

**PRA-RANCANGAN PABRIK  
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN  
KAPASITAS SCALE UP 30.000 M<sup>3</sup>/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh:

**Muhamad Trisyan Viky Nugraha (1141620021)**



**Program Studi Teknik Kimia  
Institut Teknologi Indonesia  
Tangerang Selatan  
2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan penulisan ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

**Nama 1** : MUHAMAD TRISYAN VIKY NUGRAHA

**NRP** : 1141620021

**Tanda tangan** :



**Tanggal** : 11 MARET 2023



## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir yang diajukan oleh:

**Nama** : **Muhammad Trisyan Viky Nugraha**  
**NRP** : **1141620021**  
**Judul** : **PRA-RANCANGAN PABRIK PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
DENGAN KAPASITAS SCALE UP 30.000 M3/TAHUN**

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia

### DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : **Dr. Ir. Ratnawati, M.Sc, Eng., I.PM**

### DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : **Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T. I.P.U**

Penguji 2 : **Dr. Ir. Aniek S Handayani, M.T, I.P.M**

Penguji 3 : **Dr. Ir. Sidik Marsudi, M.Si. I.P.M**

Ditetapkan di : Tangerang Selatan

Tanggal : 11 Maret 2023

Mengetahui, Ketua Program Studi  
Teknik Kimia



**Dr. Ir. Wahyudin, S.T, M.Sc, I.P.M**

## **ABSTRAK**

**Nama** : **Muhamad Trisyan Viky Nugraha / 1141620021**

**Nama Pembimbing** : **Dr. Ir. Ratnawati, M.Sc, Eng., I.P.M**

**Program Studi** : **Teknik Kimia**

**Judul** : **PRA-RANCANGAN PABRIK PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN KAPASITAS 30000 M<sup>3</sup>/TAHUN /TAHUN**

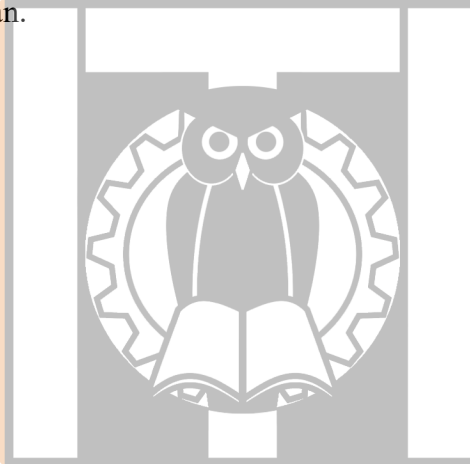
Penyusunan pra-rancangan didasarkan pada kegiatan MBKM di PT Anugrah Analisis Sempurna, adalah perusahaan dengan status Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) yang bergerak dibidang jasa pengujian laboratorium dengan produk adalah hasil analisis laboratorium. Lokasi kegiatan terletak di Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 37 Kelurahan Sukamaju Kecamatan Cilodong Kota Depok.

Pengoperasian PT Anugrah Analisis Sempurna menghasilkan air limbah yang berasal dari sisa sampel air yang diuji, air bekas cucian peralatan laboratorium, air limbah domestic dan air buangan dari fasilitas pengendalian pencemaran udara (scrubber lemari asam). Selama ini PT Anugrah Analisis Sempurna selaku penanggung jawab usaha telah mengolah air limbah yang dihasilkan dalam IPAL dan hasil olahan dialirkan ke drainase kota. Berdasarkan dokumen UKL-UPL tahun 2013, hasil olahan akan diresapkan ke permukaan tanah, sedangkan berdasarkan Izin Pembuangan Ilmbah Cair (IPLC) yang dimiliki tahun 2017, hasil olahan air limbah diwajibkan dibuang ke Kalibaru. Oleh karena sungai cukup jauh dari lokasi kegiatan, maka PT Anugrah Analisis Sempurna berencana memanfaatkan air limbah untuk menyiram tanaman.

Dengan mempertimbangkan banyaknya kawasan industri yang terdapat didekat lokasi pendirian IPAL. Kawasan industri yang berlokasi di daerah Bekasi dan Tangerang dengan rata-rata jumlah perusahaan sebanyak 500-2000 disetiap kawasan industri. Berdasarkan data sumber bahan baku air limbah didaerah JABODETABEK, didapati bahwa produksi limbah cair pertahun mencapai 27.500 m<sup>3</sup> dari daerah industry di Tangerang dan Bekasi saja. Sehingga pendirian pabrik pengolahan air limbah menjadi sebuah industri yang baik dan bermanfaat membuka peluang kerja.

Pabrik pengolahan air limbah berkapasitas 30.000 m<sup>3</sup> pertahun ini direncanakan akan didirikan di Kota Depok, Jawa Barat dan akan didirikan pada tahun 2022, akan berproduksi pada tahun 2023, proses pengolahan air limbah meliputi proses aerasi, sedimentasi, klorinasi dan filtrasi. Demi tercapainya outlet air limbah yang dapat sesuai dengan baku mutu pemerintah yang dipersyaratkan.

Pabrik pengolahan air limbah memiliki total modal investasi (TCI) sebesar Rp18.245.279.108 dengan struktur permodalan 48,70% modal sendiri atau Rp8.884.598.305 dan 51,30% atau Rp9.360.680.803 untuk pinjaman dari bank. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, diantaranya pembangunan konstruksi IPAL selama 2 tahun yaitu tahun 2022 – 2024. Dihasilkan Net Cash Flow at Present Value (NCFPV) bertanda positif sebesar 185.615.602.423, Internal Rate of Return (IRR) sebesar 56,15%, Minimum Payback Period (MPP) selama 1 tahun 6 bulan, dan Break event point (BEP) ditahun pertama adalah 75,88% sehingga pabrik ini layak didirikan.



## ABSTRACT

**Name : Muhamad Trisyan Viky Nugraha / 1141620021**  
**Advisor Name : Dr. Ir. Ratnawati, M.Sc, Eng., I.P.M**  
**Study Program : Chemical Engineering**  
**Title : PRE-DESIGN OF WASTEWATER TREATMENT PLANT  
WITH CAPACITY OF 30000 M3/YEAR/YEAR**

The preparation of the pre-design is based on MBKM activities at PT Anugrah Analysis Perfect, is a company with Domestic Investment (PMDN) status engaged in laboratory testing services where products are the results of laboratory analysis. The activity location is located on Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 37, Sukamaju Village, Cilodong District, Depok City.

The operation of PT Anugrah Analysis Perfect produces wastewater originating from the remaining water samples tested, water used for washing laboratory equipment, domestic waste water and waste water from air pollution control facilities (fume hood scrubbers). So far, PT Anugrah Analysis Perfect as the person in charge of the business has treated the wastewater produced in the WWTP and the processed products have been channeled into the city drainage. Based on the 2013 UKL-UPL document, processed products will be impregnated onto the soil surface, while based on the Liquid Waste Disposal Permit (IPLC) held in 2017, processed wastewater is required to be disposed of in Kalibaru. Because the river is quite far from the activity location, PT Anugrah Analysis Perfect plans to use the waste water to water plants.

Taking into account the number of industrial areas located near the location of the WWTP establishment. Industrial estates located in the Bekasi and Tangerang areas with an average number of companies of 500-2000 in each industrial area. Based on data on sources of raw material for wastewater in the JABODETABEK area, it is found that the annual production of liquid waste reaches 27,500 m<sup>3</sup> from industrial areas in Tangerang and Bekasi alone. So that the establishment of a wastewater treatment plant becomes a good and useful industry that opens up job opportunities.

A wastewater treatment plant with a capacity of 30,000 m<sup>3</sup> per year is planned to be built in Depok City, West Java and will be built in 2022, will start production in 2023, the wastewater treatment process includes aeration, sedimentation, chlorination and filtration processes. For the sake of achieving wastewater outlets that can comply with the required government quality standards.

The wastewater treatment plant has a total investment capital (TCI) of IDR 18,245,279,108 with a capital structure of 48.70% own capital or IDR 8,884,598,305 and 51.30% or IDR 9,360,680,803 for loans from banks. Based on the results of economic analysis, including the construction of WWTP construction for 2 years, namely 2022 – 2024. Resulted in a positive Net Cash Flow at Present Value (NCFPV) of 185,615,602,423, Internal Rate of Return (IRR) of 56.15%, Minimum Payback Period (MPP) for 1 year 6 months, and Break event point (BEP) in the first year is 75.88% so that this factory is feasible to build.



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Maha memiliki segala ilmu pengetahuan, yang telah memberikan kemudahan sehingga tugas akhir berjudul “**Rancangan Pabrik Pengolahan Air Limbah dengan Kapasitas 30.000 m<sup>3</sup>/Tahun**” yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan jenjang S-1 program studi Teknik Kimia di Insitut Teknologi Indonesia. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Dr. Ir. Ratnawati, M.Sc, Eng., I.P.M dan M. Risqon A, S.T Selaku pembimbing, atas segala pengorbanan waktu dan pemikiran, kesabaran, dan jerih payahnya dalam memberikan bimbingan selama pengerjaan sampai penulisan laporan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini penyusun sampaikan terima kasih kepada :

1. Ketua Program Studi Teknik Kimia, Bapak Dr. Ir. Wahyudin, S.T, M.Sc, I.P.M.
2. Koordinator Tugas Akhir, Dr.Ir. Kudrat Sunnadar, MT.
3. Kedua orang tua tercinta atas dukungan dan doa ikhlas yang tiada henti dipanjatkan
4. Staff akademik program studi Teknik Kimia, yang selalu siap dengan informasi dan bantuan.
5. Istriku Rica Anissafitri atas dukungan, doa, dan juga semangat yang tak henti diberikan
6. Teman-teman Delusi atas dukungan, kesempatan, bantuannya yang terus tanpa henti.
7. Seluruh keluarga yang telah membantu dan mendoakan.

Kami menyadari bahwa tugas khir ini masih jauh dari sempurna, dengan segala kerendahan hati kami memohon saran, masukan, kritik dan ide yang dapat membantu penulisannya menjadi lebih baik dan bermanfaat untuk semua pihak.

Serpong, 03 Februari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik .....	2
1.3 Penentuan Lokasi .....	4
1.3.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	4
1.3.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	6
BAB 2 TEKNOLOGI PROSES .....	8
2.1 Teknologi yang Tersedia.....	8
2.2 Seleksi Proses.....	10
2.2.1 Efisiensi Proses .....	10
2.2.2 Keamanan Teknologi .....	13
2.2.3 Ekonomi .....	13
BAB 3 RANCANGAN PROSES .....	15
3.1 Uraian Proses.....	15
3.1.1 Deskripsi Proses .....	15
1. Kegiatan Utama dan Penunjang .....	15
3.1.2 Unit Proses .....	15
1. Proses Ekualisasi .....	16

2. Proses Aerasi.....	16
3. Proses Sedimentasi.....	16
4. Proses Klorinasi.....	17
5. Proses Filtrasi.....	17
6. Proses Pengumpulan Hasil Olahan (Effluent).....	18
3.1.3 Diagram Alir Kuantitatif Massa.....	19
3.1.4 Sistem Pengendalian Alat Utama.....	19
3.2 Kebutuhan Utilitas.....	19
3.2.1 Unit Penyedia Air.....	20
3.2.2 Unit Penyedia Listrik.....	21
3.3 Tata Letak Alat Proses.....	22
3.3 Tata Letak Pabrik.....	26
<b>BAB 4 SPESIFIKASI ALAT.....</b>	<b>28</b>
4.1 Peralatan Proses.....	28
4.1.1 Bak Penampung Awal.....	28
4.1.2 Bak Ekualisasi.....	29
4.1.3 Bak Aerasi.....	30
4.1.4 Bak Sedimentasi.....	31
4.1.4 Bak Klorinasi.....	32
4.1.4 Bak Effluent.....	33
<b><u>BAB 5</u> ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN.....</b>	<b>36</b>
5.1 Deskripsi Singkat.....	36
5.2 Potensi Bahaya.....	36
5.3 Upaya pengendalian bahaya.....	40

<b><u>BAB 6</u></b> ANALISIS KELAYAKAN PABRIK.....	45
6.1 Manajemen Perusahaan.....	45
6.1.1 Diagram organisasi.....	45
6.1.2 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji Divisi .....	47
6.2 Kelayakan Ekonomi .....	48
6.2.1 Asumsi dan Parameter.....	48
6.2.2 Fixed Capital (Modal Tetap) .....	48
6.2.3 Modal kerja (working capital).....	50
6.2.4 Biaya Produksi/Operasional.....	50
6.2.5 Pengeluaran Umum (General Expenses).....	51
6.2.6 Penjualan dan Keuntungan.....	52
6.2.7 Break Even Point.....	54
6.2.8 Analisis Ekonomi.....	55
6.2.9 Kesimpulan Kelayakan Pendirian Ipal.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
<b><u>LAMPIRAN 1</u></b> NERACA MASA dan ENERGI.....	60
L1.1 Neraca Masa .....	60
L1.1 Informasi Umum.....	60
L1.1.1 Basis Perhitungan .....	60
L1.1.2 Komposisi massa bahan baku dan produk .....	60
L1.2 Bak Inlet (BI-101).....	61
L1.2.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	61
L1.2.2 Neraca Massa Bak Inlet .....	61
L1.3 Bak Ekualisasi (BE-101) .....	62
L1.3.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	62

L1.3.2 Neraca Massa Bak Ekualisasi .....	62
L1.4 Bak Aerasi (BA-101).....	62
L1.4.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	62
L1.4.2 Neraca Massa Bak Aerasi .....	62
L1.5 Bak Sedimentasi (BS-101).....	63
L1.5.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	63
L1.5.2 Neraca Massa Bak Sedimentasi.....	63
L1.6 Bak Klorinasi (BC-101).....	63
L1.6.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	63
L1.6.2 Neraca Massa Bak Klorinasi.....	64
L1.7 Bak Filtrasi (BF-101).....	64
L1.7.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	64
L1.7.2 Neraca Massa Bak Filtrasi.....	64
L1.8 Bak Effluent (BEF-101).....	65
L1.8.1 Diagram Alir Proses Pencampuran.....	65
L1.8.2 Neraca Massa Bak Effluent .....	65
L2.1 Neraca Energi .....	65
<b><u>LAMPIRAN 2</u> SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>68</b>
L2.1 Bak Inlet (BI-101).....	68
L2.2 Bak Ekualisasi (BE-101) .....	69
L2.3 Bak Aerasi (BA-101).....	70
L2.4 Bak Sedimentasi (BS-101).....	71
L2.5 Bak Klorinasi (BK-101).....	71
L2.6 Tangki Filtrasi (TF-101) .....	72
L2.7 Bak Eflent (BE-101) .....	73
L2.5 Pompa .....	74

L2.6 Blower.....	80
LAMPIRAN 3 UTILITAS .....	82
L3.1 Listrik.....	82
L3.1.1 Listrik Proses .....	82
L3.1.2 Total Kebutuhan Listrik Keseluruhan.....	82
L3.2 Kebutuhan Bahan Bakar untuk Generator Listrik .....	83
LAMPIRAN 4 ANALISIS EKONOMI.....	84
L4.1. Ketetapan yg diambil .....	84
L4.2. Daftar Gaji Karyawan.....	85
L4.3. Perhitungan Modal Investasi (TCI) .....	86
L4.4. Modal Kerja (Working Capital Invesment / WCI) .....	86
L4.5. Struktur Permodalan .....	87
L4.6. Biaya Bahan Penunjang.....	88
L5.7. Hasil Penjualan Produk.....	89
L5.8. Salvage Value .....	89
L5.9 Depresiasi.....	90
L5.10. Perhitungan Biaya Produksi Total ( Total Production Cost) .....	92
L5.11. Break Even Point .....	97
L5.12. Laba Rugi dan Pajak.....	98
L5.13. Minimum Payback Period (MPP).....	99
L5.14. Internal Rate of Return .....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi PT Anugrah Analisis Sempurna.....	6
Gambar 3.2 Kontruksi <i>Pressure Sand Filter</i> .....	17
Gambar 4 Gambar 3. 1 Tata Letak Alat .....	24
Gambar 5 3.2 Tata letak Pabrik.....	27
Gambar 4.6 Bak Penampung Awal .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 1 Bak Penampung Awal .....	28
Gambar 4. 2 Bak Ekualisasi .....	29
Gambar 4. 3 Bak Aerasi .....	30
Gambar 4. 4 Sedimentasi .....	31
Gambar 4. 5 Bak Klorinasi.....	32
Gambar 4. 6 Bak Effluent .....	33
Gambar 4. 7 Pompa.....	34
Gambar 6. 1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	46
Gambar 6. 23 Grafik BEP Tahun Pertama.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Debit Air Limbah Di PT AAS .....	3
Tabel 1.2 Lokasi kawasan industri sekitar perusahaan .....	5
Tabel 2. 1 Perbandingan IPAL dengan Perusahaan Lain.....	9
Tabel 2. 2 Acuan Baku Mutu Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Barat Nomor 6 Tahun 1999 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat (Lampiran III) .....	9
Tabel 5.1 Daftar APD Wajib Untuk Operator IPAL.....	42
Tabel 6. 1 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji .....	47
Tabel 6. 2 Asumsi dan Parameter untuk Analisis Kelayakan Ekonomi.....	48
Tabel 6. 3 Fixed Capital .....	49
Tabel 6. 4 Fixed Capital .....	50
Tabel 6. 5 Biaya Operasional .....	51
Tabel 6. 6 Pengeluaran Umum.....	51
Tabel 6. 7 Proyeksi Penjualan dan Keuntungan.....	53
Tabel 6.8 Break Even Point.....	54
Tabel 6. 9 Kalkulasi Net Cash Flow at Present Value .....	56

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang. Dengan ini semua peluang sektor industri terus meningkat setiap tahunnya. Sejalan dengan hal tersebut, turut menghadirkan bertambahnya pertumbuhan industri-industri penunjang salah satunya adalah industri yang bergerak dibidang jasa analisa lingkungan atau laboratorium uji lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau dan kegiatan yang berwujud cair. Air limbah atau air bungan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang membayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup. Air limbah mempunyai sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu : sifat fisik, sifat kimiawi dan sifat biologis (Suyasa,2015)

Pencemaran air limbah sebagai salah satu dampak pembangunan di berbagai bidang disamping memberikan manfaat bagi kesejahteraan rakyat. Selain itu peningkatan pencemaran lingkungan juga diakibatkan dari meningkatnya jumlah penduduk berserta aktifitasnya. Limbah yang berbentuk cair yang tidak dikelola dengan baik bisa menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Upaya pencegahan timbulnya pencemaran lingkungan dan bahayanya kesehatan yang diakibatkannya serta yang akan menyebabkan kerugian social ekonomi, kesehatan dan lingkungan, maka harus adanya pengelolaan secara khusus terhadap limbah tersebut agar bisa dihilangkan atau dikurangi sifat bahayanya. Selain itu, perlu diusahakan metode yang ramah lingkungan serta pengawasan yang benar dan cermat oleh berbagai pihak. (Kementrian Kesehatan RI,2011).



Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan pengolahan air limbah yang berfungsi untuk menurunkan kandungan zat pencemar sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan air penerima sehingga dapat menghindari dampak yang merugikan dari pembuangan air limbah domestik secara langsung. Pengolahan limbah terdapat 2 sistem, yaitu dengan system terpusat dan system setempat. Sedangkan dalam pemilihan teknologi pengolahan air limbah domestik mempertimbangkan factor kepadatan penduduk, kondisi kawasan, sumber air yang digunakan, kedalaman muka air, nilai permabilitas tanah, kondisi kemiringan yang ada, ketersediaan lahan, dan kemampuan membayar masyarakat (Kementerian PUPR, 2016).

## **1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik**

Dalam penentuan kapasitas untuk unit pengolahan air limbah, maka diperlukan data produksi limbah yang akan diolah terlebih dahulu. Instalasi pengolahan air limbah akan berfokus pada pengolahan limbah domestik dan limbah non B3, sedangkan untuk limbah B3 sendiri akan ditampung kemudian diserahkan kepada pihak ke tiga. Kapasitas pabrik didasarkan pada keadaan eksisting IPAL di perusahaan PT. Anugrah Analisis Sempurna yang menjadi acuan sekaligus tempat dilaksanakannya program magang kampus merdeka. Berikut ini merupakan data debit air limbah yang masuk ke dalam IPAL, sejak bulan Januari hingga Maret 2022.

Tabel 1.1 Debit Air Limbah Di PT AAS

No	Bulan	Volume Air Limbah
1	Januari 2022	16,25 m <sup>3</sup> /20hari
2	Februari 2022	15,3 m <sup>3</sup> /18hari
3	Maret 2022	5,1 m <sup>3</sup> /7hari
<b>Total 3 Bulan Terakhir (2022)</b>		36,65 m <sup>3</sup> / 45 hari
<b>Debit Air Limbah Minimum</b>		0.7 m <sup>3</sup> /hari
<b>Debit Air Limbah Rata-Rata</b>		0.81 m <sup>3</sup> /hari
<b>Debit Air Limbah Maksimum</b>		1,2 m <sup>3</sup> /hari

Dari data diatas dapat dilakukan perhitungan penentuan kapasitas, ini juga mempertimbangkan kapasitas ekonomis pabrik yang telah ada. Data ini digunakan dengan asumsi bahwa kapasitas terpasang merupakan kapasitas yang memiliki nilai ekonomis dan tidak rugi. Artinya adalah kapasitas *existing* yang sudah berjalan telah melalui kajian kelayakan dan jika sudah beroperasi, maka kapasitas tersebut dianggap menguntungkan dan meminimalisir pengeluaran operasional perusahaan.

Penentuan kapasitas pabrik berdasarkan yaitu pertimbangan pasar

Perhitungan ekonomis dalam hal ini adalah kelayakan produksi yang dapat memberikan keuntungan secara ekonomi. Secara detail kelayakan ekonomi akan dibahas dalam BAB 6.

Dengan mempertimbangkan perkembangan konsumsi dan kapasitas produk ekonomis, maka dirancang pendirian unit pengolahan air limbah dengan kapasitas *scale up* 30.000 m<sup>3</sup>/tahun. Kapasitas tersebut merupakan hasil *scale up* dengan menghitung nilai debit outlet air limbah eksisting selama satu tahun dengan skala 100 kali lebih besar. Hal ini dilakukan untuk memperhitungkan kelayakan IPAL untuk dapat dikomersilkan, selain itu pendirian IPAL ini juga bertujuan untuk :

1. Dapat memenuhi kebutuhan perusahaan dalam mengolah limbah yang dihasilkan.
2. Dapat menghemat biaya operasional perusahaan, karena berkurangnya biaya subkontrak limbah ke pihak ke tiga.
3. Menghemat kebutuhan air perusahaan dengan menyalurkan limbah hasil olahan untuk digunakan kembali.
4. Scale-up untuk melakukan perancangan pengolahan limbah yang dikomersilkan dengan skala yang lebih besar.

### **1.3 Penentuan Lokasi**

Lokasi atau letak geografis suatu perusahaan merupakan hal yang perlu dipertimbangkan karena dapat mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan serta keberhasilan perusahaan tersebut. Selain itu penentuan lokasi suatu perusahaan bertujuan untuk dapat membantu perusahaan beroperasi dengan efektif dan efisien. Sehingga sebelum suatu perusahaan beroperasi maka harus terlebih dahulu menentukan lokasi perusahaan yang akan dibangun.

Ada banyak faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi suatu perusahaan. Setiap faktor tersebut memerlukan penelaahan yang mendalam sehingga kesalahan pemilihan lokasi dapat dihindari. Hal utama yang harus dapat dipenuhi adalah perusahaan ditempatkan sedemikian rupa sehingga biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin, serta mempunyai kemungkinan untuk mudah dikembangkan di masa mendatang dan kondisi lingkungan yang memadai.

#### **1.3.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor – faktor primer meliputi :

##### **1. Lokasi berkenaan dengan bahan baku**

Selain itu lokasi ini memungkinkan untuk mendekati bahan baku, yang dalam hal ini merupakan limbah yang dihasilkan dari limbah proses yang dihasilkan oleh perusahaan-perusahaan.

Tabel 1.2 Lokasi kawasan industri sekitar perusahaan

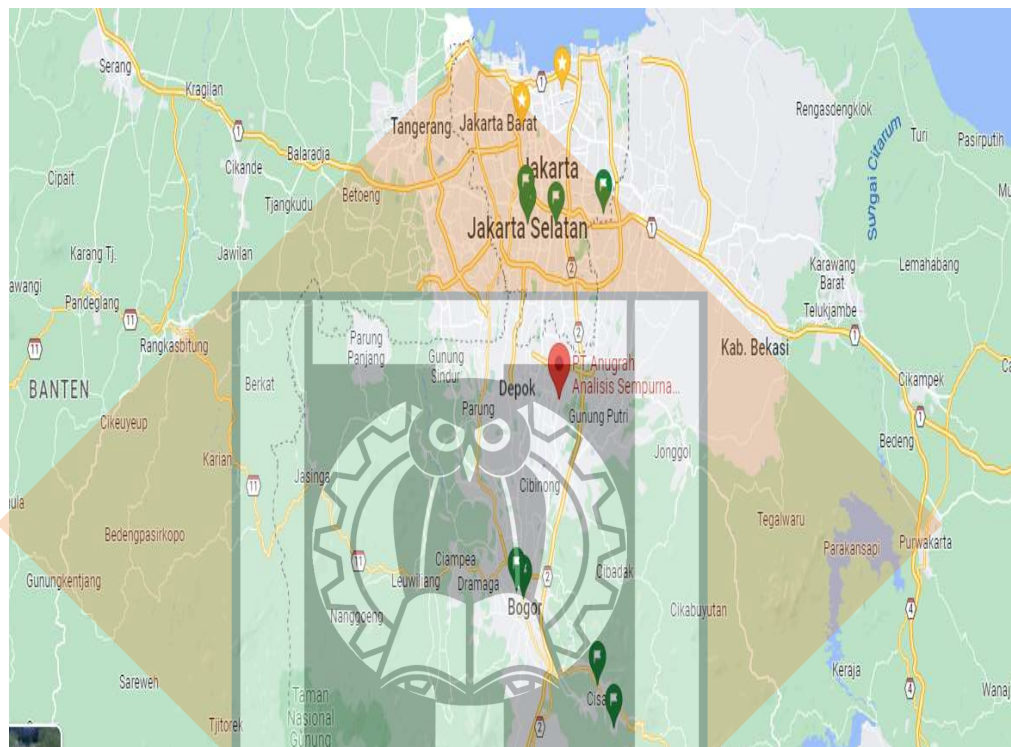
Kawasan industri	Lokasi	Produksi Limbah Cair (m <sup>3</sup> /Tahun)
1. Kawasan indsutri JABABEKA	Kota Bekasi	20.000
2. MM2100 Industrial Town BFIE		
3. GreenLand International Industrial Center		
4. Kawasan Industri Lippo Cikarang		
1. Krakatau Industrial Estate Cilegon	Kota Tangerang	7.500
2. Kawasan Industri dan Pergudangan Cikupamas		

Berdasarkan data diatas, dapat dilihat bahwa lokasi pendirian IPAL sudah tepat. Dengan mempertimbangkan banyaknya kawasan industri yang terdapat didekat lokasi pendirian IPAL. Kawasan industri yang berlokasi di daerah Bekasi dan Tangerang dengan rata-rata jumlah perusahaan sebanyak 500-2000 disetiap kawasan industri. Hal ini menjadi keuntungan untuk perusahaan dengan lokasi yang dekat dengan bahan baku.

## 2. Fasilitas transportasi

Sarana dan prasarana cukup dekat, yaitu jalan raya Jakarta-Bogor, serta gerbang tol Depok yang memang berada tidak jauh dari lokasi perusahaan menjadi fasilitas penting untuk operasional. PT Anugrah Analisis Sempurna didirikan di Jl. Raya Jakarta-Bogor No.KM.37,

Cilodong, Depok. Pada gambar 1.2 menunjukkan lokasi PT Anugrah Analisis. Lokasi ini sangat strategis, dapat dicapai langsung dari gerbang Tol Depok dan berdiri diantara kota besar Jakarta, Bogor, Tangerang dan Bekasi. Untuk perusahaan yang berlokasi radius 1-5 km dari perusahaan dapat dilakukan transportasi pengiriman limbah dengan menggunakan system *pipping* yang dapat mengurangi biaya transportasi pengiriman limbah yang menjadi bahan baku.



Gambar 1. 1 Peta lokasi PT Anugrah Analisis Sempurna

### 1.3.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor – faktor sekunder meliputi :

#### 1. Ketersediaan utilitas

Sarana penunjang meliputi kebutuhan air, bahan bakar dan listrik. Depok merupakan salah satu kota besar di Indonesia sehingga sarana dan

prasarana penunjang untuk memenuhi kebutuhan operasional perusahaan tercukupi dengan baik.

## **2. Ketersediaan tanah yang cocok**

Pendirian perusahaan juga perlu memperhatikan sarana dan prasarana yang sudah tersedia. Tanah yang cocok merupakan hal yang perlu diperhatikan. Untuk daerah jalan raya Jakarta-Bogor, Depok, Jawa Barat memiliki tanah yang baik, bukan daerah dengan rawan erosi atau tanah longsor.

## **3. Iklim**

Daerah Kota Depok, Jawa Barat mempunyai iklim tropis dengan suhu rata-rata 28.5°C dengan rata-rata *humidity* dan curah hujan sebesar 75% ; 2.245 mm (TIMUR, 2013).



## BAB 2

### TEKNOLOGI PROSES

#### 2.1 Teknologi yang Tersedia

Teknologi pengolahan air limbah menggunakan sistem extended aeration dan proses filtrasi. Unit proses atau operasi yang digunakan terdiri dari bak ekualisasi, bak aerasi, bak sedimentasi, bak klorinasi, bak efluen, dan proses filtrasi. Pengolahan ditujukan untuk parameter total padatan terlarut, total padatan tersuspensi, kebutuhan oksigen biologis dan kimia. Pada pengoperasiannya air limbah yang berasal dari air limbah domestik yang termasuk air kotor (blackwater) dialirkan ke septic tank, sedangkan air limbah domestik yang termasuk air bekas (greywater), limbah cair non B3, air bekas pencucian peralatan laboratorium, dan air bekas dari scrubber lemari asam dialirkan menuju bak ekualisasi. Kemudian limpasan dari bak ekualisasi mengalir ke bak aerasi, proses aerasi menggunakan mikroorganisme aerob dengan penambahan nutrisi dan dimasukkan udara dalam jumlah tertentu. Untuk menjaga keberlangsungan hidup mikroba-mikroba yang berada pada bak aerasi, selanjutnya limpasan dari bak aerasi kemudian dialirkan ke bak pengendap. Limpasan dari bak pengendap, kemudian mengalir ke bak klorinasi. Dalam bak klorinasi dilakukan klorinasi untuk membunuh bakteri patogen. Kemudian setelah mengalami klorinasi, air limbah dikumpulkan dalam bak efluen, limpasan dari bak efluen kemudian mengalir menuju alat filtrasi. Pada proses filtrasi ini, air limbah dari bak efluen dipompa melewati tangki pressure sand filter dan tangki pressure carbon filter. Tangki pressure sand filter berfungsi untuk menyaring padatan tersuspensi (TSS), sedangkan tangki pressure carbon filter berfungsi untuk menyerap padatan terlarut (TDS) dalam air limbah. Selama ini PT Anugrah Analisis Sempurna selaku penanggung jawab usaha telah mengolah air limbah yang dihasilkan dalam IPAL dan hasil olahan dimanfaatkan untuk menyiram tanaman.

Dalam prarancangan ini, dilakukan perbesaran skala IPAL untuk dijadikan sebagai perusahaan pengolahan air limbah. Dengan asumsi, bahwa kualitas bahan

baku dalam hal ini air limbah memiliki kualitas yang sama dengan limbah yang diproduksi oleh PT AAS.

Berikut merupakan perbandingan dari referensi perusahaan lain mengenai instalasi pengolahan air limbah yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Perbandingan IPAL dengan Perusahaan Lain**

	IPAL ( Instalasi Pengolahan Air Limbah) PT Anugrah Analisis Sempurna	IPAL ( Instalasi Pengolahan Air Limbah) PT Saraswanti Indo Genetech
<b>Alur Proses</b>	Bak Ekualisasi – Bak Aerasi – Bak Sedimentasi – Bak Klorinasi – Bak Filtrasi – Bak Effluent – Penyiraman Tanaman	Inlet – Bak Grease Trap – Bak Ekualisasi – Bak Sedimentasi – Bak Filtrasi (Bio Filter) – Bak Aerasi – Bak Desinfeksi – Bak Final (Effluent) – Dibuang ke Lingkungan
<b>Bidang Perusahaan</b>	Laboratorium Jasa Lingkungan	Laboratorium Jasa Keamanan Pangan dan Farmasi
<b>Jenis Limbah yang di Kelola</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grey Water (Air Limbah Domestik)</li> <li>2. Sisa Sampel Air yang di Uji Non B3</li> <li>3. Air Bekas Pencucian Peralatan Laboratorium</li> <li>4. Air Bekas <i>Scrubber</i> Lemari Asam</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grey Water</li> <li>2. Sisa Bekas Kegiatan Laboratorium</li> <li>3. Pencucian Alat-Alat Laboratorium</li> </ol>
<b>Media Filtrasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carbon Aktif</li> <li>2. Sand Filter</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carbon Aktif</li> <li>2. Pecahan Batu</li> <li>3. Mikrofilter</li> </ol>
<b>Baku Mutu</b>	Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup No 5 tahun 2014	KepmenLHK No 68 Tahun 2016
<b>Kapasitas</b>	80 m <sup>3</sup> / Hari ( <i>scale up</i> )	20 m <sup>3</sup> / Hari



Hasil Pengolahan	Dibuang ke lingkungan (Sungai Ciliwung)	Dibuang ke lingkungan dan sebagian digunakan kembali
------------------	---	--

## 2.2 Seleksi Proses

Pemilihan suatu teknologi untuk suatu sistem proses pengolahan limbah perlu adanya evaluasi mengenai beberapa teknologi alternatif atau referensi lain. Berdasarkan proses pengolahan limbah pada PT Anugrah Analisis Sempurna, berikut aspek – aspek yang mempengaruhi dalam pemilihan teknologi proses yang dipergunakan :

### 2.2.1 Efisiensi Proses

#### 1. Status Teknologi

Status teknologi yang digunakan adalah *extended aeration* dan proses filtrasi pada PT Anugrah Analisis Sempurna. Teknologi yang digunakan mengacu kepada proses pengolahan air limbah yang umum digunakan oleh perusahaan pengolah limbah. Dalam hal ini proses *extended aeration*, mengolah air limbah dengan menciptakan suatu kondisi dimana mengembangbiakkan mikroba yang terkandung di dalam air limbah tersebut menjadi lebih baik, dan melakukan proses dekomposisi atau penguraian zat-zat pencemar secara optimal. Proses filtrasi memiliki dua filter, pertama ialah *sand filter* yang bekerja dengan sistem pencucian (*backwash*) yang dimaksudkan untuk membuang kotoran yang tertahan pada lapisan atas media filter, kemudian yang kedua *carbon filter* yang berfungsi untuk menghilangkan bau, warna, dan zat organik yang larut dalam air.

#### 2. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan oleh kedua perusahaan relatif sama yaitu berasal dari air bekas atau limbah cair non B3 kegiatan laboratorium. Karakteristik bahan baku merupakan salah satu tolak ukur untuk memilih proses pengolahan air limbah, untuk mengetahui karakteristik air limbah domestik dapat dilihat acuannya dalam peraturan

**Table 2.2** Acuan baku mutu peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah (Lampiran XLVII)

Parameter	Satuan	Golongan 1	Golongan 2
<b>Fisika</b>			
Temperatur	C <sup>0</sup>	38	40
Padatan Terlarut	mg/L	2000	4000
Padatan Tersuspensi	mg/L	200	400
<b>Kimia</b>			
pH	-	6-9	6-9
Besi (Fe) Terlarut	mg/L	5	10
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	2	5
Barium (Ba)	mg/L	2	3
Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
Seng (Zn)	mg/L	2	10
Krom Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	mg/L	0,1	0,5
Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	1
Cadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
Tinbal (Pb)	mg/L	0,1	1
Stanum (Sn)	mg/L	2	3
Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5
Selenium (Se)	mg/L	0,05	0,5
Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,5
Sianida (Cn)	mg/L	0,05	0,6

Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/L	0,05	0,1
FLuorida (F)	mg/L	2	3
Klorin Bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	1	2
Amoniak Bebas (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	1	5
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	20	3/30
Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	1	3
BOD <sub>5</sub>	mg/L	50	150
COD	mg/L	100	300
Senyawa Aktif Biru Metilen	mg/L	5	10
Fenol	mg/L	0,5	1
Minyak Nabati	mg/L	5	10
Minyak Mineral	mg/L	10	50

Untuk parameter yang dijadikan acuan berdasarkan kandungan air limbah atau bahan baku pada instalasi pengolahan air limbah adalah parameter pH, temperatur, padatan terlarut, padatan tidak terlarut, klorin bebas, COD dan BOD. Berikut ini merupakan karakteristik air limbah berdasarkan rata-rata hasil pengujian inlet IPAL yang dilakukan selama magang MBKM, data diambil setiap hari dalam kurun waktu 5 bulan kegiatan magang.

**Table 2.2 Karakteristik inlet air limbah atau bahan baku IPAL**

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian
<b>Fisika</b>		
Temperatur	C <sup>0</sup>	35
Padatan Terlarut	mg/L	358
Padatan Tersuspensi	mg/L	173
<b>Kimia</b>		
pH	-	6

BOD <sub>5</sub>	mg/L	113
COD	mg/L	231

### 3. Hasil Pengolahan

Pada keadaan eksisting hasil pengolahan pada IPAL PT Anugrah Analisis Sempurna lebih terasa manfaatnya untuk penyiraman tanaman yang dampaknya akan mengurangi biaya pengeluaran dibandingkan PT Saraswanti Indo Genetech yang hasil olahan air limbahnya hanya dibuang ke lingkungan.

Namun dalam laporan ini dengan mempertimbangkan debit limbah yang cukup besar sehingga hasil pengolahan IPAL akan langsung dialirkan ke Sungai Ciliwung menggunakan jalur pipa. Namun dengan kepastian bahwa air limbah hasil pengolahan sudah sesuai dengan persyaratan yang ditentukan pemerintah.

#### 2.2 Keamanan Teknologi

##### 1. Kondisi Operasi

Kondisi instalasi pengolahan air limbah PT Anugrah Analisis Sempurna beroperasi pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm. Bak unit proses yang digunakan bersifat *continuous flow*.

##### 2. Zat Berbahaya

Bahan-bahan yang masuk ke dalam sistem pengolahan air limbah relatif aman dikarenakan air yang diolah berasal dari air limbah domestik dan limbah cair non B3. Terdapat beberapa potensi bahaya pada bahan tambahan yang digunakan seperti klorin cair yang dapat menyebabkan iritasi hidung, tenggorokan, dan paru-paru, namun pada penanganannya di lapangan sudah menggunakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai dengan MSDS pada bahan tersebut.

#### 2.2.3 Ekonomi

##### 1. Bahan Tambahan

Bahan tambahan yang digunakan yaitu Bakteri Aerobik dan Klorin Tablet 90 %, kedua bahan baku tersebut cukup mudah ditemukan di pasar. Selain ketersediaannya di pasar, bahan tambahan tersebut memiliki harga yang relatif murah. Harga Bakteri Aerobik di pasaran sebesar Rp 110.000 / 25 L sedangkan untuk harga Klorin Tablet 90 % berkisar Rp 30.000 – Rp 50.000 / Kg.

## 2. Peralatan Proses

Pada proses IPAL PT Anugrah Analisis Sempurna, secara garis besar proses yang dilakukan yaitu aerasi untuk menyisihkan senyawa organik oleh bakteri aerobik, proses klorinasi untuk membunuh bakteri patogen, dan proses filtrasi untuk padatan tersuspensi dan padatan terlarut. Sedangkan pada proses IPAL PT Saraswanti Indo Genetech terdapat dua proses biologi yang menggunakan bakteri anaerob pada *grease trap* dan aerob pada bak aerasi. Perbedaan ini terjadi dikarenakan bidang perusahaan yang berbeda sehingga limbah dari sampel pengujian pun berbeda menyebabkan penyesuaian terhadap masing-masing proses IPAL.

Berdasarkan perbandingan proses IPAL yang ada dan telah dilihat dari beberapa aspek yang dijelaskan diatas, maka proses IPAL PT Anugrah Analisis Sempurna yang merupakan proses *extended aeration* dan proses filtrasi dipergunakan sebagai acuan dalam proses perancangan Tugas Akhir. Hal ini dengan mempertimbangkan kesesuaian proses pengolahan dengan karakteristik limbah, dan rencana *scale up* dengan asumsi bahwa limbah yang masuk memiliki karakteristik yang sama dengan limbah yang ada di PT AAS.

## BAB 3

### RANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Proses pengolahan air limbah di PT Anugrah Analisis Sempurna dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu air limbah masuk ke bak ekualisasi, bak aerasi, bak sedimentasi, bak klorinasi, bak efluen pertama, dilakukan filtrasi dan bak efluen kedua kemudian dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman. Dengan kondisi *scaleup* maka akan terdapat perubahan dikarenakan debit air yang lebih besar. Tahapan – tahapan tersebut akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

##### 3.1.1 Deskripsi Proses

###### 1. Kegiatan Utama dan Penunjang

Kegiatan utama laboratorium PT Anugrah Analisis Sempurna adalah analisa laboratorium sampel bahan atau produk yang diuji. Pada proses pengujian akan dihasilkan air limbah berupa hasil pereaksi, air bekas cucian peralatan laboratorium dan sisa sampel air yang diuji.

Air limbah dari hasil pereaksi dan sisa sampel air yang diuji yang tergolong B3 dimasukkan dalam jerigen dan disimpan sementara dalam TPS limbah B3 sebelum diserahkan ke pihak ketiga, sedangkan air bekas cucian peralatan laboratorium dan sisa sampel air yang non B3 dialirkan dan diolah dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Meskipun begitu hasil pencucian alat gelas dari laboratorium akan tetap mengandung cemaran bahan pereaksi walaupun dalam kadar yang rendah.

##### 3.1.2 Unit Proses

Unit proses atau unit operasi untuk mengolah air limbah eksisting dari operasional laboratorium terdiri dari bak ekualisasi, bak aerasi, bak sedimentasi, bak klorinasi, dan filtrasi. Air limbah domestik yang termasuk *blackwater* (air kotor) dialirkan ke septic tank, sedangkan air limbah domestik yang termasuk *greywater* (air bekas), sisa sampel air yang diuji, air bekas pencucian peralatan

laboratorium, dan air bekas dari *scrubber* lemari asam dialirkan menuju bak ekualisasi. Kemudian limpasan dari bak ekualisasi mengalir ke bak aerasi, selanjutnya limpasan dari bak aerasi kemudian dialirkan ke bak pengendap. Limpasan dari bak pengendap, kemudian mengalir ke bak klorinasi. Dalam bak klorinasi dilakukan klorinasi untuk membunuh bakteri patogen. Kemudian setelah mengalami klorinasi, air limbah dikumpulkan dalam bak efluen pertama, limpasan dari bak efluen pertama kemudian mengalir menuju proses filtrasi, proses filtrasi berfungsi untuk menyaring total padatan tersuspensi dan terlarut yang hasilnya akan ditampung pada bak efluen kedua sebelum dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman. Berikut ini merupakan penjelasan dari proses yang dilakukan dalam perancangan IPAL sebagai berikut :

### 1. Proses Ekualisasi

Proses ekualisasi berfungsi untuk menghomogenkan konsentrasi dari kandungan polutan yang ada di air limbah, sehingga proses pengolahan air limbah selanjutnya dapat berjalan dengan stabil.

### 2. Proses Aerasi

Proses aerasi merupakan proses penyisihan senyawa organik (BOD, COD), Amoniak dan H<sub>2</sub>S oleh mikroorganisme aerob. Polutan organik akan terurai menjadi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O), amoniak akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, dan gas H<sub>2</sub>S akan diubah menjadi sulfat. Proses aerasi berlangsung dalam bak aerasi. Air limbah dalam bak aerasi dialirkan udara dalam jumlah tertentu menggunakan pompa aerator untuk memenuhi kebutuhan mikroorganisme aerob dalam proses penguraian bahan organik.

### 3. Proses Sedimentasi

Proses sedimentasi merupakan proses pengendapan padatan untuk menghilangkan materi tersuspensi yang terbawa dari bak aerasi secara gravitasi. Proses ini berlangsung dalam bak pengendap (*settling tank*).

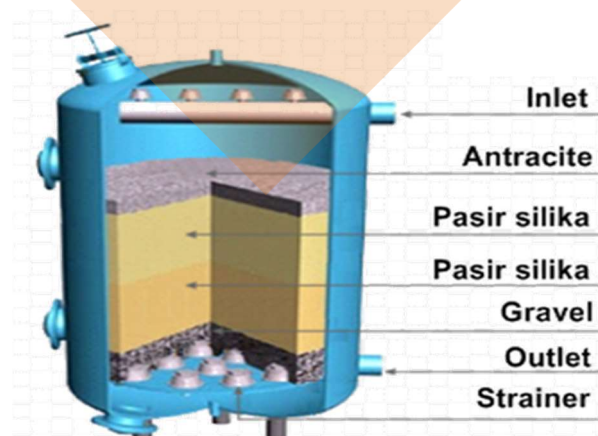
#### 4. Proses Klorinasi

Proses klorinasi merupakan proses pembubuhan klorin pada air limbah untuk membunuh bakteri patogen. Proses ini dilakukan pada bak klorinasi (*clorination tank*) dengan menggunakan klor berbentuk larutan.

#### 5. Proses Filtrasi

Proses ini merupakan proses penyaringan padatan tersuspensi dan padatan terlarut ada dua jenis filtrasi yang digunakan yaitu tangki *pressure sand filter* yang berfungsi untuk menyaring padatan tersuspensi dan tangki *pressure carbon filter* berfungsi untuk menyerap padatan terlarut dalam air limbah.

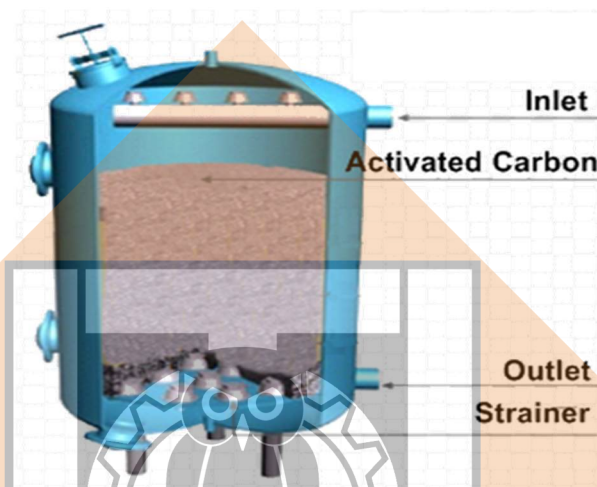
Pasir silika yang digunakan dalam tangki *sand filter* terdiri dari beberapa lapisan pasir dengan berbagai ukuran dan berat jenis. Pada operasionalnya, *pressure sand filter* menggunakan pompa air baku untuk menghasilkan tekanan operasi yang diperlukan. Air baku melewati *pressure sand filter* pada tekanan  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  atau  $3,38 \text{ atm}$  untuk mengurangi padatan tersuspensi masuk ke dalam air baku. Filter secara efektif akan menyaring hingga 30 - 50 mikron dari padatan tersuspensi. Filter harus dicuci dengan air baku selama 20 sampai 30 menit setiap hari. *Pressure sand filter* yang digunakan adalah kapasitas  $5 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Konstruksi *pressure sand filter* disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 2.2 Kontruksi *Pressure Sand Filter*



*Carbon filter* berfungsi untuk menghilangkan bau dan warna pada air limbah. Media Filter yang digunakan pada *pressure carbon filter* adalah Karbon Aktif. Besar butir carbon filter yang digunakan akan mempengaruhi keefektifan proses filtrasi. Konstruksi *pressure carbon filter* disajikan pada Gambar 3.3.

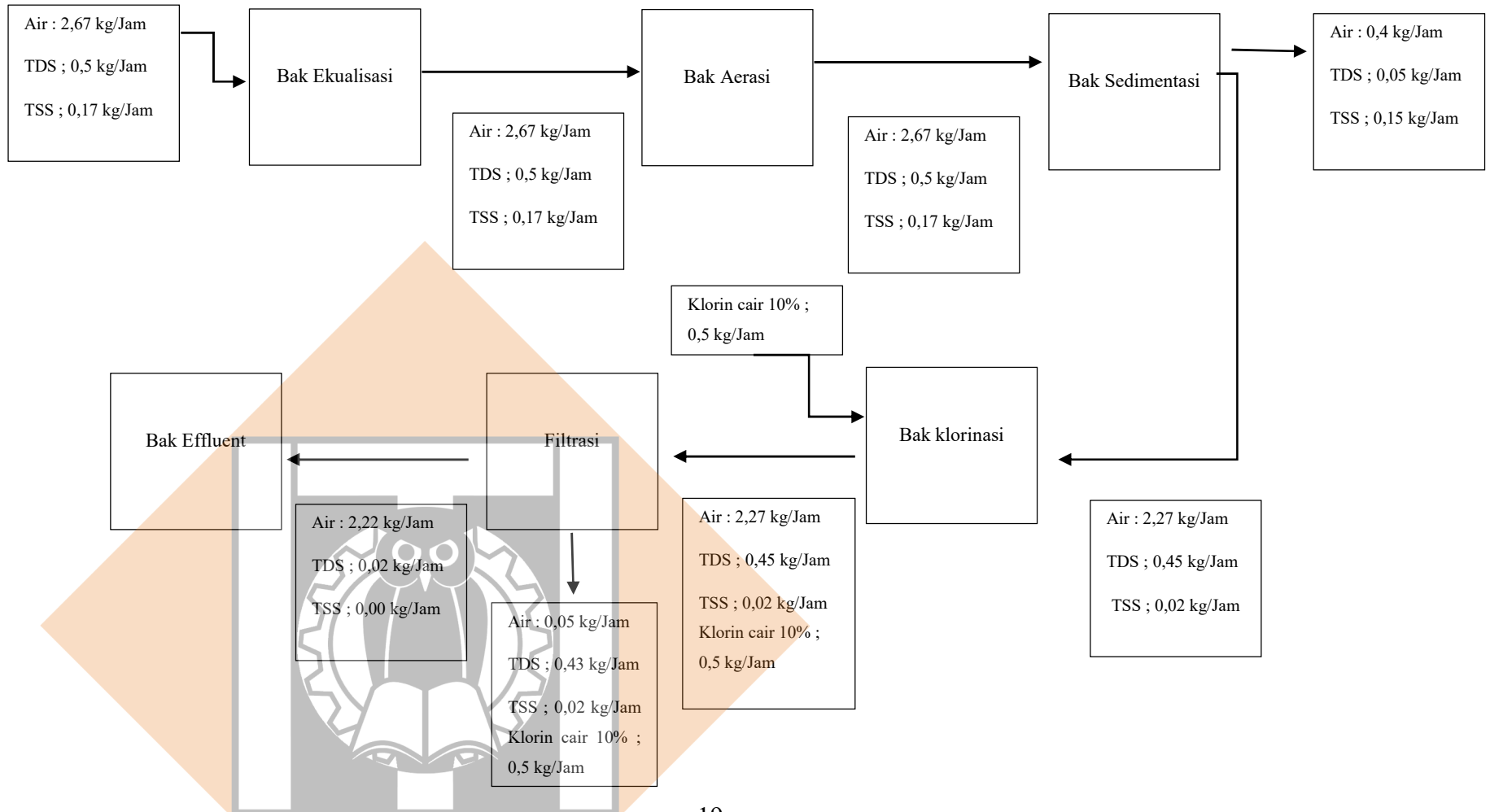


Gambar 3. 2 Kontruksi *Pressure Sand Filter*

## 6. Proses Pengumpulan Hasil Olahan (Effluent)

Proses ini merupakan proses pengumpulan air limbah hasil olahan sebelum dibuang ke selokan. Proses ini dilakukan pada bak efluen (*effluent tank*). Bak efluen ini berfungsi sebagai titik sampling untuk pemantauan kualitas outlet IPAL bulanan dan tempat untuk pengambilan sampel air limbah.

3.1.3 Diagram Alir Kuantitatif Massa



### 3.1.4 Sistem Pengendalian Alat Utama

Pengendalian diperlukan untuk menjaga variabel yang dikendalikan pada kondisi yang sudah ditentukan. Untuk pengendalian tersebut dalam proses IPAL maka digunakan beberapa *controller* sebagai berikut ;

1. *Pressure Controller (PC)*
2. *Level Controller (LC)*

Pengendalian proses pada alat filtrasi yang pertama adalah diatur tekanan operasi di filtrasi dengan menggunakan alat *pressure controller (PC)* yang berfungsi untuk menjaga tekanan filter pada tekanan operasi yaitu pada 3,38 atm dan mencegah terjadinya perubahan tekanan pada proses filtrasi.

Pengendalian proses yang ke tiga diatur ketinggian cairan pada seluruh bak. *Level controller (LC)* berfungsi untuk menjaga agar ketinggian cairan di dalam setiap unit bak tetap dan mencegah terjadinya perubahan ketinggian cairan. LC dipasang di dalam bak-bak proses. Tinggi rendahnya cairan akan diterima berbentuk sinyal elektrik oleh LC, kemudian akan diteruskan menuju *transducer* untuk diubah menjadi sinyal digital yang akan diteruskan ke ruang kontrol, kemudian ruang kontrol akan mengirim sinyal digital ke *transducer* untuk diubah menjadi sinyal *pneumatic* yang akan menggerakkan *valve*. Tindakan yang harus dilakukan, jika ketinggian cairan di atas kondisi optimum maka bukaan *valve* diperbesar. Jika ketinggian cairan di bawah kondisi optimum maka bukaan *valve* diperkecil.

### 3.2 Kebutuhan Utilitas

Utilitas merupakan bagian penting dalam suatu kegiatan operasional sebuah pabrik yang bertujuan untuk membantu kelancaran proses unit produksi. Utilitas yang dibutuhkan dalam proses pengolahan air limbah ini yaitu air, listrik, dan bahan bakar. Dalam hal ini utilitas dibagi menjadi beberapa unit

### 3.2.1 Unit Penyedia Air


Kebutuhan air pada perusahaan pengolah limbah ini hanya digunakan untuk operasional laboratorium dan perkantoran. Berdasarkan data dari PT AAS maka dapat dikalkulasikan dengan asumsi skala yang dinaikan sebesar 50% yaitu sebesar 3 m<sup>3</sup>/hari. Dengan perhitungan factor keamanan sebesar 10% sebagai berikut ;

Untuk faktor keamanan 10% maka jumlah air yang harus disediakan:

$$\begin{aligned} &= 1,1 \times 3 \\ &= 3,3 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3,3 \text{ Kg/hari} \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan spesifikasi peralatan pengolahan air yang digunakan:

#### 1. Tangki Air Bersih (TU-01)



Kapasitas alat	: 0,14 kg/h
Fungsi alat	: Tempat penyimpanan Air bersih
Kondisi operasi	
Temperatur	: 30 °C
Tekanan	: 1,00 atm
Dimensi	
Volume	: 1 m <sup>3</sup>
Diameter	: 1,5 m
Tinggi	: 3 m
Bahan/material konstruksi alat	: Plastik/polimer
Harga satuan	: Rp 1.440.900
Jumlah alat	: 1 buah

### 3.2.2 Unit Penyedia Listrik

Secara garis besar, penyediaan listrik dalam pabrik dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Listrik untuk penggerak motor

a. Peralatan proses

2. Peralatan penunjang

a. Peralatan bengkel

Dalam suatu pabrik diperlukan fasilitas pemeliharaan dan perbaikan peralatan pabrik.

b. Instrumentasi

Alat-alat instrumentasi yang digunakan berupa alat-alat kontrol dan alat-alat pendeteksi.

c. Penerangan lampu jalan, pendingin ruangan dan perkantoran

Alat-alat penerangan yang dibutuhkan untuk pabrik, kantor dan lingkungan sekitar pabrik. Dibutuhkan pendingin ruangan untuk kantor dan laboratorium perlu diberikan.

d. Selain itu peralatan kantor seperti komputer, intercom, pengeras suara dan lainnya.

No	Jenis Penggunaan	Daya (Hp/jam)
1	Listrik untuk alat proses	7
2	Listrik untuk peralatan penunjang	4,471
<b>Total</b>		<b>11,4701</b>

### 3.3 Tata Letak Alat Proses

Penyusunan letak alat proses yang optimum dapat memberikan suatu dampak terhadap jalannya pengoperasian pengolahan limbah yang efisien, mengoptimalkan penggunaan area pengolahan limbah, dan meminimalkan biaya konstruksi. Tata letak alat proses ini sangat erat hubungannya dengan perencanaan IPAL dan bertujuan agar:

1. Alur proses pengolahan limbah berjalan lancar dan efisien
2. Operator dapat bekerja dengan leluasa, aman, selamat dan nyaman

Ada tiga macam penyusunan tata letak alat proses, yaitu:

1. Tata Letak Produk atau Garis (*Product Lay Out / Line Lay Out*)

Yaitu tata letak berdasarkan produk atau aliran semua unit operasi diatur sesuai dengan urutan operasi produk. Dalam jenis tata letak ini, bahan baku disuplai di satu ujung jalur dan bergerak dari satu operasi ke operasi berikutnya dengan cukup cepat dengan pekerjaan minimum dalam proses, penyimpanan, dan penanganan bahan.

2. Tata Letak Proses atau Fungsional (*Process / Functional Lay Out*)

Yaitu jenis tata letak berdasarkan proses atau fungsi, peralatan tidak diatur sesuai dengan urutan operasi tetapi diatur sesuai dengan sifat atau jenis operasi. Tata letak ini umumnya cocok untuk pekerjaan yang tidak berulang..

3. Tata Letak Kelompok (*Group Lay Out*)

Yaitu kombinasi dari *Line Lay Out* dan *Fungsional Lay Out*. Biasanya dipakai oleh perusahaan besar yang memproduksi lebih dari satu jenis produk.

PT Anugrah Analisis Sempurna ini dalam penyusunan tata letak alat prosesnya menggunakan Tata Letak Produk atau Garis (*Product Lay Out / Line Lay Out*). Kontruksi yang ekonomis dan operasi yang efisien dari suatu unit proses akan sangat diperhatikan demi menunjang kegiatan pengolahan limbah. Faktor – faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak alat proses adalah:

1. **Pertimbangan Ekonomis**

Biaya konstruksi dioptimalkan dengan jalan menempatkan unit proses yang memberikan sistem pengolahan limbah yang sederhana, ringkas dan efisien, sehingga akan mengurangi biaya dikarenakan tidak bergantung pada pihak ketiga dalam proses pengolahan limbah.

2. **Kemudahan Operasi**

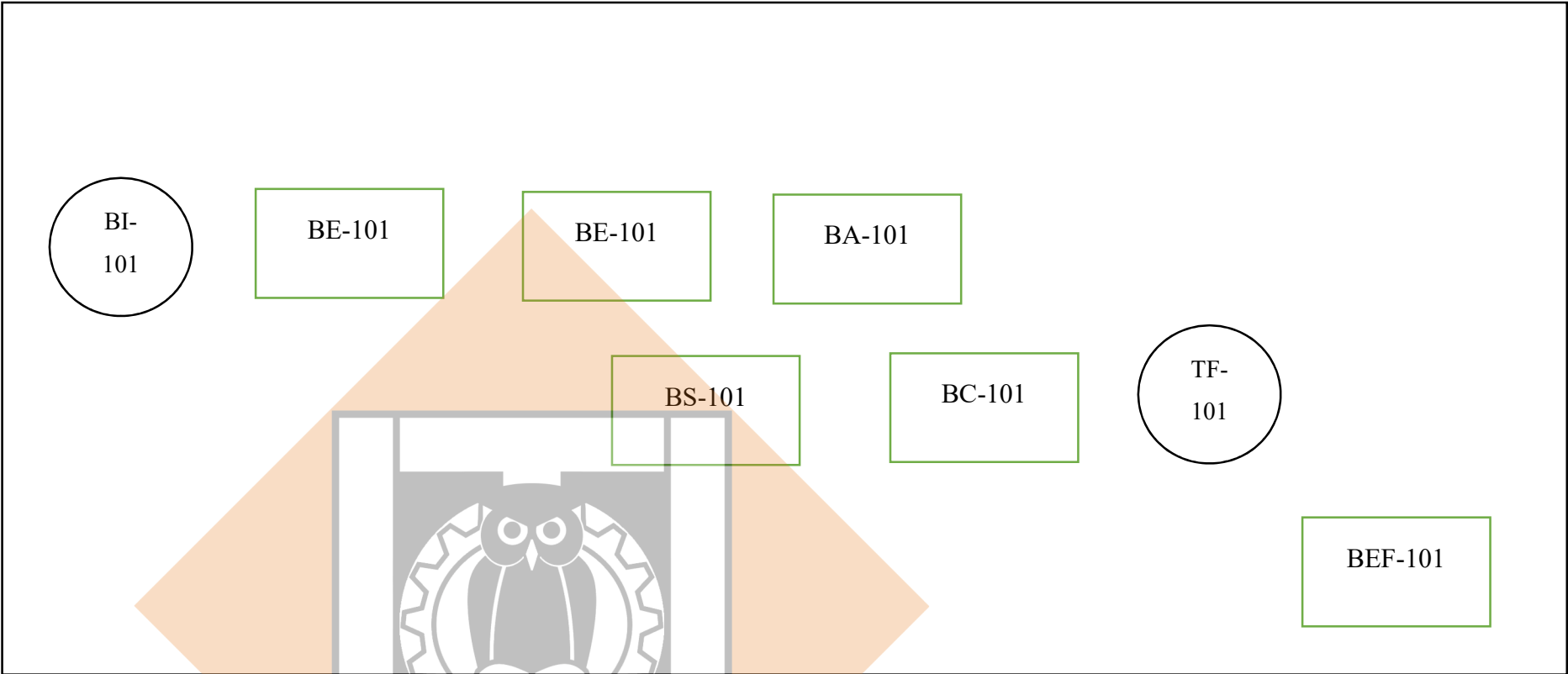
Letak tiap alat diusahakan agar dapat memberikan keleluasan bergerak pada para pekerja dalam melaksanakan aktivitas pemantauan.

3. **Kemudahan Pemeliharaan**

Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan unit – unit proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan.

4. **Keamanan**

Pada seluruh unit-unit proses diberikan penutup besi saat tidak dilakukan pemantauan sehingga bak unit proses tidak membahayakan serta tidak menyebabkan sesuatu yang tidak diinginkan.



Gambar 3. 1 Tata Letak Alat



## **Institut Teknologi Indonesia**

Keterangan ;

BI-101 ; Bak Inlet Limbah

BE-101 ; Bak Ekualisasi

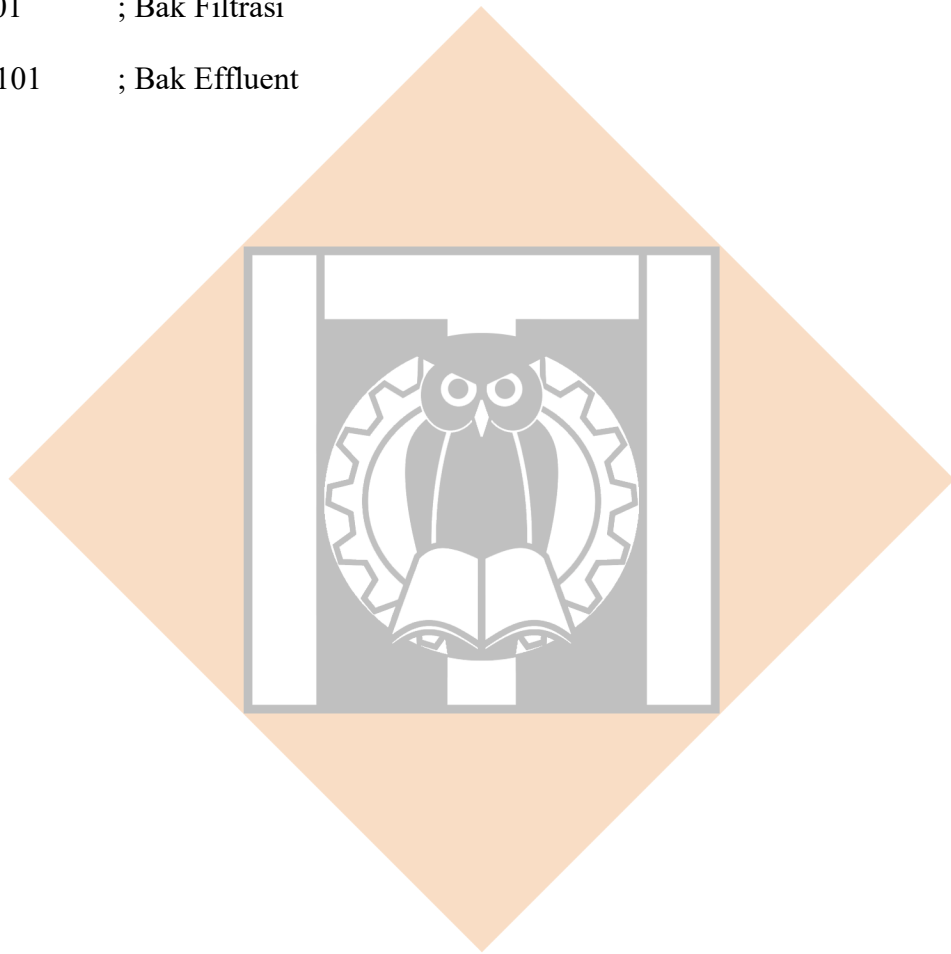
BA-101 ; Bak Aerasi

BS-101 ; Bak Sedimentasi

BC-101 ; Bak Chlorination

BF-101 ; Bak Filtrasi

BEF-101 ; Bak Effluent



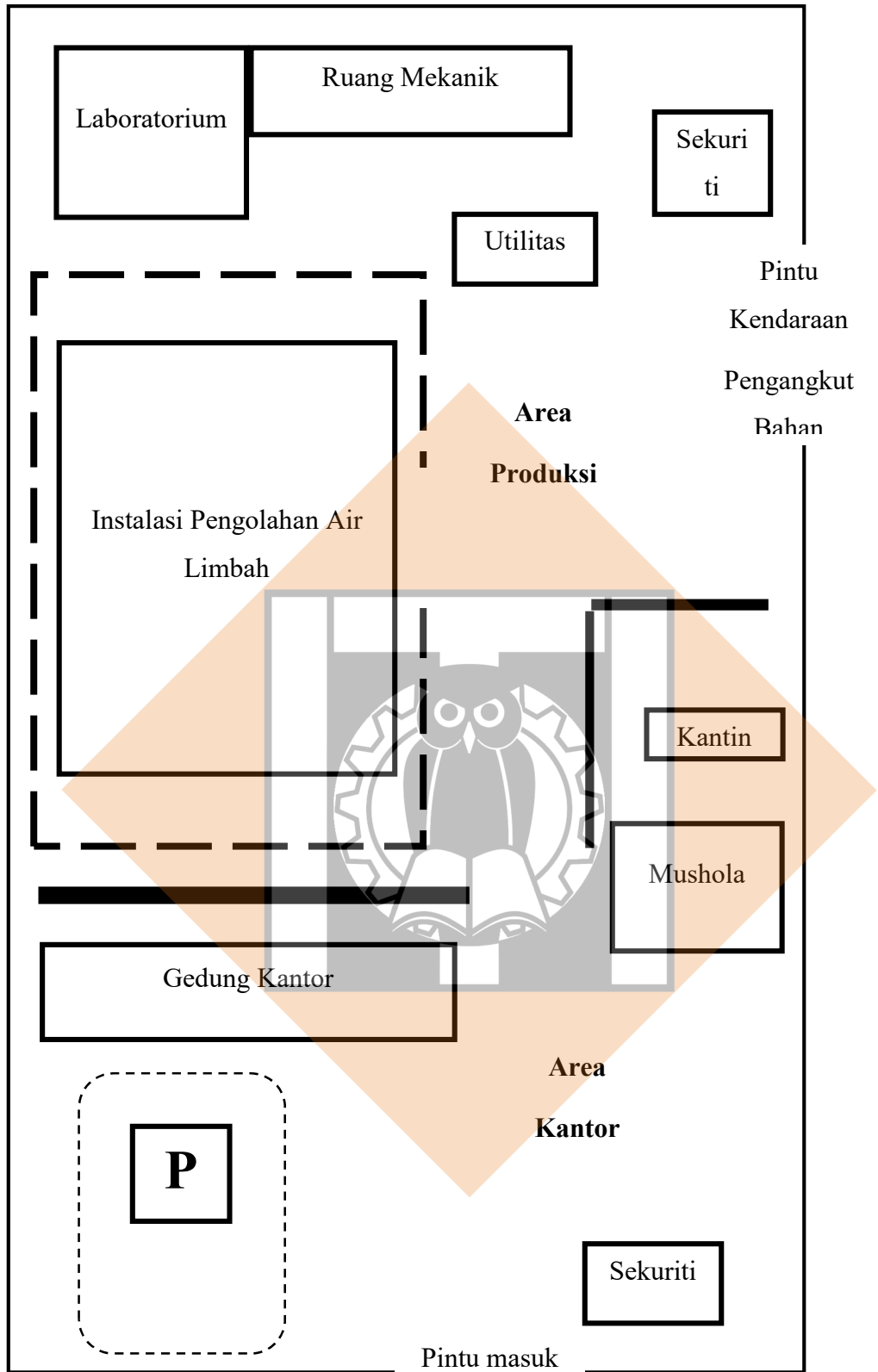
### 3.3 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan bagian dari perancangan pabrik yang perlu diperhatikan. Tata letak pabrik mengatur susunan letak bangunan untuk daerah proses, area perlengkapan, kantor, gudang, utilitas dan fasilitas lainnya guna menjamin kelancaran proses produksi dengan baik dan efisien, serta menjaga keselamatan kerja para karyawannya dan menjaga keamanan dari pabrik tersebut. Pada IPAL PT Anugrah Analisis Sempurna jalannya aliran proses dan aktifitas dari para pekerja yang ada, menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan bangunan – bangunan dalam suatu pabrik sehingga proses dapat berjalan dengan efektif, aman dan kontinyu.

Beberapa faktor yang diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik (*plant lay out*) antara lain:

- a. Kemudahan dalam operasi dan proses yang disesuaikan dengan kemudahan dalam memelihara peralatan serta kemudahan mengontrol hasil olahan air limbah
- b. Distribusi utilitas yang tepat dan ekonomis
- c. Keselamatan kerja
- d. Memberikan kebebasan bergerak yang cukup leluasa diantara peralatan proses dan peralatan penunjang lainnya
- e. Adanya kemungkinan perluasan pabrik
- f. Masalah pengolahan limbah pabrik agar tidak mengganggu atau mencemari lingkungan
- g. Penggunaan ruang yang efektif dan ekonomis

Berdasarkan faktor diatas, maka pengaturan tata letak pabrik pengolahan limbah akan dibuat sebagaimana pada gambar 3.2 berikut



Gambar 3.2 Tata letak Pabrik

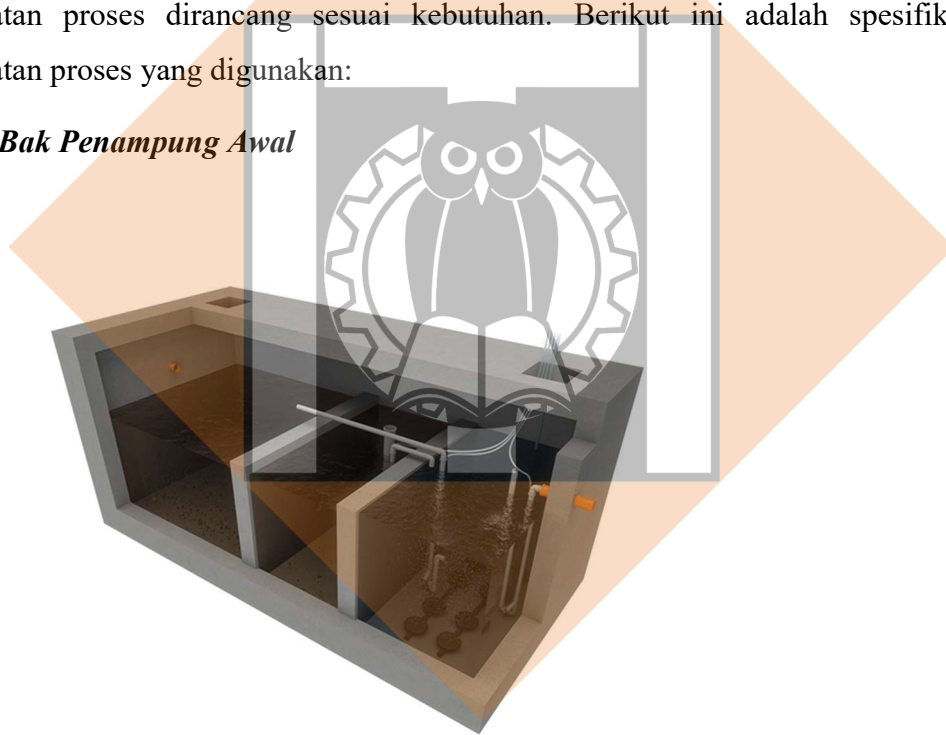
## BAB 4

### SPEKIFIKASI ALAT

#### 4.1 Peralatan Proses

Peralatan proses pada instalasi pengolahan air limbah PT Anugrah Analisis Sempurna terdiri atas bak ekualisasi yang berfungsi untuk penampungan air limbah awal. Selain itu terdapat bak Aerasi yang berfungsi untuk memisahkan pengotor menggunakan bantuan mikroorganisme dan terdapat bak Sedimentasi yang berfungsi untuk mengendapkan sedimen dari proses bak aerasi. Alat utilitas yang digunakan adalah pompa yang digunakan untuk mengalirkan bahan kimia (Hipoklorit) dan juga pompa untuk mengalirkan effluent ke tanaman. Semua peralatan proses dirancang sesuai kebutuhan. Berikut ini adalah spesifikasi peralatan proses yang digunakan:

##### 4.1.1 Bak Penampung Awal



Gambar 4. 1 Bak Penampung Awal

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| a. Debit Air Limbah ( $m^3/jam$ ) | : 3,33                                |
| b.. Fungsi alat                   | : Sebagai Penampungan Awal Air Limbah |

- d. Kondisi operasi
  - Temperatur (°C) : 30
  - Waktu Detensi (Jam) : 48
- e. Dimensi (Aktual)
  - Panjang Bak (m) : 10
  - Lebar Bak (m) : 4
  - Tinggi Bak (m) : 4
  - Volume Bak (m<sup>3</sup>) : 160
- h. Harga satuan : Rp 130.000.000,00
  - Jumlah alat : 1

#### 4.1.2 Bak Ekualisasi



Gambar 4. 2 Bak Ekualisasi

- a. Debit Air Limbah (m<sup>3</sup>/jam) : 3,33
- b.. Fungsi alat : Sebagai penggabung aliran awal masuk limbah

- d. Kondisi operasi
  - Temperatur (°C) : 30
  - Waktu Detensi (Jam) : 5
- e. Dimensi (Aktual)
  - Panjang Bak (m) : 4,1675
  - Lebar Bak (m) : 2
  - Tinggi Bak (m) : 1
  - Volume Bak (m<sup>3</sup>) : 16,67
- h. Harga satuan : Rp 50.000.000,00
  - Jumlah alat : 1

#### 4.1.3 Bak Aerasi

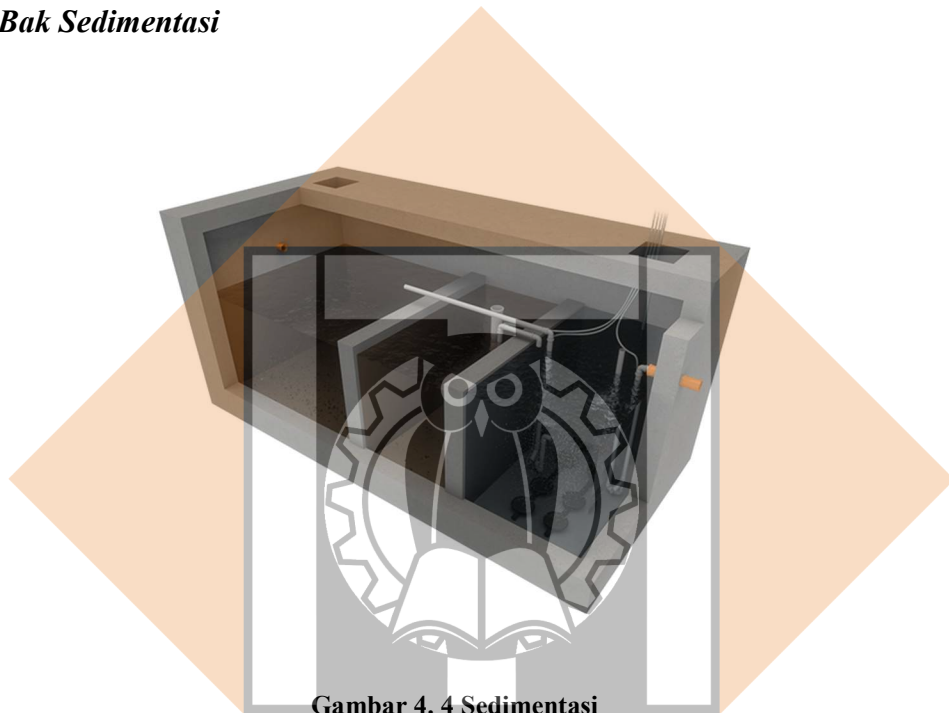


Gambar 4. 3 Bak Aerasi

- a. Debit Air Limbah (m<sup>3</sup>/jam) : 3,33
- b.. Fungsi alat : Proses dekomposisi polutan secara mikrobiologi
- d. Kondisi operasi
  - Temperatur (°C) : 30
  - Waktu Detensi (Jam) : 6

- e. Dimensi (Aktual)
  - Panjang Bak (m) : 3,33
  - Lebar Bak (m) : 1,5
  - Tinggi Bak (m) : 2
  - Volume Bak (m<sup>3</sup>) : 20
- h. Harga satuan : Rp 60.000.000,00
- Jumlah alat : 1

#### 4.1.4 Bak Sedimentasi



Gambar 4. 4 Sedimentasi

- a. Debit Air Limbah : 3,33 (m<sup>3</sup>/jam)
- b.. Fungsi alat : Untuk Mengendapkan Sedimen yang Terbentuk dari Proses Aerasi
- d. Kondisi operasi
  - Temperatur (°C) : 30
  - Waktu Detensi (Jam) : 3
- e. Dimensi (Aktual)
  - Panjang Bak (m) : 1

Lebar Bak (m)	: 1,5
Tinggi Bak (m)	: 3,33
Volume Bak (m <sup>3</sup> )	: 10
h. Harga satuan	Rp 30.00.000,00
Jumlah alat	: 1

#### **4.1.4 Bak Klorinasi**



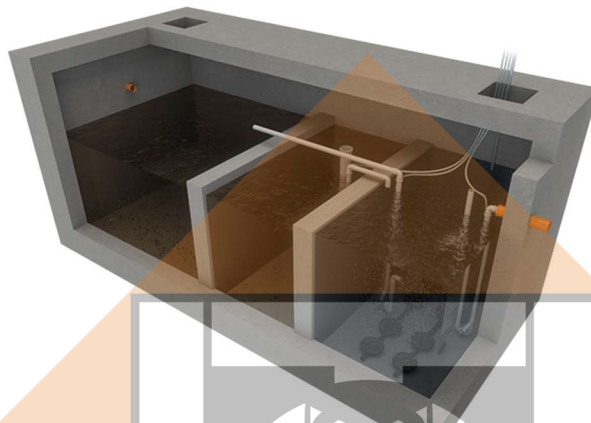
- a. Debit Air Limbah (m<sup>3</sup>/jam) : 3,33
- b.. Fungsi alat :Membunuh bakteri pathogen
- d. Kondisi operasi
  - Temperatur (°C) : 30
  - Waktu Detensi (Jam) : 1
- e. Dimensi (Aktual)
  - Panjang Bak (m) : 1,5
  - Lebar Bak (m) : 1
  - Tinggi Bak (m) : 1
  - Volume Bak (m<sup>3</sup>) : 3,33



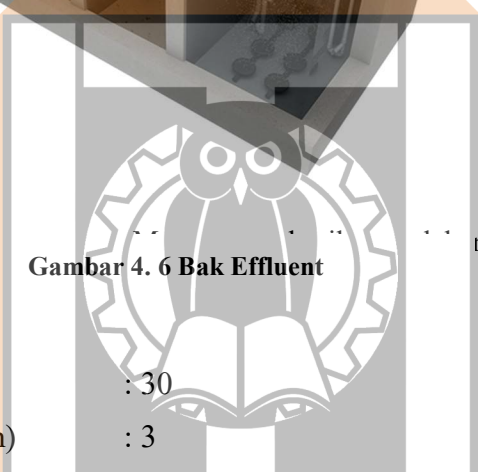
- h. Harga satuan Rp 9.990.000,00  
Jumlah alat : 1

#### 4.1.4 Bak Effluent

- a. Debit Air Limbah ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) : 3,33



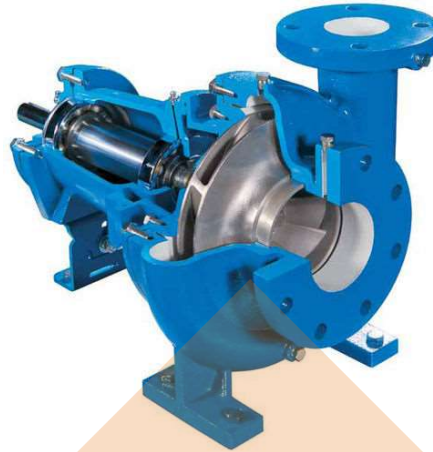
- b.. Fungsi alat : ... n air limbah
- d. Kondisi operasi  
Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) : 30  
Waktu Detensi (Jam) : 3
- e. Dimensi (Aktual)  
Panjang Bak (m) : 3,335  
Lebar Bak (m) : 2  
Tinggi Bak (m) : 1  
Volume Bak ( $\text{m}^3$ ) : 10
- h. Harga satuan Rp 50.000.000,00  
Jumlah alat : 1



Gambar 4. 6 Bak Effluent

5.2 Peralatan Utilitas

4.2.1 Pompa P-101

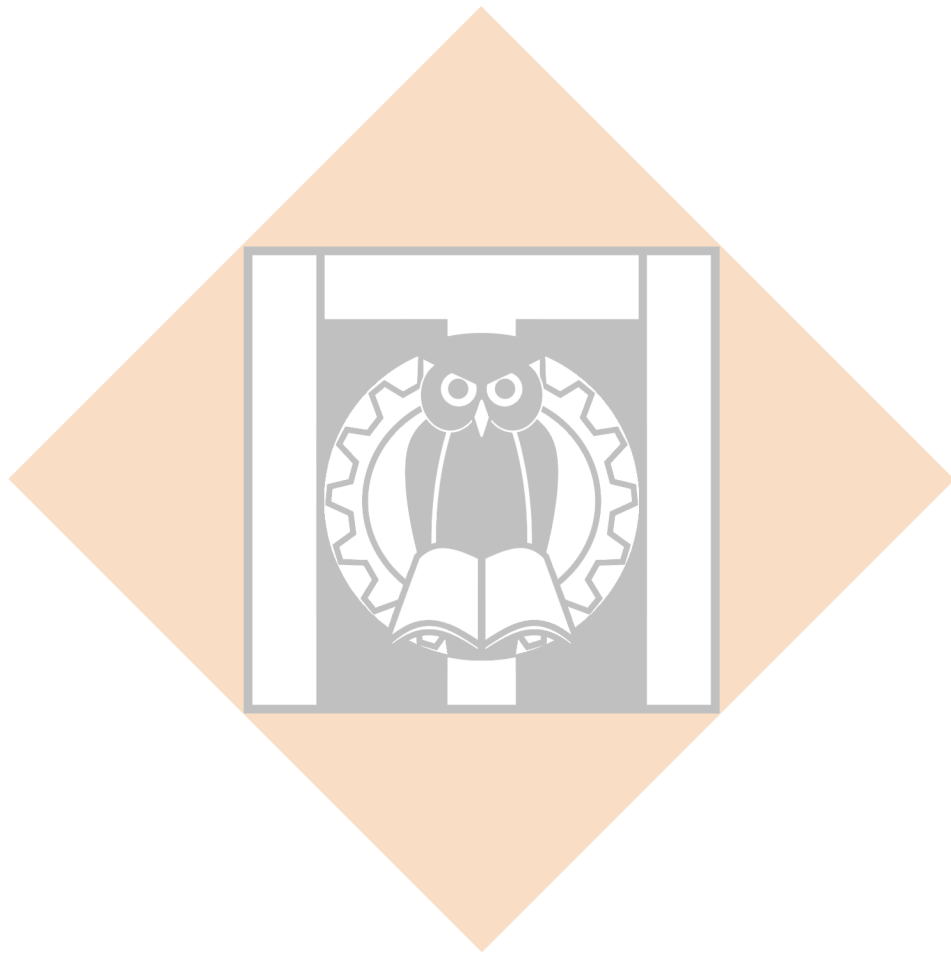


Gambar 4. 7 Pompa

Alat	P-101 – P-106		
Fungsi	Mengalirkan Aliran Disetiap Proses Pengolahan Antara Bak-Bak		
Jenis	<i>Centrifuge (horizontal) chemical</i>		
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel or Wrought Iron</i>		
Kapasitas	0,00325	m <sup>3</sup> /jam	0,014 pm
Efisiensi Pompa	0,30		
Dimensi	NPS	0,13	in
	Schedule	40,00	in
	Panjang pipa lurus (L) =	3	m
	Standard elbow90deg	2,00	unit
	Globe valve	1,00	unit
	Gate Valve	2,00	unit
	Tee	1,00	unit
Power Motor	0,000051	HP	

**Institut Teknologi Indonesia**

Power Motor Dipasaran	0,5	HP
NPSHR	0,00608	M
Jumlah	12	Unit
Harga	Rp.1.500.000	



## BAB 5

# ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN

### 5.1 Deskripsi Singkat

Kesehatan kerja adalah merupakan bagian dari kesehatan masyarakat atau aplikasi kesehatan masyarakat didalam suatu masyarakat pekerja dan masyarakat lingkungannya (Notoadmojo, 2012). Keselamatan kesehatan kerja adalah merupakan multidisplin ilmu yang terfokus pada penerapan prinsip alamiah dalam memahami adanya risiko yang mempengaruhi kesehatann dan keselamatan manusia dalam lingkungan laboratorium ataupun bangunan air pendukung pengolahan air limbah laboratorium. Selain itu keselamatan dan kesehatan kerja merupakan profesionalisme dari berbagai disiplin ilmu yaitu fisika, kimia, biologi dan ilmu perilaku yang diaplikasikan dalam manufaktur, transportasi, penyimpanan dan penanganan bahan berbahaya termasuk didalamnya aktivitas pemeliharaan IPAL.

Aktivitas pemeliharaan IPAL dalam rangka menjaga kualitas baku mutu lingkungan, tidak terlepas dari bahaya-bahaya dan risiko yang akan mengancam petugas atau operator IPAL. Jika K3 tidak diterapkan dalam pengelolaan IPAL akan mengakibatkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

### 5.2 Potensi Bahaya

Potensi bahaya merupakan suatu keadaan yang memungkinkan atau berpotensi terjadinya kejadian kecelakaan berupa cedera, penyakit, kematian, kerusakan atau kemampuan melaksanakan fungsi operasional yang telah ditetapkan. Identifikasi potensi bahaya di tempat kerja yang berisiko menyebabkan terjadinya kecelakaan antara lain disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Kegagalan komponen, antara lain berasal dari :

- a. Kegagalan yang bersifat mekanis yaitu kegagalan sistem IPAL dan sistem perpipaan yang digunakan.
  - b. Kegagalan sistem pengaman yang disediakan yaitu tidak tersedianya tanda bahaya, rambu-rambu keselamatan dan APD untuk petugas.
  - c. Kegagalan operasional peralatan kerja yang digunakan yaitu mesin pompa, blower tidak berfungsi dengan baik.
2. Kondisi yang menyimpang dari suatu pekerjaan, yang bisa terjadi akibat :
- a. Kegagalan pengawasan atau monitoring yaitu tidak dilakukan secara berkala
  - b. Kegagalan pemakaian dari bahan baku yaitu bahan kimia dan bakteri ditambahkan tidak sesuai SOP.
  - c. Terjadinya pembentukan bahan antara, bahan sisa dan sampah berbahaya yaitu terlalu banyak membeli bahan baku sehingga tidak sesuai dengan pemakaian, akibatnya menumpuk menjadi limbah B3.
3. Kesalahan manusia dan organisasi
- a. Kesalahan operator atau manusia, yaitu bekerja tidak memahami risiko kerja dan SOP
  - b. Kesalahan sistem pengaman, yaitu tidak membentuk penanggung jawab pengelolaan IPAL atau tidak menunjuk seorang operator untuk pemeliharaan IPAL
  - c. Kesalahan dalam mencampur bahan kimia berbahaya yaitu tidak memahami /membaca MSDS bahan dan SOP penambahan bahan kimia/ bakteri.
  - d. Kesalahan komunikasi yaitu salah pengertian antara penanggung jawab IPAL dan operator.
  - e. Melakukan pekerjaan yang tidak sah atau tidak sesuai prosedur kerja aman yaitu menambahkan bahan/bakteri tidak pada tempatnya atau melanggar SOP.
2. Kecelakaan dari luar yang berpengaruh terhadap IPAL seperti :
- a. Kecelakaan pada waktu pengangkutan produk (bahan kimia PAC, NaOH, Polimer, HCl dan bakteri).
  - b. Kecelakaan pada saat pengisian bahan kimia dan bahan biologi.

- c. Kecelakaan pada saat melakukan pemeliharaan mesin, peralatan, service peralatan.
3. Kecelakaan akibat adanya sabotase, yang bisa dilakukan oleh orang luar ataupun dari dalam laboratorium.

Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang jelas tidak dikehendaki dan sering kali tidak terduga semula yang dapat menimbulkan kerugian baik waktu, harta benda, atau properti maupun korban jiwa yang terjadi di dalam suatu proses kerja seperti IPAL atau yang berkaitan dengannya. Kecelakaan kerja tidak datang dengan sendirinya akan tetapi ada serangkaian peristiwa yang mendahului terjadinya kecelakaan tersebut, pada hakikatnya setiap kecelakaan yang terjadi pasti ada penyebabnya. Ada 2 faktor penyebab terjadinya kecelakaan yaitu :

1. Unsafe Action (tindakan tidak aman)

Yaitu suatu tindakan atau tingkah laku yang tidak aman sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja, misalnya :

- a. Cara kerja yang tidak benar seperti melakukan pemeliharaan IPAL tidak sesuai SOP yang sudah di tetapkan.
- b. Sikap kerja yang tergesa-gesa seperti tidak hati-hati pada saat memasukkan bahan kimia atau bakteri ke tempat penampungan, sehingga menyebabkan tercecer atau terpercik ke badan.
- c. Kurangnya pengetahuan dan ketrampilan seperti operator IPAL belum dilatih
- d. Kelelahan dan kejenuhan sehingga kurang semangat bekerja.

2. Unsafe Condition ( kondisi tidak aman)

Yaitu kondisi lingkungan kerja yang mengandung potensi atau faktor bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja, antara lain :

- a. Keadaan mesin, peralatan kerja, fasilitas pendukung yang tidak memadai atau tidak disiapkan.
- b. Lingkungan kerja licin, berbau, dan terdapat bahan beracun dan berbahaya.
- c. Potensi Penyakit Akibat Kerja

Penyakit Akibat Kerja (PAK) (Occupational Diseases) adalah penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja (Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. Per. 01/Men/1981) yang akan berakibat cacat sebagian maupun cacat total. Faktor-faktor penyebab penyakit akibat kerja pada lingkungan kerja IPAL :

1. Faktor Fisik

- a. Suara tinggi/bising : menyebabkan ketulian dari alat blower dan mesin pompa.
- b. Temperatur/suhu tinggi : menyebabkan *Hyperpyrexia, Milliaria, Heat Cramp, Heat Exhaustion, Heat Stroke*, jika operator IPAL berada di dalam rumah mesin.

2. Golongan Kimia

- a. Asal :
  - Bahan baku (inlet IPAL mengandung berbagai karakteristik bahan kimia berbahaya),
  - Bahan tambahan : penambahan bahan kimia (PAC, NaOH, HCl dan Polimer) dan penambahan bakteri, serta desinfektan (klorin).
  - Hasil samping (*Sludge* IPAL)
  - Hasil olahan air IPAL (outlet IPAL)
- b. Bentuk : zat padat, cair, gas, uap maupun partikel.
- c. Cara masuk tubuh dapat melalui saluran pernafasan, saluran pencernaan, kulit dan mukosa.
- d. Masuknya dapat secara akut dan secara kronis.
- e. Efek terhadap tubuh : iritasi, alergi, korosif, *Asphyxia*, keracunan sistemik, kanker, kerusakan/kelainan janin.

3. Golongan Biologi

- a. Berasal dari : virus, bakteri, parasit, jamur, serangga, dan binatang lainnya.
- b. Golongan ergonomi atau fisiologi
- c. Akibat : cara kerja, posisi kerja, alat kerja, lingkungan kerja yang salah, kontruksi salah.

- d. Efek terhadap tubuh : kelelahan fisik, nyeri otot, deformitas tulang, perubahan bentuk, dislokasi.

#### 4. Golongan Mental Psikologi

- a. Akibat : suasana kerja monoton dan tidak nyaman, hubungan kerja kurang baik, upah kerja kurang, terpencil, tak sesuai bakat.
- b. Manifestasinya berupa stress.

### 5.3 Upaya pengendalian bahaya

Salah satu upaya pengendalian adalah dengan melakukan sosialisasi kepada seluruh pekerja/operator IPAL tentang risiko bahaya tersebut sehingga seluruh pekerja mampu mengenal risiko bahaya tersebut. Dengan mengenal risiko bahaya diharapkan pekerja mampu mengidentifikasi risiko bahaya yang ada disatuan kerjanya dan mengetahui upaya pengendalian risiko bahaya yang sudah dilakukan oleh rumah sakit sehingga dapat meningkatkan kepatuhan pekerja terhadap sistem pengendalian risiko bahaya yang sudah dilakukan. Risiko-risiko bahaya tersebut semua dapat kita kendalikan melalui 5 hirarki sebagai berikut :

#### 1. Eliminasi

Hirarki teratas yaitu eliminasi/menghilangkan bahaya dilakukan pada saat desain, tujuannya adalah untuk menghilangkan kemungkinan kesalahan manusia dalam menjalankan suatu sistem karena adanya kekurangan pada desain. Penghilangan bahaya merupakan metode yang paling efektif sehingga tidak hanya mengandalkan perilaku pekerja dalam menghindari risiko, namun demikian, penghapusan benar-benar terhadap bahaya tidak selalu praktis dan ekonomis. Contohnya: penggunaan bakteri pengurai diganti dengan lumpur sisa proses pengendapan, namun hal ini akan lebih lama dibandingkan penambahan bakteri langsung.

#### 2. Substitusi

Metode pengendalian ini bertujuan untuk mengganti bahan, proses, operasi ataupun peralatan dari yang berbahaya menjadi lebih tidak berbahaya. Dengan



pengendalian ini menurunkan bahaya dan risiko minimal melalui disain sistem ataupun desain ulang. Beberapa contoh aplikasi substitusi misalnya: Sistem otomatisasi pada mesin untuk mengurangi interaksi mesin-mesin berbahaya dengan operator, menggunakan bahan pembersih kimia yang kurang berbahaya, mengurangi kecepatan, kekuatan serta arus listrik, mengganti bahan baku padat yang menimbulkan debu menjadi bahan yang cair atau basah. Contohnya pada proses desinfeksi di IPAL penggunaan bahan kimia klorin, diganti dengan alat ozon generator, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

### 3. Rekayasa / Engineering

Pengendalian ini dilakukan bertujuan untuk memisahkan bahaya dengan pekerja serta untuk mencegah terjadinya kesalahan manusia. Pengendalian ini terpasang dalam suatu unit sistem mesin atau peralatan. Contoh implementasi metode ini adalah membuat peredam suara di rumah mesin, sehingga suara yang keluar memenuhi baku mutu kebisingan lingkungan kerja.

### 4. Administratif



Kontrol administratif ditujukan pengendalian dari sisi orang yang akan melakukan pekerjaan. Dengan dikendalikan metode kerja diharapkan orang akan mematuhi, memiliki kemampuan dan keahlian cukup untuk menyelesaikan pekerjaan secara aman. Jenis pengendalian ini antara lain seleksi karyawan, adanya standar operasional Prosedur (SOP), pelatihan, pengawasan, modifikasi perilaku, jadwal kerja, rotasi kerja, pemeliharaan, manajemen perubahan, jadwal istirahat, dan lain-lain.





### 5. Alat Pelindung Diri (APD)

Pemilihan dan penggunaan alat pelindung diri merupakan merupakan hal yang paling tidak efektif dalam pengendalian bahaya. APD hanya dipergunakan oleh pekerja yang akan berhadapan langsung dengan risiko bahaya dengan memperhatikan jarak dan waktu kontak dengan risiko bahaya tersebut. Semakin jauh dengan risiko bahaya, maka risiko yang didapat semakin kecil, begitu juga semakin singkat kontak dengan risiko bahaya risiko yang didapat juga semakin

kecil. Penggunaan beberapa APD kadang memiliki dampak negatif pada pekerja seperti kurang leluasa dalam bekerja, keterbatasan komunikasi dengan pekerja lain, alergi terhadap APD tertentu, dan lain-lain. Beberapa pekerja yang kurang faham terhadap dampak risiko bahaya dari pekerjaan yang dilakukan sehingga kepatuhan dalam penggunaan APD rendah. APD reuse memerlukan perawatan dan penyimpanan yang baik sehingga kualitas perlindungan dari APD tersebut tetap optimal.

Tabel 5. 1 Tabel 5.1 Daftar APD Wajib Untuk Operator IPAL

No	APD (Alat Pelindung Diri)	Gambar	Keterangan
1	Masker N 95 adalah sebuah alat pelindung pernafasan yang didisain menutupi rapat wajah penggunanya terutama pada bagian hidung dan mulut dan sangat efisien menyaring partikel di udara termasuk mikroorganisme.kemampuan masker N95 menyaring partikel asap seukuran 0,1 – 0,3 mikron melebihi 95% bahkan bisa mencapai 99,5% jika ukuran partikel mencapai 0,75 mikron atau lebih besar.		Wajib disediakan
2	Sepatu Boots Safety(PVC Boots VPRO) adalah sepatu boots yang dilengkapi dengan lapisan besi diujung kakinya.		Wajib disediakan

<p>3</p>	<p>Sarung tangan khusus limbah adalah terbuat dari bahan latex, melindungi tangan dari reaksi bahan kimia,nyaman digunakan. Material : PVC, Warna: kuning.</p>		<p>Wajib disediakan</p>
<p>4</p>	<p>Baju kerja limbah adalah baju yang digunakan untuk melindungi petugas dari kemungkinan genangan atau percikan bahan berbahaya.</p>		<p>Opsional pilih salah satu antara poin 4 atau 5</p>
<p>5</p>	<p>Apron adalah penghalang bagian depan tubuh petugas IPAL yang melindungi petugas dari kemungkinan genangan atau percikan bahan berbahaya.</p>		<p>Opsional pilih salah satu antara poin 4 atau 5</p>
<p>6</p>	<p>Helm berstandar SNI untuk melindungi kepala petugas IPAL agar dapat terhindar dari kejatuhan barang dan meminimalisir cedera.</p>		<p>Wajib</p>

7	Kaca mata keselamatan ( <i>safety glasses</i> ) untuk melindungi mata dari debu, dan percikan bahan kimia cair.		Wajib
---	---	--	-------



## BAB 6

### ANALISIS KELAYAKAN PABRIK

#### 6.1 Manajemen Perusahaan

Perusahaan adalah tempat terjadinya kegiatan produksi dan berkumpulnya semua faktor produksi dan merupakan suatu unit kegiatan ekonomi yang diorganisir dan dijalankan untuk menyediakan barang atau jasa bagi masyarakat dengan tujuan untuk memperoleh laba atau keuntungan. Bentuk, struktur dan manajemen suatu perusahaan sangat berpengaruh terhadap tercapainya tujuan perusahaan. Ketiga unsur tersebut tidak dapat dipisahkan dalam tercapainya tujuan suatu perusahaan.

##### 6.1.1 Diagram organisasi

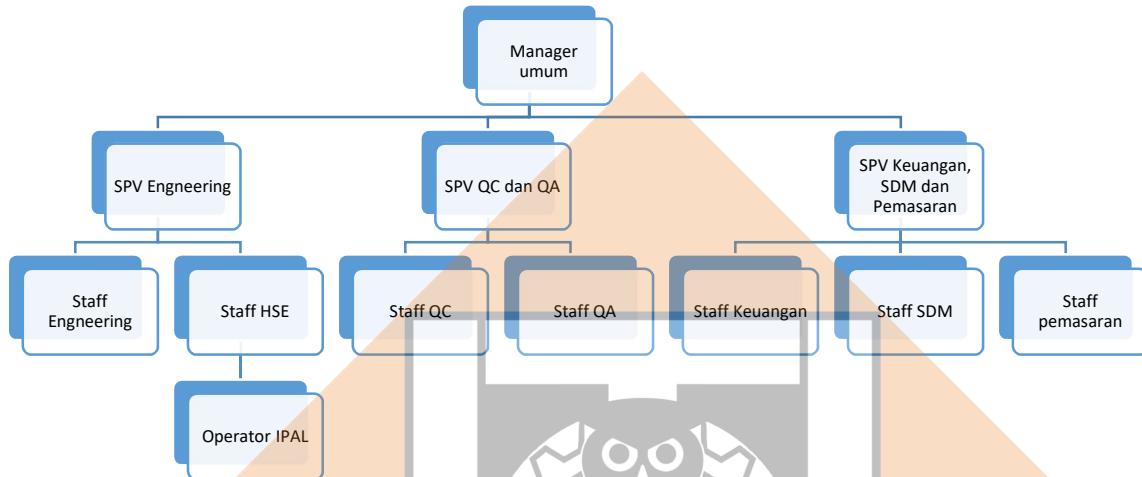
Untuk mencapai efisiensi perusahaan yang tinggi, maka diperlukan struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi ini dapat menentukan kelancaran aktivitas perusahaan sehari-hari dalam memperoleh laba yang maksimal, dapat berproduksi secara kontinyu (berkesinambungan), dan dapat berkembang.

Struktur organisasi perusahaan disusun sebagaimana layaknya suatu badan usaha yang bergerak dalam industri dan perdagangan, yang membagi-bagi unit dalam organisasi secara fungsional. Struktur organisasi perusahaan terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan yang menyatakan keseluruhan kegiatan untuk mencapai sasaran. Dalam perencanaan pabrik pengolahan limbah ini, struktur organisasi yang dipilih adalah struktur organisasi garis. Keuntungan dari struktur organisasi ini adalah :

- a. Struktur organisasinya sederhana dan jelas
- b. Pembagian tugas menjadi jelas antara pelaksana tugas pokok dan pelaksana tugas penunjang
- c. Wewenang dan tanggung jawab lebih mudah dipahami sehingga tidak terjadi kesimpangsiuran perintah dan tanggung jawab kepada karyawan
- d. Disiplin kerja dapat terlaksana dengan baik

e. Mata rantai instruksi yang menghubungkan seluruh unit dalam organisasi berada di bawah organisasi yang jelas.

Struktur organisasi sendiri dipimpin oleh seorang general manager yang dibantu oleh manajer HSE, manajer laboratorium dan manajer marketing. Perusahaan dibagi menjadi tiga divisi yaitu divisi HSE, laboratorium, dan *marketing*. Bagan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar 6.1 berikut :



Gambar 6. 1 Struktur Organisasi Perusahaan

### 6.1.2 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji Divisi

Dalam pengelolaan sumber daya manusia (SDM), pertama-tama perlu dilakukan analisa jabatan (*job analysis*) untuk jabatan dalam organisasi perusahaan. Selanjutnya, disusun rincian atau deskripsi jabatan (*job description*) agar seluruh kegiatan perusahaan tercakup dalam deskripsi jabatan, tidak boleh ada jabatan yang tumpang tindih ataupun yang tidak diikutkan. Pada tabel 6.1 ini dibahas perincian jabatan dan penggolongan gaji karyawan diperusahaan sebagai berikut.

**Tabel 6.1 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji**

No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji/Bulan	Total
			Minimum	(IDR)	(IDR)
1	General Manajer	1	S1	25.000.000,00	25.000.000,00
<b>Karyawan</b>					
2	Proses				
	- Spv Engineering & HSE	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff Engineering	1	D3	5.000.000,00	5.000.000,00
	Staff HSE	1	D3	5.000.000,00	5.000.000,00
	Operator IPAL bersertifikat untuk pengoperasian.	6	SLTA	4.500.000,00	27.000.000,00
3	Quality Control				
	- Spv QC dan QA	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff QC	2	D3	5.000.000,00	20.000.000,00
	Staff QA	2	D3	5.000.000,00	15.000.000,00
4	Keuangan, SDM, dan Pemasaran				
	- Spv Bagian SDM	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff Keuangan & SDM	1	D3	5.000.000,00	10.000.000,00
	Staff Pemasaran	2	D3	5.000.000,00	10.000.000,00
5	Leader Keamanan	1	SLTA	4.500.000,00	4.500.000,00
6	Supir Operasional	3	SLTA	4.500.000,00	13.500.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>23</b>			<b>109.000.000,00</b>

## 6.2 Kelayakan Ekonomi

Analisa ekonomi dalam prarancangan unit pengolahan air limbah PT Anugrah Analisis Sempurna dibuat dengan maksud memperoleh gambaran kelayakan suatu penanaman modal dalam suatu kegiatan, dengan meninjau kebutuhan investasi modal, besarnya laba yang diperoleh, lamanya investasi modal kembali, dan terjadinya titik impas.

### 6.2.1 Asumsi dan Parameter

Asumsi dan parameter yang digunakan pada analisis kelayakan ekonomi pendirian pengolahan limbah cair dapat dilihat pada tabel 6.2 berikut.

**Tabel 6. 2 Asumsi dan Parameter untuk Analisis Kelayakan Ekonomi**

Asumsi dan Parameter	
Tipe pabrik	<i>liquid processing plant</i>
Metode estimasi	
Depresiasi	Flat
Hari kerja	330 hari
Umur pabrik	10 tahun
Lama konstruksi	2 tahun
Suku bunga pinjaman	8%
Bank referensi	Bank Nasional Indonesia
Komposisi pemodal	48,51 % modal sendiri 51,49 % pinjaman dari bank

### 6.2.2 Fixed Capital (Modal Tetap)

Tabel 6.3 menampilkan komponen-komponen biaya yang termasuk dalam kategori modal tetap pada pendirian pabrik pengolahan air limbah.



Tabel 6. 3 Fixed Capital

No.	Komponen	Biaya (IDR)
<b>A.</b>	<b>DIRECT COST</b>	
1.	Peralatan utama dan penunjang, 20%	Rp470.592.650
2.	Pemasangan mesin dan peralatan, 13%	Rp305.885.223
3.	Instrumentasi dan kontrol terpasang, 8%	Rp188.237.060
4.	Sistem perpipaaan, 19%	Rp447.063.018
5.	Instalasi listrik terpasang, 10%	Rp235.296.325
6.	Bangunan, 16%	Rp376.474.120
7.	Perbaikan halaman, 4%	Rp94.118.530
8.	Fasilitas Pelayanan 10%	Rp235.296.325
9.	Tanah	Rp8.500.000.000
10.	Sub total	Rp10.852.963.250
11.	DFCI tak terduga, 15%	Rp1.627.944.488
	<b>Total Direct Investment</b>	<b>Rp12.480.907.738</b>
<b>B</b>	<b>Indirect Investment</b>	
12.	Keteknikan dan pengawasan 21%	Rp2.620.990.625
13.	Biaya Kontraktor dan Konstruksi 6%	Rp748.854.464
14.	Trial Run	Rp21.874.819,79
15.	Sub Total	Rp3.369.845.089,13
	IFCI Tak Terduga 15%	Rp505.476.763
16.	<b>Total Indirect Cost</b>	<b>Rp3.875.321.852</b>
	<b>Fixed Capital</b>	<b>Rp16.356.229.590</b>

### 6.2.3 Modal kerja (*working capital*)

Modal kerja merupakan sebuah dana yang harus dikeluarkan guna memenuhi kegiatan sebuah industri. Kegiatan tersebut merupakan dana yang digunakan untuk melakukan pembelian terhadap bahan penunjang, biaya monitoring IPAL, biaya pemeliharaan dan perbaikan, gaji karyawan, per tiga bulan..

Tabel 6. 4 Fixed Capital

Komponen	Biaya (IDR)
Persediaan Bahan Penunjang	77.197.500
Persediaan Sarana Penunjang	716.486.100
Biaya Monitoring IPAL	7.500.000
Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan	249.618.155
Gaji Karyawan	535.325.000
Sub Total	1.586.126.755
WCI tak terduga 15%	237.919.013
<b>Total Modal Kerja</b>	<b>1.824.045.768</b>

### 6.2.4 Biaya Produksi/Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang dikeluarkan guna memenuhi keberlangsungan segala proses operasional yang ada di sebuah perusahaan. Biaya produksi secara garis besar di bagi menjadi dua kategori, yaitu *Direct Manufacturing Cost* (DMC) dan *Fixed Manufacturing Cost* (FMC). DMC meliputi biaya bahan penunjang, gaji karyawan, biaya pemeliharaan, dll, sedangkan FMC meliputi biaya depresiasi. Berikut merupakan perhitungan biaya produksi di tahun pertama :

Tabel 6. 5 Biaya Operasional

Komponen	Biaya (IDR)
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>	
Biaya Peralatan utama dan Bahan Penunjang	247.032.000
Gaji Karyawan	2.367.400.000
Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan	364.905.582
Biaya Laboratorium (Internal)	37.054.800
Biaya Monitoring IPAL (Eksternal)	37.054.800
Biaya Sarana Penunjang	96.402.300
<b>Total DMC</b>	<b>3.150.248.842</b>
<b>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b>	
Depresiasi	8.719.526.436
<b>Total FMC</b>	<b>8.719.526.436</b>
<b>Total Biaya Produksi</b>	<b>16.044.153.658</b>

### 6.2.5 Pengeluaran Umum (General Expenses)

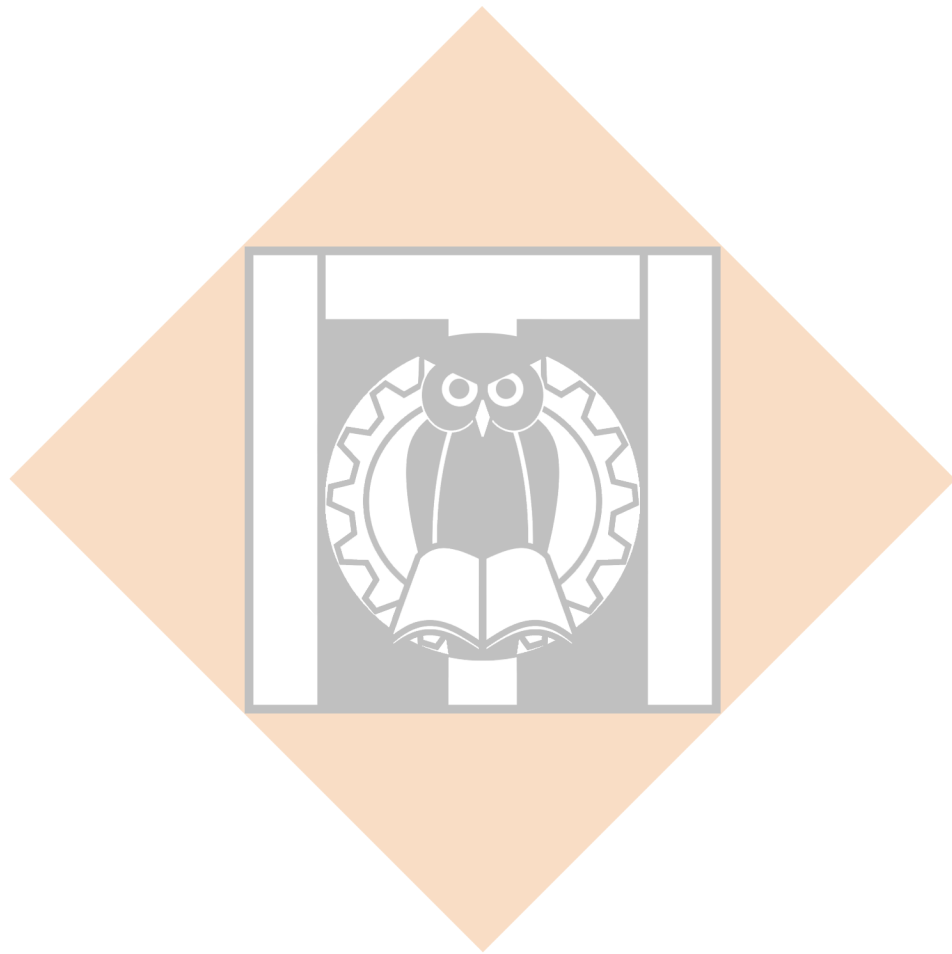
Pengeluaran umum atau *general expenses* adalah biaya umum yang dikeluarkan dalam rangka memenuhi administrasi segala kegiatan administrasi, biaya surat layak operasi dan surat perizinan DLHK Kota Depok. Berikut merupakan perhitungan biaya pengeluaran umum di tahun pertama:

Tabel 6. 6 Pengeluaran Umum

Komponen	Biaya
Surat Layak Operasi	355.110.000
Surat Perizinan DLHK Kota Depok	35.202.060
Bunga Bank + Cicilan Pokok	3.089.024.665
<b>Total Pengeluaran Umum</b>	<b>3.479.336.725,03</b>

### ***6.2.6 Penjualan dan Keuntungan***

Proyeksi penjualan dan keuntungan unit pengolahan air limbah PT Anugrah Analisis Sempurna dapat dilihat pada tabel 6.7 pada halaman selanjutnya.



Tabel 6. 7 Proyeksi Penjualan dan Keuntungan

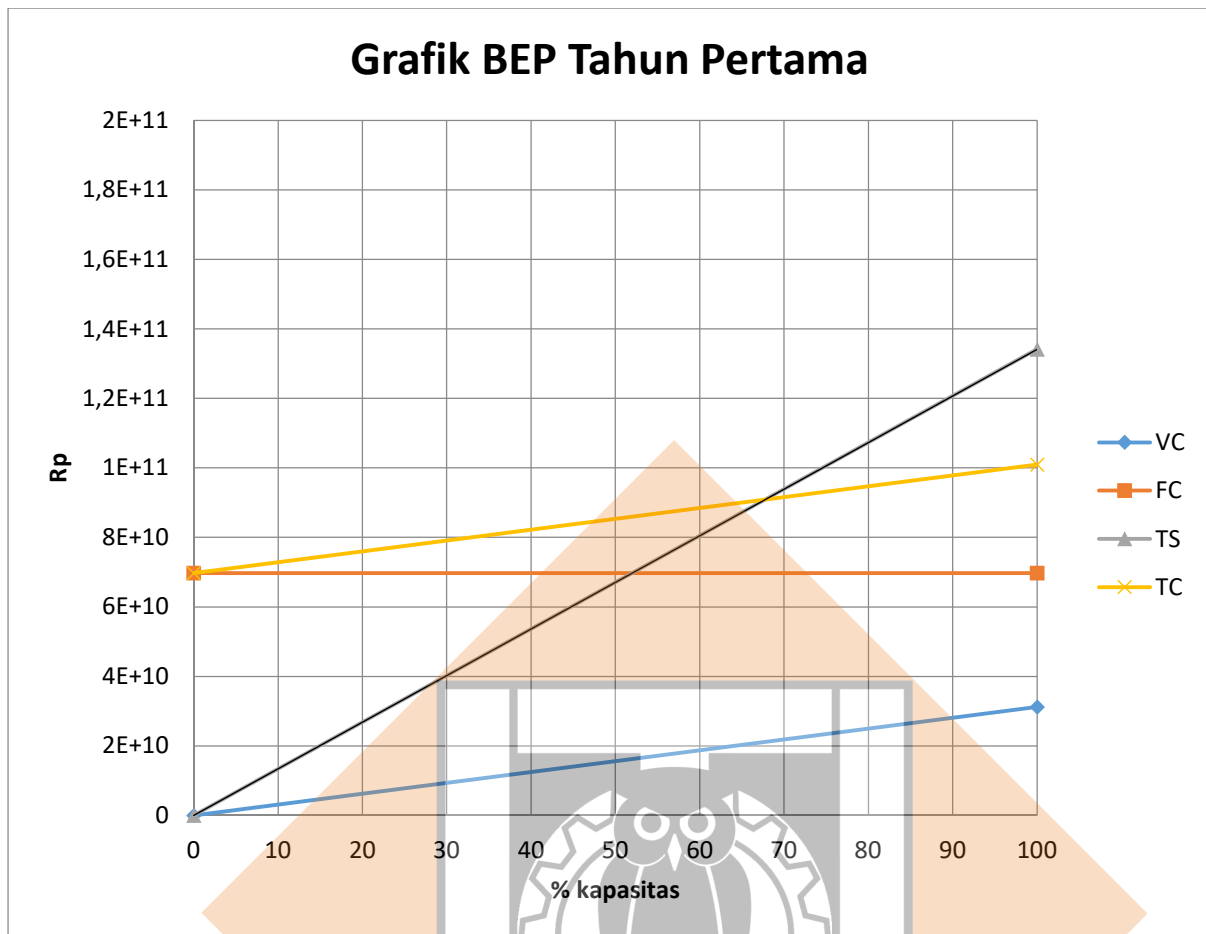
Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Kapasitas produksi (%)</b>	-	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Kapasitas penjualan (%)</b>	-	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Pendapatan</b>	-	21.000.000.000	25.987.500.000	31.762.500.000	34.938.750.000	38.432.625.000	42.275.887.500	46.503.476.250	51.153.823.875	56.269.206.263	61.896.126.889
<b>Biaya produksi</b>	-	16.044.153.658	15.280.152.339	14.667.758.865	14.172.617.335	11.483.249.904	11.459.933.295	11.559.924.900	11.798.841.612	10.075.689.092	10.975.678.793
<b>Pengeluaran umum</b>	-	3.479.336.725,03	3.335.994.598,22	3.197.523.648,66	3.058.602.654,17	584.340.721,06	642.774.793,16	707.052.272,48	777.757.499,73	855.533.249,70	941.086.574,67
<b>Keuntungan kotor</b>	-	4.955.846.342	10.707.347.661	17.094.741.135	20.766.132.665	26.949.375.096	30.815.954.205	34.943.551.350	39.354.982.263	46.193.517.171	50.920.448.095
<b>Depresiasi</b>	-	8.719.526.435,78	7.678.280.353,08	6.764.164.257,83	5.961.475.130,04	5.256.461.107,07	4.637.078.319,24	4.092.778.075,50	3.614.320.608,18	463.922.484,86	435.083.429,94
<b>Penghasilan kena pajak</b>	-	3.716.884.756	8.030.510.745	12.821.055.851	15.574.599.499	20.212.031.322	23.111.965.654	26.207.663.513	29.516.236.697	34.645.137.878	38.190.336.071
<b>PPH (%)</b>	-	1.238.961.585	2.676.836.915	4.273.685.284	5.191.533.166	6.737.343.774	7.703.988.551	8.735.887.838	9.838.745.566	11.548.379.293	12.730.112.024
<b>Keuntungan bersih</b>	-	15.188.651.357	19.502.277.346	24.292.822.451	27.046.366.099	31.753.797.922	34.583.732.254	37.679.430.113	40.784.818.702	45.913.719.883	50.777.008.850

### 6.2.7 Break Even Point

BEP atau *Break Even Point* adalah titik dimana pendapatan sama dengan modal yang dikeluarkan, tidak terjadi kerugian atau keuntungan. Total keuntungan dan kerugian ada pada posisi 0 titik *break even point* yang artinya pada titik ini perusahaan tidak mengalami kerugian atau mendapat keuntungan. Hal tersebut dapat terjadi bila perusahaan dalam operasinya menggunakan biaya tetap, dan volume penjualan hanya cukup untuk menutup biaya tetap dan biaya variabel. Apabila penjualan hanya cukup untuk menutup biaya variabel dan sebagian biaya tetap, maka perusahaan menderita kerugian. Sebaliknya akan memperoleh keuntungan, bila penjualan melebihi biaya variabel dan biaya tetap yang harus di keluarkan.

Tabel 6.8 Break Even Point

Tahun	Total	Total	Total	BEP
	<i>Fixed Cost (Rp)</i>	<i>Variabel Cost (Rp)</i>	<i>Penjualan (Rp)</i>	(%)
1	15.591.407.698	452.745.960	21.000.000.000	75,88
2	14.719.349.308	560.803.031	25.987.500.000	57,88
3	14.008.961.328	658.797.538	31.762.500.000	45,03
4	13.447.940.043	724.677.292	34.938.750.000	39,30
5	10.686.104.884	797.145.021	38.432.625.000	28,39
6	10.583.073.773	876.859.523	42.275.887.500	25,56
7	10.595.379.425	964.545.475	46.503.476.250	23,26
8	10.737.841.590	1.061.000.023	51.153.823.875	21,43
9	8.908.589.067	1.167.100.025	56.269.206.263	16,16
10	9.691.868.766	1.283.810.027	61.896.126.889	75,88



Gambar 6. 3 Grafik BEP Tahun Pertama

### 6.2.8 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi merupakan rangkaian terakhir dalam menilai sebuah hasil dari pra rancangan IPAL. Dengan melakukan analisis ekonomi, maka dapat diketahui apakah pra rancangan yang telah dibuat layak dilanjutkan ke tahap selanjutnya atau tidak. Terdapat beberapa parameter pengukuran dalam analisis ekonomi ini, yaitu IRR, MPP, dan NPV.

NPV merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskontokan pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/benefit dari proyek yang direncanakan. Jadi perhitungan NPV mengandalkan pada teknik arus kas yang didiskontokan.

IRR yang merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (*rate of return*) lebih besar dari pada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, reksadana dan lain-lain). IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari *Minimum acceptable rate of return* atau *Minimum attractive rate of return (MARR)*. *MARR* adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh seorang investor.

MPP atau *Minimum Payback Period* menurut Dian Wijayanto (2012:247) adalah periode minimum yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi (*initial cash investment*). Berdasarkan definisi dari Abdul Choliq dkk (2004), *Payback Period* adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan.

Melalui proses kalkulasi diketahui bahwa NCFPV di tahun ke-10 akan bernilai Rp 639.340.092 pada nilai suku bunga sebesar 8%. Sehingga nilai IRR pada pendirian IPAL ini adalah 42,41%. Nilai IRR pendirian pabrik ini lebih besar dari suku bunga pinjaman yang ditawarkan oleh Bank Mandiri yang menjadi referensi pada pendirian pabrik ini.

**Tabel 6. 9 Kalkulasi Net Cash Flow at Present Value**

Tahun ke	0	1	2	3	4
Keuntungan bersih	Rp-18.245.279.107,90	Rp 15.188.651.357,0	Rp 19.502.277.346,0	Rp 24.292.822.451,5	Rp 27.046.366.099,4
S. bunga (i)	8%	8%	8%	8%	8%
Disc. Factor	1	0,93	0,86	0,79	0,74
NPV	Rp-18.245.279.107,96	Rp 15.188.651.357,0	Rp 19.502.277.346,0	Rp 24.292.822.451,5	Rp 27.046.366.099,4
Pinjaman	Rp 9.360.680.803,1	Rp 9.360.680.803,1	Rp 7.020.510.602,3	Rp 4.680.340.401,6	Rp 2.340.170.200,8
Nominal bunga	Rp 748.854.464,3	Rp 748.854.464,3	Rp 561.640.848,2	Rp 374.427.232,1	Rp 187.213.616,1
NCFPV	Rp-18.245.279.108,0	Rp 14.063.566.071,3	Rp 16.720.059.453,1	Rp 19.284.425.687,3	Rp 19.879.886.492,7
Tahun ke	5	6	7	8	9
Keuntungan bersih	Rp 31.753.797.922,3	Rp 34.583.732.254,1	Rp 37.679.430.113,2	Rp 40.784.818.702,3	Rp 45.913.719.883,1
S. bunga (i)	8%	8%	8%	8%	8%



Disc. Factor	0,68	0,63	0,58	0,54	0,50
NPV	Rp 31.753.797.922,3	Rp 34.583.732.254,1	Rp 37.679.430.113,2	Rp 40.784.818.702,3	Rp 45.913.719.883,1
Pinjaman	-	-	-	-	-
Nominal bunga	-	-	-	-	-
NCFPV	Rp 21.611.101.307,9	Rp 21.793.617.650,8	Rp 21.985.585.570,0	Rp 22.034.768.504,9	Rp 22.968.290.948,7
<b>Tahun ke</b>	<b>10</b>				
Keuntungan bersih	Rp 50.777.008.850,4				
S. bunga (i)	8%				
Disc. Factor	0,39				
NPV	Rp 50.777.008.850,4				
Pinjaman	-				
Nominal bunga	-				
NCFPV	Rp 23.519.579.843,9				

Pada Tabel 6.9 dapat dilihat bahwa NCFPV menjadi bernilai positif di tahun ke-1. Dengan demikian *minimum payback period* IPAL ini dapat dihitung sebagai berikut.

Tabel 6.10 Perhitungan MPP

Tahun	NCF nominal (Rp)	Faktor Discount	NCF PV (Rp)	Akumulasi
		$1/(1+0.1025)^n$		(Rp)
0	-18.245.279.108	1	-18.245.279.108	-18.245.279.108
1	15.188.651.357	0,93	14.063.566.071	-4.181.713.037
2	19.502.277.346	0,86	16.720.059.453	12.538.346.416
3	24.292.822.451	0,79	19.284.425.687	31.822.772.104
4	27.046.366.099	0,74	19.879.886.493	51.702.658.596
5	31.753.797.922	0,68	21.611.101.308	73.313.759.904
6	34.583.732.254	0,63	21.793.617.651	95.107.377.555
7	37.679.430.113	0,58	21.985.585.570	117.092.963.125
8	40.784.818.702	0,54	22.034.768.505	139.127.731.630
9	45.913.719.883	0,50	22.968.290.949	162.096.022.579
10	50.777.008.850	0,46	23.519.579.844	185.615.602.423
Total			185.615.602.423	

$$\text{MPP} : \frac{X_1 - X_2}{X_1 - X_3} = \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1 - Y_3}$$

Dimana:

- |                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| X1 : Tahun investasi bernilai negatif | Y1 : investasi bernilai negatif |
| X2 : Tahun investasi bernilai nol     | Y2 : investasi bernilai nol     |
| X3 : Tahun investasi bernilai positif | Y3 : investasi bernilai positif |

Sehingga Minimum Payback Period (MPP) pabri IPAL pada **1 Tahun 7 bulan**.

### 6.2.9 Kesimpulan Kelayakan Pendirian Ipal

Setelah menghitung Laba Rugi, MPP, IRR, dan NCPV maka dapat disimpulkan bahwa perancangan IPAL ini **LAYAK** karena memenuhi parameter kelayakan pendirian pabrik atau ipal, dengan catatan:

- NCF PV pada bunga bank sebesar 8 % = Rp185.615.602.423 (positif).
  - MPP pada 1 tahun 7 bulan sehingga investasi kembali sebelum umur pabrik 10 tahun.
  - IRR = 56,15 % lebih besar dari tingkat bunga yang berlaku.
- Berdasarkan parameter kelayakan

Tabel 6. 11 Hasil Analisis Ekonomi

Parameter Analisis	Nilai
NCFPV di tahun ke-10	Rp185.615.602.423
MPP	1 tahun 7 bulan
IRR	56,15 %

## DAFTAR PUSTAKA

- Cholih, A. (2022, Desember 17). Retrieved from  
<http://nanangbudianas.blogspot.com/2012/02/pengertianpaybackperiods.html>
- Notoatmodjo. (2012). *Promosi Kesehatan dan Perilaku Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- TIMUR, B. P. (2013). *Kabupaten Gresik*. Retrieved 01 31, 2021, from Bappeda Provinsi Jawa Timur.
- Wijayanto, D. (2012). *Pengantar Manajemen Logistik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Perry's. (1997). *Chemical Engineers Handbook Edisi VII*. (D. W. Robert H.Perry, Penyunt.) United States of America: McGraw-Hill.
- Powell, S. T. (1954). *Water Conditioning For Industry* (1 ed.). New: McGraw-Hill.
- Richard M. Felder, R. W. (2005). *Elementary Principles Of Chemical Processes Edisi III*. (J. Welter, Penyunt.) United States Amerika: John Wiley & Sons, Inc.
- Adi, Habib P., Razif, Mohammad., Moesriati, Atiek. 2016. Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter. ITS. Surabaya.
- Permen LHK No. 68 Tahun 2016. *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Said, Nusa Idaman. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta: Tinjauan Permasalahan, Strategi, dan Teknologi Pengolahan*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).
- Sugiharto. 2003. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sulihingtyas, D. W., Suryasa, B., & Wahyu, I. (2010). EFEKTIVITAS SISTEM PENGOLAHAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH. *Jurnal Kimia - Universitas Udayana*.
- Sakti A. Siregar, 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

## LAMPIRAN 1

### NERACA MASA DAN ENERGI

#### L1.1 Neraca Masa

##### L1.1 Informasi Umum

##### *L1.1.1 Basis Perhitungan*

Basis kapasitas	: Laju Alir Limbah Masuk
Kapasitas IPAL	: 30.000 m <sup>3</sup> /tahun
Sifat operasional	: Kontinyu
Operasional pabrik	
Jumlah hari	: 330 hari/tahun
Jumlah jam	: 24 jam/hari
Kapasitas IPAL	: 80 m <sup>3</sup> /hari

##### *1.1.2 Komposisi massa bahan baku dan produk*

Tabel L2. 1 Komposisi Massa Bahan Baku

Komponen	% Massa
Water	80
Total Dissolve Solid	15
Total Suspended Solid	5

**Tabel L1. 2 Komposisi Massa yang Masuk IPAL**

Komponen	Produk 1 % Massa
<i>Water</i>	80
<i>Total Disolve Solid</i>	15
<i>Total Suspended Solid</i>	5
<b>TOTAL</b>	100

**L1.2 Bak Inlet (BI-101)**

**L1.2.1 Diagram Alir Proses Pencampuran**



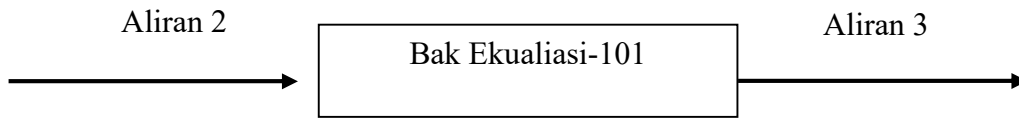
**L1.2.2 Neraca Massa Bak Inlet**

**Tabel L1. 3 Ringkasan Neraca Massa Bak Ekualisasi**

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
	Aliran 1		Aliran 2	
TDS	500,0		500,0	
TSS	166,667		167,667	
Water	2.666,667		2.666,667	
Total	3.333,33		3.333,33	

### L1.3 Bak Ekualisasi (BE-101)

#### L1.3.1 Diagram Alir Proses Pencampuran



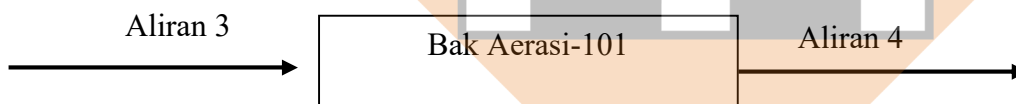
#### L1.3.2 Neraca Massa Bak Ekualisasi

Tabel L1. 4 Ringkasan Neraca Massa Bak Ekualisasi

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Aliran 2	Aliran 3
TDS	500,0	500,0
TSS	166,667	166,667
Water	2.667,667	2.667,667
Total	3.333,33	3.333,33

### L1.4 Bak Aerasi (BA-101)

#### L1.4.1 Diagram Alir Proses Pencampuran



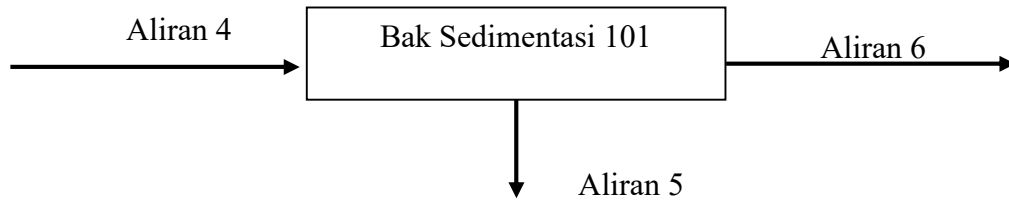
#### L1.4.2 Neraca Massa Bak Aerasi

Tabel L1. 5 Ringkasan Neraca Massa Bak Aerasi

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
	Aliran 3	Aliran 4
TDS	500,0	500,0
TSS	166,667	166,667
Water	2.667,667	2.667,667
Total	3.333,33	3.333,33

**L1.5 Bak Sedimentasi (BS-101)**

*L1.5.1 Diagram Alir Proses Pencampuran*

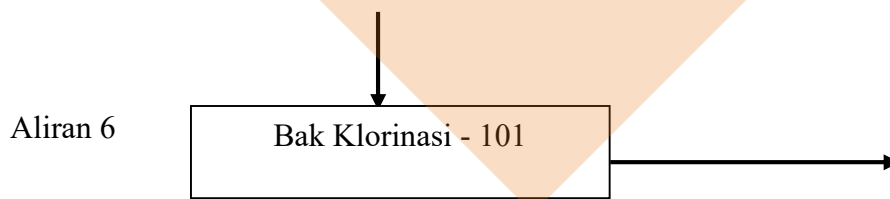


*L1.5.2 Neraca Massa Bak Sedimentasi*

Tabel L2. 6 Ringkasan Neraca Massa Bak Sedimentasi

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 6
TDS	500,0	50,00	450,00
TSS	166,667	150,00	16,67
Water	2.667,667	400,00	2.266,67
Total	3.333,33	3.333,33	

**L1.6 Bak Klorinasi (BC-101)**



*L1.6.1 Diagram Alir Proses Pencampuran*

Aliran 7

Aliran 8



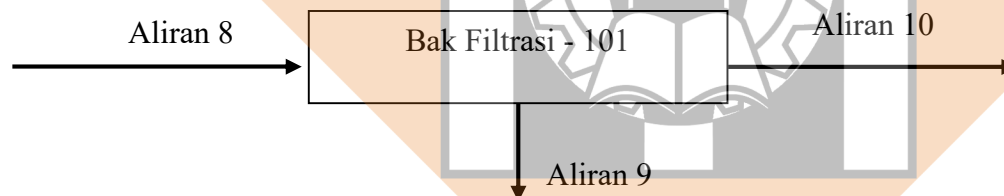
**L1.6.2 Neraca Massa Bak Klorinasi**

**Tabel L1. 7 Ringkasan Neraca Massa Bak Klorin**

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)
	Aliran 6	Aliran 7	Aliran 8
TDS	450,00		450,00
TSS	16,67		16,67
Water	2.266,67		2.266,67
Calcium Hipoklorit		24	24
Total	2.757,33		2.757,33

**L1.7 Bak Filtrasi (BF-101)**

**L1.7.1 Diagram Alir Proses Pencampuran**



**L1.7.2 Neraca Massa Bak Filtrasi**

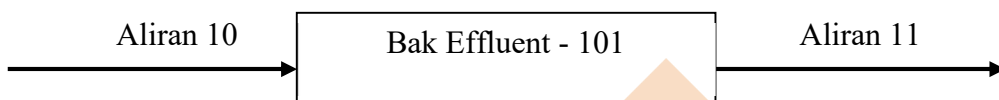
**Tabel L1. 8 Ringkasan Neraca Massa Bak Filter**

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Aliran 8	Aliran 9	Aliran 10
TDS	450,00	427,50	22,50
TSS	16,67	16,67	0,00
Water	2.266,67	45,33	2.221,33
Natrium Hipoklorit	24		
Total	2.757,33		2.757,33



### L1.8 Bak Effluent (BEF-101)

#### L1.8.1 Diagram Alir Proses Pencampuran



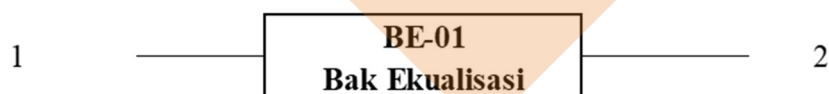
#### L1.8.2 Neraca Massa Bak Effluent

Tabel L1. 9 Ringkasan Neraca Massa Bak Effluent

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
	Aliran 10	Aliran 11
TDS	22,50	22,50
TSS	0,00	0,00
Water	2.221,33	2.221,33
Total	2.243,83	2.243,83

#### L2.1 Neraca Energi

- Menghitung Q Pemanas pada Bak Ekualisasi



Diketahui :

Temperature F1 = 30°C = 303K

Temperature Reff = 25°C = 298K

$$n = \frac{m}{MR} \quad H = n \times Cp \times dT(T_{out} - T_{reff})$$

**Enthalpy Bahan Masuk (Stream 1)**

Komponen	Fasa	MR	m kg	n kmol	Cp	T (C)	H kJ
Air	Liquid	18	3333,3333	185,18519	61,1	30	56574,07
Total							56574,07

**Enthalpy Bahan Masuk (Stream 2)**

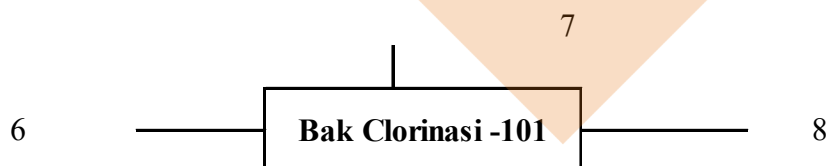
Komponen	Fasa	MR	m kg	n kmol	Cp	T (C)	H kJ
Air	Liquid	18	3.333,33	185,18519	61,1	30	56574,07
Total							56574,07

➤ Neraca Energi Bak Ekualisasi

Neraca Energi		
	Input Kj (2)	Output Kj (3)
	56574,0741	56574,0741
Total	56574,0741	56574,0741
<b>BALANCED</b>		

Nilai Q untuk aliran 2 sampai aliran 6 sama, yaitu sebesar 56.574,07 kJ.

- Menghitung Q Pemanas pada Bak Klorinasi



Diketahui :

Temperature F1 = 30°C = 303K

Temperature Reff = 25°C = 298K

$$n = \frac{m}{MR} \quad H = n \times Cp \times dT(T_{out} - T_{reff})$$

**Enthalpy Bahan Masuk (Stream 6,7)**

Komponen	Fasa	MR	m kg	n kmol	C <sub>p</sub>	T (C)	H kJ
Air	Liquid	18	2757,3333	153,18519	61,1	30	46798,07
Total							46798,07

**Enthalpy Bahan Keluar (Stream 8)**

Komponen	Fasa	MR	m kg	n kmol	C <sub>p</sub>	T (C)	H kJ
Air	Liquid	18	2757,3333	153,18519	61,1	30	46798,07
Total							46798,07

➤ Neraca Energi Bak Klorinasi

<b>Neraca Energi</b>		
	Input Kj (6,7)	Output Kj (8)
	46798,0741	46798,0741
<b>Total</b>	46798,0741	46798,0741
<b>BALANCED</b>		

Nilai Q untuk aliran 6,7 sampai aliran 11 sama, yaitu sebesar 46.798,0741 kJ.

## LAMPIRAN 2

### SPEKIFIKASI ALAT

#### L2.1 Bak Inlet (BI-101)

Fungsi	=	Bak penampung awal limbah yang masuk ke pabrik
Bentuk	=	Bak Persegi Panjang
Bahan	=	<i>Beton</i>
Kondisi Operasi		
T Operasi	=	30 °C
P Operasi	=	1 atm
ρ (Densitas)	=	0,997 g/cm <sup>3</sup>
	=	997 kg/m <sup>3</sup>
Kapasitas	=	80 m <sup>3</sup> /jam
g	=	9,8 m/s <sup>2</sup>
Lama penyimpanan	=	48 Jam
Jumlah	=	1 unit

#### A) Menghitung Volume Bak

Kebutuhan bahan baku setiap hari	=	80	m <sup>3</sup>
Jumlah Bak	=	1	Unit
Volume Bak (V <sub>T</sub> )	=	160	m <sup>3</sup>
Faktor Keamanan	=	10%	<b>*Over design</b>
V Tangki setelah faktor keamanan(V <sub>T</sub> )	=	176	m <sup>3</sup>
Panjang Bak	=	2P = V / L x T = 10 m	
Lebar Bak	=	4 m	
Kedalaman Bak	=	4 m	

**L2.2 Bak Ekualisasi (BE-101)**

Fungsi	=	Untuk menghomogenkan komposisi aliran
Bentuk	=	Bak Persegi Panjang
Bahan	=	<i>Beton</i>
Kondisi Operasi		
T Operasi	=	30 °C
P Operasi	=	1 atm
ρ (Densitas)	=	0,997 g/cm <sup>3</sup>
	=	997 kg/m <sup>3</sup>
Kapasitas	=	80 m <sup>3</sup> /jam
g	=	9,8 m/s <sup>2</sup>
Lama penyimpanan	=	5 Jam
Jumlah	=	1 unit

**A) Menghitung Volume Bak**

Kebutuhan bahan baku setiap hari	=	80	m <sup>3</sup>
Jumlah Bak	=	1	Unit
Volume Bak (V <sub>T</sub> )	=	16,67	m <sup>3</sup>
Faktor Keamanan	=	10%	<b>*Over design</b>
V Tangki setelah faktor keamanan(V <sub>T</sub> )	=	18,337	m <sup>3</sup>
Panjang Bak	=	$2P = V / L \times T = 4,16m$	
Lebar Bak	=	2 m	
Kedalaman Bak	=	1 m	

**L2.3 Bak Aerasi (BA-101)**

Fungsi = Pengolahan polutan secara mikrobiologi

Bentuk = Bak Persegi Panjang

Bahan = *Beton*

Kondisi Operasi

T Operasi = 30 °C

P Operasi = 1 atm

$\rho$  (Densitas) = 0,997 g/cm<sup>3</sup>

= 997 kg/m<sup>3</sup>

Kapasitas = 80 m<sup>3</sup>/jam

g = 9,8 m/s<sup>2</sup>

Lama penyimpanan = 6 Jam

Jumlah = 1 unit

**A) Menghitung Volume Bak**

Kebutuhan bahan baku setiap hari = 80 m<sup>3</sup>

Kebutuhan bahan baku selama 6 jam = 20 m<sup>3</sup>

Jumlah Bak = 1 Unit

Volume Bak (V<sub>T</sub>) = 20 m<sup>3</sup>

Faktor Keamanan = 10% **\*Over design**

V Tangki setelah faktor keamanan(V<sub>T</sub>) = 22 m<sup>3</sup>

Panjang Bak =  $2P = V / L \times T = 3,33 \text{ m}$

Lebar Bak = 1,5 m

Kedalaman Bak = 2 m

**L2.4 Bak Sedimentasi (BS-101)**

Fungsi	=	Mengendapkan Sedimen Yang Terbentuk Dari Proses Aerasi
Bentuk	=	Bak Persegi Panjang
Bahan	=	<i>Beton</i>
Kondisi Operasi		
T Operasi	=	30 °C
P Operasi	=	1 atm
ρ (Densitas)	=	0,997 g/cm <sup>3</sup>
	=	997 kg/m <sup>3</sup>
Kapasitas	=	80 m <sup>3</sup> /jam
g	=	9,8 m/s <sup>2</sup>
Lama penyimpanan	=	3 Jam
Jumlah	=	1 unit

**A) Menghitung Volume Bak**

Kebutuhan bahan baku setiap hari	=	80	m <sup>3</sup>
Jumlah Bak	=	1	Unit
Volume Bak (V <sub>T</sub> )	=	10	m <sup>3</sup>
Faktor Keamanan	=	10%	<b>*Over design</b>
V Bak setelah faktor keamanan(V <sub>T</sub> )	=	11	m <sup>3</sup>
Panjang Bak	=	1 m	
Lebar Bak	=	1,5 m	
Kedalaman Bak	=	2T=V/P x T = 3,33 m	

**L2.5 Bak Klorinasi (BK-101)**

Fungsi = Membunuh bakteri Patogen

Bentuk	=	Bak Persegi Panjang
Bahan	=	Beton
Kondisi Operasi		
T Operasi	=	30 °C
P Operasi	=	1 atm
ρ (Densitas)	=	0,997 g/cm <sup>3</sup>
	=	997 kg/m <sup>3</sup>
Kapasitas	=	80 m <sup>3</sup> /jam
g	=	9,8 m/s <sup>2</sup>
Lama penyimpanan	=	3 Jam
Jumlah	=	1 unit

**A) Menghitung Volume Bak**

Kebutuhan bahan baku setiap hari	=	80	m <sup>3</sup>
Jumlah Bak	=	1	Unit
Volume Bak (V <sub>T</sub> )	=	10	m <sup>3</sup>
Faktor Keamanan	=	10%	<b>*Over design</b>
V Bak setelah faktor keamanan(V <sub>T</sub> )	=	3,33	m <sup>3</sup>
Panjang Bak	=	2P = V / L x T = 1,5 m	
Lebar Bak	=	1 m	
Kedalaman Bak	=	1 m	

**L2.6 Tangki Filtrasi (TF-101)**

Fungsi	=	Membunuh bakteri Patogen
Bentuk	=	Bak Persegi Panjang



Bahan	=	<i>Beton</i>	
Kondisi Operasi			
T Operasi	=	30	°C
P Operasi	=	1	atm
ρ (Densitas)	=	0,997	g/cm <sup>3</sup>
	=	997	kg/m <sup>3</sup>
Kapasitas	=	80	m <sup>3</sup> /jam
g	=	9,8	m/s <sup>2</sup>
Lama penyimpanan	=	3	Jam
Jumlah	=	1	unit

**A) Menghitung Volume Tangki**

Kebutuhan bahan baku setiap hari	=	80	m <sup>3</sup>
Jumlah Bak	=	1	Unit
Volume Bak (V <sub>T</sub> )	=	1	m <sup>3</sup>
Faktor Keamanan	=	10%	<b>*Over design</b>
V Bak setelah faktor keamanan(V <sub>T</sub> )	=	1,1	m <sup>3</sup>
Diameter tangki	=	$A / (0,25 \times 3,14)^{0,5}$	= 0,798 m
Tinggi Tangki	=	1,34 m	

**L2.7 Bak Eflent (BE-101)**

Fungsi	=	Membunuh bakteri Patogen
Bentuk	=	Bak Persegi Panjang
Bahan	=	<i>Beton</i>

Kondisi  
Operasi

T Operasi	=	30	°C
P Operasi	=	1	atm
ρ (Densitas)	=	0,997	g/cm <sup>3</sup>
	=	997	kg/m <sup>3</sup>
Kapasitas	=	80	m <sup>3</sup> /jam
g	=	9,8	m/s <sup>2</sup>
Lama penyimpanan	=	3	Jam
Jumlah	=	1	unit

**A) Menghitung Volume Bak**

Kebutuhan bahan baku setiap hari	=	80	m <sup>3</sup>
Jumlah Bak	=	1	Unit
Volume Bak (V <sub>T</sub> )	=	10	m <sup>3</sup>
Faktor Keamanan	=	10%	<b>*Over design</b>
V Bak setelah faktor keamanan(V <sub>T</sub> )	=	11	m <sup>3</sup>
Panjang Bak	=	$2P = V / L \times T = 3,33 \text{ m}$	
Lebar Bak	=	2 m	
Kedalaman Bak	=	1 m	

**L2.5 Pompa**

Fungsi	:	Memompa Aliran di seluruh sistim IPAL
Jenis	:	Pompa sentrifugal (horizontal chemical)
Jumlah	:	12 unit
Data	:	

Kondisi operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan in : 1,00 atm

Tekanan out : 1,01 atm

Laju alir massa (G) : 3333,33 kg/jam = 7348,73 lb/jam

Densitas ( $\rho$ ) : 1,02 g/cm<sup>3</sup> = 63,9 lb/ft<sup>3</sup>

Viskositas ( $\mu$ ) : 0,817 cP = 0,005 lb/ft.dtk

Laju alir volumetrik,  $Q_f$  :  $Q_f = (\text{laju alir massa}) / \text{densitas}$   
 $= 0115,067 \text{ ft}^3/\text{jam}$   
 $= 3,20\text{E-}02 \text{ ft}^3/\text{detik}$

1. Menghitung diameter pipa optimum ( $ID_{opt}$ )

Diasumsikan aliran turbulen, sehingga

$$ID_{opt} = 3,9 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \quad (\text{Peter5, pers.15, hal 496})$$
$$= 1,421807452 \text{ inch}$$

2. Menentukan Sistim Perpipaan

Pemilihan Spesifikasi pipa dari tabel 13 Steel Pipe Dimensions, Peters hal 888

Nominal Size Pipe = 1,5 inch

$$ID = 1,61 \text{ inch} = 0,1341 \text{ ft}$$

$$OD = 1,9 \text{ inch} = 0,1583 \text{ ft}$$

$$\text{Schedule Number} = 40$$

$$A_o = 2,04 \text{ inch}^2 = 0,1699 \text{ ft}^2$$

$$\text{Kecepatan linier fluida, } V = Q_f / A_o = 0,1880 \text{ ft/detik}$$

$$\text{Bil. Reynold (Nre)} = (\rho \times V \times ID) / \mu$$

$$= 2931 > 2.100, \text{ Berarti alirannya Turbulen}$$

$$\text{Diperoleh : } f = 0,05$$

Diperkirakan:

Panjang pipa lurus (L) = 3 m = 9,84252 ft

Direncanakan :

Standar elbow 90° = 2 unit

Globe valve = 1 unit

Gate Valve = 2 unit

Tee = 1 unit

Dari Fig 127, G. G. Brown hal 141

Nominal pipe size = 0,125 inch = 0,0104 ft

Diperoleh panjang ekuivalen (Le) :

Le standar elbow = 3,50 ft

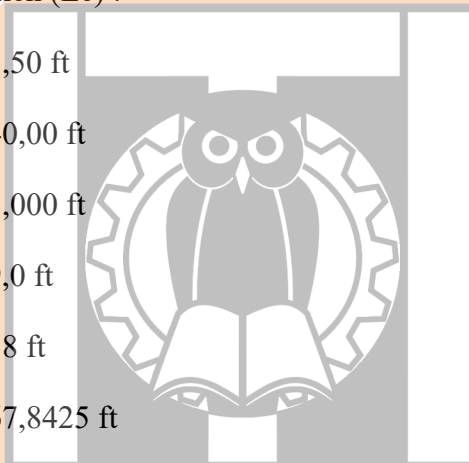
Le Globe Valve = 40,00 ft

Le Gate Valve = 1,000 ft

Tee = 9,0 ft

Total Le = 58 ft

Total panjang (L) = 67,8425 ft



### 3. Menentukan Head Pompa

Friction Head (F)

Friction head =

gc = 32,1740 ft-lbm/lbf det<sup>2</sup>

F = 0,05

$$\begin{aligned} L \text{ (total panjang pipa)} &= 67,84252 \quad \text{ft} \\ ID &= 0,1341 \quad \text{ft} \\ V &= 0,1880 \quad \text{ft/detik} \end{aligned}$$

Dengan demikian :

$$F = 0,01388 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Pressure Drop

$$P1 = 1,00 \text{ atm} = 2116,32 \text{ lbf/ft}^2$$

$$P2 = 1,01 \text{ atm} = 2137,42 \text{ lbf/ft}^2$$

$$\Delta = 0,01 \text{ atm} = 21,09 \text{ lbf/ft}^2$$

$$\Delta P/\rho = 0,33 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Potential Head

$$\text{Diasumsikan } \Delta Z = 1 \text{ m} = 3,28 \text{ ft}$$

$$g = 32,174 \text{ ft/detik}^2$$

$$g_c = 32,174 \text{ ft.lbm/lbf.detik}^2$$

$$(\Delta Z.g)/g_c = 3,28 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Velocity Head

Karena diameter tangki (D1) jauh lebih besar dari diameter pipa (D2)

maka:  $V_1 = 0$  (diabaikan)

$$V_1 = 0 \text{ ft/det}$$

$$V_2 = 0,269 \text{ ft/dtk}$$

$$(\Delta V^2)/(2 \cdot g_c) = 0,0011 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Total head pompa (w) =

$$w = 3,282 \text{ ft.lbf/lbm}$$

#### 4. Menghitung Daya Pompa

Daya fluida (LHP)

$$\text{LHP} =$$

$$\text{LHP} = 0,000024 \text{ HP}$$

Daya pompa (Broke Horse Power, BHP)

$$\text{Dengan } Q_f = 0,0284 \text{ gpm}$$

$$\text{Efisiensi pompa (EP) } \eta = 20 - 40 \% \quad (\text{Dari fig 14.37, Peters})$$

$$\text{Diambil EP, } \eta = 30 \%$$

Maka daya pompa sebenarnya:

$$\text{BHP} =$$

$$\text{BHP} = 0,041259 \text{ HP}$$

Daya Motor (DHP)

$$\text{Denegan DHP} = 0,0515 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor (EM) } \eta = 80\% \quad (\text{Dari fig 14.38, peters})$$

$$\text{Daya pompa} = 0,0515 \text{ HP}$$

$$\text{Digunakan} = 0,5 \text{ HP}$$

#### 5. Menghitung NPSH

Untuk mengatasi kavitasi, NPSH yang tersedia harus lebih besar dari NPSH yang dibutuhkan

$NPSH_a > NPSH_r$ , sehingga perlu dihitung  $NPSH_a$  sebagai berikut :

NPSH (Net Positive Suction Head) available :

Dari Tabel 7.2, Walas, Edisi 3, hal 144

Didapat  $NPSH_a$  dari untuk centrifugal (horizontal)      Max 19,700 ft

NPSHR (Net Positive Suction Head) Required :

(pers. 7.15 Walas, ed 3)

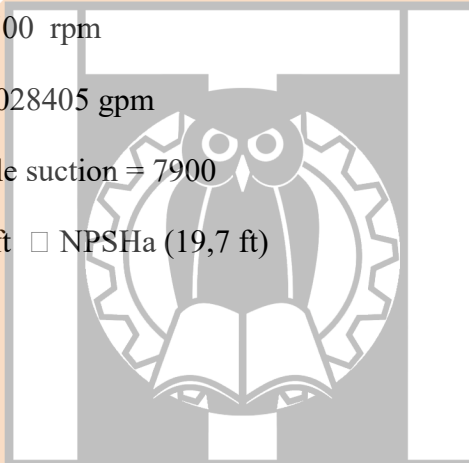
Diketahui. :

$n$ , kecepatan putaran = 3500 rpm

$Q$ , debit gpm.      = 0,028405 gpm

$S$ , kecepatan spesifik single suction = 7900

diperoleh  $NPSH_r = 0,03 \text{ ft} \ll NPSH_a (19,7 \text{ ft})$



**L2.6 Blower**

Jumlah	1 unit
--------	--------

*A. DATA*

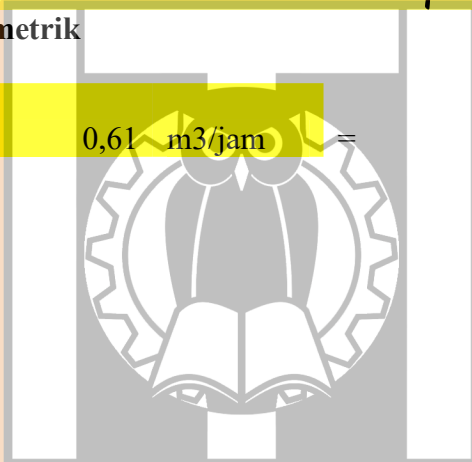
Data Properties, Sumber : Carl Yaws, Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds

Laju alir massa, (W)	=	0,63 kg/jam	=	7267,00 lbm/jam	
Temperatur masuk (Tin)	=	50 °C	=	323,15 K	
Temperatur masuk (Tin)	=	50 °C	=	323,15 K	
P1 (tekanan masuk blower)	=	11776,80 kPa	=	11622,80 atm	= 170808,04 i
P2 (tekanan keluar blower)	=	11776,80 kPa	=	11622,80 atm	= 170808,04 i
ρ Air Limbah	=	1,02 kg/m <sup>3</sup>	=	0,06 lbm/ft <sup>3</sup>	

*B. Mencari Kecepatan Volumetrik Umpan*

**1. Mencari Kecepatan volumetrik umpan (Q)**

$$Q = W / \rho = 0,61 \text{ m}^3/\text{jam} = 2154,20 \text{ ft}^3/\text{jam} = 35,9 \text{ ft}^3/\text{menit} = 0 \text{ t}$$





## C. Mencari Daya

### 2. Mencari Daya

dengan demikian :  $P_2 = 11622,80 \text{ atm}$

$P_2 =$  total discharge pressure  
(atm)

$Q =$  Volumetrik umpan  
( $m^3/jam$ )

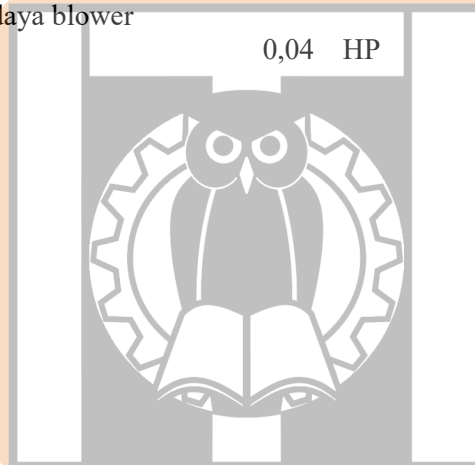
$$\begin{aligned} \text{Daya (kWatt)} &= 0,0000272 \times Q \times P_2 \\ \text{Daya (kWatt)} &= 0,03 \text{ kWatt} \\ \text{Daya (HP)} &= 0,04 \text{ HP} \end{aligned}$$

Efisiensi blower pada Perry hal 10-46 sebesar 40 s.d 80%

Diambil efisiensi blower pada = 0,50

Daya blower aktual = 0,08 HP

Di spesifikasi peralatan ditulis daya blower = 0,04 HP



## LAMPIRAN 3

### UTILITAS

#### L3.1 Listrik

##### L3.1.1 Listrik Proses

Tabel L3. 1 Kebutuhan Listrik Proses

Kode	Nama Alat	Daya (HP)
P-101	Pompa	0,5
P-102	Pompa	0,5
P-103	Pompa	0,5
P-104	Pompa	0,5
P-105	Pompa	0,5
P-106	Pompa	0,5
<b>Total</b>		<b>3,5</b>

##### L3.1.2 Total Kebutuhan Listrik Keseluruhan

Tabel L3. 2 Total Kebutuhan Listrik Keseluruhan

No	Jenis Penggunaan	Daya (Hp/jam)
1	Listrik untuk alat proses	7
<b>Total</b>		<b>7</b>

Total kebutuhan listrik	=	11,47	Hp/jam
Biaya listrik tidak terduga (10 %)	=	12,617	Hp/jam
Maka daya listrik total	=	9,409	KW/jam
Listrik yang berasal dari PLN sebesar	=	9,409	KWH

### L3.2 Kebutuhan Bahan Bakar untuk Generator Listrik

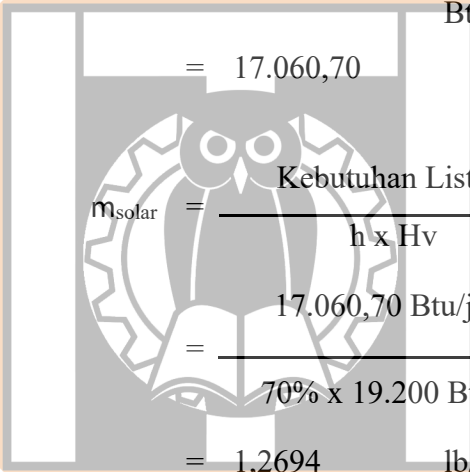
Tabel L4. 3 Bahan Bakar yang Digunakan pada Produksi

No.	Bahan Bakar	Low Heating Value	Fungsi	Lokasi Unit
1.	Solar	19.200	Bahan bakar dan Generator	Sarana Penunjang (Utilitas)

Diasumsikan :

- Efisiensi pembakaran solar pada generator = 70,00%
- (h)
- Terjadi pemadaman listrik selama = 1 Jam/hari
- Generator yang digunakan = 5.000 KW

Kebutuhan solar untuk generator



$$\begin{aligned}
 &= 17.060,70 \\
 m_{\text{solar}} &= \frac{\text{Kebutuhan Listrik}}{h \times H_v} \\
 &= \frac{17.060,70 \text{ Btu/jam}}{70\% \times 19.200 \text{ Btu/lb}} \\
 &= 1,2694 \text{ lb/jam} \\
 &= 0,5758 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

## LAMPIRAN 4

### ANALISIS EKONOMI

Dalam perancangan IPAL diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan-perkiraan mengenai jumlah investasi modal yang meliputi analisa:

1. Struktur kepemilikan modal
2. Besarnya keuntungan yang didapat
3. Lama investasi modal kembali
4. Break Event Point

Pada perancangan IPAL ini, perkiraan mengenai perhitungan ekonomi dilakukan berdasarkan pada kapasitas yang telah ditentukan.

#### L4.1. Ketetapan yg diambil

1	Pembangunan fisik IPAL	2022	*masa kontruksi adalah 2 tahun
	IPAL mulai beroperasi	2024	
2	Hari kerja per tahun	330	hari
3	Umur teknis pabrik	10	tahun
4	<i>Salvage value</i> (Nilai Rongsok)	10%	DFCI (tanpa harga tanah dan bangunan)
6	Kenaikan harga bahan baku dan produksi	10%	per tahun

**L4.2. Daftar Gaji Karyawan**

No.	Jabatan	Jumlah	Jenjang Pendidikan	Gaji/Bulan	Total
			Minimum	(IDR)	(IDR)
1	General Manajer	1	S1	25.000.000,00	25.000.000,00
<b>Karyawan Shift</b>					
2	Proses				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff	3	D3	5.000.000,00	15.000.000,00
3	Utilitas				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff	2	D3	5.000.000,00	10.000.000,00
4	Quality Control				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff	3	D3	5.000.000,00	15.000.000,00
5	Quality Assurance				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	Staff	3	D3	5.000.000,00	15.000.000,00
6	K3	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
<b>Karyawan Non Shift</b>					
8	Gudang				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	STAFF	2	SLTA	4.500.000,00	9.000.000,00
9	Pengembangan SDM				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00
	STAFF	1	D3	5.000.000,00	5.000.000,00
10	Pengendalian Keuangan dan Administrasi				
	- Spv	1	S1	7.000.000,00	7.000.000,00

	STAFF	1	D3	5.000.000,00	5.000.000,00
11	Fasilitas Umum dan Pengelola Aset				
	STAFF	1	D3	5.000.000,00	5.000.000,00
12	Leader Keamanan	1	SLTA	4.500.000,00	4.500.000,00
13	Supir Operasional	3	SLTA	4.500.000,00	13.500.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>29</b>			<b>178.000.000,00</b>

#### L4.3. Perhitungan Modal Investasi (TCI)

a. Peralatan utama dan penunjang	20%	A	Rp470.592.650
b. Pemasangan mesin dan peralatan termasuk isolasi dan pengecatan	13%	A	Rp305.885.223
c. Instrumentasi dan kontrol terpasang	8%	A	Rp188.237.060
d. Sistem perpipaaan	19%	A	Rp447.063.018
e. Instalasi listrik terpasang	10%	A	Rp235.296.325
f. Bangunan	16%	A	Rp376.474.120
g. Perbaikan halaman	4%	A	Rp94.118.530
h. Fasilitas Pelayanan	10%		Rp235.296.325
Tanah			Rp8.500.000.000
Sub Total		A	Rp10.852.963.250
DFCI tak terduga	15%	A'	Rp1.627.944.488
<b>Total Modal Investasi Tetap Langsung (DFCI)</b>		<b>B</b>	<b>Rp12.480.907.738</b>

#### L4.4. Modal Kerja (Working Capital Investment / WCI)

Modal kerja dihitung untuk masa 3 bulan dengan jumlah hari kerja 90 hari =

Perhitungan : (90 hari x 24 jam/hari x harga x kebutuhan/jam)

Komponen		Kebutuhan (Liter/Hari)	Harga/Liter	Biaya/3 bulan
a. Persediaan bahan penunjang				
Klorin Cair	Awal	20	Rp25.000	Rp45.000.000
Nutrient untuk Bakteri	Awal	1,43	Rp75.000	Rp9.652.500
Bakteri Aerob	Awal	1,67	Rp150.000	Rp22.545.000
Total persediaan bahan penunjang		a		<b>Rp77.197.500</b>

Komponen		Kebutuhan	Harga/satuan	Biaya/3 bulan
b. Persediaan sarana penunjang				
Listrik Pompa 1 (kWh)		7,00	Rp1.700	Rp25.704.000
Solar		43,20	Rp7.400	Rp690.508.800
Abonemen Listrik			Rp41.600	Rp124.800
Air		3300	Rp15,00	Rp148.500
Total sarana penunjang		b		<b>Rp716.486.100</b>
Total biaya trial run (a + b)				<b>Rp793.683.600</b>

c. Biaya Monitoring IPAL	25%	Bahan Penunjang	<b>Rp7.500.000</b>
d. Biaya pemeliharaan dan perbaikan	2%	DFCI	<b>Rp249.618.155</b>
e. Gaji karyawan	3	x gaji/bulan	<b>Rp591.850.000</b>
Sub Total WCI (a s/d e)			<b>Rp1.642.651.755</b>
WCI tak terduga	15%	sub total WCI	<b>Rp246.397.763</b>
<b>Total Modal Kerja (WCI)</b>			<b>Rp1.889.049.518</b>

c. Biaya Monitoring IPAL	25%	Bahan Penunjang	<b>Rp5.681.250</b>
d. Biaya pemeliharaan dan perbaikan	2%	DFCI	<b>Rp16.905.000</b>
e. Gaji karyawan	3	x gaji/bulan	<b>Rp107.362.659</b>
Sub Total WCI (a s/d e)			<b>Rp181.669.209</b>
WCI tak terduga	15%	sub total WCI	<b>Rp27.250.381</b>
<b>Total Modal Kerja (WCI)</b>			<b>Rp208.919.590</b>
<b>Total Modal Investasi (TCI) = FCI + WCI =</b>			<b>Rp1.316.619.715</b>

#### L4.5. Struktur Permodalan

Komposisi permodalan adalah

$$\text{Modal sendiri} = (\text{TCI} - \text{pinjaman bank}) / \text{TCI} \times 100\% = 48,7 \%$$

$$\text{Pinjaman Bank} = \text{pinjaman bank} / \text{TCI} \times 100 \% = 51,3 \%$$

**L4.6. Biaya Bahan Penunjang**

Komponen		Kebutuhan (Liter/Hari)	Harga/Liter	Biaya/3 bulan
a. Persediaan bahan penunjang				
Klorin Cair	Awal	20	Rp25.000	Rp45.000.000
Nutrient untuk Bakteri	Awal	1,43	Rp75.000	Rp9.652.500
Bakteri Aerob	Awal	1,67	Rp150.000	Rp22.545.000
Total persediaan bahan penunjang		a		<b>Rp77.197.500</b>

Tahun	Kapasitas Produksi	Biaya Bahan Penunjang
1	80%	Rp339.669.000
2	90%	Rp373.635.900
3	100%	Rp410.999.490
4	100%	Rp452.099.439
5	100%	Rp497.309.383
6	100%	Rp547.040.321
7	100%	Rp601.744.353
8	100%	Rp661.918.789
9	100%	Rp728.110.668
10	100%	Rp800.921.734

*Ket : Terjadi kenaikan harga produk per tahun sebesar 10%*



**L5.7. Hasil Penjualan Produk**

Tahun	Kapasitas	Hasil Penjualan
	Produksi	(Total Sales)
1	80%	Rp21.000.000.000
2	90%	Rp25.987.500.000
3	100%	Rp31.762.500.000
4	100%	Rp34.938.750.000
5	100%	Rp38.432.625.000
6	100%	Rp42.275.887.500
7	100%	Rp46.503.476.250
8	100%	Rp51.153.823.875
9	100%	Rp56.269.206.263
10	100%	Rp61.896.126.889

*Ket : Terjadi kenaikan harga produk per tahun sebesar*

*10%*

**L5.8. Salvage Value**

Salvage value untuk masing-masing barang modal adalah sebagai berikut :

a. DFCI selain kendaraan, bangunan, dan tanah

$$=10\% \times \text{Rp}12.104.433.618 = \text{Rp} 1.210.443.362$$

b. Bangunan

$$=10\% \times \text{Rp}376.474.120 = \text{Rp} 37.647.412$$

c. Kendaraan

$$=10\% \times \text{Rp}700.000.000 = \text{Rp}70.000.000$$

d. Tanah

Harga tanah pada tahun ke 10 tetap, sebesar Rp 49.500.000.000

Sehingga total nilai salvage value yang akan diperhitungkan pada akhir tahun ke-10:

Rp 50.818.090.774

### L5.9 Depresiasi

- Depresiasi digolongkan pada masing-masing alat sesuai periode depresiasinya
- Metode yang dipakai adalah Metode Garis Lurus
- Periode depresiasi menurut SK Menteri Keuangan No. 96/PMK-03/2009 adalah :
  - a. 8 tahun atau 12.5% / tahun untuk kendaraan
  - b. 16 Tahun atau 6.25% /tahun untuk mesin-mesin industri kimia
  - c. 20 tahun atau 5% / tahun untuk bangunan
  - d. 8 tahun atau 12.5% / tahun untuk IFCI tanpa salvage value (amortisasi)

rumus

$$= \frac{HP - NS}{n}$$

HP = Harga perolehan

NS = Nilai sisa

n = taksir umur kegunaan



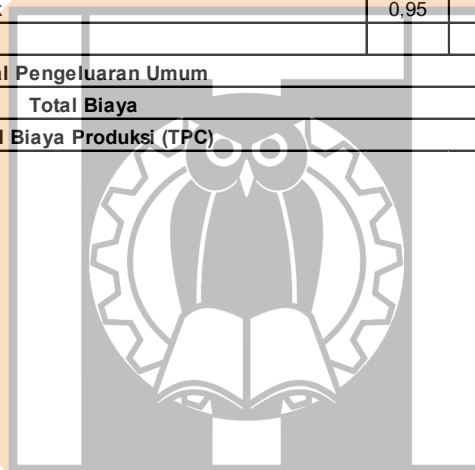
**Institut Teknologi Indonesia**

Tahun	Kendaraan (Rp)	DFCI tanpa tanah, bangunan & kendaraan (Rp)	Bangunan (Rp)	Nilai depresiasi IFCI (Rp)	Jumlah Nilai Depresiasi (Rp)
1	87.500.000	756.527.101	18.823.706	7.856.675.629	8.719.526.436
2	76.562.500	709.244.157	17.882.521	6.874.591.175	7.678.280.353
3	66.992.188	664.916.397	16.988.395	6.015.267.278	6.764.164.258
4	58.618.164	623.359.123	16.138.975	5.263.358.868	5.961.475.130
5	51.290.894	584.399.177	15.332.026	4.605.439.010	5.256.461.107
6	44.879.532	547.874.229	14.565.425	4.029.759.134	4.637.078.319
7	39.269.590	513.632.090	13.837.154	3.526.039.242	4.092.778.076
8	34.360.892	481.530.084	13.145.296	3.085.284.337	3.614.320.608
9	-	451.434.454	12.488.031	-	463.922.485
10	-	423.219.800	11.863.630	-	435.083.430
Total					47.623.090.202
11	-	396.768.563	11.270.448	-	408.039.011
12	-	371.970.528	10.706.926	-	382.677.453
13	-	348.722.370	10.171.579	-	358.893.949
14	-	326.927.222	9.663.000	-	336.590.222
15	-	306.494.270	9.179.850	-	315.674.121
16	-	287.338.378	8.720.858	-	296.059.236
17	-	-	8.284.815	-	8.284.815
18	-	-	7.870.574	-	7.870.574
19	-	-	7.477.046	-	7.477.046
20	-	-	7.103.193	-	7.103.193
Total					49.751.759.822

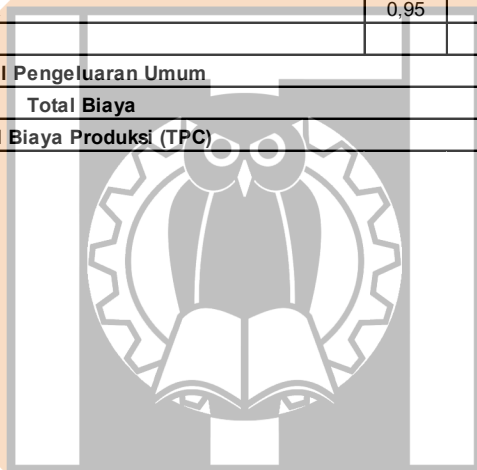
L5.10. Perhitungan Biaya Produksi Total ( Total Production Cost)

	TAHUN		I		II	
	KAPASITAS PRODUKSI		80,00%		90,00%	
	BIAYA PRODUKSI (PRODUCT COST)		Fixed Cost	Variable Cost	Fixed Cost	Variable Cost
<b>A.</b>	<b>Biaya Manufacturing (Manufacturing Cost)</b>					
1.	<b>Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>					
a.	Biaya Bahan Penunjang		-	247.032.000	-	305.702.100
b.	Gaji Karyawan		2.367.400.000		2.604.140.000	-
c.	Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan (kenaikan 5% per tahun)	0,02	DFCI	364.905.582	-	383.150.861
e.	Biaya Laboratorium (Internal)	0,15	BB	-	37.054.800	45.855.315
f.	Biaya Monitoring IPAL (Eksternal)	0,15	BB	-	37.054.800	45.855.315
g.	Biaya Sarana Penunjang			399.360	96.402.300	449.280
	<b>Total Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>			<b>2.732.704.942</b>	<b>417.543.900</b>	<b>2.987.740.141</b>
	<b>Biaya Plant Overhead</b>	0,20	(b+c)	<b>546.461.116</b>	-	<b>597.458.172</b>
	<b>Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>					
2.	Depresiasi			8.719.526.436	-	7.678.280.353
3.	Pajak Bumi dan Bangunan diperkirakan 0.1 % x (tanah + bangunan),kenaikan	0,00		86.176.000		94.793.600
a.	Biaya asuransi (kenaikan 10 %) pertahun	0,01	DFCI	62.404.539		68.644.993
b.	<b>Total Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>			<b>8.868.106.974</b>	<b>12.564.816.933</b>	<b>7.841.718.946</b>
<b>B.</b>	<b>Pengeluaran Umum (General Expenses)</b>					
a.	Biaya administrasi (Surat Layak Operasi)	0,15	b	355.110.000	-	390.621.000
b.	Biaya Perizinan DLHK Kota Depok	0,95	f	-	35.202.060	43.562.549
c.	Bunga Bank + Cicilan Pokok			3.089.024.665		2.901.811.049
	<b>Total Pengeluaran Umum</b>			<b>3.444.134.665</b>	<b>35.202.060</b>	<b>3.292.432.049</b>
	<b>Total Biaya</b>			<b>15.591.407.698</b>	<b>452.745.960</b>	<b>14.719.349.308</b>
	<b>Total Biaya Produksi (TPC)</b>			<b>16.044.153.658</b>		<b>15.280.152.339</b>

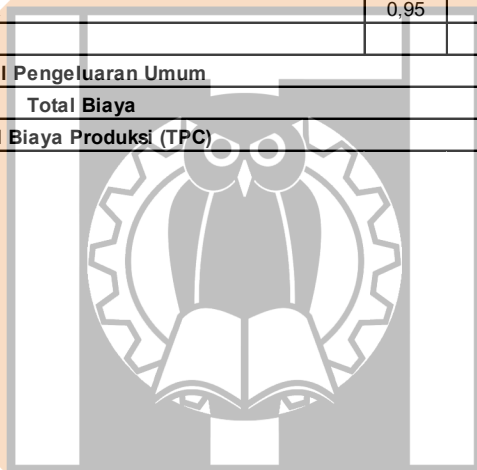
	TAHUN			III		IV	
	KAPASITAS PRODUKSI			100,00%		100,00%	
	BIAYA PRODUKSI (PRODUCT COST)			Fixed Cost	Variable Cost	Fixed Cost	Variable Cost
<b>A.</b>	<b>Biaya Manufacturing (Manufacturing Cost)</b>						
<b>1.</b>	<b>Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>						
a.	Biaya Bahan Baku			-	373.635.900	-	410.999.490
b.	Gaji Karyawan			2.864.554.000		3.151.009.400	-
c.	Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan (kenaikan 5% per tahun)	0,02	DFCI	402.308.404	-	422.423.825	-
d.							
e.	Biaya Laboratorium (Internal)	0,15	BB	-	56.045.385	-	61.649.924
f.	Biaya Monitoring IPAL (Eksternal)	0,15	BB	-	56.045.385	-	61.649.924
g.	Biaya sarana penunjang			499.200	119.827.752	549.120	131.810.527
	<b>Total Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>			<b>3.267.361.604</b>	<b>605.554.422</b>	<b>3.573.982.345</b>	<b>666.109.864</b>
	<b>Biaya Plant Overhead</b>	0,20	(b+c)	<b>653.372.481</b>	-	<b>714.686.645</b>	-
	<b>Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>						
<b>2.</b>	Depresiasi			6.764.164.258	-	5.961.475.130	-
<b>3.</b>	Pajak Bumi dan Bangunan diperkirakan 0.1 % x (tanah + bangunan),kenaikan 10 % /th			104.272.960		114.700.256	
a.	Biaya asuransi (kenaikan 10 %) pertahun			75.509.492		83.060.441	
b.	<b>Total Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>			<b>6.943.946.710</b>	-	<b>6.159.235.827</b>	-
<b>B.</b>	<b>Pengeluaran Umum (General Expenses)</b>						
a.	Biaya administrasi (Surat Layak Operasi)	0,15	b	429.683.100	-	472.651.410	-
b.	Biaya Perizinan DLHK Kota Depok	0,95	f	-	53.243.116	-	58.567.427
c.	Bunga Bank + Cicilan Pokok			2.714.597.433		2.527.383.817	
	<b>Total Pengeluaran Umum</b>			<b>3.144.280.533</b>	<b>53.243.116</b>	<b>3.000.035.227</b>	<b>58.567.427</b>
	<b>Total Biaya</b>			<b>14.008.961.328</b>	<b>658.797.538</b>	<b>13.447.940.043</b>	<b>724.677.292</b>
	<b>Total Biaya Produksi (TPC)</b>			<b>14.667.758.865</b>		<b>14.172.617.335</b>	



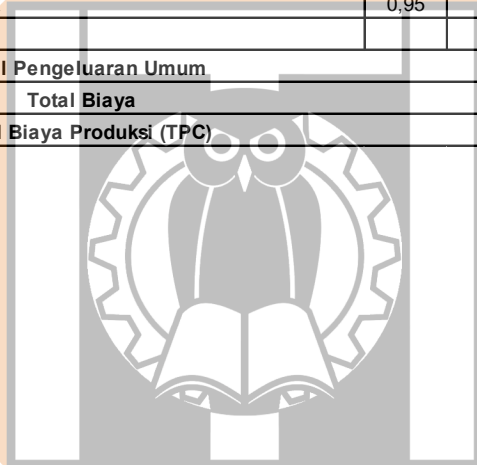
	TAHUN			V		VI	
	KAPASITAS PRODUKSI			100%		100%	
	BIAYA PRODUKSI (PRODUCT COST)			Fixed Cost	Variable Cost	Fixed Cost	Variable Cost
<b>A.</b>	<b>Biaya Manufacturing (Manufacturing Cost)</b>						
<b>1.</b>	<b>Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>						
a.	Biaya Bahan Baku			-	452.099.439	-	497.309.383
b.	Gaji Karyawan			3.466.110.340		3.812.721.374	-
c.	Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan (kenaikan 5% per tahun)	0,02	DFCI	443.545.016	-	465.722.267	-
d.							
e.	Biaya Laboratorium (Internal)	0,15	BB	-	67.814.916	-	74.596.407
f.	Biaya Monitoring IPAL (Eksternal)	0,15	BB	-	67.814.916	-	74.596.407
g.	Biaya sarana penunjang			604.032	144.991.580	664.435	159.490.738
	<b>Total Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>			<b>3.910.259.388</b>	<b>732.720.851</b>	<b>4.279.108.076</b>	<b>805.992.936</b>
	<b>Biaya Plant Overhead</b>	0,20	(b+c)	<b>781.931.071</b>	-	<b>855.688.728</b>	-
	<b>Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>						
<b>2.</b>	Depresiasi			5.256.461.107	-	4.637.078.319	-
<b>3.</b>	Pajak Bumi dan Bangunan diperkirakan 0.1 % x (tanah + bangunan),kenaikan 10 % /th			126.170.282		138.787.310	
a.	Biaya asuransi (kenaikan 10 %) pertahun			91.366.485		100.503.134	
b.	<b>Total Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>			<b>5.473.997.874</b>	-	<b>4.876.368.763</b>	-
<b>B.</b>	<b>Pengeluaran Umum (General Expenses)</b>						
a.	Biaya administrasi (Surat Layak Operasi)	0,15	b	519.916.551	-	571.908.206	-
b.	Biaya Perizinan DLHK Kota Depok	0,95	f	-	64.424.170	-	70.866.587
c.	Bunga Bank + Cicilan Pokok						
	<b>Total Pengeluaran Umum</b>			<b>519.916.551</b>	<b>64.424.170</b>	<b>571.908.206</b>	<b>70.866.587</b>
	<b>Total Biaya</b>			<b>10.686.104.884</b>	<b>797.145.021</b>	<b>10.583.073.773</b>	<b>876.859.523</b>
	<b>Total Biaya Produksi (TPC)</b>			<b>11.483.249.904</b>		<b>11.459.933.295</b>	



	TAHUN			VII		VIII	
	KAPASITAS PRODUKSI			100,00%		100,00%	
	BIAYA PRODUKSI (PRODUCT COST)			Fixed Cost	Variable Cost	Fixed Cost	Variable Cost
<b>A.</b>	<b>Biaya Manufacturing (Manufacturing Cost)</b>						
1.	<b>Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>						
a.	Biaya Bahan Baku			-	547.040.321	-	601.744.353
b.	Gaji Karyawan			4.193.993.511		4.613.392.863	-
c.	Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan (kenaikan 5% per tahun)	0,02	DFCI	489.008.380	-	513.458.799	-
d.							
e.	Biaya Laboratorium (Internal)	0,15	BB	-	82.056.048	-	90.261.653
f.	Biaya Monitoring IPAL (Eksternal)	0,15	BB	-	82.056.048	-	90.261.653
g.	Biaya sarana penunjang			730.879	175.439.812	803.967	192.983.793
	<b>Total Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>			<b>4.683.732.770</b>	<b>886.592.229</b>	<b>5.127.655.628</b>	<b>975.251.452</b>
	<b>Biaya Plant Overhead</b>	0,20	(b+c)	<b>936.600.378</b>	-	<b>1.025.370.332</b>	-
	<b>Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>						
2.	Depresiasi			4.092.778.076	-	3.614.320.608	-
3.	Pajak Bumi dan Bangunan diperkirakan 0.1 % x (tanah + bangunan),kenaikan 10 % /th			152.666.041		167.932.645	
a.	Biaya asuransi (kenaikan 10 %) pertahun			100.503.134		110.553.447	
b.	<b>Total Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>			<b>4.345.947.250</b>	-	<b>3.892.806.700</b>	-
<b>B.</b>	<b>Pengeluaran Umum (General Expenses)</b>						
a.	Biaya administrasi (Surat Layak Operasi)	0,15	b	629.099.027	-	692.008.929	-
b.	Biaya Perizinan DLHK Kota Depok	0,95	f	-	77.953.246	-	85.748.570
c.	Bunga Bank + Cicilan Pokok						
	<b>Total Pengeluaran Umum</b>			<b>629.099.027</b>	<b>77.953.246</b>	<b>692.008.929</b>	<b>85.748.570</b>
	<b>Total Biaya</b>			<b>10.595.379.425</b>	<b>964.545.475</b>	<b>10.737.841.590</b>	<b>1.061.000.023</b>
	<b>Total Biaya Produksi (TPC)</b>			<b>11.559.924.900</b>		<b>11.798.841.612</b>	



	TAHUN			IX		X	
	KAPASITAS PRODUKSI			100,00%		100,00%	
	BIAYA PRODUKSI (PRODUCT COST)			Fixed Cost	Variable Cost	Fixed Cost	Variable Cost
<b>A.</b>	<b>Biaya Manufacturing (Manufacturing Cost)</b>						
<b>1.</b>	<b>Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>						
a.	Biaya Bahan Baku			-	661.918.789	-	728.110.668
b.	Gaji Karyawan			5.074.732.149		5.582.205.364	-
c.	Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan (kenaikan 5% per tahun)	0,02	DFCI	539.131.739	-	566.088.326	-
d.							
e.	Biaya Laboratorium (Internal)	0,15	BB	-	99.287.818	-	109.216.600
f.	Biaya Monitoring IPAL (Eksternal)	0,15	BB	-	99.287.818	-	109.216.600
g.	Biaya sarana penunjang			884.363	212.282.172	972.800	233.510.389
	<b>Total Biaya Manufacturing Langsung (DMC)</b>			<b>5.614.748.251</b>	<b>1.072.776.597</b>	<b>6.149.266.489</b>	<b>1.180.054.257</b>
	<b>Biaya Plant Overhead</b>	0,20	(b+c)	<b>1.122.772.778</b>		<b>1.229.658.738</b>	
	<b>Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>						
<b>2.</b>	Depresiasi			463.922.485	-	435.083.430	-
<b>3.</b>	Pajak Bumi dan Bangunan diperkirakan 0.1 % x (tanah + bangunan),kenaikan 10 % /th			184.725.909		203.198.500	
a.	Biaya asuransi (kenaikan 10 %) pertahun			761.209.822		837.330.805	
b.	<b>Total Biaya Manufacturing Tetap (FMC)</b>			<b>1.409.858.216</b>	-	<b>1.475.612.735</b>	-
<b>B.</b>	<b>Pengeluaran Umum (General Expenses)</b>						
a.	Biaya administrasi (Surat Layak Operasi)	0,15	b	761.209.822	-	837.330.805	-
b.	Biaya Perizinan DLHK Kota Depok	0,95	f	-	94.323.427	-	103.755.770
c.	Bunga Bank + Cicilan Pokok						
	<b>Total Pengeluaran Umum</b>			<b>761.209.822</b>	<b>94.323.427</b>	<b>837.330.805</b>	<b>103.755.770</b>
	<b>Total Biaya</b>			<b>8.908.589.067</b>	<b>1.167.100.025</b>	<b>9.691.868.766</b>	<b>1.283.810.027</b>
	<b>Total Biaya Produksi (TPC)</b>			<b>10.075.689.092</b>		<b>10.975.678.793</b>	





**L5.11. Break Even Point**

Rumus Umum :

$$BEP = \frac{FC}{(TS - VC)} \times 100\%$$

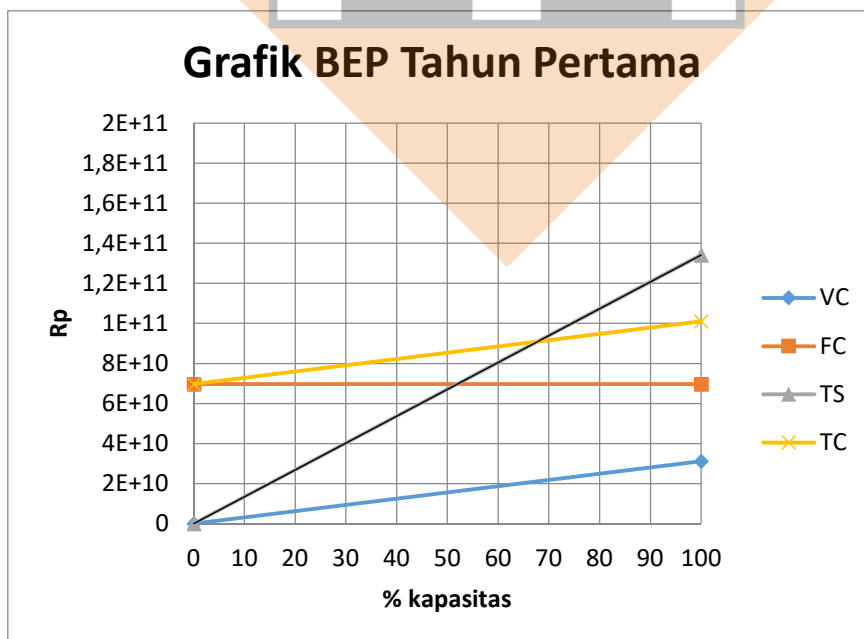
Dimana :

FC : Total Fixed Cost

TS : Total Sales

VC: Total Variable Cost

Tahun	Total Fixed Cost (Rp)	Total Variabel Cost (Rp)	Total Penjualan (Rp)	BEP (%)
1	15.591.407.698	452.745.960	21.000.000.000	75,88
2	14.719.349.308	560.803.031	25.987.500.000	57,88
3	14.008.961.328	658.797.538	31.762.500.000	45,03
4	13.447.940.043	724.677.292	34.938.750.000	39,30
5	10.686.104.884	797.145.021	38.432.625.000	28,39
6	10.583.073.773	876.859.523	42.275.887.500	25,56
7	10.595.379.425	964.545.475	46.503.476.250	23,26
8	10.737.841.590	1.061.000.023	51.153.823.875	21,43
9	8.908.589.067	1.167.100.025	56.269.206.263	16,16
10	9.691.868.766	1.283.810.027	61.896.126.889	15,98



### L5.12. Laba Rugi dan Pajak

Berdasarkan UU No.36 tahun 2008

sebagai berikut :

Wajib pajak badan usaha dalam

negeri adalah 25%

Tahun	Penjualan	Pengeluaran	Laba sebelum pajak	PPH 25%	Laba setelah pajak
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)
1	21.000.000.000	16.044.153.658	4.955.846.342	1.238.961.585	3.716.884.756
2	25.987.500.000	15.280.152.339	10.707.347.661	2.676.836.915	8.030.510.745
3	31.762.500.000	14.667.758.865	17.094.741.135	4.273.685.284	12.821.055.851
4	34.938.750.000	14.172.617.335	20.766.132.665	5.191.533.166	15.574.599.499
5	38.432.625.000	11.483.249.904	26.949.375.096	6.737.343.774	20.212.031.322
6	42.275.887.500	11.459.933.295	30.815.954.205	7.703.988.551	23.111.965.654
7	46.503.476.250	11.559.924.900	34.943.551.350	8.735.887.838	26.207.663.513
8	51.153.823.875	11.798.841.612	39.354.982.263	9.838.745.566	29.516.236.697
9	56.269.206.263	10.075.689.092	46.193.517.171	11.548.379.293	34.645.137.878
10	61.896.126.889	10.975.678.793	50.920.448.095	12.730.112.024	38.190.336.071

Jumlah nominal aliran masuk = Laba setelah pajak + depresiasi + salvage value

Tahun	Laba setelah pajak	Depresiasi	Salvage value+ tanah	Cash in Nominal
	(Rp)	(Rp)	(Rp)	(Rp)
1	3.716.884.756	11.471.766.601	-	15.188.651.357
2	8.030.510.745	11.471.766.601	-	19.502.277.346
3	12.821.055.851	11.471.766.601	-	24.292.822.451
4	15.574.599.499	11.471.766.601	-	27.046.366.099
5	20.212.031.322	11.471.766.601	70.000.000	31.753.797.922
6	23.111.965.654	11.471.766.601	-	34.583.732.254
7	26.207.663.513	11.471.766.601	-	37.679.430.113
8	29.516.236.697	11.268.582.005	-	40.784.818.702
9	34.645.137.878	11.268.582.005	-	45.913.719.883
10	38.190.336.071	11.268.582.005	1.318.090.774	50.777.008.850

### L5.13. Minimum Payback Period (MPP)

Jangka waktu minimum pengembalian investasi modal sebagai berikut :

Keterangan : suku bunga tahunan sebesar 8%

Tahun	NCF nominal (Rp)	Faktor Discount	NCF PV (Rp)	Akumulasi
		$1/(1+0.1025)^n$		(Rp)
0	-18.245.279.108	1	-18.245.279.108	-18.245.279.108
1	15.188.651.357	0,93	14.063.566.071	-4.181.713.037
2	19.502.277.346	0,86	16.720.059.453	12.538.346.416
3	24.292.822.451	0,79	19.284.425.687	31.822.772.104
4	27.046.366.099	0,74	19.879.886.493	51.702.658.596
5	31.753.797.922	0,68	21.611.101.308	73.313.759.904
6	34.583.732.254	0,63	21.793.617.651	95.107.377.555
7	37.679.430.113	0,58	21.985.585.570	117.092.963.125
8	40.784.818.702	0,54	22.034.768.505	139.127.731.630
9	45.913.719.883	0,50	22.968.290.949	162.096.022.579
10	50.777.008.850	0,46	23.519.579.844	185.615.602.423
Total			185.615.602.423	

### L5.14. Internal Rate of Return

Keterangan :

Net Cash Flow (NCF) sesudah pajak = (Penjualan - Pengeluaran - Pajak) + Depresiasi

Tahun	Net Cash Flow (Rp)	Bunga	Present Value	Bunga	Present Value
		25,00%		40,00%	
		$1/(1+i)^n$		$1/(1+i)^n$	
0	-Rp18.245.279.108	1,000	-Rp18.245.279.108	1	-Rp18.245.279.108
1	Rp15.188.651.357	0,800	Rp12.150.921.086	0,714	Rp10.849.036.684
2	Rp19.502.277.346	0,640	Rp12.481.457.501	0,510	Rp9.950.141.503
3	Rp24.292.822.451	0,512	Rp12.437.925.095	0,364	Rp8.853.069.407
4	Rp27.046.366.099	0,410	Rp11.078.191.554	0,260	Rp7.040.391.009
5	Rp31.753.797.922	0,328	Rp10.405.084.503	0,186	Rp5.904.124.383
6	Rp34.583.732.254	0,262	Rp9.065.917.908	0,133	Rp4.593.076.154
7	Rp37.679.430.113	0,210	Rp7.901.949.222	0,095	Rp3.574.440.530
8	Rp40.784.818.702	0,168	Rp6.842.557.129	0,068	Rp2.763.594.061
9	Rp45.913.719.883	0,134	Rp6.162.435.167	0,048	Rp2.222.235.899
10	Rp50.777.008.850	0,107	Rp5.452.139.810	0,035	Rp1.755.443.101
			Rp75.733.299.867		Rp39.260.273.623

IRR dicari menggunakan interpolasi

$IRR = \text{Bunga rendah} + \left( \frac{0 - \text{Npv bunga tinggi}}{\text{Npv bunga rendah} - \text{Npv bunga tinggi}} \right) \times (\text{bunga tinggi} - \text{bunga rendah})$

$IRR = 25\% + (2,076419416 \times 15\%)$

$IRR = 56,15\%$

Tahun	Net Cash Flow Nominal (Rp)	Faktor Diskon	Net Cash Flow	
		8,00%	Present Value	
		$1/(1+i)^n$		
0	-18.245.279.108	1,00	-Rp	18.245.279.108
1	15.188.651.357	0,93	Rp	14.063.566.071
2	19.502.277.346	0,86	Rp	16.720.059.453
3	24.292.822.451	0,79	Rp	19.284.425.687
4	27.046.366.099	0,74	Rp	19.879.886.493
5	31.753.797.922	0,68	Rp	21.611.101.308
6	34.583.732.254	0,63	Rp	21.793.617.651
7	37.679.430.113	0,58	Rp	21.985.585.570
8	40.784.818.702	0,54	Rp	22.034.768.505
9	45.913.719.883	0,50	Rp	22.968.290.949
10	50.777.008.850	0,46	Rp	23.519.579.844
<b>TOTAL</b>			Rp	<b>185.615.602.423</b>

Nilai NCPV pada tingkat bunga (8%) sebesar Rp.185.615.602.423 (positif)

MPP = 1,608 tahun < 10 tahun

IRR = 56,15% > suku bunga 9,80%

Maka perancangan pabrik ini feasible (layak)

