

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pelat

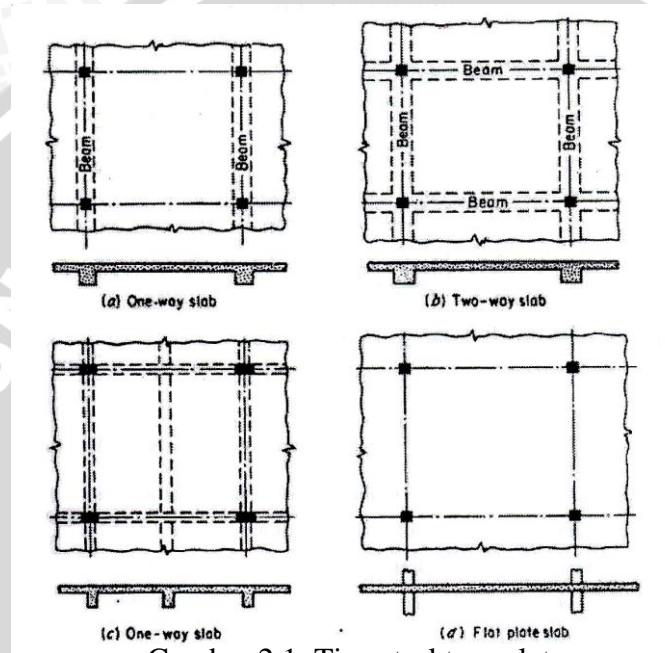
Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Dimensi suatu pelat bisa dibatasi oleh suatu garis lurus atau garis lengkung. Ditinjau dari segi statika, kondisi tepi (*boundary condition*) pelat bisa bebas (*free supported*), tumpuan sederhana (*simply supported*), dan jepit (*fixed*). Beban statis maupun dinamis pada pelat umumnya tegak lurus permukaan pelat.

Berdasarkan aksi strukturalnya, plat umumnya dibedakan atas katagori umum berikut:

1. Plat kaku, yang merupakan plat tipis yang memiliki ketegaran lentur flexural (*rigidity*), dan memikul beban dengan aksi dua dimensi, terutama dengan momen dalam (lentur dan punter) dan gaya geser transversal, yang umumnya sama dengan balok
2. Membran, yang merupakan plat tipis tanpa ketegaran lentur dan mamikul beban lateral dengan gaya geser aksial dan gaya geser pusat.
3. Plat fleksibel, yang merupakan gabungan antara plat kaku dan plat membran, dan memikul beban luar dengan gabungan aksi momen dalam, gaya geser transversal dan gaya geser pusat, serta gaya aksial.
4. Plat tebal, yang kondisi tegangan dalamnya menyerupai kondisi kontinua tiga dimensi.

Semua teori struktural membedakan struktur dengan lendutan yang kecil dan struktur dengan lendutan yang besar. Untuk keadaan yang pertama, hukum superposisi dapat diterapkan, sedang untuk keadaan terakhir, teori yang disebut “teori struktur orde dua” harus digunakan. Pelat dengan lendutan yang besar biasanya dihindari dalam praktek bidang teknik karena menimbulkan banyak masalah dalam analisisnya dan juga pemakaiannya. Pelat juga memiliki sifat mekanisme isotropis (jika sifat elastisitas sama pada ketiga arah sumbu kontinum) atau ortotropis (jika tegangan regangan berbeda pada ketiga arah sumbu referensi) dan dapat dibuat dengan bahan yang berlapis-lapis.

Mekanisme struktur plat lapis dikembangkan lama setelah struktur ini dipakai secara luas. Struktur plat lapis yang luas dipakai adalah papan multiplek. Papan multiplek dibuat untuk mengatasi kelemahan kayu tegak lurus serat, yaitu dengan membuat lapisan-lapisan dengan arah serat bersilang sedemikian hingga papan multiplek memiliki kekuatan yang sama pada segala arah.



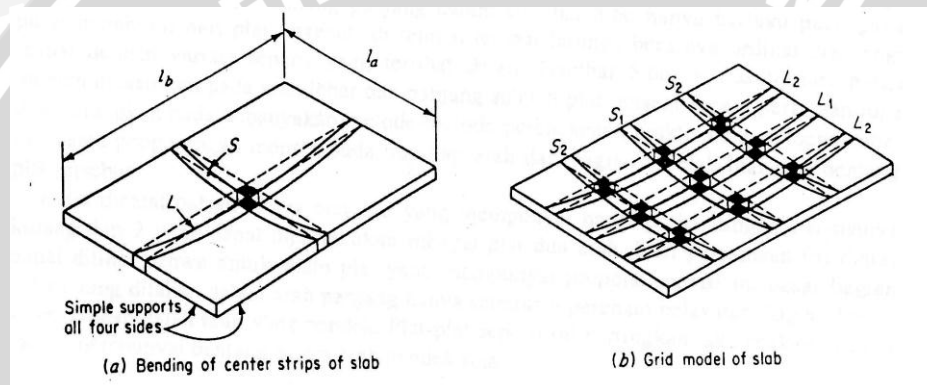
Gambar 2.1. Tipe struktur pelat

Sumber: *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, George Winter & Arthur H. Nilson, 1987, 211

Adapun macam dari pelat bermacam-macam ditinjau dari kondisi tumpuannya. Pelat dapat ditumpu pada dua sisi yang berlawanan seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.a dimana dalam kasus ini pelat dapat dikatakan bersifat satu arah (*one way slab*). Beban yang bekerja akan ditahan oleh pelat ini tegak lurus dengan arah balok tumpuan. Ada juga pelat yang ditumpu pada keempat sisinya seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.b, pada kondisi seperti ini pelat dikatakan sebagai pelat dua arah. Tetapi apabila perbandingan antara panjang dan lebar pelat lebih besar daripada dua maka sebagian besar beban dipikul oleh pelat pada arah bentang yang lebih pendek. Pada kondisi seperti ini, pelat bersifat satu arah, walaupun pada keempat sisinya ditumpu. Dalam hal ini, dapat diberi gelagar-gelagar perantara seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.c. Dalam beberapa kasus tertentu, pelat beton ditumpu secara

langsung oleh kolom-kolom, seperti terlihat pada Gambar 2.1.d, tanpa memakai gelagar atau girder dan umumnya dipakai apabila panjang bentang tidak terlalu besar dan beban yang bekerja bukan merupakan beban yang berat.

Pada pelat dua arah, apabila dibebani, pelat ini akan melengkung menyerupai permukaan piring. Ini berarti, pada sembarang titik pada pelat tersebut akan melengkung ke dalam dua arah utamanya dan karena besar momen lentur sebanding dengan besar kelengkungan, berarti pada kedua arah tersebut juga terdapat momen lentur. Pada Gambar 2.2.a diperlihatkan lendutan pada jalur pusat dari sebuah pelat persegi dengan bentang pendek l_a dan bentang panjang l_b . Sedangkan pada Gambar 2.2.b dapat dilihat lendutan pada jalur diluar jalur pusat yang juga mengalami lendutan pada dua sumbunya.



Gambar 2.2. Pelat dua arah di atas perletakan tepi statis tertentu

Sumber: *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, George Winter & Arthur H. Nilson, 1987, 223

2.2. Keadaan Batas Elastis dan Keadaan Batas Runtuh Pada Pelat

Apabila suatu struktur dibebani sampai batas elastis, pada tempat dimana tegangan bernilai maksimum, maka akan dicapai tegangan leleh yang menyebabkan deformasi plastis yang besar. Penampang pada bagian ini tidak mampu lagi memikul momen tambahan akibat peningkatan beban. Daerah ini berubah menjadi titik sendi plastis yang hanya mampu memikul momen sampai momen plastis. Sendi plastis adalah tempat kedudukan disepanjang balok menerus atau rangka dimana selama penambahan beban akan terjadi rotasi *inelastis* yang besar yang pada dasarnya adalah sebuah momen tahanan yang konstan.

2.3. Metode Garis Leleh

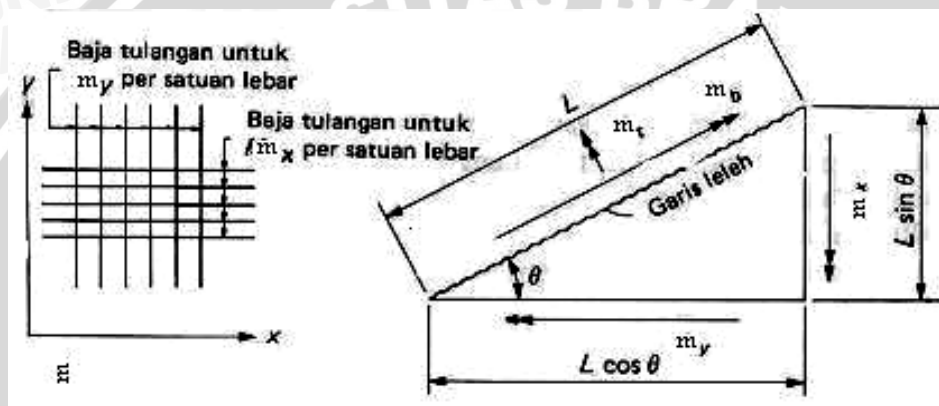
Metode garis leleh dalam analisis pelat termasuk dalam metode keruntuhan, dimana garis leleh merupakan tempat kedudukan sendi plastis yang terbentuk sejak awal terjadi leleh sampai saat pelat berada pada ambang keruntuhan, dengan kata lain dapat pula dikatakan bahwa garis leleh adalah sebuah garis yang menghubungkan sendi-sendi plastis yang terjadi pada suatu mekanisme keruntuhan. Teori garis leleh memberikan mekanisme kehancuran pada pelat yang dibebani oleh beban batas. Garis leleh yang terjadi akan membagi pelat menjadi beberapa bagian.

2.3.1. Analisis Keruntuhan Pelat Dengan Metode Garis Leleh

Anggapan-anggapan yang harus diperhatikan didalam analisis dengan metode garis leleh adalah :

1. Garis leleh berbentuk garis lurus (*straight line*).
2. Garis leleh mewakili sumbu rotasi.
3. Ujung tumpuan pelat juga berfungsi sebagai sumbu rotasi. Jika ujung tumpuan berupa jepit, sebuah garis leleh negatif terbentuk yang memberikan kekuatan konstan untuk berotasi.
4. Garis leleh antara 2 (dua) segmen pelat harus melalui titik perpotongan sumbu rotasi dari segmen pelat yang berdekatan.
5. Garis leleh pelat berakhir pada tepi pelat
6. Tulangan sepanjang garis leleh akan meleleh pada waktu runtuh.
7. Pada waktu runtuh, pelat terbagi menjadi bagian-bagian yang terbentuk sesuai garis leleh.
8. Momen-momen yang terjadi dibagi sepanjang garis leleh.
9. Terjadi deformasi plastis pada saat keruntuhan. Sehingga bagian pelat berputar sebagai segmen datar pada saat keruntuhan.
10. Deformasi elastis diabaikan.

Anggapan No. 8 dapat dipandang sebagai kriteria leleh dari pelat komposit bambu-beton yang diasumsikan sebagai beton bertulang yang orthotropic. Ini berarti sepanjang garis leleh yang ditunjukkan di dalam Gambar 2.3., kekuatan momen lentur m_b dan kekuatan momen puntir m_t , masing-masing per satuan panjang sepanjang garis leleh, besarnya tetap sama dengan kekuatan-kekuatan momen m_x dan m_y per satuan panjang masing-masing dalam arah x dan y. m_x adalah kekuatan yang dikerahkan oleh tulangan dalam arah x, dan m_y di arah y. Juga perjanjian tanda adalah bahwa momen-momen lentur m_x , m_y , dan m_b adalah positif untuk tarik di bagian bawah dari pelat dan momen puntir m_t adalah positif bila vektor yang mewakili momen itu mengarah ke luar dari benda bebas dimana momen bekerja.



Gambar 2.3. Momen lentur dan puntir pada garis leleh

Sumber : *Disain Beton Bertulang, edisi keempat, Wang & Salmon, 1985, 241.*

Kekuatan momen lentur m_b dan kekuatan momen puntir m_t sepanjang garis leleh dalam Gambar 2.3 dapat dinyatakan di dalam fungsi dari m_x dan m_y . Dengan meninjau keseimbangan dari vektor-vektor momen yang sejajar dengan garis leleh,

$$m_b(L) = m_x(L \sin \theta) \sin \theta + m_y(L \cos \theta) \cos \theta$$

$$m_b = m_x \sin^2 \theta + m_y \cos^2 \theta \tag{2-1}$$

$$m_b = \frac{m_x + m_y}{2} - \frac{m_x - m_y}{2} \cos 2\theta \tag{2-2}$$

dan dengan meninjau keseimbangan vektor-vektor momen yang tegak lurus dengan garis leleh,

$$m_t(L) = m_x(L \sin \theta) \cos \theta - m_y(L \cos \theta) \sin \theta$$

$$m_t = (m_x - m_y) \sin \theta \cos \theta$$

$$m_t = \frac{(m_x - m_y)}{2} \sin 2\theta \quad (2-3)$$

Jika $m_x = m_y$, maka akan membuat $m_b = m_x = m_y$, dan $m_t = 0$.

Di dalam menggunakan Persamaan (2-1), (2-2), dan (2-3), adalah penting untuk memperhatikan bahwa θ adalah sudut yang diukur dari sumbu x positif melawan putaran jarum jam ke garis leleh. Secara aljabar dapat ditunjukkan bahwa harga absolut dari kerja negatif oleh $m_b L$ dan $m_t L$ yang bekerja pada garis leleh akan sama dengan kerja positif oleh momen $m_x L_y$ dan $m_y L_x$, yang bekerja pada proyeksi arah horizontal dan vertikal dari garis leleh.

2.4. Pemilihan Metode Analisis Pelat

Ada dua metode dalam analisa garis leleh, yaitu : metode kerja virtual (*virtual work method*) dan metode keseimbangan (*equilibrium method*). Berdasarkan anggapan dasar yang sama, kedua metode seharusnya memberikan hasil yang persis sama. Dalam analisis keruntuhan pelat dengan metode garis leleh ini, dipergunakan metode kerja virtual karena dalam beberapa hal metode ini lebih mudah untuk dilakukan jika dibandingkan dengan metode keseimbangan.

2.4.1. Metode Kerja Virtual (*Virtual Work Method*)

Metode kerja virtual lebih mudah dilakukan karena :

1. Gaya lintang dipermukaan bidang leleh yang besarnya sama dan berlawanan tanda pada kedua bagian pelat menghasilkan kerja sama dengan nol (0) sehingga tidak perlu ditinjau.
2. Momen torsi pada muka bidang leleh tidak menimbulkan kerja karena arahnya tegak lurus rotasi pelat (tidak ada rotasi arah tegak lurus garis leleh).
3. Karena gaya lintang dan momen torsi tidak menimbulkan kerja maka dalam metode kerja virtual, akibat suatu perpindahan virtual, kerja hanya diakibatkan oleh beban luar (disebut kerja luar/*external work*) dan akibat momen plastis (disebut kerja dalam/*internal work*).

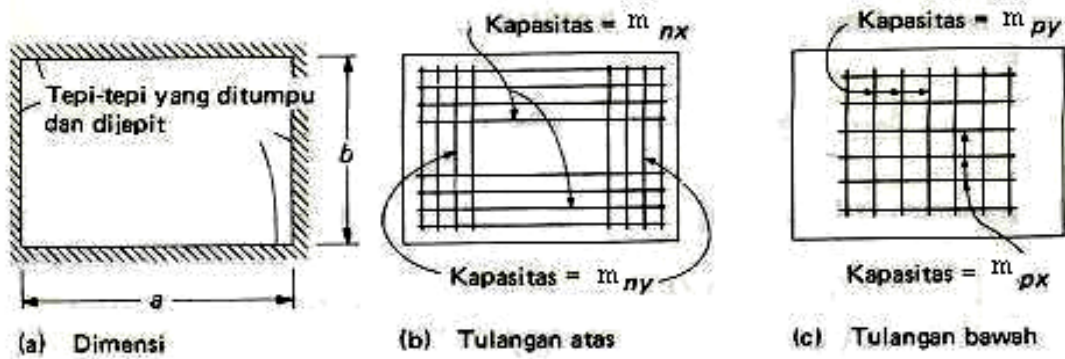
4. Gaya-gaya kopel pengganti gaya lintang ini nantinya harus memenuhi syarat keseimbangan pada pertemuan. Karena adanya penambahan gaya-gaya kopel, maka persamaan keseimbangan yang diperlukan relatif banyak jika potongan pelat juga banyak. Oleh karena alasan tersebut, maka metode keseimbangan hanya cocok untuk kasus sederhana.

Adapun dasar analisa yang dipergunakan dalam metode kerja visual adalah :

- a. Segmen-segmen pelat yang dibatasi oleh garis leleh dianggap sebagai *rigid body* (kaku) dimana pada *rigid body* tersebut bekerja gaya-gaya dalam keadaan seimbang dan lendutan yang terjadi kecil sekali. Kerja total yang dilakukan oleh gaya-gaya tersebut sama dengan jumlah dari perkalian gaya dalam lendutan dan karena dalam keadaan seimbang maka kerja total sama dengan 0 (nol).
- b. Kerja yang dilakukan beban luar (mengakibatkan suatu perpindahan vertikal yang kecil) sama dengan energi yang dikerahkan dalam rotasi sepanjang garis leleh.
- c. Deformasi plastis dianggap hanya terjadi sepanjang garis leleh dan tidak terjadi perubahan pada beban serta momen-momen batas selama perpindahan virtual tersebut.

Prinsip kerja virtual menyatakan bahwa kerja total yang dilakukan oleh suatu sistem gaya yang berimbang melalui perpindahan benda kaku virtual adalah nol. Dengan menggunakan prinsip ini, kerja positif total dapat disamakan dengan harga absolut dari kerja negatif total.

Panel pelat persegi dua arah seperti pada Gambar 2.4. mempunyai penulangan dua arah dalam panel di dekat sisi bawah yang berupa anyaman bambu menyediakan kekuatan momen positif nominal m_{px} dan m_{py} . Kekuatan-kekutan ini adalah per satuan lebar pelat. Beban merata yang memberikan kondisi runtuh berdasarkan teori garis leleh dapat ditentukan sebagai fungsi dari sisi-sisi a dan b, dan harga-harga absolute dari semua kekuatan momen nominal.



Gambar 2.4. Panel pelat persegi dua arah

Sumber : *Disain Beton Bertulang, edisi keempat, Wang & Salmon, 1985, 255.*

Langkah pertama dalam analisa adalah memisalkan pola garis leleh sehingga dihasilkan suatu mekanisme runtuh, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5. Pada gambar tersebut adalah pelat bujursangkar dengan tumpuan jepit di keempat sisinya. Garis leleh tersebut adalah garis dengan momen-momen maksimum. Bisa jadi ada lebih dari satu pola garis leleh, dimana penyelesaian untuk semua pola yang mungkin harus dicari dan salah satu yang memberikan beban batas yang terkecil akan terjadi dan dengan demikian harus digunakan dalam perencanaan. Berikutnya, suatu titik pada pelat diberi perpindahan virtual δ . Pada Gambar 2.7.a, adalah titik E.

$$\text{Beban pada segmen pelat A-B-E} : W = w_u \cdot \left(\frac{L^2}{4} \right)$$

$$\text{Defleksi pada titik berat (centroid) pelat} : \Delta_c = \frac{\delta}{3}$$

$$\text{Kerja luar (external work) yang terjadi pada segmen A-B-E} : W \cdot \Delta_c = \left(\frac{w_u L^2}{4} \right) \frac{\delta}{3}$$

Maka,

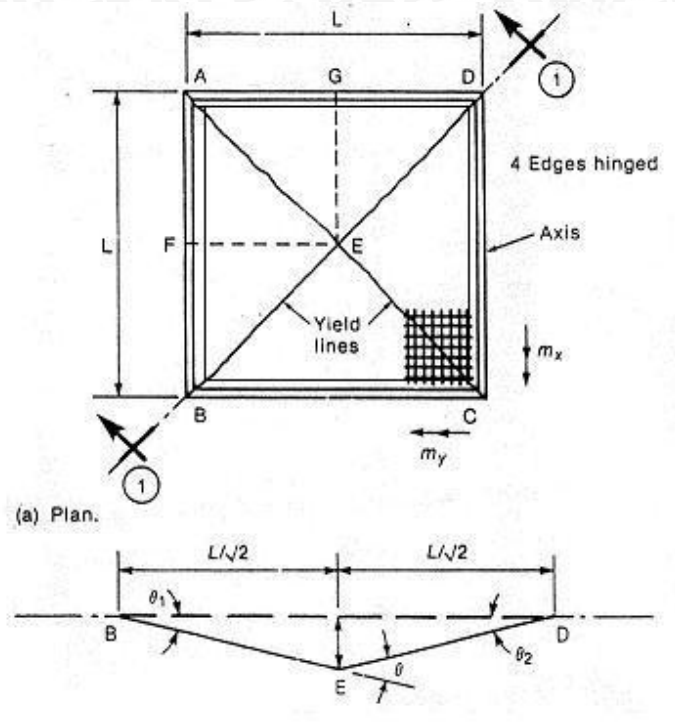
$$\text{total kerja luar} = \sum \iint w \delta \cdot dx \cdot dy = \sum (W \cdot \Delta_c) = 4 \left(\frac{w_u L^2}{4} \right) \frac{\delta}{3} \quad (2-4)$$

dimana : w = beban di atas luas elemen pelat

δ = perpindahan elemen

W = beban total di atas segmen pelat

Δ = defleksi dari titik berat segmen.



Gambar 2.5. Analisis slab bujursangkar

Sumber : Reinforced Concrete. MacGregor.1985.687.

Langkah berikutnya adalah perhitungan kerja dalam (internal work) yang dilakukan oleh rotasi garis leleh. Dengan melihat garis leleh A-E. Panjang bentang, $l = L / \sqrt{2}$. Seperti pada gambar 2.7.b, rotasi garis leleh A-E adalah :

$$\theta = \theta_1 + \theta_2$$

dimana : $\theta_1 = \sqrt{2}.\delta / L = \theta_2$

$$\theta = 2.\sqrt{2}.\delta / L$$

Kerja dalam pada garis A-E = $m_b.l.\theta$. Dari persamaan 1, m_b adalah sama dengan m_x dan m_y . Sehingga :

$$m_b.l.\theta = m \left(\frac{L}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{2\sqrt{2}.\delta}{L} \right) = 2.m.\delta \quad (2-5)$$

Dimana : m_b = momen lentur per unit panjang dari garis leleh

l = panjang garis leleh

θ = sudut dari garis lurus ke garis leleh

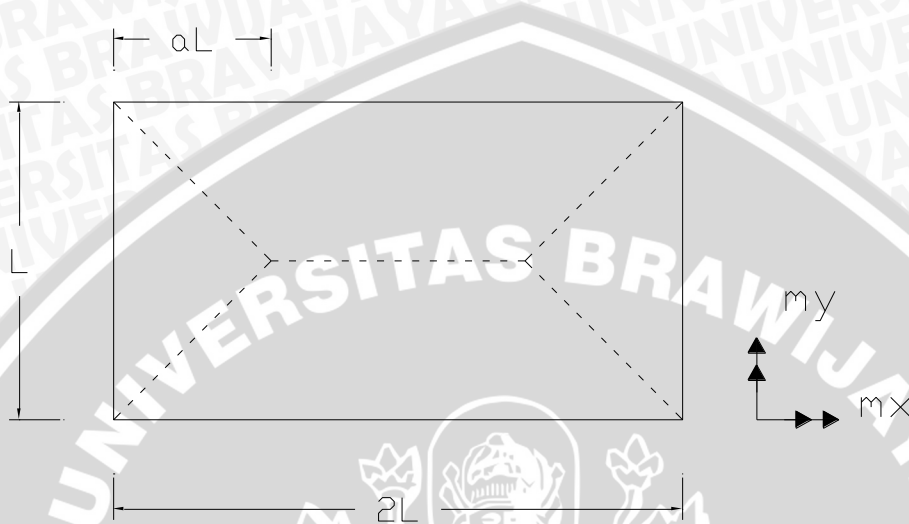
Prinsip dari kerja virtual dinyatakan dengan persamaan :

External work = internal work

$$\sum (W.\Delta_c) = \sum (m_b.l.\theta) \quad (2-6)$$

2.4.2. Pelat Segi Empat Beban Terpusat Dengan Tumpuan di keempat Sisinya

Untuk mempermudah perhitungan beban merata ultimit pada pelat segi empat dengan tumpuan di keempat sisinya, diasumsikan bahwa garis leleh momen positif yang menuju sudut pelat membentuk sudut 45° terhadap tepinya (contoh pada gambar 2.6). Selain itu digunakan metode kerja virtual untuk menentukan beban ultimitnya.



Gambar 2.6. Pelat Segi Empat Terbebani Terpusat dengan Tumpuan di Keempat Sisinya

Sumber : Pelat dan Rangka Beton Ir Sri Murnidewi 2002.16

Karena bentuknya simetris maka dipastikan garis leleh berada ditengah bentang. Jika garis leleh diberi perpindahan virtual sebesar δ maka pelat pada sisi kiri akan berotasi sebesar $\theta_a = \delta / 0,5L$ demikian pula pelat sisi kanan. Total rotasi virtual garis leleh adalah $\theta = \theta_a + \theta_b = 4\delta / L$. Masing – masing beban pada sisi kiri dan kanan pelat titik beratnya mengalami perpindahan virtual sebesar $\delta / 2$.

Jika momen plastis perstuan panjang adalah m maka total kerja dalam momen plastis adalah :

$$M\delta = 2m \quad m_y = m$$

$$M\theta = 2m \cos^2\theta + m \sin^2\theta$$

$$\cos^2\theta = 4a^2/(4a^2+1) \quad \sin^2\theta = 1/(4a^2+1)$$

$$\text{Tg}\theta = 1/(2a) \quad \text{ctg}\theta = 2a$$



$$Kd = 4m\delta (2\cos^2\theta + \sin^2\theta)(\text{tg}\theta + \text{ctg}\theta) + 2m(2L - 2aL)4\delta/L$$

$$= 4m\delta \left(\frac{8a^2}{4a^2 + 1} + \frac{1}{4a^2 + 1} \right) + \left(\frac{1}{2a} + 2a \right) + 16\delta(1 - a)$$

$$= 4m\delta \left(\frac{(8a^2 + 1)(1 + 4a^2)}{(4a^2 + 1)(2a)} \right) + 16\delta(1 - a)$$

$$= 4m\delta \left(\frac{(8a^2 + 1)(1 + 4a^2) + 4(1 - a)(4a^2 + 1)(2a)}{(4a^2 + 1)(2a)} \right)$$

$$= 2m\delta \left(\frac{(32a^3 - 4a^2 + 8a + 1)}{(4a^3 + a)} \right)$$

$$KL = P \delta$$

Dengan persamaan KD = KL didapat :

$$m = \frac{1}{2} P \left(\frac{4a^3 + a}{32a^3 - 4a^2 + 8a + 1} \right) \quad (2-7)$$

2.5. Bambu

Bambu sudah dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan sejak lama. Menurut Dransfield dan Widjaja (1995) batang bambu yang terdiri atas sekitar 50% parenkim, 40% serat, 10% sel penghubung (pembuluh dan sieve tubes) dan susunan serat pada ruas penghubung antar buku memiliki kecenderungan bertambah besar dari bawah ke atas sementara parenkimnya berkurang, banyak digunakan dalam pembangunan. Hal ini dikarenakan batangnya memiliki sifat antara lain : kuat, ulet, lurus, rata, kertas, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Selain itu bambu juga relatif lebih mudah didapat bila dibandingkan dengan bahan bangunan lain.

Batang bambu banyak digunakan sebagai bahan konstruksi untuk pembangunan rumah, jembatan, gedung, dan lain-lain. Pemanfaatannya antara lain dalam bentuk dinding, rangka kuda-kuda, tiang kasau atau kaso, lantai, pintu dan lain-lain. Selain itu muncul gagasan tentang penggunaan bambu sebagai alternatif tulangan atau kerangka pada beton untuk menggantikan besi baja. Hal ini didorong oleh suatu hasil pengujian tentang sifat mekanis bambu memiliki nilai kekuatan tarik (tegangan patah untuk tarikan) sebesar 1000-4000 kg/cm² yang setara dengan besi baja

berkualitas sedang. Besarnya nilai kekuatan tarik dari bambu mempunyai potensi yang tinggi, murah, cukup kuat dan mempunyai kemampuan seperti besi baja sebagai tulangan. Dari beberapa penelitian mengenai bambu diketahui hal-hal sebagai berikut (Rudi Prasetyo, 2002 : 15):

Modulus elastisitas bambu pada kondisi kering udara adalah berkisar antara 17000-20000 N/mm². Sedangkan pada kondisi basah antara 9000-10000 N/mm².

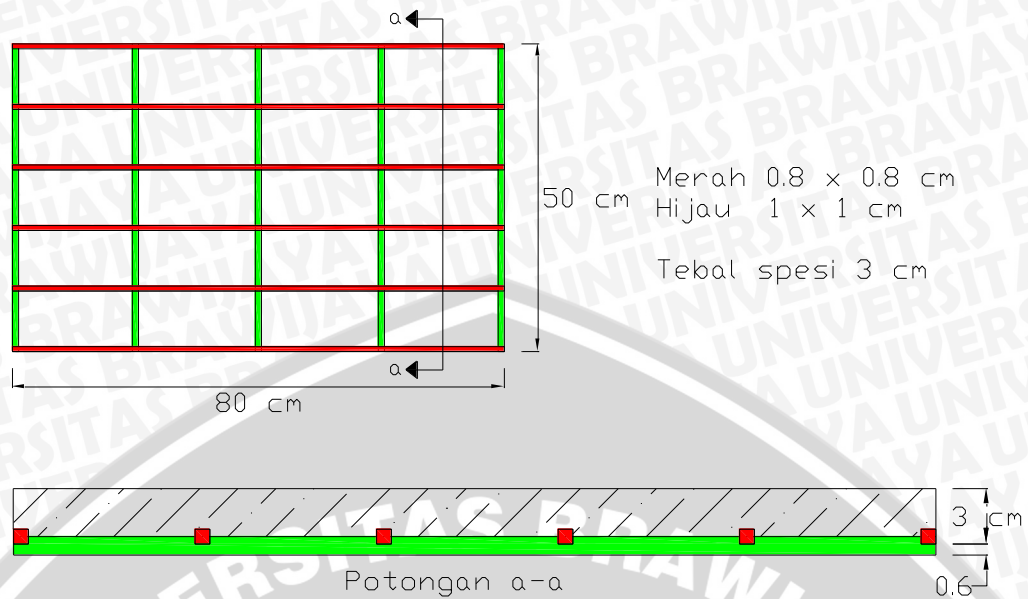
Kuat tekan searah serat pada bambu bagian pangkal adalah 21.6 N/mm², pada bagian tengah 26.6-41.4 N/mm² dan pada bagian ujung adalah 31-49.9 N/mm².

Kuat geser pada bambu bagian pangkal adalah 6-9.5 N/mm², pada bagian tengah 6.1-11.3 N/mm² dan pada bagian ujung adalah 7.6-12.6 N/mm².

Selain hal-hal tersebut ada beberapa keuntungan dan kerugian yang diperoleh bila kita memilih bambu sebagai bahan konstruksi. Keuntungan yang diperoleh bila menggunakan bambu sebagai bahan konstruksi yaitu bambu memiliki bentuk bulat, padat dan kuat, tekstur bambu elastis dan jarang rusak, bambu ringan menyebabkan tahan terhadap gempa bumi. Sedangkan kerugiannya, antara lain rayap dapat menyerap bambu sehingga umur rumah bambu lebih pendek, bambu cepat terbakar sehingga rumah bambu memerlukan perlindungan terhadap bahaya kebakaran dan perlindungan terhadap beban angin. (Rudi Prasetyo, 2002 : 15)

2.5.1. Sirip Bambu

Sirip bambu diperoleh dari bambu yang sudah dibelah dengan ukuran 0.8cm x 0.8cm dan 1cm x 1cm. Bagian bambu yang dipilih adalah pada batang terluar hingga kira-kira 2/3 ketebalan bambu. Untuk bambu pada bagian dalam tidak digunakan karena kondisinya rapuh dan mudah patah. Oleh karena itu bambu yang digunakan adalah bagian bambu paling bawah karena bagian paling bawah bambu memiliki diameter dan ketebalan yang lebih besar dari pada bagian yang lainnya, sehingga didapat ukuran sirip yang sesuai. Bambu pada bagian terluar merupakan bagian terkuat diantara bagian yang lainnya, apabila bagian kulit bambu tersebut dibengkok-bengkokkan maka akan sulit patah dibandingkan bagian yang lain. (Dransfield dan Widjaja, 1995).



2.6. Material Pembentuk Spesi

Spesi adalah campuran antara air, semen dan pasir dengan perbandingan tertentu. Spesi pada konstruksi bangunan umumnya digunakan sebagai bahan pengikat batu bata, pengikat batako dan siar pada dinding. Dari berbagai kegunaan tersebut besarnya antara air, semen dan pasir berbeda sesuai dengan fungsinya (Rudi Prasetyo, 2002 : 13).

Kandungan spesi dapat dikerjakan berdasarkan proposi yang akan diberikan pada campuran sesuai dengan tegangan rencana yang diinginkan. Perbandingan air-semen dapat diambil berdasarkan kualitas dan kemudahan pengerjaan spesi. Proses pengadukan dilakukan dengan mencampurkan semen dan pasir, kemudian ditambahkan air hingga merata (Rudi Prasetyo, 2002 : 13).

2.6.1. Semen

Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PB.1982:3.2-8). Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan (Tri Mulyono, 2004).

Menurut SNI 15-2049-1994, (1994). Semen Portland diklasifikasikan dalam lima jenis, yaitu :

- Jenis I :Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain,
- Jenis II:Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalori hidrasi sedang,
- Jenis III :Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi,
- Jenis IV :Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalori hidrasi rendah, dan
- Jenis V:Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.6.2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Fungsi agregat pada beton atau spesi diantaranya adalah :

1. Menghemat penggunaan semen Portland.
2. Menghasilkan kekuatan besar pada beton atau mortar.
3. Dengan gradasi yang baik dapat tercapai beton atau mortar padat.
4. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton atau mortar.

2.6.3. Air

Air yang diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang pada umumnya dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Air yang mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat beton yang dihasilkan.

Ada beberapa persyaratan air sebagai pencampur konstruksi beton antara lain:

1. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter,
2. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter,
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter,
4. Tidak mengandung zat organik, asam, dan garam – garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.

Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% biasanya digunakan dengan air suling. Biasanya jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton atau mortar berkisar 40-60% dari jumlah berat semen. Kelebihan air dalam adukan dapat membahayakan karena air bersama-sama dengan semen bergerak kepermukaan adukan beton atau mortar, hal ini dinamakan bleeding.

2.7. Analisis Kuat Lentur

Menurut Edward G. Nawy (1990) lentur pada balok diakibatkan oleh regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila beban bertambah maka ada balok akan terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur disepanjang bentang balok. Bila beban semakin bertambah, pada akhirnya terjadi keruntuhan elemen struktur. Taraf pembebanan yang demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur.

2.8. Analisis Statistik

Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak sirip bambu terhadap lentur pelat sirip bambu digunakan analisis varian satu arah. Pernyataan ada tidaknya pengaruh *variasi jarak sirip bambu* terhadap lentur pelat sirip bambu dinyatakan dalam analisis statistik sebagai berikut :

- a. Menentukan Hipotesis

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$$

dengan H_0 : hipotesis awal, yang menyatakan tidak ada pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel tak bebas.

H_1 : hipotesis alternatif, yang menyatakan ada pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel tak bebas.

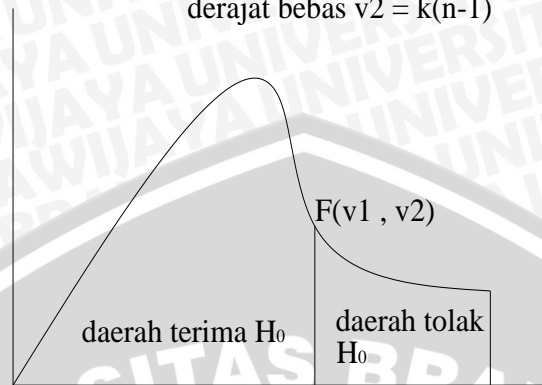
- b. Menentukan *level of significance* (α)

c. Menentukan kriteria pengujian

$$F_{hitung} \leq F \{ \alpha, (k-1) ; k(n-1) \}$$

derajat bebas $v_1 = k-1$

derajat bebas $v_2 = k(n-1)$



Gambar 2.7. Grafik Kurva F

d. Menghitung nilai uji F_{hitung}

$$F_{hitung} = \text{varian between mean} / \text{varian within group} = \sigma_m / \sigma_g$$

Dari analisis data secara statistik didapat harga F_{hitung} yang akan dibandingkan dengan F_{tabel} . Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini dapat menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari variasi jarak sirip bambu terhadap kuat lentur panel. Demikian juga sebaliknya bila $F_{hitung} < F_{tabel}$ berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dapat dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari variasi jarak sirip bambu terhadap kuat lentur panel.

2.9. Hipotesa pengujian

Hipotesis yang diambil dalam penelitian ini adalah :

1. terdapat pengaruh dari variasi jarak sirip terhadap beban retak,
2. terdapat pengaruh dari variasi jarak sirip terhadap beban maksimum
3. terdapat pengaruh dari variasi jarak sirip terhadap momen maksimum panel sirip bambu.