



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Proses Pembuatan Genteng

Pembuatan genteng dapat dilakukan dengan cara sederhana (alat-alat sederhana) dapat pula memakai mesin-mesin yang modern dan serba otomatis. Dengan cara apapun yang dipakai mempunyai tahap-tahap sebagai berikut :

- a. Penggalian bahan mentah (lempung)
- b. Persiapan bahan
- c. Pembentukan
- d. Pengeringan
- e. Penyusunan genteng didalam tungku
- f. Pembakaran
- g. Pemilihan (seleksi)

Dari ketujuh tahapan proses diatas akan dilakukan terus-menerus dan berjalan secara kontinyu.

2.2. Penggalian Bahan Mentah (lempung)

Lempung digali ditempat-tempat penggalian. Penggalian dapat dilakukan dengan cangkul, singkup dan alat lain.sebaiknya dipilih ditempat-tempat (areal) yang agak tinggi sehingga dapat mendaratkan daerah bersangkutan untuk dapat dicapai oleh air (pengairan). Penggalian harus dilakukan secara teratur, jangan meloncat-loncat sehingga akan menimbulkan kubang-kubang yang disamping itu akan menyukarkan pengangkutan juga daerah tersebut menjadi tidak berguna dan menjadi sarang nyamuk. bila terpaksa dipakai tanah sawah tidak hujan /tegal,penggalian tidak boleh terlalu dalam sehingga membentuk kolam –kolam



Tugas Akhir Desain

dan sebaiknya tubuh tanah disingkirkan (dikumpulkan) dahulu, dan setelah areal tersebut cukup rendah (dapat dicapai air), lapisan tubuh tanah tadi dikembalikan lagi.

Selama penggalian tersebut bila dijumpai batuan-batuan keras dengan ukuran kerikil keatas sebaiknya dipisahkan (dibuang).

Lempung yang telah digali diangkut kedekat home industri dan ditimbun diluar selama beberapa hari supaya kena sinar matahari dan embun. Dengan demikian maka lempung akan hancur sendiri.

2.3. Persiapan Bahan.

Lempung yang dihancurkan oleh cuaca diatas dimasukkan dalam lubang-lubang yang telah disediakan untuk direndam selama atau lebih dengan air yang agak berlebihan. Setelah perendaman dirasa cukup, lempung basah diamparkan dilantai dengan ketebalan 20 cm. bila lempung tersebut memerlukan penambahan bahan pengurus (semen merah atau pasir kali), maka bahan pengurus tadi disebarakan secara merata diatas amparan lempung basah tadi. Lalu masa ini diinjak-injak dengan kaki atau dicangkul-cangkul, supaya didapat campuran lempung-air bahan pengurus, yang merata. Bila ternyata didalam lempung banyak didapat batuan-batuan berukuran kerikil keatas ($>1,410\text{mm}$), lempung yang diulet tadi perlu digiling dengan wals atau penggiling lain. Bila kerikil merupakan batuan yang tidak begitu keras dapat dipakai wals yang digerakkan dengan tangan, tetap bila merupakan batuan keras perlu dipakai wals yang digerakkan dengan motor.

Lempung yang telah digiling melalui wals ini kemudian dibentuk menjadi plat-plat. Ukuran plat-plat disesuaikan dengan macam dan ukuran dari genteng yang dibuat.

Bila perusahaan mempergunakan mesin pengulet maka lempung basah yang telah diamparkan dan ditaburi dengan bahan pengurus ini dimasukkan kedalam mesin pengulet. Pada mesin pengulet ini biasanya dilengkapi dengan mulut ("die") diujung yang lain. Pada mulut dapat dipasang trali-trali kawat, sehingga memungkinkan kolom lempung yang keluar yang disebabkan oleh



Tugas Akhir Desain

dorongan-dorongan spiral-spiral. Kolom lempung tersebut berbentuk kepingan empat persegi panjang. Kepingan-kepingan ini dapat dipotong-potong sesuai ukuran genteng yang akan dibuat.

2.4. Pembentukan

Plat-plat lempung yang telah dipersiapkan dibentuk menjadi genteng. Cara melakukan pembentukan dapat memakai cetakan kayu dan dilakukan dengan tangan, dapat pula dilakukan dengan press (cetakan besi). Press genteng diindonesia (jawa) telah banyak dipakai, baik press ulir maupun press engkol. Keduanya jenis press genteng dapat digerakkan dengan tangan atau tenaga motor. Kelihatanya press engkol lebih baik, karena dengan mudah digerakan dengan motor.

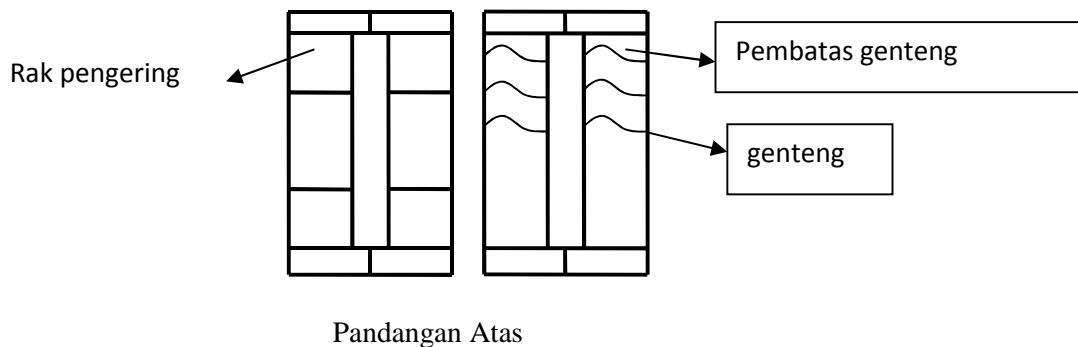
Agar tidak melekat pada cetakan, maka cetakan perlu dioles dengan minyak (campuran minyak solar dan minyak kelapa atau minyak kacang) bila dipakai cetakan besi dan ditaburi semen merah,pasir kali (berukuran pasir sedang kebawah) bila cetakan yang dipakai dari kayu.

2.5. Pengeringan

Genteng (mentah) yang telah dibentuk kemudian dikeringkan.cara pengeringan dapat bermacam-macam.misalnya cara pengeringan genteng cetak tangan yang dilakukan didaerah mojosari patut diperhatikan.pengeringan dilakukan ditempat terlindung, jadi hanya diangin-angin. Cara penyusunan dalam pengeringan dapat digambarkan secara skematis sebagai berikut:



**Tugas Akhir
Desain**



Gambar 2.1. Tempat pengeringan genteng setelah dicetak

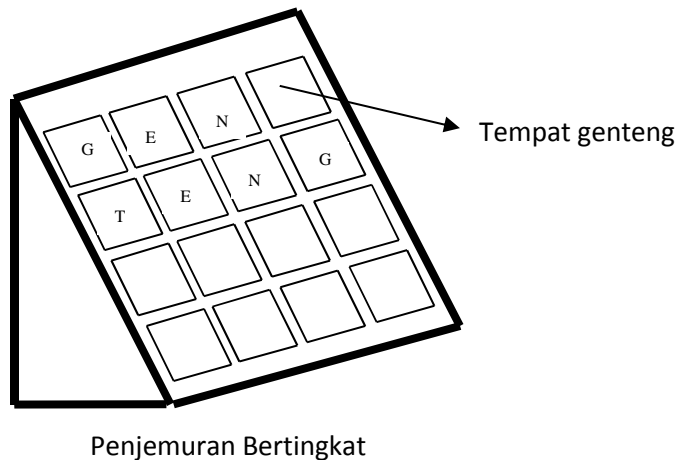
Pengeringan genteng –genteng yang dipress dengan cetakan besi sebaiknya dilakukan dengan memakai penyangga-penyangga. Penyangga-penyangga dibuat dari kayu, agar pada bagian bawah juga terjadi penguapan perlu dibuat lobang. Bentuk dari penyangga (penumpu) dapat seperti berikut:

Genteng mentah dengan penampan-penampan tersebut diletakan pada rak-rak yang terlindung supaya kering dengan angin-angin saja. bila keadaan lempung bagus (kekuatan tinggi) kadang-kadang untuk mempercepat pengeringan dijemur dipanas matahari (beberapa hari tinggal dirak setelah dicetak). Dibanyak tempat penjemuran dilakukan ditanah lapang dengan genteng diletakan menelentang sehingga sangat memakan tempat.

Dimojosari, jawa timur penulis pernah melihat penjemuran dilakukan dengan kedudukan bertingkat sebagai berikut:



Tugas Akhir Desain



Gambar 2.2. Tempat pengeringan genteng getelah dicetak

2.6. Penyusunan

Genteng yang telah kering (biasanya masih mengandung air kurang lebih 5-7%) disusun didalam tungku, cara penyusunan tergantung pada tungku yang dipakai. tetapi pada umumnya disusun secara sejajar atau secara melintang.

2.7. Pembakaran

Setelah genteng disusun, pintu ditutup. Tungku mulai dibakar. Mula-mula dibakar secara perlahan-lahan hingga asap yang keluar dari tungku tidak putih lagi (temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$). Setelah asap tidak putih lagi api dapat sedikit dibesarkan hingga warna api dalam susunan genteng berwarna remang-remang (merah gelap $\pm 600^{\circ}\text{C}$). Setelah keadaan diatas tercapai kecepatan pembakaran dapat ditambah hingga kecepatan penuh sampai selesai pembakaran, selesainya pembakaran dapat dilihat dari warna api, banyaknya bahan dibakar atau lamanya pembakaran sesuai dengan pengalaman. barang keramik yang masak pada temperatur 1000°C

2.8. Pemilihan

Setelah api dipadamkan, maka tungku akan mendingin. Tergantung pada besarnya tungku dan banyaknya genteng yang dibakar, temperatur akan turun hingga $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama sehari semalam hingga beberapa hari.



Tugas Akhir Desain

Setelah temperaturnya cukup rendah ($\pm 60^{\circ}\text{C}$) genteng bisa dibongkar dan proses dan proses pemilihan (seleksi) dapat dilaksanakan. Untuk menyeleksi antara benda (genteng) yang baik dengan yang kurang baik tiap perusahaan atau home industri mempunyai kriteria-kriteria berbeda, tetapi pada umumnya sifat-sifat dibawah ini yang diperhatikan:

- I. Adanya pecah-pecah, retak-retak atau perubahan bentuk
- II. Suara dari genteng (nyaring atau tidak)
- III. Halusnya (ratanya) permukaan
- IV. Kemerataan warna

Perusahaan genteng dengan baik kriteria (sifat) diatas, membagi genteng dalam beberapa kualitas. Tetapi sebaiknya pembagian kualitas didasarkan atas kriteria menurut standart-standart yang ada di Indonesia. Jadi tidak terlalu subjektif. Hal ini meminta adanya pengujian genteng. Produksi perusahaan bersangkutan dibaloi penelitian keramik dibandung tiap jangka waktu tertentu (satu tahun misalnya)

2.9. Pengertian Gaya

2.9.1 Macam-macam gaya

Kalau diamati sebuah benda yang jatuh bebas kebawah akan nampak bahwa disamping ukurannya sendiri sebesar W (Kg), maka benda tadi juga mempunyai ciri lain yaitu arahnya kebawah.

Suatu besaran dengan ukuran besar serta arah bekerjanya disebut "Gaya" atau dengan kata lain bahwa gaya adalah besaran vektoris yaitu suatu besaran yang lengkap dengan arah. Meninjau gaya itu sendiri dalam prakteknya terjelma dari berbagai sebab diantaranya adalah :

1. Gaya Berat

Seperti telah disebutkan diatas bahwa gaya ini disebabkan oleh berat benda dan arahnya selalu tegak lurus dengan bumi.



Tugas Akhir Desain

2. Gaya karena Tekanan

Dalam bentuk lain, gaya adalah tekanan dikalikan luasan. Bila ditulis terdapat hubungan :

$$F = P \cdot A \dots\dots\dots (1.1)$$

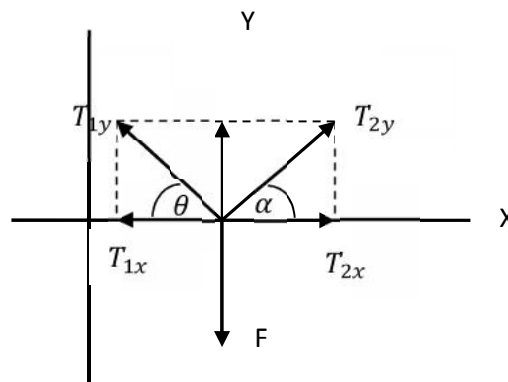
Dimana : $F =$ Gaya (N)

$$P = \text{Tekanan} \left(\frac{N}{mm^2} \right)$$

$$A = \text{Luasan Penampang} (mm^2)$$

2.9.2. Perinsip kesetimbangan gaya

Diatas telah disebutkan bahwa resultante adalah merupakan gaya pengganti dari sistem gaya yang bekerja pada suatu titik, ini berarti apabila ujung anak panah resultante dibalik dimana anak panah diletakan pada pangkal gaya maka yang terjadi adalah saling menghilangkan. Dalam arti lain keadaan demikian dikatakan bahwa penjumlahan gaya yang terjadi pada suatu titik adalah sama dengan nol (kondisi statis).



Gambar 2.3. Arah gaya dengan prinsip kesetimbangan

(Persamaan kesetimbangan statis)

$$\left. \begin{array}{l} 1. \quad \sum F_x = 0 \\ 2. \quad \sum F_y = 0 \\ 3. \quad \sum M = 0 \end{array} \right\}$$



Tugas Akhir Desain

$$\underline{F_x = 0}$$

$$T_{2x} - T_{1x} = 0$$

$$T_{2x} = T_{1x}$$

$$\underline{F_y = 0}$$

$$T_{1y} + T_{2y} - F = 0 \rightarrow T_{1y} + T_{2y} = F$$

$$\underline{M_0 = 0}$$

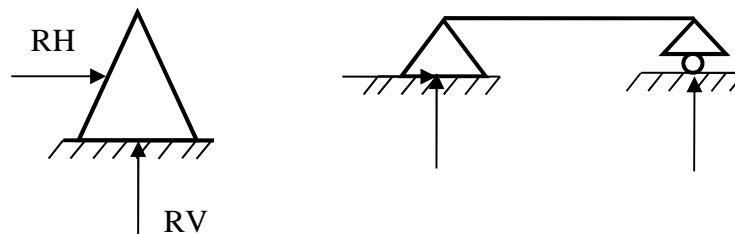
$$T_{1x} \cdot 0 - T_{2x} \cdot 0 - F \cdot 0$$

$$+ T_{1y} \cdot 0 + T_{2y} \cdot 0 = 0$$

2.10. Definisi Tumpuan

2.10.1. Tumpuan Engsel

Sendi merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertical (RV) dan gaya reaksi horizontal (RH).



Gambar 2.4. Contoh tumpuan sendi dan gaya reaksi pada tumpuan

Dimana:

RH=Gaya reaksi horizontal

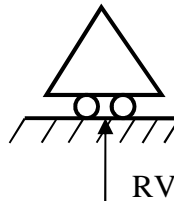
RV=Gaya reaksi vertikal



Tugas Akhir Desain

2.10.2. Tumpuan Rol

Rol merupakan tumpuan yang hanya dapat menerima gaya reaksi vertical (RV).



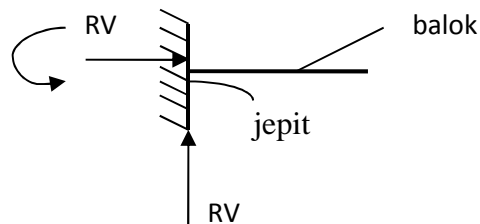
Gambar 2.5. Contoh tumpuan rol

Dimana:

RV=Gaya reaksi vertikal

2.10.3. Tumpuan Jepit

Merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertical, gaya reaksi horizontal dan momen akibat jepitan dua penampang.



Gambar 2.6. Contoh tumpuan jepit

Dimana:

RV=Gaya reaksi vertikal

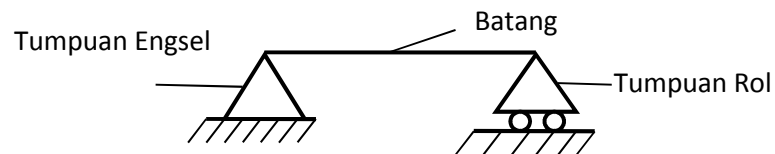


Tugas Akhir Desain

2.11. Jenis-jenis Konstruksi

2.11.1. Konstruksi Sederhana

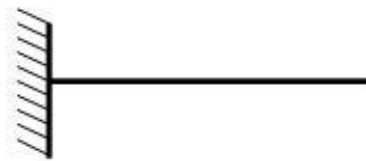
Merupakan konstruksi balok yang terdiri dari dua tumpuan yaitu Tumpuan engsel dan Tumpuan roll.



Gambar 2.7. Contoh konstruksi sederhana

2.11.2. Konstruksi Cantiliver

Merupakan Tumpuan dengan posisi batang mengalami penjepitan pada dinding atau sejenisnya pada satu ujungnya sedangkan yang lain bebas.



Gambar 2.8. Contoh konstruksi cantiliver

2.11.3. Konstruksi Berganda

Merupakan konstruksi yang memiliki dua tumpuan yang sama



Tugas Akhir Desain

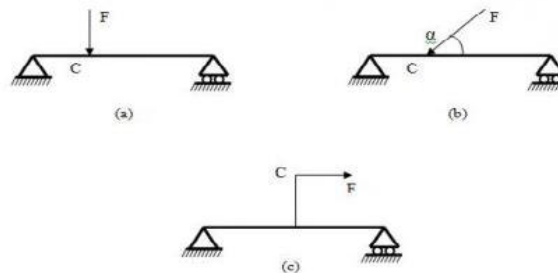


Gambar 2.9. Contoh konstruksi berganda

2.12. Jenis-jenis Pembebanan

2.12.1. Beban Titik (Beban Terpusat)

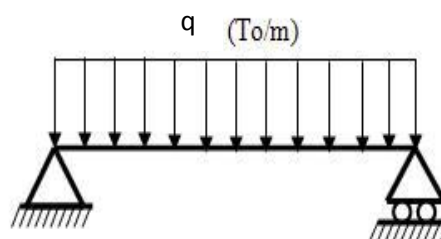
Beban yang hanya dikenakan pada titik tertentu pada suatu batang.



Gambar 2.10. Contoh gambar pembebanan titik

2.12.2. Pembebanan terbagi merata

Merupakan pembebanan yang tidak terfokus pada suatu titik pada bagian batang, sehingga semua batang dikenakan beban yang sama pada setiap titik dikeseluruhan batang.



Gambar 2.11. Contoh gambar dengan pembebanan merata



2.13. Perjanjian Tanda

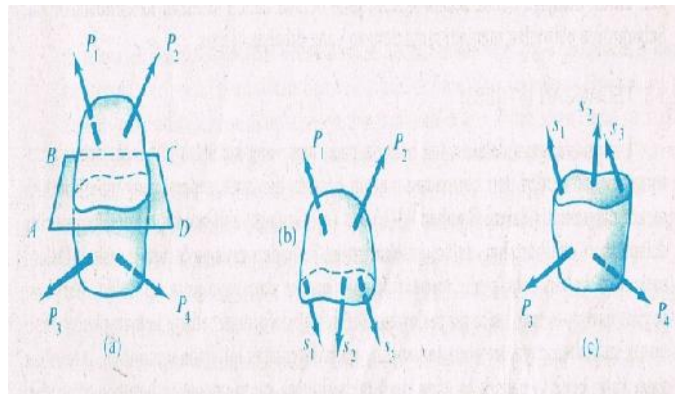
1. Reaksi tumpuan menjadi (+) jika tumpuan itu ditekan
2. Gaya normal menjadi (+) sebagai gaya tarik
3. Gaya melintang menjadi (+) jika batang sebelah kiri suatu potongan akan naik keatas
4. Moment lentur (M) menjadi positif jika ada gaya tarik pada sisi bawah atau moment lentur (M) menjadi (+) jika moment disebelah kiri dari suatu potongsn akan memutar searah putaran jarum jam.

2.14. Metoda Irisan (Method Of Section)

Salah satu masalah utama mekanika bahan ialah menyelidiki tahanan dalam dari sebuah benda, yaitu hakekat gaya-gaya yang ada di dalam suatu yang mengimbangi gaya-gaya luar terpakai. Untuk maksud ini, kita melakukan metoda pendekatan yang seragam. Kita buat sebuah sket diagramatis yang lengkap dari bagian struktur yang akan diselidiki dimana semua gaya luar yang bekerja pada sebuah benda diperlihatkan pada masing-masing titik tangkapnya. Sket tersebut kita sebut diagram benda bebas (free-body diagram). Semua gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda, termasuk gaya reaksi yang disebabkan oleh tumpuan dan berat, dari benda itu sendiri, dipandang sebagai gaya-gaya luar. Selanjutnya karena sebuah benda stabil akan diam pada keseimbangannya, maka gaya-gaya yang bekerja padanya akan memenuhi gaya keseimbangannya, maka gaya-gaya yang bekerja padanya akan memenuhi persamaan keseimbangan statis. Jadi bila gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda seperti yang diperlihatkan dalam gambar (a) dibawah ini memenuhi persamaan keseimbangan statis dan semuanya



Tugas Akhir Desain



Gambar 2.12. Pengirisan sebuah benda

Terlihat dalam diagram benda bebas. Kemudian karena penentuan gaya dalam yang dihasilkan oleh gaya luar adalah salah satu dasar yang diperlihatkan oleh subyek ini, maka sebuah irisan tertentu dibuat pada benda, yang secara lengkap memisahkannya menjadi dua bagian. Hasil proses tersebut dapat dilihat dalam gambar (b) dan (c) dimana bidang tertentu $ABCD$ memisahkan benda semula menjadi dua bagian yang berlainan. Metoda ini akan disebut sebagai metoda irisan (method of sections). Kemudian, bila benda itu secara keseluruhan berada dalam keseimbangan, maka setiap bagian dari padanya berada pula dalam keseimbangan. Untuk bagian-bagian benda tersebut, bagaimanapun, gaya yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan haruslah bekerja pada irisan yang terpotong. Pengandaian ini akan membawa kita pada kesimpulan yang fundamental tersebut:

Gaya-gaya luar terpakai pada sebuah sisi potongan tertentu haruslah diimbangi oleh gaya-gaya dalam yang terbentuk dalam potongan tersebut, atau ringkasnya, gaya-gaya luar diimbangi oleh gaya-gaya dalam. Kelak akan terlihat bahwa bidang-bidang potongan tersebut akan berorientasi kepada suatu arah tertentu untuk disesuaikan dengan kebutuhan-kebutuhan khusus. Tetapi konsep di atas akan kita andalkan sebagai langkah pertama untuk memecahkan semua soal di mana gaya-gaya sedang diselidiki.



Tugas Akhir Desain

Dalam membahas metoda irisan, kita perlu memperhatikan bahwa semua benda meskipun tidak dalam kesetimbangan statis, akan berada dalam keseimbangan dinamis. Masalah dapat kita permudah menjadi persoalan statika. Pertama, percepatan dari bagian yang dipertanyakan kita hitung, kemudian dikalikan dengan massa benda, hingga memberikan gaya $F=ma$. Bila gaya yang dihitung diberikan kepada benda tersebut pada titik pusat massanya menurut arah yang berlawanan dengan percepatan, maka persoalan dinamika menjadi persoalan statika. Ini disebut *azas d'Alembert*. Dari segi pandangan ini, semua benda dapat dipikirkan berada sesaat dalam status keseimbangan statis. Karena itu untuk setiap benda, baik dalam keseimbangan statis maupun dinamis, kita dapat membuat suatu diagram benda bebas untuk menunjukkan gaya-gaya yang diperlukan untuk menjaga benda secara keseluruhan berada dalam keadaan keseimbangannya. Selanjutnya persoalan menjadi sama dengan yang dibahas diatas.

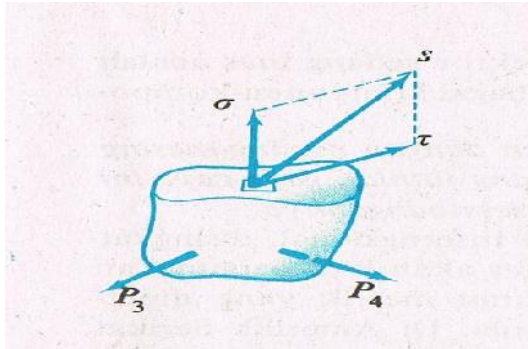
2.15. Tegangan (Stress)

Umumnya gaya dalam yang bekerja pada luas yang kecil tak terhingga sebuah potongan, akan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah, seperti yang diperlihatkan secara diagramatis dalam gambar (b) dan (c). Gaya-gaya dalam ini merupakan vektor dalam alam dan bertahan dalam keseimbangan terhadap gaya-gaya luar yang terpakai. Dalam mekanika bahan kita perlu menentukan intensitas gaya-gaya ini dalam berbagai bagian dari potongan, berbagai perlawanan terhadap deformasi sedang kemampuan bahan untuk menahan gaya tersebut tergantung pada intensitas ini. Pada umumnya, intensitas gaya yang bekerja pada luas yang kecil tak terhingga suatu potongan berubah-ubah dari suatu titik ketitik lain, umumnya intensitas ini berarah miring pada bidang potongan. Dalam praktek keteknikan biasanya intensitas gaya diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan yang sedang diselidiki. Penguraian intensitas gaya ini pada luas kecil takberhingga diperlihatkan dalam gambar dibawah. Intensitas gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan disebut tegangan



**Tugas Akhir
Desain**

normal (*normal stres*) pada sebuah titik. Dalam pembahasan ini akan dilambangkan dengan huruf Yunani σ (sigma). Suatu tegangan tertentu



Gambar 2.13. Komponen-komponen normal dan geser dari tegangan

Yang dianggap benar-benar bertitik tangkap pada sebuah titik, secara matematis didefinisikan sebagai:

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \dots\dots\dots(1.6)$$

Di mana F adalah suatu gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan, Sedangkan A merupakan luas yang bersangkutan. Tegangan normal yang menghasilkan tarikan (*traction* atau *tension*) pada permukaan sebuah potongan biasa kita sebut *tegangan tarik (tensile stress)*. Di pihak lain, tegangan normal yang mendorong potongan tersebut disebut *tegangan tekan (compressive stress)*.

Komponen yang lain dari intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang luas elementer. Adalah seperti yang terlihat dalam gambar. Komponen intensitas gaya ini disebut *tegangan geser (shearing stress)*. Ini dilambangkan dengan abjad Yunani τ (tau). Secara matematis ia didefinisikan sebagai

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta A} \dots\dots\dots(1.7)$$

Di mana A menyatakan luas sedangkan V adalah komponen gaya yang sejajar dengan potongan. Perlu kita perhatikan bahwa definisi –definisi dari tegangan-



Tugas Akhir Desain

tegangan ini pada sebuah titik adalah mencakup konsep pengambilan $\Delta A \rightarrow 0$ dan akan dapat merupakan pertanyaan pula bila ditinjau dari segi atomik. Bagaimanapun. Model yang homogen yang ditunjukkan oleh persamaan-persamaan ini telah merupakan pendekatan yang baik terhadap keadaan yang bukan homogen dari tingkat yang makroskopis. Karena itu disebut juga sebagai menggunakan pendekatan yang fenomenologis. tegangan normal merupakan akibat komponen-komponen gaya yang tegak lurus dengan bidang potongan, sedang tegangan geser adalah hasil komponen-komponen yang sejajar dengan bidang potongan tersebut.

Dari definisi tegangan-tegangan normal dan geser di atas, karena mereka merupakan intensitas gaya pada sebuah luas, maka kita melihat bahwa tegangan diukur dalam satuan gaya dibagi dengan satuan luas. Karena gaya adalah vektor sedang luas adalah suatu skalar maka hasil bagi dari keduanya yang dinyatakan sebagai komponen-komponen gaya dalam arah tertentu, adalah suatu besaran vektor.

Satuan dasar SI adalah meter (m) untuk panjang, kilogram (kg) untuk massa dan detik (s) untuk waktu. Satuan turunan (derived units) SI untuk luas adalah meter kuadrat (m^2), dan untuk percepatan adalah meter per detik kuadrat (m/s^2). Satuan gaya didefinisikan sebagai satuan massa dikalikan dengan satuan percepatan yaitu kilogram meter per detik kuadrat ($kg \cdot m/s^2$) dan disingkat dengan newton (N). Satuan tegangan adalah newton per meter kuadrat (N/m^2), disingkat dengan pascal (pa). Kita pergunakan pula huruf awalan pada satuan yang merupakan kelipatan 1000. misalnya, gaya dapat ditulis dalam bentuk-bentuk milli newton (1 mN=0,001 N), newton, atau kilo newton (1 KN=1000N), panjang dalam millimeter (1 mm=0,001 m), meter dan kilo meter (1 km =1000 m). Tegangan dalam kilo pascal (1 kPa=1000 Pa) mega pascal (1 MPa = 10^6 Pa), giga pascal (1 Gpa= 10^9 Pa), dan seterusnya.

Tegangan yang secara numeric dinyatakan dalam satuan N/m^2 luar biasa kecilnya bila dibandingkan dengan yang biasa kita nyatakan dalam sistem satuan Inggris. Ini disebabkan oleh karena gaya dalam satuan newton adalah kecil



Tugas Akhir Desain

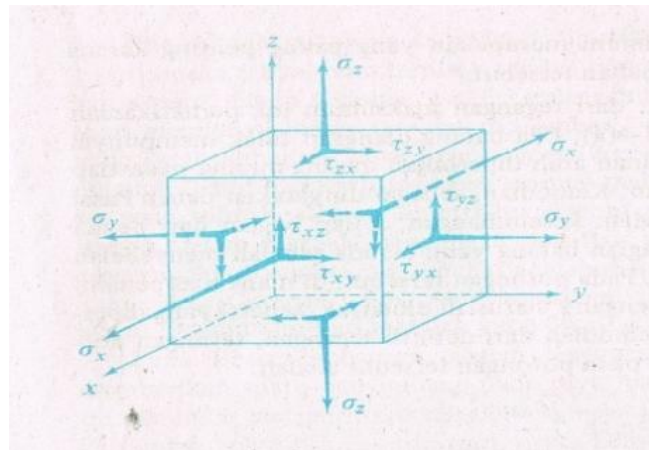
terhadap satu pon gaya sedang satu meter bujur sangkar adalah luas yang amat besar dibandingkan dengan satu inci kuadrat. Oleh karena itu lebih dapat diterima bila menuliskan tegangan dalam satuan N/mm^2 , yaitu notasi yang mula-mula tidak direkomendasikan. Tetapi, karena ini setara betul dengan pascal (Mpa) maka notasi yang terakhir memperoleh pengakuan yang luas.

Bila di samping bidang seperti ABCD dalam gambar (a) ditambahkan bidang lain yang berjarak kecil takterhingga dan sejajar dengan yang pertama, yang dibuat melalui benda tersebut, suatu elemen tipis dari benda dapat dipisahkan sendiri dari benda tersebut. Yaitu seperti kubus yang terlihat dalam gambar dibawah ini. Di sini maksud-maksud identifikasi, proses penguraian tegangan menjadi komponen-komponen dilakukan melebihi dari yang dibahas sebelumnya. Pada tiap permukaan, tegangan geser τ diuraikan kedalam duan komponen yang sejajar dengan sekumpulan sumbu tertentu. Tanda huruf pada σ menunjukkan arah tegangan normal sepanjang sumbu tertentu, dimana tegangan itu sendiri bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu yang sama. Tanda huruf pertama dari τ menunjukkan tegangan geser pada bidang yang tegak lurus pada sumbu tertentu, sedang tanda huruf yang kedua menentukan arah tegangan geser.

Kubus kecil takberhingga seperti yang terlihat dalam gambar diatas dapat digunakan sebagai dasar untuk perumusan eksak dari persoalan mekanika bahan. Metoda untuk mempelajari sebuah kubus seperti itu (yang menyangkut penulisan suatu persamaan dalam keseimbangannya dan memastikan bahwa kubus tersebut setelah mengalami deformasi akibat gaya-gaya yang bekerja terhadapnya, akan sama secara geometris dengan kubus –kubus kecil takberhingga yang ada disampingnya) berada diluar jangkauan bahasan buku ini, Ini merupakan bidang teori elastisitas (*elasticity*) matematis. Prosedur-prosedur yang digunakan dalam buku ini tidak dibawa kepada keadaan umum yang dinyatakan oleh gambar diatas. Metoda-metoda yang dipergunakan disini akan sederhana sekali.



Tugas Akhir Desain



Gambar 2.14. Setatus tegangan yang paling umum yang bekerja pada sebuah elemen

2.16. Beban Aksial Dengan Tegangan Normal

Dalam kebanyakan keadaan praktis, bila arah bidang khayal memotong sebuah bagian struktur yang dipilih dengan bijaksana, maka tegangan yang bekerja pada potongan tersebut akan sangat penting dan mudah menentukannya. Keadaan penting seperti itu terdapat pada suatu pembebanan batang aksial lurus dalam gaya tarik, asalkan bidang dibuat tegak lurus terhadap sumbu batang. Tegangan tarik yang bekerja pada potongan tersebut merupakan tegangan *maksimum*, sedangkan potongan yang lain yang tidak tegak lurus pada sumbu batang akan mempunyai permukaan yang lebih luas untuk melawan gaya terpakai. Tegangan maksimum merupakan yang paling penting karena cenderung akan menyebabkan kegagalan bahan tersebut.

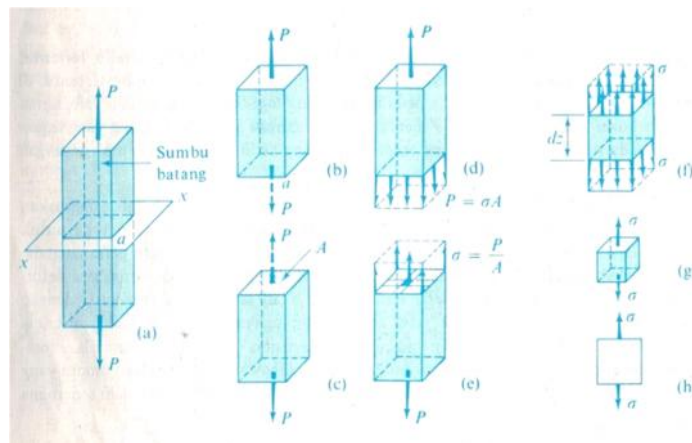
Untuk memperoleh ungkapan aljabar dari tegangan maksimum ini, perhatikanlah keadaan yang dilukiskan dalam gambar dibawah (a). Bila batang dianggap tidak mempunyai berat, dua gaya P yang sama dan berlawanan arah diperlukan masing-masing pada tiap ujung batang untuk menjaga keseimbangan. Kemudian, sebagai dinyatakan dalam pascal 1-2, karena keseluruhan benda berada dalam keseimbangan. Setiap bagian dari benda pula dalam keadaan seimbang. Bagian batang yang berada sebelah menyebelah x-x berada dalam



Tugas Akhir Desain

keseimbangan, Pada potongan tersebut, dimana luas penampang batang adalah A , gaya yang setara dengan P haruslah dibentuk, seperti yang diperlihatkan dalam gambar (b) dan (c). Kemudian dari definisi tegangan, tegangan normal atau tegangan yang berlaku tegak lurus pada potongan tersebut adalah

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ atau } \frac{\text{gaya}}{\text{luas}} \left(\frac{N}{m^2} \right) \dots \dots \dots (1.8)$$



Gambar 2.15. Urutan langkah analisis tegangan sebuah benda

Tegangan normal ini didistribusikan dengan *merata* pada luas penampang A . Hakekat besaran yang dihitung oleh persamaan (1.8) dilihat dalam gambar 2.25, gambar diatas (d) dan (e). Pada umumnya, gaya P adalah resultante sejumlah gaya pada suatu sisi atau sisi yang satunya lagi dari potongan tersebut.

Bila sebuah potongan tambahan dibuat sejajar dengan bidang $x-x$, dalam gambar diatas (a), maka irisan yang terpisah sendiri oleh kedua potongan tersebut dapat ditunjukkan seperti dalam gambar diatas (f), sedang bila pemotongan yang seperti itu dilakukan terus mendekati bidang $x-x$ dalam gambar (a), maka kita memperoleh sebuah kubus yang kecil takterhingga seperti yang terlihat dalam gambar diatas (g). Jenis tegangan yang muncul disini hanyalah tegangan normal pada kedua permukaan kubus. Status tegangan pada sebuah elemen seperti disebut sebagai tegangan sumbu tunggal (uniaxial stress). Dalam praktek, pandangan isometris yang terdapat dalam gambar diatas (g) jarang dipergunakan; yang sering



Tugas Akhir Desain

adalah diagram yang disederhanakan seperti yang terlihat dalam gambar diatas (h). Meskipun demikian, mahasiswa tidak boleh melupakan keadaan tiga dimensi dari masalah yang dikerjakan.

2.17. Masalah Dalam Tegangan Normal

Persamaan-persamaan ini memiliki pengertian fisis yang jelas. Selain itu, krlihatanya jelas bahwa besar tegangan yang dikehendaki adalah tegangan maksimum, karena merupakan gangguan yang paling besar pada kekuatan suatu bahan. Tegangan yang paling besar terdapat pada potongan atau irisan yang luas penampangnya minimum serta gaya aksial yang paling besar. Irisan-irisan seperti ini disebut irisan kritis (critical section). Irisan kritis untuk susunan tertentu yang sedang ditelaah biasanya dapat diperoleh dengan pemeriksaan. Tetapi untuk menentukan gaya P yang bekerja pada sebuah batang biasanya merupakan tugas yang lebih sukar. Pada kebanyakan soal yang dihadapi dalam buku ini keterangan yang terakhir diperoleh dari statika.

Untuk keseimbangan sebuah benda dalam ruang, persamaan-persamaan statika memerlukan penyelesaian dengan syarat-syarat berikut:

$$\left. \begin{array}{ll} F_x = 0 & M_x = 0 \\ F_y = 0 & M_y = 0 \\ F_z = 0 & M_z = 0 \end{array} \right\} \text{Persamaan kesetimbangan statis ruang}$$

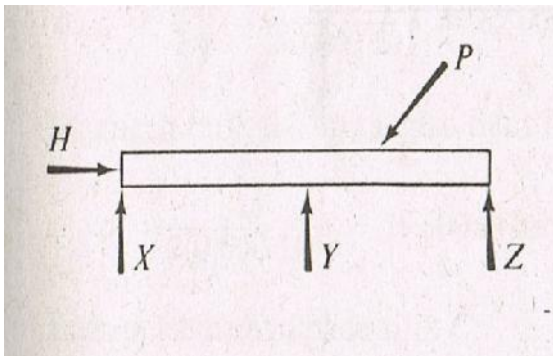
Kolom pertama persamaan diatas menyatakan bahwa jumlah semua gaya yang bekerja pada benda menurut arah (x, y, z) haruslah sama dengan nol. Kolom kedua mengemukakan bahwa penjumlahan mome-momen semua gaya terhadap sumbu yang sejajar dengan arah (x, y, z) haruslah sama pula dengan nol dalam keseimbangan. Dalam soal planar (sebidang)yaitu bila semua batang dan gaya terletak pada sebuah bidang sementara, seperti bidang x-y, maka hubungan-



Tugas Akhir Desain

hubungan $\sum F_z=0$, $\sum M_x=0$, dan $\sum M_y=0$ sementara masih berlaku,tidak diperlukan.

Persamaan-persamaan statika ini dapat dipergunakan langsung untuk benda-benda padat yang berubah bentuk (berdeformasi). Deformasi yang diterima dalam bidang teknik biasanya sangat kecil dibandingkan dengan keseluruhan dimensi bangunan. Oleh karena itu, untuk tujuan memperoleh gaya-gaya yang terdapat dalam batang-batang, dimensi awal dari batang-batang yang tidak terdeformasi dipergunakan dalam perhitungan. Umpamanya, gaya-gaya reaksi itu sebuah balok lurus yang terlihat dalam gambar dibawah yang ditumpu secara vertikal pada tiga buah titik, tidak dapat ditentukan hanya dari statika. Pada planar ini ada empat buah komponen reaksi yang tidak bergantung, sedang persamaan statika hanya ada tiga buah yang saling tidak bergantung. Semua struktur dan bagian struktur yang kita tinjau adalah statis tertentu, yakni semua gaya luar yang bekerja pada benda dapat ditentukan dengan persamaan-persamaan gambar dibawah.

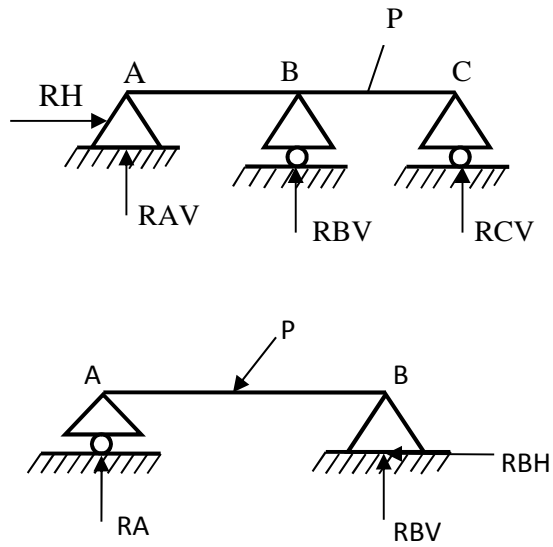


Statis:

1. Tertentu
2. Tak tentu



*Tugas Akhir
Desain*



Gambar 2.16. Balok statis tak tentu