BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State Of Art*

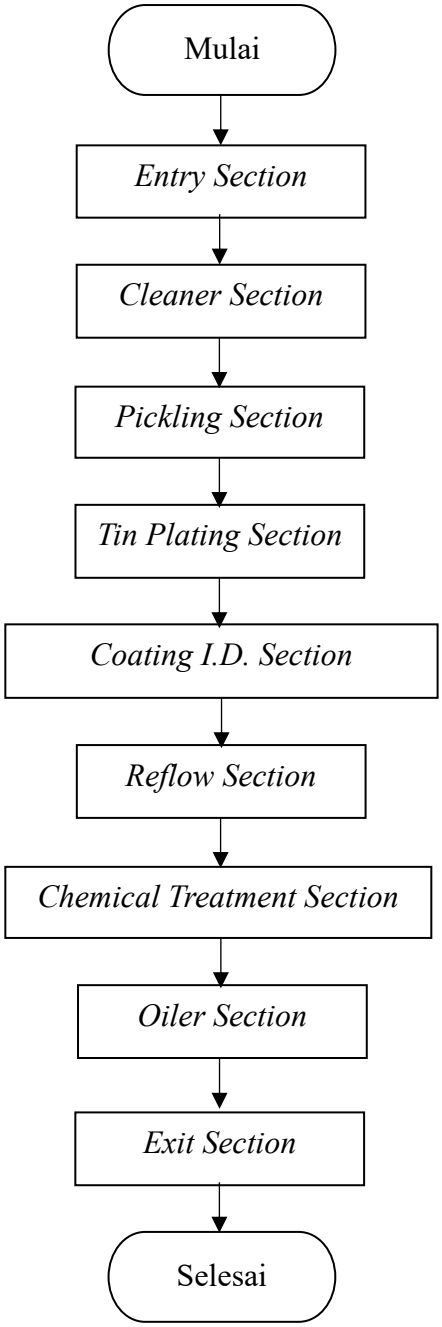
Adapun penulis memiliki beberapa referensi yang membantu penulis dalam melakukan penelitian. *Platform* mezzanine adalah jenis bangunan semi permanen dengan rancangan terbuka. Komponen *beams*, *column*s, dan *bracing* adalah tiga komponen perancangan yang harus dipertimbangkan saat merancang konstruksi *platform* mezzanine. Industri menggunakan *platform* mezzanine, terutama untuk mesin *deaerator digrease plant*. Selama proses perancangan struktur, hasil dan respons terhadap beban mesin harus optimal. Dalam proses analisis, metode analisis finite element digunakan untuk menentukan kekuatan struktur. Hasil menunjukkan bahwa struktur *platform* mezzanine dapat menahan beban yang dihasilkan oleh beban *live load*, dengan hasil FOS adalah 11. Penggunaan *bracing* berdampak pada tegangan 22,75 N/mm^2 dengan material ASTM A36 (Ramadhan, 2021).

Selain itu terdapat peneletian terkait anjungan *platform* lepas pantai. Perencanaan anjungan lepas pantai harus memenuhi standar global. Digunakan AISC ASD kode engenai konstruksi baja dan standar API RP2A, yang merupakan kode yang biasa digunakan untuk membangun atau mengubah anjungan lepas pantai tipe *jacket*. Laporan Tugas Akhir ini secara keseluruhan membahas metode yang digunakan untuk menentukan kebutuhan dimensi baja yang ideal untuk perencanaan struktur *jacket platform* utama yang memenuhi standar dan kode desain berdasarkan beban yang bekerja. Proses perencanaan ini dimulai dengan membuat desain awal untuk menentukan dimensi baja yang dibutuhkan, yang kemudian dimodelkan dengan beban alat dan beban lingkungan. Struktur yang direncanakan sudah memenuhi syarat untuk analisis *inplace* dan kelelahan, terutama untuk rasio kesatuannya, faktor keamanan tiang pancang, dan nilai rasio penguncian *joint* (Savitry, 2018).

Dan ada juga penelitian yang mendasari adanya perhitungan dengan metode Hibbeler yaitu penelitian tentang perancangan dan simulasi *conveyor* pada PLN. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung nilai spesifikasi masing-masing komponen dalam desain *belt conveyor*, varian terbaik, desain dan simulasi, dan rancangan yang aman. Varian terbaik adalah lima *support* pada rangka, tipe *belt conveyor* yang digunakan adalah *troughed*, lebar *belt conveyor* yang sesuai adalah 500 mm, dan jenis *belt conveyor* adalah *chevron belt*. Selanjutnya, perancangan gambar teknik ditunjukkan pada Lampiran A. Hasil simulasi statik pada desain rangka dan poros dianggap aman dengan nilai faktor keamanan 3 dan 1,12. Sebaliknya, hasil perhitungan metode Hibbeler pada rangka adalah 2,25. Selanjutnya, hasil simulasi *stress* menunjukkan 20,83 MPa dan 62,49 MPa, dan hasil simulasi *displacement* menunjukkan tidak ada pembengkokan rangka dan 0 mm (Junianta, 2023).

Pada penelitian lainnya penulis menggunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai pedoman dan referensi dalam penulisan tugas akhir. Penelitian dilatar belakangi oleh penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan oleh (Yulifianti et al., 2019). Dengan melakukan penelitian terhadap masalah hasil industri jamu, kami menemukan bahwa ampas jahe masih mengandung sari jahe. Untuk mengisolasinya, pengolahan ulang dengan pelarutan dan penyaringan dengan *plate* dan *frame Filter Press* dapat membantu. Salah satu hasil dari pengujian adalah bahwa kita dapat mengetahui seberapa efektif produk yang dibuat dengan mengukur konsentrasi sari jahe pada hasil filtrasi. Dengan menggunakan *centrifuge*, Anda dapat menguji konsentrasi dengan melakukan analisis *total suspended solid* (TSS). Hasil analisis *centrifuge* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi umpan, semakin tinggi konsentrasi produk. Konsentrasi sari jahe tertinggi yang didapatkan 6,67%, terdapat pada variabel konsentrasi umpan 0,6 kg/l. Begitu pula dengan uji TSS, konsentrasi umpan 0,6 kg/l menghasilkan TSS terbesar yaitu 277 mg/l (Yulifianti et al., 2019).

2.2 *Electrolytic Tinning Line*



Gambar 2.1 Diagram Alir Proses ETL
(Sumber: Nippon Enggineering, 2016)

Electrolytic Tinning Line merupakan proses manufaktur yang digunakan untuk melapisi plat yang berupa (*Tin Mill Black Plate*) untuk dilapisi dengan timah pada permukaan dari platnya adapun pelapisan timah terdapat pada 2 sisi yaitu *top and bottom*. Proses ini biasanya digunakan untuk melindungi

permukaan logam dari korosi, adapun pelapisan timah elektrolitis biasa diaplikasikan pada jenis baja ataupun lembaran besi. Dalam proses ini, logam, lembaran baja, ditempatkan sebagai katoda dan elektroda timah ditempatkan sebagai anoda dalam elektrolitis, pada prosesnya ketika arus listrik digunakan dengan metode ini, lapisan timah dapat ditambahkan pada logam dengan tingkat akurasi yang tinggi serta kualitas kontrol yang baik (Enggineering, 2016).

Gambar 2.2 Etl Nippon Steel Japan
(Enggineering, 2016)

Pada prosesnya terdapat 9 tahapan sebelum nantinya di pasarkan. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. *Entry Section*

   Entry Section memiliki fungsi untuk membuka dan mensuplai gulungan *coil* TMBP secara terus menerus kedalam proses sehingga bagian utama proses *plating* tetap pada kecepatan konstan untuk memaksimalkan kinerja *plating*.

2. *Cleaner Section*

   Cleaner Section memiliki fungsi untuk menghilangkan ataupun membersihkan oli dan kotoran lainnya.

3. *Pickling Section*

   Pickling Section memiliki fungsi untuk menghilangkan oksida – oksida halus yang menempel pada permukaan *Strip* dan memberikan kekasaran yang tipis pada permukaan.

4. *Tin Plating Section*

   Tin Plating Section memiliki fungsi untuk melapisi *Strip* yang telah bersih dan siap dengan secara elektrolisis di dalam larutan *plating* yang mengandung ion Sn (timah)

5. *Coating I.D. Section*

   Coating I.D. Section memiliki fungsi untuk mengidentifikasi kepada pelanggan berapa banyak lapisan timah yang terdapat pada setiap sisi *Strip* (*top & bottom*) maka perbedaan lapisan tersebut diberikan tanda berupa *marking* (*Strip marker*) sesuai dengan *standard* dan keinginan dari *customer*.

6. *Reflow Section*

   Reflow Section memiliki fungsi untuk memberikan dan membentuk lapisan *iron-tin alloy layer* antara permukaan *Strip* dan lapisan timah serta membuat produk menjadi terang dan mengkilap seperti kaca.

7. *Chemical Treatment Section*

   Chemical Treatment memiliki fungsi untuk membentuk lapisan tipis *chromate layer* pada bagian atas permukaan timah yang salah satu tujuannya memperkuat ketahanan tinplate terhadap korosi.

8. *Electrostatic Oiler Section*

   Electrostatic Oiler Section memiliki fungsi untuk memberikan lapisan oil (tipis) yang homogen pada permukaan *tinplate* dengan cara *electrostatic oiler*.

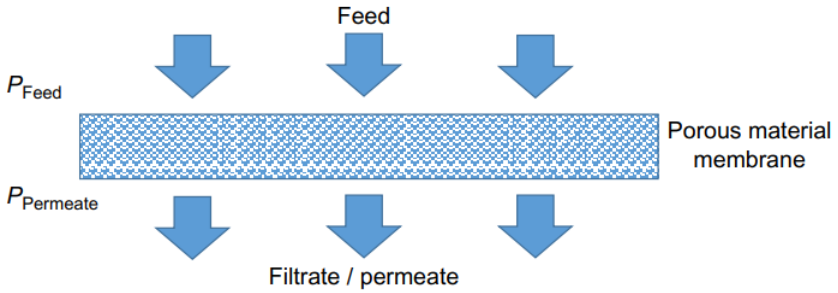
9. *Exit Section*

   Exit Section memiliki fungsi untuk menggulung *Strip* yang sudah melewati proses.

2.3 Filtrasi

Filtrasi merupakan suatu proses dimana komponen – komponen campuran yang terdapat pada *fluid*a dipisahkan berdasarkan ukurannya dengan cara melewati bahan berpori. Proses filtrasi biasa ditemukan pada air yang mengalir melewati pori – pori dibawah tanah. Apabila *fluid*a di satu sisi melewati material berpori dan terkena tekanan maka *fluid*a akan mulai

bergerak melalui material berpori selama tekanan yang terdapat pada sisi yang berlawanan lebih rendah (Nainggolan et al., 2019). *Fluid*a awal dalam proses penyaringan biasanya disebut dengan *feed* dan *fluid*a yang sudah melewati membran atau material berpori hasil penyaringan biasanya disebut *filtrate* atau *permeate*. Lalu *fluid*a yang berpindah melewati membran atau material berpori biasa disebut *flux* dan volume yang melewati membran di definisikan sebagai unit per waktu dan membran per area ($L/m^2/h$), juga disingkat LMH (Liderfelt & Royce, 2018).



Gambar 2.3 Prinsip Filtrasi *Fluid*a yang melewati pori - pori material (Liderfelt & Royce, 2018)

2.4 *Filter Press*

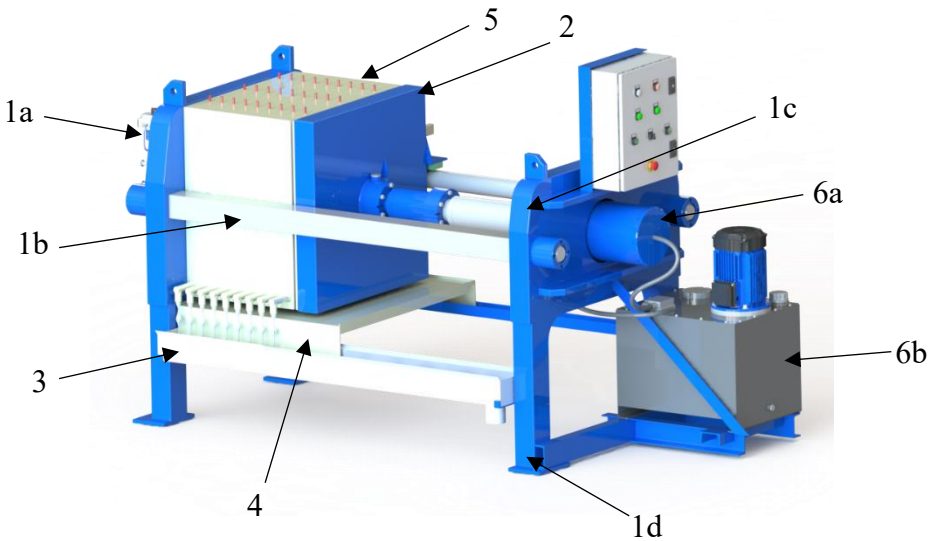
2.4.1 Pengertian *Filter Press*

Filter Press merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan di berbagai sektor industri. *Filter Press* memiliki fungsi utama yaitu memisahkan dua fase yang berbeda dengan menggunakan proses filtrasi yang nantinya akan diberikan tekanan angin dan *filter cloth*. *Fluid*a yang akan dipisahkan dari fase kotoran akan dipompakan kedalam *Filter Press* yang nantinya akan melewati membran. Kotoran atau lumpur tersebut nantinya akan tertinggal pada kain *filter*, sedangkan *fluid*a yang bersih dan sudah sesuai dengan standar yang diinginkan akan ter *filter* dan keluar melalui pipa kapiler yang terhubung dengan kain *filter* (Ritter & Holl*and*, 2001).

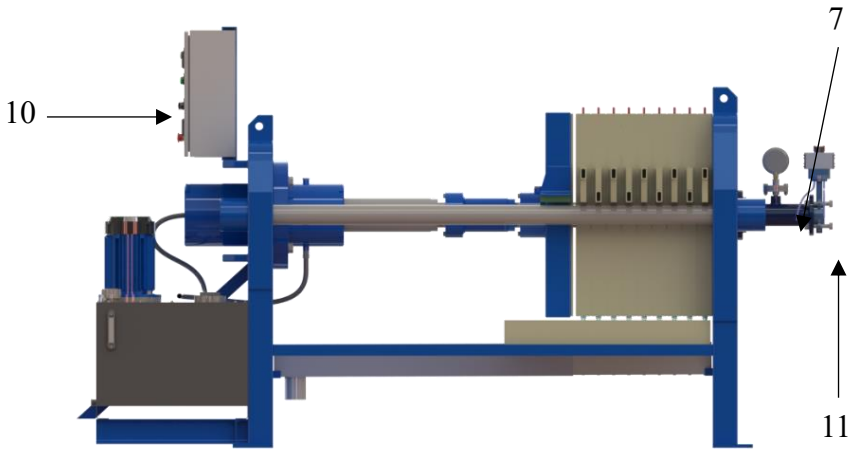
Gambar 2.4 *Filter Press*
(Castañeda et al., 2017)

Filter Press adalah *unit equipment* untuk melakukan proses pemisahan *solid-liquid* dengan menggunakan tekanan. Pada dasarnya *Filter Press* memiliki sejumlah *filter chamber plate* yang dipasang secara *vertical* berderet diantara dua *side bar* atau pegangan *handle* kanan kiri *filter plate* dan ditopang oleh kaki – kaki pada kedua ujungnya yang menempel pada *body plate* (Hanum, 2019).

2.4.2 Komponen *Filter Press*



Gambar 2.5 *Filter Press Isometri*



Gambar 2.6 *Filter Press*

Tabel 2.1 Komponen *Filter Press*

No.		**Komponen**
1		*Frame and Body*
	a.	*Head plate*
	b.	*Tray Frame*
	c.	*Cylinder Plate*
	d.	Kaki *Frame*
2.		*Push Plate/End Plate*
3.		*Gutter*
4.		Talang Rembesan
5.		*Chamber plate*
	a.	*Head plate*
	b.	*Intermediate Plate*
	c.	*End Plate*
	d.	*Filter Cloth*
6.		*Hydraulic*
	a.	*Cylinder Hydraulic*
	b.	*Power Unit Hydraulic*
7.		*Air Pipe Header*
	a.	*Header Cylinder*

	b.	*Air Regulator*
	c.	*Solenoid Valve Angin*
	d.	*Solenoid Valve Air*
8.		*Slurry pump*
9.		*Compressor*
10.		*Panel Control*
11.		*Pipe Inlet*

Adapun *Filter Press* tidak dapat digunakan dan dioperasikan kedalam proses yang berkelanjutan (*continuous process*) tetapi dibalik itu memiliki kinerja yang sangat tinggi, terutama apabila dibutuhkan kadar air yang rendah dalam padatan nya (Mukrimaa et al., 2016). Berikut merupakan deskripsi dari komponen *Filter Press* yang terdapat pada tabel diatas:

1. *Body and Frane*
   a. *Head plate*

      Head plate merupakan bagian dari *frame Filter Press* yang tidak dapat bergerak, dan memiliki fungsi sebagai tumpuan untuk kedudukan *chamber plate*.

   b. *Tray Frame*

      Tray *frame* merupakan bagian dari *frame Filter Press* yang memiliki fungsi yaitu sebagai pondasi utama bagi unit *Filter Press* agar *Filter Press* dapat berdiri.

   c. *Cylinder Frame*

      Cylinder frame merupakan bagian dari *frame Filter Press* yang memiliki fungsi sebagai tumpuan kedudukan *chamber plate* dan *cylinder hydraulic*, yang ditempatkan didekat *push plate* (*plate* pendorong)

   d. Kaki *frame*

      Kaki *Frame* merupakan bagian dari *Filter Press* yang memiliki fungsi sebagai penopang keseluruhan *frame* dan bagian pada *Filter Press*.

2. *Push Plate/End Plate*

   Push plate/end plate merupakan bagian dari *plate* yang dapat bergerak, adapun gerak yang dihasilkan yaitu *push plate/end plate* akan mendorong seluruh *chamber plate* pada saat proses filtrasi sedang berlangsung.

3. *Gutter*

   Gutter memiliki fungsi sebagai tempat penampung sementara bagi filtrat yang keluar dari pipa *chamber plate*

4. Talang Rembesan

   Talang rembesan memiliki fungsi sebagai tempat penampung sementara bagi *cake* atau kotoran.

5. *Chamber plate*

   Chamber plate pada *Filter Press* yang digunakan memiliki 18 buah *chamber plate* dengan ukuran *chamber plate* 630mm x 630mm. material yang digunakan yaitu *polypropylene* dengan kandungan PPHP *(polypropylene homo polymer)* yang bertujuan agar tahan terhadap *chemical* atau bahan kimia dan juga tekanan dari *cylinder* yang menekannya, akan lebih kuat, tidak mudah retak, dan tidak mudah melengkung. Adapun pada *chamber plate* terdapat beberapa bagian seperti:

   a. *Head plate*

      Head plate merupakan bagian dari *chamber plate* yang memiliki satu sisi yang rata pada permukaannya dan sisi lainnya tidak rata adapun pada sisi tidak rata terdapat cekungan pada permukaannya. Selain itu terdapat empat cembungan pada bagian penahan antara *chamber plate* satu dengan yang lainnya, sedangkan garis beralur tinggi dan rendah merupakan area yang berfungsi sebagai aliran filtrat yang nantinya akan mengalirkan cairan filtrat menuju lubang pada outlet. pada spesifikasi *Filter Press* yang digunakan terdapat pada sistem yang terpasang adalah sistem open yang dimana terdapat satu lubang di tengah dan empat lubang pada bagian ujung *plate* yang berfungsi untuk *outlet*

filtrat. Lubang pada bagian tengah memiliki fungsi sebagai saluran untuk inlet *slurry* dan empat lubang untuk saluran outlet filtratnya. Pada cekungan yang tidak merata pada bagian sisi *head plate* berfungsi untuk menampung dan menangkap *cake* yang terbentuk nantinya.

b. *Intermediate Plate*

Intermediate plate memiliki dua sisi yang terdapat cekungan, dan memiliki satu lubang ditengah serta empat lubang outlet filtrat pada bagian ujung chamber nya.

c. *End Plate*

End plate memiliki bentuk yang hampir mirip dengan *head plate* akan tetapi end *plate* tidak memiliki lubang pada bagian tengah dan lubang pada bagian ujung chamber nya. Adapun tetap *plate* memiliki satu bagian sisi permukaan yang rata dan satu sisi lainnya terdapat cekungan.

d. *Filter Cloth*

Filter cloth memiliki fungsi untuk memisahkan antara solid dan liquid yang tercampur. Adapun pemilihan kain filter cloth harus memperhatikan dan disesuaikan dengan kondisi *slurry* terkait sifat mekaniknya maupun kimianya. Dari kondisi tersebut maka dapat ditentukan jenis material filter cloth yang sesuai seperti jenis rajutannya dan juga jenis benangnya. Atau memungkinkan jenis treatment akhir pada material filter cloth tersebut. Filter cloth nanyinya akan digunakan dan dipasang pada *chamber plate*.

6. *Hydraulic*

a. Cylinder Hydraulic

Cylinder hydraulic memiliki fungsi untuk merubah tenaga cair menjadi tenaga mekanik. Fluida akan menekan piston menggerakkan beberapa gerakan mekanis. Pada jenis cylinder head yang digunakan yaitu jenis double acting cylinder yang dimana mempunyai dua bagian port sehingga aliran oli yang

bertekanan dapat masuk melalui kedua bagian port tersebut dan gerakan cylinder/piston.

b. Power Unit Hydraulic (*power pack*)

Power pack merupakan mesin atau alat yang berfungsi untuk mengontrol pergerakan cylinder hydraulic. Adapun alat *power pack* memiliki beberapa komponen yang akan membentuk suatu sistem yang nantinya akan berkaitan satu sama lainnya dan juga akan mengontrol jalannya cylinder hydraulic. Lalu untuk memenuhi gaya tekan dari area filtrasi *chamber plate*, maka ukuran yang digunakan pada cylinder hydraulic harus menyesuaikan sehingga gaya tekan yang dihasilkan dapat terpenuhi.

7. *Air Pipe Header*

   Air pipe header dapat berfungsi sebagai distributor udara yang dikirimkan dari *compressor* pada saat proses *feeding* dan *drying*

8. *Slurry pump*

   Slurry pump merupakan pompa yang memiliki peran sangat penting yaitu sebagai pengumpan dengan tekanan *sludge* atau *slurry* yang nantinya akan difilter pada mesin *Filter Press*. Oleh karena itu *pump slurry* harus dipilih berdasarkan kemampuan bekerja dalam tekanan yang cukup. Dalam kondisi ini bekerja dalam tekanan yang cukup memiliki maksud yaitu mampu bekerja dalam kondisi yang maksimal, kondisi yang memungkinkan partikel nantinya akan menjadi *cake* dan berubah menjadi padat pada mesin *Filter Press*. Apabila tekanan yang dihasilkan tidak cukup besar atau rendah maka *cake* atau padatan tidak dapat terbentuk. Oleh karena itu dipilihnya *slurry pump* atau pompa diafragma dikarenakan pompa tersebut dapat bekerja dalam tekanan tinggi yaitu 8 bar.

9. *Compressor*

   Compressor memiliki peran dan fungsi yang penting dalam pengoperasian mesin *Filter Press* yaitu *compressor* akan menyuplai

udara yang dimana udara akan dibutuhkan pada saat proses *feeding* dan *drying* saat mesin *Filter Press* beroperasi.

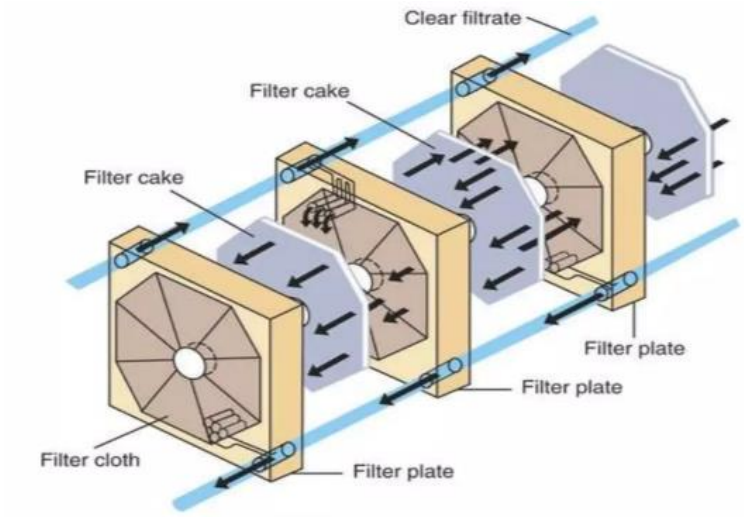
10. *Panel Control*

Panel control memiliki fungsi sebagai tempat terjadinya keseluruhan kelistrikan pada komponen mesin *Filter Press* termasuk komponen *power pack* yang membutuhkan muatan listrik ataupun sumber listrik.

11. *Pipe Inlet*

Pipe inlet memiliki fungsi yaitu sebagai jalan masuk *(inlet)* dari *slurry* dan akan membawa *slurry* untuk mengisi rongga – rongga yang terdapat pada *chamber plate* sehingga nantinya *slurry* akan tertahan pada *filter cloth*. Pada pipe inlet terdapat beberapa instrumen berupa, *transmitter pressure, pressure gauge*, dan, *check valve drying.*

2.4.3 Mekanisme *Filter Press*



Gambar 2.7 Mekanisme *Filter Press*
(Samharil et al., 2022)

Alat yang digunakan untuk proses penyaringan adalah *Filter Press*, yang terdiri dari seperangkat pinggan atau lempeng, juga disebut *plate*, yang dirancang untuk memberikan sejumlah ruang tempat zat padat

dapat ditahan (Samharil et al., 2022). Hasil penyaringan dapat dikeluarkan untuk digunakan dalam proses selanjutnya. Untuk menyaring *sludge*, biasanya digunakan tekanan yang cukup besar pada media penyaring. Tekanan yang besar ini digunakan karena diameter pori kain penyaring yang sangat kecil, yang memungkinkan hasil filtrate keluar sepenuhnya (Rivero et al., 2015).

1. Plat dengan rangka dan kain penyaring dirapatkan dengan menggerkakan *head plate* sampai tidak ada celah atau rongga pada rangka.
2. Kamudian *sludge* dimasukkan (disemprotkan) ke dalam *Filter Press* dengan menggunakan pompa bertekanan 3–10 atm melalui sisi yang berlawanan.
3. Karena tekanan yang dihasilkan ketika *sludge* dipompakan ke dalam *Filter Press*, *sludge* secara otomatis terpisah dari kotoran dan filamen.
4. Hasil penyaringan akan dikeluarkan melalui selang yang telah dipasan pada masing-masing strip, dan kotoran, juga dikenal sebagai *sludge*, akan tetap berada di dalam kain penyaring sampai kotoran masuk sampai membentuk *cake*.
5. Saat *cake* sudak terbentuk secara utuh, tekanan sudah yang tiba-tiba meningkat menandakan proses pemasukan sudah selesai.
6. Semprotan angin dari kompressor digunakan untuk mengeringkan *cake* di dalam kain penyaring.
7. Kemudian, *cake* yang telah terbentuk dan kering dikeluarkan dengan menarik kembali kepala bergerak atau *head plate*, sehingga *cake* dapat keluar sendiri.
8. *Cake* yang sedah dikeluarkan dari *Filter Press* dan dibawa ke tempat penyimpanan. Sementara filtrate yang dibuat selanjutnya dikirim ke proses.

Setelah proses penyaringan selesai, alat *Filter Press* kemudian dibersihkan. Karena kain penyaring yang dilekatkan pada *plate* memiliki pori-pori yang sangat kecil, pencucian ini dilakukan dengan

teliti. Kain penyaring, yang berfungsi sebagai alat fital penyaringan, harus diganti jika terbukti sobek (Cornejo & Nava, 2021). Kapasitas *Filter Press* adalah jumlah bahan baku yang dapat disaring per satuan waktu karena sistem penyaringan yang terus menerus. Kapasitas ini telah ditetapkan sejak awal pembuatan alat dan dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan pada industri yang menggunakan alat *Filter Press* (Prasad & Subramanian, 2014).

2.5 Struktur *Platform*

Gambar 2.8 *Structure Platform*
(Ramadhan, 2021)

Struktur *platform* merupakan rangkaian elemen dari konstruksi atau kerangka yang dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan. *Platform* memiliki fungsi sebagai penopang dan mendukung pada komponen mesin diatasnya ataupun untuk keperluan lainnya. *Platform* dapat dibangun diberbagai kondisi dan lokasi sehingga strukturnya akan disesuaikan dengan fungsi serta kondisi lingkungan dimana *platform* digunakan. Struktur *platform* biasanya terdiri dari papan, balok primer dan sekunder, kolom, penyangga antar kolom, serta tangga, pagar, dll. Adapun struktur *platform* memiliki berbagai macam jenis dan fungsi. Dikarenakan struktur *platform* dirancang dengan cara dirakit sehingga memiliki fleksibilitas perancangan

yang tinggi dan dapat diubah – ubah sesuai dengan kondisi, fungsi, dan kebutuhan. Pada umumnya struktur *platform* baja terdiri dari *beams*, *columns*, *plate*s, dan komponen lainnya yang berfungsi untuk menyambungkan komponen 1 dengan komponen lainnya adapun sambungan yang biasa digunakan yaitu pengelasan, baut ulir, ataupun rivet. Menurut klasifikasi nya struktur *platform* dibagi menjadi sebagai berikut:

1. Menurut fungsi kinerjanya, struktur *platform* dibagi menjadi dua yaitu *platform* bantu dan juga *platform* operasi. Pada *platform* operasi dibagi lagi menjadi dua yaitu *platform* operasi sedang dan *platform* operasi berat. Selain itu struktur *platform* juga dapat dibagi menurut jenis beban yang diterima yaitu *platform* penahan beban statis dan *platform* penahan beban dinamis.
2. Menurut ukuran dan jenis bebannya *platform* struktur dibagi menjadi tiga yaitu: struktur *platform* ringan yang hanya dapat menahan beban 0 – 2KN, *platform* ini sering digunakan untuk *platform* operasi produksi, *platform* observasi, dan *platform* pengambilan sampel, trotoar pejalan kaki, dll. Selain itu terdapat common operating *platform*, yang dapat menahan beban sekitar 4KN – 8KN, biasanya digunakan untuk peralatan mekanik (*equipment*) selain digunakan untuk operasional biasanya *platform common operating* bisa juga digunakan untuk menyimpan material ataupun barang. Lalu ada *heavy duty platform* merupakan struktur *platform* yang mampu menahan beban lebih dari 10KN, *heavy duty platform* biasanya ditemui pada industri logam yang biasanya digunakan untuk *furnace, steel – rolling, platform* ini juga dipilih karena dapat digunakan dalam kondisi berat dan getaran yang tinggi.
3. Menurut jenis support atau tumpuan nya dibagi menjadi dua yaitu kedua ujung balok dari *platform* ditopang langsung oleh dinding kolom pada pabrik atau *platform*, hal ini memiliki keuntungan yaitu memperluas ruang produksi dan menghemat penggunaan baja. Selain itu terdapat jenis *platform* yang hanya salah satu ujung balok *platform* yang ditopang oleh dinding atau kolom sedangkan ujung balok lainnya ditopang oleh *platform* independen. *Platform* seperti ini dapat diatur secara fleksibel sesuai

dengan kebutuhan produksi. Lalu jenis *platform* yang terakhir yaitu *platform* yang ditopang oleh kolom *platform* itu sendiri dengan didukung oleh pondasi pada support nya, *platform* tipe ini dapat memastikan stabilitas nya sendiri.

2.6 Statika Struktur

Mekanika teknik merupakan cabang ilmu yang membahas mengenai kesetimbangan atau statika dari suatu struktur. Struktur merupakan kombinasi dari beberapa elemen – elemen yang menahan gaya tekan dan tarikan, serta juga momen untuk meneruskan beban – beban ke tanah dengan aman. Statika struktur merupakan salah satu bidang dalam mekanika teknik yang berfokus pada perilaku dan analisis struktur saat dalam keadaan diam ataupun keseimbangan. Dalam kondisi ini, gaya – gaya dan momen yang bekerja pada struktur seimbang dan tidak menyebabkan gerakan atau rotasi yang berlebih. Pada statika struktur, keseimbangan dan distribusi gaya – gaya ini akan dianalisis untuk memastikan bahwa struktur mampu menahan beban dengan aman tanpa mengalami pergerakan yang tidak diinginkan. Tahapan ini merupakan tahap awal yang sangat penting dalam desain dan analisis struktur sebelum mempertimbangkan aspek – aspek seperti kekuatan, kekakuan, dan stabilitas (Ir. Binsar Harianaja, M.Eng., 1996).

2.7 Mesh and Griding

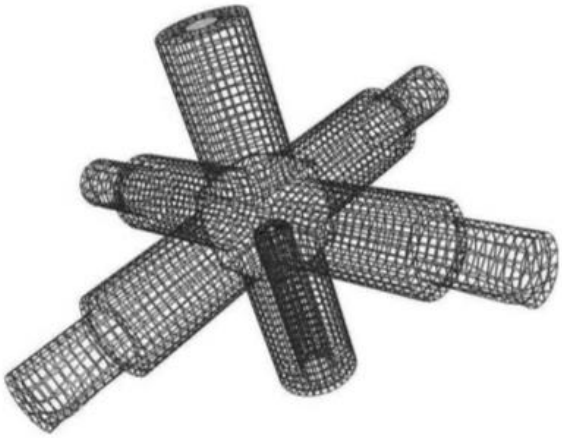
Meshing merupakan suatu proses untuk membagi komponen yang nantinya akan dianalisis menjadi elemen – elemen kecil atau biasa disebut diskrit (Yusra et al., 2008). *Meshing* sangat penting dalam simulasi karena memungkinkan representasi yang akurat dari objek atau fenomena yang sedang dimodelkan. Adapun tingkat akurasi dari simulasi dipengaruhi oleh *meshing* yang kualitasnya semakin baik. Proses *meshing* atau griding merupakan proses yang sangat mempengaruhi hasil dari simulasi yang dilakukan, adapun pengaruh tersebut mencakup akurasi hasil, kecepatan komputasi hingga hasil visualisasi simulasi. Semakin kecil ukuran elemen atau dengan kata lain semakin banyak elemen yang terdapat pada

perancangan akan semakin tinggi akurasi yang didapatkan dari hasil simulasi, akan tetapi hal ini akan berpengaruh kepada proses simulasi yang akan memakan waktu lebih lama (Alliez et al., 2005).

Terdapat beberapa simulasi yang memanfaatkan *meshing* sebagai simulasi numerik, seperti *computational fluid dynamic (CFD), finite element analysis (FEA),* dan *finite difference method (FDM)*. Pada simulasi *mesh* digunakan untuk membagi ruang dalam pemodelan tiga dimensi menjadi elemen – elemen kecil, yang memungkinkan solusi numerik dari persamaan fluida pada setiap elemen pada tiga dimensi tersebut. Semakin halus *mesh* yang digunakan maka akan semakin akurat hasil dari simulasi, akan tetapi hal ini akan semakin meningkatkan kompleksitas dari komputasional. Terdapat hal penting untuk memilih jenis *mesh* yang sesuai dengan pemodelan tiga dimensi yang digunakan, seperti *mesh structured* atau *unstructured mesh*, hal ini tergantung pada karakteristik geometri dan sifat fisik dari suatu sistem yang sudah dimodelkan (Alliez et al., 2005).

Untuk membagi domain menjadi elemen kecil, pemodelan tiga dimensi sering menggunakan berbagai jenis *mesh*. Berikut adalah beberapa jenis *mesh* yang sering digunakan.

1. *Structured Mesh*



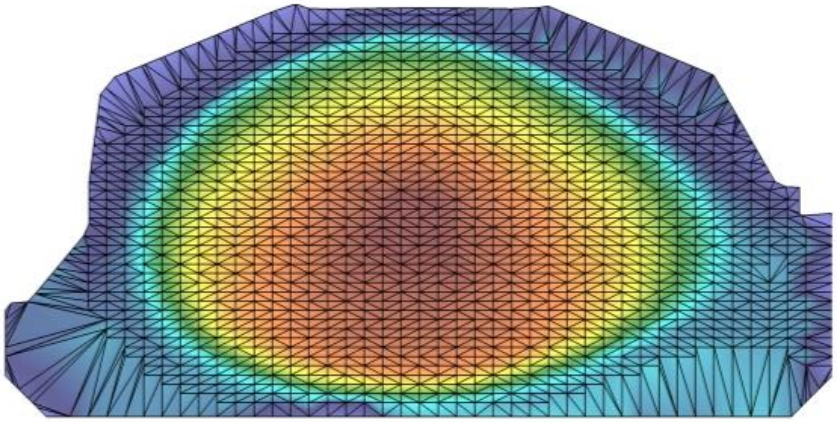
Gambar 2.9 *Structured Mesh*
(Dang & Swihart, 2009)

Structured Mesh merupakan *mesh* terstruktur yang digunakan secara teratur dan terorganisir dengan baik. Elemen – elemen kecil yang

membentuk suatu grid yang dapat diatur dengan baik. Pada *structured mesh* memiliki kelebihan yaitu lebih mudah dalam proses pembuatan *mesh* dan memberikan kontrol mudah pada proses komputasinya. Akan tetap memiliki kekurangan yaitu kurang fleksibel dan akurasi yang kurang saat menangani geometri yang kompleks.

2. *Unstructured Mesh*

   Unstructured Mesh merupakan *mesh* tak teratur yang memiliki elemen – elemen dengan bentuk dan ukuran yang bermacam – macam dan bervariasi. Elemen – elemen ini tidak terikat oleh struktur grid yang kaku. Unstructured *mesh* memiliki kelebihan yaitu fleksibel untuk menangani geometri yang kompleks dan tidak teratur namun memiliki kekurangan berupa lebih sulit untuk dihasilkan dan memerlukan lebih banyak daya dalam melakukan komputasi.

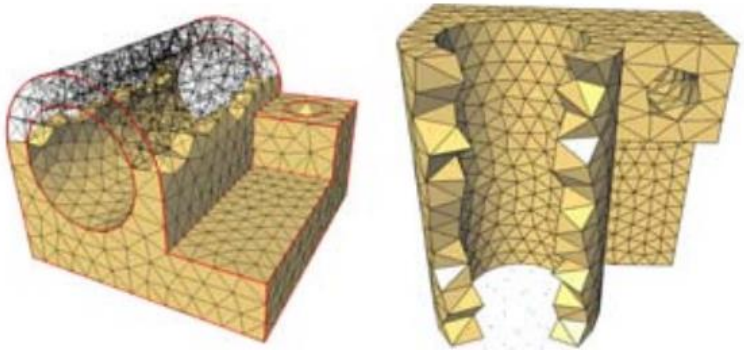


Gambar 2.10 *Unstructured Mesh*

(Kress et al., 2018)

3. *Tetrahedral Mesh*

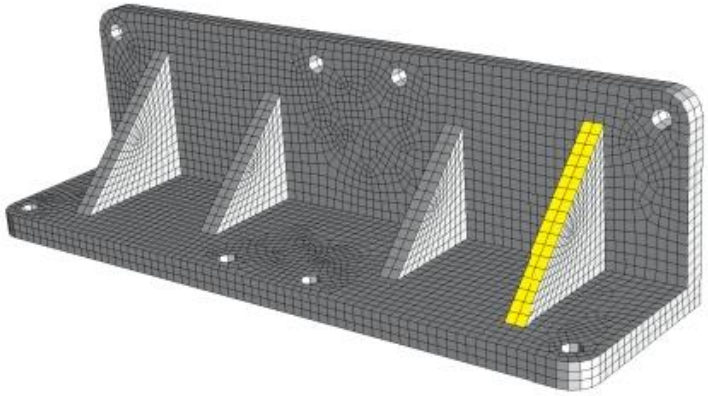
   Tetrahedral mesh merupakan elemen *mesh* yang memiliki bentuk segitiga tiga dimensi (*tetrahedra)* kelebihan dari *tetrahedra* yaitu cocok digunakan untuk geometri yang kompleks dan berubah – ubah. Hal ini sangat cocok dengan simulasi platform yang nantinya akan digunakan karena pemodelan yang cukup kompleks dan hasil yang dituju cukup akurat. Adapun tetrahedral *mesh* memiliki kekurangan berupa sulit dalam operasinya dan aplikasinya pada pemodelan yang telah dibuat.



Gambar 2.11 *Tetrahedral Mesh*
(Alliez et al., 2005)

4. *Hexahedral Mesh*

   Hexahedral mesh merupakan elemen *mesh* yang memiliki bentuk segiempat tiga dimensi. *Hexahedral* memiliki kelebihan yaitu stabil untuk banyak jenis simulasi dan lebih efisien dalam hal penggunaan sumber daya komputasinya. Adapun hexahedral memiliki kekurangan berupa tidak fleksibel untuk pemodelan dengan geometri yang kompleks.



Gambar 2.12 *Hexahedral Mesh*
(Zhu et al., 2014)

5. *Prismatic Mesh*

   Prismatic mesh merupakan *mesh* yang terdiri dari elemen – elemen segitiga di dasarnya namun pada bagian atasnya terdapat elemen segiempat pada sisi – sisinya. Adapun *prismatic mesh* sering digunakan

untuk simulasi *computational fluid dynamic* dengan bentuk pemodelan silinder dan semacamnya.

6. *Pyramidal Mesh*

   Pyramidal mesh merupakan *mesh* yang terdiri dari elemen – elemen segitiga pada bagian dasarnya dan terdapat elemen segiempat pada bagian sisi – sisinya, mirip dengan *pyramidal mesh.*

2.8 Macam – Macam Struktur

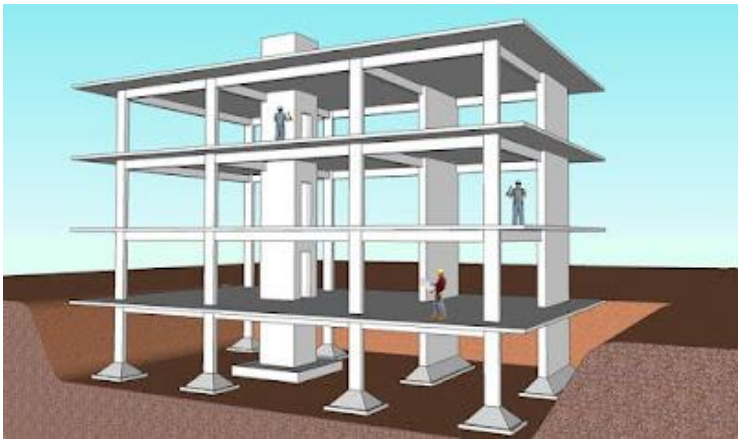
Terdapat beberapa macam elemen struktur dalam menerima dan mentransfer beban dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Struktur batang

   Struktur batang adalah rangkaian struktur yang terdiri dari satu atau lebih batang yang mampu menahan gaya normal, gaya literal, dan momen lentur. Dalam konstruksi batangan, penampang batang tidak harus selalu mempunyai luas yang konstan di sepanjang panjangnya. Penting untuk diingat bahwa tinggi penampang batang (h) selalu lebih kecil dari panjang batang (L) sepanjang bentang nya. Struktur batang sering ditemukan pada elemen horizontal kaku yang ditempatkan di atas elemen fleksibel (balok), yang berperan untuk menopang beban yang diterapkan secara horizontal sepanjang panjangnya dan meneruskan beban tersebut ke kolom vertikal yang menopang nya. Kolom menerima beban aksial dari balok, kemudian meneruskan beban tersebut ke tanah. Kolom ini hanya mampu memikul seluruh beban tekan aksial tanpa mengalami deformasi atau lengkungan.

2. Struktur rangka

   Struktur rangka, mirip dengan struktur batang, mampu menanggung gaya normal, gaya lateral, dan momen lentur. Perbedaan terdapat pada kekakuan hubungan antara komponen horizontal berupa balok dengan vertikal berupa kolom yang dihasilkan dari titik hubung kaku antara keduanya (sambungan balok – kolom). Kekakuan pada titik hubungan ini memberikan stabilitas tambahan terhadap gaya lateral. Ketika terdapat beban yang bekerja pada struktur rangka, baik balok maupun kolom akan mengalami kelenturan.



Gambar 2.13 Struktur Rangka
(Jonathan, 2008)

3. Rangka batang

   Struktur rangka batang *(truss)* terbentuk dari serangkaian elemen batang yang terhubung pada titik simpul. Elemen-elemen ini disusun sedemikian rupa hingga membentuk geometri tertentu, di mana jika beban diberikan pada titik simpul (tempat pertemuan antar batang), struktur akan mengalirkan beban ke tumpuan melalui gaya aksial (tarik atau tekan) pada batang-batangnya. Elemen – elemen batang pada struktur rangka hanya akan meneruskan gaya normal (arahnya sejajar dengan sumbu batang).
4. Struktur pelengkung

   Element batang dengan lengkungan yang membentang di antara dua titik tumpuan dikenal sebagai struktur pelengkung.
5. Dinding dan pelat datar

   Struktur dinding dan pelat datar adalah struktur kaku yang membentuk permukaan atau bidang. Dinding struktural berfungsi sebagai material pengisi dan memikul beban vertikal dan lateral (gempa, angin, dll.). Pelat datar biasanya berarah horizontal dan memikul beban lentur.
6. Struktur cangkang

   Struktur tipe cangkang, juga dikenal sebagai cangkang, adalah bentuk struktural tiga dimensi yang kaku dan tipis dengan permukaan yang melengkung. Bentuk kulit telur dan berbagai bentuk rumah binatang, seperti cangkang kepiting dan keong, adalah contoh bentuk ini. Cangkang

memiliki bentang longitudinal yang tegak lurus terhadap diameternya. Selain berfungsi sebagai penahan beban, cangkang biasanya dapat menutup ruang yang cukup besar karena lebarnya yang sangat besar dibandingkan dengan pelat cangkang tipis sebelumnya. Oleh karena itu, struktur cangkang paling cocok digunakan untuk bangunan berukuran besar yang tidak membutuhkan pembagian interior. Bangunan seperti stadion, stasiun, pasar, masjid pameran, dan bangunan bentang besar lainnya adalah contohnya.

Gambar 2.14 Struktur Cangkang
(Manurung et al., 2010)

2.9 Pembebanan Pada Statika Struktur

pada pembebanan struktur terdapat dua beban yaitu beban statis dan dinamis. Adapun beberapa jenis beban yang terdapat pada statika struktur sebagai berikut:

2.9.1 Beban statis

Beban statis merupakan beban yang perubahan intensitasnya lambat atau konstan terhadap berjalannya waktu. Terdapat beberapa jenis beban statis menurut peraturan pembebanan indonesia untuk struktur sebagai berikut:

1. Beban mati (*dead load*/DL)

   Semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tetap lainnya, dianggap sebagai beban mati. Contoh beban

mati yaitu mesin dan peralatan yang tetap dan tidak dapat dipisahkan dari struktur tersebut.

2. Beban hidup (*Live Load*/LL)

   Beban hidup adalah semua beban tidak tetap, Kecuali beban angin, beban gempa, dan pengaruh khusus yang disebabkan oleh perbedaan suhu, pemasangan (pemasangan), penurunan pondasi, susut, dan pengaruh khusus lainnya. Beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur, meskipun mereka dapat berpindah. Berdasarkan perhitungan matematis dan aturan konstruksi Indonesia, beban hidup diperhitungkan. Sangat sulit untuk menentukan beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan dengan tepat karena fluktuasi beban hidup bervariasi tergantung pada banyak faktor. Faktor pengali pada beban hidup lebih besar daripada faktor pengali beban mati.

2.9.2 Beban Dinamik

Beban dinamis, yang terdiri dari beban gempa dan angin, adalah beban yang mengalami perubahan intensitas beban yang cepat terhadap waktu.

1. Beban gempa

   Fenomena getaran yang disebabkan oleh kejutan pada kerak bumi dikenal sebagai gempa bumi. Meskipun banyak penyebab beban kejut ini, benturan dan pergeseran kerak bumi, yang mempengaruhi permukaan bumi, adalah penyebab utamanya. Lokasi gesekan ini dikenal sebagai zona gesekan. Kejutan tersebut dapat menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini menggerakkan Bumi dan struktur di atasnya. Karena kecenderungan massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dari gerakan, struktur bangunan mengalami perubahan gaya saat bergetar.

2. Beban angin

Menurut Peraturan Muatan Indonesia 1971, muatan angin dihitung dengan mempertimbangkan tekanan positif (isapan) dan negatif yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Tekanan positif dan negatif diukur dalam kg/m2.

2.10 *Safety Factor*

Factor of safety adalah ukuran yang digunakan untuk memperhitungkan ketidakpastian, variasi material, kondisi pembebanan, dan faktor lain yang dapat mempengaruhi keamanan dan stabilitas dari struktur. *Factor of safety* biasa didefinisikan sebagai rasio beban maksimum yang dapat didukung oleh elemen atau sistem struktur terhadap beban maksimum yang dialami selama penggunaan struktur tersebut tergolong normal. Menurut teori Mott, faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk menilai keamanan perencanaan elemen mesin. Untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan tinggi, nilai faktor keamanan adalah 2,0 hingga 6,0 (Rahmat, 2020). Angka keamanan, juga dikenal sebagai faktor keamanan, digunakan untuk setiap desain. Faktor keamanan dihitung dengan membagi besar tegangan ijin (*Yield Strength*) dibagi dengan tegangan yang terjadi (Sungkono et al., 2019). terdapat beberapa perumusan dalam penentuan *safety factor* sebagai berikut:

$$safety\ factor = \frac{maximum\ stress}{working\ or\ design\ stress} \quad \text{.....(2.1)}$$

$$safety\ factor = \frac{yield\ point\ stress}{working\ or\ design\ stress} \quad \text{.....(2.2)}$$

$$safety\ factor = \frac{ultimate\ stress}{working\ or\ design\ stress} \quad \text{.....(2.3)}$$

Selain rumus terdapat beberapa parameter dan petunjuk penting yang digunakan untuk memilih faktor keamanan untuk merancang setiap komponen permesinan. Mereka adalah sebagai berikut:

1. Keandalan sifat-sifat material dan perubahan sifat-sifat ini selama perlakuan material.
2. Keandalan hasil pengujian dan keakuratan penerapan hasil pengujian ke komponen mesin yang sebenarnya.

3. Keandalan beban yang diterapkan.
4. Keyakinan tentang mode kegagalan yang tepat.
5. Luasnya penyederhanaan asumsi.
6. Luasnya tegangan lokal.
7. Luasnya tegangan awal yang terjadi selama pembuatan.
8. Luasnya korban jiwa jika terjadi kegagalan.
9. Luasnya kerugian harta benda jika terjadi kegagalan.