

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton**

Beton merupakan campuran dari beberapa material, dimana bahan utamanya terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dengan atau tanpa bahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit (campuran) maka kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas dari masing-masing material pembentuk (Kardiyono T, 2007)

*Mix design* diperlukan untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana. Agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Adukan beton diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

Penggunaan bahan agregat pada adukan beton mencapai jumlah  $\pm 70\%$  -  $75\%$  dari seluruh beton. Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pembuatan adukan beton, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibanding kuat tariknya, dan merupakan bahan getas. Nilai kuat tariknya berkisar antara  $9\%$  -  $15\%$  dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerjasama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang bekerja menahan tarik (Dipohusodo, 1994).

#### **2.2 Material Pembentuk Beton**

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1998). Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan kasar dengan semen dan air sebagai pengikatnya.

### 2.2.1 Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen (CUR 2, 1993). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. (Nawy, 1998).

Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat kasar ( kerikil, batu pecah )
2. Agregat halus ( pasir )

#### 2.2.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. (PBB I 1971, NI-2). Syarat-syarat agregat kasar :

1. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori
2. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.

#### 2.2.1.2 Agregat Halus

Agregat yang berupa pasir sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu (PBB I 1971, N.I.- 2).

Syarat agregat halus :

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka agregat harus dicuci.

3. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

### 2.3 Semen Portland

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling *klinker* (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan *oxid besi*), dengan batu *gips* sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Pada umumnya semen berfungsi untuk pencampur dan pengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton serta mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Komponen semen portland terdiri dari :

1. *Trikalsium Silikat* ( $C_3S$ )
2. *Dikalsium Silikat* ( $C_2S$ )
3. *Trikalsium Aluminat* (C, A)
4. *Tetrakalsium Aluminoforit* ( $C_4AF$ )

Komposisi oksida utama pembentuk semen dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Komposisi oksida utama pembentuk semen

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60 – 65
SiO <sub>2</sub>	17 – 25
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6
MgO	0,5 – 4
SO <sub>3</sub>	1 – 2
K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	0,5 – 1

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007

Semen Portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (SNI 15-2049-2004) yaitu :

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis III yaitu semen portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV yaitu semen portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

#### **2.4 Air**

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk beton untuk mempermudah pekerjaan. Menurut PBB1 1971 N.1-2, pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam, zat organik
4. Tidak mengandung minyak dan alkali.
5. Tidak mengandung senyawa asam.

#### **2.5 Perencanaan Campuran Beton**

Campuran beton merupakan suatu perpaduan dari komposisi material penyusunnya. Pada dasarnya perancangan campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum. Kriteria dasar dari perancangan beton adalah kekuatan tekan dan kemudahan pengerjaan.

## 2.6 Slump

Pengujian *slump* merupakan pengujian sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum dipakai dalam pekerjaan pengecoran. Pada dasarnya *workability* beton segar diasosiasikan dengan:

- a. Homogenitas atau rata-rata campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
- b. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
- c. Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
- d. Kemampuan beton segar mempertahankan rata-rata dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*)
- e. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*)

Pengukuran *slump* dilaksanakan mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh 2 (dua) peraturan standar:

4. PBI 1971 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia)
5. SNI 1972-2008 (cara uji *slump* beton)

Ada beberapa perbedaan pada dua peraturan tersebut, sehingga pengukuran *slump* harus dilakukan berdasarkan aturan yang ditetapkan dalam KRS (spesifikasi teknis) atau yang disetujui oleh pihak proyek.

### 2.6.1 Berdasar PBI 1971 N.1-2

Pengukuran *slump* pada peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

1. Kerucut Abrams
  - a. Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka
  - b. Diameter atas 10 cm
  - c. Diameter bawah 20 cm
  - d. Tinggi 30 cm
2. Batang besi penusuk
  - a. Diameter 16 mm
  - b. Panjang 60 cm
  - c. Ujung dibulatkan
3. Alas : rata, tidak menyerap air

### 2.6.2 Berdasar SNI 1972:2008

Pengukuran *slump* pada peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

1. Kerucut Abrams
  - a. Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka
  - b. Diameter atas 102 mm
  - c. Diameter bawah 203 mm
  - d. Tebal plat min 1,5 mm
2. Batang besi penusuk
  - a. Diameter 16 mm
  - b. Panjang 60 cm
  - c. Memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm
  - d. Alas : datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku

Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur ditampilkan pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur

No.	Uraian	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
		Maksimum	Minimum
1.	Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25
2.	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	80	25
3.	Pelat, balok, kolom dan dinding	100	25
4.	Perkerasan jalan	80	25
5.	Pembetonan massal	50	25

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

### 2.7 Kuat Tekan Beton

Berdasarkan SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan dihitung dengan Persamaan sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P_c}{A_c}$$

Dimana :

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

$P_c$  = beban maksimum (N)

$A_c$  = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Mutu beton adalah istilah yang didasarkan pada kuat tekan beton. Beton memiliki sifat kuat tekan yang cenderung beragam dan menyebar pada suatu rata-rata tertentu dimana, nilai kuat tekan ini bergantung pada tingkat kesempurnaan dari proses pelaksanaan diantaranya kualitas bahan, pengadukan, pemadatan, stabilitas pekerja, dll. Akibat dari adanya variasi nilai kuat tekan inilah diperlukan pengendalian terhadap mutu beton agar hasilnya dapat seragam dan memenuhi standard.

Uji mutu beton adalah proses pengujian terhadap kuat tekan beton untuk mengetahui apakah beton memenuhi standard yang diisyaratkan, dua perhitungan yang biasa dipakai yaitu menggunakan  $f'_c$  dan karakteristik (K).

### 2.7.1 Mutu Beton ( $f'_c$ )

Beton dengan mutu  $f'_c$  25 menyatakan kekuatan tekan minimum adalah 25 MPa pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan silinder beton diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (*American Concrete Institute*). 1 MPa = 10 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.7.2 Mutu Beton Karakteristik

Beton dengan mutu K-250 menyatakan kekuatan tekan karakteristik minimum adalah 250 kg/cm<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan kubus beton ukuran 15x15x15 cm. Mengacu pada PBI 71 yang merujuk pada standar eropa lama.

## 2.8 Baut Angkur

Baut angkur dapat digunakan untuk menghubungkan bagian (elemen) struktural dengan beton. Angkur dapat mentransfer beban elemen bangunan ke bagian beton pada titik penghubung tertentu. Baut angkur yang digunakan tentunya adalah baut angkur yang sudah dipabrikasi dengan spesifikasi khusus oleh penyedia jasa. Pentingnya baut angkur pada konstruksi baja menyebabkan risetnya terus berkembang. Salah satu sistem *fastening* (*post installed anchor*) adalah penggunaan *chemical anchor* yaitu sistem angkur yang menggunakan zat kimia (*adhesive/resin*) sebagai perekat pada beton. Beberapa jenis *adhesive* yang banyak digunakan yaitu *epoxy mortar*, *epoxy acrylate*, *vililester*, dan *metharylic*.

Kandungan kadar *epoxy* berpengaruh pada daya lekat antara angkur dengan beton. Kekuatan lekatan dari *adhesive* angkur ini disebut dengan kapasitas lekatan (*bond strength*). Kandungan *epoxy mortar* memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 15 N/mm<sup>2</sup> (ASTM-C 882-91) dengan kapasitas tekan (*compressive strength*) sebesar 120 N/mm<sup>2</sup> (ASTM-D 695-96) dan kapasitas *yield strength* sebesar 51 N/mm<sup>2</sup> atau setara dengan besi tulangan pada konstruksi beton bertulang.

Kondisi batas evaluasi keruntuhan baut angkur berdasarkan berbagai jenis pola keruntuhan yang terjadi ditampilkan pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kuat baut angkur berdasarkan pola keruntuhan

No	Pola Keruntuhan	Baut Angkur	Grup Baut Angkur	
		Tunggal	Individu	Kelompok
1.	Kuat baut angkur terhadap tarik	$\phi N_{sa} \geq N_{ua}$	$\phi N_{sa} \geq N_{ua,i}$	
2.	Kuat jebol ( <i>breakout</i> ) beton terhadap tarik	$\phi N_{cb} \geq N_{ua}$		$\phi N_{cb,g} \geq N_{ua,g}$
3.	Kuat cabut ( <i>pullout</i> ) baut angkur dari beton	$\phi N_{pn} \geq N_{ua}$	$\phi N_{pn} \geq N_{ua,i}$	
4.	Kuat ambrol ( <i>blowout</i> ) muka samping beton terhadap tarik	$\phi N_{sb} \geq N_{ua}$		$\phi N_{sb,g} \geq N_{ua,g}$
5.	Kuat lekat angkur adesif terhadap tarik	$\phi N_a \leq N_{ua}$		$\phi N_{ag} \leq N_{ua,g}$
6.	Kuat baut angkur terhadap geser	$\phi V_{sa} \geq V_{ua}$	$\phi V_{sa} \geq V_{ua,i}$	
7.	Kuat jebol ( <i>breakout</i> ) beton terhadap geser	$\phi V_{cb} \geq V_{ua}$		$\phi V_{cb,g} \geq V_{ua,g}$
8.	Kuat ambrol ( <i>blowout</i> ) muka samping beton terhadap geser	$\phi V_{cp} \geq V_{ua}$		$\phi V_{cp,g} \geq V_{ua,g}$

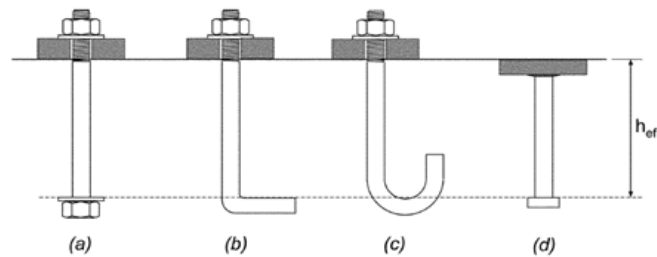
Berdasarkan cara pemasangannya saat ini dikenal dua jenis angkur yaitu:

1. Baut angkur cor ditempat (*cast-in-place*)
2. Baut angkur pasca pasang (*post-installed*)

### 2.8.1 Baut Angkur Cor ditempat (*cast-in-place*)

Untuk jenis ini baut angkur dipasang sesuai dengan yang telah didesain pada bagian struktur beton yang akan dicor, sehingga penggunaannya terbatas pada konstruksi baru. Jenis angkur cor di tempat (Gambar 2.1) antara lain:





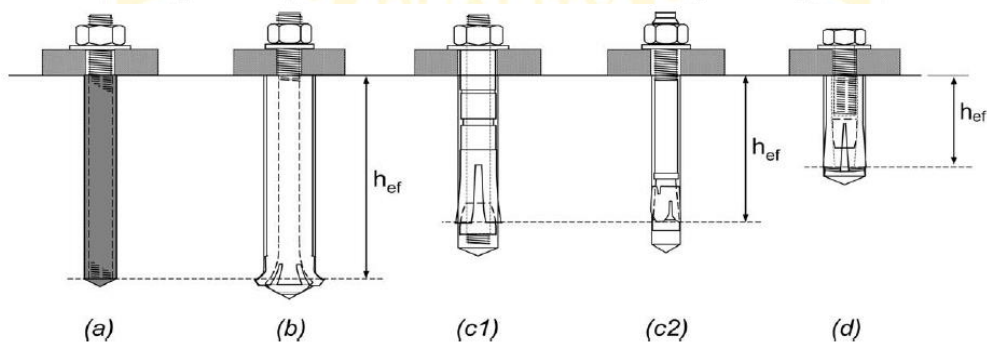
Gambar 2.1 Jenis baut angkur cor ditempat (*cast-in-place*)

- a) *Headed bolt* (baut segi enam dan ring)
- b) *L-bolt* (baut-L)
- c) *J-bolt* (baut-J)
- d) *Headed stud* (stud dilas ke *base-plate*)

Pada konstruksi baja umumnya banyak memakai baut angkur kepala segi enam, yang berkapasitas lebih besar dibanding jenis kait L atau J (Fisher dan Kloiber, 2006). Jenis baut cor ditempat sangat cocok untuk berbagai macam konstruksi dari *base-plate* hingga penggantung, dari proyek kecil maupun besar jenis itu jadi pilihan karena tidak merujuk merk tertentu dan dapat dibuat sendiri.

### 2.8.2 Baut Angkur Pasca Pasang (*post-installed*)

Untuk jenis ini baut angkur dipasang pada beton yang telah mengeras atau beton eksisting. Penggunaan tipe ini dapat digunakan pada konstruksi baru maupun untuk renovasi konstruksi lama. Jenis angkur *post installed* (Gambar 2.2) antara lain:



Gambar 2.2 Jenis baut angkur pasca pasang (*post-installed*)

- a) *Adhesive anchor* (angkur adesif)
- b) *Undercut anchor* (angkur terkontrol puntir tipe selongsong)
- c1) *Expansion anchors* (angkur bertakik)
- c2) Angkur terkontrol puntir tipe *stud*
- d) *Self-drilling anchors* (angkur terkontrol perpindahan)

Angkur jenis ini relatif mahal karena merupakan produk pabrik dan ukurannya juga terbatas. Keunggulannya adalah fleksibilitas waktu pemasangan hingga memudahkan mengatur jadwal konstruksi.

Jenis baut angkur *post-installed* dibagi atas 2 (dua) bagian yaitu:

1. *Mechanical anchors*
2. *Bonded anchors*

### 2.8.2.1 *Mechanical Anchors*

*Mechanical anchors* adalah angkur yang dipasang hanya memanfaatkan gaya gesekan gelincir antara baut dengan beton contohnya *expansion anchor* dan *undercut anchors*.

### 2.8.2.2 *Bonded Anchors*

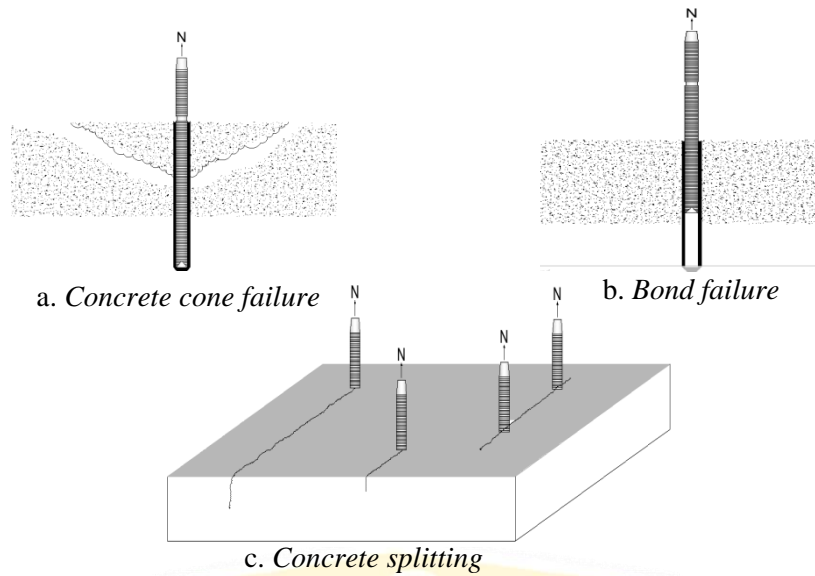
*Bonded anchors* adalah angkur yang dipasang dengan menggunakan bahan perekat tambahan yang dapat mengikat baut dengan beton, contohnya *adhesive anchors* dan *grouted anchors*.

1. *Adhesive anchor* memerlukan *adhesive chemical* untuk pemasangannya sehingga angkur akan mengikat dengan beton.
2. *Grouted anchor* ditanam pada beton yang sebelumnya telah dilubangi dengan langkah-langkah pemasangan yang sama dengan *adhesive anchor*. Angkur tipe ini mengharuskan lubang yang akan ditanam bersih dan kering agar kekuatan mengikat dengan pasta, angkur dan beton menjadi maksimal.

Perbedaan mendasar pada kedua tipe ini adalah jika diameter lubang sama dengan  $1\frac{1}{2}$  kali diameter angkur atau lebih kecil maka dikategorikan *adhesive anchor*, dan sebaliknya jika diameter lubang lebih besar  $1\frac{1}{2}$  kali diameter angkur maka dapat dikategorikan sebagai *grouted anchor*.

## 2.9 Kekuatan Baut Angkur pada Beton

Jika baut angkur dipasang berdekatan dengan jarak kurang dari spasi kritisnya maka dalam memperhitungkan kekuatannya pengaruh kelompok harus diperhitungkan. Pola kerusakan *chemical anchor* terhadap gaya tarik ditampilkan pada Gambar 2.3 berikut:

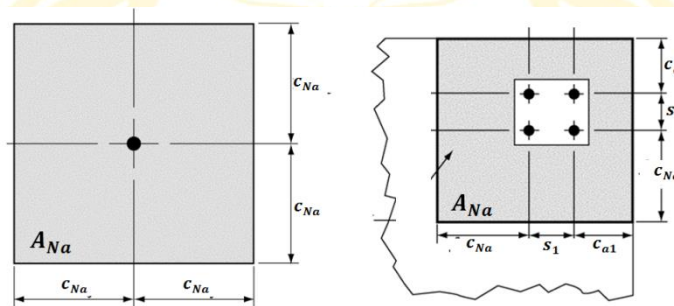


Gambar 2.3 Pola kerusakan baut anchor terhadap gaya tarik

## 2.10 Kuat Lekat *Chemical Anchor* Terhadap Tarik

Kuat lekat nominal *chemical anchor* pada tarik tidak boleh melebihi nilai berikut:

1. Untuk anchor tunggal  $N_a = \frac{A_{Na}}{A_{Na0}} \Psi_{ed,Na} \Psi_{cp,Na} N_{ba}$
2. Untuk anchor kelompok  $N_{ag} = \frac{A_{Na}}{A_{Na0}} \Psi_{ec,Na} \Psi_{ed,Na} \Psi_{cp,Na} N_{ba}$



Gambar 2.4 Proyeksi pengaruh *chemical anchor*

dimana:

- $N_a$  = Kuat lekat nominal anchor (tunggal)
- $N_{ag}$  = Kuat lekat nominal anchor (kelompok)
- $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan anchor pasca pasang adalah 0.75 ~ 0.45 tergantung kategori sesuai peraturan ACI 355.2 atau ACI 355.4M dan kondisi tulangan

$A_{Na0}$  = Luas proyeksi angkur adesif tunggal untuk jarak tepi  $\geq c_{Na}$  (mm)

$A_{Na}$  = Luas proyeksi angkur adesif tunggal atau kelompok, untuk perhitungan kuat lekat terhadap tarik (mm)

Perhitungan terkait  $A_{Na}$  dan  $A_{Na0}$  adalah sebagai berikut:

$$A_{Na0} = (2c_{Na})^2$$

$$c_{Na} = 10d_a \sqrt{\frac{\tau_{uncr}}{7.6}}$$

Jika  $c_{a1}$  dan  $c_{a2} < c_{Na}$ , dan  $s_1$  dan  $s_2 < 2c_{Na}$  maka;

$$A_{Na} = (c_{Na} + s_1 + c_{a1}) \times (c_{Na} + s_2 + c_{a2})$$

Faktor modifikasi pengaruh tepi beton untuk angkur tunggal/kelompok adalah:

jika  $c_{a,min} \geq c_{Na}$  maka  $\Psi_{ed,Na} = 1$

jika  $c_{a,min} < c_{Na}$  maka  $\Psi_{ed,Na} = 0.7 + 0.3 \left( \frac{c_{a,min}}{c_{Na}} \right)$

Faktor modifikasi angkur didesain dengan beton tidak retak dan tanpa tulangan.

jika  $c_{a,min} \geq c_{Na}$  maka  $\Psi_{cp,N} = 1.0$

jika  $c_{a,min} < c_{Na}$  maka  $\Psi_{cp,N} = \frac{c_{a,min}}{c_{oc}} \geq \frac{c_{Na}}{c_{oc}}$

Kuat lekat dasar angkur adesif tunggal pada tarik saat kondisi beton retak, tidak boleh lebih besar dari nilai berikut:

$$N_{ba} = \lambda_s \tau_{cr} \pi d_a h_{ef}$$

Dimana:  $\tau_{cr}$  adalah tegangan lekat karakteristik, diambil dari 5% *fraktile* hasil uji

berdasarkan ACI 355.4M seperti dijelaskan pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.4 Tegangan lekat karakteristik minimum (ACI 2011)

Lokasi pemasangan	Kelembaban	Suhu maks beton °C	$\tau_{cr}$ (MPa)	$\tau_{uncr}$ (MPa)
<i>Outdoor</i>	Basah	79	1.4	4.5
<i>Indoor</i>	Kering	43	2.1	7.0

Evaluasi kuat lekat nominal di perlukan untuk angkur jenis adesif. *Chemical anchor* dengan panjang tanam relatif pendek, jika dibebani tarik maka betonnya yang jebol, oleh karena itu dalam perencanaan perlu mengevaluasi didasarkan pada kuat jebol beton memakai persamaan D-4 dan D-5 (ACI 2011). Angkur adesif yang panjang tanamnya panjang, kerusakannya ditentukan oleh kuat lekat. Oleh karena itu kuat lekat angkur adesif terhadap tarik yang dapat dipakai tidak boleh lebih besar dari kuat jebol betonnya

### 2.10.1 Kuat *Chemical Anchor* Terhadap Tarik

Kuat tarik nominal baut angkur ( $N_s$ ) tunggal dihitung sebagai berikut:

$$N_s = n A_{se} f_{ut}$$

dimana:

$N_s$  = Kuat tarik nominal baut angkur

$A_{se}$  = Luas penampang efektif baut angkur terhadap tarik

$f_{ut}$  = Kuat tarik baut angkur yang diisyaratkan, tidak lebih dari nilai terkecil  $1.9 f_y$  atau 860 MPa

$f_y$  = Kuat leleh baut yang diisyaratkan, MPa

### 2.10.2 Kuat Jebol (*breakout*) Beton Terhadap Tarik

Perhitungan kuat jebol beton nominal terhadap tarik tidak kurang dari:

$$N_{cb} = \frac{A_N}{A_{No}} \Psi_2 \Psi_3 N_b$$

dimana:

$N_{cb}$  = Kuat tarik baut angkur tunggal

$A_N$  = Luas permukaan beton pecah terhadap tarik  
( $1.5h_{ef}$  dari pusat pengankuran)

$A_{No}$  = Luas permukaan beton pecah dari tepi beton