang tepat sangat penting untuk kekuatan dan ketahanan atap. Spesifikasi umum meliputi paku asbes dengan diameter 10-12 mm dan panjang 30-50 mm, washer karet untuk menghindari rembesan air di titik paku, penggunaan lem tahan cuaca jika diperlukan untuk sambungan tambahan.

- Keamanan dan Kesehatan Kerja: Selama pemasangan atap asbes gelombang, penting untuk memperhatikan faktor keamanan dan kesehatan kerja, terutama karena serat asbes berpotensi berbahaya jika terhirup. Penggunaan alat pelindung diri (APD), seperti masker dan sarung tangan, wajib dilakukan untuk mencegah resiko gangguan kesehatan (Kementerian Kesehatan RI, 2016).
- Perawatan Setelah Pemasangan: Untuk memperpanjang umur atap asbes gelombang, perawatan rutin sangat dianjurkan, seperti pembersihan kotoran dan lumut serta pemeriksaan titik sambungan setiap enam bulan.

6.2.3 Pekerjaan Pemasangan Pipa

Berikut spesifikasi pemasangan pipa dan aksesoris:

1. Pemasangan pipa dan aksesoris serta bangunan pelengkap ke tempat pemasangan menjadi tanggung jawab pemborong termasuk biayanya.
2. Apabila ternyata di dalam pelaksanaan pipa dan aksesorisnya tersebut terdapat kelebihan, pemborong harus mengembalikannya dalam keadaan utuh/baik, begitu juga dengan sisa-sisa pemotongnya harus diangkut dan dikembalikan ke gudang dengan biaya sendiri.
3. Pemotongan pipa apabila benar-benar diperlukan dapat dilakukan pemborong dengan persetujuan direksi dan harus dilaksanakan dengan alat yang sesuai dengan jenis pipa yang dipasang agar benar-benar terjamin penyambungan yang baik sesuai dengan syarat-syarat teknis dari pabrik pipa yang bersangkutan.
4. Pada waktu pemasangan pipa harus diperhatikan kedudukan pipa agar betul-betul lurus serta pada peil yang benar dan dasar pipa terletak rata, tidak boleh ada batu (puing-puing) atau benda keras yang memungkinkan rusaknya pipa.
5. Pada waktu pemasangan pipa bagian dalam pipa harus bersih.

6.2.4 Pekerjaan Pemasangan Kelistrikan Arus DC

Sistem kelistrikan arus searah (DC) berperan dalam instalasi pengolahan air, terutama pada pengaplikasian yang mengintegrasikan sumber energi seperti panel surya dan baterai supply. Pemasangan kelistrikan DC yang tepat sangat diperlukan agar sistem pengolahan air dapat beroperasi secara andal dan efisien. Karakteristik Arus DC dalam Instalasi Pengolahan Air (IPA) akan mengalir dengan arah tetap dan tegangan yang stabil. Penggunaan arus DC memungkinkan integrasi yang mudah dengan sistem energi terbarukan dan meningkatkan efisiensi operasional. Pemasangan kelistrikan arus DC harus dilakukan dengan prosedur yang teliti, termasuk:

1. Perencanaan dan layout instalasi berdasarkan diagram kelistrikan dan kebutuhan sistem pengolahan air.
2. Pengikatan kabel dengan rapi menggunakan *tie-wrap* dan pelindung agar terhindar dari kerusakan mekanis.
3. Pemilihan jalur kabel yang aman dan mudah dijangkau untuk pemeliharaan.
4. Pengujian fungsi sistem secara menyeluruh termasuk uji *continuity*, uji isolasi, dan pengujian beban.
5. Standar dan Keselamatan

Selain sistem arus searah (DC), instalasi pengolahan air juga memanfaatkan sistem arus bolak-balik (AC) yang berasal dari sumber listrik utama seperti PLN. Arus AC umumnya digunakan untuk mengoperasikan peralatan seperti pompa air, pada proses elektrokoagulasi, arus AC kemudian dikonversi menjadi arus DC menggunakan power supply agar menghasilkan reaksi elektrokimia pada elektroda. Integrasi sistem AC dan DC perlu dirancang dengan baik agar menjaga keamanan, efisiensi energi, serta kestabilan operasi instalasi pengolahan air nantinya. Adapun prosedur pemasangan sistem kelistrikan AC dan DC meliputi:

1. Perencanaan sistem kelistrikan AC dan DC dilakukan berdasarkan kebutuhan daya unit pengolahan air, diagram kelistrikan, serta spesifikasi peralatan seperti pompa, power supply, dan elektroda elektrokoagulasi.

2. Pada sistem arus AC, pemasangan jalur kelistrikan dilakukan dari sumber listrik utama menuju panel kontrol, pompa, dan power supply yang dilengkapi pengaman seperti MCB dan grounding untuk menjaga keamanan instalasi.
3. Arus AC dikonversi menjadi arus DC menggunakan *rectifier* atau *power supply* untuk menyuplai tegangan pada proses elektrokoagulasi agar reaksi elektrokimia dapat berlangsung secara stabil.
4. Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh meliputi pemeriksaan sambungan kabel, uji continuity, uji isolasi, dan pengukuran tegangan output untuk memastikan sistem bekerja dengan aman dan optimal.

Instalasi kelistrikan AC dan DC pada instalasi pengolahan air harus memperhatikan standar keselamatan kelistrikan seperti PUIL 2020, IEC 60364, untuk mencegah risiko korsleting, sengatan listrik, dan kebakaran (Kementerian PUPR, 2021).

6.2.5 Uji Fungsi

Uji fungsi instalasi pengolahan air minum merupakan salah satu cara untuk memastikan bahwa air yang dihasilkan aman dan layak konsumsi. Pada uji fungsi ini dapat diidentifikasi potensi masalah dalam sistem pengolahan, sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air. Uji fungsi dilakukan untuk:

- Menilai kinerja sistem pengolahan air.
- Memastikan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan spesifikasi.
- Mengidentifikasi potensi masalah yang dapat mempengaruhi kualitas air.
- Memastikan sistem perpipaan berfungsi dengan baik tanpa adanya kebocoran maupun hambatan aliran.
- Menguji kinerja pompa dalam mendistribusikan air sesuai debit perencanaan.
- Memastikan *valve* dapat dibuka dan ditutup dengan baik untuk mengatur aliran air pada setiap unit pengolahan.

- Memeriksa kondisi bak pengolahan agar tidak terjadi kebocoran yang dapat mengganggu proses pengolahan.
- Menguji putaran *blade* pada unit pengadukan agar proses pencampuran berlangsung optimal.
- Memastikan proses pelarutan kitosan berjalan dengan baik sehingga dapat mendukung proses adsorpsi dan penyisihan parameter pencemar.

6.2.6 Pelatihan dan Serah Terima

Instalasi pengolahan air minum merupakan sistem yang kompleks dan memerlukan pemahaman mendalam tentang teknik dan prosedur operasional. Pelatihan bagi operator dan teknisi sangat penting untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan (Kementerian PUPR, 2020). Pentingnya Pelatihan dalam Pengolahan Air Minum dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan operator dalam mengelola dan memelihara sistem pengolahan air. Hal ini mencakup pemahaman tentang proses pengolahan, penggunaan peralatan, serta prosedur keselamatan. Pelatihan juga dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi operasional, meminimalkan risiko kesalahan dan kecelakaan, menjamin kualitas air yang dihasilkan. Materi pelatihan untuk instalasi pengolahan air minum biasanya mencakup:

1. Teori dasar pengolahan air dan kualitas air.
2. Pengoperasian dan pemeliharaan peralatan pengolahan.
3. Prosedur pengujian kualitas air.
4. Keselamatan kerja.

Proses serah terima instalasi pengolahan air minum adalah secara formal di mana kontraktor atau penyedia layanan menyerahkan sistem yang telah selesai dibangun kepada pemilik atau pengelola. Proses ini penting untuk memastikan bahwa semua aspek teknis dan operasional telah dipenuhi Beberapa langkah dalam proses serah terima meliputi:

1. Pemeriksaan akhir instalasi untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik
2. Penyampaian dokumentasi teknis dan manual operasional

3. Pelatihan bagi operator dan teknisi yang akan mengelola sistem
4. Penandatanganan berita acara serah terima
5. Evaluasi dan Tindak Lanjut

Setelah serah terima, penting untuk melakukan evaluasi berkala terhadap kinerja sistem dan memberikan dukungan teknis kepada operator. Tindak lanjut ini dapat mencakup pelatihan tambahan, pemeliharaan rutin, dan pengujian kualitas air secara berkala untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik.

6.3 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Hasil perhitungan anggaran biaya ini berdasarkan biaya perkiraan selama proses pekerjaan berlangsung. Hal ini bertujuan untuk mengetahui besaran biaya yang dikeluarkan selama proses tersebut. Besarnya biaya yang dikeluarkan pada Perencanaan Pengolahan Air Payau di Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya Kabupaten Karawang dapat dilihat pada tabel- tabel dibawah ini.

Tabel 6. 1 Rencana Anggaran Biaya Unit Elektrokoagulasi

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan/Satuan	Unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pekerjaan Pengadaan Unit Elektrokoagulasi					
1	Bak Fiber Glass Unit Elektrokoagulasi 15 mm (fabrikasi)	m3	1	3.000.000	Rp3.000.000
2	Power Supply Adjustable DC rectifier 0-30 V- 50A	buah	1	3.000.000	Rp3.000.000
3	Satu set paddle agitator (fabrikasi)	pasang	1	5.500.000	Rp5.500.000
4	Dudukan motor paddle agitator (fabrikasi)	pasang	1	1.000.000	Rp1.000.000
5	Kabel Tembaga Tunggal 16mm	m	130	234.000	Rp30.420.000
6	Panel Kontrol	buah	1	315.000	Rp315.000
Pekerjaan Pengadaan Pemasangan Pipa					
1	Pipa Inlet dan outlet 8 inch elektrokoagulasi (terhitung dari pipa outlet toren, pipa inlet elektro ke bak p1 dan inlet bak kitosan) membutuhkan 2450 cm pipa, pipa tersedia dalam 5 cm perunit, maka membutuhkan 490 unit	Unit	490	4.300	Rp2.107.000
2	Elbow 90 8 inch	buah	10	225.000	Rp2.250.000
3	Gate Valve 8 inch	buah	4	2.708.400	Rp10.833.600
4	Reducer pipa 6 inch - 8 inch	buah	1	200.000	Rp200.000
5	Reducer pipa 8 inch - 6 inch	buah	1	95.000	Rp95.000
6	Tee 8 inch	buah	1	300	Rp300
7	Lem PVC	buah	6	88.000	Rp528.000
Pekerjaan Pemasangan					
1	Pemasangan Pipa	Ls	1	3.062.500	Rp3.062.500
2	Pemasangan Aksesoris Pipa	Ls	1	1.400.000	Rp1.400.000
3	Pemasangan Kelistrikan	Ls	1	3.000.000	Rp3.000.000
Total					Rp66.711.400

Tabel 6. 2 Rencana Anggaran Biaya Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan/Satuan	Unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pekerjaan Pengadaan Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang					
1	Bak <i>Fiber Glass</i> Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang 15 mm (fabrikasi)	m3	1	3.000.000	Rp3.000.000
2	Satu set paddle agitator fabrikasi	pasang	1	5.500.000	Rp5.500.000
3	Dudukan motor paddle agitator fabrikasi	pasang	1	1.000.000	Rp1.000.000
Pekerjaan Pengadaan Pemasangan Pipa					
1	Pipa 10 inch bak kitosan (terhitung dari pipa outlet kitosan, pipa ke inlet bak p2 dan inlet bak sedimen) membutuhkan 1350 cm pipa, pipa tersedia dalam 5 cm perunit, maka membutuhkan 270 unit	m	270	19.400	Rp5.238.000
2	Elbow 90 10 inch	buah	4	400.000	Rp1.600.000
3	Gate Valve 10 inch	buah	2	5.462.500	Rp10.925.000
4	Reducer pipa 6 inch - 10 inch (fabrikasi)	buah	1	550.000	Rp550.000
5	Reducer pipa 10 inch - 6 inch	buah	1	285.000	Rp285.000
6	Tee 10 inch	buah	1	700.000	Rp700.000
7	Lem PVC	buah	6	88.000	Rp528.000
Pekerjaan Pemasangan					
1	Pemasangan Pipa	Ls	1	1.687.500	
2	Pemasangan Aksesoris Pipa	Ls	1	900.000	Rp900.000
Total					Rp30.226.000

Tabel 6. 3 Rencana Anggaran Biaya Unit Unit Sedimentasi

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan/Satuan	Unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pekerjaan Pengadaan Unit Sedimentasi					
1	Bak <i>Fiber Glass</i> Unit Sedimentasi 15 mm (fabrikasi)	buah	1	3.000.000	Rp3.000.000
Pekerjaan Pengadaan Pemasangan Pipa					
1	Pipa 10 inch bak sedimen (terhitung dari outlet sedimen ke filter dan ke bak p3) membutuhkan 700 cm pipa, pipa tersedia dalam 5 cm perunit, maka membutuhkan 130 unit	m	130	19.400	Rp2.522.000
2	Elbow 90 10 inch	buah	5	400.000	Rp2.000.000
3	Gate Valve 10 inch	buah	2	5.462.500	Rp10.925.000
4	Reducer pipa 6 inch - 10 inch	buah	2	550.000	Rp1.100.000
5	Reducer pipa 10 inch - 6 inch	buah	2	285.000	Rp570.000
6	Lem PVC	buah	6	88.000	Rp528.000
Pekerjaan Pemasangan					
1	Pemasangan Pipa	Ls	1	875.000	Rp875.000
2	Pemasangan Aksesoris Pipa	Ls	1	600.000	Rp600.000
Total					Rp22.120.000

Tabel 6. 4 Rencana Anggaran Biaya Unit Filtrasi

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan/Satuan	Unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pekerjaan Pengadaan Unit Filtrasi					
1	Bak <i>Fiber Glass</i> Unit Filtrasi 15 mm (fabrikasi)	buah	1	3.000.000	Rp3.000.000
Pekerjaan Pengadaan Pemasangan Pipa					
1	Pipa 10 inch bak filter (terhitung dari pipa outlet p3 ke filter, dan pipa outlet filter ke reservoir) membutuhkan 650 cm pipa, pipa tersedia dalam 5 cm perunit, maka membutuhkan 130 unit	m	130	19.400	Rp2.522.000
2	Elbow 90 10 inch	buah	3	400.000	Rp1.200.000
4	Reducer pipa 6 inch - 10 inch	buah	1	550.000	Rp550.000
5	Reducer pipa 10 inch - 6 inch	buah	1	285.000	Rp285.000
6	Lem PVC	buah	6	88.000	Rp528.000
Pekerjaan Pemasangan					
1	Pemasangan Pipa	Ls	1	812.500	Rp812.500
2	Pemasangan Aksesoris Pipa	Ls	1	500.000	Rp500.000
Total					Rp9.397.500

Tabel 6. 5 Rencana Anggaran Biaya Unit Reservoir

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan/Satuan	Unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pekerjaan Pengadaan Unit Reservoir					
1	Tangki Panel	1	180	3.000.000	Rp540.000.000
2	Hidran Umum	1	1	4.467.462	Rp4.467.462
Pekerjaan Pengadaan Pemasangan Pipa					
1	Pipa 10 inch bak reservoir (terhitung dari outlet reservoir ke hidran umum) membutuhkan 300cm pipa, pipa tersedia dalam 5 cm perunit, maka membutuhkan 60 unit	m	60	19.400	Rp1.164.000
2	Gate Valve 1 inch (untuk hidran umum)	buah	1	100.620	Rp100.620
3	Lem PVC	buah	2	88.000	Rp176.000
Total					Rp545.908.082

Tabel 6. 6 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian	Jumlah (Rp)
1	Unit Elektrokoagulasi	Rp66.711.400
2	Unit Desalinasi Kitosan Kulit Udang	Rp30.226.000
3	Unit Sedimentasi	Rp22.120.000
3	Unit Filtrasi	Rp500.000
	Unit Reservoir	Rp545.908.082
Total		Rp665.465.482

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 6. 7 Rencana Anggaran Biaya Operasional Media (Perbulan)

No	Operasional	Kebutuhan/Satuan	Unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah
1	Plat Alumunium 3mm dalam 1 lembar plat ukuran 30cm x 50 cm menghasilkan 5 plat, dengan kebutuhan 1008 biji (10 cm x 30 cm) maka membutuhkan 202 lembar (unit)	buah	202	180.000	36.360.000
2	Air bersih	L	7.610.760	0	0
3	Asam Asetat membutuhkan 7.596 liter, asam yang tersedia 2,5 liter per unit, maka membutuhkan 3.039 botol asam asetat glasial 100%	L	3.039	650.000	1.975.350.000
4	Kitosan Kulit Udang membutuhkan 380,1 kg, kitosan kulit udang yang tersedia 500 gram per unit, maka membutuhkan 761 unit	kg	761	570.000	433.770.000
5	Arang Bambu membutuhkan 423,9 kg, arang bambu yang tersedia 5kg/unit maka membutuhkan 85 unit	kg	85	85.000	7.225.000
Total					2.452.705.000

Berdasarkan **Tabel 6.6** maka biaya yang diperlukan untuk melakukan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air di Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang adalah sebesar Rp.665.465.482.00 dan Berdasarkan **Tabel 6.7** biaya yang diperlukan untuk operasional media dalam sebulan sebesar Rp.2.452.705.000.00.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan yang telah dilakukan mengenai perencanaan pengolahan air payau di Desa Tambaksari Kabupaten Karawang, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Debit kebutuhan yang digunakan pada perencanaan ini berdasarkan proyeksi kebutuhan air 20 tahun mendatang dari 2026-2045 adalah 10,26 l/dtk.
2. Teknologi utama yang digunakan pada perencanaan ini yaitu elektrokoagulasi dan desalinasi kitosan kulit udang yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir 1 menghasilkan penyisihan sebesar 27,29% untuk parameter salinitas dan 24,38% untuk parameter TDS, sehingga dilakukan penambahan berupa bioadsorpsi menggunakan arang bambu yang ditambahkan pada unit filtrasi arang bambu untuk menghasilkan penyisihan yang lebih efisien, dikarenakan biodesalinasi arang bambu dapat membentuk flok-flok yang lebih besar, sehingga proses pengolahan air payau dapat optimal. Dalam perencanaan ini, efisiensi penyisihan total salinitas dan TDS 81,55% dengan konsentrasi akhir 2,71 ppt untuk parameter TDS konsentrasi akhir 55,09 mg/l untuk TDS.
3. Hasil perencanaan teknis menghasilkan rancangan unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang terdiri dari unit pengolahan sesuai dengan kebutuhan debit pelayanan, meliputi proses elektrokoagulasi, desalinasi kitosan kulit udang, sedimentasi, filtrasi arang bambu, dan reservoir di Desa Tambaksari.
4. Perkiraan rencana anggaran biaya pada perencanaan pengolahan air payau di Desa Tambaksari, Kabupaten Karawang sebesar Rp.665.465.482.00 dan biaya yang diperlukan untuk operasional media dalam sebulan sebesar Rp.2.452.705.000.00

7.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan dan kesimpulan yang telah diperoleh, maka diperlukan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan untuk pelaksanaan, pemanfaatan, serta pengembangan lebih lanjut dari instalasi pengolahan air payau yang telah dirancang. maka dapat diberikan saran yaitu:

1. Sebagai tindak lanjut dari perencanaan pengolahan air payau yang telah disusun, disarankan agar dilakukan pengujian secara langsung dalam skala laboratorium atau *pilot plant*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas teknologi yang dirancang dalam menyisihkan parameter kualitas air seperti TDS, salinitas, serta parameter fisik dan kimia lainnya. Data hasil uji coba akan menjadi dasar validasi terhadap desain teknis yang telah dibuat dan dapat digunakan untuk evaluasi maupun perbaikan rancangan.
2. Diperlukan studi lanjutan yang lebih mendalam mengenai aspek teknis dan ekonomis dari sistem yang dirancang, termasuk konsumsi energi, estimasi umur komponen, serta biaya operasional dan perawatan untuk memastikan bahwa sistem pengolahan air payau yang akan diimplementasikan benar-benar efisien, layak diterapkan, dan sesuai dengan kondisi lokal (terutama di wilayah pesisir seperti Desa Tambaksari, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang).

DAFTAR PUSTAKA

- Ade. (2017). *Peranan Air Dalam Kehidupan*. Jurnal Biodiversity Warriors.
- Azka. (2023). *WTP: Pengertian, Peran, Tahapan, dan Prinsip Kerja*. Tekniksipil.id.
- Badan Standar Nasional. (2008). *SNI 6778:2008 Spesifikasi Agregat Halus dan Agregat Kasar untuk Pekerjaan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI 7831:2012 Tata Cara Penentuan Kadar Agregat Ringan yang Lebih Ringan dari 1,18 kN/m³ (73,7lb/ft³)*. Jakarta.
- Betapramestiasia. (2024). *Pengertian dan Pengaruh TDS dan TSS Terhadap Kualitas Air*.
- Friskia, I. T. (2023). *Kombinasi Metode Desalinasi Menggunakan Tanaman Mangrove dan Elektrokoagulasi*.
- H. P., D. M. (2024). *Desalinasi Air Payau Menggunakan Metode Reverse Osmosis (RO) Dengan Variasi Tekanan Pompa*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah.
- Heriani, E. (2014). *Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Metode Kombinasi Elektrokoagulasi dan Adsorpsi Menggunakan Kaarbosil*.
- Husni, F. (2010). *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Effluent Ranut (Reaktor Anaerobik Unggun Tetap) Menggunakan Teknik Elektrokoagulasi*.
- Kalsum, L. M. (2021). *Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Brackish Water Treatment To Clean Water Using Electrocoagulation Method*. Jurnal Kinetika.
- Kasmudin, K. F. (2023). *Pengaruh Konsentrasi dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Desalinasi Air Payau Menggunakan Kitosan Kulit Udang Vaname*. Jurnal Insan Mulia.
- Kasyifa. (2023). *Desalinasi Air Payau Dengan Metode Adsorpsi-Filtrasi Berbasis Material Spirulina Sp, Zeolit Komersial, dan Karbon Aktif Komersial*. Jurnal Untan.
- Mairi, V. G. (2019). *Makalah Salinitas Air Laut*.

- Masrullita., H. L. (2021). *Pengaruh Waktu Kuat Arus Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Proses Elektrokoagulasi*. Jurnal Teknologi Kimia, Universitas Malikussaleh.
- Mathura. (2019). *Penerapan Metode Elektrokoagulasi Sebagai Alternatif Pengolah Air Bersih*. Jurnal Repository Uinsu.
- Menteri Kesehatan. (2023). *PERMENKES No. 2 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta.
- Noviatri. (2014). *Penerapan Metode Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Karet Dengan Menggunakan Elektroda Aluminium*. Jurnal Semanticsholar.
- Novitasari, K. (2013). *Pelapisan Fe dan Mn Pada Batu Apung Sebagai Asorben Dalam Penyisihan Logam Fe dan Mn Dalam Air Tanah*. Padang: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Pangesti. (2013). *Ekosistem Air Payau dan Permasalahannya*. <http://anapangesti.blogspot.com/2013/12/ekosistem-airpayau-danpermasalahannya.html>.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Informasi Statistik*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomo5 340.
- Prihanto, H. (2021). *Korelasi Antara Konduktivitas Dengan Jumlah Mineral Terlarut Pada Perairan Selatan Pulau Madura*. Jurnal Kelautan Nasional.
- Ramadani, V. F. (2024). *Apa Itu Water? Pentingnya Air Dalam Kehidupan dan Manfaatnya Untuk Kesehatan*. s.l.:s.n.
- Salim. (2019). *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara)*.
- Septiawan, R. (2018). *Manufaktur dan Energi Analisa Pengujian Lelah Material Stainless Steel 304 Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi.
- Suherman. (2007). *Klasifikasi DHL Untuk Kualitas Air Salinitas*.
- Supian. (2020). *Saringan Pasir Cepat (Rapid Sand Filter)*. Supianpdam.
- Suyasa. (2015). *Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah*. Udayana.

Syahputra, B. e. (2022). *Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum*.
<https://www.researchgate.net/publication/362429489>BabI DASAR
PERTIMBANGAN DALAM PERENCANAANpada tanggal 8
Desember2024.

Tanindo. (2024). *Jenis-jenis Sumber Air dan Pemanfaatannya*. Jakarta.

Utomo, S. (2021). *Desain Saringan Pasir Lambat*. Jurnal Teknik Sipil.

L

A

M

P

I

R

A

N

Lokasi Penelitian



Pengecekan Air Baku



Pengecekan Salinitas Pengecekan TDS



Pengecekan pH