

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 H₂S oleh mikroorganisme aerob. Polutan organik akan terurai menjadi gas karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O), *amoniak* akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, dan gas H₂S 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*).

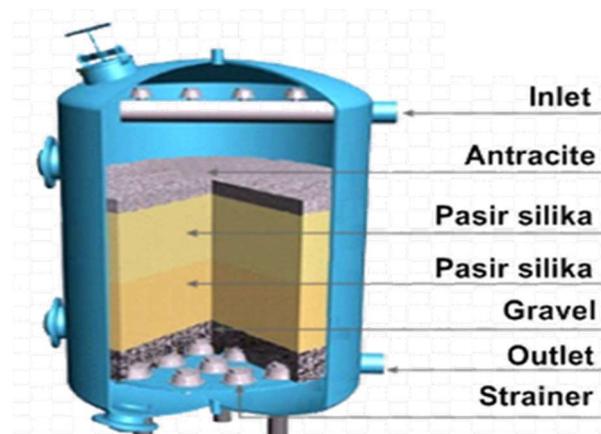
4. Proses Klorinasi

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

5. Proses Filtrasi

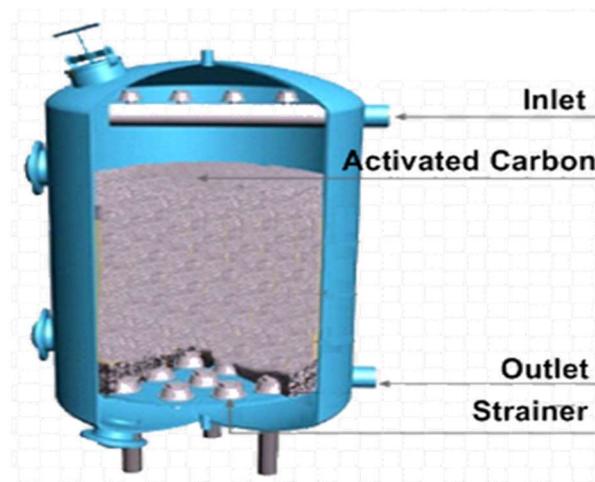
Proses ini merupakan proses penyaringan padatan tersuspensi dan padatan terlarut ada dua jenis filtrasi yang digunakan yaitu tangki *pressure sand filter* yang berfungsi untuk menyaring padatan tersuspensi dan tangki *pressure carbon filter* berfungsi untuk menyerap padatan terlarut dalam air limbah.

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.

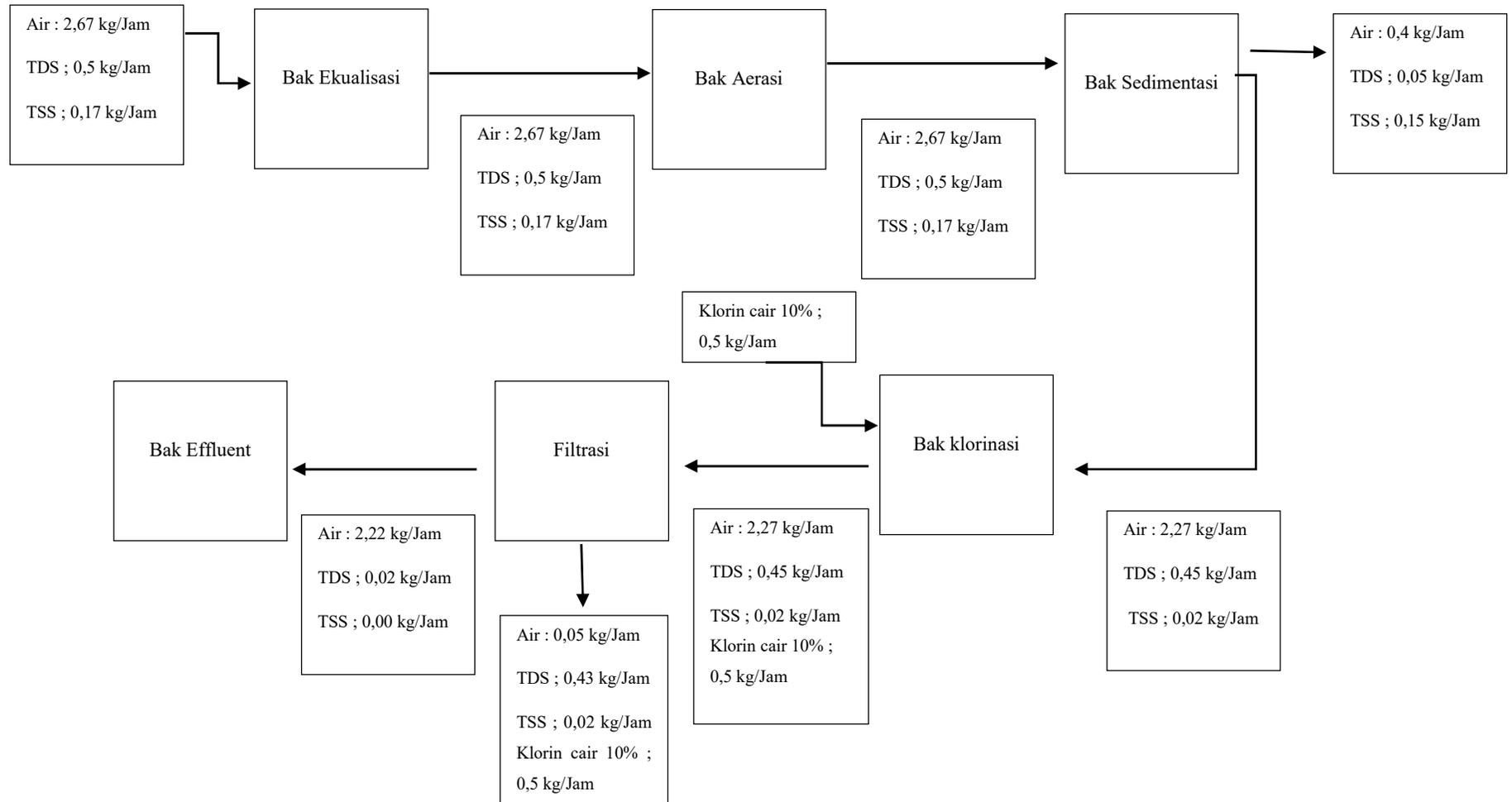


Gambar 3. 2 Kontruksi *Pressure Sand Filter*

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 m³/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 ³
Diameter	:	1,5 m
Tinggi	:	3 m
Bahan/material konstruksi alat	:	<i>Plastik/polimer</i>
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
Total		11,4701

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**

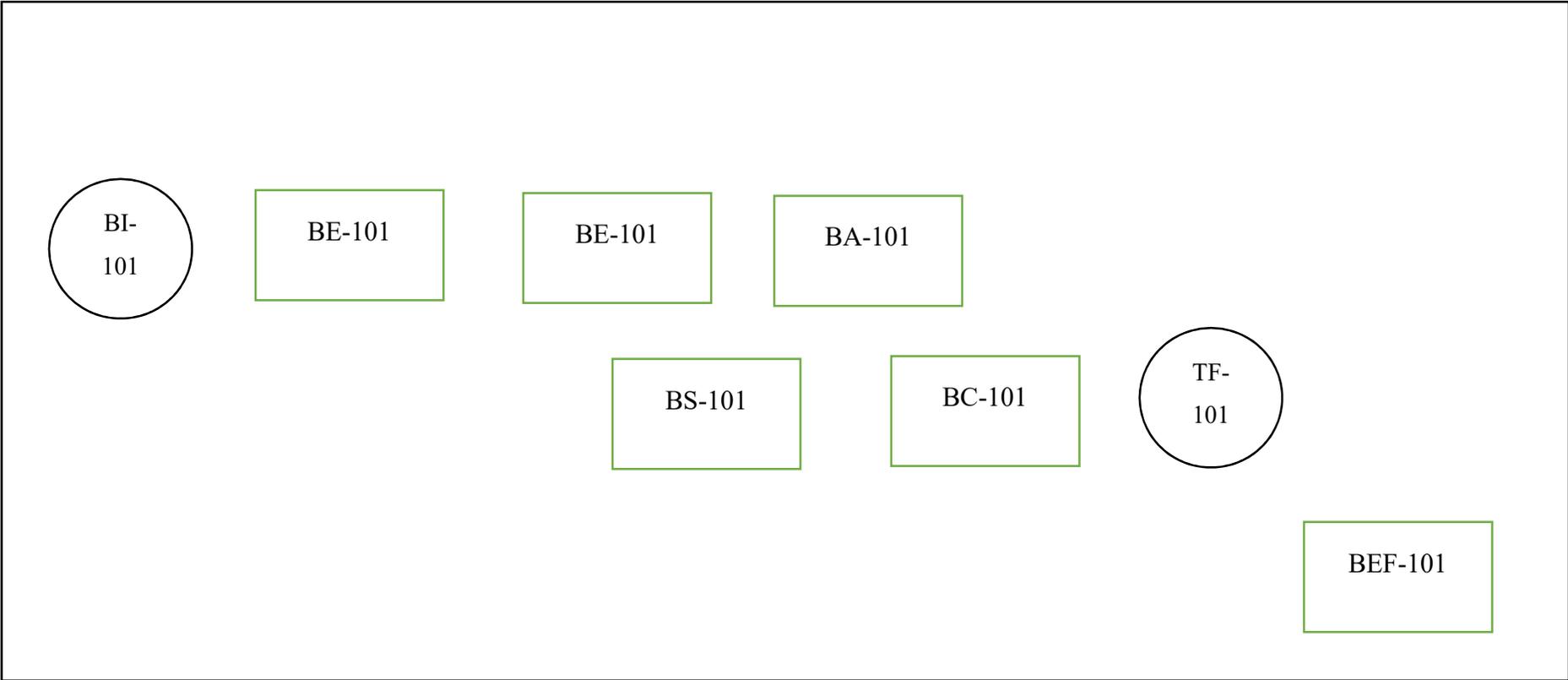
Letak tiap alat diusahakan agar dapat memberikan keleluasan bergerak pada para pekerja dalam melaksanakan aktivitas pemantauan.

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

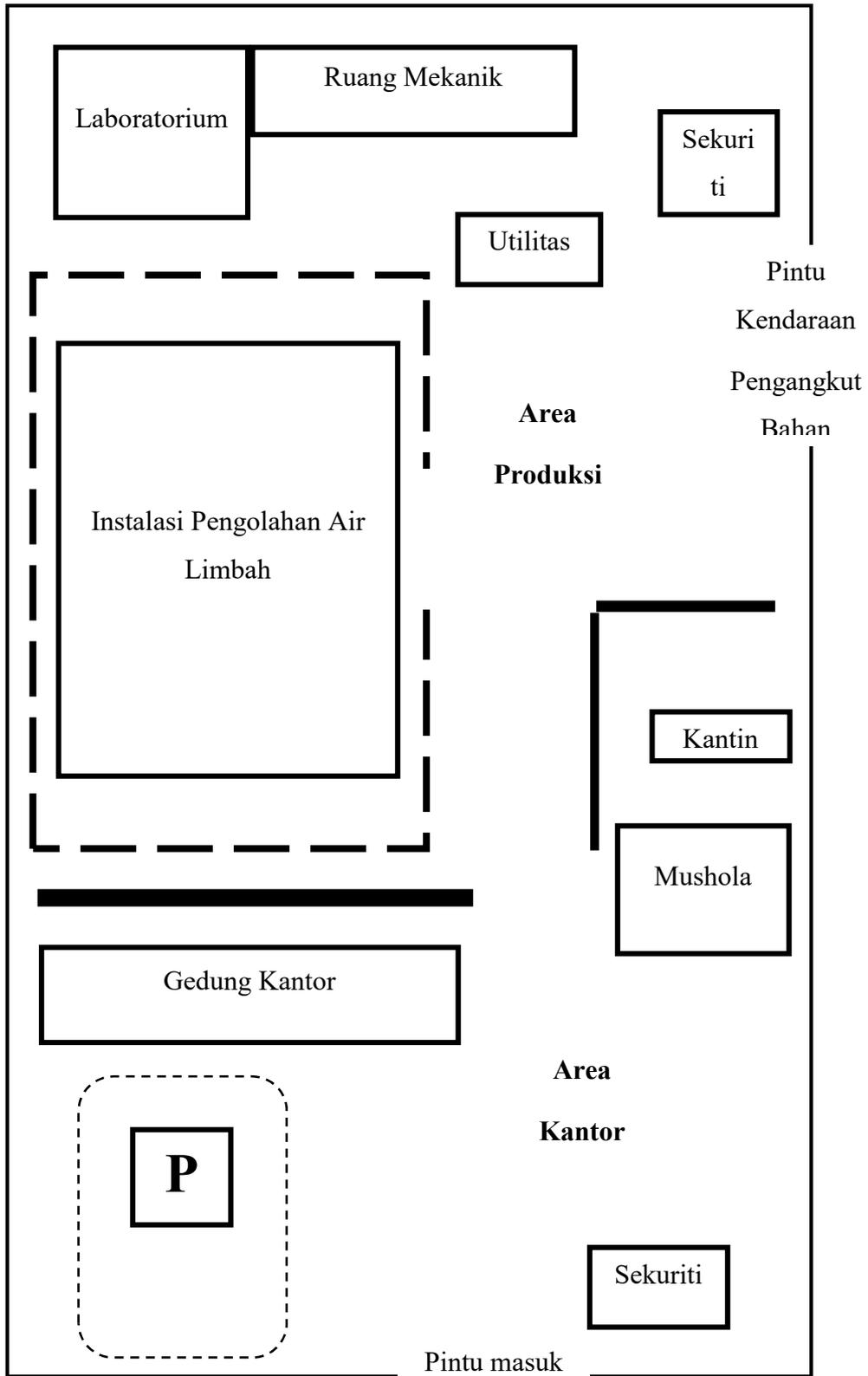
3.3 Tata Letak Pabrik

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