

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah suatu komposisi campuran yang terdiri dari semen portland, agregat kasar dan halus, air dan dengan atau tanpa bahan tambah yang semuanya dicampur bersama-sama dengan perbandingan tertentu.[3] Campuran bahan-bahan tersebut akan menghasilkan campuran yang plastis sehingga dapat dituangkan kedalam cetakan dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Dengan terjadinya proses hidrasi antara semen portland dengan air, maka campuran tersebut akan mengeras. Agregat kasar dan agregat halus tidak mengalami proses hidrasi, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat oleh semen setelah proses pengerasan.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasar pembentuknya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan, cara pengerjaan selama penuangan beton, dan cara perawatan selama proses pengerasan.

Campuran beton yang baik harus memenuhi faktor sebagai berikut :[5]

1. kekuatan ("*strength*") desak tinggi, sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (mempunyai kuat tarik tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat struktur berat,
2. tahan lama ("*durability*"), yakni sifat tahan terhadap pengkaratan /pembusukan oleh kondisi lingkungan,
3. kemudahan pengerjaan ("*workability*"), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan maupun sifat-sifat bahan itu secara bersama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton antara lain :^[5]

1. jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan, makin banyak air yang dipakai makin mudah beton dikerjakan, tetapi mengurangi kekuatannya,
2. penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap,
3. gradasi campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan sehingga adukan beton mudah dikerjakan,
4. pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempengaruhi cara pengerjaan dan kekuatan beton,
5. pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai, juga berpengaruh pada tingkat kemudahan pengerjaan,

6. cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila dilakukan dengan alat penggetar maka diperlukan tingkat keenceran yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Beton mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi sedangkan kuat tariknya sangat kecil dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tarik beton berkisar 9%-15% dari kuat tekannya.[4] Pada penggunaan sebagai komponen struktur bangunan, umumnya beton diperkuat dengan baja tulangan sebagai bahan yang dapat bekerja sama, mampu membantu kelemahan beton, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana baja tulangan berfungsi menahan gaya tarik, sedangkan beton diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton dengan hubungan kerja sama seperti itu disebut sebagai beton bertulang. Dalam perkembangannya, didasarkan pada tujuan peningkatan kemampuan kekuatan komponen, sering juga dijumpai beton dan tulangan baja bersama-sama ditempatkan pada bagian struktur dimana keduanya menahan gaya tekan.

Kerja sama antara bahan beton dan baja tulangan hanya terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan :[4]

1. lekatan sempurna antara batang baja tulangan dengan beton keras yang membungkusnya sehingga tidak terjadi penggelinciran diantara keduanya,

2. beton yang mengelilingi batang baja tulangan bersifat kedap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadinya karat baja,
3. angka muai kedua bahan hampir sama, dimana untuk setiap kenaikan suhu satu derajat celcius angka muai beton 0,000010-0,000013 sedangkan baja 0,000012, sehingga tegangan yang timbul karena perbedaan nilai dapat diabaikan,

Bahan-bahan susun yang digunakan dalam pembuatan adukan beton pada penelitian ini sebagai berikut.

2.1.1 Semen

Semen secara umum dapat digambarkan sebagai material dengan sifat lekat dan kohesif, membuatnya dapat mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi satu kesatuan yang padat. Semen yang dipakai dalam pembuatan beton mempunyai sifat dapat terbentuk dan mengeras apabila bercampur dengan air melalui reaksi kimia, sehingga disebut semen hidrolis.

Semen portland untuk pertama kalinya diproduksi tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, yaitu dengan memanaskan suatu campuran calcareous seperti limestone atau chalk, material argillaceous, silica dan aluminium yang terdapat pada tanah liat atau *shale* sampai mencapai suatu suhu yang tinggi untuk menghasilkan gas asam karbon. Setelah meleleh kemudian didinginkan, dan dengan ditambahkan sejumlah gips maka akan dihasilkan semen portland.

Pencampuran dan peleburan bahan dasar semen dapat dilakukan baik dalam air maupun dalam kondisi kering yang dikenal sebagai proses basah dan proses kering. Bahan campuran utama dalam semen portland adalah sebagai berikut ini. [1]

1. Tricalcium Silicate $(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ -----> C3S
2. Dicalcium Silicate $(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ -----> C2S
3. Tricalcium Aluminate $(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$ -----> C3A
4. Tetracalcium Aluminoferrite $(4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$ ---> C4AF

Umumnya prosentase masing-masing bahan tersebut adalah sekitar 70, 35, 15, dan 15 persen. Bahan-bahan silikat C3S dan C2S adalah bahan terpenting yang berpengaruh terhadap kekuatan hidrasi dari pasta semen.

Pasta semen adalah hasil dari reaksi antara semen dengan air, dengan adanya air, maka bahan-bahan silikat dan aluminium dari semen portland terhidrasi membentuk suatu masa yang kuat dan padat. Jadi jelaslah bahwa semen tidak mengeras karena pengeringan akan tetapi karena reaksi hidrasi kimia. Oleh karena itu beton harus tetap basah untuk menjamin pengerasan yang baik.

Waktu pengikatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk perubahan bentuk semen dari cair menjadi bentuk padat yang keras. Pengikatan itu terutama disebabkan oleh hidrasi C3S dan C2S serta diikuti oleh kenaikan temperatur dalam pasta semen.

Pengikatan awal ditandai dengan kenaikan temperatur yang cepat sedangkan pengikatan akhir berhubungan dengan

temperatur puncak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah:

- a. kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan makin cepat waktu pengikatannya,
- b. Jumlah air, pengikatan semen akan semakin cepat bila jumlah air berkurang,
- c. temperatur, waktu pengikatan akan semakin cepat bila temperatur tinggi,
- d. penambahan zat kimia tertentu.

Dalam hal kecepatan dan perkembangan kekuatannya, jenis-jenis semen dapat dibedakan menjadi tiga kelas:[7]

1. kelas A : Semen dengan kekuatan awal yang normal.
2. kelas B : Semen dengan kekuatan awal tinggi.
3. kelas C : Semen dengan kekuatan awal sangat tinggi.

Dengan berdasarkan penggolongan kelas semen diatas, maka jenis-jenis semen dapat diklasifikasikan lagi seperti pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Klasifikasi Semen [7]

JENIS SEMEN	KELAS			WARNA
	A	B	C	
Semen Portland	*	*	*	Abu-abu Abu-abu Putih
Semen Portland Abu Terbang	*			
Semen Portland Putih			*	

2.1.2 Agregat

Agregat dalam beton terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang menempati sekitar tiga perempat bagian dari volume beton, sebab agregat berperan penting dalam suatu campuran beton. Agregat tidak hanya mempengaruhi kekuatan tetapi, juga berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekompakan struktural dari beton tersebut.

Agregat dapat terjadi dari proses pelapukan dan abrasi atau dengan cara pemecahan dari batuan. Dengan demikian sifat agregat banyak terpengaruh dari sifat bahan asalnya, seperti sifat kimia, komposisi mineral, berat jenis, kekerasan, struktur pori, warna dan lain-lain. Disamping itu karena proses pelapukan, abrasi, atau pemecahan tersebut, maka ada sifat lain yang tidak terdapat pada batuan asalnya, yaitu bentuk dan ukuran partikel, kehalusan permukaan (*surface texture*), dan penyerapan air.

Klasifikasi agregat secara umum adalah mengenai bentuk dan ukuran agregat. Agregat terdiri dari agregat alam yang berbentuk bulat dan agregat batu pecah yang runcing. Bentuk agregat bulat akibat dari kekuatan dan ketahanan terhadap abrasi dari batuan asal. Dalam kasus agregat batu pecah, bentuknya tergantung batuan asal, tipe pemecah batu dan rasio pengurangannya, yaitu rasio yang akan dihasilkan oleh pemecah batu tersebut.

Klasifikasi dalam ukuran dapat dipisahkan dalam dua bagian besar, yaitu agregat halus (pasir) yang mempunyai

ukuran kurang dari 5 mm dan agregat kasar (kerikil) yang memiliki ukuran antara 5 mm hingga 40 mm.

Bentuk dan kehalusan permukaan agregat akan mempengaruhi besarnya kekuatan beton, khususnya untuk beton mutu tinggi dimana kekuatan lentur lebih berpengaruh dari kekuatan tekan. Permukaan yang lebih kasar mengakibatkan gaya adhesi atau ikatan antara partikel dengan semen akan semakin kuat. Demikian pula, semakin luas permukaan dan lebih angular agregat menghasilkan ikatan yang lebih kuat.

2.1.3 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pelaksanaan beton. Untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan dengan kekuatan yang memenuhi syarat, harus diperhatikan perbandingan antar jumlah air dan semennya. Selain dari jumlahnya, kualitas air harus diperhatikan pula, karena kotoran yang ada didalamnya akan mengganggu pengikatan semen dan dapat menyebabkan pengurangan kekuatan.

Hal-hal yang penting dalam pemilihan air antara lain kejernihannya, apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh digunakan. Di samping pemeriksaan visual, harus diamati pula, bahwa air itu tidak mengandung bahan-bahan perusak. Contohnya fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis atau garam-garam.[1] Penelitian semacam ini harus dilakukan di laboratorium kimia.

Selain digunakan untuk pengikatan beton, air diguna-

kan pula sebagai perawatan sesudah beton dituang, yaitu dengan membasahi terus menerus atau dengan merendamnya.

Air yang digunakan dalam pembuatan dan perawatan beton harus memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan, misalnya tingkat keasamannya (pH) tidak boleh melebihi 6, dan juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur.

2.1.4 Baja Tulangan

Sifat fisik baja tulangan yang paling penting digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang ialah tegangan luluh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s). Tegangan luluh (titik luluh) baja ditentukan melalui prosedur pengujian standar dengan ketentuan bahwa tegangan luluh adalah tegangan baja pada saat mana meningkatnya regangan tidak disertai lagi dengan peningkatan tegangannya.^{4]} Di dalam perencanaan atau analisis beton bertulang umumnya nilai tegangan luluh baja tulangan diketahui atau ditentukan pada awal perhitungan.

Di samping usaha standarisasi yang telah dilakukan oleh masing-masing negara produsen baja kebanyakan produksi baja tulangan beton dewasa ini masih berorientasi pada spesifikasi teknik yang ditetapkan ASTM. Di Indonesia produksi baja tulangan dan baja struktur telah diatur sesuai dengan Standar Industri Indonesia.

Modulus elastisitas baja tulangan ditentukan berdasarkan kemiringan awal kurva tegangan-regangan didaerah elastik dimana analisa mutu baja yang satu dengan lainnya

tidak banyak bervariasi. SK SNI T-15-1991-03 menentukan nilai modulus elastisitas baja (E_s) adalah 200000 MPa.

2.2 Kuat Lentur Balok Persegi

Pada suatu komposisi tertentu balok menahan beban sedemikian hingga regangan tekan beton maksimum (ϵ'_b maksimum) mencapai 0,003 sedangkan regangan baja tarik tulangan mencapai regangan luluh ϵ_y . Apabila hal demikian terjadi, penampang dinamakan mencapai keseimbangan regangan, atau disebut penampang seimbang^[2]. Dengan demikian berarti bahwa untuk suatu komposisi beton dengan jumlah baja tertentu akan memberikan keadaan hancur tertentu pula.

Kuat lentur suatu balok beton tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan-regangan dalam yang timbul didalam balok pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Seperti terlihat pada gambar 2.1, N_D adalah resultante gaya tekan dalam, merupakan resultante seluruh gaya tekan pada daerah di atas garis netral, sedangkan N_T adalah resultante gaya tarik dalam, merupakan jumlah seluruh gaya tarik yang diperhitungkan untuk daerah dibawah garis netral. Kedua gaya ini arah garis kerjanya sejajar, sama besar tetapi berlawanan arah dan dipisahkan dengan jarak z sehingga membentuk kopel momen tahanan dalam dimana nilai maksimumnya disebut sebagai kuat lentur atau momen tahanan penampang komponen struktur terlentur.

tiap kelebihan 1

eh diambil kurva

entur Bertulan,

ok penampang pe

rtentu yang ha

lebar balok,

erlu diketahui

t didapatk

r ketiganya

(M_R) untu

atakan be

nyai M_R

Untuk

batas-)

n tekn

sebag

50 mm,

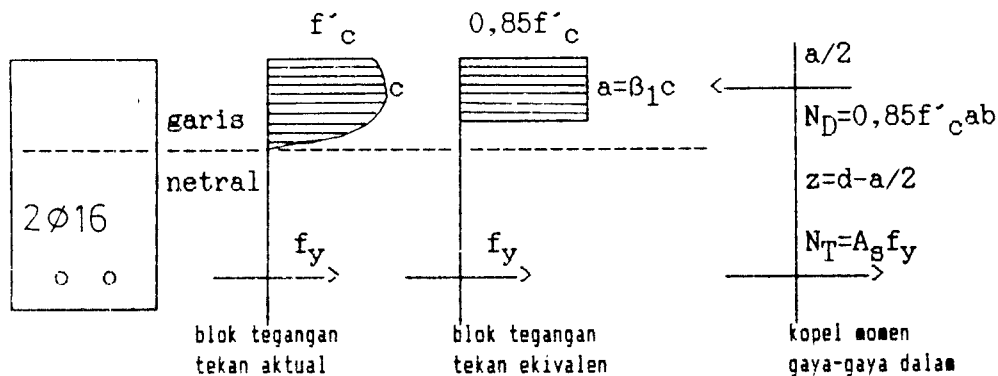
a tulan

cm^2 (di

a K_{175}

Digune

baja



Gambar 2.1. Blok tegangan ekuivalen Whitney [4]

SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.2. ayat 7 menetapkan

usulan Whitney bentuk persegi panjang sebagai distribusi

tegangan beton tekan ekuivalen yang mendefinisikan sebagai

berikut:

1. tegangan beton sebesar $0,85 f'_c$ harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = \beta_1 c$ dari serat dengan regangan tekan maksimum.
2. jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut.
3. faktor β_1 harus diambil sebesar 0,85 untuk berat tekan beton f'_c hingga atau sama dengan 30 Mpa, untuk kekuatan diatas 30 MPa. β_1 harus direduksi secara menerus

sebesar 0,008 untuk setiap kelebihan 1 Mpa diatas 30 Mpa, tetapi β_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

2.3 Perencanaan Balok Terlentur Bertulangan Tarik

Dalam perencanaan balok penampang persegi terlentur, selain untuk f_y dan f'_c tertentu yang harus ditetapkan lebih lanjut adalah dimensi lebar balok, tinggi balok dan luas penampang tulangan. Perlu diketahui bahwa tiga besaran perencanaan tersebut didapatkan banyak sekali kemungkinan kombinasi antar ketiganya yang dapat memenuhi kebutuhan kapasitas momen (M_R) untuk penggunaan tertentu. Secara teoritis dapat dikatakan bahwa balok lebar tetapi pendek kemungkinan mempunyai M_R yang sama dengan balok sempit tetapi tinggi. Untuk menentukan nilai-nilai tersebut dipengaruhi oleh batas-batas ketentuan peraturan disamping juga pertimbangan teknis pelaksanaannya.

Perhitungan benda uji sebagai berikut.

Balok persegi dengan $b = 150$ mm, $d = 210$ mm, $L = 1000$ mm. Dari hasil kuat tarik baja tulangan didapat tegangan luluh rata-rata = $3248,17$ kg/cm² (dikonversikan menjadi $f_y = 324,8$ MPa), mutu beton K₁₇₅ (dikonversikan $f'_c = 175 \cdot 0,83/10 = 14,525$ MPa. Digunakan Tulangan sebelah 2 $\phi 16$ ($A_s = 401,92$ mm²).

Penyelesaian:

anggapan bahwa tulangan baja telah mencapai regangan luluh.

$$f_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{324,8} = 0,0043$$

$$f = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{150 \cdot 210} = 0,127 > f_{\min}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{401,92 \cdot 324,82}{0,85 \cdot 14,525 \cdot 150} = 70,49 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(210 - \frac{70,49}{2} \right) = 174,75 \text{ mm}$$

Berdasarkan pada gaya tekan beton

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 14,525 \cdot 70,49 \cdot 150 \cdot 174,75 \cdot 10^{-6} \\ &= 22,81 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan pada gaya tarik tulangan baja

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot z \\ &= 401,92 \cdot 324,8 \cdot 174,75 \cdot 10^{-6} \\ &= 22,81 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Menentukan letak garis netral penampang adalah sebagai berikut: $a = \beta_1 \cdot c$, $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c = 14,525 \text{ MPa}$

$$\text{maka, } c = \frac{a}{0,85} = \frac{70,49}{0,85} = 82,93 \text{ mm}$$

dengan menggunakan segitiga sebangun pada diagram dicari regangan yang terjadi dalam tulangan baja tarik bila regangan beton mencapai 0,003.

$$\frac{0,003}{c} = \frac{\epsilon_s}{(d-c)}$$

$$\text{jadi, } \epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \cdot 0,003 = \frac{(210 - 82,93)}{82,93} \cdot 0,003 = 0,0045$$

regangan luluh tulangan baja :

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{324,8}{200000} = 0,0016$$

$\epsilon_s = 0,0045 > \epsilon_y = 0,0016$, jadi anggapan itu benar.

$$M_R = \phi M_n \\ = 0,8 \cdot 22,812 = 18,2496 \text{ kNm.}$$

$$M_R = 0,175 \cdot P \\ 0,175P = 18,2496$$

$$P = 104,28 \text{ kN} = 10629,88 \text{ kg}$$

didapat beban maksimum $P = 10630 \text{ kg}$

2.4 Perilaku Lentur Pada Pembebanan

Balok-balok beton murni (tanpa tulangan) tidak efisien sebagai batang-batang lentur karena kekuatan tarik pada lentur adalah sangat kecil dibandingkan kekuatan tekannya. Sebagai akibatnya, balok tersebut mengalami kegagalan pada sisi tariknya pada pembebanan yang rendah, jauh sebelum kekuatan beton pada sisi tekan dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Berdasarkan hal ini maka dipakai tulangan yang ditempatkan pada daerah tarik. Pada balok bertulang, tarik yang disebabkan oleh momen lentur terutama sekali dipikul oleh tulangan, sedang beton biasanya

hanya dapat memikul tekan yang terjadi. Aksi komposit dari kedua material tersebut hanya dapat berjalan dengan baik apabila bisa dicegah terjadinya slip antara beton dan tulangan. Hal ini bisa dicapai dengan memakai tulangan ulir yang mempunyai daya lekat yang tinggi pada permukaan tulangan beton, dan apabila diperlukan dengan mengangkur ujung-ujung tulangan secara khusus.

Apabila pembebanan pada balok tersebut ditambah secara berangsur-angsur mulai dari nol sampai mencapai suatu harga yang dapat menyebabkan hancurnya balok, maka bisa dibedakan dengan jelas adanya beberapa tingkat perilaku yang berbeda.

Pada pembebanan yang kecil, selama tegangan tarik maksimum beton lebih kecil dari modulus kehancuran, maka seluruh beton dapat dikatakan efektif dalam memikul tegangan, tekan pada satu sisi dan tarik pada sisi yang lain. Tulangan juga mengalami deformasi yang sama seperti beton dan mengalami tegangan tarik.

Apabila beban ditambah terus, maka kekuatan tarik beton akan segera tercapai, dan pada tingkatan ini mulai tercapai retak-retak akibat tarik. Retak-retak ini menjangkar dengan cepat ke atas dan bergeser diikuti dengan menjalarnya retak-retak. Retak-retak ini, cukup banyak mempengaruhi perilaku balok yang mengalami pembebanan. Sesungguhnya, pada suatu penampang retak, yaitu suatu penampang yang terletak pada tempat terjadinya retak, beton tidak menyalurkan tegangan-tegangan tarik. Dengan

demikian, seperti juga pada batang-batang tarik maka tulanganlah yang harus memikul semua tarik yang terjadi.

Apabila dipakai jumlah tulangan yang relatif sedikit pada suatu besar pembebanan tertentu, tulangan akan mencapai tegangan lelehnya. Pada besar tegangan tersebut tulangan akan meleleh secara tiba-tiba dan akan mengalami deformasi yang besar, dan retak-retak akibat tarik pada beton akan melebar sehingga menjalar ke atas, diikuti secara serentak dengan terjadinya lentur yang besar pada balok. Apabila ini terjadi, regangan pada daerah tekan akan bertambah sedemikian rupa sehingga dapat menghancurkan beton, kehancuran tekanan sekunder terjadi pada besar pembebanan yang sedikit lebih besar dari beban yang menyebabkan tulangan meleleh. Dengan demikian, secara efektif tercapainya tegangan leleh pada tulangan menentukan daya pikul dari balok dengan jumlah tulangan tertentu. Kehancuran leleh berlangsung secara berangsur-angsur dan didahului dengan tanda-tanda yang cukup jelas, seperti melebar dan memanjangnya retak, dan tanda-tanda yang menunjukkan bertambah besarnya lendutan yang terjadi.

Sebaliknya apabila dipakai jumlah tulangan yang banyak atau jumlah tulangan yang normal dari tulangan yang mempunyai kekuatan tinggi, maka kekuatan tekanan beton akan dicapai sebelum tulangan mulai meleleh. Beton akan mengalami kegagalan dengan terjadinya kehancuran apabila regangan yang terjadi menjadi sangat besar sehingga dapat merusak keutuhan beton.

2.5 Sambungan Lewatan Tulangan Baja Tarik

Panjang minimum sambungan lewatan tarik diambil berdasarkan syarat kelas yang sesuai tetapi tidak boleh kurang dari 300 mm. [2] Syarat masing-masing kelas sambungan diungkapkan dengan panjang penyaluran tegangan tarik (l_d) batang tulangan baja tertentu, sebagai berikut:

1. sambungan kelas A dengan panjang sambungan lewatan $1,0l_d$,
2. sambungan kelas B dengan panjang sambungan lewatan $1,3l_d$,
3. sambungan kelas C dengan panjang sambungan lewatan $1,7l_d$,

di mana l_d adalah panjang penyaluran tarik untuk kuat luluh f_y yang disyaratkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.5.2.

l_d = panjang penyaluran dasar (l_{db}) x faktor modifikasi

1. Panjang penyaluran dasar (l_{db})

a. Untuk batang tulangan baja D_{36} atau lebih kecil

$$l_{db} = \frac{0,02 A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.1)$$

l_{db} dalam mm, dan tidak boleh kurang dari $0,06dbf_y$, sedang f_y dan f'_c dalam Mpa dimana :

A_b = luas tulangan batang tulangan baja (mm^2)

d_b = diameter nominal batang tulangan baja (mm).

b. untuk batang tulangan baja D_{45}

$$l_{db} = \frac{25 f_y}{\sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.2)$$

c. untuk batang tulangan baja D55

$$l_{db} = \frac{40f_y}{\sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.3)$$

d. untuk batang kawat deformasion

$$l_{db} = (3/8).db.f_y\sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (2.4)$$

2. Faktor modifikasi

Keterangan	faktor pengali
a. Batang tulangan paling atas	1,4
b. Batang tulangan baja dengan $f_y > 400$ Mpa.	$2 - 400/f_y$
c. Untuk beton ringan apabila kuat tarik belah rata-rata $f'_{ct} \leq 1,0$.	$\sqrt{f'_c}/1,8f'_{ct}$
d. Untuk beton ringan apabila kuat tarik belah rata-rata tidak ditentukan:	
- untuk beton ringan sepenuhnya	1,33
- untuk beton ringan pasir	1,18
e. Penulangan mendatar dengan spasi p.k.p 150 mm dan paling tidak berjarak bersih antar batang 70 mm	$\frac{0,88}{A_s \text{ perlu}}$
f. Penulangan tersedia lebih banyak	$\frac{A_s \text{ tersedia}}{A_s \text{ perlu}}$
g. Batang baja tulangan yang terkungkung dalam lilitan penulangan spiral dengan diameter tidak kurang dari 5 mm dan	0,75

jarak spasi lilitan spiral tidak lebih dari 100 mm

Untuk menentukan panjang sambungan lewatan tarik pada struktur balok dapat dilihat pada tabel 2.2 seperti berikut ini.

Tabel 2.2. Panjang sambungan lewatan tarik [2]

$\frac{A_s \text{ ada}}{A_s \text{ perlu}}$	persentasi maksimum dari A_s yang disambung lewat didalam panjang lewatan perlu		
	50	75	100
≥ 2	kelas A	kelas A	kelas B
< 2	kelas B	kelas C	kelas C

Agar lebih jelas dalam membaca tabel 2.2 diatas, maka dapat diuraikan sebagai berikut. [6]

- Untuk tegangan yang selalu lebih kecil dari $f_y/2$:
 - kelas A apabila tidak lebih dari 75 % batang-batang yang disambung didalam satu panjang lewatan,
 - kelas B apabila lebih dari 75 % disambung didalam panjang lewatan.
- Untuk tegangan yang melebihi dari $f_y/2$:
 - kelas B apabila tidak lebih dari 50 % batang disambung didalam panjang lewatan,
 - kelas C apabila lebih dari 50 % disambung didalam satu panjang lewatan.

Perhitungan panjang sambungan lewatan untuk benda uji adalah sebagai berikut:

$$l_{db} = \frac{0,02 \cdot A_b \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ (dari rumus 2.1)}$$

diketahui $A_b = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$

$f_y = 324,8 \text{ Mpa}$, $f'_c = 14,525 \text{ Mpa}$

$$l_{db} = \frac{0,02 \cdot 200,96 \cdot 324,8}{\sqrt{14,525}} = 342,53 \text{ mm}$$

faktor modifikasi = 1, maka $l_d = 342,5 \cdot 1 = 342,5 \text{ mm}$.

sambungan termasuk kelas C, panjang sambungan lewatan

$$= 1,7 \cdot 342,53 = 582,30 \text{ mm}$$

$$= 58,30 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm}$$

2.6 Rawatan Beton

Untuk memperoleh hasil pengujian yang diharapkan, maka setelah beton dikeluarkan dari cetakan harus segera dilakukan rawatan dengan menggunakan salah satu metode berikut ini. [3]

- a. Beton dibasahi terus menerus dengan air.
- b. Beton direndam di dalam air lingkungan sekitar $23 - 17^\circ$ celcius, sehari sebelum pengujian, beton tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.
- c. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastik, atau kertas perawatan tahan air.

2.7 Pengujian Kuat Desak Beton

Kuat desak dipengaruhi oleh kuat ikat pasta semen, homogenitas campuran, perbandingan campuran, dan kemampuan.

Kuat ikat pasta semen ditentukan oleh mutu bahan ikat dan kualitas air. Dengan digunakannya mutu bahan ikat yang tinggi dan kualitas air yang memenuhi syarat, maka akan dihasilkan beton dengan kuat desak yang tinggi.

Homogenitas campuran dalam adukan beton yaitu saling mengisi antara bahan-bahan pembentuk beton secara merata, sehingga diperoleh beton yang mampat dan tidak terjadi pengelompokan bahan pembentuk beton yang menyebabkan rongga-rongga.

Perbandingan jumlah bahan pembentuk beton pada campuran yang proporsional dapat menghasilkan beton yang lebih mampat dan homogen, yaitu apabila bahan-bahan tersebut saling mengisi.

Kemampatan beton dapat dipengaruhi oleh penggunaan jumlah bahan pembentuk beton yang proporsional dan pengadukan yang merata, sehingga terjadi pencampuran yang baik dan homogen. Makin mampat beton maka makin sedikit rongga atau keropos sehingga menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat desak beton terhadap mutu beton dengan benda uji balok kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm dan diuji pada umur 28 hari.

Kuat desak beton dapat diketahui dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma_c = F/A \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan:

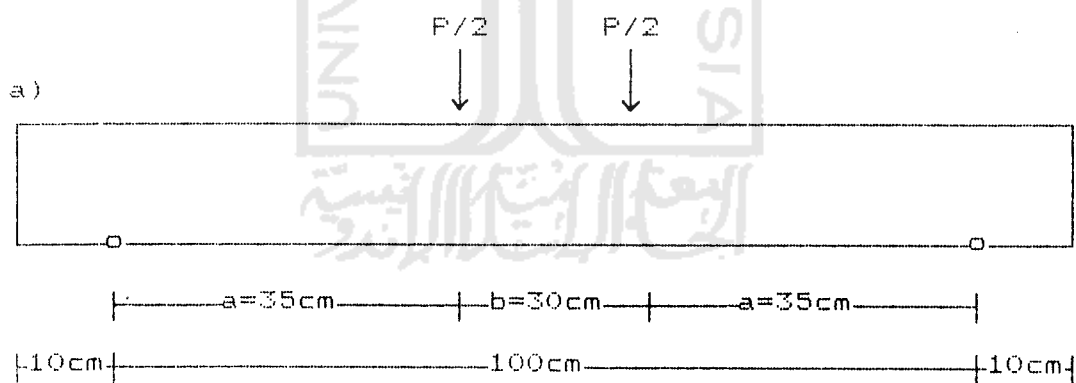
σ_c = Kuat desak beton (kg/cm²)

P = Beban ultimit (kg)

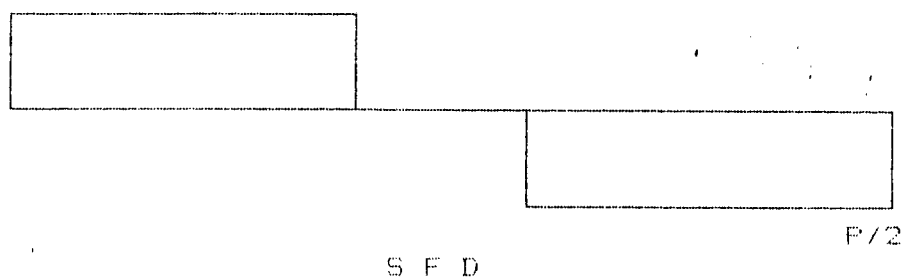
A = Luas penampang benda uji

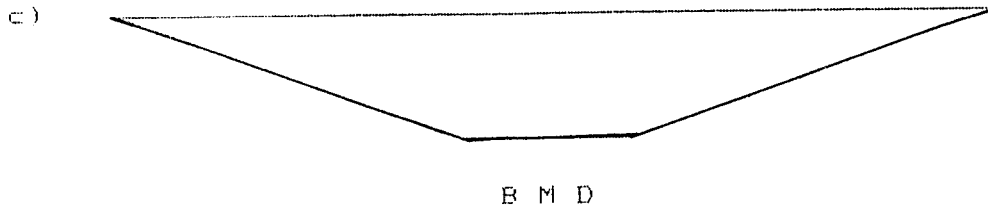
2.8 Pengujian Kuat Lentur Beton

Lentur murni adalah lenturan dari sebuah balok dengan suatu momen lentur (*bending moment*) konstant, yang dalam hal ini gaya lintangnya sama dengan nol. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



b) $P/2$





Gambar 2.2. balok dengan beban terpusat
dalam keadaan lentur murni

Keterangan:

- (a). balok dengan dua buah gaya simetris ($P/2$).
- (b). diagram gaya lintang.
- (c). diagram Momen.

Terlihat di antara beban $P/2$ tidak terdapat gaya lintang dan hanya bekerja suatu momen lentur (M) konstan yang besarnya:

$$M = P/2 \cdot a \dots \dots \dots (2.6)$$

untuk $a = 0,35$ maka $M = 0,175 \cdot P \dots \dots \dots (2.7)$

kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus:

$$\sigma_{lt} = M.Y / I \dots \dots \dots (2.8)$$

dengan:

σ_{lt} = tegangan lentur

M = momen yang bekerja pada balok

Y = jarak serat terluar terhadap garis netral, baik di daerah tekan maupun tarik

I = momen inersia penampang balok terhadap garis netral

Benda uji yang digunakan pada percobaan ini adalah balok persegi dengan panjang 120 cm dan diuji pada umur 28 hari.

