

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan data primer berupa kuat desak silinder beton, dan kuat lentur balok beton bertulang dengan dan tanpa campuran tepung kaca. Data tersebut dianalisis untuk memperoleh kekakuan dari beban dan lendutan serta faktor kekakuan dari momen dan kelengkungan.

5.1.1 Hasil Uji Kandungan Silika Tepung Kaca

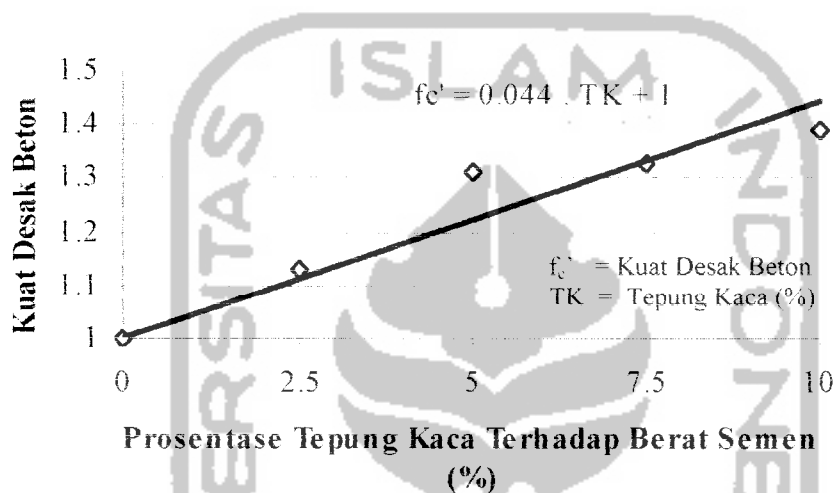
Berdasarkan hasil uji kandungan kimia, diperoleh prosentase silika sebesar 71,9%. Data kemudian dianalisis dan dicari pengaruhnya terhadap perubahan jumlah senyawa kimia semen portland jenis I seperti tampak pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Analisis Silika Tepung Kaca

| Jenis Semen | Prosentase (%) | | | | Silika Ratio (SR) |
|-------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | C ₃ S | C ₂ S | C ₃ A | C ₄ AF | |
| Jenis I | 54,82 | 16,1 | 11,68 | 7,6 | 2,35 |
| Modifikasi | 41,12 | 24,75 | 10,54 | 6,85 | 2,53 |

5.1.2 Hasil Uji Kuat Desak Beton

Kuat desak beton yang direncanakan pada umur 28 hari adalah 25 Mpa. Dari hasil uji desak beton, dapat digambarkan diagram yang memberikan hubungan prosentase tepung kaca terhadap kenaikan/penurunan kuat desak beton sebagai berikut:



Gambar 5.1 Grafik Kenaikan Kuat Desak Silinder Beton

Hasil analisis dari Gambar 5.1 dapat dilihat dari Tabel 5.2 berikut:

Tabel 5.2 Hasil Uji Desak Silinder Beton

| Sampel | f_{cr} (MPa) | Standar Deviasi | f_c' (MPa) | f_c' (%) | f_c' |
|---------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------|---------------|
| | | | | | f_c' Normal |
| Normal | 33,54 | 2,09 | 30,11 | 100,0 | 1,0 |
| Variasi 2,5 % | 37,83 | 2,28 | 34,09 | 113,2 | 1,132 |
| Variasi 5 % | 42,64 | 1,86 | 39,59 | 131,5 | 1,315 |
| Variasi 7,5 % | 44,62 | 2,81 | 40,02 | 132,9 | 1,329 |
| Variasi 10 % | 48,50 | 4,09 | 41,80 | 138,8 | 1,388 |

5.1.3 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan

Untuk mengetahui kualitas baja tulangan yang terpasang dalam model balok, dilakukan uji tarik baja tulangan, hasil uji tarik baja di tunjukkan pada Tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.3 Hasil Uji Tarik Baja

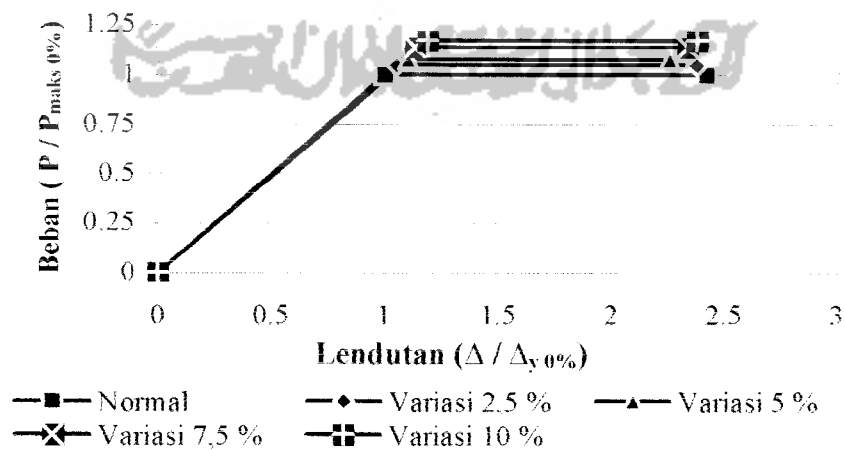
| Diameter (mm) | Kuat Leleh (MPa) | Kuat Tarik (Mpa) |
|---------------|------------------|------------------|
| 6 | 253 | 264 |
| 8 | 306 | 308 |
| 12 | 385 | 430 |

5.1.4 Hasil Uji Lentur Balok Beton Bertulang

Hasil pengujian balok beton bertulang dengan dan tanpa campuran tepung kaca pada penelitian ini di jabarkan sebagai berikut:

1. Hubungan beban dan lendutan

Gambar 5.2 menunjukkan diagram yang memberikan gambaran hubungan antara beban dan lendutan.



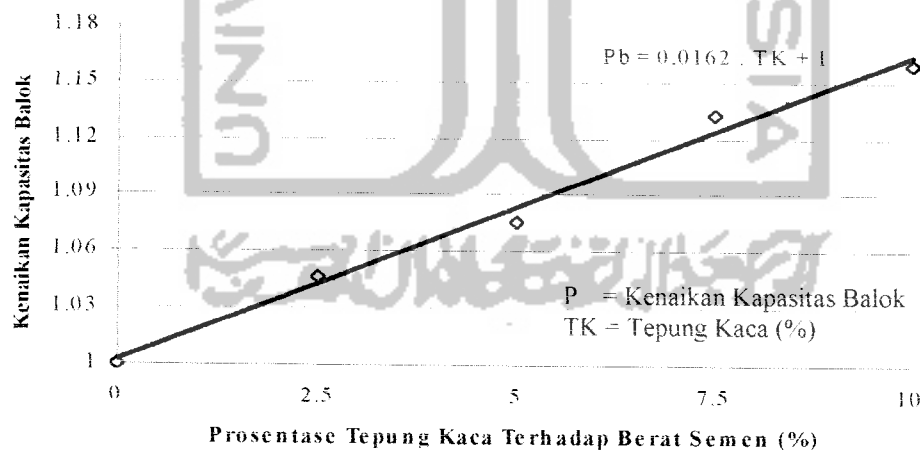
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan

Hasil analisis hubungan beban dan lendutan dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut:

Tabel 5.4 Hasil Analisis Hubungan Beban dan Lendutan

| Var. | P (%) | Kap. (%) | Δ_y (mm) | Δ_u (mm) | k (kN/mm) | k (%) | $\frac{P}{P_{maksimum}}$ | $\frac{\Delta_y}{\Delta_y(0\%)}$ | $\frac{\Delta_u}{\Delta_u(0\%)}$ |
|------|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------|----------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 32,5 | 100,00 | 6.81 | 16.49 | 2,35 | 100,00 | 1 | 1 | 2,42 |
| 2,5 | 34,0 | 104,62 | 7.17 | 16.2 | 2.52 | 106,48 | 1,05 | 1,05 | 2,38 |
| 5 | 35,0 | 107,56 | 7.51 | 15.4 | 2.57 | 114,78 | 1,08 | 1,10 | 2,26 |
| 7,5 | 37,0 | 113,27 | 7.72 | 15.93 | 2.61 | 116,97 | 1,14 | 1,13 | 2,34 |
| 10 | 38,0 | 115,97 | 8.1 | 16.2 | 2.65 | 117,96 | 1,17 | 1,19 | 2,38 |

Dari hasil analisis beban dan lendutan dapat digambarkan grafik kenaikan kapasitas balok beton bertulang seperti tampak pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Kenaikan Kapasitas Balok

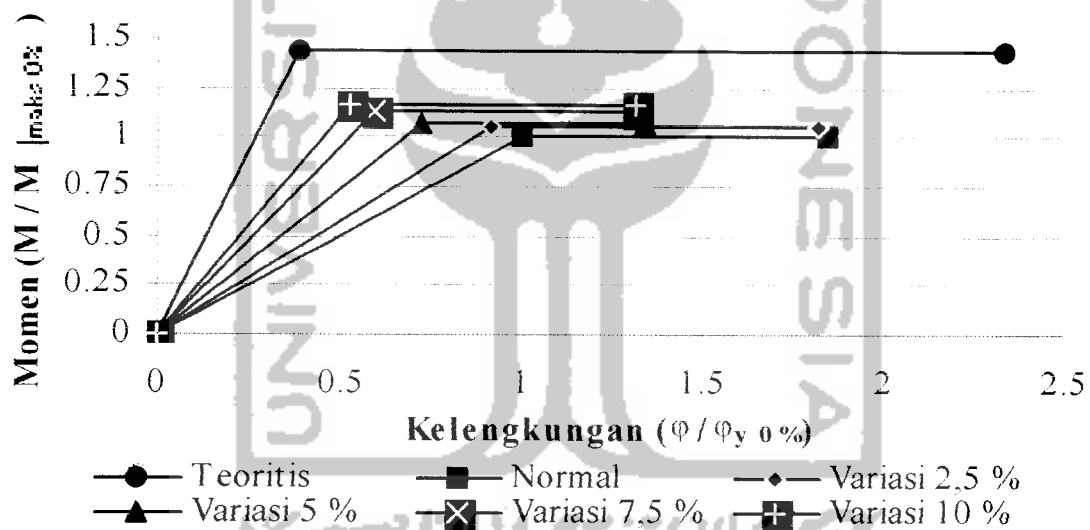
2. Hubungan Momen dan Kelengkungan

Hasil perhitungan momen dan kelengkungan secara teoritis di sajikan pada Tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Momen-Kelengkungan Teoritis

| M_y (kNmm) | M_u (kNmm) | $M_{u 0\%}$ (kNmm) | ϕ_y (rad/mm) | ϕ_u (rad/mm) | $\phi_{y 0\%}$ (rad/mm) | M_u $M_{u 0\%}$ | ϕ_y $\phi_{y 0\%}$ | ϕ_u $\phi_{y 0\%}$ |
|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| 12054 | 12500 | 8667 | $1,22 \cdot 10^{-5}$ | $7,5 \cdot 10^{-5}$ | $3,2 \cdot 10^{-5}$ | 1,44 | 0,38 | 2,34 |

Sesuai dengan hasil perhitungan momen kelengkungan secara teoritis, maka dapat digambarkan gabungan grafik bilinear momen kelengkungan dari setiap variasi balok beton bertulang seperti di tunjukkan pada Gambar 5.4.

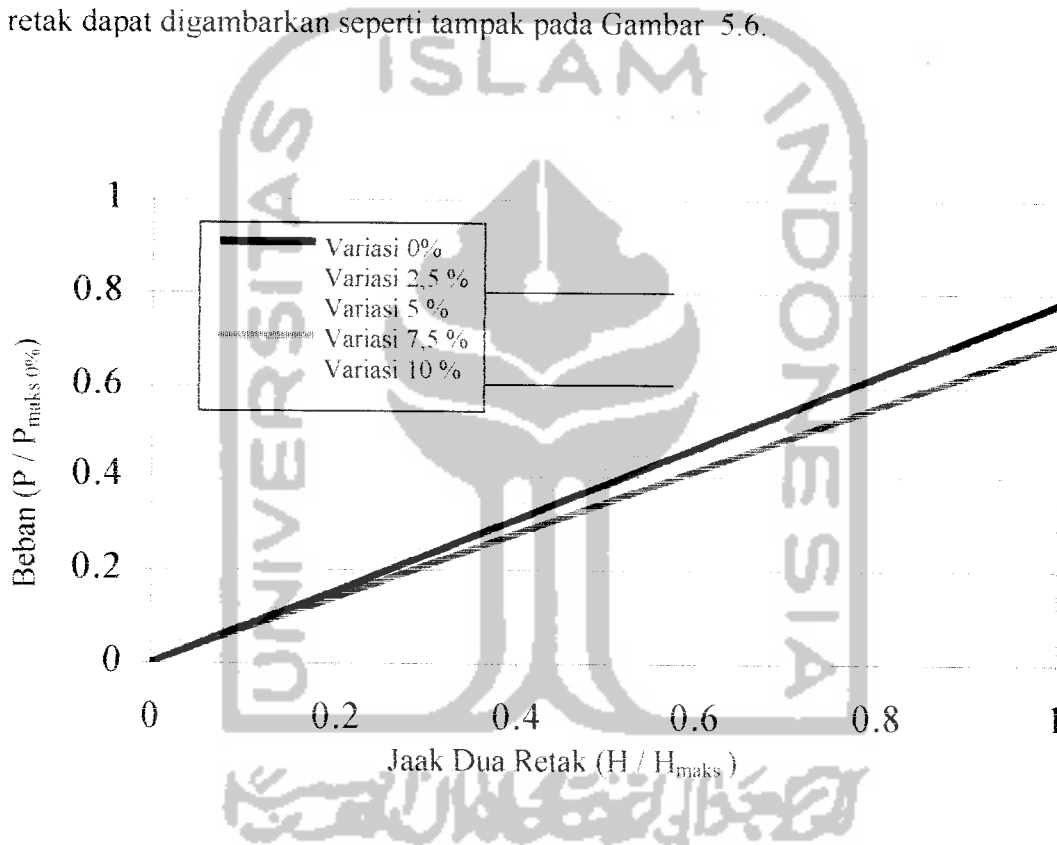


Gambar 5. 4 Grafik Bilinier Momen dan Kelengkungan

Dari hasil analisis momen dan kelengkungan didapatkan faktor kekakuan yang di sajikan pada Tabel 5.6 berikut:

3. Hubungan Beban dan Jarak Dua Retak

Dari gambar pola retak untuk balok beton bertulang dengan dan tanpa campuran tepung kaca dapat diketahui hubungan beban dan jarak dua retak. Jarak dua retak dari pola yang sama untuk masing-masing balok diukur dan dibandingkan dengan beban yang bekerja. Hasil hubungan antara beban dan jarak retak dapat digambarkan seperti tampak pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Beban dan Jarak Dua Retak

5.2 Pembahasan

5.2.1 Kandungan Silika Tepung Kaca

Dari data prosentase silika tepung kaca dapat dihitung perubahan jumlah senyawa kimia semen portland. Dengan membandingkan kandungan senyawa

kimia untuk semen portland jenis I dan semen dengan penambahan tepung kaca dapat diketahui adanya kenaikan/penurunan jumlah senyawa kimia semen. Hasil dari perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan data pada Tabel 2.2 dan ternyata penambahan tepung kaca 10% dari berat semen mengubah sifat semen portland dari jenis I menjadi jenis II.

5.2.2 Kuat Desak Beton

Dari beban (P) dan luas penampang (A) silinder beton, kuat desak yang terjadi dapat diketahui. Dengan membandingkan kuat desak silinder beton untuk variasi normal dengan variasi campuran akan didapatkan besarnya prosentase kenaikan/penurunan kuat desak sebagai berikut:

- a. silinder beton dengan variasi campuran tepung kaca 2,5 % dari berat semen mengalami kenaikan kuat desak sebesar 3,981 MPa atau naik 13,2 % ,
- b. silinder beton dengan variasi campuran tepung kaca 5 % dari berat semen mengalami kenaikan kuat desak sebesar 9,481 MPa atau naik 31,5 % ,
- c. silinder beton dengan variasi campuran tepung kaca 7,5 % dari berat semen mengalami kenaikan kuat desak sebesar 9,906 MPa atau naik 32,9 % , dan
- d. silinder beton dengan variasi campuran tepung kaca 10 % dari berat semen mengalami kenaikan kuat desak sebesar 11,69 MPa atau naik 38,8 % .

5.2.3 Kuat Tarik Baja

Dari uji tarik terhadap tulangan baja yang digunakan yaitu D_6 untuk tulangan sengkang, D_8 untuk tulangan baja desak, dan D_{12} untuk tulangan baja tarik dapat diketahui besarnya gaya (P) saat baja mengalami leleh. Tegangan leleh dihitung dengan cara membagi gaya (P) dengan luas penampang baja yang diuji.

5.2.4 Kuat Lentur Ditinjau dari Hubungan Beban dan Lendutan

Dari Tabel 5.4 dapat diamati dan dianalisis pengaruh tepung kaca terhadap kuat lentur balok dalam menahan beban, serta perilaku lendutan yang terjadi pada benda uji. Dari penelitian didapatkan hubungan beban (P) dan lendutan (Δ), dalam hal ini nilai kekakuan didapat dari $tg \alpha = P/\Delta$. Perbedaan perilaku kekakuan pada balok dengan dan tanpa variasi campuran secara umum tidak berbeda jauh.

Dengan membandingkan grafik beban dan lendutan balok variasi normal dengan campuran dapat diketahui besarnya nilai kekakuan. Grafik beban dan lendutan dianggap mempunyai kekakuan 100 %, sedangkan pada balok dengan variasi campuran kekakuan harus dibandingkan dengan grafik beban dan lendutan balok variasi normal. Dengan demikian diperoleh angka kenaikan/penurunan kuat sisa dan nilai kekakuan sebagai berikut:

- a. balok dengan variasi campuran tepung kaca 2,5 % dari berat semen mengalami kenaikan kapasitas sebesar 4,62 % atau mempunyai kapasitas sebesar 104,62 % dan kenaikan kekakuan sebesar 6,48 %,
- b. balok dengan variasi campuran tepung kaca 5 % dari berat semen mengalami kenaikan kapasitas sebesar 7,56 % atau mempunyai kapasitas sebesar 107,56 % dan kenaikan kekakuan sebesar 14,78 %,
- c. balok dengan variasi campuran tepung kaca 7,5 % dari berat semen mengalami kenaikan kapasitas sebesar 13,27 % atau mempunyai kapasitas 113,27 % dan kenaikan kekakuan sebesar 16,97 %, dan
- d. balok dengan variasi campuran tepung kaca 10 % dari berat semen mengalami kenaikan kuat sisa sebesar 15,97 % dengan atau mempunyai kapasitas sebesar 115,97 % dan kenaikan kekakuan sebesar 17,96 %.

5.2.5 Kuat Lentur Ditinjau dari Hubungan Momen dan Kelengkungan

Pada Gambar 5.4 terlihat grafik momen-kelengkungan teoritis lebih tinggi dari grafik hasil penelitian variasi normal, karena kuat tarik beton diperhitungkan dalam perhitungan secara teoritis.

Hubungan momen dan kelengkungan menunjukkan faktor kekakuan. Dalam hal ini didapat dari M/ϕ , faktor kekakuan pada balok dengan variasi campuran secara umum berbeda. Gambar 5.4 menunjukkan grafik M/ϕ yang diperoleh dari data percobaan di laboratorium.

Dengan membandingkan grafik momen kelengkungan balok variasi normal dengan campuran, dapat diketahui besarnya faktor kekakuan (%) seperti di sajikan dalam Tabel 5.6. Grafik momen-kelengkungan balok variasi normal dianggap mempunyai faktor kekakuan 100%, sedangkan untuk variasi campuran faktor kekakuan harus dibandingkan dengan grafik momen-kelengkungan balok variasi normal.

Dari Tabel 5.6 dapat dilihat terjadinya kenaikan momen dan faktor kekakuan untuk perhitungan secara teoritis dan dengan variasi campuran jika dibandingkan dengan balok beton normal. Hasil analisis dapat di jabarkan sebagai berikut:

- a. untuk perhitungan secara teoritis kenaikan momen 44,23 % dan kenaikan faktor kekakuan sebesar 73,62 %,
- b. balok dengan variasi campuran tepung kaca 2,5 % dari berat semen terjadi kenaikan momen sebesar 4,62 % dan kenaikan faktor kekakuan sebesar 14,68%,

- c. balok dengan variasi campuran tepung kaca 5 % dari berat semen terjadi kenaikan momen sebesar 12,31 % dan kenaikan faktor kekakuan sebesar 48,81%,
- d. balok dengan variasi campuran tepung kaca 7,5 % dari berat semen terjadi kenaikan momen sebesar 26,15 % dan kenaikan faktor kekakuan sebesar 91,56 %, dan
- e. balok dengan variasi campuran tepung kaca 10 % dari berat semen terjadi kenaikan momen sebesar 43,07 % dan kenaikan faktor kekakuan sebesar 122,15 %.

5.2.6 Kuat Lentur ditinjau dari Hubungan Beban dan Jarak Dua Retak

Dengan mengamati gambar pola retak yang terjadi pada balok beton bertulang baik dengan maupun tanpa campuran tepung kaca dapat diketahui data jarak dua retak (h), tinggi balok (H), gaya maksimum (P_{maks}), dan gaya yang bekerja (P). Hubungan antara $\frac{P}{P_{maks}}$ dan $\frac{h}{H_{maks}}$ dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 5.6. Jika dibandingkan dengan balok normal, jarak dua retak untuk balok variasi campuran semakin jauh.