



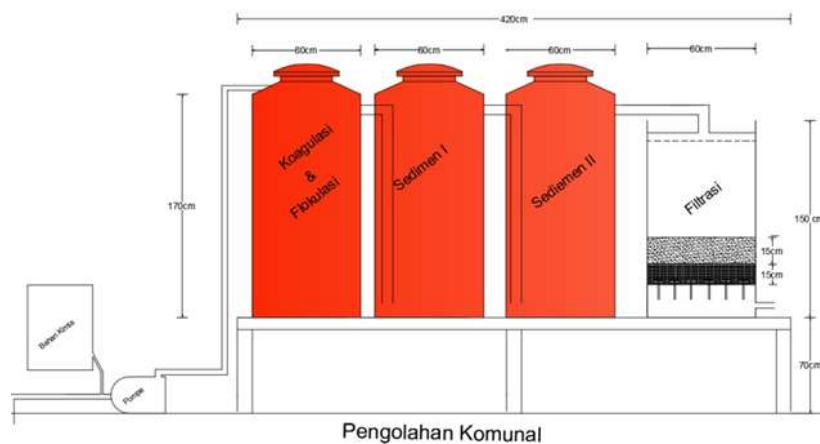
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

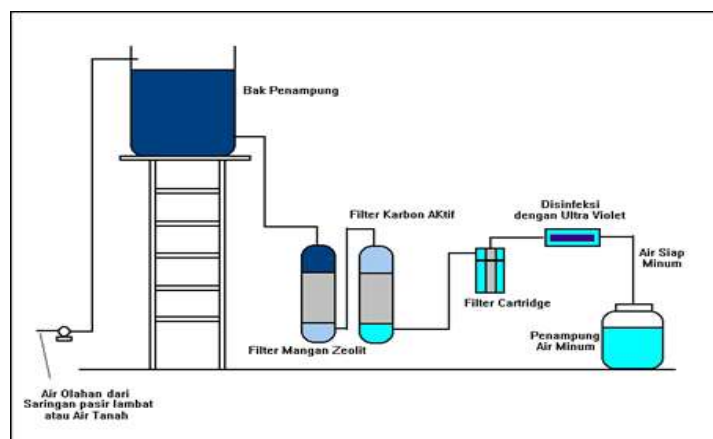
Manurung dkk (2020) melakukan sebuah penelitian tentang pengolahan air sumur di Pondok Pesantren Darunna'im Pontianak. Tujuan dari penelitian yakni untuk meminimalisir kandungan pencemar yang ada pada air sumur agar air sumur bisa dapat diminum. Metode pengolahan dengan sistem flokulasi, koagulasi, dan filtrasi dipilih dalam pengolahan air sumur guna untuk meningkatkan *sanitasi* dan higienitas. Berdasarkan dari hasil pelaksanaan diperlukan pengendapan air dengan bantuan *koagulan* dalam hal ini digunakan *PAC* guna untuk mengikat kandungan yang ada pada air sehingga mengurangi kekeruhan dengan menggunakan filter saringan pasir lambat. Pembuatan *design* dan pemilihan alternatif media filter dilakukan untuk mengidentifikasi bahan yang dapat digunakan sebagai media filter, pemilihan bahan sangat mempengaruhi tingkat efektifitas dari filter tersebut, bahan yang dipilih adalah kerikil *manganase zeolit*, serbuk karbon aktif, pasir silika, dan kapas.



Gambar 2.1 Sistem pengolahan air (Manurung dkk, 2020)

Elfiana dkk (2016) melakukan sebuah penelitian tentang filterisasi air sumur menjadi air bersih pada Dayah Modern Ihyaaussunah di kota Lhokseumawe. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah mengatasi permasalahan kebutuhan air bersih melalui penerapan iptek pelaksanaan instalasi penyediaan sarana air bersih dengan sistem filterisasi air sumur berkapasitas skala rumah tangga bagi santri di

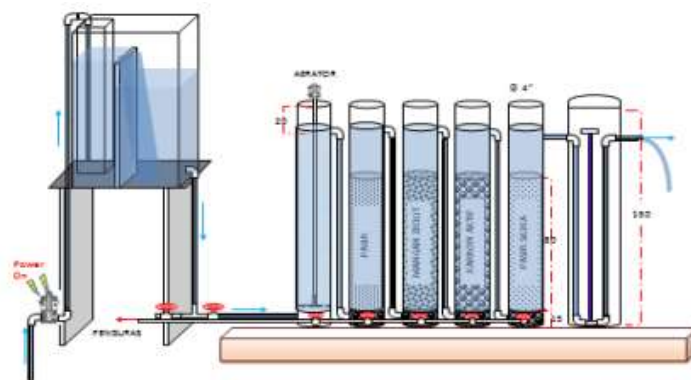
Dayah Modern Ihyaussunnah kota Lhokseumawe. Uji karakteristik sampel air sumur pada lokasi Dayah Modern Ihyaussunnah dilakukan pada sebelum rancangan sistim filterisasi, diperoleh kualitas air tanah berdasarkan parameter pH 6,96, TDS 1750 mg/L, *turbidity* 1,54 NTU, kandungan besi (Fe) 1,5904 mg/L, tingkat kesadahan 100,78 mg/L dan secara visual air terlihat berwarna kuning kecoklatan. Perancangan sistim filterisasi didasarkan pada kualitas air yang diperoleh, sistem pengolahan air sumur dengan menggunakan berbagai media filter seperti pasir silika, kerikil *manganase zeolit*, media serbuk karbon aktif, media *resin kation* dan finalisasi filter dengan variasi ukuran *cartridge filter*. Hasil perancangan menunjukkan instalasi penyediaan air bersih yang dipasang dengan kapasitas 40 L/menit mampu menghasilkan kualitas air yang sudah layak digunakan oleh para santri untuk kebutuhan MCK (mandi, cuci, kakus) dengan parameter analisa air tidak berwarna, pH 7,25, TDS 1350 mg/L, *turbidity* 0,08 NTU, konsentrasi Besi 0,1186 mg/L, dan tingkat kesadahan 88,18 mg/L. Berdasarkan PERMENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 kualitas air yang dihasilkan berkatagori Golongan B yaitu katagori air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk air minum.



Gambar 2.2 Sistem pengolahan air sumur (Elfiana dkk, 2016)

Trigunarjo dkk (2019) melakukan sebuah penelitian tentang *Design* Rancang Bangun Alat Pengolah Air Sumur Menjadi Air Bersih dengan Proses Kombinasi Aerasi-Filtrasi *Upflow*. Untuk mengolah air sumur biasanya masyarakat membangun unit pengolahan berupa saringan pasir. Masalah yang sering ditemui dalam perawatan adalah pembersihan media saring. Kondisi ini sering sulit dilakukan oleh masyarakat

karena membutuhkan waktu dan tenaga sehingga mengakibatkan saringan pasir yang seharusnya beroperasi secara terus menerus akhirnya terhenti dan bahkan tidak digunakan lagi. Untuk menanggulangi masalah tersebut, dapat dilakukan dengan cara memperbaiki rancang bangun unit pengolahan air dengan sistem kombinasi aerasi dan filtrasi aliran ke atas (*upflow*). Tujuan penelitian mengetahui kemampuan alat dalam memperbaiki kualitas air sumur dangkal dari segi kekeruhan, Fe, Mn, warna dan bau menjadi air bersih. *Design* penelitian eksperimen semu berupa *Time Series Design* menggunakan rancangan *pre and post-test* tanpa kontrol. Alat dirancang berupa *prototype* secara aplikatif guna mengetahui kemampuannya dalam menurunkan kekeruhan, kadar Fe, Mn, warna dan bau serta lamanya titik jenuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar zat besi sebelum pengolahan 2,12 mg/l setelah pengolahan 2,058 mg/l. kadar mangan sebelum pengolahan 0,080 mg/l setelah pengolahan 0,078 mg/l. Warna dan bau sebelum pengolahan berwarna dan berbau setelah pengolahan tidak berwarna dan tidak berbau. Kualitas mikrobiologi untuk *colitinja* sebelum pengolahan minggu ke-1 32/100 ml setelah pengolahan 0/100 ml, minggu ke-2 *colitinja* sebelum pengolahan 26/100 ml setelah pengolahan 0/100 ml dan minggu ke-3 *colitinja* sebelum pengolahan 21/100 ml dan setelah pengolahan 0/100 ml. Lamanya waktu pengolahan sampai pada titik jenuh media saring total lama kontak proses pengolahan adalah 30 menit.



Gambar 2.3 Sistem pengolahan air aerasi-filtrasi *upflow*
(Trigunarjo dkk, 2019)

Tabel 2.1 Persamaan dan perbedaan perancangan antara penulis dengan jurnal

No	Jurnal	Persamaan	Perbedaan
1	Manurung, dkk (2020)	Media filter yang digunakan yaitu menggunakan saringan pasir lambat yang berupa pasir silika, kerikil <i>manganase zeolit</i> dan serbuk karbon aktif.	Metode pengolahan air, pada jurnal tersebut menggunakan metode flokulasi, koagulasi, dan filtrasi. Sedangkan metode yang digunakan oleh penulis menggunakan metode aerasi, filtrasi, dan desinfeksi.
2	Elfiana, dkk (2016)	Terdapat alat <i>stelizator Ultraviolet</i> .	Metode pengolahan air. Pada jurnal tersebut menggunakan metode filtrasi dan desinfeksi. Sedangkan metode yang digunakan oleh penulis terdapat metode aerasi untuk mereduksi zat besi (Fe) dan mangan (Mn).
3	Trigunarso, dkk (2019)	Metode pengolahan air menggunakan aerasi dan filtrasi serta media filter yang digunakan yaitu saringan pasir lambat.	Arah aliran airnya. Pada jurnal tersebut menggunakan arah aliran air ke atas (<i>upflow</i>). Sedangkan penulis menggunakan aliran air ke bawah (<i>downflow</i>).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Air sumur

Air sumur merupakan air yang berada di dalam rongga tanah. Air yang banyak digunakan oleh warga untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya adalah air sumur gali.

Air sumur mudah terkena kontaminasi melalui rembesan, sehingga berpotensi mengalami penurunan kualitas air. Faktor yang dapat mempengaruhi pencemaran air sumur antara lain, kondisi geografis, hidrogeologi, topografi tanah, musim dan kondisi fisik sumur tersebut.

Karakteristik air sumur yaitu mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) cukup besar. Adanya kandungan Fe dan Mn dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara, disamping dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak dan bercak-bercak kuning pada pakaian. Oleh karena itu, menurut PP No.20 Tahun 1990 tersebut, kadar zat besi (Fe) dalam air minum maksimum yang dibolehkan adalah 0,3 mg/l, dan kadar mangan (Mn) dalam air minum yang dibolehkan adalah 0,1 mg/l.

2.2.2 Karakteristik air minum

Air minum adalah air yang telah melalui proses pengolahan sehingga memenuhi persyaratan kesehatan, baik persyaratan fisis, kimiawi dan bakteriologis. Penyediaan air minum adalah kegiatan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam menyediakan air minum agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif.

Persyaratan air minum diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492 Tahun 2010. Persyaratan kualitas air minum dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Parameter fisis

NO	Parameter Wajib	Unit	Standar Air Minum
1	Kekeruhan	NTU	5
2	Warna	TCU	15

Tabel 2.2 Parameter fisis (lanjutan)

NO	Parameter Wajib	Unit	Standar Air Minum
3	Zat padat terlarut	mg /l	500
4	Suhu	°C	suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
5	Rasa	-	Tidak berasa
6	Bau	-	Tidak berbau

Tabel 2.3 Parameter kimiawi

NO	Parameter Wajib	Unit	Standar Air Minum
1	pH	Mg/l	6,5-8,5
2	Besi	Mg/l	0,3
3	<i>Klorida</i>	Mg/l	250
4	Kesadahan	Mg/l	500
5	<i>Mangan</i>	Mg/l	0,4
6	<i>Nitrat</i>	Mg/l	50
7	<i>Nitrit</i>	Mg/l	3
8	<i>Sianida</i>	Mg/l	0,07

Tabel 2.4 Parameter bakteriologis

NO	Parameter Wajib	Unit	Standar Air Minum
1	Total <i>Coliform</i>	CFU/100ml	0
2	<i>E. Coli</i>	CFU/100ml	0

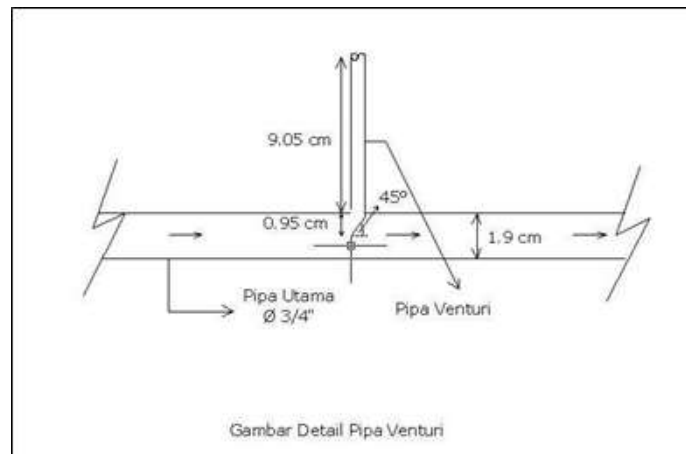
2.2.3 Pengolahan air sumur

Pengolahan air sumur untuk dijadikan sebagai air siap minum harus melalui berbagai proses pengolahan, sebagai berikut:

a. Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara/oksigen dalam air. Aerasi digunakan untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut, oksidasi kandungan besi, dan mereduksi kandungan ammonia dalam air untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut agar air terasa lebih segar.

Dalam melakukan proses aerasi ini perlu menggunakan alat yang dinamakan aerator. Proses ini dimulai dengan memompa air masuk ke aerator pipa venturi. Air masuk mengalir melewati pipa utama. Pipa venturi terhubung tegak lurus dengan badan pipa utama, pada pipa venturi inilah udara luar akan masuk.



Gambar 2.4 Aerator pipa *venturi* (Pratama, 2015)

b. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Kegunaan sedimentasi untuk mereduksi bahan-bahan tersuspensi dari dalam air dan mereduksi kandungan organisme (patogen) tertentu dalam air.

c. Filtrasi

Filtrasi merupakan pemisahan antara padatan atau *koloid* dengan cairan. Proses filtrasi pada air melalui pengaliran air pada media butiran. Filtrasi air dapat menghilangkan bakteri, warna, kekeruhan, dan kandungan logam seperti besi. Filtrasi air menggunakan media alami seperti sebagai berikut:

1) Pasir silika

Pasir silika adalah mineral kuarsa yang mengandung *silica* (SiO_2). Pasir silika sangat efektif dalam menyaring lumpur dan bahan pengotor air lainnya.



Gambar 2.5 Pasir silika (Sebayang dkk, 2015)

2) Kerikil *manganase zeolit*

Manganase zeolit adalah senyawa *alumino-silikat* berhidrat dengan *kation natrium, kalium* dan *barium*. Dalam proses filter air ini zeolit bisa membunuh bakteri dan mengikat kandungan logam yang terkandung dalam air.



Gambar 2.6 Kerikil *manganase zeolit*(Sebayang dkk, 2015)

3) Serbuk karbon aktif

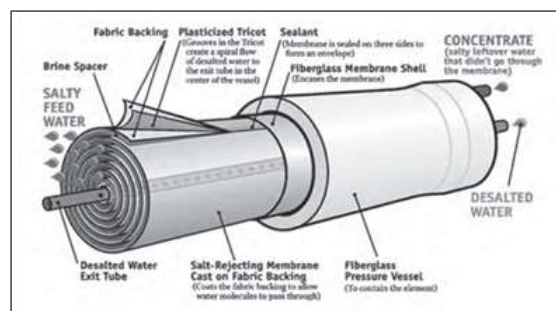
Dalam proses filtrasi, karbon aktif berfungsi menyaring bau, menyerap garam, menyerap mineral, menyerap senyawa anorganik, menyerap *klorin*, menjernihkan dan menciptakan rasa segar pada air.



Gambar 2.7 Serbuk karbon aktif (Sebayang dkk, 2015)

d. *Filter reverse osmosis (RO)*

Membrane Reverse Osmosis (RO) merupakan cerminan teknologi tinggi, yang mana membran ini mempunyai pori-pori yang sangat kecil. *Membrane RO* dapat menyaring berbagai bahan mikroorganisme, logam berat, bakteri, virus, bahan anorganik, dan bahan berbahaya lainnya yang terlarut dalam air. Hanya molekul air saja yang dapat menembus membran tersebut sehingga dapat menghasilkan air minum yang mencapai kemurnian 99,99%. Air yang dihasilkan sedemikian murni maka sering disebut juga dengan air murni RO.



Gambar 2.8 Filter membrane osmosis (Sebayang dkk, 2015)

e. Desinfeksi

Desinfeksi dapat dilakukan dengan memfilter mikroorganisme yang berbahaya dengan cara penambahan *disinfectant chemical*. Proses ini dilakukan untuk membunuh patogen yang terdapat dalam air. Patogen yang dimaksud antara lain virus dan bakteri seperti *salmonella*, *cholera*, *champilobacter*, *shigella*, dan *protozoa*.

1) Desinfeksi menggunakan klorin

Desinfeksi yang umum menggunakan klorin atau paduannya seperti *cloramine* atau *clorine dioxide*. *Clourine* dapat membunuh banyak mikroorganisme berbahaya, namun zat tersebut adalah gas yang beracun dan berbahaya. Untuk menghindari hal tersebut maka digunakan *sodium hypochlorite* yang relatif murah dan tidak berbahaya.

2) Desinfeksi menggunakan *ultraviolet*

Proses desinfeksi ini menggunakan gelombang *elektromagnetik* yang memiliki panjang gelombang antara 100–400 nm. Menurut percobaan para ahli UV yang paling efektif untuk pengolahan air minum memiliki panjang gelombang 253,7 nm. Molekul bakteri yang menyerap UV ini akan kehilangan kemampuannya untuk memproduksi.



Gambar 2.9 Desinfeksi menggunakan *stelizator ultraviolet* (Sebayang dkk, 2015)

2.2.4 Metode Perancangan Menurut VDI 2222

Metode perancangan merupakan suatu proses berpikir sistematis dalam menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan hasil yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan.

Pendekatan metode perancangan yang digunakan penulis dalam membuat laporan tugas akhir ini adalah menurut VDI 2222. Tahapan-tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut:

a. Merencana

Merencana merupakan suatu kegiatan pertama dari tahap perencanaann dalam mengidentifikasi suatu masalah. Kegiatan dari analisis/merencana ini adalah:

1. Pemilihan pekerjaan (studi kelayakan, analisis pasar, hasil penelitian, konsultasi pemesanan, pengembangan awal, hak paten, kelayakan lingkungan).
2. Penentuan Kelayakan

b. Mengkonsep

Dari tahap analisis yang telah dilakukan menjadi dasar tahap kedua yaitu tahap perancangan konsep desain. Spesifikasi perancangan berisi syarat-syarat teknis desain yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur. Tahapan-tahapan mengkonsep adalah sebagai berikut:

1. Memperjelas pekerjaan
2. Membuat daftar tuntutan
3. Penguraian fungsi keseluruhan
4. Membuat alternatif fungsi bagian

5. Variasi konsep
 6. Menilai alternatif konsep berdasarkan aspek teknis-ekonomis
 7. Pengambilan keputusan alternatif konsep rancangan
- c. Merancang

Merancang merupakan tahapan dalam penggambaran wujud produk yang didapatkan dari hasil penilaian konsep rancangan. Konstruksi rancangan ini merupakan pilihan optimal setelah melalui tahapan penilaian teknis dan ekonomis. Tahapan dalam merancang adalah sebagai berikut:

1. Membuat pradesain berskala.
 2. Menghilangkan bagaian kritis
 3. Membuat perbaikan pradesain
 4. Menentukan pradesain yang telah disempurnakan
- d. Penyelesaian

Setelah tahap merancang selesai dilakukan maka tahap penyelesaian akhir adalah sebagai berikut:

1. Membuat gambar susunan
2. Membuat gambar bagian/detail dan daftar bagian

2.2.5 Peran komputer dalam proses perancangan

Perancangan grafis menawarkan berbagai kemudahan, kecepatan keleluasaan dalam menghasilkan suatu gagasan visual. Komputer telah menciptakan suatu ruang bermain dan berkreasi bagi para perancang seluas-luasnya. Banyak hal-hal baru yang sebelumnya tidak memungkinkan untuk dilakukan dengan teknik manual, saat ini menjadi kenyataan bahkan suatu yang tidak terpikirkan sebelumnya.

Peralatan yang digunakan oleh desainer grafis adalah ide, akal, mata, tangan, alat gambar, dan komputer. Sebuah konsep atau ide biasanya tidak dianggap sebuah desain sebelum direalisasikan atau dinyatakan dalam bentuk visual. Desain grafis memungkinkan perancangan untuk melihat hasil dari tata letak atau perubahan tipografi dengan seketika tanpa menggunakan pena atau mensimulasikan efek dari media tradisional tanpa perlu menuntut banyak ruang.

2.2.6 Solidwork

Solidworks adalah salah satu *software* yang dibuat oleh Dassault Systemes. *Software solidworks* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part*-nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. Pada industri pemesinan aplikasi pada *solidwork* ini bisa secara langsung diproses dengan *CAM* program untuk membuat *G Code* yang dipakai untuk menjalankan proses pemesinan *automatic* dengan *CNC*.

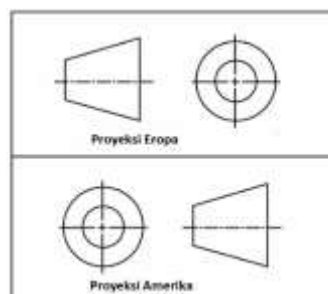


Gambar 2.10 *Solidwork* (Sinaga, 2019)

2.2.7 Simbol proyeksi

Untuk membedakan Proyeksi Eropa dan Proyeksi Amerika perlu diberi lambang proyeksi. Dalam standar ISO, telah ditetapkan bahwa kedua proyeksi boleh dipergunakan.

Dalam sebuah gambar tidak diperkenankan terdapat gambar dengan menggunakan kedua proyeksi secara bersamaan. Simbol proyeksi ditempatkan disisi kanan bawah kertas gambar.



Gambar 2.11 Simbol proyeksi (Nugroho, 2018)

2.2.8 Rangka

Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan yang lain pada ujungnya, sehingga membentuk suatu rangka kokoh. Konstruksi rangka bertugas mendukung beban atau gaya yang bekerja pada sebuah sistem tersebut. Beban tersebut harus ditumpu dan diletakan pada peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya. Perancangan rangka akan dilakukan proses desain dan perhitungan yang terdapat pada rangka, sebagai berikut (Popov, 1984):

a. Gaya yang bekerja

$$F = m g \quad (2.1)$$

Dimana:

F : gaya berat (N)

m : massa (kg)

g : gaya gravitasi (m/s^2)

b. Momen inersia

1) Jarak titik berat

$$C = \frac{\Sigma Ay}{\Sigma A} \quad (2.2)$$

Dimana:

C : Jarak titik berat penampang dari bawah (mm)

ΣA : luas penampang total (mm^2)

ΣAy : Perkalian luas penampang dan titik dari bawah (mm^3)

2) Untuk luas keseluruhan

$$I_0 = \frac{bh^3}{12} \quad (2.3)$$

Dimana:

b : lebar penampang (mm)

h : tinggi penampang (mm)

$$A_{D1} = A_1(y_1 - C)^2 \quad (2.4)$$

Dimana:

A_1 : lebar penampang (mm^2)

y_1 : tinggi penampang (mm)

C : Jarak titik berat penampang dari bawah (mm)

$$I_{zz1} = I_0 + A_{D1} \quad (2.5)$$

Dimana:

I_{ZZ} : luas penampang keseluruhan (mm⁴)

3) Untuk rongga bagian dalam

$$I_{02} = \frac{bh^3}{12} \quad (2.6)$$

Dimana:

b : lebar penampang (mm)

h : tinggi penampang (mm)

$$A_{D2} = A_2(y_2 - C)^2 \quad (2.7)$$

Dimana:

A_2 : luas penampang (mm²)

y_2 : tinggi penampang (mm)

C : Jarak titik berat penampang dari bawah (mm)

$$I_{zz1} = I_{02} + A_{D2} \quad (2.8)$$

Dimana:

I_{ZZ} : inersia keseluruhan (mm⁴)

4) Inersia gabungan

$$I_{zz} = I_{zz1} - I_{zz2} \quad (2.9)$$

Dimana:

I_{ZZ} : momen inersia (mm⁴)

c. Tegangan lentur

$$\sigma = \frac{M_{Max}}{I} C \quad (2.10)$$

Dimana:

σ : tegangan lentur (N/mm²)

M_{Max} : momen maksimum (Nmm)

C : Jarak titik berat penampang dari bawah (mm)

I : momen inersia (mm^4)

d. Tegangan lentur yang diijinkan

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma}{S_f} \quad (2.11)$$

Dimana:

σ_{ijin} : tegangan lentur yang diijinkan (N/mm^2)

σ : tegangan luluh (N/mm^2)

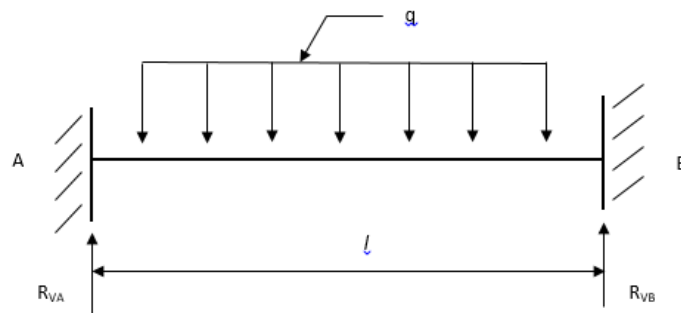
S_f : faktor keamanan beban yang dikenakan

2.2.9 Pembebanan (*loading*)

Pembebanan adalah suatu berat yang membebani *kontruksi* seperti balok, rangka, batang, dan lain-lain yang juga diidealisasikan sebagai garis sejajar dengan sumbunya. Berikut merupakan jenis beban sebagai berikut:

a. Beban merata

Beban merata adalah beban yang bekerja menyentuh bidang konstruksi yang cukup luas yang tidak diabaikan. Beban ini dinyatakan newton permeter dengan simbol q .



Gambar 2.12 Pembebanan merata (Mulyanto, 2020)

Menghitung beban (Mulyanto, 2020):

$$F = m g \quad (2.12)$$

Dimana:

F : beban (N)

m : massa (kg)

g : gaya gravitasi (m/s^2)

Menghitung beban merata (Mulyanto, 2020):

$$q = \frac{F}{l} \quad (2.13)$$

Dimana:

q : beban merata (N/m)

F : beban (N)

l : panjang tumpuan (m)

Menghitung momen reaksi tumpuan (Mulyanto, 2020):

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow R_{AV}$$

$$R_{VA} l - (ql) \frac{1}{2} l = 0 \quad (2.14)$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow R_{BV}$$

$$-R_{VB} l - (ql) \frac{1}{2} l = 0 \quad (2.15)$$

Dimana:

R_{VA} : Reaksi momen tumpuan A (N)

R_{VB} : Reaksi momen tumpuan B (N)

q : beban merata (N/m)

l : panjang tumpuan (m)

Menghitung momen maksimum (Mulyanto, 2020):

$$M_{max} = \frac{1}{8} ql \quad (2.16)$$

Dimana:

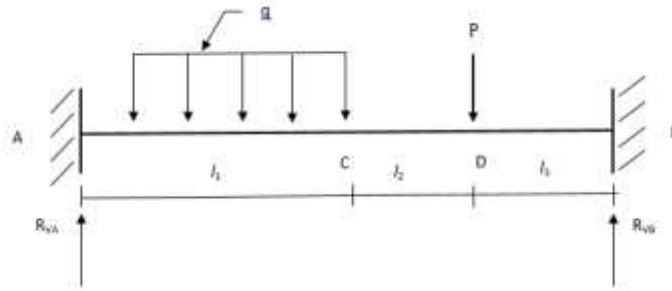
M_{max} : momen maksimum (Nm)

q : beban merata (N/m)

l : panjang tumpuan (m)

b. Beban kombinasi

Beban kombinasi adalah beban yang terdapat beban merata dan pusat. Simbol beban merata adalah q dan simbol beban terpusat adalah P .



Gambar 2.13 Beban kombinasi (Anissa, 2020)

Dimana:

R_{VA} : reaksi tumpuan A (N)

R_{VB} : reaksi tumpuan B (N)

q : beban merata (N/m)

P : beban terpusat (kg)

l : panjang tumpuan (m)

l_1 : panjang tumpuan A-C (m)

l_2 : panjang tumpuan C-D (m)

l_3 : panjang tumpuan D (m)

Menghitung momen reaksi beban kombinasi (Anissa, 2020):

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_{VA}l - q \left(\frac{1}{2}l_1 + l_2 + l_3 \right) - Pl_3 \quad (2.17)$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_{VB}l + P(l_1 + l_2) + q \left(\frac{1}{2}l_1 \right) \quad (2.18)$$

Dimana:

q : beban merata (N/m)

P : beban terpusat (N)

l : panjang tumpuan (m)

l_1 : panjang tumpuan A-C (m)

l_2 : panjang tumpuan C-D (m)

l_3 : panjang tumpuan D (m)

Menghitung momen dibagian tumpuan A-C (Anissa, 2020):

$$M_x = R_{VA}(x) - \frac{1}{2}q(x) \quad (2.19)$$

Dimana:

R_{VA} : reaksi tumpuan A

q : beban merata (N/m)

x : jumlah nilai yang akan disubstitusikan (m)

Menghitung momen dibagian tumpuan C-D (Anissa, 2020):

$$M_X = R_{VA}(l_1 + x) - q\left(\frac{1}{2}l_1 + x\right) \quad (2.20)$$

Dimana:

R_{VA} : reaksi tumpuan A (N)

q : beban merata (N/m)

l_1 : panjang tumpuan A-C (m)

x : jumlah nilai yang akan disubstitusikan (m)

Menghitung momen dibagian tumpuan D (Anissa, 2020):

$$M_X = R_{VB}(X) \quad (2.21)$$

Dimana:

R_{VB} : reaksi tumpuan B (N)

x : jumlah nilai yang akan disubstitusikan (m)

2.2.10 Debit air

Debit adalah volume air yang mengalir dari suatu saluran melalui suatu pipa dalam satuan waktu tertentu. Jadi, debit juga adalah jumlah air yang dipindahkan di dalam satuan waktu pada titik tertentu.

Menghitung debit (Q) (Saepudin, 2009):

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.22)$$

Dimana:

Q : debit aliran (L/s)

V : volume (L)

t : waktu (s)