

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Standart Test dan Spesifikasai Bahan

Dalam melaksanakan penelitian ini dilakukan pengujian terhadap bahan pembentuk campuran beton. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

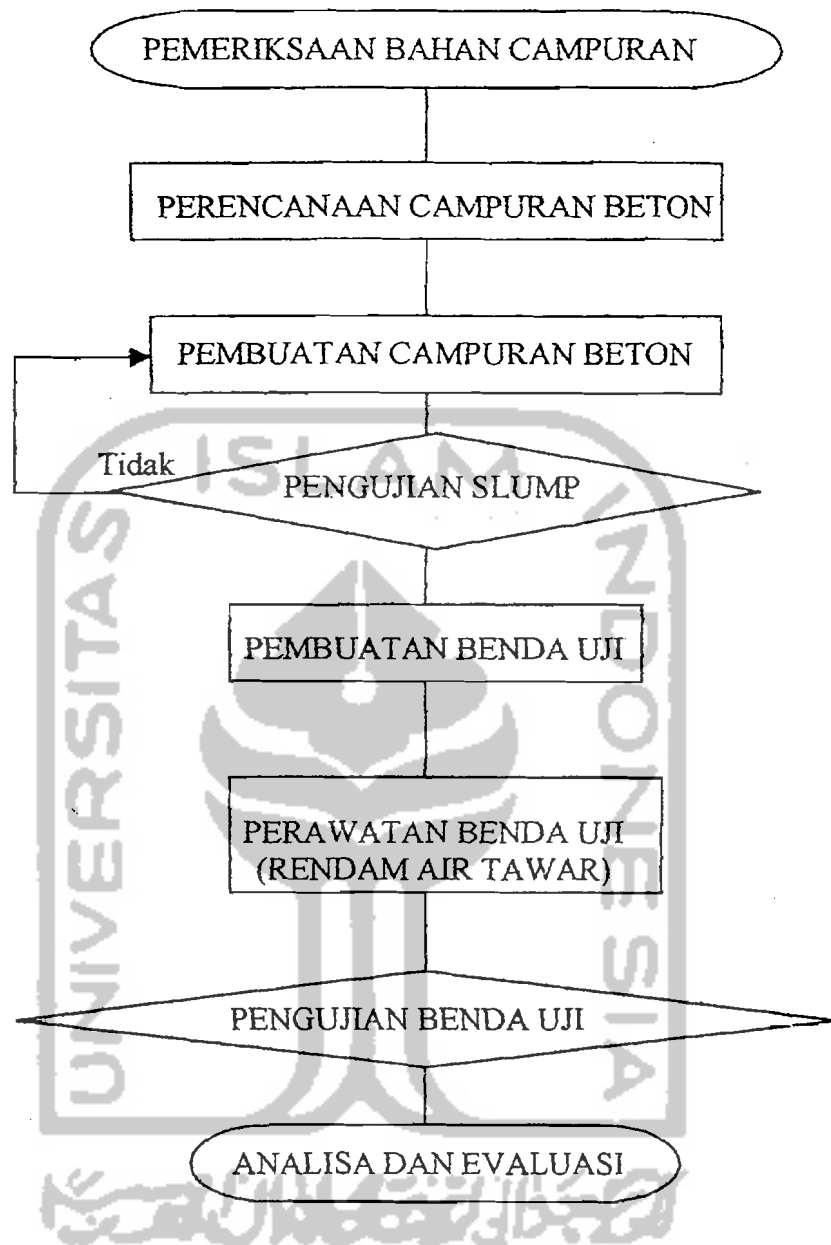
- a. Agregat halus yang diambil dari kali Progo
- b. agregat kasar dari Clereng
- c. Semen yang digunakan yaitu semen Gresik
- d. Abu terbang ("Fly Ash") diambil dari PLTU di Jawa Barat
- e. Tulangan diperoleh dari toko lokal

Untuk pengujian-pengujian yang dilakukan dan spesifikasi bahan untuk penelitian, digunakan standar tes dan spesifikasi yaitu :

- a. ACI ("American Concrete Institute")
- b. SK SNI T-15-1990-03

4.2. Prosedur Penelitian

Untuk menghasilkan suatu mutu beton yang baik, dalam pelaksanaan pembuatan harus melalui tahapan-tahapan tertentu. Tahapan-tahapan ini dibuat berdasarkan pada urutan pelaksanaan penelitian sehingga akan memudahkan dalam pelaksanaan penelitian yang dimulai dari pengujian bahan campuran sampai dengan pengujian benda yang akan diuji, adapun tahapan-tahapan tersebut secara terperinci akan dibuat bagan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Alur Rencana Kerja Penelitian

4.3. Persiapan dan Pemeriksaan Bahan Campuran

Pemeriksaan bahan untuk beton pada umumnya dilakukan pada agregatnya. Agregat yang ada di alam ini tidak serba sama, data-data agregat tentunya berlainan. Dari dasar diatas pemeriksaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis agregat halus
2. Analisa saringan dan modulus halus butir agregat halus
3. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus
4. Disamping agregat juga diteliti tegangan leleh pada tulangan

4.4. Perencanaan Campuran Beton

Setelah dilakukan persiapan dan pemeriksaan bahan campuran, maka selanjutnya dilakukan tahap perencanaan campuran beton. Seperti yang telah diutarakan bahwa dalam perencanaan campuran beton pada penelitian ini digunakan metode ACI ("American Concrete Institute"), langkah-langkah yang ditempuh adalah seperti yang tercantum pada Bab III dengan menggunakan tabel 3.4. sampai 3.10. dan persamaan 3.2. sampai dengan persamaan 3.7.

4.4.1. Perhitungan Campuran Beton

Data bahan susun beton adalah sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| a. Diameter maksimum agregat kasar | = 40 mm |
| b. Kekuatan semen ($\sigma'c$) | = 500 kg/cm ² |
| c. Modulus halus pasir | = 2,99 |
| d. Berat jenis pasir | = 2,67 T/m ³ |
| e. Berat jenis kerikil | = 2,86 T/m ³ |
| f. Berat jenis kerikil tusuk | = 1,53 T/m ³ |
| g. Berat jenis semen | = 3,150 T/m ³ |
| h. $f'c$ | = 22,5 Mpa |

Campuran beton yang dibuat dengan $f'c=22,5$ Mpa, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat desak rata-rata berdasarkan kuat desak yang direncanakan dan nilai margin, menurut tabel 3.4.

$$f'c = 22,5 \text{ Mpa} = \frac{22,5}{6,9} \times 1000 = 3260,87 \text{ psi}$$

$$f'cr = f'c + 1200 = 3260,87 + 1200 = 4460,87 \text{ psi} = 30,78 \text{ Mpa}$$

2. Menetapkan faktor air semen, berdasarkan tabel 3.5. untuk $f'_{cr} = 30,78$ Mpa diambil nilai $f_{as} = 0,4287$ (interpolasi). Berdasarkan tabel 3.6. untuk beton terlindung dari hujan dan terik matahari langsung didapat nilai $f_{as} = 0,6$.

Dari kedua nilai f_{as} tersebut diambil nilai f_{as} terkecil, maka nilai f_{as} adalah 0,4287

3. Menentukan nilai Slump

Berdasarkan tabel 3.7. untuk jenis struktur plat, balok, kolom dan dinding didapat nilai slump = 7,5 – 15 cm. Dipakai nilai slump 7,5 – 10 cm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Berdasarkan tabel 3.9. untuk nilai slump = 7,5 – 10 cm dan agregat maksimum = 40 mm didapat kebutuhan air = 177 lt dan udara terperangkap 1 % atau jumlah volume padat udara terperangkap $0,01 \text{ m}^3$

5. Menghitung kebutuhan semen

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Berat air}}{f_{as}} = \frac{177}{0,4287} = 412,8761 \text{ kg} = 0,4128761 \text{ ton}$$

$$\text{Volume semen} = \frac{\text{Berat semen}}{\text{Bj. semen}} = \frac{0,4128761}{3,15} = 0,131072 \text{ m}^3$$

6. Menentukan volume agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan tabel 3.10., untuk diameter maksimum agregat = 40 mm dan modulus halus pasir = 2,99, pada B_j kerikil = 2,68 didapat, vol kerikil curah (v_{kc}) = 0,701 (interpolasi)

Untuk B_j krk = 2,86 maka :

$$v_{kc} = \frac{2,86}{2,68} \times 0,701 = 0,7481 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat kasar} &= v_{kc} \times B_j \text{ krk kering tusuk} \\ &= 0,7481 \times 1,53 \\ &= 1,1446 \text{ T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume padat kerikil (V}_k) &= \text{Berat} : B_j \text{ kerikil} \\ &= 1,1446 : 2,86 \\ &= 0,4002 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

7. Menghitung volume pasir

a. Vol. beton tanpa pasir

$$V_{btp} = V_a + V_s + V_k + V_v = 0,177 + 0,131072 + 0,4002 + 0,01 \\ = 0,71827 \text{ m}^3$$

b. Vol pasir (V_p) = $1 - V_{btp} = 1 - 0,71827 = 0,28173 \text{ m}^3$

c. Berat pasir = $V_p \times b_j \text{ pasir} = 0,28173 \times 2,67 = 0,752219 \text{ m}^3$

8. Kebutuhan material dalam tiap cetakan silinder beton

Digunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, maka volume silinder adalah $\frac{1}{4} \pi (0,15)^2 \cdot (0,30) = 0,0053 \text{ m}^3$

Kebutuhan material dibuat 115 % atau 1,15 dengan pertimbangan kemungkinan

Kehilangan pada proses pencampuran sebesar 15 %

Semen = $412,8761 \times 1,15 \times 0,0053 = 2,5165 \text{ kg}$

Pasir = $752,219 \times 1,15 \times 0,0053 = 4,5848 \text{ kg}$

Kerikil = $1144,6 \times 1,15 \times 0,0053 = 6,9763 \text{ kg}$

Air = $177 \times 1,15 \times 0,0053 = 1,0788 \text{ lt}$

9. Menentukan kebutuhan "Fly Ash" tiap cetakan silinder

"Fly Ash" digunakan sebagai substitusi terhadap semen, besarnya semen yang dikurangi sama dengan besarnya "Fly Ash" yang diberikan.

a. Kebutuhan "Fly Ash"

- Penggunaan "Fly Ash" sebesar 2,5 %

$$2,5 \% \times 2,5165 = 0,0629 \text{ kg}$$

- Penggunaan "Fly Ash" sebesar 7,5 %

$$7,5 \% \times 2,5165 = 0,1887 \text{ kg}$$

- Penggunaan "Fly Ash" sebesar 12,5 %

$$12,5 \% \times 2,5165 = 0,3146 \text{ kg}$$

- Penggunaan "Fly Ash" sebesar 17,5%

$$17,5 \% \times 2,5165 = 0,4404 \text{ kg}$$

- Penggunaan "Fly Ash" sebesar 22,5%

$$22,5 \% \times 2,5165 = 0,5662 \text{ kg}$$

Tabel 4.1. Kebutuhan bahan campuran beton dalam tiap cetakan silinder

%	Semen (Kg)	Abu Terbang (kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Air (lt)
0	2,5165	-	4,5848	6,9763	1,0788
2,5	2,4536	0,0629	4,5848	6,9763	1,0788
7,5	2,3278	0,1887	4,5848	6,9763	1,0788
12,5	2,2019	0,3146	4,5848	6,9763	1,0788
17,5	2,0761	0,4404	4,5848	6,9763	1,0788
22,5	1,9503	0,5662	4,5848	6,9763	1,0788

4.4.2. Perhitungan Tulangan

Dalam perhitungan tulangan yang digunakan maka dilakukan sesuai dengan uraian pada Bab III dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.8. dan 3.9., sampel yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Diasumsikan :

- $\rho_s = 2,0 \%$
- $\rho_l = 2,5 \%$
- Diameter beton dalam = 12 cm
- Tulangan sengkang digunakan ϕ 6 mm

Perhitungan tulangannya sebagai berikut :

- Perhitungan Keliling sengkang(k):

$$k = \pi \cdot 12 = 37,7 \text{ cm}$$

- Luas sengkang (As) :

$$As = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,6)^2 = 0,2827 \text{ cm}^2$$

- Menentukan Volume sengkang :

$$Vs = k \cdot As = 37,7 \cdot 0,2827 = 10,6594 \text{ cm}^3$$

- Menentukan besarnya Volume beton (Vb) :

Rasio antara Volume sengkang dengan Volume beton (ρ_s) = 2,0%

$$\rho_s = \frac{Vs}{Vb} = 2,0 \% \rightarrow Vb = \frac{10,6594}{0,02} = 532,9712 \text{ cm}^3$$

Perhitungan jarak antar sengkang (S_h) :

$$V_b = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot S_h \rightarrow \frac{1}{4} \pi \cdot (12)^2 \cdot S_h = 532,9712 \text{ cm}^3$$

$$S_h = 4,7125 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$$

Maka digunakan jarak antar sengkang (S_h) = 5 cm

5. Dengan $S_h = 5$ cm, maka :

$$V_b = \frac{1}{4} \pi \cdot (12)^2 \cdot 5 = 565,4867 \text{ cm}^3$$

$$\text{Sehingga : } \rho_s = \frac{V_s}{V_b} = \frac{10,6594}{565,4867} \times 100 \% = 1,88 \%$$

- Untuk Tulangan memanjang :

a. Diketahui $\rho_l = 2,5 \%$

b. Diameter beton dalam = 12 cm dan tinggi (S) = 27 cm

c. Menghitung Volume beton (V_b) = $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot S = \frac{1}{4} \pi \cdot (12)^2 \cdot 27 = 3053,63 \text{ cm}^3$

d. Jika digunakan tulangan memanjang sebanyak $n = 6$ buah, maka Volume tulangan (V_t) = $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot n \cdot S = \frac{1}{4} \pi \cdot (d)^2 \cdot 6 \cdot 27 = 127,235 d^2$

e. Dengan menggunakan rumus :

$$\rho_l = \frac{V_t}{V_b} = 2,5 \%$$

Maka :

$$\frac{127,235 d^2}{3053,63} = 2,5 \% \rightarrow d^2 = \frac{2,5 \% \times 3053,63}{127,235}$$

$$d = 0,77 \text{ cm} \approx 0,8 \text{ cm}$$

Karena digunakan tulangan dengan diameter 8 mm maka :

$$V_t = 141,372 d^2 = 141,372 (0,8)^2 = 90,4781 \text{ cm}^3$$

Sehingga :

$$\rho_l = \frac{V_t}{V_b} \times 100 \% = \frac{90,4781}{3053,63} \times 100 \% = 2,96 \%$$

4.5. Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada SKSNI.T-28-1991-03 tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton. Cara pembuatan

campuran beton dimulai dari persiapan bahan dan alat. Peralatan yang digunakan antara lain :

- a. Ayakan pasir
- b. Timbangan besar dan kecil
- c. Mesin pengaduk
- d. Kerucut Abram, penumbuk dan penggaris
- e. Ember, cetok dan alat pengangkut
- f. Kaliper, penggaris
- g. Alas untuk membuat adukan beton
- h. Alat uji desak
- i. Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Setelah bahan dan alat yang digunakan disediakan, maka dimulai dengan pasir, kerikil, semen, fly ash dan air ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan. Mesin aduk dihidupkan, molen diisi dengan air secukupnya untuk membasahi lapisan dalam molen. Agregat kasar (batu pecah) dan sejumlah air dimasukkan ke dalam molen. Agregat halus dan semen dimasukkan ke dalam molen setelah air dan kerikil bercampur. Air yang masih ada dimasukkan sedikit-sedikit sambil diawasi secara cermat.

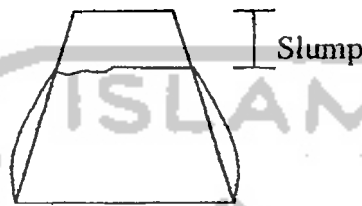
Adukan beton diuji nilai slumpnya, jika nilai slump belum sesuai dengan rencana, adukan beton diolah lagi agar sesuai dengan rencana. Campuran yang menggunakan fly ash, maka sebelumnya fly ash dan semen dicampur terlebih dahulu pada tempat tersendiri sehingga didapat campuran yang merata, pengadukan dilakukan sampai diperoleh adukan yang seragam.

4.6. Pengujian slump

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut Abram, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat Workabilitas (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Tabung kerucut Abrams bagian dalam dibasahi dan disiapkan diatas plat baja. Beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut, setiap 1/3 volumenya ditusuk-tusuk 25 kali dengan penumbuk baja sampai

penuh. Beton diratakan permukaannya dan didiamkan selama 0,5 menit. Corong kerucut diangkat pelan-pelan secara vertikal tanpa ada gaya horisontal.

Tabung kerucut diletakkan disebelahnya. Penurunan adukan beton diukur dengan menarik garis horisontal setinggi kerucut, pengukuran jarak dilakukan dari garis sampai ke adukan beton paling atas. Nilai yang didapat merupakan nilai slump, penggambaran dari pengujian nilai slump adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2. Pengujian nilai slump

4.7. Pembuatan benda uji

Pada penelitian ini digunakan cetakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Beton yang dirancang dengan komposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang telah direncanakan. Cetakan silinder dibersihkan dan diolesi oli sebagai pelumas serta kuncinya dikencangkan. Adukan beton dimasukkan kedalam cetakan dengan cetok secara bertahap. Adukan beton dalam cetakan ditusuk-tusuk dengan tongkat baja sampai cetakan penuh. Ratakan permukaannya dan ketuk-ketuk dengan palu kayu, cetakan diletakkan pada tempat yang permukaannya rata, keras, bebas dari getaran dan gangguan lainnya . Pelepasan benda uji dari cetakan dilakukan setelah 20 jam dan tidak lewat dari 48 jam. Benda uji diberi kode pembuatan dan tanggal pengujian. Adapun pembuatan benda uji yang dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

a. Pada hari pertama

Sampel yang dibuat adalah untuk 10 sampel campuran beton dengan "Fly Ash" sebesar 2,5% tanpa tulangan, masing-masing 5 sampel campuran beton dengan "Fly Ash" sebesar 2,5% dan 7,5% dengan diberi tulangan



b. Pada hari kedua

Pada hari kedua dibuat masing-masing 10 sampel untuk campuran beton dengan “fly Ash” sebesar 7,5% dan 12,5% tanpa diberi tulangan

c. Pada hari ketiga

Hari ketiga pembuatan sampel dilakukan masing-masing 5 sampel untuk campuran beton dengan “Fly Ash” sebesar 12,5% dan 17,5% dengan diberi tulangan dan 10 sampel untuk campuran beton dengan “Fly Ash” sebesar 17,5% tanpa tulangan

d. Pada hari keempat

Pembuatan 10 sampel untuk campuran beton dengan “Fly Ash” sebesar 22,5% tanpa tulangan dan 5 sampel untuk campuran beton dengan “Fly Ash” sebesar 22,5% dengan diberi tulangan

e. Pada hari kelima

Pada hari kelima dibuat 10 sampel untuk campuran beton normal tanpa diberi “fly Ash”.

Untuk seluruh sampel setelah dikeluarkan dari silinder maka dimasukkan kedalam air tawar selama 28 hari untuk selanjutnya sampel tersebut akan diuji.

4.8. Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton yang telah dibuat, dilakukan pengujian desak dengan menggunakan alat uji desak yang berada laboratorium Mekanika Bahan, PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban tekan pada benda uji silinder. Setiap kenaikan beban 1 ton angka pada deal dicatat perubahannya.

4.9. Analisa dan Evaluasi

Pada analisa dan evaluasi diamati tentang hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan baik kekuatan tekan beton maupun regangan yang terjadi pada beton yang diuji tersebut.

4.9.1. Kekuatan Desak Beton

Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh perbandingan campuran, kemampuan, homoginitas campuran dan kuat ikat pada pasta semen. Kuat desak beton dapat diketahui dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma' b = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan:

$\sigma' b$ = kuat desak beton (Kg/cm^2)

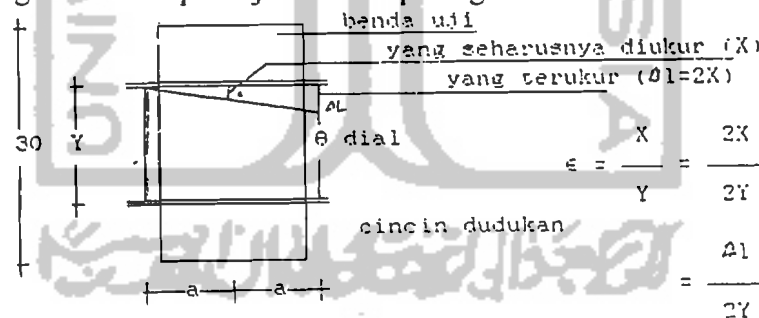
P = beban yang mampu ditahan (kg)

A = luas permukaan (cm^2)

4.9.2. Regangan Beton

Regangan beton diperoleh dari perubahan panjang dibagi dengan panjang awal.

Analisa regangan beton dapat dijelaskan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.3. Analisa Regangan Beton

Panjang awal diukur antara dudukan dial atas dan bawah sebesar Y . Perubahan panjang yang sebenarnya diukur pada sumbu benda uji sebesar X . Pemasangan dial diletakkan pada sisi luar benda uji simetris dengan per pengunci. Nilai perubahan panjang yang terukur pada dial sebesar $\Delta l = 2X$. Rumus regangan beton menjadi $\Delta l / 2Y$.

4.9.3. Hitungan Regresi Polinomial

Hitungan regresi polinomial dilakukan untuk digunakan dalam menggambar diagram tegangan regangan hasil penelitian yang dilakukan, adapun bentuk dari regresi polinomial tersebut terdapat pada persamaan 3.11 sampai dengan 3.14.

4.9.4. Penggambaran Diagram Tegangan Regangan

Penggambaran diagram tegangan regangan yang akan digunakan dalam perhitungan implikasinya terhadap blok tegangan desak dari masing-masing penelitian dengan menggunakan persamaan – persamaan sebagai berikut yaitu untuk hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.15, Kent & Park menggunakan persamaan 2.10 sampai dengan 2.15, Hognestad menggunakan persamaan 3.16, sedangkan Farah & Huggins dengan menggunakan persamaan 3.17.

4.9.5. Besarnya Nilai – nilai dalam Blok Tegangan Desak

Nilai – nilai dalam blok tegangan desak dari keempat diagram tegangan regangan desak beton tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan – persamaan yaitu dalam menentukan besarnya momen nominal yang terjadi digunakan persamaan 3.19 sampai 3.14, besarnya ratio momen nominal digunakan persamaan 3.23 sampai 3.25, nilai Alpha dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3.27 dan nilai Beta dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3.28.