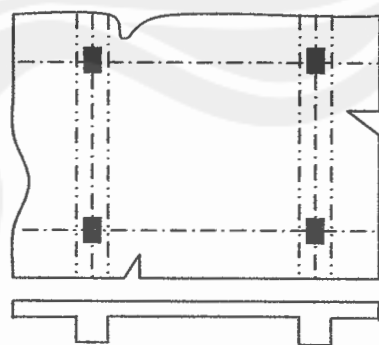
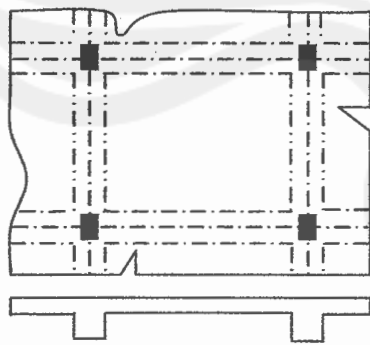


BAB II

DASAR TEORI

A. Pengertian Plat

Plat merupakan konstruksi beton bertulang yang biasa dipakai untuk mendapatkan permukaan datar. Plat pada umumnya ditumpu oleh balok beton bertulang dan biasanya plat dicor menjadi satu kesatuan dengan penumpunya. Plat satu arah (*one way slab*) adalah plat yang hanya di tumpu oleh kedua sisi berlawanan saja dimana aksi struktural dari pelat tersebut umumnya bersifat satu arah dan beban-beban ditahan oleh plat dalam arah yang tegak lurus terhadap gelagar-gelagar penunjang. Plat dua arah (*two way slab*) adalah plat ditumpu dalam dua arah oleh gelagar pada keempat sisinya. Plat datar adalah plat beton ditumpu secara langsung oleh kolom-kolom tanpa memakai gelagar (*girder*).



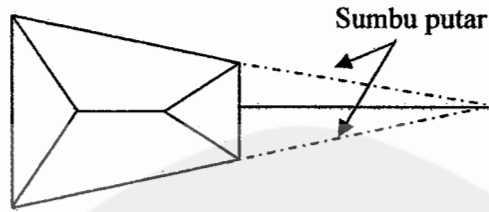
Gambar 2.1 Plat satu arah dan plat dua arah

Tulangan–tulangan baja pada plat biasanya dipasang sejajar dengan permukaan plat. Batang–batang baja lurus dapat dipakai sebagai tulangan, walaupun pada plat–plat menerus batang–batang baja bawah sering kali dibengkokkan ke atas untuk memikul momen–momen negatif yang bekerja pada perletakan. Untuk penulangan plat yang berada di atas tanah umumnya dipakai jaringan baja yang dilas. Untuk penulangan yang memikul beban lebih berat seperti pada jalan–jalan raya atau landasan pesawat terbang di pakai jaringan batang–batang baja yang dianyam menyerupai tikar. Plat–plat juga dapat dibuat secara prategang, dengan memakai kabel–kabel atau kawat–kawat yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi.

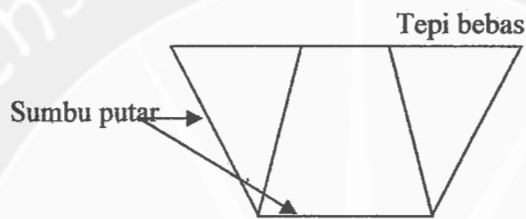
B. Teori Garis Leleh Pada Analisis Plat

Pada beban batas tertentu, plat dianggap runtuh mengikuti suatu garis leleh atau garis retak yang di sebut pola retak. Beban kerja diperoleh dengan membagi beban batas ini dengan koefisien beban yang dibutuhkan.dalam perencanaan, beban kerja dikalikan dengan koefisien beban, dan momen batas penahan yang di perlukan dihitung. Prinsip dan anggapan dasar dalam teori garis leleh adalah sebagai berikut :

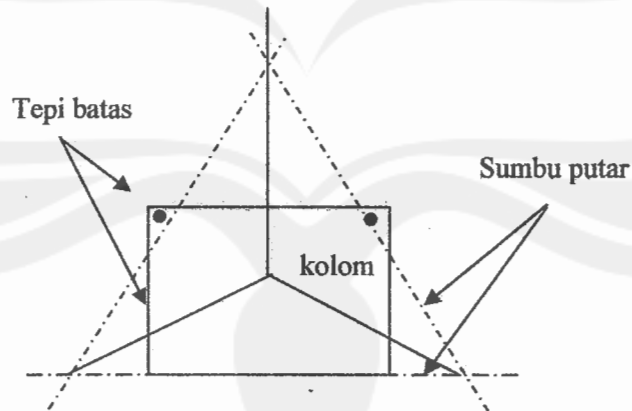
1. Pada saat retak, momen lentur per satuan panjang di seluruh garis retak konstan dan setara dengan tegangan leleh baja tulangan. Pada gambar 2.1, 2.2 dan 2.3 ditunjukkan gambar pola retak tipikal pada plat.



Gambar 2.2 Plat bertumpuan sederhana pada empat sisi



Gambar 2.3 Plat bertumpuan sederhana pada tiga sisi dan bebas sepanjang sisi ke empat

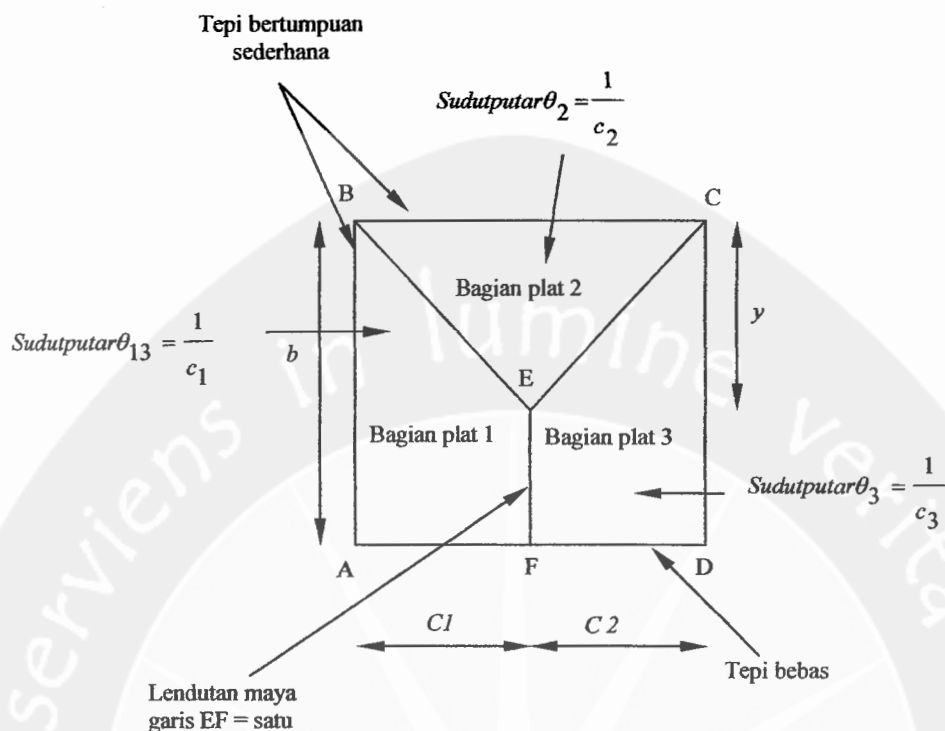


Gambar 2.4 Plat bertumpuan sederhana di dua kolom dan satu sisi

2. Bagian plat berputar terhadap sumbu yang berimpit dengan tepi yang bertumpu. Bila plat bertumpu langsung pada kolom, sumbu putar melalui kolom. Gambar 2.3, 2.4 dan 2.5 memperlihatkan beberapa faktor retak tipikal.
3. Pada saat retak, perubahan bentuk elastis jauh lebih kecil dari perubahan bentuk plastis sehingga bisa diabaikan. Dari anggapan ini dan sebelumnya, bagian – bagian plat yang terpecah tetap datar sehinggaperpotongannya berupa garis lurus. Dengan kata lain, garis leleh lurus.
4. Garis retak antara dua bagian plat yang berdekatan melalui titik pertemuan sumbu putarnya.

Pada gambar 2.6 ditunjukkan pola retak plat yang bertumpuan sederhana pada tiga sisi dan memikul beban merata. Terlihat bahwa pola ini memenuhi syarat-syarat di atas. Setiap bagian plat berputar terhadap sumbu putarnya sebesar sudut θ_i yang berkaitan dengan putaran bagian lainnya. Misalkan titik E dan F mengalami perpindahan maya ke bawah $w = 1$. maka, bagian–bagian plat berputar sebesar

$$\theta_1 = \frac{1}{c_1} \quad \theta_2 = \frac{1}{y} \quad \theta_3 = \frac{1}{c_3} \quad \dots\dots\dots 2.1$$



Gambar 2.5 Putaran sudut bagian-bagian plat

C. Metode Energi

Dalam metode ini pola retak dianggap dahulu dan saat retak, plat dibiarkan melendut sebagai suatu mekanism. Setiap bagian plat akan berputar sebesar sudut maya kecil θ terhadap sumbu putarnya. Hubungan antara putaran bagian plat ditentukan oleh pola retak yang dipilih. Energi dalam yang hilang pada garis leleh selama putaran maya disamakan dengan kerja maya luar yang dilakukan pada plat yang melendut. Dari persamaan ini, besarnya momen batas dapat ditentukan

Perhatikan bahwa dalam menghitung energi dalam, yang melakukan kerja selama rotasi hanyalah momen bata pada garis leleh.

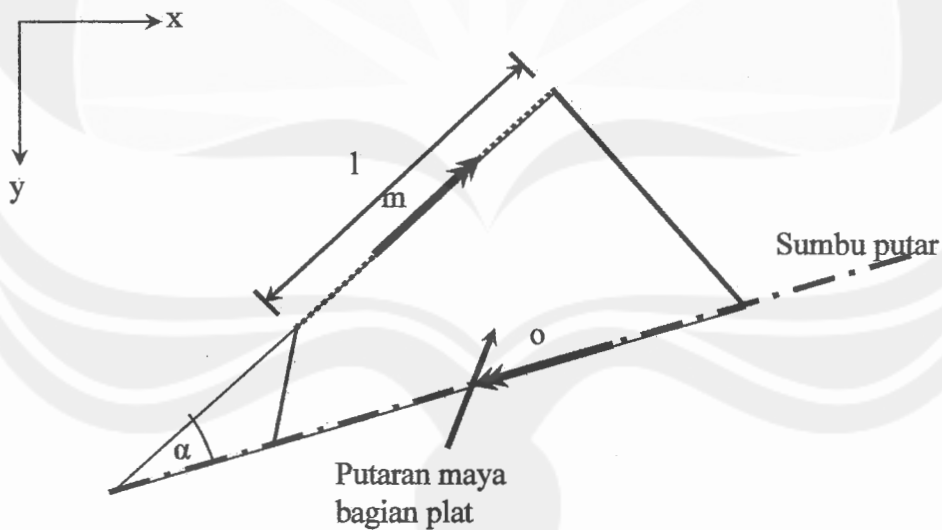
Persamaan kerja maya memberikan momen batas yang benar atau lebih kecil dari harga sebenarnya. Dengan kata lain, jika persamaan kerja maya dipakai untuk mencari beban batas dari plat dengan momen batas tertentu, maka harga yang diperoleh akan merupakan batas atas dari daya pikul plat. Ini berarti bahwa penyelesaian yang diperoleh bisa benar atau tidak aman. Dalam perhitungan praktis, satu atau dua pola retak ditaksir dahulu, dan harga yang diperoleh biasanya berkisar antara 10 persen dan harga sebenarnya. Jadi cukup beralasan bila dalam perencanaan, momen yang diperoleh dari persamaan kerja diperbesar dengan persentase tertentu, yang besarnya tergantung pada jumlah taksiran dan ketidakpastian pola retak yang dipilih. Pola teoritis yang eksak ialah yang memberikan momen batas terbesar. Ini biasanya diperoleh jika kita nyatakan pola retak dengan parameter tertentu $x_1, x_2, \dots$ sehingga persamaan kerja akan menghasilkan harga m sebagai fungsi parameter ini, yaitu $m=f(x_1, x_2, \dots)$. nilai parameter yang selaras dengan momen maksimum diperoleh dari turunan parsial: $(\partial f / \partial x_1) = 0$, $(\partial f / \partial x_2) = 0$ dan seterusnya. Proses ini membutuhkan perhitungan yang banyak kecuali untuk plat sederhana yang polanya bisa ditaksir dengan baik.

Kerja dalam selama satu bagian plat berputar sebesar sudut maya θ sama dengan perkalian skalar vektor $\vec{M} = \vec{m}l$ dan vektor $\vec{\theta}$ sepanjang sumbu putar diperlihatkan pada gambar 2.6. Jadi kerja dalam untuk bagian plat ini adalah

$\vec{M}\vec{\theta} = ml(\cos\alpha)\theta$. Ini berarti bahwa untuk sembarang bagian plat, kerja dalam sama dengan hasil kali antara putaran bagian tersebut dan proyeksi momen batas pada sumbu putarnya. Kadang-kadang, kita lebih mudah meninjau komponen momen dalam dua arah tegak lurus x dan y pada bidang plat. Jadi, jumlah kerja maya dalam untuk seluruh bagian plat ialah

$$U = \sum \vec{M} \cdot \vec{\theta} = \sum M_x \theta_x + \sum M_y \theta_y \dots\dots\dots \text{pers 2.2}$$

dengan θ_x dan θ_y adalah komponen x dan y dari vektor putaran, serta M_x dan M_y adalah komponen x dan y dari vektor $\vec{ml}$.



Gambar 2.6 Data untuk perhitungan kerja maya

Jika x dan y adalah koordinat suatu titik pada plat dan w merupakan perpindahan vertikal akibat putaran maya bagian plat, maka kerja maya luar total adalah

$$W = \iint qw.dxdy \dots\dots\dots 2.3$$

dengan q adalah intensitas beban. Persamaan kerja maya adalah

$$W = U \dots\dots\dots 2.4$$

sehingga

$$\sum (M_x.\theta_x + M_y.\theta_y) = \iint qw.dxdy \dots\dots\dots 2.5$$

Sebagai contoh tentukan momen batas plat isotropis bujur sangkar yang bertumpuan sederhana pada tiga sisi dan memikul beban merata q per satuan luas. Oleh karena simetris, pola retak bisa ditentukan secara lengkap oleh satu parameter x seperti diperlihatkan pada gambar 2.6. Anggaplah pertemuan ketiga garis retak mengalami perpindahan maya $w = 1$, maka bagian-bagian plat berputar sebesar

$$\theta_1 = \frac{1}{x} \quad \theta_2 = \theta_3 = \frac{2}{l} \dots\dots\dots 2.6$$

Kerja maya dalamnya ialah

$$U = ml.\frac{1}{x} + 2ml\frac{2}{l} \dots\dots\dots 2.7$$

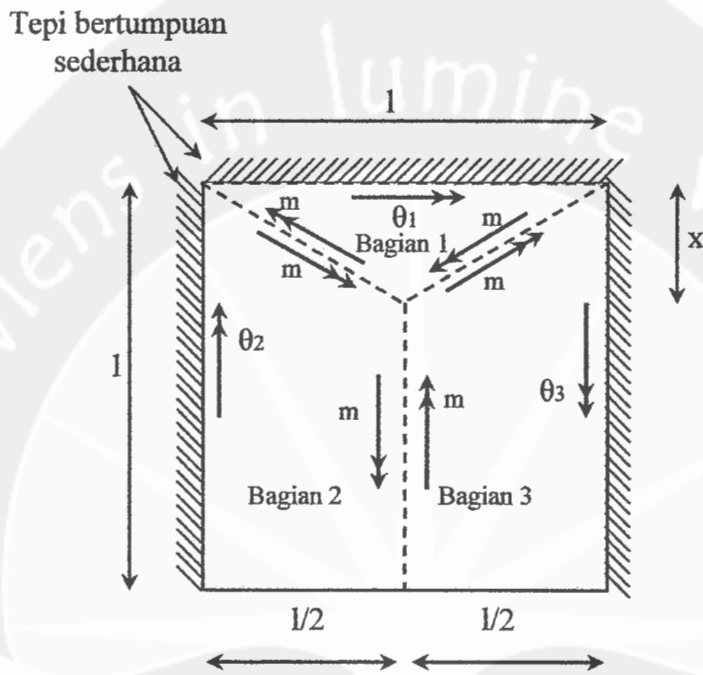
Suku pertama di atas menyatakan kerja pada bagian 1, sedang suku kedua pada bagian 2 dan 3.

Kerja yang dilakukan beban merata sama dengan hasil kali resultante beban pada setiap bagian dan perpindahan vertikal di titik tangkapnya. Jadi

$$W = \left\{ l \frac{x}{2} \cdot \frac{1}{3} + 2 \left[(1-x) \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{x l}{4} \cdot \frac{1}{3} \right] \right\} \dots\dots\dots 2.8$$

Juga di sini, suku pertama adalah untuk bagian 1 dan suku kedua untuk bagian 2 dan

3.



Gambar 2.7. Plat bujur sangkar dengan tumpuan sederhana

Dengan menyamakan kerja dalam dan luar,

$$m \left(\frac{1}{x} + 4 \right) = q l^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{6l} \right) \dots\dots\dots 2.8$$

$$m = q l^2 \left[\frac{3 - \frac{x}{l}}{6 \left(\frac{1}{x} + 4 \right)} \right] \dots\dots\dots 2.9$$

Harga m akan maksimum bila $dm/dx = 0$. Dari sini, kita peroleh $x/l = 0.65$ dan momen batasnya

$$m = \frac{ql^2}{14.1} \dots\dots\dots 2.10$$

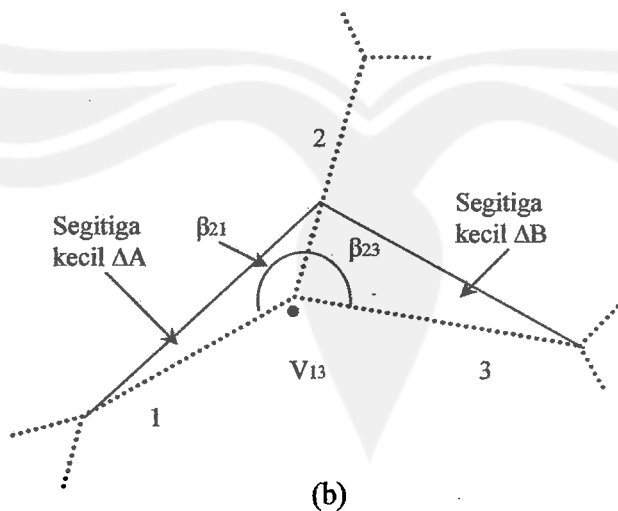
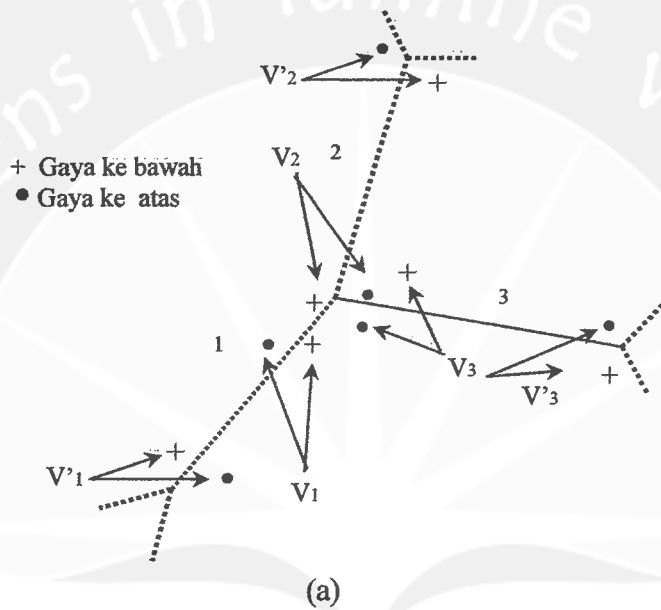
D. Keseimbangan Bagian Plat

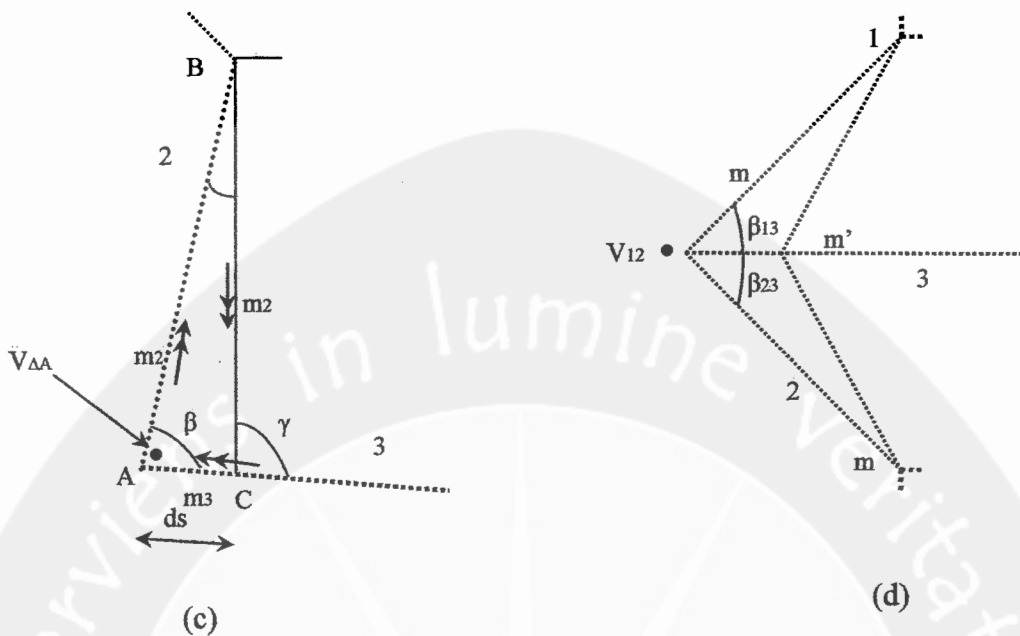
Metode energi memberikan batas atas dari beban. Runtuh dan selalu dapat digunakan untuk sembarang anggapan mekanisme keruntuhan. Bila mekanismenya rumit dan polanya ditentukan oleh sejumlah dimensi yang semula tidak diketahui, maka manipulasi aljabar yang diperlukan dalam penyelesaiannya akan sangat panjang dan melelahkan. Namun dalam banyak hal kita bisa menghemat jumlah perhitungan dengan meninjau keseimbangan bagian plat.

Dalam pendekatan ini, kita tinggalkan persamaan kerja maya pada metode energi dan sebagai gantinya, akan ditinjau keseimbangan setiap bagian plat yang memikul beban luar dan gaya yang bekerja pada garis retak. Secara umum, gaya ini adalah momen lentur, gaya geser tegak lurus bidang plat dan momen puntir.

Agar syarat keseimbangan bisa ditentukan, yang perlu diketahui distribusi gaya geser dan momen puntir yang tepat mereka dapat diganti oleh dua gaya tegak lurus bidang plat yang terletak di kedua ujung garis retak. Kedua gaya ini disebut gaya simpul (nodal face) dan diberi notasi , serta dipandang positif bila arahnya ke atas. Rumus yang di berikan mengikuti teori Johansen. Pemakaiannya terbatas pada kasus tertentu tetapi secara umum memberikan penyelesaian yang memuaskan.

Pada gambar 2.8, gaya geser dan puntir pada garis retak (1), (2) dan (3) dinyatakan dengan gaya simpul ekuivalen V_1 dan V_1' serta seterusnya, yang terletak di ujung-ujung garis (1), (2) dan (3). Gaya simpul di kedua sisi setiap garis retak sama besar dan berlawanan arah, sehingga jumlah semua gaya simpul di pertemuan garis retak adalah nol.





Gambar 2.8 Gambar a, b, c dan d merupakan gaya simpul di pertemuan garis retak

Sebagai contoh tinjaulah elemen segi tiga dengan luas ΔA yang dibatasi garis retak (2) dan (3) ditunjukkan pada gambar 2.8b serta suatu garis berdekatan dengan sudut α terhadap garis retak (2). Momen lentur pada garis berdekatan ini dianggap sama besarnya dengan m_2 pada garis (2). Resultante momen pada segi tiga ΔA adalah $(m_3 - m_2)ds$ dengan arah dari C ke A. Agar segi tiga ABC seimbang, momen BC harus nol:

$$V_{AA} \cdot ds \cdot \sin \gamma + (m_3 - m_2) \cdot ds \cdot \cos(180^\circ - \gamma) - dP \cdot \frac{ds \cdot \sin \gamma}{3} = 0 \quad \dots\dots\dots 2.11$$

dengan $V_{\Delta A}$ adalah gaya simpul di A yang menggantikan momen puntir dan geser pada garis retak (2) dan sepanjang ds pada garis retak (3), serta dP adalah beban luar pada segi tiga ABC, yang dianggap merata. Karena segi tiga ΔA mendekati nol, $\gamma \rightarrow \beta$ dan $dP.ds \rightarrow 0$ sehingga

$$V_{\Delta A} = (m_3 - m_2) \cot \beta \dots\dots\dots 2.12$$

Bentuk umum dari persamaan ini adalah

$$V_{\Delta A} = (m_{ds} - m_{sisipanjang}) \cot \beta \text{ (bekerja ke atas)} \dots\dots\dots 2.13$$

Subkrip pada m menunjukkan momen lentur per satuan panjang pada sisi ds dan sisi panjang segi tiga kecil tersebut.

Persamaan 2.13 dapat dipakai untuk mencari besarnya gaya simpul V antara dua garis retak sembarang di pertemuan garis retak. Gaya simpul antara (1) dan (3) pada gambar 2.8c sama besar dan berlawanan arah dengan jumlah dua gaya simpul $V_{\Delta A}$ dan $V_{\Delta B}$ pada segi tiga kecil ΔA dan ΔB , yaitu

$$V_{13} = -V_{\Delta A} - V_{\Delta B} \dots\dots\dots 2.14$$

atau

$$V_{13} = -(m_2 - m_1) \cot \beta_{21} - (m_2 - m_3) \cot \beta_{23} \dots\dots\dots 2.15$$

Berdasarkan uraian di atas, bila tulangan dalam dua arah orthogonal sama besar, maka momennya adalah $m_1 = m_2 = m_3 = m$ dan semua gaya simpul di pertemuan garis retak yang sama tandanya adalah nol.

Bila dua garis retak positif (1) dan (2) pada plat isotropis bertemu dengan garis retak negatif (3) (gambar 2.8d), maka gaya simpul

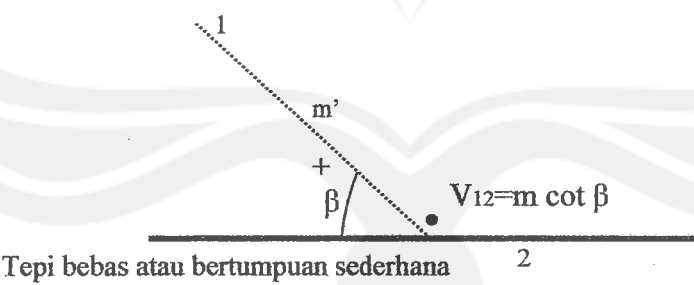
$$V_{12} = -(-m' - m)\cot \beta_{13} - (-m' - m)\cot \beta_{23} \dots\dots\dots 2.16$$

atau

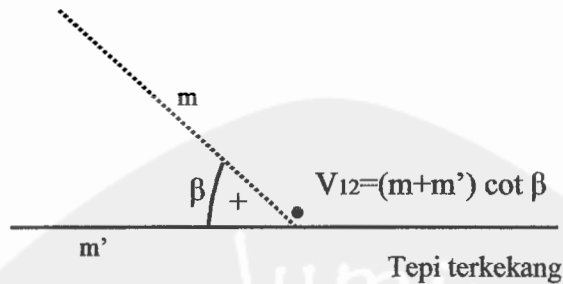
$$V_{12} = -(m' - m)(\cot \beta_{13} + \cot \beta_{23}) \dots\dots\dots 2.17$$

Dengan m' adalah harga mutlak momen lentur pada garis retak negatif. Persamaan yang serupa dapat dituliskan untuk gaya antara garis lainnya. Bila garis retak bertemu dengan tepi atau bertumpuan sederhana (gambar 2.9a), kita dapat $V_{12} = m.\cot \beta$. Bila garis retak tersebut positif, gaya simpul V pada sudut lancip akan berarah ke bawah.

Jika rotasi tepi dikekang atau dibebani momen negatif m' maka gaya simpul $V_{12} = (m+m') \cot \beta$ dan berarah ke bawah pada sudut lancip.



Gambar 2.9 Gaya simpul di tepi bebas atau bertumpuan sederhana



Gambar 2.10 Gaya simpul di tepi terkekang

E. Metode Keseimbangan

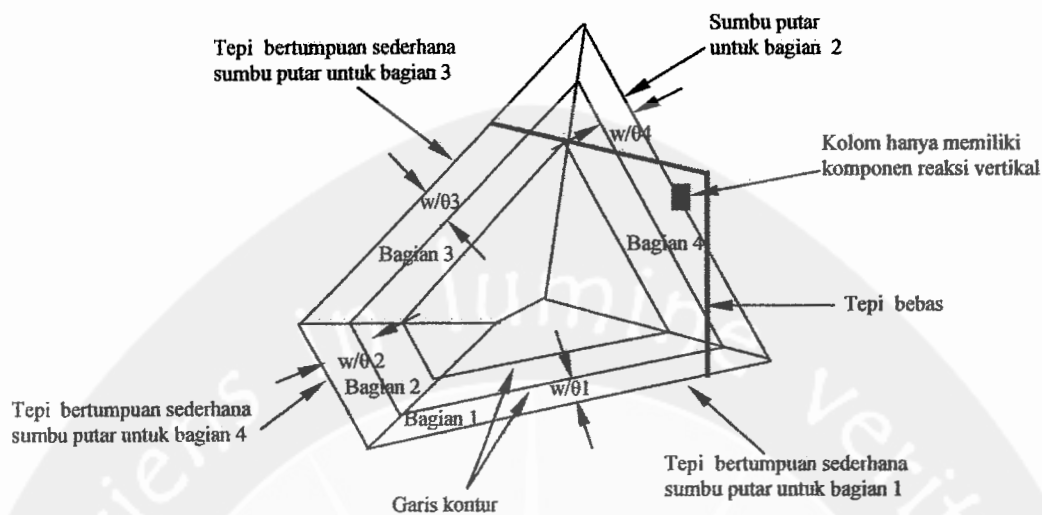
Bagian plat berada dalam keseimbangan di bawah pengaruh beban luar, momen pada garis leleh, gaya simpul dan reaksi tumpuan. Untuk setiap bagian plat, tiga persamaan keseimbangan dapat dituliskan, yaitu dua persamaan momen terhadap dua sumbu pada bidang plat dan satu persamaan untuk gaya tegak lurus bidang plat yang jumlahnya sama dengan nol.

Pola retak suatu plat ditentukan secara lengkap jika kita ketahui sumbu-sumbu putarnya serta rasio antara putaran bagian plat $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ pada saat mekanisme mengalami lendutan maya yang kecil. Untuk n bagian memerlukan $(n-1)$ rasio. Pola retak pada gambar 2.11 di tentukan dengan menarik garis kontur pada meknisme yang melendut. Garis kontur lendutan w terdiri dari n segmen lurus sejajar sumbu putar berjarak $w/\theta_1, w/\theta_2, \dots, w/\theta_n$ (lihat gambar 2.13). Perpotongan antara segmen menentukan titik-titik pada garis retak.

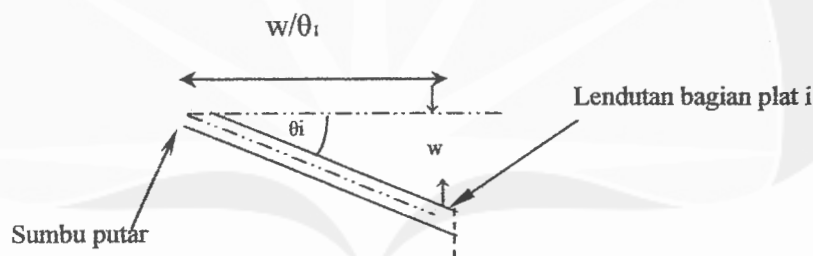
Untuk bagian yang bertumpu pada sisi, posisi dan besarnya reaksi tidak diketahui sehingga ada dua harga yang tak diketahui. Untuk bagian yang bertumpu pada kolom, sumbu putar melalui kolom tetapi arahannya tidak diketahui dan besarnya reaksi juga tidak diketahui jadi kembali ada dua yang tidak diketahui untuk bagian plat tersebut. Untuk bagian yang tidak bertumpu, arah dan posisi sumbu rotasi tidak diketahui sehingga juga ada dua yang tidak diketahui.

Untuk bagian plat, yang tak diketahui ialah: besarnya momen batas m , $(n-1)$ hubungan antara putaran bagian plat, dan dua yang tidak diketahui untuk setiap bagian. Jadi jumlah total yang tidak diketahui untuk setiap bagian. Jadi jumlah total yang tidak diketahui ialah $3n$ sama dengan jumlah persamaan keseimbangan (tiga untuk setiap bagian).

Kecuali untuk kasus sederhana seperti plat yang ditinjau berikut ini, perumusan persamaan keseimbangan umumnya rumit. Pada gambar 2.11 dan 2.13 ditunjukkan gambar penentuan pola retak dari sumbu putar dan rasio antara putaran maya bagian plat.



Gambar 2.11 Pola retak



Gambar 2.13 Penampang lintang bagian plat ke I dalam arah tegak lurus sumbu putarnya

Plat bujur sangkar isotropis bertumpuan pada empat sisi dan memikul beban merata q persatuan luas. Pola retak diperlihatkan pada gambar 2.11 dengan menghitung momen terhadap tepi bertumpu untuk salah satu bagian, kita peroleh

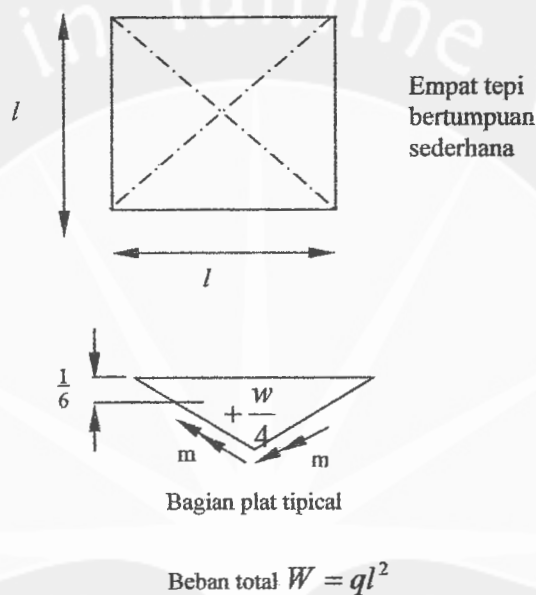
$$l_m = \frac{ql^2l}{4 \times 6} \dots\dots\dots 2.18$$

sehingga

$$m = \frac{ql^2}{24} \dots\dots\dots 2.19$$

atau

$$m = \frac{w}{24} \dots\dots\dots 2.20$$

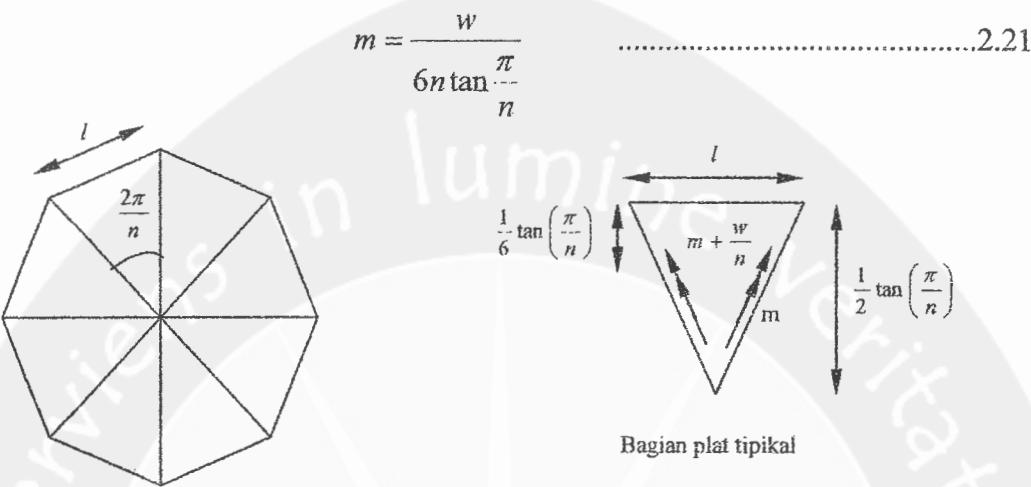


Gambar 2.14 Kondisi seimbang untuk plat bujur sangkar isotropis yang memikul beban merata total sebesar W

dengan w adalah beban total

Pada buku karangan A. Ghali dan A.M. Neville yang berjudul Analisa Struktur Gabungan Metode Klasik dan Matrik pada pembahasan metode garis leleh dan lajur untuk plat disebutkan bahwa plat segi banyak isotropis bertumpuan sederhana pada n sisi sama panjang dan memikul beban merata total sebesar w . Pola

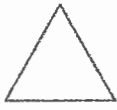
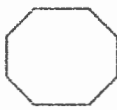
retak diperlihatkan pada gambar 2.14 dengan menghitung momen terhadap tepi untuk salah satu bagian plat, dapat ditunjukkan bahwa



Gambar 2.15 Kondisi seimbang untuk plat segi banyak isotropis yang memikul beban merata total sebesar W

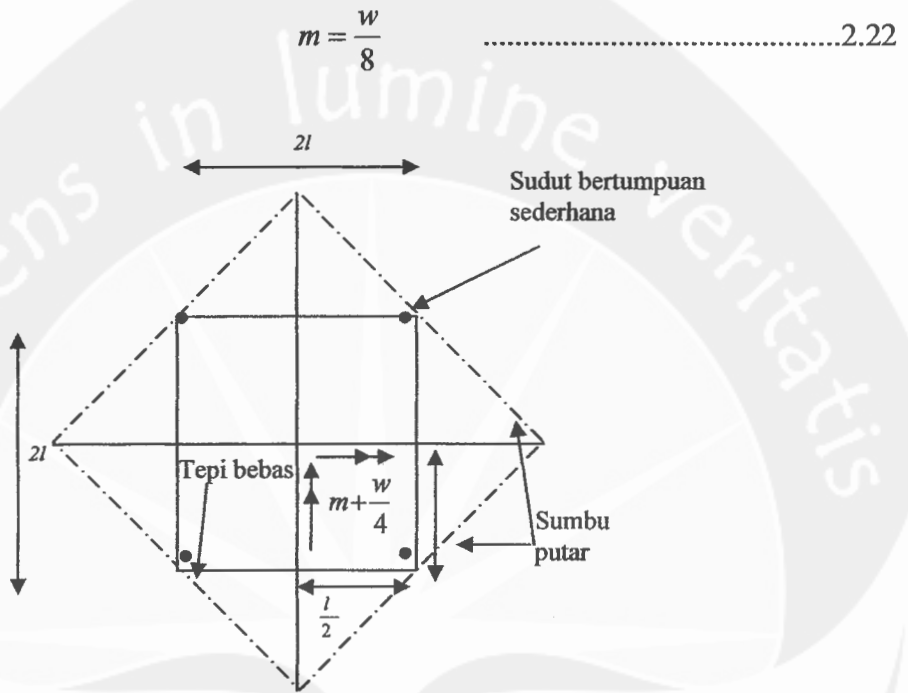
Besarnya momen batas untuk berbagai plat segi banyak beraturan dengan tumpuan sederhana ditunjukkan pada gambar 2.15 hasil ini dihitung dengan persamaan dan n mendekati tak berhingga untuk plat lingkaran.

Plat bujur sangkar isotropis bertumpuan sederhana di empat sudutnya dan memikul beban merata total sebesar w .

				
$m = \frac{w}{31.2}$	$m = \frac{w}{24}$	$m = \frac{w}{20.8}$	$m = \frac{w}{19.8}$	$m = \frac{w}{18.8}$

Gambar 2.16 Momen batas untuk plat segi banyak yang bertumpuan sederhana dan memikul beban merata total sebesar w .

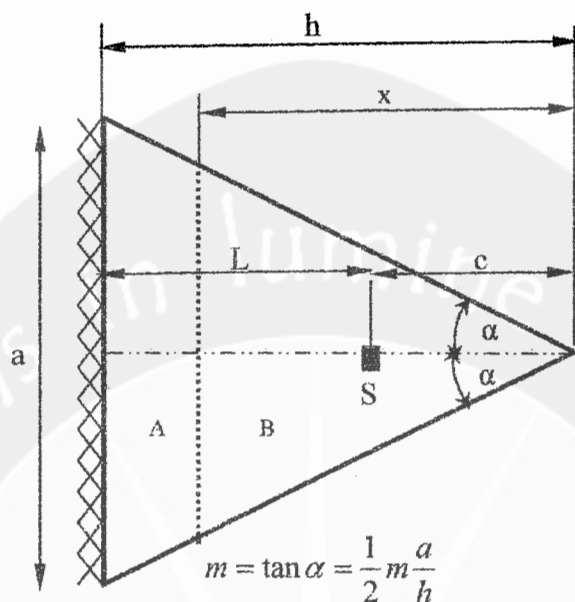
Dengan menghitung momen untuk salah satu bagian plat (gambar 2.17) terhadap sumbu rotasi yang melalui tumpuan sudut dan bersudut 45° dengan tepi plat, kita dapatkan



Gambar 2.16 Kondisi seimbang untuk plat bujur sangkar isotropis yang bertumpu di sudut dan memikul beban merata total sebesar W

F. Plat Segitiga

Untuk lebih memahami bentuk plat segitiga pada gambar 2.18, 2.19, 2.20 dan 2.21 di berikan contoh kasus plat segitiga dengan pembebanan terpusat dan merata. Pada gambar 2.18 ditunjukkan kasus plat segitiga yang di tumpu satu sisi dan satu kolom dengan beban merata yang bekerja pada plat tersebut.



Gambar 2.18 Plat segitiga yang di tumpu satu sisi dan satu kolom

Besar nilai momen akibat beban merata dihitung dengan rumus :

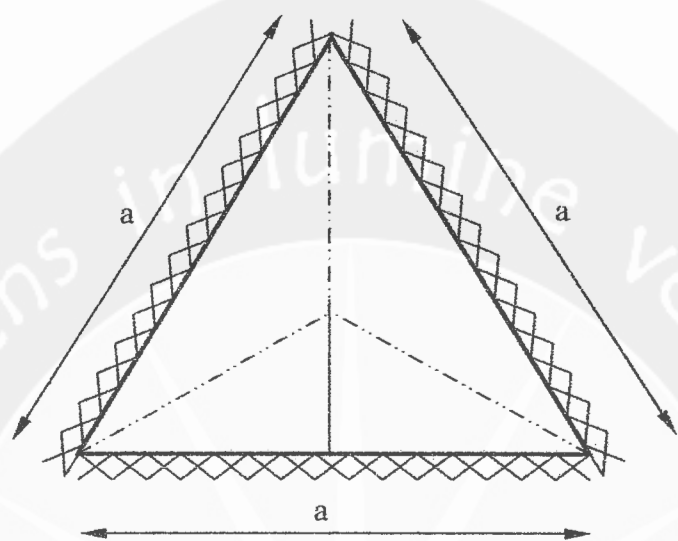
$$m = \frac{1}{8} \times ph^2 \frac{\frac{2}{3} - \frac{c}{h}}{\frac{1}{2} + \frac{c}{h}} \dots\dots\dots 2.23$$

dengan p beban merata yang bekerja

c jarak dari puncak (atas) ke as kolom

h tinggi segitiga

Pada gambar 2.20 ditunjukkan kasus plat segitiga yang di tumpu pada ketiga sisinya dengan beban terpusat yang bekerja pada plat tersebut.



Gambar 2.20 Plat segitiga yang ditumpu ketiga sisinya

Besar nilai momen akibat beban terpusat dihitung dengan rumus :

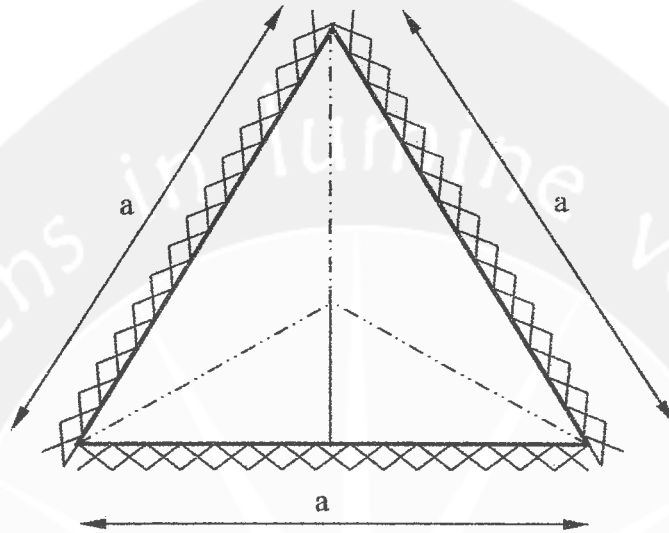
$$Mu = \phi \times b \times d^2 \times Rn 2.25$$

dimana besar Rn dan ω di hitung dengan rumus :

$$Rn = 0.5 \times \omega \times fy - \frac{fy \times (\rho - \omega)^2}{2 \times \omega} 2.26$$

$$\omega = \frac{0.85 \times f'c}{fy} 2.27$$

Pada gambar 2.21 ditunjukkan kasus plat segitiga yang di tumpu pada ketiga sisinya dengan beban merata yang bekerja pada plat tersebut.



Gambar 2.21 Plat segitiga yang ditumpu ketiga sisinya

Besar nilai momen akibat beban terpusat dihitung dengan rumus :

$$Mu = \frac{w}{31.2} \dots\dots\dots 2.28$$

dengan w beban merata yang bekerja

G. Metode Lajur

Dengan mengingat bahwa analisa metode garis leleh untuk plat selalu memberikan batas atas dari beban runtuh sebenarnya, walaupun untuk kasus sederhana beban runtuh yang eksak dapat diperoleh dengan menaksir mekanisme keruntuhan yang tepat. Jelaslah, peninjauan bats bawah dari beban runtuh sebenarnya lebih disukai dalam perencanaan.

Suatu penyelesaian batas bawah untuk plat dengan beban tertentu harus memberikan bidang momen yang memenuhi syarat keseimbangan di seluruh titik, dan harus tidak melanggar kriteria leleh tertentu di sembarang titik. Persamaan keseimbangan dalam koordinat tegaklurus adalah

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = -q \quad \dots\dots\dots 2.29$$

Persamaan ini harus berlaku baik bagi penyelesaian batas bawah maupun eksak tanpa memandang sifat bahan dari plat, dan jelas bahwa jumlah bidang momen yang memenuhi persamaan 2.29 tidak berhingga. Jika kita tentukan bidang momen yang seimbang dengan beban batas tertentu secara lengkap dan tulangan kemudian diletakkan sedemikian rupa, hingga momen batas penahan di seluruh titik melampaui atau sama dengan momen yang seimbang, maka akan kita peroleh penyelesaian batas bawah. Analisa garis leleh untuk perencanaan tersebut tentunya akan memberikan batas atas dari beban runtuh.

Oleh karena alternatif bidang momen seimbang untuk suatu plat dan pembebanan tertentu tidak berhingga banyaknya, serta kesukaran dalam menyebar

tulangan pada kasus yang mengalami momen puntir, Hillerborg menyarankan agar besarnya momen puntir M_{xy} dianggap nol pada permulaan analisa. Dalam hal ini, persamaan keseimbangan 2.29 menjadi

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = -q \tag{2.30}$$

Dan beban q dipikul oleh lajur yang membentang dalam arah x dan y . Metode lajur (strip method) ini telah diselidiki oleh Wood, yang menemukan bahwa jika tulangan plat dipotong sedemikian hingga diperoleh korespondensi yang tepat antara bidang momen batas dan bidang momen seimbang, maka metode lajur menghasilkan korespondensi eksak antara beban rencana dan beban runtuh.

Untuk menentukan pembagian beban antara lajur dalam arah x dan y , persamaan 2 dipecah menjadi

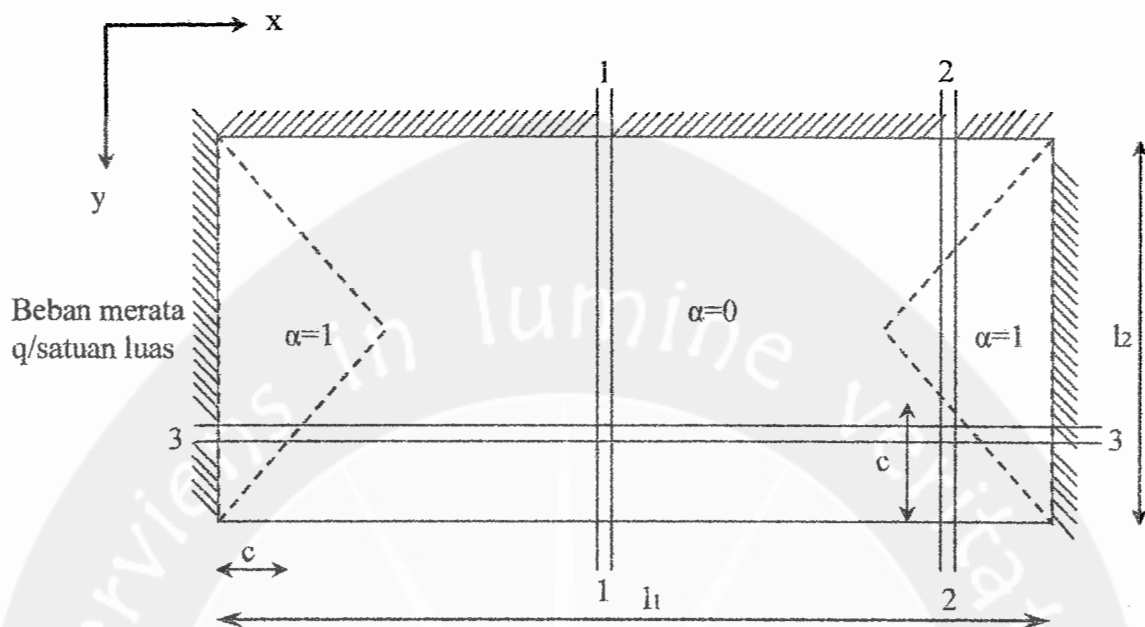
$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} &= -\alpha q \\ \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} &= -(1-\alpha)q \end{aligned} \right\} \tag{2.31}$$

Parameter α dalam hal ini menentukan cara penyebaran beban ke seluruh titik pada plat. Nilai parameter penyebaran beban α berkisar antara 0 dan 1, serta bisa berlainan dari titik ke titik pada plat. Agar perencanaan dalam praktek menjadi sederhana, α biasanya berharga konstan dalam daerah tertentu pada plat. Sekarang

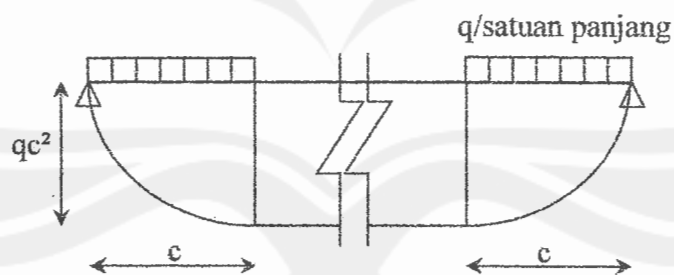
perramaan 2.31 menjadi sejenis dengan persamaan balok, sehingga profil momennya mudah ditentukan.

Tinjaulah perencanaan plat bertumpuan sederhana pada gambar 2.21a, yang memikul beban merata q per satuan luas. Anggaplah garis diskontinuitas penyebaran beban seperti yang ditunjukkan dalam gambar penyebaran ini konsisten dengan sebagian besar plat membentang satu arah dalam bentang pendek. Jadi, lajur plat 1-1 memikul beban penuh q di sepanjang bentangnya dan momen maksimumnya adalah $ql^2/8$. Lajur plat 2-2 dan 3-3 hanya dibebani pada daerah ujung yang diperlihatkan pada gambar 2.21b. Dalam hal ini, momen maksimum adalah $qc^2/2$ dan momen pada daerah tanpa beban konstan sebesar $qc^2/2$.

Oleh karena pola momen lentur plat diketahui secara lengkap, semua titik dapat ditulangi sedemikian hingga momen batas penahannya lebih besar dari harga yang dihitung di atas. Agar perencanaan efisien, lajur-lajur yang dibebani ujungnya (gambar 2.21b) bisa ditulangi secara berbeda. Hal ini sukar dilaksanakan dalam praktek, dan tulangan yang diletakkan secara merata pada jalur tertentu lebih disukai.



Gambar 2.22 Pembebanan dengan metode lajur dengan anggapan harga α



Gambar 2.23 Pembebanan dan bidang momen lentur untuk lajur selebar satu satuan 2-2 dan 3-3