



DESAIN ANGKUR POST-INSTALLED

PT. HILTI NUSANTARA



METODE PENYAMBUNGAN DENGAN ANGKUR

Apa itu angkur?

Angkur adalah sepotong besi yang harus **mampu menyalurkan beban** dari elemen struktural / non-struktural, ke sebuah **media dasar**, misalnya ke beton, bata, dan lainnya.

Angkur adalah sebuah **'engineered product'**

Penggunaan angkur memerlukan analisis teknis dan pertimbangan engineer perencana



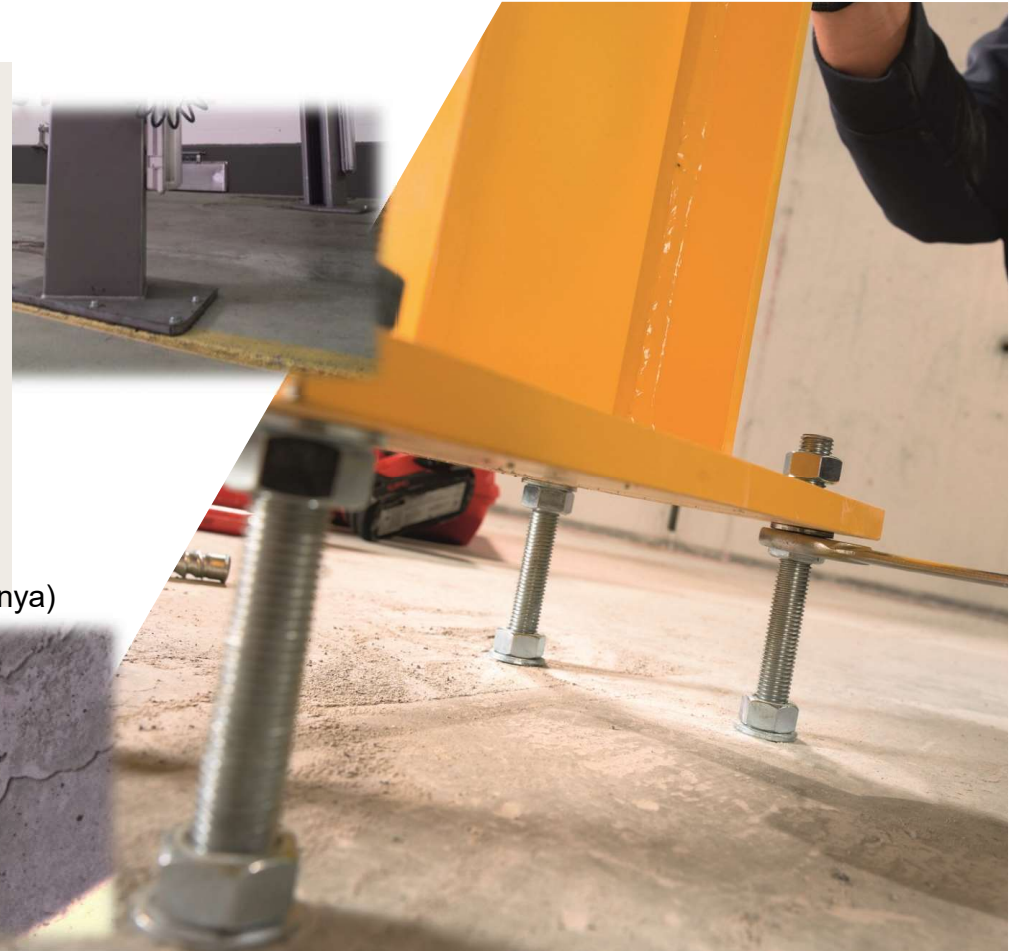
METODE PENYAMBUNGAN DENGAN ANGKUR

Kenapa?

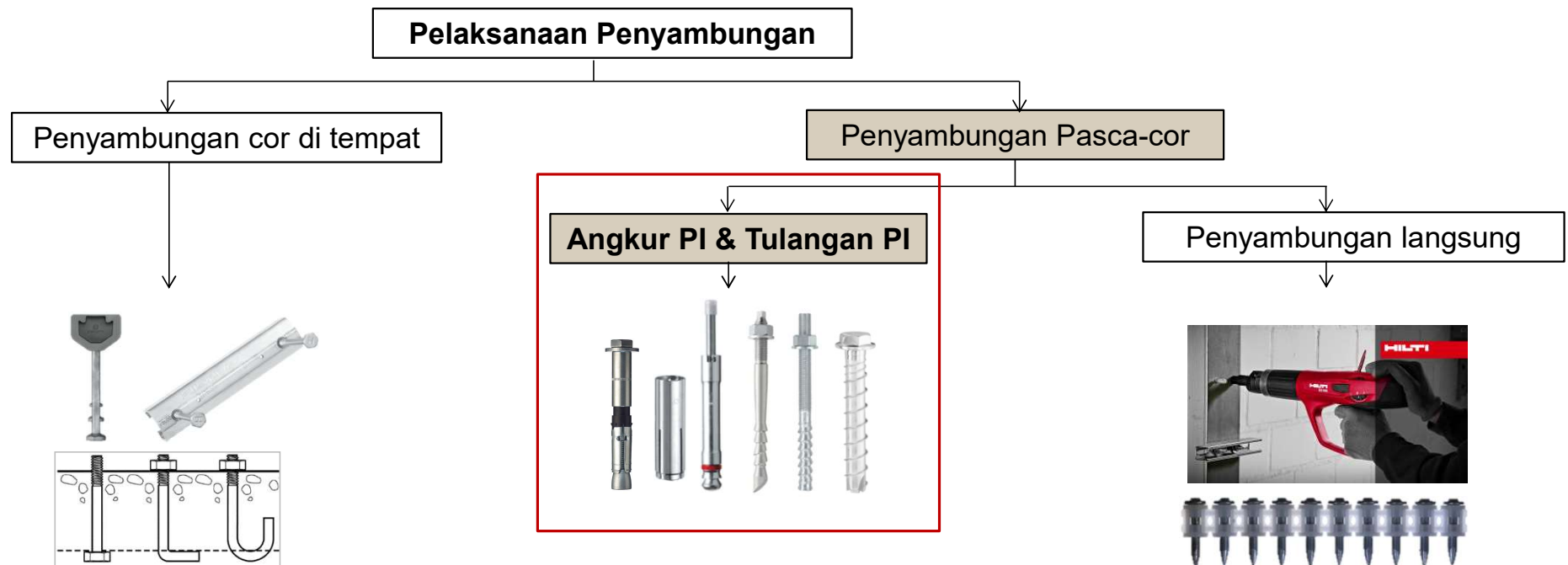
Karena setiap aplikasi memiliki kebutuhan yang berbeda-beda.

Kebutuhan ini bisa berupa :

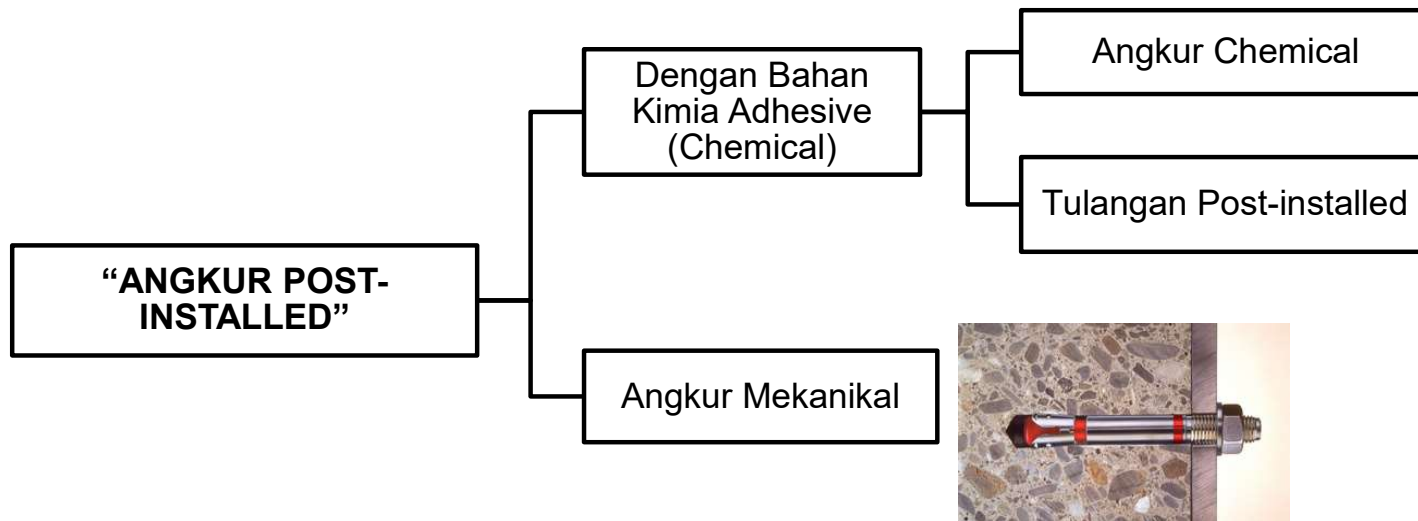
- ✓ Kekuatan
- ✓ Ketahanan material
- ✓ Kecepatan pemasangan
- ✓ Kemudahan instalasi
- ✓ Kondisi lainnya (exposure api, kemampuan untuk bisa digunakan secara berulang, sambungan di bawah air, kondisi korosif, dan lainnya)



PELAKSANAAN PENYAMBUNGAN

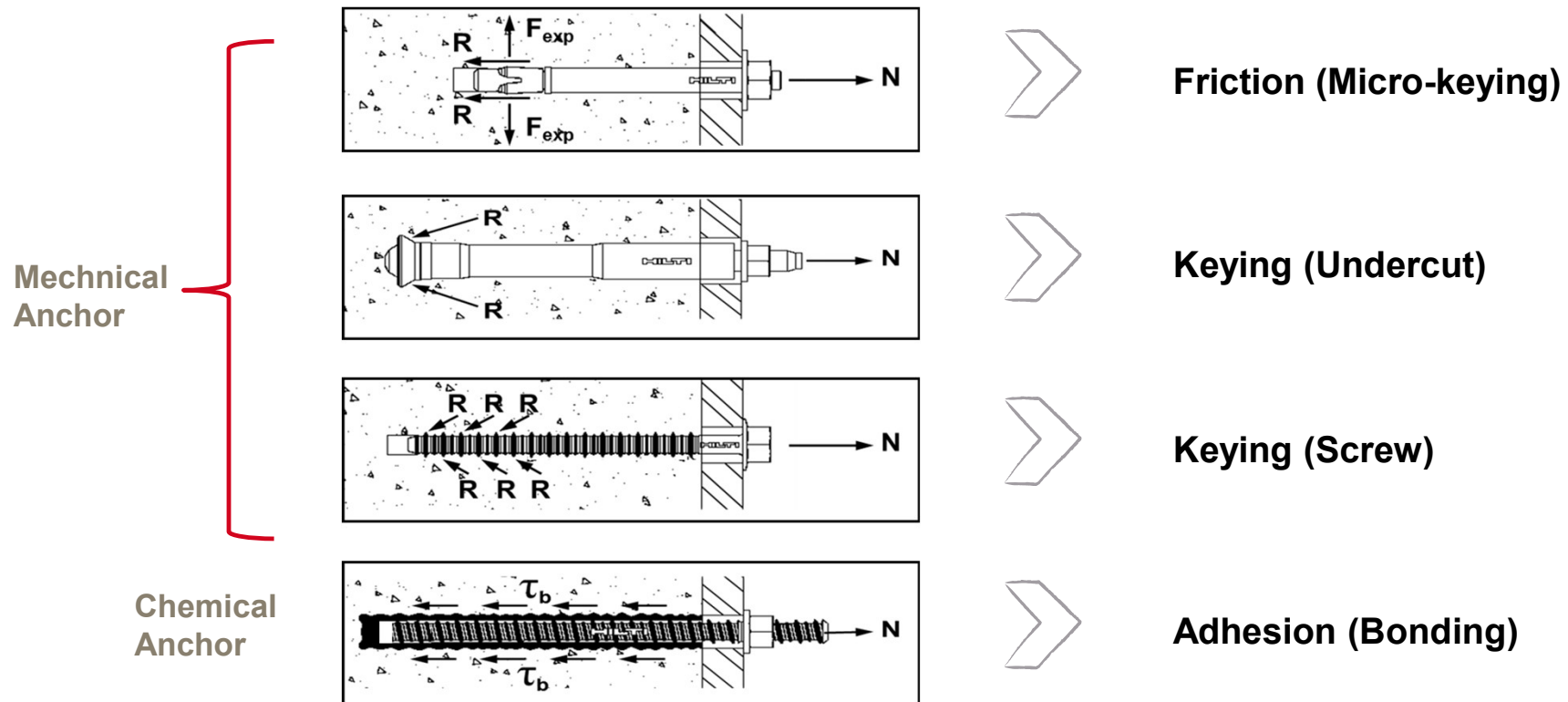


DARI TIPENYA, **ANGKUR POST-INSTALLED** BISA DIBEDAKAN MENJADI DUA MACAM



CARA KERJA ANKKUR POST-INSTALLED

- Pengencangan ankkur terjadi akibat satu atau dua cara kerjanya.



CARA KERJA ANGKUR MEKANIKAL

Keying with Friction

Cara kerja:

Place Torque Load

HST-3 (SEISMIC APPROVED)

HSA (PREMIUM, MULTI PURPOSE)

HSL (HEAVY DUTY)

Keying Mechanism

Cara kerja:

Place Torque Load

HDA- Heavy Duty, FATIGUE LOADING

Screwing Mechanism

Angkur ulir yang dapat digunakan berkali-kali

N

HUS 4

HUS 4 + Chemical
(Dapat dilepas)

ELEMEN ARSITEKTURAL DAN INTERIOR



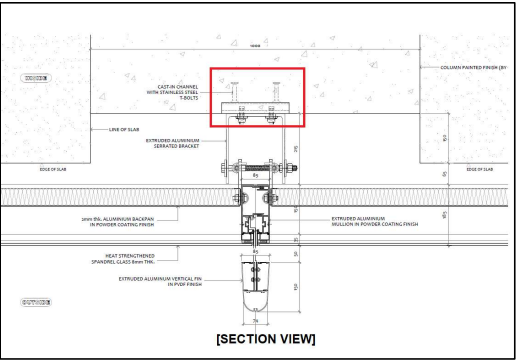
Gantungan Chandelier



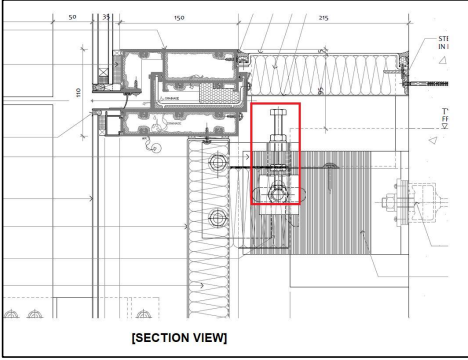
Railing / Pegangan



Gantungan Plafond



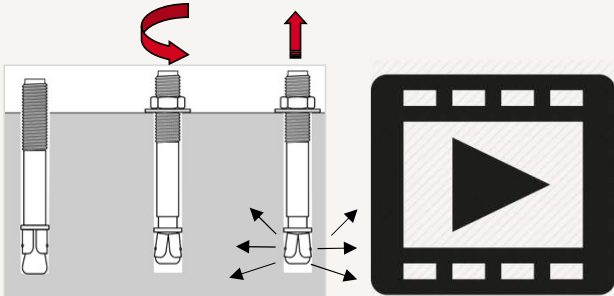
Curtain Wall (Kolom)



Curtain Wall (Edge of slab)

Angkur Mechanical (Keying by Friction)

Cara kerja:



Place Torque Load

HST-3 (SEISMIC APPROVED)



HSA (PREMIUM, MULTI PURPOSE)



HSL (HEAVY DUTY)



Desain Angkur Post-installed

ELEMEN ARSITEKTURAL DAN INTERIOR

Project MRT Station - Jakarta Pusat



Support Façade Interior Stasiun MRT



Catwalk Support



Desain Angkur Post-installed

Angkur Mechanical (Keying by Friction)

Cara kerja:

The diagram illustrates the three-step process of installing a mechanical anchor:

- Place:** The anchor is inserted into a pre-drilled hole in the concrete.
- Torque:** The anchor is rotated, as indicated by a red curved arrow, to expand its internal sleeve and create a friction lock.
- Load:** The anchor is subjected to a tensile load, as indicated by a red upward arrow and outward-pointing arrows, demonstrating its resistance to pull-out.

Place Torque Load

HST-3 (SEISMIC APPROVED)

HSA (PREMIUM, MULTI PURPOSE)

HSL (HEAVY DUTY)

PENGGANTUNG PERALATAN M/E/P



Penggantung Pipa/Sprinkler



Support cable tray



Racking Support (Data center)



Desain Angkur Post-installed

Angkur Mechanical (Keying by Friction)

Cara kerja:

The diagram illustrates the three-step process of installing a mechanical anchor. 1. Place: A hole is drilled into the concrete, and the anchor is inserted. 2. Torque: The anchor is rotated, as shown by a red curved arrow, to expand its base. 3. Load: The anchor is subjected to a tensile load, as shown by a red upward arrow, which causes the base to expand further and create a friction lock. A play button icon is shown to the right of the diagram.

Place Torque Load

- HST-3 (SEISMIC APPROVED)
- HSA (PREMIUM, MULTI PURPOSE)
- HSL (HEAVY DUTY)

Three types of mechanical anchors are shown: HST-3 (SEISMIC APPROVED) with a red band, HSA (PREMIUM, MULTI PURPOSE) with a blue band, and HSL (HEAVY DUTY) with a black band. Each anchor is shown with its corresponding nut and washer.

TEMPORARY SUPPORT SELAMA KONSTRUKSI



Light Duty
Temporary Railing, Racking



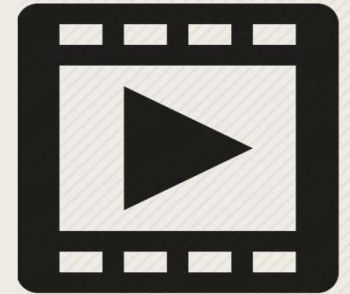
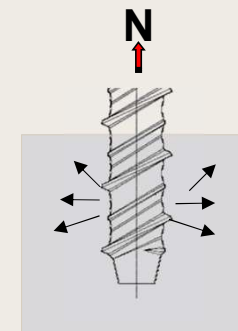
Medium Duty
Support Bekisting, Shoring



Heavy Duty
Temporary Platform, Propping Crane,
Support Passenger Hoist

Angkur Mechanical (Screw)

Angkur ulir yang dapat digunakan berkali-kali



HUS 4



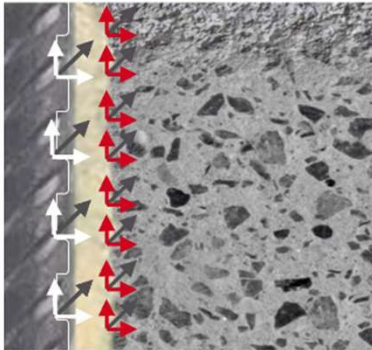
HUS 4 +
Chemical

(Dapat dilepas)

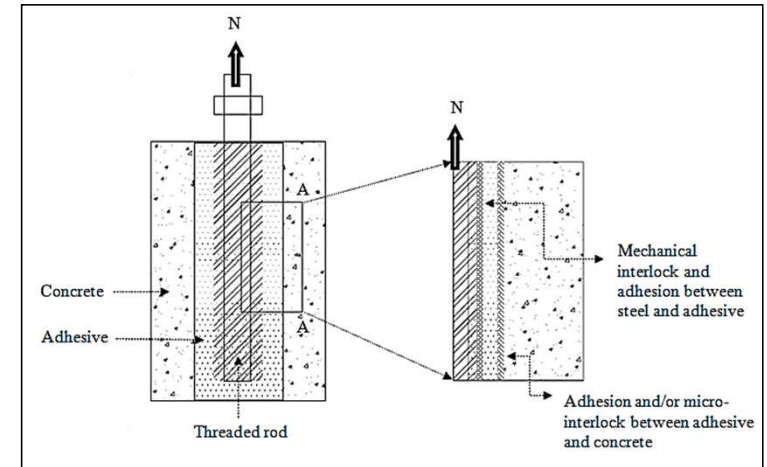
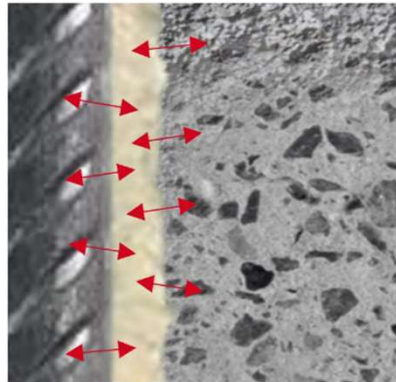
ANGKUR CHEMICAL : PRINSIP LEKATAN / BOND STRENGTH

- *Bond strength* diperoleh dari dua aksi. Pertama, dari **micro keying** antara tulangan – chemical dan - permukaan beton eksisting yang dikasarkan.
- Kedua, dari **lekatan kimiawi** yang lebih baik dari ‘chemical’ (dibandingkan beton segar)

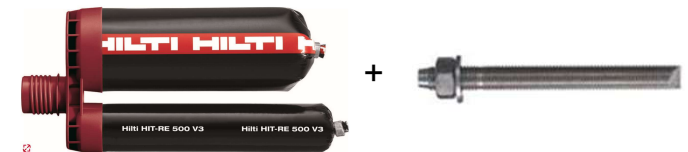
Micro Keying



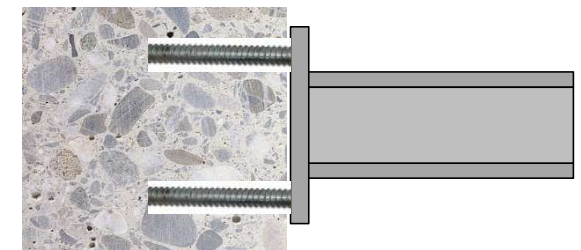
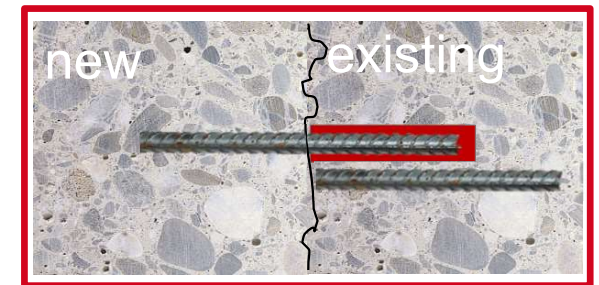
Bond



Eg. Hilti RE 500 V3 with HIT-V threaded rod






SAMBUNGAN CHEMICAL DAPAT DIBAGI MENJADI DUA KATEGORI BERDASARKAN MATERIAL YANG DISAMBUNG



Ketentuan Desain Angkur dan Tulangan Post-Installed Telah Diatur Dalam Peraturan dan Dokumen Evaluasi

HILTI MENAWARKAN PORTFOLIO CHEMICAL YANG LENGKAP

Product	PI Rebar Approved?	Seismic Load?	Underwater Or Wet Concrete?	Concrete condition?	Curing Time At 30°- 40° C
HIT RE-500-V3 	Yes (Max D40)	Yes	Wet and Underwater	Cracked and Uncracked	4 jam
HIT HY-200-R 	Yes (Max D32)	Yes	Wet	Cracked and Uncracked	1 jam
HIT RE-100 	Yes (non-structural)	No	Wet	Cracked and Uncracked	8 jam

PORTOFOLIO CHEMICAL UNTUK ELEMEN STRUKTUR UTAMA



→ **HIT-RE 500V3**

- Untuk besi tulangan/angkur
Dengan kedalaman **besar**



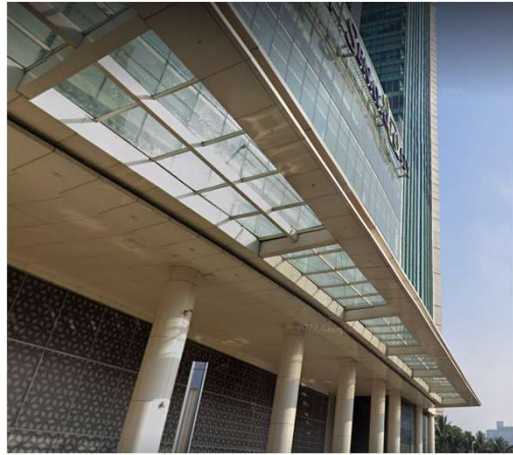
→ **HIT-HY 200V3**

- Untuk besi tulangan/angkur
Dengan kedalaman **pendek**

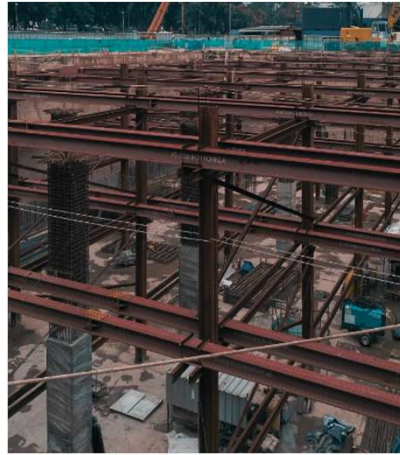
ANGKUR CHEMICAL UNTUK PENYAMBUNG BASEPLATE



Baseplate Kolom dan Balok Baja



Baseplate Kanopi



Baseplate Pengaman Galian
(Kingpost, Waller beam)

Cepat, mudah, kapasitas beban besar, dapat digunakan dalam berbagai kondisi



Desain Angkur Post-installed

Angkur Chemical

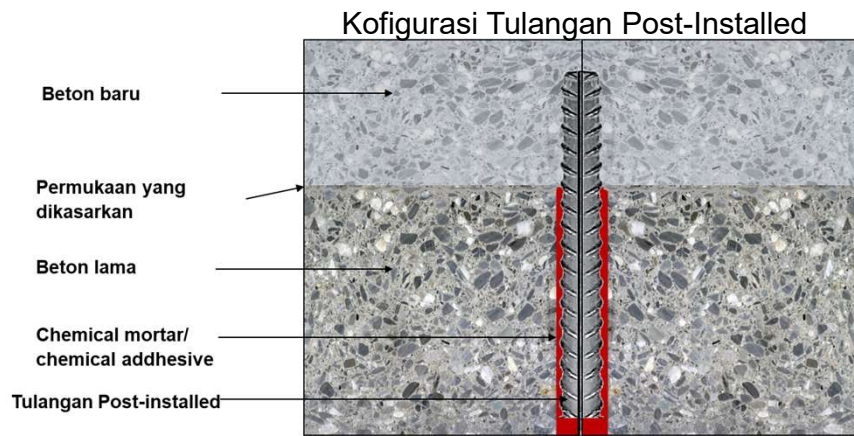
Micro Keying < Bond

HIT-RE 500V3

HAS Rod

HIT-HY 200V3

TULANGAN POST-INSTALLED (REBAR CHEMICAL)



Rebar Post-installed

Cara kerja:

[SECTION VIEW]

HIT-HY 200V3 HIT-RE 500V3

Shear Dowel (Layover)

b. Development of shear dowels for new onlay shear wall

Lap Splice

a. Tension lap splice with existing flexural reinforcement

Anchorage/Development Length

c. Tension development of column dowels

Tulangan post-installed digunakan untuk menyambungkan beton lama dan beton baru, dengan bantuan chemical.



Desain Angkur Post-installed

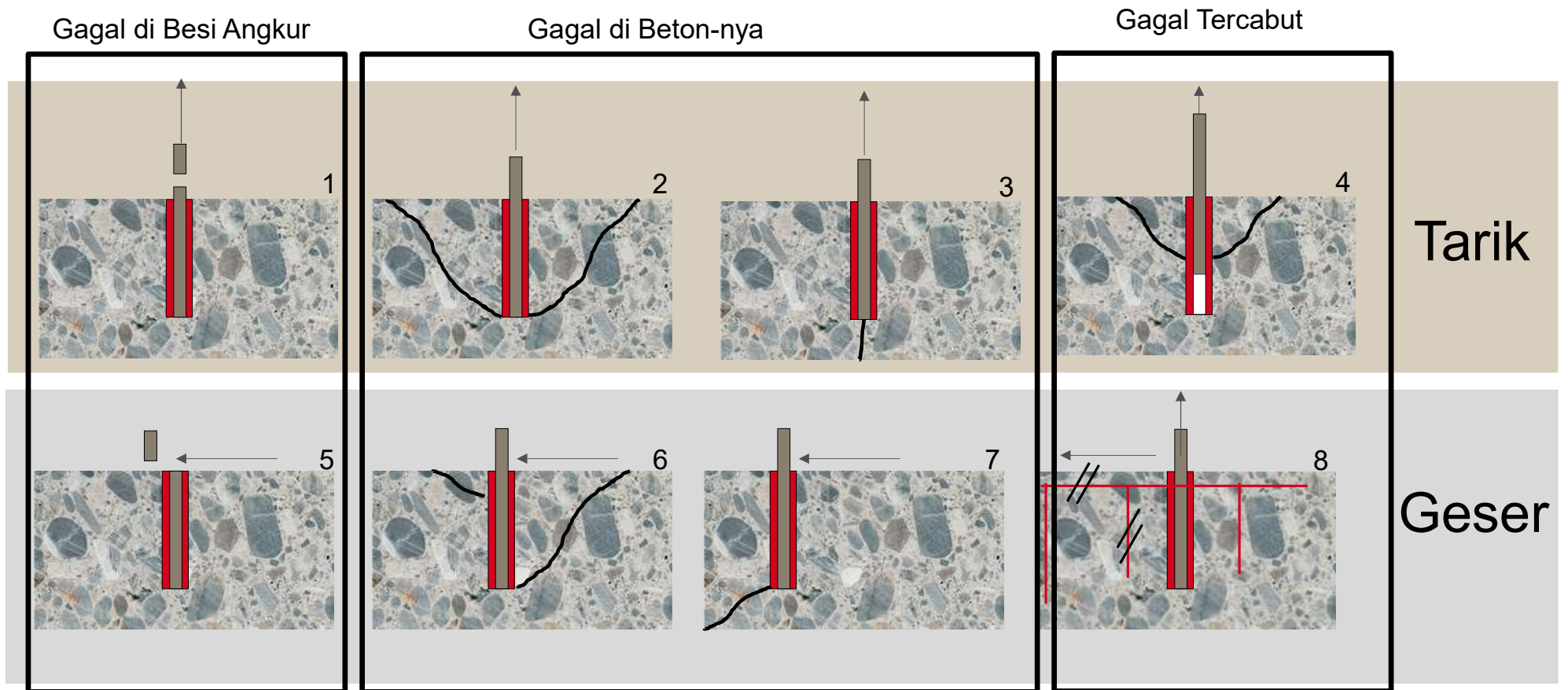
DESAIN ANGKUR

Acuan Standar desain :

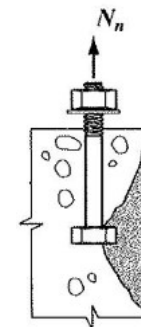
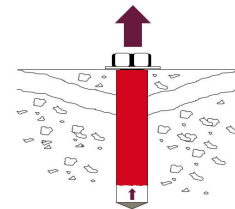
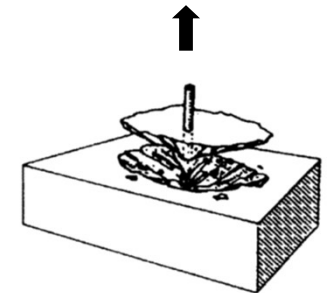
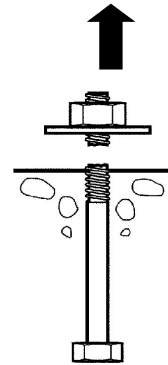
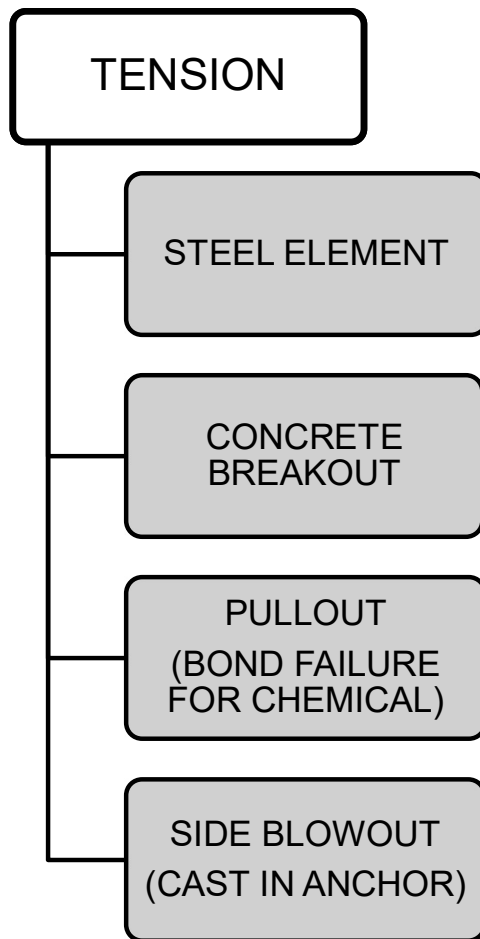
- ACI 308-14 Ch. 17 (SNI 2947:2019 Pasal 17)



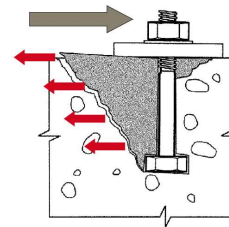
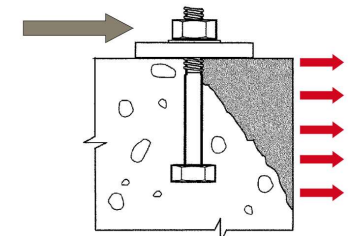
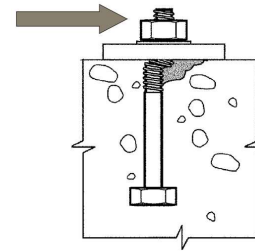
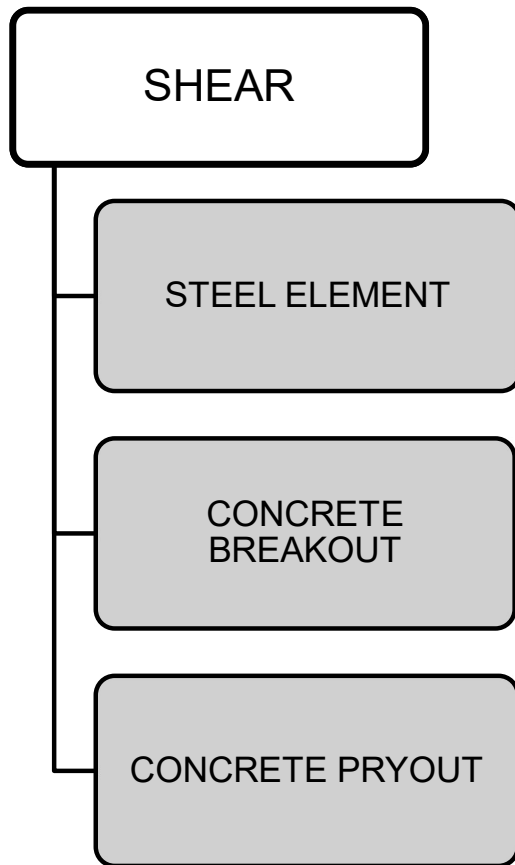
KEKUATAN ANGKUR DIDAPAT DARI KAPASITAS GAGAL NYA



TIPE KEGAGALAN AKIBAT BEBAN TARIK (TENSION)



TIPE KEGAGALAN AKIBAT BEBAN GESER (SHEAR)



INTERAKSI TARIK DAN GESER

17.6 - Interaksi gaya tarik dan geser

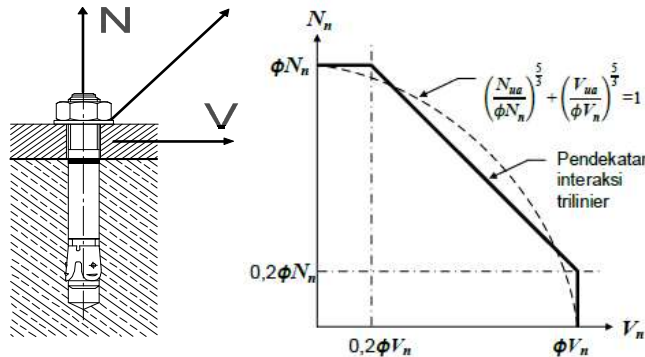
Kecuali jika ditentukan sesuai dengan 17.3.1.3, angkur atau kelompok angkur yang dikenai beban geser dan aksial harus didesain untuk memenuhi persyaratan 17.6.1 hingga 17.6.3. Nilai ϕN_n dan ϕV_n merupakan kekuatan perlu yang harus ditentukan oleh 17.3.1.1 atau 17.2.3.

17.6.1 Jika $V_{ua}/(\phi V_n) \leq 0,2$ untuk kekuatan yang mengendalikan dalam kondisi geser, maka kekuatan penuh dalam tarik diizinkan: $\phi N_n \geq N_{ua}$.

17.6.2 Jika $N_{ua}/(\phi N_n) \leq 0,2$ untuk kekuatan yang mengendalikan dalam kondisi tarik, maka kekuatan penuh dalam geser diizinkan: $\phi V_n \geq V_{ua}$.

17.6.3 Jika $V_{ua}/(\phi V_n) > 0,2$ untuk kekuatan yang mengendalikan dalam kondisi geser dan $N_{ua}/(\phi N_n) > 0,2$ untuk kekuatan yang mengendalikan dalam kondisi tarik, maka

$$\frac{N_{ua}}{\phi N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi V_n} \leq 1,2 \quad (17.6.3)$$



Gambar R17.6 – Persamaan interaksi beban geser dan tarik

R17.6 - Interaksi gaya tarik dan geser

Ekspresi interaksi geser-tarik secara tradisional telah dinyatakan sebagai

$$\left(\frac{N_{ua}}{N_n}\right)^\zeta + \left(\frac{V_{ua}}{V_n}\right)^\zeta \leq 1,0$$

dimana ζ bervariasi antara 1 hingga 2. Rekomendasi trilinear saat ini adalah penyederhanaan ekspresi di mana $\zeta = 5/3$ (Gambar R17.6). Batasannya dipilih untuk menghilangkan persyaratan untuk perhitungan efek interaksi dimana terdapat nilai-nilai yang sangat kecil dari kekuatan kedua. Ekspresi interaksi lainnya yang terverifikasi oleh data pengujian, bagaimanapun, dapat digunakan untuk memenuhi 17.3.1.3.

Kuat Desain Tarik (ϕN_n)

Gaya Tarik Terfaktor (N_{ua})

Interaction

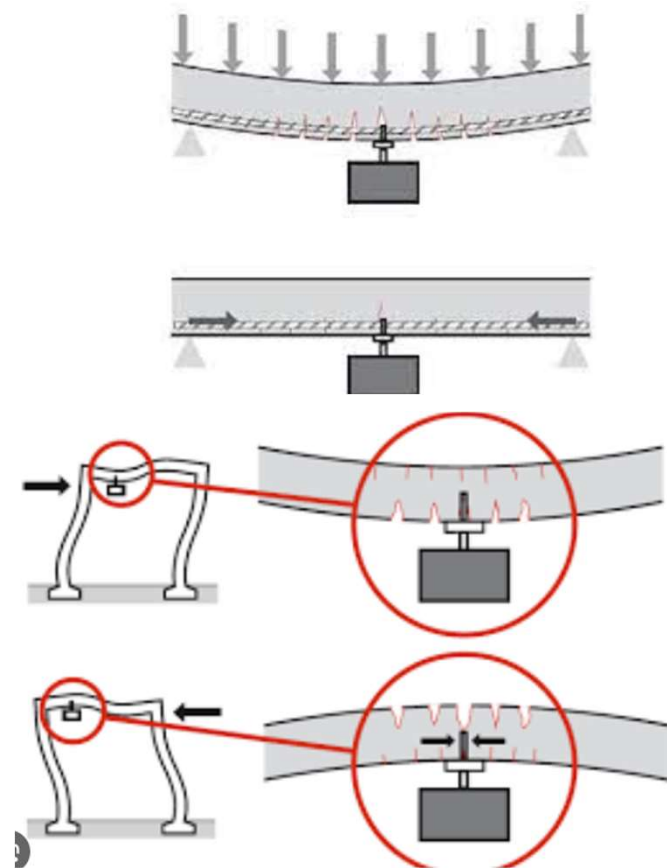
$$\left(\frac{N_{ua}}{\phi N_n}\right)^z + \left(\frac{V_{ua}}{\phi V_n}\right)^z$$

Kuat Desain Geser (ϕV_n)

Gaya Geser Terfaktor (V_{ua})

BETON EKSTING

- Angkur post-installed digunakan umumnya digunakan pada beton atau *masonry*.
 - **Material beton mempengaruhi kekuatan angkur.**
 - ACI 318 (mengacu pada Panduan ASTM C39) menentukan kuat tekan beton (f'_c) yang dapat digunakan:
 - Berkisar dari **17 – 62 MPa**. *Selain dari itu : perlu pertimbangan khusus*
 - **Kondisi** beton eksisting harus diperhatikan :
 - Apakah kering, atau basah, atau terendam air?
 - Apakah retak? Apakah tidak retak?
- **Kenapa kondisi beton sangat penting?**
 - Karena angkur, melalui *baseplate*, menerima gaya Tarik secara **langsung**.
 - Sedangkan beton tidak kuat menahan Tarik.
 - Tahanan jebol beton pun menjadi penentu kekuatan angkur.



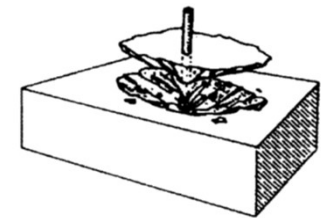
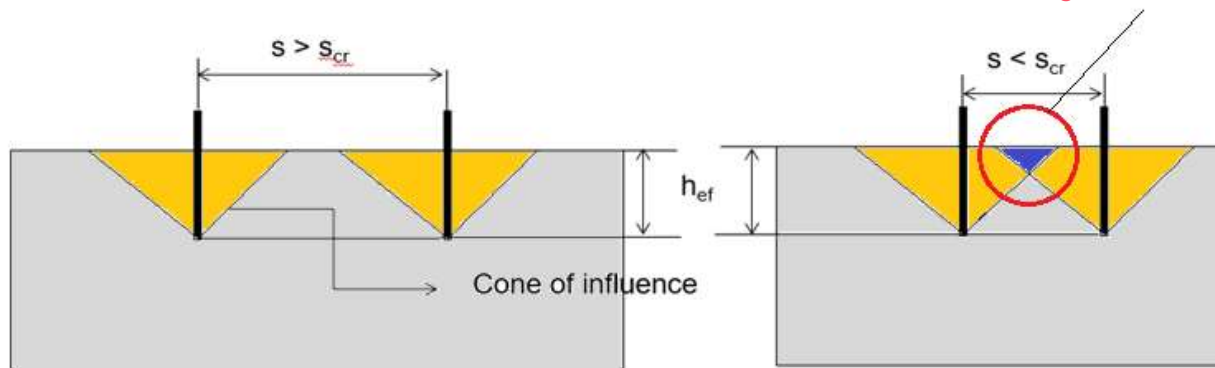
Typically, cracks are 0.3mm wide under static, serviceability conditions

JARAK ANTAR ANGKUR & JARAK KE TEPI BETON

- Kegagalan beton pada angkur berbentuk **kerucut** (concrete cone). Dengan menggunakan model ini, kita bisa menentukan area yang terpengaruh ketika sebuah angkur dibebani.
- Agar grup angkur bisa mencapai kekuatan penuhnya, maka angkur harus:
 - Dipasang dengan jarak cukup ($s_{cr,N}$) untuk menghindari overlap area pengaruh konus dengan angkur lain yang berdekatan.
 - Dipasang **cukup jauh** dari tepi beton agar tidak dilewati oleh area konus pengaruh ($c_{cr,N} = \frac{s_{cr,N}}{2}$).



Kekuatan berkurang karena Konus ber-irisan



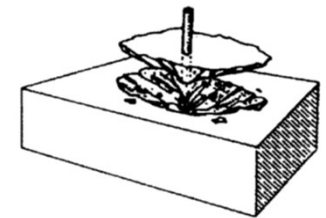
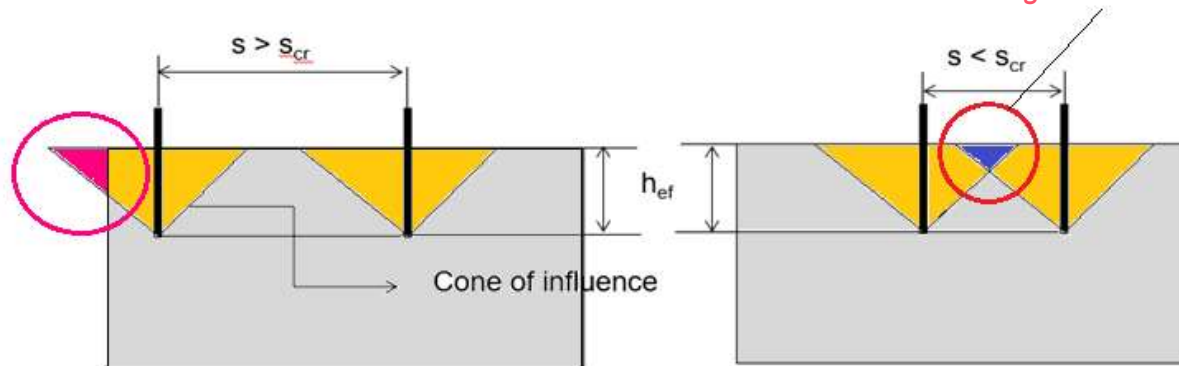
JARAK ANTAR ANGKUR & JARAK KE TEPI BETON

- Kegagalan beton pada angkur berbentuk **kerucut** (concrete cone). Dengan menggunakan model ini, kita bisa menentukan area yang terpengaruh ketika sebuah angkur dibebani.
- Agar grup angkur bisa mencapai kekuatan penuhnya, maka angkur harus:
 - Dipasang dengan jarak cukup ($s_{cr,N}$) untuk menghindari overlap area pengaruh konus dengan angkur lain yang berdekatan.
 - Dipasang **cukup jauh** dari tepi beton agar tidak dilewati oleh area konus pengaruh ($c_{cr,N} = \frac{s_{cr,N}}{2}$).

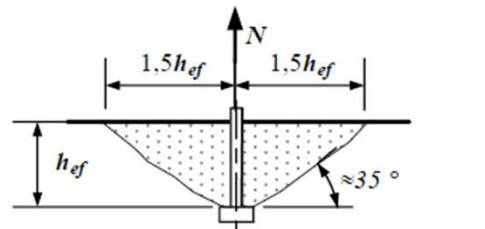


Kekuatan berkurang karena Konus ber-irisan

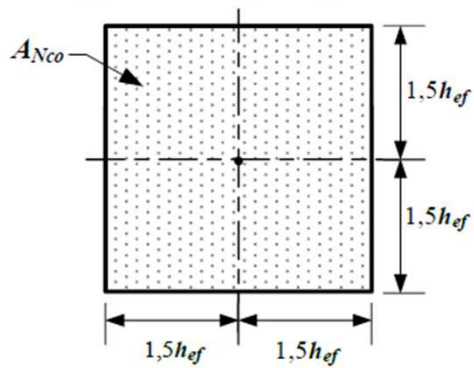
Kekuatan berkurang karena Konus terpotong tepi beton



KEDALAMAN TANAM

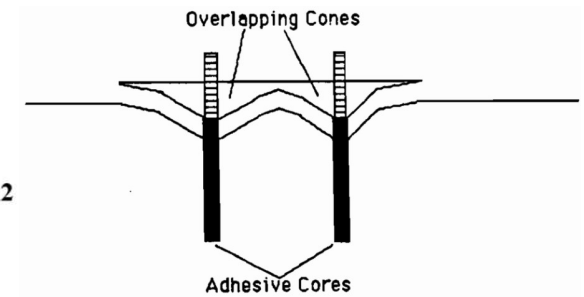
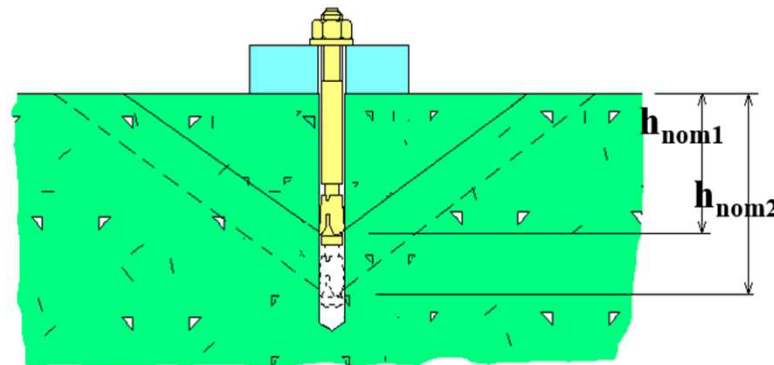


Potongan melintang bidang keruntuhan



Denah

Semakin dalam angkur, semakin besar juga konus pengaruhnya. Jika konus terlalu besar, maka area pengaruhnya akan *overlap* dengan angkur terdekat.



KEKUATAN ANGKUR DARI KAPASITAS JEBOL BETON

Pemeriksaan kekuatan angkur dari kapasitas jebol beton

Single Anchor

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot N_b$$

$$N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

($k_c = 10$ or 7 for uncracked / cracked) – SI Unit

Group of Anchors

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot N_b$$

$k_c = 24$ & 17 – Imperial Unit

Check if $\phi_{concrete} \cdot N_{cb(g)} \geq N_{ua(g)}$

KEKUATAN ANGKUR DARI KAPASITAS CABUT

Pemeriksaan kekuatan angkur dari kapasitas cabut angkur

Angkur tunggal

$$N_a = \frac{A_{na}}{A_{Na0}} \cdot \psi_{ed, NA} \cdot \psi_{cp, Na} \cdot N_{ba}$$

Grup Angkur

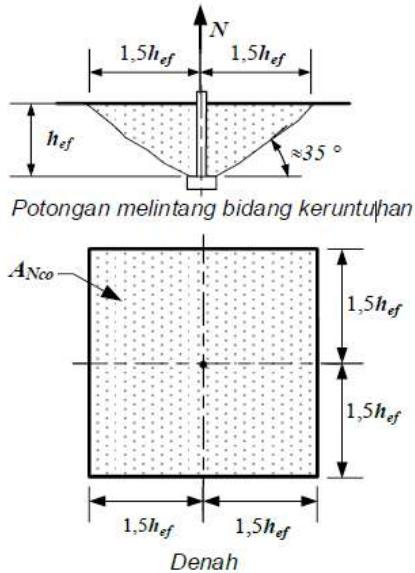
$$N_{ag} = \frac{A_{na}}{A_{Na0}} \cdot \psi_{ec, NA} \cdot \psi_{ed, Na} \cdot \psi_{cp, Na} \cdot N_{ba}$$

Check if $\phi_{bond} \cdot N_{a(g)} \geq N_{ua(g)}$

KAPASITAS JEBOL BETON DAN KUAT CABUT BERDASARKAN JARAK DAN KEDALAMAN

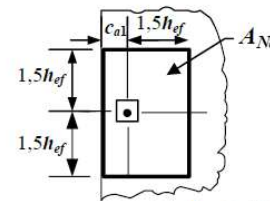
$$A_{nco} = 9h_{ef}^2 \quad (17.4.2.1c)$$

Jarak kritis ke ujung untuk *headed studs*, *headed bolts*, *expansion anchors* dan *undercut anchors* adalah $1,5h_{ef}$



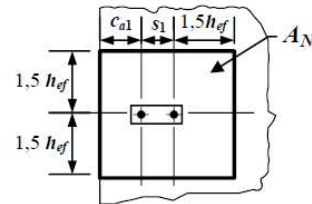
$$A_{Nco} = (2 \times 1,5h_{ef}) \times (2 \times 1,5h_{ef}) = 9h_{ef}^2$$

(a)



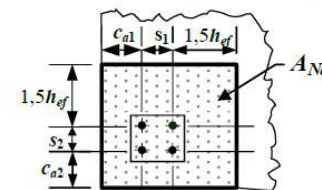
$$A_{Nc} = (c_{a1} + 1,5h_{ef}) \times (2 \times 1,5h_{ef})$$

jika $c_{a1} \leq 1,5h_{ef}$



$$A_{Nc} = (c_{a1} + s_1 + 1,5h_{ef}) \times (2 \times 1,5h_{ef})$$

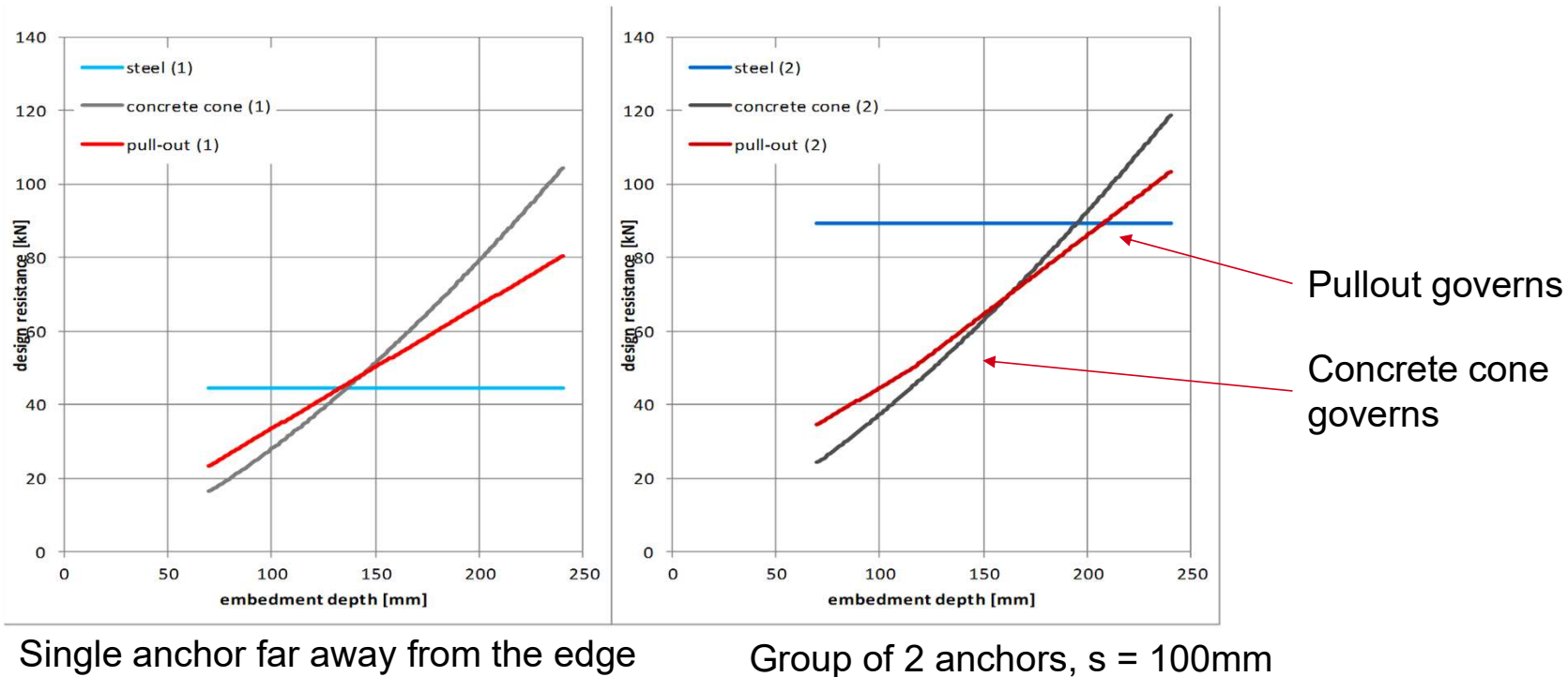
if $c_{a1} \leq 1,5h_{ef}$ dan $s_1 \leq 3h_{ef}$



$$A_{Nc} = (c_{a1} + s_1 + 1,5h_{ef})(c_{a2} + s_2 + 1,5h_{ef})$$

if c_{a1} dan $c_{a2} < 1,5h_{ef}$
dan s_1 dan $s_2 < 3h_{ef}$

KEKUATAN DUA ANGKUR BELUM TENTU SAMA DENGAN KEKUATAN SATU ANGKUR **DIKALI DUA**



Design resistance of a specific Hilti adhesive anchor of 12 mm diameter in non-cracked C20/25 grade concrete as a function of the anchorage depth.



APAKAH BISA MEMERIKSA KEKUATAN DARI TABEL BROSUR?

CONTOH : 4 ANGKUR CHEMICAL M24

Mengambil data dari Tabel/Brosur Technical Datasheet



Static and quasi-static resistance (for a single anchor)

All data in this section applies to:

- Correct setting (See setting instruction)
- No edge distance and spacing influence
- Steel failure
- Base material thickness, as specified in the table
- Concrete C 20/25, $f_{ck, cube} = 25 \text{ N/mm}^2$
- Temperature range I: -40°C to $+40^\circ\text{C}$ (min. base material temperature -40°C , max. long/short term base material temperature: $+24^\circ\text{C}/40^\circ\text{C}$)
- Short term loading. For long term loading please apply ψ_{sus} .
 - Hammer drilled holes, hammer drilled holes with hollow drill bit and diamond cored holes with Hilti roughening tool: $\psi_{sus} = 0.88$

Embedment depth ^{a)} and base material thickness

Anchor size	ETA-16/0143, issue 2019-05-14										Hilti technical data			
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39			
HAS-U														
Eff. anchorage depth [mm]	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360			
Base material thickness [mm]	110	120	140	161	214	266	300	340	374	410	444			
HIS-N														
Eff. anchorage depth [mm]	90	110	125	170	205	-	-	-	-	-	-			
Base material thickness [mm]	120	150	170	230	270	-	-	-	-	-	-			

a) The allowed range of embedment depth is shown in the setting



Recommended loads ^{a)}

Anchor size	ETA-16/0143, issue 2019-05-14										Hilti technical data			
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39			
Cracked concrete														
Tension N_{Rec}	HAS-U 5.8	7,2	10,8	18,8	22,9	36,3	49,9	61,0	72,7	-	-	-		
	HAS-U 8.8, AM	7,2	10,8	18,8	22,9	36,3	49,9	61,0	72,7	-	-	-		
	HAS-U A4 [kN]	7,2	10,8	18,8	22,9	36,3	49,9	57,4	70,2	-	-	-		
	HAS-U HCR	7,2	10,8	18,8	22,9	36,3	49,9	61,0	72,7	-	-	-		
	HIS-N 8.8	11,9	18,9	22,9	36,3	48,1	-	-	-	-	-	-		
Shear V_{Rec}	HAS-U 5.8	5,1	8,6	12,0	22,3	34,9	50,3	65,7	80,0	-	-	-		
	HAS-U 8.8, AM	8,6	13,1	19,4	36,0	56,0	80,6	105	128	-	-	-		
	HAS-U A4 [kN]	6,0	9,2	13,7	25,2	39,4	56,8	34,5	42,0	-	-	-		
	HAS-U HCR	8,6	13,1	19,4	36,0	56,0	80,6	65,7	80,0	-	-	-		
	HIS-N 8.8	7,4	13,1	19,4	36,0	33,1	-	-	-	-	-	-		

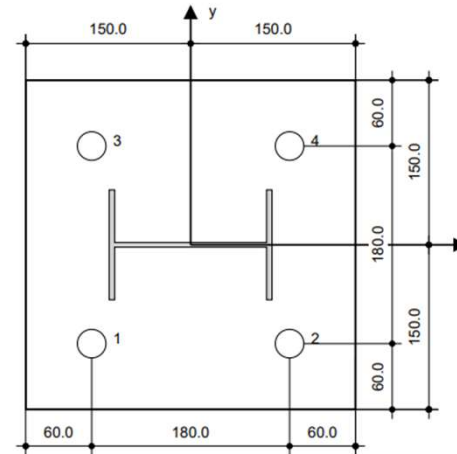
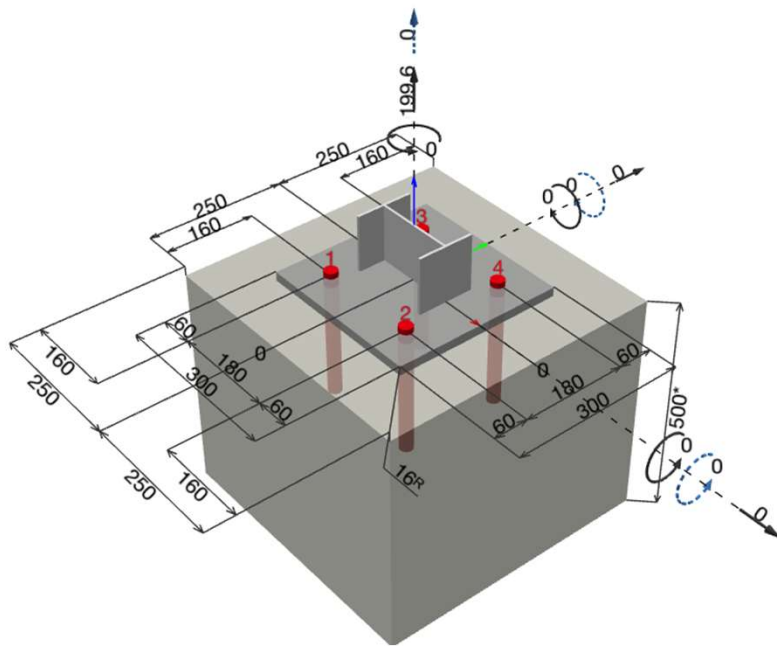
a) With overall partial safety factor for action $\gamma=1,4$. The partial safety factors for action depend on the type of loading and shall be taken from national regulations.

$$\text{Kuat Tarik } 4 \times \text{M24 (HAS-U+HIT RE500V3)} \\ = 4 \times 49.9 \text{ KN} = \underline{\underline{199.6 \text{ KN}}}$$

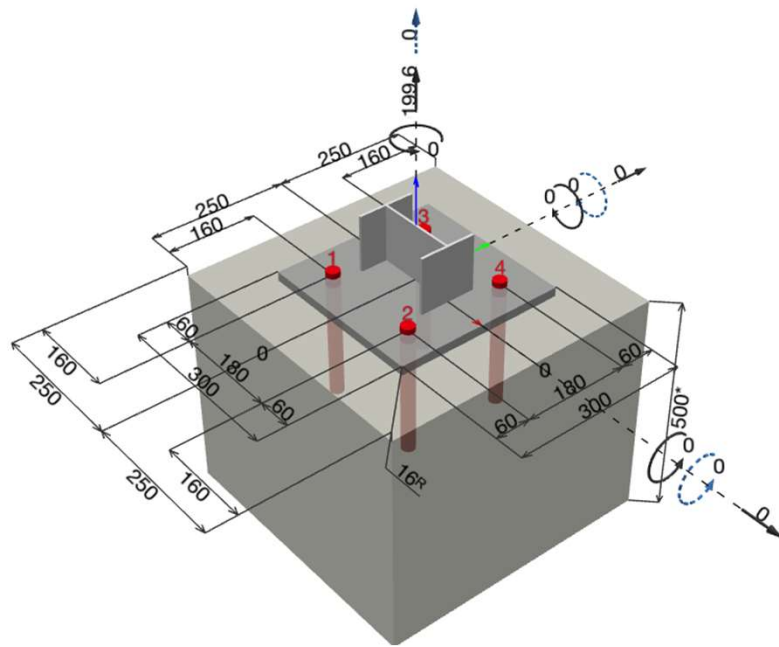


CONTOH : 4 ANGKUR CHEMICAL M24


Contoh : Baseplate Kolom Baja pada Pedestal 500x500 mm, tebal 500 mm.
Mutu beton $f'c$ 20 MPa
Gaya Tarik = 199.6 KN



CONTOH : 4 ANGKUR CHEMICAL M24



ANCHOR ☆ ^

Family
 HIT-RE 500 V3 + HAS-U


Type
 HIT-RE 500 V3 + HAS-U 5.8

Size
 M24

[View ESR](#)

Anchor rod item #
 2223881 HAS-U 5.8 M24x300

Adhesive item #
 2123403 HIT-RE 500 V3

Embedment depth h_{ef}
 210 mm

BASE MATERIAL ☆ ✓

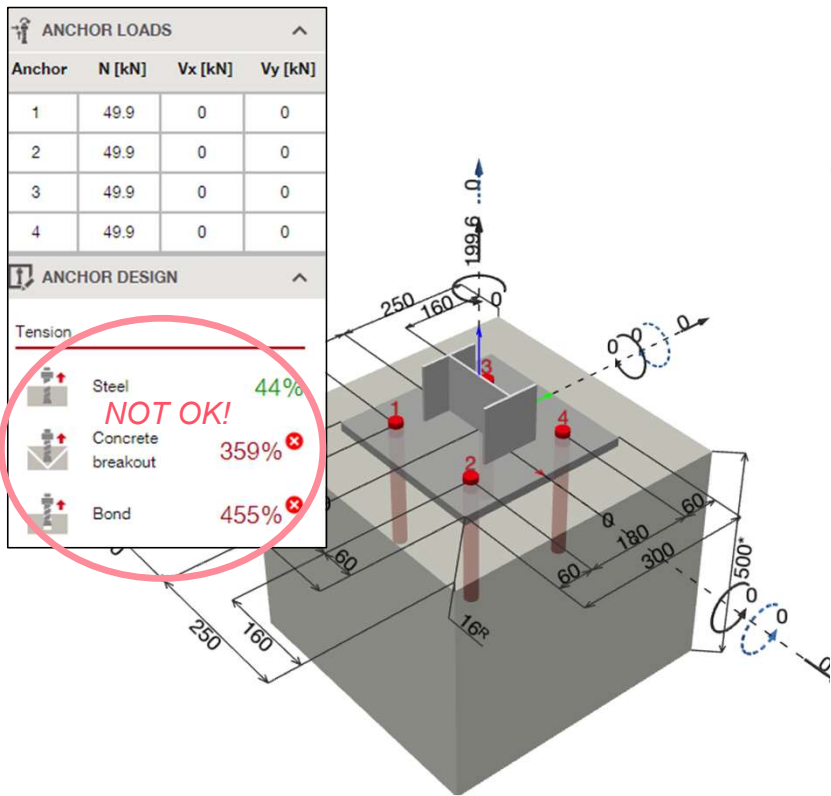
Cracked concrete ⓘ

Custom

$f_{c,cyl}$ Lightweight concrete
 20 N/mm² Use

Type	Loads	Forces [kN]			Moment
		Vx	Vy	N	Mx
+	Design	0	0	199.6	0
	Sustained			0	0

CONTOH : 4 ANGKUR CHEMICAL M24



ANCHOR LOADS			
Anchor	N [kN]	Vx [kN]	Vy [kN]
1	49.9	0	0
2	49.9	0	0
3	49.9	0	0
4	49.9	0	0

ANCHOR DESIGN	
Tension	
Steel	44%
Concrete breakout	359% NOT OK!
Bond	455%

3.2 Bond Strength

$$N_{bd} = \left(\frac{A_{sde}}{A_{sdo}} \right) \psi_{ec} N_b$$

$$\phi N_{bd} \geq N_{ua}$$

$$A_{sde} \text{ see ACI 318-11}$$

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

$$c_{Na} = 10 d_a \sqrt{\frac{f_{ct,ens}}{110}}$$

$$\psi_{ec,Na} = \left(\frac{1}{1 + \frac{e_{c1,N}}{c_{Na}}} \right)$$

$$\psi_{ed,Na} = 0.7 + 0.3 \left(\frac{c_{a,min}}{1.5 h_{ef}} \right)$$

$$\psi_{cp,Na} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \dots \right)$$

$$N_{ba} = \lambda_a \cdot \tau_{k,c} \cdot \pi \cdot \dots$$

Variables

$\tau_{k,c,avg}$ [N/mm ²]	14.32
$e_{c1,N}$ [mm]	0.0

Calculations

c_{Na} [mm]	A_{sde} [mm ²]	A_{sdo} [mm ²]	$\psi_{ed,Na}$
328.3	250,000	431,184	0.846
$\psi_{ec1,Na}$	$\psi_{ec2,Na}$	$\psi_{cp,Na}$	N_{bd} [kN]
1.000	1.000	1.000	137.621

Results

N_{ua} [kN]	ϕ_{bond}	ϕN_{bd} [kN]	N_{ub} [kN]
67.520	0.650	43.888	199.600

3.3 Concrete Breakout Failure

$$N_{cbg} = \left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

$$\phi N_{cbg} \geq N_{ua}$$

$$A_{Nc} \text{ see ACI 318-14, Section 17.4.2.1, Fig. R 17.4.2.1(b)}$$

$$A_{Nco} = 9 h_{ef}^2$$

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + \frac{2 e_{c1,N}}{3 h_{ef}}} \right) \leq 1.0$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \left(\frac{c_{a,min}}{1.5 h_{ef}} \right) \leq 1.0$$

$$\psi_{cp,N} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \frac{1.5 h_{ef}}{c_{ac}} \right) \leq 1.0$$

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f_c} h_{ef}^{1.5}$$

Variables

h_{ef} [mm]	$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	$c_{a,min}$ [mm]	$\psi_{c,N}$
106.7	0.0	0.0	160.0	1.000
c_{ac} [mm]	k_c	λ_a	f_c [psi]	
310.3	17	1.000	2,901	

Calculations

A_{Nc} [mm ²]	A_{Nco} [mm ²]	$\psi_{ec1,N}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{ed,N}$	$\psi_{cp,N}$	N_b [kN]
250,000	102,400	1.000	1.000	1.000	1.000	35,050

Results

N_{cbg} [kN]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{cbg} [kN]	N_{ub} [kN]
85.570	0.650	55.621	199.600

Kekuatan 4 Angkur M24, tidak mampu menahan beban yang sama pada konfigurasi ini



TULANGAN POST-INSTALLED

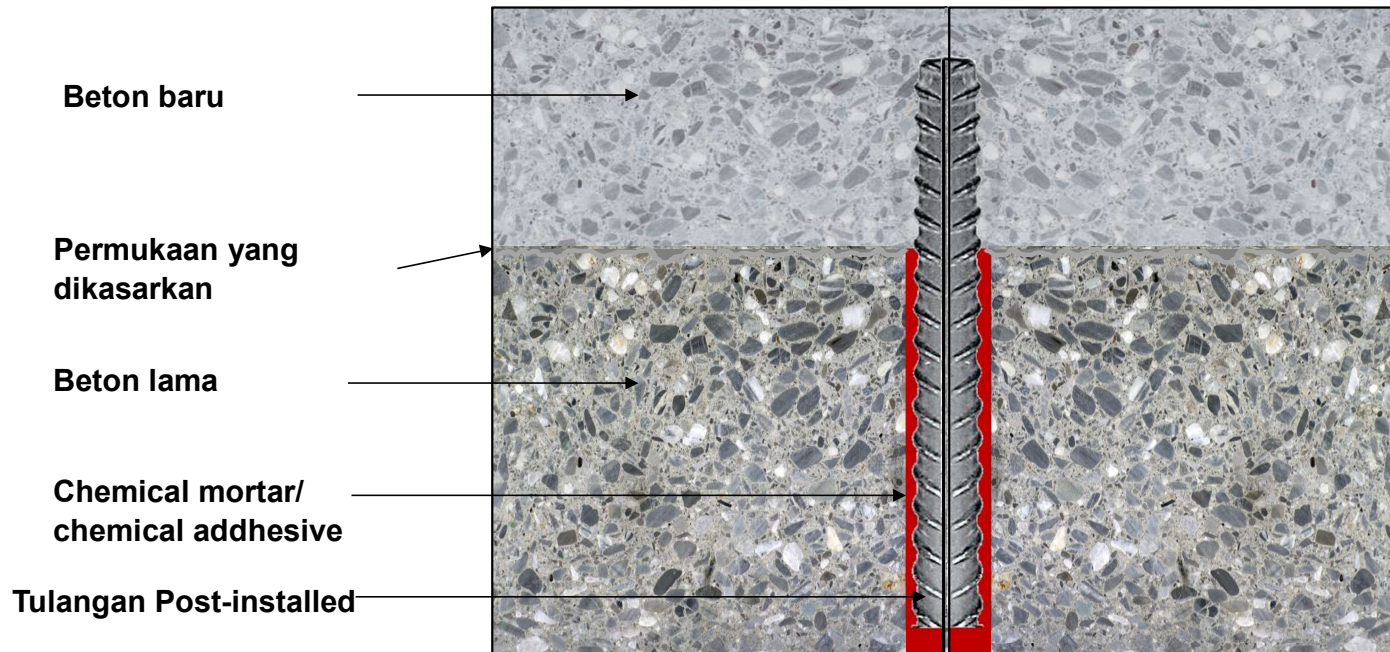
(CHEMICAL REBAR)

Acuan Standar desain :

- ACI 308-14 Ch. 25
- EN 1992-1-1 (2004) Ch. 8

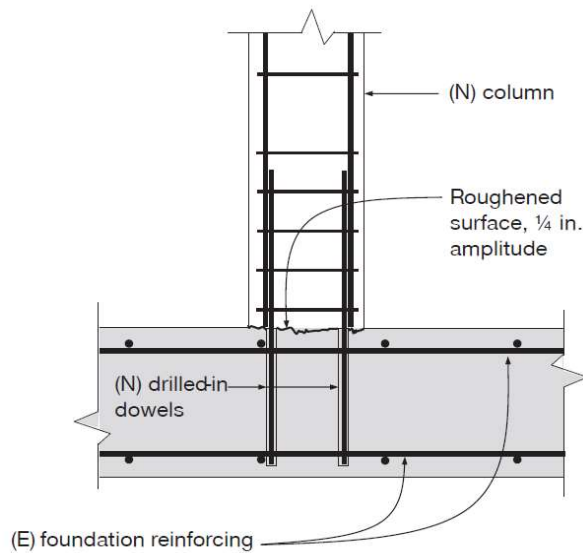


APA YANG DIMAKSUD DENGAN “TULANGAN POST INSTALLED”?

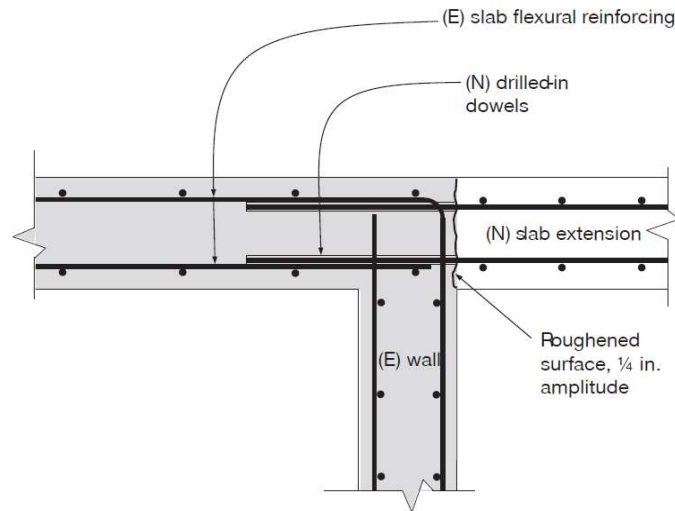


Tulangan post-installed digunakan untuk menyambungkan beton lama dan beton baru, dengan bantuan chemical.

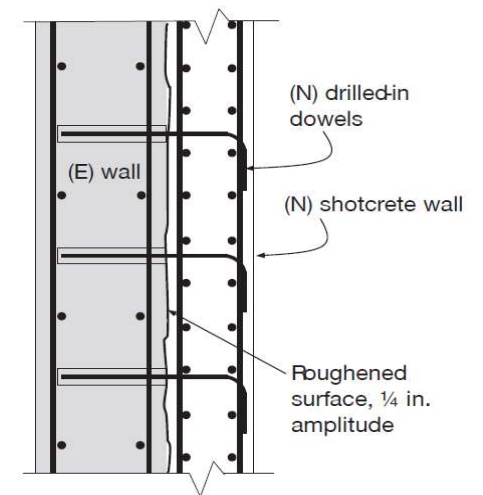
SAMBUNGAN BETON KE BETON DAPAT DIBAGI MENJADI TIGA KELOMPOK



Anchorage / Penjangkaran (Starter Bar)

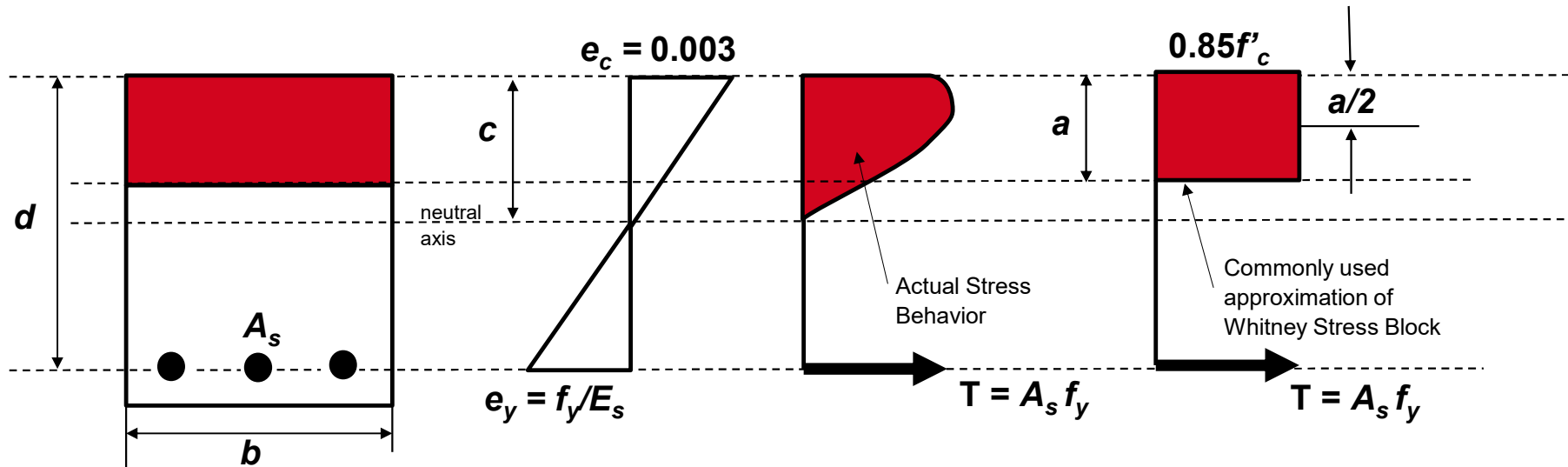


Extensions / Lap Splices



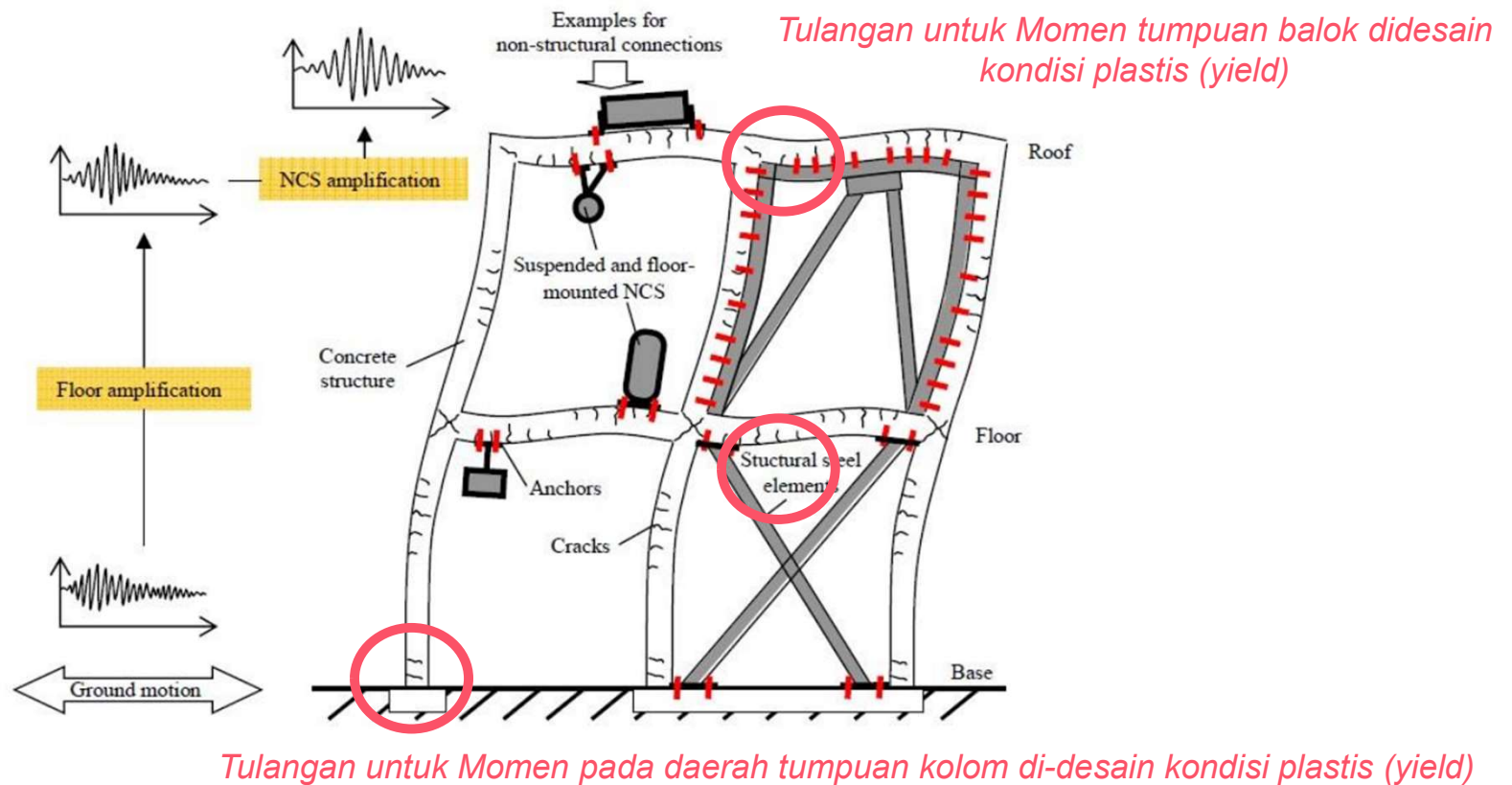
Penambahan Lapisan Beton / Sambungan Geser Friksi

BETON BERTULANG DIDESAIN DALAM KONDISI “BALANCED”

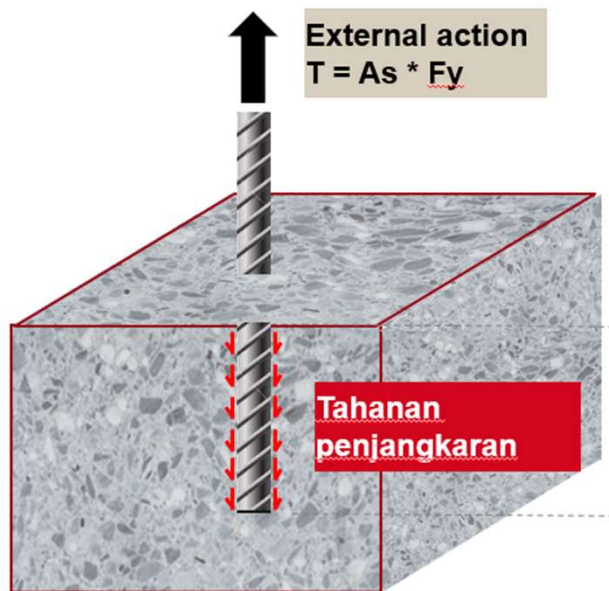


- Proporsi elemen pada beton bertulang mencapai kuat desain (ϕM_n) pada kondisi “balanced”.
- Tulangan yield (leleh) saat regangan beton = 0.003
- Lebar retak harus lebih kecil dari , $w \leq 0.3mm$
- Desain kekuatan beton bertulang menggunakan asumsi Tulangan mencapai **yield** (kuat leleh) : $T = A_s f_y$
- Untuk mencapai kondisi **yield**, tulangan harus ditanam dalam kedalaman tertentu.

PANJANG PENYALURAN HARUS MEMADAI

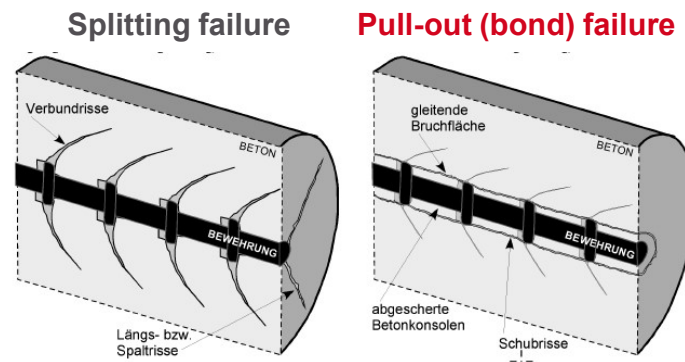


KEDALAMAN TANAM HARUS KUAT MENAHAN TULANGAN PADA BETON SAMPAI TITIK YIELD TERCAPAI

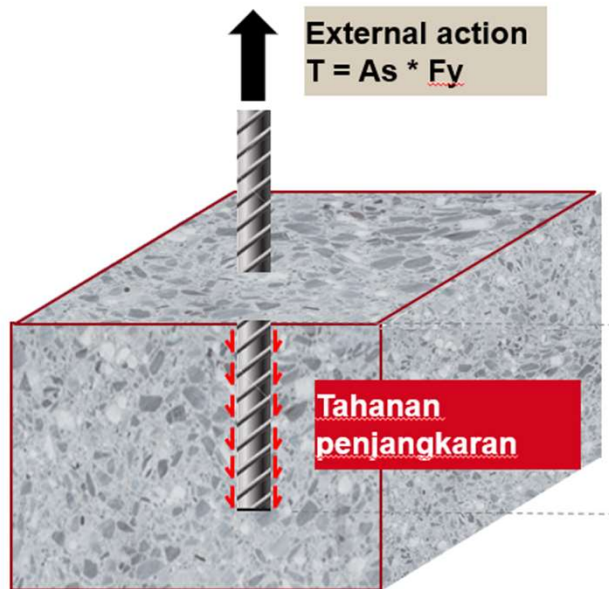


- Lekatan atau *bonding* tulangan dan chemical, dan chemical – beton eksisting, harus **cukup kuat untuk menahan gaya tarik** agar tulangan mencapai **yield**. Kekuatan ini disebut ***bond strength***.

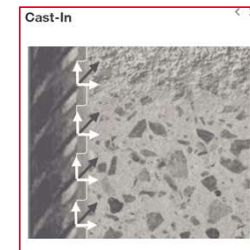
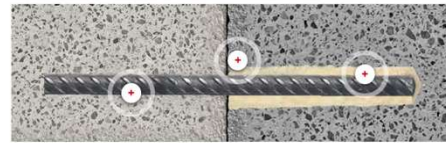
$$f_b = \Delta\sigma_s \cdot A_s / \pi\phi l_b$$



KEDALAMAN TANAM HARUS KUAT MENAHAN TULANGAN PADA BETON SAMPAI TITIK YIELD TERCAPAI

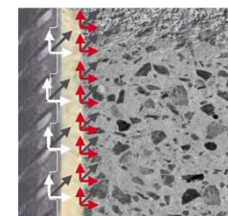


- Pada tulangan cor, *bond strength* diperoleh dari 'transfer gaya' pada sirip tulangan dengan beton segar.

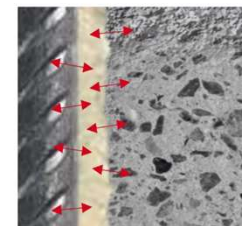


- Sedangkan pada tulangan post-installed, *bond strength* diperoleh dari dua aksi. Pertama, dari *micro keying* antara tulangan – chemical dan - permukaan beton eksisting yang dikasarkan.
- Kedua, dari *lekatan kimiawi* yang lebih baik dari 'chemical' (dibandingkan beton segar).

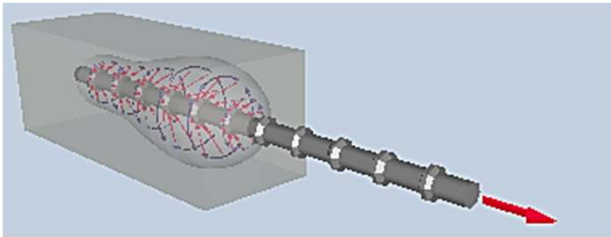
Micro Keying



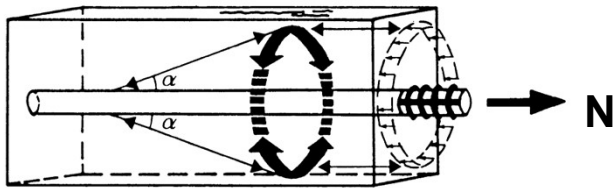
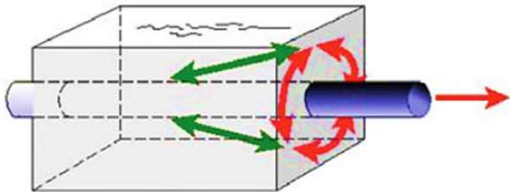
Bond



NAMUN, LEKATAN INI MENIMBULKAN SPLITTING PADA BETON

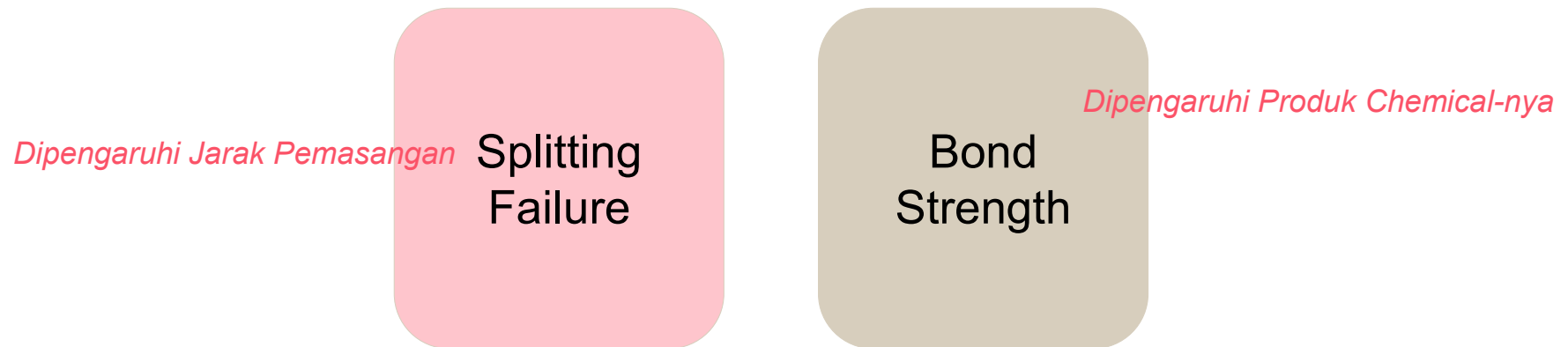


- Lekatan/ bonding menimbulkan tegangan radial yang cukup besar di sekeliling tulangan.
- Kekuatan beton dalam menahan tegangan ini menjadi parameter penting dalam menentukan kuat tahanan. Jika beton tidak cukup kuat, maka akan terjadi **splitting beton**.



- **Splitting** dipengaruhi oleh
 - Kuat beton
 - Spasi tulangan
 - Diameter tulangan
 - Dan ada tidaknya perkuatan pada beton (misalnya sengkang, ties)
 - **Tebal selimut beton**

HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN DALAM PENGGUNAAN TULANGAN POST-INSTALED



Untuk tulangan post installed, **bond strength** sangat dipengaruhi kekuatan bahan chemical adhesive & interaksinya dengan permukaan beton di sekitarnya

ON SITE PULL OUT TESTING

PULL-OUT TESTING : MEMASTIKAN KELAYAKAN Pengerjaan di Lapangan

- *On-site pull out test* : adalah mekanisme tes Tarik angkur tunggal *non-destructive* yang dilakukan dengan bantuan pompa hidrolis.
- Dilakukan pada satu angkur tunggal.
- Pull-out test bertujuan : memastikan kualitas pemasangan angkur di lapangan (*workmanship*)

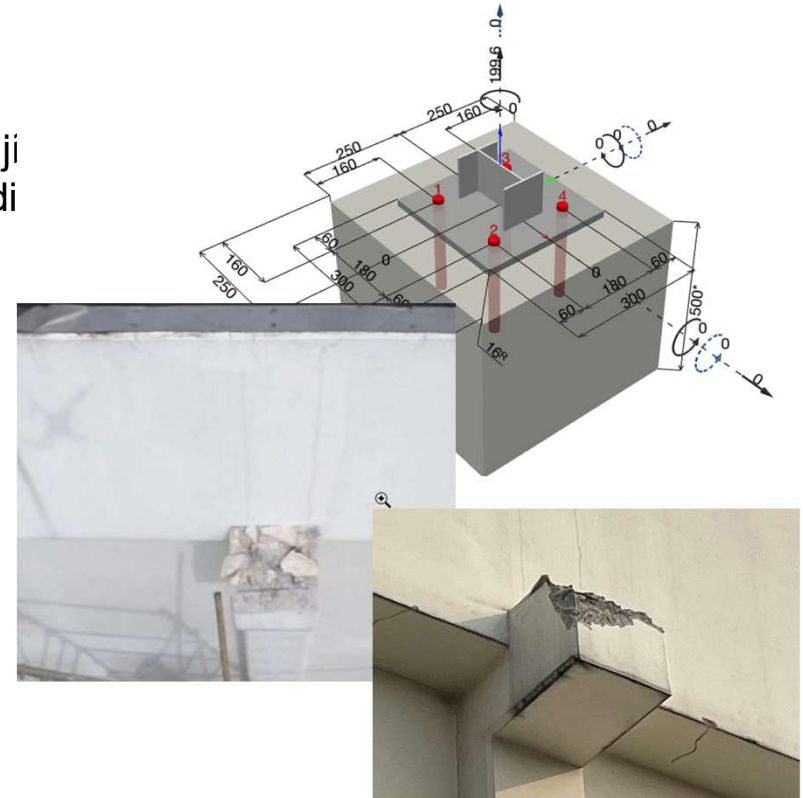
Hasil 'Pull-out test' tidak dapat digunakan untuk penentuan kekuatan angkur.



PULL-OUT TESTING TIDAK DAPAT DIGUNAKAN UNTUK PENENTUAN KEKUATAN

- Penentuan kekuatan didapatkan dari pengujian ribuan benda uji dengan berbagai kondisi pemasangan. Sedangkan pengujian di lapangan hanya berdasarkan satu angkur.
- Pull-out test dilakukan pada satu angkur saja. Umumnya dilakukan dengan konfigurasi yang berbeda dengan kondisi terpasang (jarak antar angkur, jarak ke tepi, pengaruh angkur lain)
- Pull-out test dilakukan pada satu angkur saja sehingga tidak mempertimbangkan kegagalan grup angkur (ingat kasus angkur 4xM24)

Hasil 'Pull-out test' tidak dapat digunakan untuk penentuan kekuatan angkur.



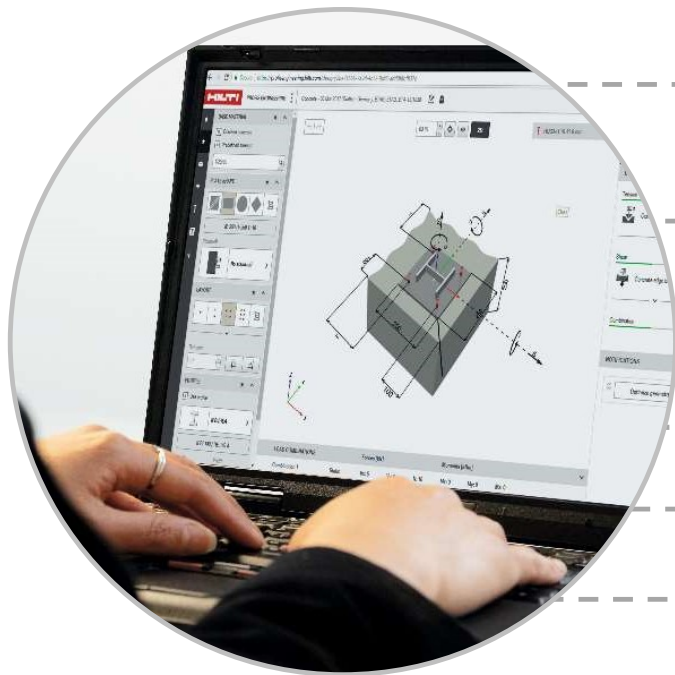
ADAKAH CARA YANG LEBIH MUDAH UNTUK MENDESAIN SAMBUNGAN ?

- Penyambungan bukan merupakan bagian utama dari sebuah proyek konstruksi,
- Namun pelaksanaan dan perencanaannya harus di-desain dengan baik agar memenuhi faktor kapasitas dan keamanan.
- Durasi pekerjaan sambungan, dari perencanaan sampai pelaksanaan tidak boleh memakan waktu lama, apalagi jika sampai mengganggu *time-line project*.
- Laporan analisis yang terperinci dan komprehensif juga diperlukan untuk proses approval dan persetujuan *stakeholder* proyek konstruksi.



PROFIS ENGINEERING MENAWARKAN SOLUSI LEBIH DARI SEKADAR SOFTWARE DESAIN

Perhitungan, Analisis, Pemilihan Produk, Hingga Produksi Gambar Kerja dapat dilakukan dengan satu program.



Program berbasis Cloud : Tidak memerlukan proses instalasi, dapat diakses di manapun



Load Import Otomatis dari Program Perhitungan Lain



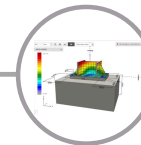
Selalu Auto-update untuk mendapatkan fitur terbaru



Dapat menggunakan berbagai metode desain



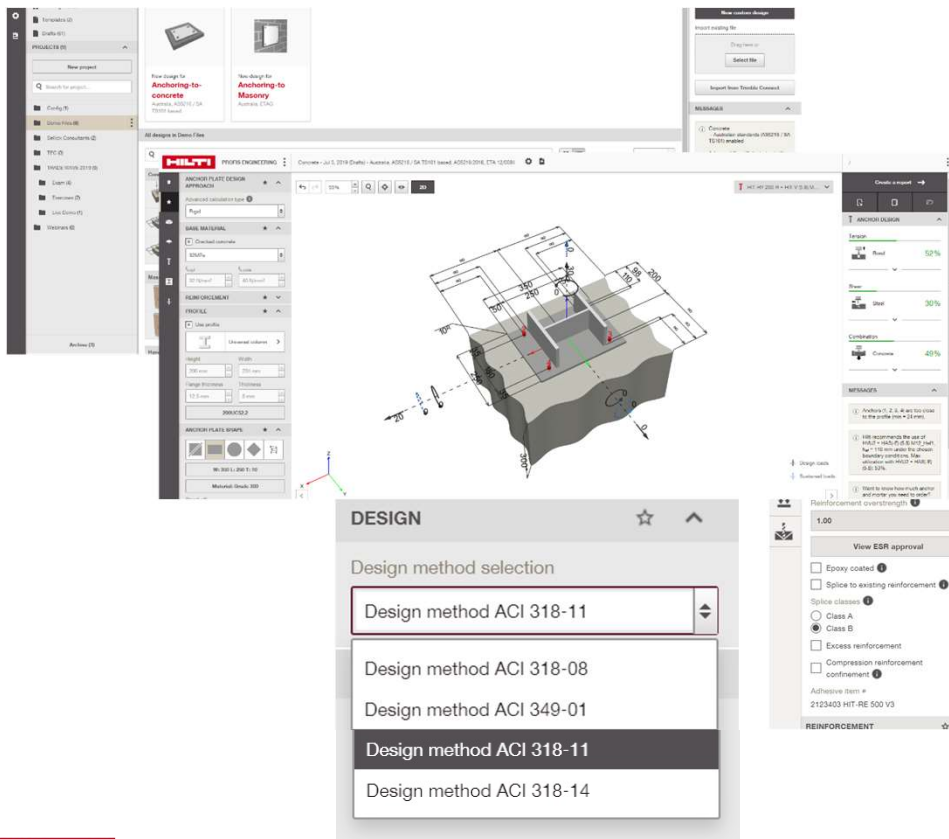
Expor-impor ke Software Modeling Lain (Auto Cad, Revit)



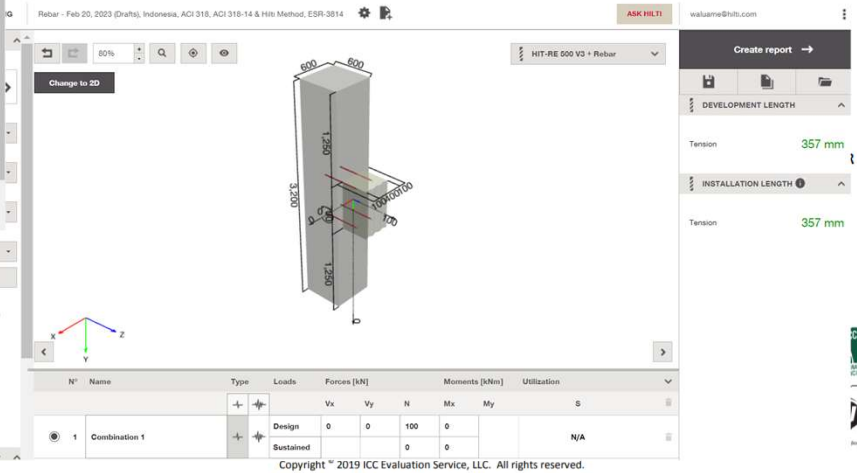
Desain Sambungan Lengkap

PROFIS ENGINEERING : SOLUSI ANDALAN PERENCANAAN ANGKUR

Anchor resistance design:



DIVISION: 03 00 00—CONCRETE
SECTION: 03 16 00—CONCRETE ANCHORS
DIVISION: 05 00 00—METALS
SECTION: 05 05 19—POST-INSTALLED CONCRETE ANCHORS



Desain Angkur Post-installed

SEMINAR TOPIC LIBRARY

SEMINAR TOPIC LIBRARY - STRUCTURAL

No.	Structural
	Anchor Topics
1	Anchoring Principles & Design
2	Technology Of Adhesive Anchors And The Effects Of Varying Field Conditions
3	Technology Of Mechanical Anchors
4	Evaluation Of Factors That Affect Bond Stress
5	Integrating Software Into Anchor Design
6	Anchoring To Concrete-Over-Metal-Deck
7	Post-Installed Anchoring Into Masonry
8	Efficient Designs Into Concrete With Advanced Base Plate Design
9	Seismic Design Of Façade Attachments
	Rebar Topics
10	Fundamentals Of Post-Installed Reinforcing Bar Design Using Qualified Adhesive Anchor Systems
11	Designing Post-Installed Reinforcement For Development
12	Shear Friction Design For Post-Installed Reinforcement In Concrete Overlays
13	The Effects Of Fire On Post-Installed Rebar Connections
	General Topics
14	Cracked Vs Uncracked Concrete
15	How To Improve Building Seismic Performance On Fixing/Connection
16	Modular Supports
17	Seismic Bracing for MEP Support

HILTI ONLINE : KATALOG, DATA TEKNIS, DAN INOVASI TERBARU

