

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini mengandung informasi yang mampu mendukung pemecahan permasalahan yang terjadi dalam penelitian ini.

2.1 Pendahuluan

Panel sebagai penyekat ruangan sudah banyak dipergunakan di negara kita pada pembangunan dewasa ini. Karena panel tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pemasangan. Pada saat ini cara pembangunan ditekankan pada kecepatan waktu pelaksanaan, kepastian volume material yang digunakan, serta kualitas bahan bangunan yang baik. Hal ini juga berkaitan dengan faktor kenaikan biaya bangunan yang tinggi.

Untuk wilayah-wilayah rawan gempa, panel sebagai dinding non-struktural bangunan juga harus ringan dan daktail agar lebih tahan terhadap guncangan gempa. Teknologi, Rekayasa, dan Ilmu Pengetahuan dapat membantu manusia dalam mencari alternatif elemen struktur dan non struktur baru yang lebih baik.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Sebagai dasar pertimbangan dan acuan penelitian ini, maka penelitian memerlukan referensi – referensi dari penelitian – penelitian sebelumnya.

2.2.1 Penelitian Aboe (2004)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian kawat bendrat lurus (tanpa kait) sebagai serat pada beton serat, dengan variasi panjang dan volume serat kawat bendrat lurus berbanding volume beton, terhadap kuat tarik, kuat lentur dan kuat tekan bendrat.

Hasil dari penelitian ini menyatakan beton serat 3%, panjang serat 90 mm memberikan persentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur tertinggi berturut – turut sebesar 36,51%, 56,93% dan 40,09%. Sedangkan dengan volume serat yang sama tetapi panjang serat 60 mm persentase peningkatan kuat tekan dan kuat lenturnya adalah 36,16% dan 7,42% dibanding beton normal.

Nilai *workability* beton serat dipengaruhi oleh aspek serat. Adukan beton serat dengan panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) lebih sulit dikerjakan dibanding beton serat dengan panjang 60 mm (aspek rasio 61,22) dengan volume yang sama.

2.2.2 Penelitian Kuntun Priyonggo (2002)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kawat bendrat pada beton. Serat yang digunakan kawat bendrat yang dipotong - potong dengan panjang 60 mm, berdiameter ± 1 mm sehingga mempunyai aspect ratio 60. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa :

1. penambahan *straight fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi 0,3%, 0,6%, 0,9% dan *aspect ratio* 60 ke dalam adukan beton akan menurunkan *workability* adonan, sehingga beton sulit dikerjakan, namun dengan nilai VB-

TIME antara 5 detik sampai dengan 25 detik dapat dipakai sebagai pedoman untuk menyatakan suatu adukan beton fiber mempunyai *workability* yang baik,

2. penambahan *straight fiber* kawat bendrat lokal ke dalam adukan beton yang disebar secara random dapat meningkatkan kuat tarik beton *fiber*,
3. kuat desak beton fiber bertambah 4,14 % untuk beton *fiber* dengan volume fraksi 0,3%; 9,98% untuk beton *fiber* dengan volume fraksi 0,9% bila dibandingkan dengan kuat desak beton normal.
4. modulus elastisitas beton normal 23.2543 kg/cm² dan 23.7203 kg/cm² untuk beton *fiber* dengan volume fraksi 0,3%, 243.866 kg/cm² untuk beton *fiber* dengan volume fraksi 0,6% dan 236.192 kg/cm² untuk beton *fiber* dengan volume fraksi 0,9%, dan
5. Besaran kurva tersebut dipergunakan untuk mengamati daktilitas masing-masing benda uji.

2.2.3 Penelitian Tanjung dan Trihandoko (1996)

Tujuan dari penelitian ini adalah dengan penambahan serat kawat baja secara random baik lurus maupun berkait pada adukan beton dapat memperbaiki sifat – sifat beton, terutama terhadap kuat desak dan kuat lentur. Penelitian ini menggunakan serat baja kawat lurus dan berkait. dengan persentase 2% dan 3%. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan, bahwa :

1. penambahan serat kedalam adukan beton akan menurunkan kelecakan sehingga mengurangi “*workability*” (kemudahan pengerjaan). Hal ini ditunjukkan dari penurunan nilai slump,
2. kuat desak karakteristik beton meningkat 22,0036% untuk beton serat lurus 2% dan 36,1554% untuk beton serat lurus 3%,
3. kuat lentur rata-rata beton serat lurus 2% mengalami peningkatan sebesar 4,7157% dan 7,4221% untuk beton serat lurus 3%. Sedangkan beton serat kait 2% mengalami peningkatan sebesar 19,4351% dan 31,9862% untuk beton serat kait 3%. dan
4. pada pengujian lentur beton non serat patah secara tiba – tiba ketika mencapai beban maksimum, sedangkan beton serat hanya mengalami retak, karena tertahan oleh adanya serat. Hal ini menunjukkan bahwa beton non serat bersifat getas (*brittle*), sedangkan beton serat bersifat liat/daktail (*ductile*).

2.2.4 Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kuat lentur dan kuat desak dengan penambahan serat tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan serat dari potongan kawat bendrat dengan panjang 5 cm dan serat plastik dengan panjang 19 mm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa beton serat kawat bendrat meningkatkan kuat desak sebesar 7,50% dan kuat lentur 16,94%, sedangkan beton serat plastik meningkat kuat desaknya 2,07% dan kuat lenturnya

9,90% dibanding dengan beton non-serat. Selain itu didapat juga hasil bahwa penambahan serat ini akan membuat beton lebih liat.

2.3 Mekanisme Kerusakan Dinding Tipis (Panel)

Dari pengamatan di beberapa wilayah kerusakan gempa di Indonesia, panel (dinding tipis) umumnya rusak karena gaya desak dan lenturan, bukan oleh geseran (CEEDEDS, 1999-2005). Paulay dan Priestley (1992) menyatakan bahwa sifat-sifat khusus struktur atau elemen struktur yang harus diperhatikan dalam proteksi terhadap kerusakan akibat gempa adalah kekakuan, kekuatan, dan daktilitas. Kekakuan mengontrol defleksi atau simpangan.

Kekuatan mengontrol kemampuan menahan beban. Daktilitas membatasi beban yang diderita dan mengontrol kerusakan/keruntuhan karena dapat menerima simpangan setelah terjadi pelelehan, hingga putus (*break*) atau kolep (*collapse*). Daktilitas dapat ditentukan berdasarkan regangan (*strain ductility*), kelengkungan (*curvature ductility*), dan simpangan (*displacement ductility* atau *deflection ductility*). Sarwidi (2006) menyatakan bahwa nilai perbandingan antara kekuatan dibagi dengan berat material yang semakin besar akan menghasilkan material yang lebih tahan terhadap guncangan gempa. Naeim (1991) mengamati, bahwa daktilitas kelengkungan biasanya lebih besar dari daktilitas simpangan. Morrow (1981) menyatakan bahwa kualitas struktur atau elemen dapat ditentukan berdasarkan energi yang dapat diserapnya, baik yang ditentukan berdasarkan hubungan gaya dan defleksi maupun hubungan tegangan dan regangan.

2.4 Beton Fiber, Konsep, Aplikasi dan Permasalahannya

Menurut Suhendro (2000), penggunaan beton sebagai bahan bangunan teknik sipil telah lama dikenal di Indonesia. Karena memiliki kelebihan dalam mendukung tegangan desak, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, perawatan yang murah dan dapat memanfaatkan bahan-bahan lokal, maka beton sangat populer dipakai, baik untuk struktur-struktur besar maupun kecil. Meskipun demikian, karena sifatnya yang getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menahan beban tarik secara handal, maka bahan tersebut memiliki keterbatasan dalam penggunaannya. Dalam praktek, kedua sifat kurang baik dari beton tersebut memang dapat diatasi dalam batas-batas tertentu dengan penambahan tulangan baja dengan jumlah yang cukup dan ditempatkan secara benar.

Di negara-negara maju seperti di Amerika Serikat dan Eropa, para peneliti telah berupaya memperbaiki sifat-sifat kurang baik dari beton tersebut dengan cara menambahkan *fiber* (serat) pada adukan beton. Ide dasarnya adalah menulangi beton dengan *fiber* yang disebarkan secara merata (*unifrom*) kedalam adukan beton dengan orientasi yang random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Dengan tercegahnya retakan-retakan mikro beton yang terlalu dini, kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, lentur dan geser) yang terjadi akan jauh lebih besar.

Tabel 2.1 *Basic properties* berbagai macam *fiber*

Serat	Berat Jenis (Ksi)	Kuat Tarik (Ksi)	Modulus Young 10^3 (Ksi)	Volume Fraksi (%)	Diameter serat (in)	Panjang (in)
Baja	7.86	100 - 300	30	0.75 - 9	0.0005 - 0.04	0.5 - 1.5
Kaca	2.7	> 180	11	2 - 8	0.004 - 0.03	0.5 - 1.5
Plastik	0.91	> 100	0.14 - 1.2	1 - 2	> 0.1	0.5 - 1.5
Karbon	1.6	> 100	> 7.2	1 - 5	0.0004 - 0.0008	0.02 - 0.5

(Sumber : Sorusian dan Bayasi, 1987)

Berbagai macam *fiber* yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain adalah :

- a. Fiber baja (*steel fiber*)
- b. Fiber *poly-propaylene* (sejenis plastik mutu tinggi)
- c. Fiber kaca (*glass fiber*)
- d. Fiber karbon (*carbon fiber*).

Basic properties berbagai macam *fiber* tersebut dicantumkan dalam Tabel 2.1. Untuk keperluan *non-structural fiber* dari bahan alami (*natural fiber*) seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni, dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya juga dapat digunakan.

Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat mekanik beton yang dapat diperbaiki antara lain adalah :

- a. Daktilitas (*ductility*) yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (*energy absorption*),
- b. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*),
- c. Kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur.
- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*),
- e. Ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*), dan

- f. Ketahanan terhadap keausan (*abrassion*), fragmentasi (*fragmentation* dan *spalling*).

Berapa hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton *fiber* baja ini adalah :

- a. Masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* kedalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
- b. Masalah *workability* (keleccakan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan termasuk indikatornya,
- c. Masalah *mix design proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan keleccakan yang memadai.

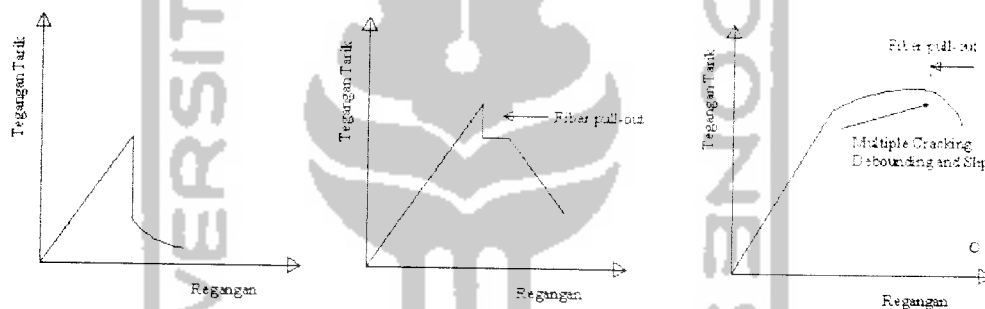
Kesemuanya sangat berbeda dengan yang kita kenal selama ini untuk beton konvensional. Disamping itu metode analisis dan perancangan berbagai elemen struktur (seperti balok, kolom, pelat dan komposit). Ataupun struktur secara keseluruhan yang menggunakan kombinasi beton *fiber* dengan tulangan baja, juga tidak dapat begitu saja menggunakan formula-formula yang telah kita kenal selama ini untuk beton bertulang konvensional. Kesemuanya cukup berbeda, baik konsep maupun prosedurnya, dan oleh karenanya perlu diteliti.

Di Indonesia, konsep pemakaian beton *fiber* baja pada adukan beton untuk struktur bangunan teknik sipil belum banyak dikenal dan belum banyak dipakai dalam praktek. Salah satu penyebabnya adalah belum tersedianya *fiber* baja secara murah dan dalam jumlah yang cukup di Indonesia karena harus mendatangkannya dari luar negeri. Untuk mengatasi hal itu telah ditemukan solusi alternatif, yaitu dengan menggunakan *fiber* lokal yang dibuat dari potongan-potongan kawat lokal

(berdiameter sekitar 0,80 mm dengan panjang sekitar 60 mm) yang tersedia dipasaran dengan menunggu pabrik *fiber* baja yang sebenarnya di Indonesia.

2.5 Beton Serat

Aboe (2004) menyatakan untuk meningkatkan kelecakan (*workability*), ACI Committee 544, menyarankan ukuran agregat maksimum yang digunakan pada beton serat adalah 20 mm, sehingga memudahkan pengadukan dan tersedia ruang bagi serat. Pengaruh konsentrasi/ volume serat terhadap kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 2.2.



2.1a volume serat kecil 2.1b volume serat sedang 2.1c volume serat maksimum

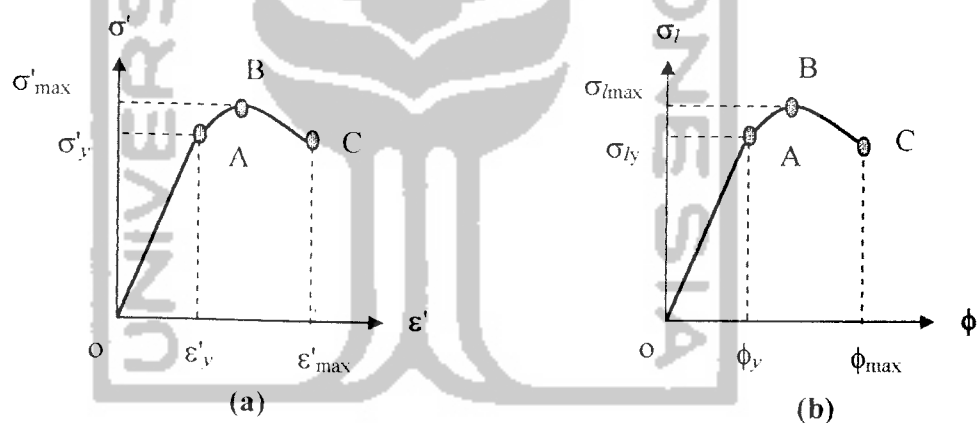
Gambar 2.1 Tegangan-Regangan Tarik Pengaruh Volume Fraksi Serat

Setelah terjadi retak, beban akan ditransfer dari bahan komposit (beton serat) ke serat dan serat akan menerima beban berdasarkan lekatan antara serat dan beton, atau kekuatan serat jika panjang lekat serat mencukupi. Bila volume serat kecil, kuat tarik beton serat akan menurun drastis setelah terjadi retak. Sedangkan bila volume serat sedang (medium), setelah terjadi retak kuat tarik akan sedikit berkurang. Pada beton serat dengan volume serat maksimum, setelah terjadi retak pertama, beton serat masih dapat menerima beban tarik yang lebih

besar dari beban yang menyebabkan retak pertama, walupun jumlah retak bertambah serta regangan bertambah besar. Hal ini karena tersedianya serat yang cukup banyak, dan setelah sebagian besar serat tercabut atau putus sehingga mengalami keruntuhan.

2.6 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur

Menurut Sarwidi (2006), karakteristik dan perilaku struktur secara keseluruhan maupun elemen struktur dapat diketahui dari hubungan gaya dan simpangan, momen dan kelengkungan, tegangan dan regangan, atau tegangan dan kelengkungan, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. (a) Hasil uji desak: kurva hubungan regangan desak dan tegangan desak. (b) Hasil uji lentur: kurva hubungan antara tegangan lentur dan kelengkungan. (Laporan Research Grant, 2006; Sarwidi)

Hasil pengujian desak sebuah benda uji (*sample/speciment*) yang diekspresikan dalam bentuk kurva hubungan antara gaya (*force*) dan simpangan (*displacement*) dapat dirubah melalui proses yang sederhana menjadi kurva hubungan antara tegangan desak (*compression stress*) σ' (kg/cm) dan regangan

desak (*compression strain*) ε' (tanpa satuan) sebagaimana terlihat pada Gambar 2.2(a). Sedangkan hasil pengujian lentur sebuah benda uji dapat berupa nilai beberapa gaya (*force*) pada bentangan dan defleksi (*deflection*) di tiga titik bentangan yang dapat dirubah menjadi kurva hubungan momen (*moment*) dan kelengkungan (*curvature*). Selanjutnya, kurva tersebut dapat dirubah melalui proses yang sederhana pula menjadi kurva hubungan tegangan lentur (*flexural stress*) σ_l (kg/cm) dan kelengkungan (*curvature*) ϕ (1/cm) sebagaimana terlihat pada Gambar 2.2(b).

Dari Gambar 2.2(a) dapat ditentukan karakteristik (*property* atau *characteristic*) material, yang meliputi: σ'_y = tegangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh, σ'_{max} = tegangan maksimum, ε'_y = regangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan regangan leleh, ε'_{max} = regangan maksimum.

Dari nilai-nilai karakteristik tersebut dapat ditentukan modulus elastis dengan ekspresi

$$E = \sigma'_y / \varepsilon'_y \dots\dots\dots (2.1)$$

dan nilai daktilitas

$$\mu = \varepsilon'_{max} / \varepsilon'_y \dots\dots\dots (2.2)$$

Dari Gambar 2.2(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis (*modulus of resilient*) E_e dan penyerapan energi total (*modulus of toughness*) E_t .

$$E_e = \text{luas segitiga O-A-}\varepsilon'_y \dots\dots\dots (2.3)$$

$$E_t = \text{luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-}\varepsilon'_{max} \dots\dots\dots (2.4)$$

Gambaran tentang perilaku daktilitas benda uji juga dapat dilihat dari rasio perbandingan antara penyerapan energi total dengan energi elastis α .

$$\alpha = E_t / E_e \dots\dots\dots (2.5)$$

Morrow (1991) menyatakan bahwa untuk material baja, tegangan leleh dapat ditentukan dengan menarik garis sejajar OA dari regangan ϵ sebesar 0.002 memotong kurva, sedangkan Abeles dkk (1976) dan Ferguson (1984) menentukan ϵ sebesar 0.003 sampai 0.0035 untuk material beton. Dengan demikian perilaku elastis material mencakup perilaku material secara linier dan non-linier.

Pengamatan dari data uji laboratorium dalam penelitian ini menunjukkan bahwa batas elastis material sangat dekat atau berimpit dengan batas proporsional atau batas linier. Karena sangat sulit diamati secara akurat perbedaan antara keduanya, maka batas elastis dianggap sama dengan batas proporsional atau titik peralihan antara bagian yang linier dan yang non-linier, yaitu pada titik A dalam Gambar 2.2(a) dan (b).

Dari Gambar 2.2(b) dapat ditentukan karakteristik (*property* atau *characteristic*) material, yang meliputi: σ_y = tegangan lentur sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh, σ_{lmax} = tegangan lentur maksimum, ϕ_y = kelengkungan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan kelengkungan leleh, ϕ_{max} = kelengkungan maksimum.

Dari nilai-nilai karakteristik tersebut dapat ditentukan modulus elastis kelengkungan dengan ekspresi

$$\kappa = \sigma_y / \phi_y \dots\dots\dots (2.6)$$

dan nilai daktilitas

$$\mu = \phi_{\max} / \phi_y \dots\dots\dots(2.7)$$

Dari Gambar 2.2(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis (*modulus of resilient*) E_e dan penyerapan energi total (*modulus of toughness*) E_t .

$$E_e = \text{luas segitiga O-A-}\phi_y \dots\dots\dots(2.8)$$

$$E_t = \text{luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-}\phi_{\max} \dots\dots(2.9)$$

Gambaran tentang perilaku daktilitas benda uji juga dapat dilihat dari rasio perbandingan antara penyerapan energi total dengan energi elastis α .

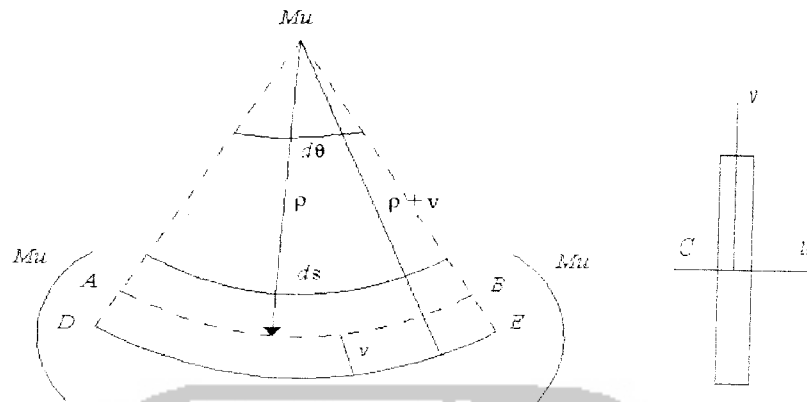
$$\alpha = E_t / E_e \dots\dots\dots(2.10)$$

Gambar 2.2 menunjukkan perilaku material yang bersifat elastik dari O ke A dan bersifat inelastik setelah melampaui A.

2.7. Hubungan Momen-Kelengkungan

Perilaku struktur yang mengalami lentur dapat diketahui dari hubungan momen-kelengkungan yang menggambarkan perilaku balok pada berbagai kondisi, yaitu saat kondisi elastis, leleh, elastis-plastis dan plastis. Gambar 2.3 adalah sebuah penampang sederhana dengan penampang I yang menerima beban terpusat P .

Teori defleksi balok dipengaruhi oleh geometri atau kinematika dari sebuah elemen balok. Kinematika dasar yang menghipotesa bahwa irisan-irisan yang berbentuk bidang datar akan tetap merupakan bidang datar selama berdeformasi.



a. Tampak Samping

b. Potongan Melintang

Gambar 2.3 Deformasi segmen balok dalam lenturan

Elemen differensial balok untuk lentur murni ditunjukkan pada Gambar 2.3a. Sumbu u dan v pada potongan melintang, adalah sumbu utama yang ditunjukkan pada Gambar 2.3b. AB adalah garis netral, pada garis netral ini garis tidak memendek ataupun memanjang. Regangan pada garis netral didapatkan dari persamaan :

$$\epsilon_x = \frac{\text{panjang akhir} - \text{panjang awal}}{\text{panjang awal}} \dots \dots \dots (2.11)$$

dengan substitusi didapat :

$$\epsilon_x = \frac{(\rho + v)d\theta - \rho \cdot d\theta}{\rho \cdot d\theta} = \frac{v}{\rho} \dots \dots \dots (2.12)$$

hubungan dasar antara kurva elastis dengan regangan linier, didapat

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{\epsilon_x}{v} \dots \dots \dots (2.13)$$

karena sifat beban tidak diperhitungkan maka hubungan ini digunakan untuk masalah-masalah elastis maupun tidak

$$\sigma x = E \cdot \epsilon x \dots\dots\dots(2.14)$$

sehingga

$$\epsilon x = \frac{Muv}{Elu} \dots\dots\dots(2.15)$$

substitusi persamaan (2.12) ke persamaan (2.14) akan diperoleh

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{Mu}{Elu} \dots\dots\dots(2.16)$$

dalam kordinat kartesian kurva kelengkungan didefinisikan

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{\pm d^2 v / dx^2}{[1 + (dv/dx)^2]^{3/2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

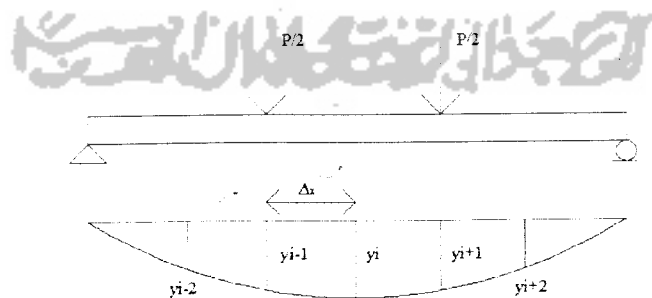
karena kemiringan dv/dx dari kurva elastis adalah sangat kecil, maka

$$(dv/dx)^2 \approx 0 \dots\dots\dots(2.18)$$

persamaan (2.16) disubstitusi dengan persamaan (2.17) menjadi :

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = \frac{M}{El_u} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$El_u = \frac{M}{(d^2 v / dx^2)} \dots\dots\dots(2.20)$$



Gambar 2.4 Kelengkungan

Dari pengujian kuat lentur diperoleh defleksi pada titik-titik distrik. Pendekatan kemiringan menggunakan metode *Central Difference*. Mengacu pada Gambar 2.4 dy/dx didekati dengan persamaan (2.19).

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta x} \quad (2.21)$$

turunan kedua dari persamaan (2.19)

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{(2\Delta x) \frac{d}{dx}(y_{i+1} - y_{i-1}) - (y_{i+1} - y_{i-1}) \frac{d}{dx}(2\Delta x)}{(2\Delta x)^2} \quad (2.22)$$

karena $(2\Delta x)$ adalah konstanta maka :

$$\frac{d}{dx}(2\Delta x) = 0 \quad (2.23)$$

sehingga persamaan (2.12) menjadi :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{(2\Delta x) \frac{d}{dx}(y_{i+1} - y_{i-1})}{(2\Delta x)^2} \quad (2.24)$$

selanjutnya dari persamaan (2.12) didapatkan :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{y_{i+2} - 2y_i - y_{i-2}}{(2\Delta x)^2} \quad (2.25)$$

kemudian persamaan (2.14) disederhanakan menjadi :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{y_{i+2} - 2y_i - y_{i-2}}{(\Delta x)^2} \quad (2.26)$$

momen maksimum dinding yang menerima beban seperti Gambar 2.4 adalah

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{1}{3} \frac{1}{2} P L \\
 &= \frac{1}{6} P L \dots\dots\dots(2.27)
 \end{aligned}$$

hubungan faktor kekakuan, momen (M) dan kelengkungan (Φ) adalah

$$EI = \frac{M}{\Phi} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dalam penelitian ini metode yang dipakai dalam pembahasan adalah mencari nilai M_y dari data uji lentur dinding panel, yang dalam hal ini akan diperoleh dari pembacaan beban (P) dan lendutan (Δ), yang kemudian dilakukan perhitungan besarnya momen (M) dan kelengkungan (Φ) sehingga diperoleh kurva hubungan momen-kelengkungan seperti Gambar 2.4 dari data $M-\Phi$ dapat diperoleh nilai faktor kekakuan (EI) dan nilai kelengkungan daktilitas.

$$\frac{\Phi_u}{\Phi_y} = \text{daktilitas kelengkungan} \dots\dots\dots(2.29)$$

2.8. Pengamatan Penelitian

Pengamatan penelitian dilakukan pada saat pengujian dilaksanakan, dan kemudian dilakukan pencatatan. Hasil – hasil pencatatan tersebut dijadikan sebagai data pengujian untuk kemudian dilakukan analisis, untuk dapat ditarik kesimpulan.

Dari kesimpulan tersebut dapat diketahui karakteristik dinding partisi dengan variasi kawat bendrat. Karakteristik dan perilaku dinamika panel ini meliputi :

1. kuat desak dan kuat lentur;

2. perilaku panel meliputi grafik hubungan tegangan-regangan dan tegangan lentur-kelengkungan; dan
3. berat volume dinding partisi.

2.9. Teori Pengolahan Data

Hasil penelitian diambil dari data hasil pengujian yang telah didapatkan, kemudian diolah menggunakan *MS Excel*, sedemikian rupa sehingga didapatkan nilai rerata, dan simpangan baku, untuk kemudian dicari korelasinya.

2.9.1 Nilai Rerata (*Mean*)

Menurut Hadi (2000), nilai rerata adalah jumlah nilai-nilai dibagi dengan jumlah individu. Nilai rerata dihitung menggunakan persamaan (2.30).

$$X_{rerata} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan: X_{rerata} = Nilai rata-rata

$\sum X_i$ = Jumlah data

n = banyaknya sampel

2.9.2 Regresi Linier dan Korelasi

Menurut Supramono (1993), Perbedaan antara regresi dan korelasi adalah regresi menunjukkan bentuk hubungan antara variabel yang mempengaruhi variabel yang lain (variabel bebas) dengan variabel yang dipengaruhi (variabel terikat). Sedangkan korelasi menjelaskan besarnya derajat atau tingkat keeratan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel yang lain.

Analisis regresi sederhana merupakan suatu alat analisis yang digunakan untuk mengestimasi atau memprediksi nilai suatu variabel berdasarkan nilai variabel lain yang diketahui Supramono (1993).

Hubungan linier antara dua variabel X dan Y dikatakan linier jika besar perubahan nilai Y yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai X konstan pada jangkauan nilai X yang diperhitungkan. Jika hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik maka hubungan linier antara X dan Y akan nampak sebagai garis lurus. Formula hubungan antara variabel X dan Y linier seperti pada persamaan (2.31).

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(2.31)$$

a menunjukkan intersep garis (merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y) dan b menunjukkan *slope* dari garis (perubahan dalam Y bila X berubah satu-satuan).

Menurut Supramono (1993), analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara dua variabel bebas dan terikat. Ada dua pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran keeratan hubungan yaitu koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi (r).

Koefisien determinasi merupakan analisis regresi untuk mengetahui seberapa jauh kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi dimana model yang terbentuk dapat mewakili model yang sebenarnya. Nilai koefisien determinasi merupakan suatu ukuran yang menunjukkan besar sumbangan dari variabel bebas terhadap variabel terikat, atau

dengan kata lain koefisien determinasi menunjukkan variasi naik turunnya Y yang diterangkan oleh pengaruh linier X Supramono (1993).

Menurut Supramono (1993), kegunaan koefisien determinasi adalah :

1. Sebagai ukuran ketepatan/kecocokan garis regresi yang dibuat dari hasil estimasi terhadap sekelompok data hasil observasi. Semakin besar nilai R^2 , semakin bagus garis regresi yang terbentuk, sebaliknya semakin kecil nilai R^2 , semakin tidak tepat garis regresi tersebut mewakili data hasil observasi, dan
2. Untuk mengukur proporsi (persentase) dari jumlah variasi Y yang diterangkan oleh model regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variabel X terhadap variasi variabel Y .

Ada dua kondisi yang ekstrim dari nilai R^2 ini yaitu bila $R^2 = 1$ berarti variabel X dan Y mempunyai hubungan yang sempurna dan jika $R^2 = 0$ maka tidak ada hubungan sama sekali antara kedua variabel tersebut. Dengan demikian nilai R^2 akan berkisar antara 0 sampai dengan 1.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keeratan hubungan linier antara dua variabel. Selain itu nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi mempunyai sifat sebagai berikut ini.

1. Merupakan besaran yang tidak mempunyai satuan.
2. Nilai r akan terletak antara -1 dan 1 ($-1 \leq r \leq 1$).
3. Tanda positif dan negatif koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan.

4. Hanya mencerminkan keeratan hubungan linier dari dua variabel yang terlibat.
5. Bersifat simetris $r_{XY} = r_{YX} = r$.
6. Variabel yang terlibat tidak garus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasinya (R^2) seperti dijelaskan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hubungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi

Nilai Koefisien Determinasi (R^2)	Korelasi
$R^2 = 1$	Sempurna
$0,80 < R^2 < 0,99$	Sangat Kuat
$0,50 < R^2 < 0,79$	Kuat
$0,30 < R^2 < 0,49$	Kurang Kuat
$R^2 < 0,30$	Lemah
$R^2 = 0$	Tidak Ada

2.10 Hipotesis

Hipotesis ini meliputi 3 bagian, pada hipotesis pertama adalah mengenai *workability* dinding, hipotesis kedua mengenai kuat tekan dan hipotesis yang ketiga mengenai kuat lentur.

2.10.1 Hipotesis *Workability*

Pada penelitian ini panel tidak mengalami penurunan *workability*, dengan melihat dari penelitian – penelitian beton serat terdahulu, bahwa semakin panjang serat maka *workability* menurun.. Berarti dalam pengerjaan dinding panel ini tidak akan mengalami penurunan *workability* karena panjang serat 4 cm tidak akan menimbulkan *balling effect*.

2.10.2 Hipotesis Kuat Tekan/ Tekuk

Kuat tekan dinding panel akan meningkat karena adanya penambahan serat bendrat. Dengan mengacu penelitian terdahulu, maka dapat ditarik hipotesis, dengan berat yang sama nilai optimum akan dicapai pada dinding serat dengan variasi 8 %.

2.10.3 Hipotesis Kuat Lentur

Kuat lentur dinding panel akan meningkat karena penambahan kawat bendrat. Nilai optimum akan dicapai pada dinding dengan serat yang mempunyai variasi 8 % dari berat campuran mortar.