

CREATIVE

INNOVATIVE

PROFESSIONAL



PELATIHAN KOMPETENSI TAMBAHAN PERGURUAN TINGGI  
LINK AND MATCH PENDIDIKAN VOKASI DAN DUNIA KERJA



**Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman, M.T.**  
(Ketua Umum IAPPI)

**PENGAWASAN BETON PRACETAK**



[www.iappi-Indonesia.org](http://www.iappi-Indonesia.org)



iappi



@iappi\_Indonesia



@iappinesia

# Daftar Isi

- Pendahuluan
- Pekerjaan Pembesian
- Pekerjaan Bekisting (Formwork)
- Beberapa contoh
  - Desain Rumah Susun
  - Desain Pipe Rack
  - Desain Rumah Tinggal
  - Perencanaan Pelat pada Bangunan Gedung
  - Sistem formwork dan perancah pier jembatan
  - Dari perhitungan struktur tahap konstruksi ke SOP Konstruksi
- Penutup

The background of the slide features a low-angle, black and white photograph of several modern high-rise buildings. The buildings have repetitive window patterns and balconies, creating a strong sense of verticality and architectural rhythm. Some trees are visible in the upper corners, adding a touch of nature to the urban scene. The overall aesthetic is clean and professional.

# 01-Pendahuluan

- Kasus kegagalan konstruksi karena kegagalan pelaksanaan pembesian
- Kasus kegagalan konstruksi karena sistem perancah
- Proses desain sampai shopdrawing pelaksanaan
- Konstruksi berbasis industri manufaktur

# I. Pendahuluan

- Keruntuhan struktur karena tulangan terpasang tidak memenuhi persyaratan teknis



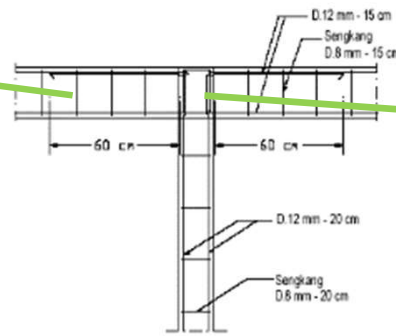


# I. Pendahuluan

- Keruntuhan struktur karena tulangan terpasang tidak memenuhi persyaratan teknis

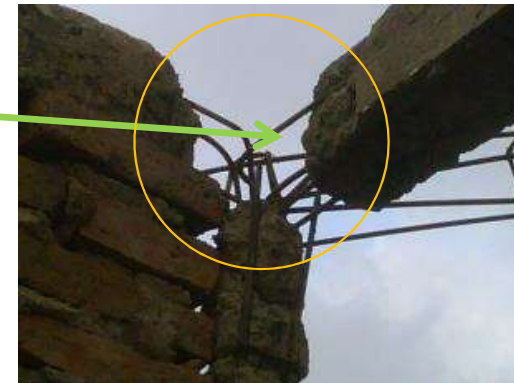


Tidak ada ring balok di sopi-sopi



DETAIL HUB. KOLOM BETON TENGAH DENGAN RING BALOK

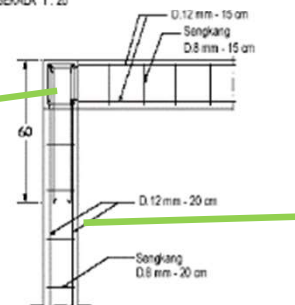
SEKALA 1 : 20



Sambungan tidak saling mengkait



Sambungan tidak saling mengkait



DETAIL HUB. KOLOM BETON SUDUT DENGAN RING BALOK

SEKALA 1 : 20



Dimensi tulangan kolom dan jarak sengkang tidak memenuhi syarat

# I. Pendahuluan

- Keruntuhan Konstruksi karena sistem bekisting formwork tidak memenuhi persyaratan

5. Pada kunjungan lapangan terlihat beberapa hal sebagai berikut :

- a. Komponen sistem perancah banyak yang tertekuk. Balok yang ditopang ukurannya cukup besar dan dalam posisi pengecoran yang relatif tinggi.



- b. Sistem perancah yang sama diterapkan pada berbagai tempat di sekitar tempat yang mengalami keruntuhan :

- (i) Pada balok di ketinggian yang sama namun ukuran relatif kecil (tidak runtuh)  
(ii) Pada balok dengan ukuran yang sama, namun tinggi sistem penopang relatif pendek (tidak runtuh).



# I. Pendahuluan

- Keruntuhan Konstruksi karena sistem bekisting formwork tidak memenuhi persyaratan



KKBG 2019  
Buci Prasetyo, Dian BPB, Diana Kusumastuti, Esty BPB, Feri, Firdaus, Ira, Jimmy, Kusnanti, La...

Diana Kusumastuti BPB  
Ini banyak banget yg ambruk bangunan apakah krn faktor alam, faktor pembangunan yg tidak tepat atau pemanfaatan yg tidak tepat 08:14

Mhn masukan dan saran bapak dan ibu 08:15

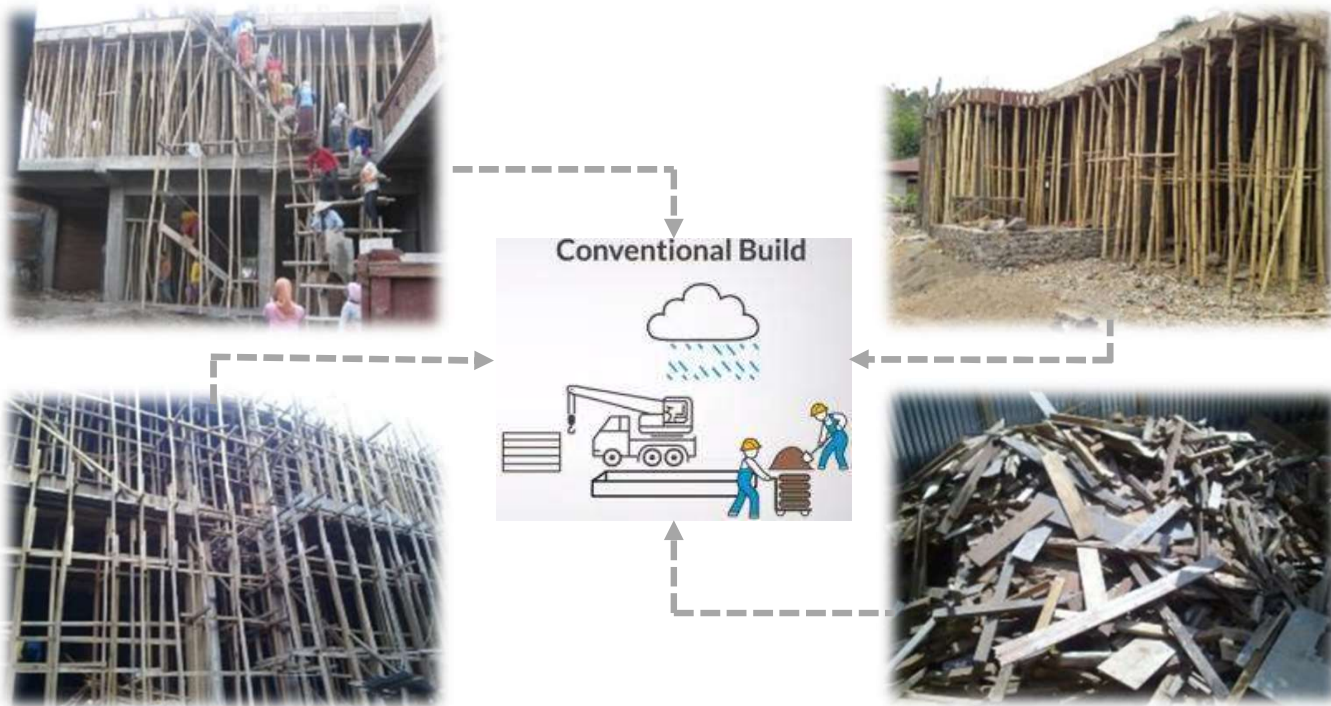
Jimmy Lpjik  
Menurut saya:  
1) bgn dirancang di bawah persy teknis dan/atau tdk sesuai dg regulasi  
2) jk bgn dirancang dg benar, mgkn tdk dilaksanakan dg benar krn tdk ada dan/atau pengawasannya tdk optimal  
3) jk dirancang benar, dilaksanakan secara benar dan diawasi pelaksanaannya secara benar, mungkin tdk dilakukan pemeliharaan, perawatan dan pemeriksaan berkala sesuai ketentuan dan pedoman  
4) seluruh atau sebagian tahapan 1 smp 3 dilakukan tp tdk oleh penyedia jasa yg memiliki tenaga ahli yg kompeten,  
5) kombinasi dari keempat hal di atas  
5) jika seluruh butir 1 sd 4 dilaksanakan tp tmsh terjadi, itu baru namanya musibah 09:22

Perancangan tidak baik di level gambar detail. Pelaksanaan umumnya sembarangan. Sekarang tidak banyak Yang kompeten di bidang konstruksi karena iklimnya tidak menarik: penghargaan tidak kompetitif dibanding resiko teknis dan legal. Kita sedang perbaiki dari mulai promosi profesi ini di generasi milenial, update Pengajaran di perguruan Tinggi dan Politeknik, Serta upgrade di tenaga konstruksi yang ada baik via pelatihan, bimbingan teknis, sertifikasi dan mengawal imb dan SLF via tabg 09:37



# I. PENDAHULUAN

- KONSTRUKSI ON SITE / INSITU (KONVENSIONAL)



Contoh : Rusun 3 lantai total luas 2500 m<sup>2</sup>, dengan durasi kontrak 6 bulan.

$$\text{Kapabilitas} = \frac{2500 \text{ m}^2}{6 \text{ bulan} \times 25 \text{ hari/bulan}} = 17 \text{ m}^2/\text{hari}$$

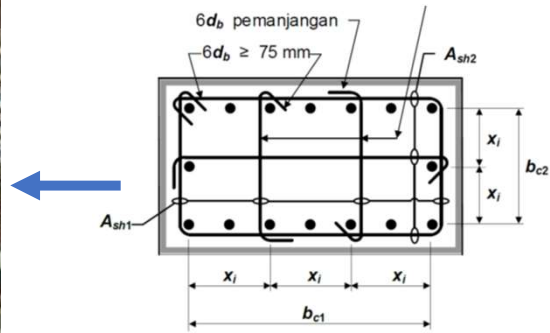
- Konstruksi Konvensional dengan kemajuan zaman saat ini sudah mulai ditinggalkan, karena memiliki kekurangan dari aspek :
1. Mutu yang tidak 'Konsisten' akibat faktor cuaca dan pengerjaan on site.
  2. Limbah / Waste Konstruksi yang banyak
  3. Site Konstruksi Lebih Kotor
  4. Waktu Pengerjaan lebih lama



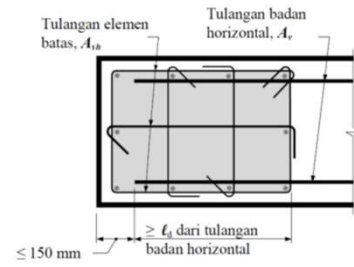


# I. PENDAHULUAN

Code saat ini mensyaratkan struktur 'khusus' yang pelaksanaannya membutuhkan detail yang lebih rumit, sehingga lebih sulit dilaksanakan, dan perlu pengawasan yang lebih ketat -> beresiko yang dilaksanakan tidak sesuai perencanaan yang sudah baik



Dimensi  $x_l$  antara sumbu-sumbu penampang tulangan longitudinal yang ditopang secara lateral tidak melebihi 350 mm. Nilai  $h_x$  dalam Pers. (18.7.5.3) diambil sebagai nilai terbesar dari  $x_l$ .



(b)  
Pilihan dengan penyaluran lurus tulangan





# I. PENDAHULUAN

## • KONSTRUKSI OFF SITE (PRECAST)



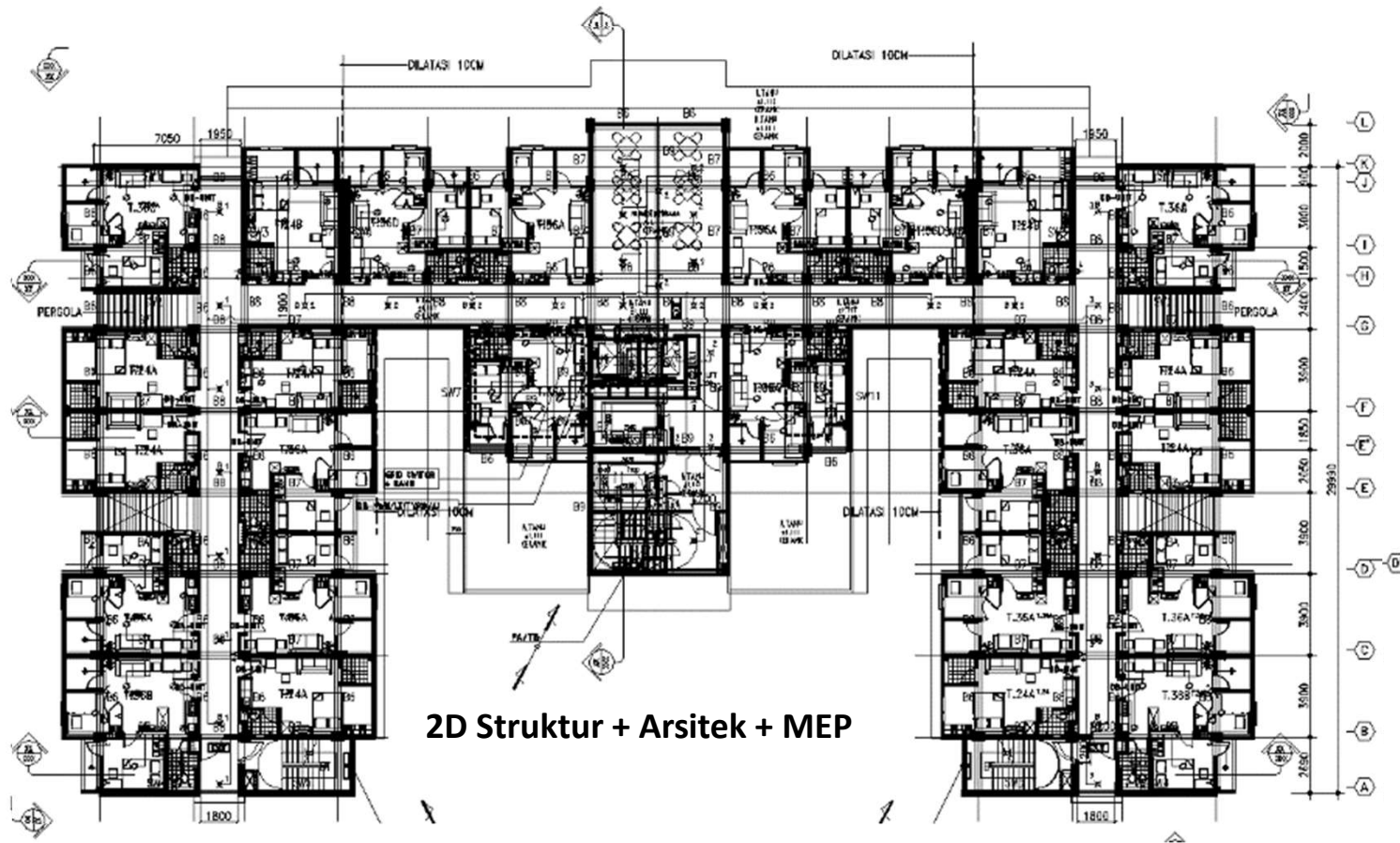
### Konstruksi Offsite Precast:

Produksi komponen konstruksi pracetak tidak dicor ditempat (Cast Insitu) melainkan di pabrik khusus produksi (Offsite) atau bisa juga Pracetak On Site. Kontrol mutu terjamin, pelaksanaan cepat, biaya ekonomis



# I. PENDAHULUAN

## Proses Penyelenggaraan konvensional





# I. PENDAHULUAN

**DAFTAR GAMBAR**

ARSITEKTUR


No.	No. Gambar	Judul Gambar	Skala
01	AR.01.01	DAFTAR GAMBAR	1/10
02	AR.01.02	DEKORASI	1/100
03	AR.01.03	RUANG TAMU	1/100
04	AR.01.04	RUANG LAMPAH	1/100
05	AR.01.05	RUANG LAMPAH 2	1/100
06	AR.01.06	RUANG LAMPAH 3	1/100
07	AR.01.07	RUANG LAMPAH 4	1/100
08	AR.01.08	RUANG LAMPAH 5	1/100
09	AR.01.09	RUANG LAMPAH 6	1/100
10	AR.01.10	RUANG LAMPAH 7	1/100
11	AR.01.11	RUANG LAMPAH 8	1/100
12	AR.01.12	RUANG LAMPAH 9	1/100
13	AR.01.13	RUANG LAMPAH 10	1/100
14	AR.01.14	RUANG LAMPAH 11	1/100
15	AR.01.15	RUANG LAMPAH 12	1/100
16	AR.01.16	RUANG LAMPAH 13	1/100
17	AR.01.17	RUANG LAMPAH 14	1/100
18	AR.01.18	RUANG LAMPAH 15	1/100
19	AR.01.19	RUANG LAMPAH 16	1/100
20	AR.01.20	RUANG LAMPAH 17	1/100
21	AR.01.21	RUANG LAMPAH 18	1/100
22	AR.01.22	RUANG LAMPAH 19	1/100
23	AR.01.23	RUANG LAMPAH 20	1/100
24	AR.01.24	RUANG LAMPAH 21	1/100
25	AR.01.25	RUANG LAMPAH 22	1/100
26	AR.01.26	RUANG LAMPAH 23	1/100
27	AR.01.27	RUANG LAMPAH 24	1/100
28	AR.01.28	RUANG LAMPAH 25	1/100
29	AR.01.29	RUANG LAMPAH 26	1/100
30	AR.01.30	RUANG LAMPAH 27	1/100
31	AR.01.31	RUANG LAMPAH 28	1/100
32	AR.01.32	RUANG LAMPAH 29	1/100
33	AR.01.33	RUANG LAMPAH 30	1/100
34	AR.01.34	RUANG LAMPAH 31	1/100
35	AR.01.35	RUANG LAMPAH 32	1/100
36	AR.01.36	RUANG LAMPAH 33	1/100
37	AR.01.37	RUANG LAMPAH 34	1/100
38	AR.01.38	RUANG LAMPAH 35	1/100
39	AR.01.39	RUANG LAMPAH 36	1/100
40	AR.01.40	RUANG LAMPAH 37	1/100
41	AR.01.41	RUANG LAMPAH 38	1/100
42	AR.01.42	RUANG LAMPAH 39	1/100
43	AR.01.43	RUANG LAMPAH 40	1/100
44	AR.01.44	RUANG LAMPAH 41	1/100
45	AR.01.45	RUANG LAMPAH 42	1/100
46	AR.01.46	RUANG LAMPAH 43	1/100
47	AR.01.47	RUANG LAMPAH 44	1/100
48	AR.01.48	RUANG LAMPAH 45	1/100
49	AR.01.49	RUANG LAMPAH 46	1/100
50	AR.01.50	RUANG LAMPAH 47	1/100
51	AR.01.51	RUANG LAMPAH 48	1/100
52	AR.01.52	RUANG LAMPAH 49	1/100
53	AR.01.53	RUANG LAMPAH 50	1/100
54	AR.01.54	RUANG LAMPAH 51	1/100
55	AR.01.55	RUANG LAMPAH 52	1/100
56	AR.01.56	RUANG LAMPAH 53	1/100
57	AR.01.57	RUANG LAMPAH 54	1/100
58	AR.01.58	RUANG LAMPAH 55	1/100
59	AR.01.59	RUANG LAMPAH 56	1/100
60	AR.01.60	RUANG LAMPAH 57	1/100
61	AR.01.61	RUANG LAMPAH 58	1/100
62	AR.01.62	RUANG LAMPAH 59	1/100
63	AR.01.63	RUANG LAMPAH 60	1/100
64	AR.01.64	RUANG LAMPAH 61	1/100
65	AR.01.65	RUANG LAMPAH 62	1/100
66	AR.01.66	RUANG LAMPAH 63	1/100
67	AR.01.67	RUANG LAMPAH 64	1/100
68	AR.01.68	RUANG LAMPAH 65	1/100
69	AR.01.69	RUANG LAMPAH 66	1/100
70	AR.01.70	RUANG LAMPAH 67	1/100
71	AR.01.71	RUANG LAMPAH 68	1/100
72	AR.01.72	RUANG LAMPAH 69	1/100
73	AR.01.73	RUANG LAMPAH 70	1/100
74	AR.01.74	RUANG LAMPAH 71	1/100
75	AR.01.75	RUANG LAMPAH 72	1/100
76	AR.01.76	RUANG LAMPAH 73	1/100
77	AR.01.77	RUANG LAMPAH 74	1/100
78	AR.01.78	RUANG LAMPAH 75	1/100
79	AR.01.79	RUANG LAMPAH 76	1/100
80	AR.01.80	RUANG LAMPAH 77	1/100
81	AR.01.81	RUANG LAMPAH 78	1/100
82	AR.01.82	RUANG LAMPAH 79	1/100
83	AR.01.83	RUANG LAMPAH 80	1/100
84	AR.01.84	RUANG LAMPAH 81	1/100
85	AR.01.85	RUANG LAMPAH 82	1/100
86	AR.01.86	RUANG LAMPAH 83	1/100
87	AR.01.87	RUANG LAMPAH 84	1/100
88	AR.01.88	RUANG LAMPAH 85	1/100
89	AR.01.89	RUANG LAMPAH 86	1/100
90	AR.01.90	RUANG LAMPAH 87	1/100
91	AR.01.91	RUANG LAMPAH 88	1/100
92	AR.01.92	RUANG LAMPAH 89	1/100
93	AR.01.93	RUANG LAMPAH 90	1/100
94	AR.01.94	RUANG LAMPAH 91	1/100
95	AR.01.95	RUANG LAMPAH 92	1/100
96	AR.01.96	RUANG LAMPAH 93	1/100
97	AR.01.97	RUANG LAMPAH 94	1/100
98	AR.01.98	RUANG LAMPAH 95	1/100
99	AR.01.99	RUANG LAMPAH 96	1/100
100	AR.01.100	RUANG LAMPAH 97	1/100

**REKAPITULASI  
PERKIRAAN BIAYA PEKERJAAN**

No.	URAIAN	Jumlah	JA POKOK PEKERJAAN (Rp)
1	Gedung		74.500.000,00
2	Dakwat		4.854.654,15
3	Pekerjaan Teras		72.342.000,00
4	Pekerjaan Perbaikan dan Sisa Sisa		-
5	Pekerjaan lain yang		4.826.727.204,50
6	Pekerjaan Sipil		-
7	Sisa		218.794.822,50
8	Penggantian Rantai dan		-
9	Pekerjaan Hutan		-
10	Pekerjaan Perbaikan		-
<b>(1) Jumlah Harga Pekerjaan (100% dari Harga dan Abatemen)</b>			<b>80.331.521.681,15</b>
<b>(2) Pajak Pertambahan</b>			<b>262.282.944,58</b>
<b>(3) BUNYAN (1% dari (1) + (2))</b>			<b>80.593.804.625,73</b>
<b>(4) BIAYA SAHA</b>			<b>2.238.687.381,00</b>
<b>Total (4) + (3) + (2) + (1)</b>			<b>83.095.374.632,36</b>

Pengantar Nomor: 01 Mei 2013  
Dinas (Dn)  
PE / Di

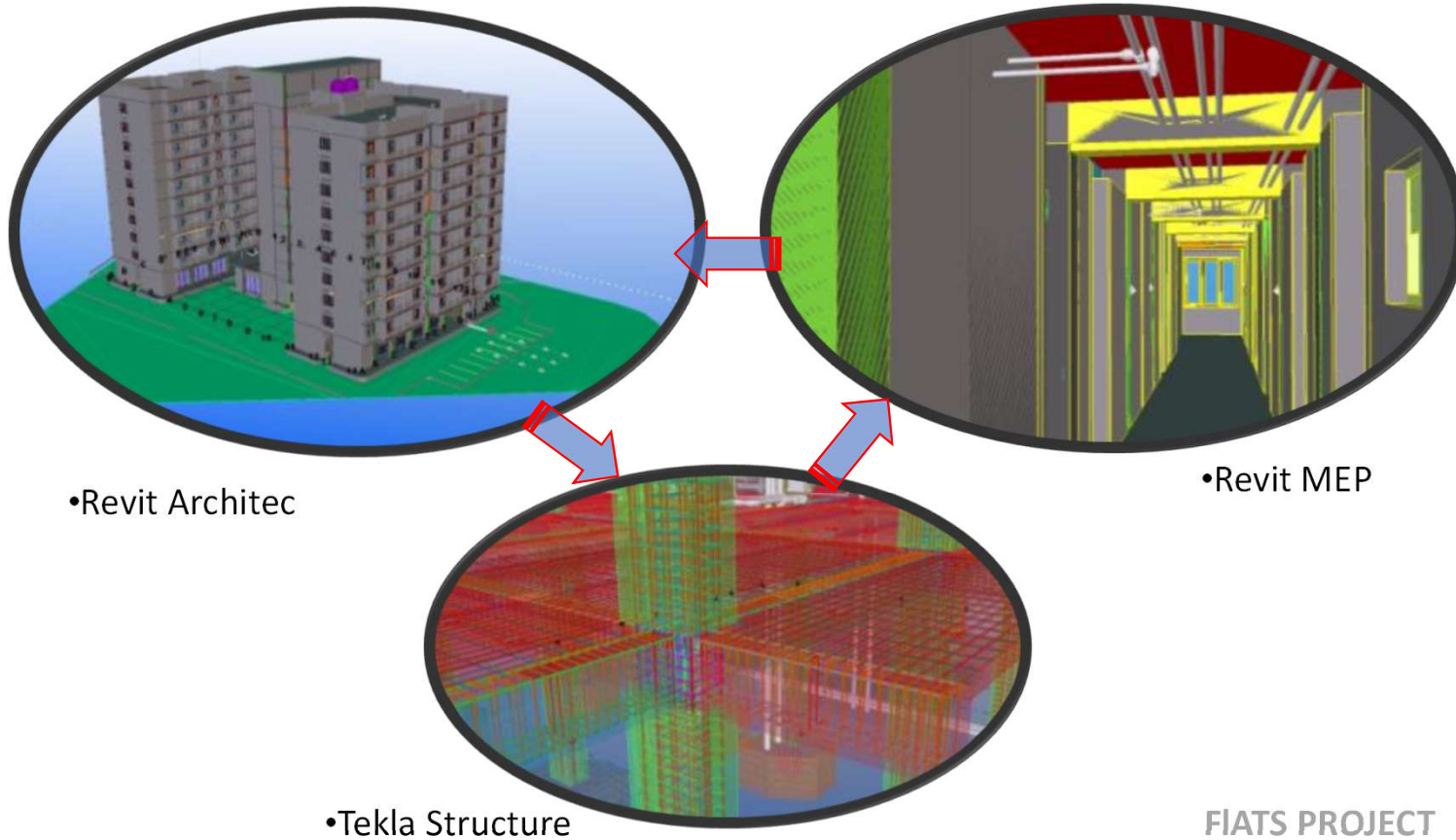
Dinas (Dn)



Drawing, Budget, Specificarion

# I. PENDAHULUAN

Penyelenggaraan dengan BUILDING INFORMATION MODELLING



# I. PENDAHULUAN

## Penyelenggaraan dengan BUILDING INFORMATION MODELLING



Pabrik Precast Otomatis-Robotic Sistem Carousel dengan kendali dari BIM



File BIM dimasukkan ke komputer pengendali dalam Sistem ERP



Komputer mengendalikan robot meletakkan 'magnetic shutter' untuk membentuk cetakan



Perakitan tulangan, pengecoran self compacting concrete, oven, produk jadi

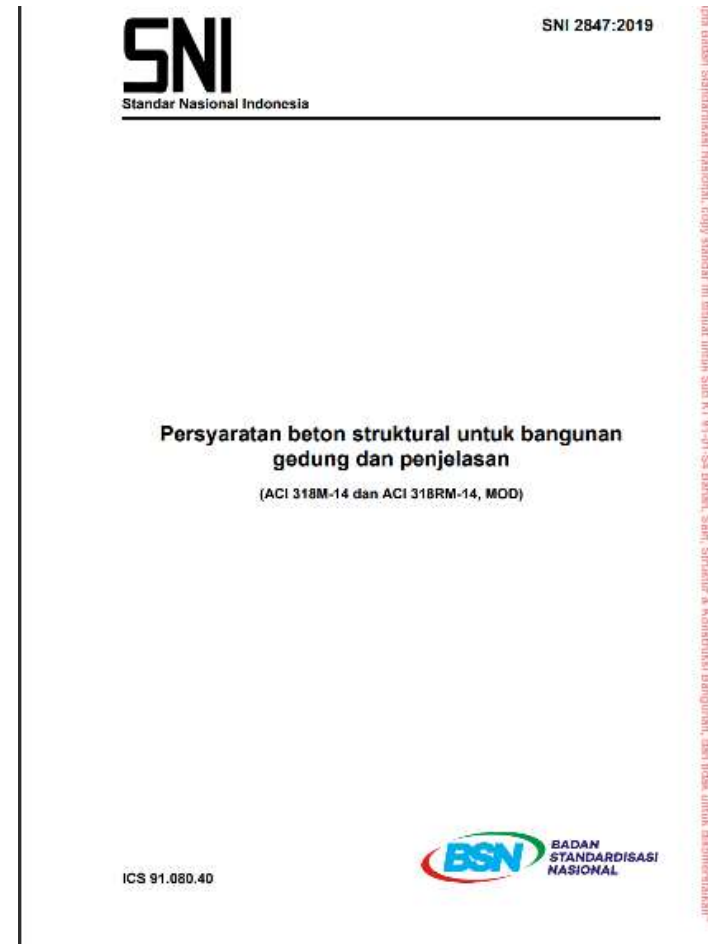
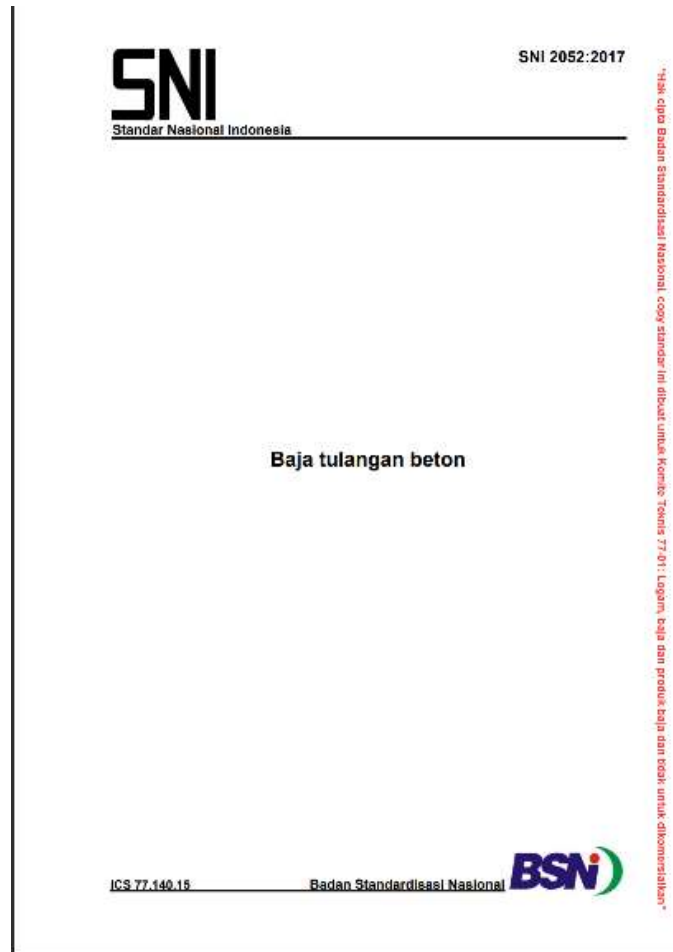


The background of the slide features a low-angle, black and white photograph of several modern high-rise buildings. The buildings have a grid-like facade with many windows. Some trees are visible in the upper corners, partially obscuring the sky. The overall composition is clean and architectural.

# 02-Pekerjaan Pembesian

- Regulasi
- Standar drawing
- Shopdrawing

## II. PEKERJAAN PEMBESIAN



# UKURAN BAJA TULANGAN

**SNI 2052:2017**

Tabel 2 - Ukuran baja tulangan beton polos

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		mm	mm <sup>2</sup>	kg/m
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

**CATATAN:**

- \*sebagai referensi
- Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran adalah sebagai berikut:
  - a) Luas penampang nominal (A)  
 $A = 0,7854 \times d^2$  (mm<sup>2</sup>)  
 d = diameter nominal (mm)
  - b) Berat nominal =  $\frac{0,785 \times 0,7854 \times d^2}{100}$  (kg/m)

Tabel 3 - Ukuran baja tulangan beton srip/ulir

No	Penamaan	Dia- meter nominal (d)	Luas penam- pang nominal (A)	Tinggi srip (H)		Jarak srip melintang (P) Maks	Lebar srip membujur (T) Maks	Berat nominal per meter
				min	maks			
				mm	mm			
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,8	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031

**CATATAN:**

1. Diameter nominal hanya dipergunakan untuk perhitungan parameter nominal lainnya dan tidak perlu diukur
2. Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran srip/ulir adalah sebagai berikut:
  - a) Luas penampang nominal (A)  
 $A = 0,7854 \times d^2$  (mm<sup>2</sup>)  
 d = diameter nominal (mm)
  - b) Berat nominal =  $\frac{0,785 \times 0,7854 \times d^2}{100} \times 0,7$  (kg/m)
  - c) Jarak srip melintang maksimum = 0,70 d
  - d) Tinggi srip minimum = 0,05 d  
 Tinggi srip maksimum = 0,10 d
  - e) Jumlah 2 (dua) srip membujur maksimum = 0,25 K  
 Keliling nominal (K)  
 $K = 0,3142 \times d$  (mm)



# TOLERANSI DIAMETER TULANGAN

SNI 2052:2017

Tabel 4 - Ukuran dan toleransi diameter BjTP

No	Diameter (d)	Toleransi (t)	Penyimpangan kebulatan maks (p)
	mm	mm	mm
1	6	$\pm 0,3$	0,42
2	$8 \leq d \leq 14$	$\pm 0,4$	0,56
3	$16 \leq d \leq 25$	$\pm 0,5$	0,70
4	$28 \leq d \leq 34$	$\pm 0,6$	0,84
5	$d \geq 36$	$\pm 0,8$	1,12

**CATATAN:**

1. Penyimpangan kebulatan maksimum dengan rumus:  
 $p = (d_{\text{maks}} - d_{\text{min}}) \leq (2t \times 70\%)$
2. Toleransi untuk baja tulangan beton polos =  $d - d_{\text{aktual}}$

# TOLERANSI DIAMETER TULANGAN

SNI 2052:2017

Tabel 5 - Toleransi berat per batang BjTS

Diameter nominal (mm)	Toleransi (%)
$6 \leq d \leq 8$	$\pm 7$
$10 \leq d \leq 14$	$\pm 6$
$16 \leq d \leq 29$	$\pm 5$
$d > 29$	$\pm 4$

**CATATAN:**  
Toleransi berat untuk baja tulangan beton sirip =  $\frac{\text{berat}_{\text{nominal}} - \text{berat}_{\text{aktual}}}{\text{berat}_{\text{nominal}}} \times 100\%$  berat

# PANJANG PENYALURAN TULANGAN – TANPA KAIT

Tabel 25.4.2.4 – Faktor modifikasi untuk panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik

Faktor modifikasi	Kondisi	Faktor
Beton ringan <sup>1)</sup>	Beton ringan	0,75
	Beton ringan, bila $f'_c$ ditentukan	Sesuai dengan 19.2.4.3
	Beton normal	1,0
Epoksi $\Psi_e$	Tulangan dengan pelapis epoksi atau seng dan pelapis ganda epoksi dengan selimut bersih kurang dari $3d_b$ atau spasi kurang dari $6d_b$	1,5
	Tulangan dengan pelapis epoksi atau seng dan pelapis ganda epoksi dengan kondisi lainnya	1,2
	Tulangan tanpa pelapis atau pelapis seng (galvanis)	1,0
Ukuran $\Psi_s$	Batang D22 dan yang lebih besar	1,0
	Batang D19 dan yang lebih kecil dan kawat ulir	0,8
Posisi pengecoran (1) $\Psi_c$	Lebih dari 30 mm beton segar diletakkan di bawah tulangan horizontal	1,3
	lainnya	1,0

<sup>1)</sup> Hasil dari  $\Psi_e, \Psi_s$  tidak boleh melebihi 1,7

Tabel 25.4.2.2 – Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik

Spasi dan selimut	Batang D19 dan yang lebih kecil dan kawat ulir	Batang D22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang atau kawat yang disalurkan atau disambung lewatkan tidak kurang dari $d_b$ , selimut beton paling sedikit $d_b$ , dan sengkang atau sengkang ikat sepanjang $\ell_d$ tidak kurang dari standar minimum atau spasi bersih batang atau kawat yang disalurkan atau disambung lewatkan paling sedikit $2d_b$ dan selimut beton paling sedikit $d_b$	$\left( \frac{f_y \Psi_e \Psi_s}{2,1 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \Psi_e \Psi_s}{1,7 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$
Kasus-kasus lainnya	$\left( \frac{f_y \Psi_e \Psi_s}{1,4 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \Psi_e \Psi_s}{1,1 \lambda \sqrt{f'_c}} \right) d_b$

25.4.2.1 Panjang penyaluran  $\ell_d$  untuk batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik harus yang terbesar dari a) dan b):

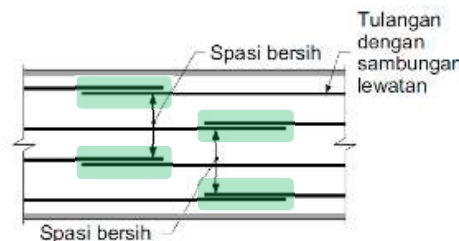
- a) Panjang yang dihitung sesuai dengan 25.4.2.2 atau 25.4.2.3 dengan menggunakan faktor modifikasi yang berlaku pada 25.4.2.4
- b) 300 mm

$$\ell_d = \left( \frac{f_y}{1,1 \lambda \sqrt{f'_c}} \frac{\Psi_t \Psi_e \Psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b \quad (25.4.2.3a)$$

Dimana nilai  $(c_b + K_{tr})/d_b$  tidak boleh diambil lebih besar dari 2,5 dan

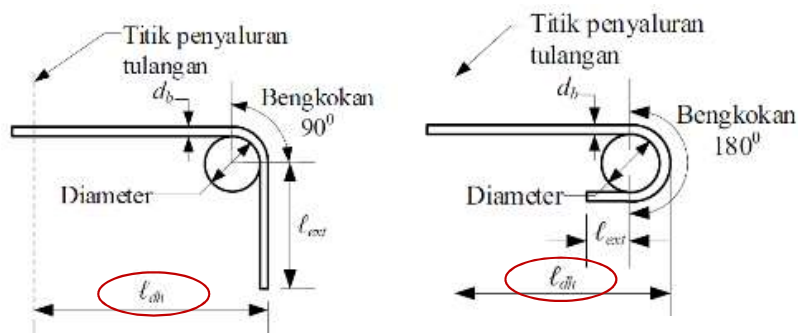
$$K_{tr} = \frac{40 A_{tr}}{sn} \quad (25.4.2.3b)$$

Dimana  $n$  adalah jumlah batang atau kawat yang disalurkan atau disambunglewatkan di sepanjang bidang pembelahan. Diizinkan untuk menggunakan  $K_{tr} = 0$  sebagai penyederhanaan desain walaupun terdapat tulangan transversal.





# PANJANG PENYALURAN TULANGAN – DENGAN KAIT



**25.4.3.1** Panjang penyaluran tarik  $l_{deh}$  batang ulir yang diakhiri dengan suatu kait standar harus diambil terbesar dari a) hingga c):

- a)  $\left( \frac{0,24 f_y \Psi_e \Psi_c \Psi_r}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$  dengan  $\Psi_e \Psi_c \Psi_r$  dan  $\lambda$  diberikan pada 25.4.3.2
- b)  $8d_b$
- c)  $150 \text{ mm}$

**Tabel 25.4.3.2 – Faktor modifikasi untuk panjang penyaluran batang dengan kait dalam kondisi Tarik**

Faktor Modifikasi	Kondisi	Nilai faktor
Bobot beton $\lambda$	Beton ringan	0,75
	Beton normal	1,0
Epoksi $\Psi_e$	Tulangan dengan pelapis epoksi atau seng dan pelapis ganda epoksi	1,2
	Tulangan tanpa pelapis atau pelapis seng (galvanis)	1,0
Selimut $\Psi_c$	Untuk batang D36 dan yang lebih kecil dengan tebal selimut samping (normal terhadap bidang kait) $\geq 65 \text{ mm}$ dan untuk kait 90 derajat dengan tebal selimut pada perpanjangan batang di luar kait $\geq 50 \text{ mm}$	0,7
	Lainnya	1,0

Tulangan pengeang $\Psi_r$	Untuk kait 90 derajat batang D36 dan yang lebih kecil 1. dilingkupi sepanjang $l_{deh}$ sengkang ikat atau sengkang <sup>[1]</sup> yang tegak lurus terhadap $l_{deh}$ pada $s \leq 3d_b$ , atau 2. dilingkupi sepanjang perpanjangan tulangan melewati kait termasuk bengkokan dengan sengkang ikat atau sengkang <sup>[1]</sup> yang tegak lurus terhadap $l_{dev}$ pada $s \leq 3d_b$	0,8
	Untuk kait 180 derajat D36 dan yang lebih kecil dilingkupi sepanjang $l_{deh}$ dengan sengkang ikat atau sengkang <sup>[1]</sup> yang tegak lurus terhadap $l_{deh}$ pada $s \leq 3d_b$	
	Lainnya	1,0

# SYARAT PENERIMAAN BAJA TULANGAN

Berdasarkan SNI Pasal 26.6.1.2 SNI 2847:2019

- **Mill certificate** untuk masing-masing lot produksi baja tulangan yang digunakan harus disediakan
- **Baja tulangan dengan karat (rust) atau lapisan oksida besi dipermukaan** masih dapat dianggap memadai untuk digunakan bilamana masih memenuhi ketentuan ASTM terkait dimensi dan berat persatuan panjang saat diukur setelah karat dibersihkan.

# SYARAT PENERIMAAN BAJA TULANGAN

Berdasarkan ASTM A615 / A706:

- Harus disediakan minimal satu uji tarik dan satu uji lengkung untuk setiap ukuran diameter baja yang diperoleh dari masing-masing lot produksi yang sama
- Harus dilakukan minimal satu set uji geometri (termasuk ukuran dan spasi ulir), berat per satuan panjang, untuk setiap ukuran diameter baja yang diperoleh dari masing-masing lot produksi yang sama



# PERSYARATAN MATERIAL BAJA TULANGAN

## 20.2 - Batang dan kawat nonprategang

### 20.2.1 Properti material

**20.2.1.1** Tulangan dan kawat nonprategang harus berulir, kecuali untuk batang atau kawat polos diperbolehkan digunakan sebagai tulangan spiral.

**20.2.1.2** Kekuatan leleh tulangan dan kawat nonprategang harus ditentukan dengan mengikuti a) atau b):

- Metode *offset*, dengan menggunakan *offset* sebesar 0,2 persen sesuai **ASTM A370**
- Titik leleh dengan menggunakan metode penghentian gaya (*halt of force*), dengan catatan tulangan atau kawat nonprategang memiliki titik leleh yang jelas.

Tabel 20.2.2.4a – Tulangan ulir nonprategang

Penggunaan	Aplikasi	$f_y$ atau $f_u$ maks. yang diizinkan untuk perhitungan desain, (MPa)	Spesifikasi ASTM yang sesuai			
			Batang ulir	Kawat ulir	Kawat yang dilas	Batang ulir yang dilas
Lentur, gaya aksial, dan sudut dan suhu	Sistem seismik khusus	420	Mengacu pada 20.2.2.3	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	lainnya	550	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	A164M <sup>11</sup>
Kekangan lateral dari batang longitudinal atau kekangan beton	Sistem seismik khusus	700	A615M, A706M, A955M, A996M, A1035M	A1064M, A1022M	A1064M <sup>11</sup> , A1022M <sup>11</sup>	Tidak diizinkan
	Spiral	700	A615M, A706M, A955M, A996M, A1035M	A1064M, A1022M	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	Lainnya	550	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	Tidak diizinkan
Geser	Sistem seismik khusus	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M <sup>11</sup> , A1022M <sup>11</sup>	Tidak diizinkan
	Spiral	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	geser friksi	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	Tidak diizinkan
	senggang, senggang ikat, senggang pengegang	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M Kawat las polos	Tidak diizinkan
		550	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan	A1064M, A1022M Kawat las ulir	Tidak diizinkan
Torsi	Longitudinal dan transversal	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	Tidak diizinkan

Tabel 20.2.2.4b – Tulangan spiral polos nonprategang

Penggunaan	Aplikasi	$f_y$ atau $f_u$ maks. yang diizinkan untuk perhitungan desain, (MPa)	Spesifikasi ASTM yang sesuai	
			Batang polos	Kawat polos
Kekangan lateral dari batang longitudinal, atau kekangan beton	Spiral pada sistem gempa khusus	700	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M
	Spiral	700	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M
Geser	Spiral	420	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M
Torsi pada balok nonprategang	Spiral	420	A615M, A706M, A955M, A1035M	A1064M, A1022M

# Persyaratan material baja tulangan

Persyaratan material baja tulangan untuk SRPMK dan SDSK (Pasal 20.2.2.5):

- a) **ASTM A706M**, Mutu 420
- b) **ASTM A615M**, Tulangan Mutu 280 bila 1) dan 3) dipenuhi dan ASTM A615M tulangan Mutu 420 bila 1) hingga 3) terpenuhi.
- 1) Kekuatan leleh aktual berdasarkan tes pabrik tidak melebihi nilai  $f_y$  lebih dari 125 MPa
  - 2) Rasio dari kekuatan tarik aktual terhadap kekuatan leleh setidaknya tidaknya sebesar 1,25
  - 3) Perpanjangan minimum pada 200 mm harus bernilai sekurang-kurangnya 14 persen untuk batang dengan tulangan D10 sampai dengan D19, sekurang-kurangnya 12 persen untuk tulangan dengan ukuran D22 hingga D36 dan sekurang-kurangnya 10 persen untuk tulangan dengan ukuran D43 dan D57.

**Spesifikasi BjTS 420B dalam SNI 2052:2017 memenuhi ketiga persyaratan pada 20.2.2.5.b)**

$f_y \text{ max}=545$

$TS/YS \geq 1,25$

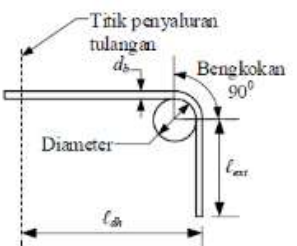
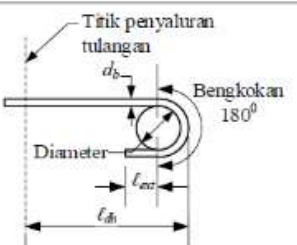
$\epsilon_s$  minimum  
 14% untuk D10-D19  
 12% untuk D22-D36  
 10% untuk D43-D57

Kelas baja tulangan	Uji tarik			Uji lengkung		Rasio TS/YS (Hasil Uji)
	Kuat luluh/leleh (YS)	kuat tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm, Min.	sudut lengkung	diameter pelengkung	
	MPa	MPa	%		mm	
BjTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 (d ≤ 10 mm) 12 (d ≥ 12 mm)	180° 180°	3,5d (d ≤ 16 mm) 5d (d ≥ 19 mm)	-
BjTS 280	Min. 280 Maks. 405	Min. 350	11 (d ≤ 10 mm) 12 (d ≥ 13 mm)	180° 180°	3,5d (d ≤ 16 mm) 5d (d ≥ 19 mm)	Min. 1,25
BjTS 420A	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	9 (d ≤ 19 mm) 8 (22 ≤ d ≤ 25 mm) 7 (d ≥ 29 mm)	180° 180° 90°	3,5d (d ≤ 16 mm) 5d (19 ≤ d ≤ 25 mm) 7d (29 ≤ d ≤ 36 mm) 9d (d > 36 mm)	Min. 1,25
BjTS 420B	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	14 (d ≤ 19 mm) 12 (22 ≤ d ≤ 36 mm) 10 (d > 36 mm)	180° 180° 180° 90°	3,5d (d ≤ 16 mm) 5d (19 ≤ d ≤ 25 mm) 7d (29 ≤ d ≤ 36 mm) 9d (d > 36 mm)	Min. 1,25
BjTS 520	Min. 520 Maks. 645	Min. 650	7 (d ≤ 25 mm) 6 (d ≥ 29 mm)	180° 180° 90°	5d (d ≤ 25 mm) 7d (29 ≤ d ≤ 36 mm) 9d (d > 36 mm)	Min. 1,25
BjTS 550	Min. 550 Maks. 675	Min. 687,5	7 (d ≤ 25 mm) 6 (d ≥ 29 mm)	180° 180° 90°	5d (d ≤ 25 mm) 7d (29 ≤ d ≤ 36 mm) 9d (d > 36 mm)	Min. 1,25
BjTS 700	Min. 700 Maks. 825	Min. 805	7 (d ≤ 25 mm) 6 (d ≥ 29 mm)	180° 180° 90°	5d (d ≤ 25 mm) 7d (29 ≤ d ≤ 36 mm) 9d (d > 36 mm)	Min. 1,15

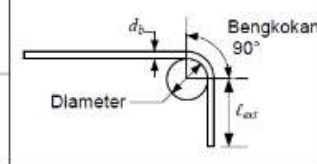
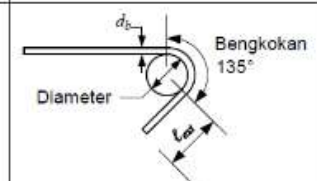
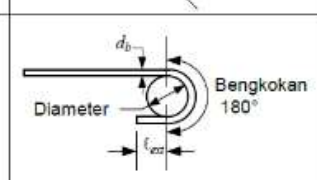
**SNI 2052:2017**

# PANJANG PENYALURAN DENGAN KAIT & BENGKOKAN

**Tabel 25.3.1 – Geometri kait standar untuk penyaluran batang ulir pada kondisi Tarik**

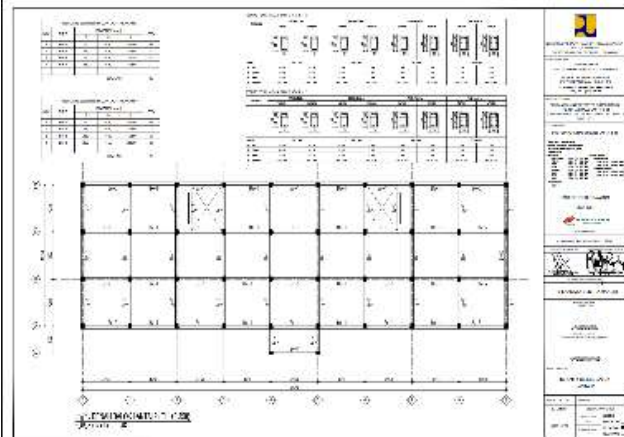
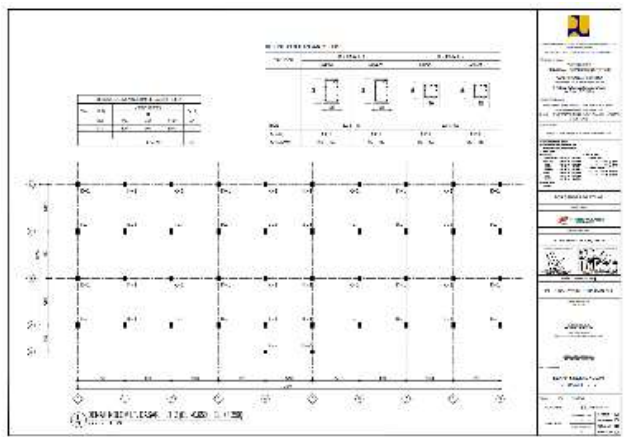
Tipe kait standar	Ukuran batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus <sup>[1]</sup> $\ell_{ext}$ , mm	Tipe kait standar
Kait 90 derajat	D10 hingga D 25	$6d_b$	$12d_b$	
	D29 hingga D 36	$8d_b$		
	D43 hingga D57	$10d_b$		
Kait 180 derajat	D10 hingga D25	$6d_b$	terbesar dari $4d_b$ dan 65 mm	
	D29 hingga D36	$8d_b$		
	D43 hingga D57	$10d_b$		

**Tabel 25.3.2 – Diameter sisi dalam bengkokan minimum dan geometri kait standar untuk sengkang, ikat silang, dan sengkang pengekrang**

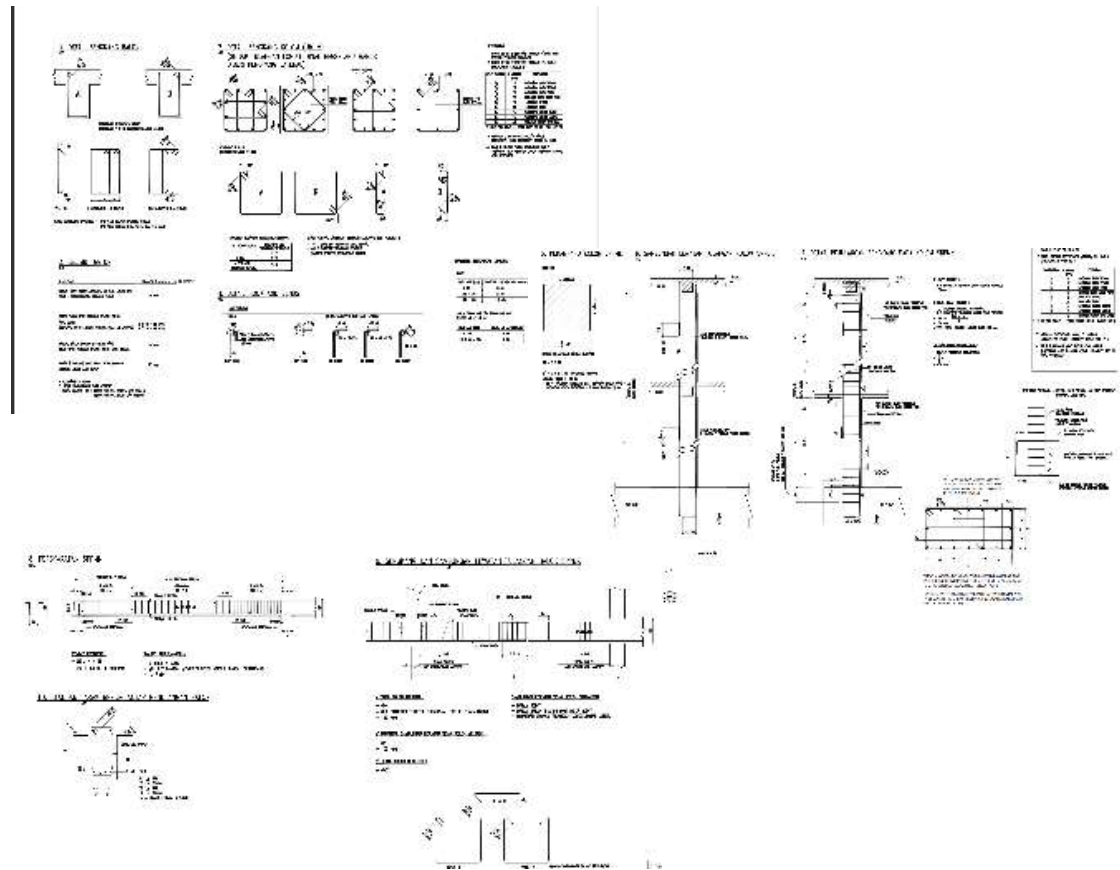
Tipe Kait standar	Ukuran batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus <sup>[1]</sup> $\ell_{ext}$ , mm	Tipe kait standar
Kait 90 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $6d_b$ dan 75 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$	$12d_b$	
Kait 135 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $6d_b$ dan 75 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$		
Kait 180 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $4d_b$ dan 65 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$		



# Standar Detail Drawing



Gambar Skematik Desain +



Standard Detail Drawing => Shopdrawing



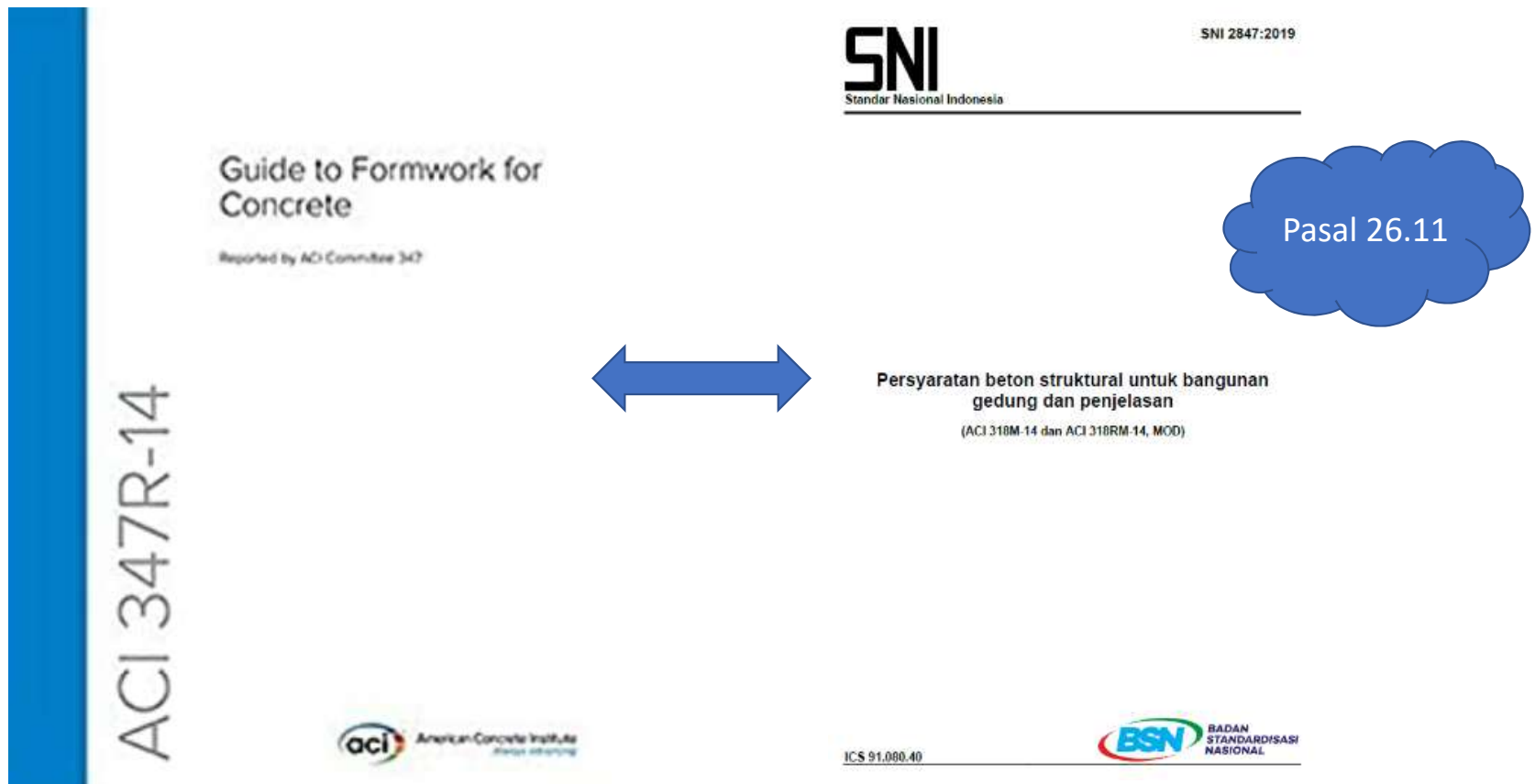


# 03-Pekerjaan Bekisting (Formwork)

- Regulasi
- Bahan-bahan bekisting
- Bahan-bahan perancah



# BEKISTING (acuan normative)



# BEKISTING

- Acuan (bekisting) adalah suatu sarana pembantu struktur beton untuk pencetak beton sesuai dengan ukuran, bentuk, rupa ataupun posisi yang direncanakan. Karena bersifat sementara, bekisting akan dilepas atau di bongkar setelah beton mencapai kekuatan yang cukup
- Definisi lain, Bekisting adalah cetakan yang kedalamannya beton semi cair diisikan. Cetakan ini harus cukup kuat untuk menahan beton dalam ukuran dan bentuk yang diinginkan hingga beton tersebut meeras (Mc.Cormac;2004)

# BEKISTING

## SYARAT UMUM BEKISTING

- 1) Ekonomis
- 2) Kokoh dan kuat
- 3) Mudah dipasang dan dibongkar
- 4) Tidak bocor memenuhi persyaratan permukaan
- 5) Mampu menahan gaya horizontal

## SYARAT KHUSUS BEKISTING

- **KUALITAS**, artinya bentuk dan ukuran sesuai dengan rencana yang dibuat dan hasil akhir permukaan beton rata/ tidak kropos.
- **AMAN**, artinya harus stabil pada posisi kokoh yaitu harus mampu menahan beban-beban khususnya vertikal/horizontal, harus mampu menahan beban horizontal sehingga tidak bergeser dari posisi sebenarnya.
- **EKONOMIS**, mudah dikerjakan, tidak membutuhkan banyak tenaga kerja, mudah dipasang sehingga menghemat waktu, mudah di bongkar agar bahan bisa digunakan kembali mudah disimpan

# SYARAT DESAIN BEKISTING (syarat penerimaan)

Berdasarkan SNI Pasal 26.11 ; SNI 2847:2019, *Desain Bekisting* Harus Mempertimbangkan :

- Metode Pengecoran Beton
- Laju Pengecoran Beton
- Beban konstruksi termasuk beban vertical, horizontal dan Impak
- Menghindari Perusakan Komponen Yang telah terpasang
- Untuk Komponen struktur pascatarik, perpindahan komponen yang di izinkan Ketika terjadi gaya prategang tapa merusak komponen struktur



## SYARAT DESAIN BEKISTING (syarat penerimaan)

Berdasarkan SNI Pasal 26.11 ; SNI 2847:2019, *Pelepasan Bekisting*  
Harus Memperimbangkan :

- Sebelum memulai konstruksi, harus membuat prosedur dan jadwal pelepasan bekisting dan pemasangan perancah serta menghitung beban yang ditransfer ke struktur saat tahap ini
- Analisa struktur dan persyaratan kekuatan beton yang digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan pelepasan bekisting dan pemasangan Kembali perancah diserahkan ke perencana ahli bersertifikasi dan pihak berwenang
- Tidak boleh ada beban konstruksi maupun bekisting yang sebelumnya telah dilepas yang diletakan dibagian maupun dari struktur. Kecuali bagian struktur tersebut cukup kuat untuk menahan berat sendiri

## SYARAT DESAIN BEKISTING (syarat penerimaan)

- Hasil Analisa struktur harus menunjukkan bahwa struktur aman dengan mempertimbangkan beban rencana
- Perkiraan kekuatan beton cor ditempat berdasarkan pengujian slinder dilapangan
- Pelepasan bekisting harus dilakukan dengan seksama agar tidak mengurangi kemampuan layan dan keamana struktur
- Beton yang terpapar karena pelepasan bekisting harus mempunyai kekuatan tekan yang cukup agar tidak terpengaruh pelepasan bekisting
- Pendukung bekisng untuk komponen pascatarik tidak boleh dilepas sampai kondisi komponan struktur cukup kuat

## SYARAT DESAIN BEKISTING (syarat penerimaan)

- Beban konstruksi yang melebihi kombinasi beban mati dan beban hidup serta reduksinya tidak boleh ditempatkan dibagian struktur tanpa perancah, kecuali hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban tersebut tanpa mengurangi kemampuan layan

**KOLOM**



**BALOK + KONSOL**



**BALOK/KOLOM BAJA**



**TIE BEAM / SLOOF**



BAHAN BEKISTING



Cetakan pelat waffle  
crete dari bahan polymer



Cetakan pelat column  
slab dari bahan baja



BAHAN BEKISTING





# BAHAN PERANCAH



Perancah + Bekisting Kayu



Perancah Metal + Bekisting Kayu



Sistem Perancah Bekisting



Sistem Formwork Bearing Wall

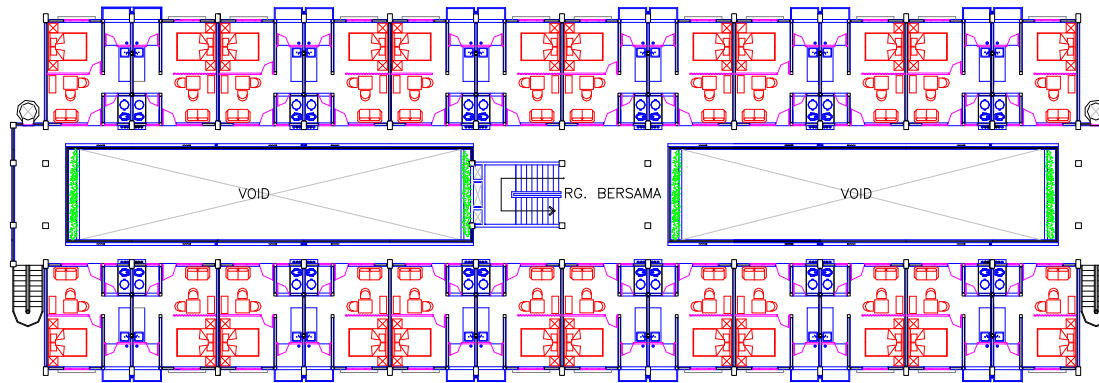
The background of the slide features a collage of architectural images. On the left, there's a view of a modern building with a grid-like facade and a balcony. On the right, there's a view of a building with a similar grid facade, partially obscured by trees. At the bottom center, there's a view of a tall, modern skyscraper. The overall aesthetic is clean and professional, with a focus on modern architecture.

# 04-Contoh

- Desain Rumah Susun
- Desain Pipe Rack
- Desain Rumah Tinggal
- Perencanaan Pelat pada Bangunan Gedung
- Sistem formwork dan perancah pier jembatan
- Dari perhitungan struktur tahap konstruksi ke SOP Konstruksi



## DESAIN RUMAH SUSUN



Rusunawa T24  
Kemen PU



# Desain Rumah Susun

Data Prototype

Data DED di suatu lokasi tertentu

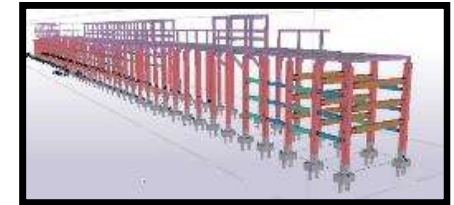
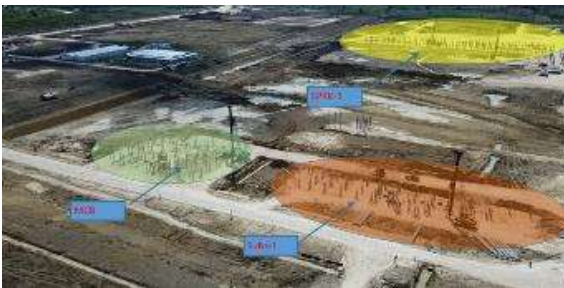
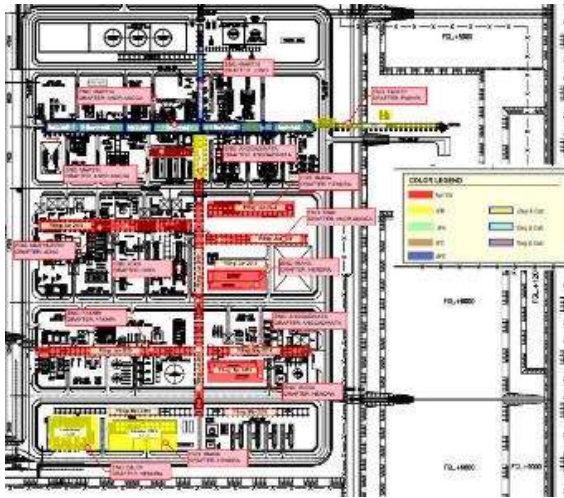
Data Sistem Pracetak

Data Shop Drawing

Data BIM

## DESAIN PIPE RACK

- Pertamina EP Cepu Jambaran Tiung Biru (2019-2020) Full off Site Construction



Kolom Tinggi, Balok, Hollow core, Sambungan Paskatarik tanpa lekatan, sambungan momen, sambungan pin

# Desain Pipe Rack

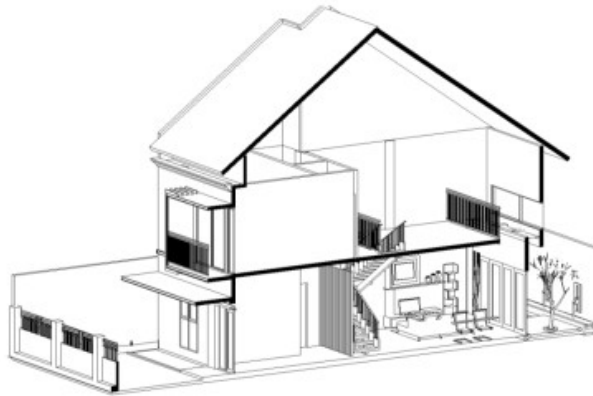
[Data IFIR](#)

[Data IFA](#)

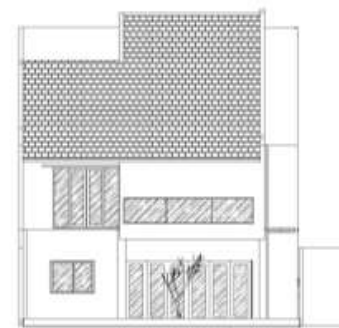
[Data Shop Drawing](#)



# DESAIN RUMAH TINGGAL

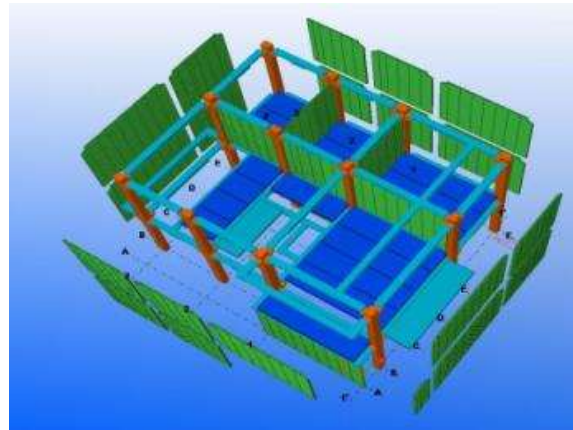
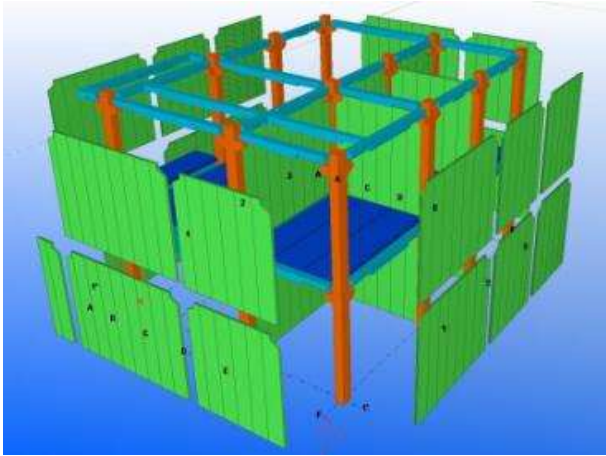


TAMPAK DEPAN

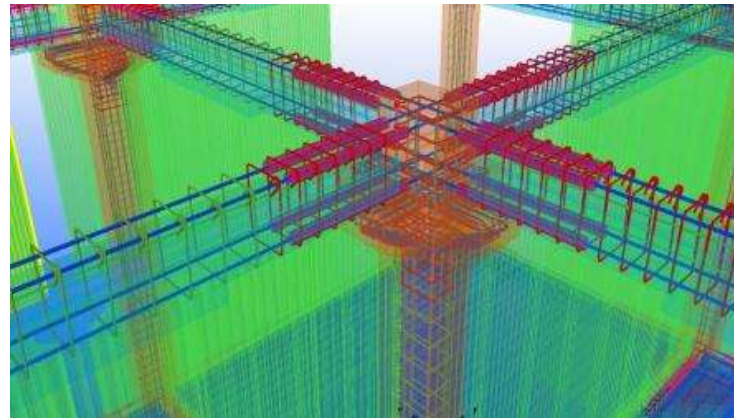
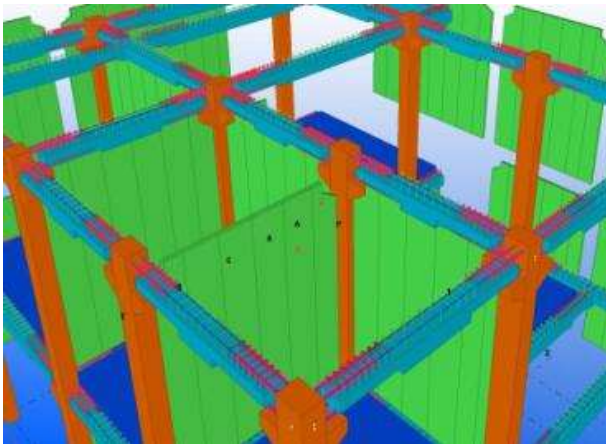


TAMPAK BELAKANG

# DESAIN RUMAH TINGGAL



Shopdrawing





# DESAIN RUMAH TINGGAL



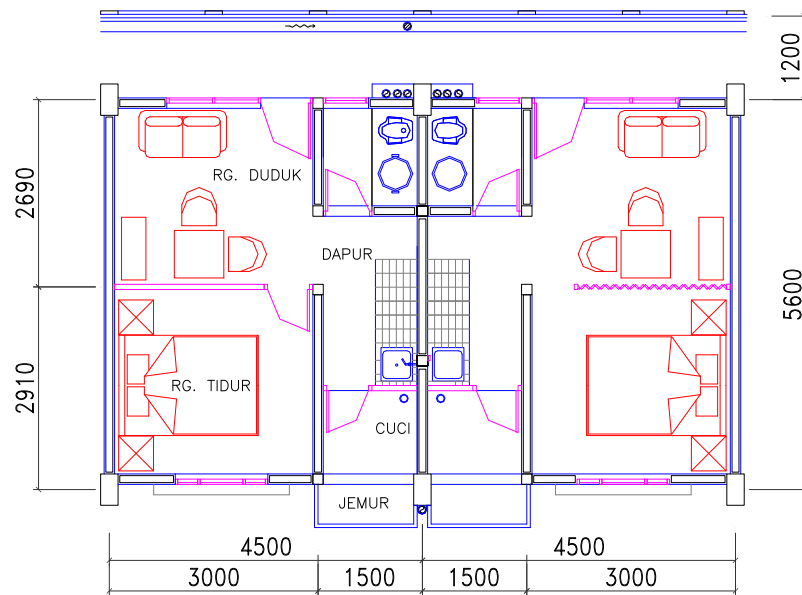


# DESAIN RUMAH TINGGAL





## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT



Dimensi Pelat 4.5 x 5.4 m

# PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---

## 1. PERENCANAAN PELAT

- Pelat menahan beban gravitasi
- Pelat adalah komponen bervolume terbesar pada struktur. Efisiensi perencanaan pada komponen ini berpengaruh besar pada efisiensi struktur secara keseluruhan
- Contoh penerapan dilakukan pada desain pelat rusunawa T-24 Kementerian Pekerjaan Umum
- Desain dilakukan pada pelat konvensional dan pelat pracetak berdasarkan SNI 2847:2019

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

Perencanaan pelat konvensional berdasarkan SNI 2847:2019

1. Tidak membutuhkan metoda kontrol tegangan
2. Metoda yang umum digunakan adalah :
  - a) Tentukan tebal pelat berdasarkan persyaratan lendutan sesuai tabel 8.3.1.2  
Momen-momen dicari dari metoda amplop  
Faktor beban : tabel 5.3.1, 1.2 D + 1.6 L dan 1.4 D.
  - c) Tulangan ditentukan berdasarkan rumus kekuatan batas lentur pelat.  
Faktor reduksi kekuatan : Tabel 21.2.1  $\phi = 0.9$ .

Tabel 5.3.1 – Kombinasi beban

Kombinasi beban	Persamaan	Beban utama
$U = 1,4D$	(5.3.1a)	$D$
$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$	(5.3.1b)	$L$
$U = 1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$	(5.3.1c)	$L_r$ atau $R$
$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$	(5.3.1d)	$W$
$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$	(5.3.1e)	$E$
$U = 0,9D + 1,0W$	(5.3.1f)	$W$
$U = 0,9D + 1,0E$	(5.3.1g)	$E$

Tabel 21.2.1 – Faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ )

Gaya atau elemen struktur	$\phi$	Pengecualian
a) Momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial	0,65 – 0,90 sesuai 21.2.2	Di dekat ujung komponen pratarik ( <i>pretension</i> ) dimana <i>strand</i> belum sepenuhnya bekerja, $\phi$ harus sesuai dengan 21.2.3

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

### DESAIN PELAT

$$\begin{aligned} l_x \text{ sisi pendek} &= 4.5 \text{ m} \\ l_y \text{ sisi panjang} &= 5.4 \text{ m} \end{aligned}$$

Balok sisi atas 1	h1	=	450 mm	0.45 m
	b1	=	300 mm	0.3 m
Balok sisi kiri 2	h2	=	450 mm	0.45 m
	b2	=	300 mm	0.3 m
Balok sisi bawah 3	h3	=	450 mm	0.45 m
	b3	=	300 mm	0.3 m
Balok sisi kanan 4	h4	=	450 mm	0.45 m
	b4	=	300 mm	0.3 m

$$\begin{aligned} l_{nx} &= l_x - b_1/2 - b_3/2 = 4.2 \text{ m} \\ l_{ny} &= l_y - b_2/2 - b_4/2 = 5.1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\beta = l_{ny}/l_{nx} = 1.214$$

$$\text{Preliminary Estimate Pelat : } h = l_n (0.8 + (f_y/1400)) / (36 + 9\beta)$$

**(Tabel 8.3.1.2) SNI 2847:2019**

Diket :

$l_n = l_{ny}$  (dipakai bentang yang memanjang)

$$f_y = 420 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu Beton } f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } h &= 0.120 \text{ m} = 120 \text{ mm} \\ t_s &= 130 \text{ mm} = 0.130 \text{ m} \end{aligned}$$



## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

Dalam desain di pakai  $t_s = 13 \text{ cm}$

Diket : WDL = 3.12 KN/m<sup>2</sup> = 312 kg/m<sup>2</sup>     $t_s = 130 \text{ mm} = 0.13 \text{ m}$   
 BEBAN WALL+FLOOR WSDL = 1.2 KN/m<sup>2</sup> = 120 kg/m<sup>2</sup>    BJ Beton    2400 kg/m<sup>3</sup>    24 KN/m<sup>3</sup>  
 WLL = 2.5 KN/m<sup>2</sup> = 250 kg/m<sup>2</sup>

Beban Ultimate :     $W_u = 1.4 (WDL + WSDL) = 6.048 \text{ KN/m}^2$   
                           $W_u = 1.2 (WDL + WSDL) + 1.6 WLL = 9.184 \text{ KN/m}^2$   
                           $W_u = 9.184 \text{ KN/m}^2$

Diket :  
 $t_s$  (terpakai) = 130 mm    0.13 m  
 $d = t_s - 25 \text{ mm} = 100 \text{ mm}$   
 $f_y = 420 \text{ Mpa}$

Cek Persyaratan Kekuatan :

$M_u \leq \phi M_N$   
 $0.9 (A_s/s \cdot f_y \cdot 0.8d)$

		ly/lx			$\phi M_n = 0.8 (A_s/s \cdot f_y \cdot 0.8d)$									
		1.2	1.214	1.4	s max tulangan pelat = 2xts ( Pasal 15.3.2)									
					Dia	As	s	fy	Mn	0.260 m	$\phi M_n$			
$m_{lx}$	=	$0,001 W_u l_x^2 x$	=	34	34.57	42	5.60 KNm/m	10	78.5	240	420	10990	9.891	...ok
$m_{ly}$	=	$0,001 W_u l_y^2 x$	=	22	21.71	18	3.52 KNm/m	10	78.5	240	420	10990	9.891	...ok
$m_{tx}$	=	$(- 0,001 W_u l_x^2 x)$	=	63	63.64	72	10.31 KNm/m	10	78.5	200	420	13188	11.869	...ok
$m_{ty}$	=	$(- 0,001 W_u l_y^2 x)$	=	54	54.07	55	8.76 KNm/m	10	78.5	200	420	13188	11.869	...ok

# PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWOK PADA KOMPONEN PELAT

PELAT	
Luas Lantai	24.300 m <sup>2</sup>
tebal	0.130 m
volume total	3.159 m <sup>3</sup>
Jumlah	1
Pelat / ukuran	4500 x 5400 mm
p	5.4 m
l	4.5 m
tebal	0.130 m
dia	10
As	78.54 mm <sup>2</sup>
s	200 mm Pendek
s	200 mm Panjang
Berat (satu tul.)	0.613 kg/m
dia	10
As	78.54 mm <sup>2</sup>
s	240 mm Pendek
s	240 mm Panjang
Berat (satu tul.)	0.613 kg/m
<b>arah pendek</b>	
n - tul atas	28 bh kromo
n - tul bawah	24 bh
tot. pig	234 m
Berat	143.35 kg
Waste (5%)	7.17 kg
<b>Total Berat</b>	<b>150.52 kg</b>
<b>arah panjang</b>	
n - tul atas	24 bh kromo
n - tul bawah	20 bh
tot. pig	237.6 m
Berat	145.55 kg
Waste (5%)	7.28 kg
<b>Total Berat</b>	<b>152.83 kg</b>
Vol. Baja Ws	303 kg
Vol. Beton Vc	3.159 m <sup>3</sup>
Vc/A	0.1300 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Ws/Vc	96 kg/m <sup>3</sup>

26 Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang

### 4.2.b Pelat - Umum

Tabel Momen yang menentukan per meter lebar dalam jalur tengah pada pelat dua arah akibat beban terbagi rata

Skema	Penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop' kali $w_u \text{ basis } l_x$	$\frac{l_y}{l_x}$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	
I		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	41	54	67	79	87	97	110	117	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	41	35	31	28	26	25	24	23	
		$m_{lx} = \frac{1}{2} m_{ly}$									
		$m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$									
II		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	25	34	42	49	53	58	62	65	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	25	22	18	15	15	15	14	14	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	51	63	72	78	81	82	83	83	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	51	54	55	54	54	53	51	49	
III		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	30	41	52	61	67	72	80	83	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	30	27	23	22	20	19	19	19	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	68	84	97	106	113	117	122	124	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	68	74	77	77	77	76	73	71	
IV		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	24	36	49	63	74	85	103	113	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	33	33	32	29	27	24	21	20	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	69	85	97	105	110	112	112	112	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$									
V		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	33	40	47	52	55	58	62	65	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	24	20	18	17	17	17	16	16	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	69	76	80	82	83	83	83	83	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$									
VI		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	31	45	58	71	81	91	106	115	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	39	37	34	30	27	25	24	23	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	91	102	108	111	113	114	114	114	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$									
VII		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	39	47	57	64	70	75	81	84	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	31	25	23	21	20	19	19	19	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	91	98	107	113	118	120	124	124	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$									
VIII		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	25	36	47	57	64	70	79	83	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	28	27	23	20	18	17	16	16	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	54	72	88	100	108	114	121	124	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	60	69	74	76	76	76	73	71	
IX		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$	28	37	45	50	54	58	62	65	
		$m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$	25	21	19	18	17	17	16	16	
		$m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$	60	70	76	80	82	83	83	83	
		$m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	54	55	55	54	53	53	51	49	

— terletak bebas  
— momen pada tumpuan

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

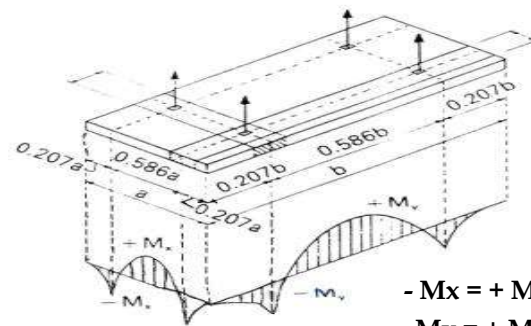
---

Perencanaan pelat pracetak berdasarkan SNI 2847:2019

1. Perencanaan pelat menggunakan konsep pelat satu arah, dengan dilengkapi kontrol terhadap lendutan
2. Menggunakan metoda kontrol tegangan
  - a. Saat dikeluarkan dari cetakan (demoulding) pada usia 1 hari (mutu beton 40%  $f_c'$ ), yang diangkat pada 4 titik angkat pada jarak optimal 0.21 L. Beban adalah berat sendiri

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---



$$\begin{aligned} -M_x &= +M_x = 0,0107 wba^2 \\ -M_y &= +M_y = 0,0107 wab^2 \end{aligned}$$



## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---

Perencanaan pelat pracetak berdasarkan SNI 2847:2019

2. Menggunakan metoda kontrol tegangan
  - b. Pelat dipasang pada usia 3 hari (mutu beton 60%  $f_c'$ ), dengan kondisi kekangan sederhana di kedua ujung dan ditopang 1 tumpuan di tengah bentang. Beban adalah berat sendiri dan beban konstruksi 100 kg/m<sup>2</sup>

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---



## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---

Perencanaan pelat pracetak berdasarkan SNI 2847:2019

2. Menggunakan metoda kontrol tegangan
  - c. Pelat pada masa layan (mutu beton penuh  $f_c'$ ), dengan kondisi kekangan menerus. Beban adalah berat sendiri dan beban layan rusuna  $200 \text{ kg/m}^2$

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---





## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---

Perencanaan pelat pracetak berdasarkan SNI 2847:2019

3. Faktor kepastian mutu yang lebih baik diberikan dengan asumsi struktur sudah mengalami pengujian selama proses konstruksi (Quality control built in construction method)
  - a) faktor beban Pasal 27.4.2.2 (a)  $1.15 D + 1.5 L + 0.4 (L_r \text{ atau } R)$  atau R) (b)  $1.15 D + 0.9 L + 1.5 (L_r \text{ atau } R)$  dan (c)  $1.3 D$
  - b) faktor reduksi kekuatan  $\phi$  untuk penampang terkontrol tarik pada
    - a) Pasal 27.3.2.1  $\phi = 1$  (pendekatan optimis/realistik)
    - b) Pasal 21.2  $\phi = 0.9$  (pendekatan konservatif)

**27.4.2.2** Beban uji total  $T_t$ , termasuk beban mati yang sudah bekerja, harus sekurang-kurangnya yang terbesar dari a), b), dan c):

a)  $T_t = 1,15D + 1,5L + 0,4(L_r \text{ atau } R)$  (27.4.2.2a)

b)  $T_t = 1,15D + 0,9L + 1,5(L_r \text{ atau } R)$  (27.4.2.2b)

c)  $T_t = 1,3D$  (27.4.2.2c)

**Tabel 27.3.2.1 – Faktor reduksi kekuatan maksimum yang diizinkan**

Kekuatan	Klasifikasi	Tulangan transversal	Maksimum izin $\phi$
Lentur, aksial, atau keduanya	Terkontrol tarik	Semua kasus	1,0
	Terkontrol tekan	Spiral <sup>1)</sup>	0,9
		Lainnya	0,8
Geser, torsi, atau keduanya			0,8
Tumpu			0,8

<sup>1)</sup>Tulangan spiral harus memenuhi 10.7.6.3, 20.2.2 dan 25.7.3.

# PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

## Perhitungan Pelat

Proyek	:	
Lokasi	:	
Mutu Beton ( $f_c'$ )	=	30 MPa
Bentang (L)	=	4.5 m
Tebal Plat (h)	=	130 mm

## A PENULANGAN LAPANGAN (TULANGAN BAWAH)

### Tulangan Utama

#### Perhitungan Momen / m'

$Q_{LL}$	=	250 kg/m	
$Q_{DL}$	=	120 kg/m	
$Q_{PLAT}$	=	312 kg/m	
$Q_{ULT} (1.15D + 1.5L)$	=	872 kg/m	psl 27.4.2.2 SNI 2847:2019
$Q_{ULT} (1.3D)$	=	562 kg/m	psl 27.4.2.2 SNI 2847:2019
MULT lapangan	=	1,103 kgm	( $1/16ql^2$ )
	=	11,033,719 Nmm	

#### Kapasitas Momen / m' dengan D10 - 250

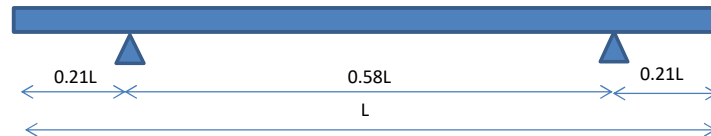
b	=	1000 mm	
d	=	105 mm	selimut beton 25 mm
$f_c'$	=	30 MPa	
$f_y$	=	420 MPa	
Jarak Tulangan (S)	=	250 mm	
n	=	4	
diameter	=	10 mm	
As	=	314.00 mm <sup>2</sup>	
a	=	5.17 mm	
$M_n, \phi=0.9$	=	12,155,736 N mm	Tabel 21.2.1 SNI 2847:2019

> **M ult beban luar Ok!**

## Tulangan Pembagi

$\rho$ min	=	0.0018	tabel 24.4.3.2 SNI 2847:2019
	=	189.00 mm <sup>2</sup>	
dipakai	=	D10	
As	=	78.50	
jumlah / m'	=	3	
jarak tulangan	=	333	
dipakai jarak	=	325	
jarak maksimal			psl 7.7.2.4 SNI 2847:2019
5 x tebal slab	=	650 mm	
450	=	450 mm	
Dipakai tulangan pembagi	=	D10 - 325	

## B CEK PADA SAAT HANDLING



### Perhitungan Momen / m'

$Q_{SLAB}$	=	312 kg/m
$Q_{total}$	=	312 kg/m
$M_{ULT} = 0.0107QL^2$	=	67.60 kgm
	=	676,026 Nmm

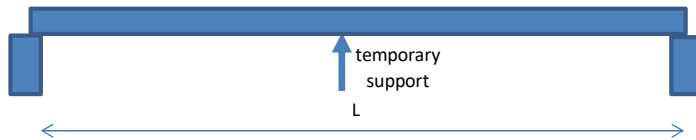
### Kapasitas Momen / m' tebal slab 13 cm

b	=	1000 mm	
h	=	130 mm	
momen tahanan, W	=	$1/6 b h^2$	
	=	2816666.667 mm <sup>3</sup>	
tegangan yg terjadi, f	=	$M / W$	
	=	0.24	
tegangan izin, $f_r$	=	$0.62v_{fc}'$	psl 24.5.2.1 SNI 2847:2019
$f_c' = 0.4f_c' (1 \text{ hari})$	=	12 Mpa	
$f_r$	=	2.15 Mpa	

> **tegangan yg terjadi Ok!**

# PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

## C CEK PADA SAAT ERECTION



### Perhitungan Momen / m'

Bentang (L)	=	4.5 m	
Q <sub>LL</sub>	=	100 kg/m	(beban pekerja + alat kerja)
Q <sub>SLAB</sub>	=	312 kg/m	
Q <sub>total</sub>	=	412 kg/m	
M <sub>ULT</sub> = 0.125Q(L/2) <sup>2</sup>	=	260.72 kgm	
	=	2,607,188 Nmm	

### Kapasitas Momen / m' tebal slab 13 cm

b	=	1000 mm	
h	=	130 mm	
momen tahanan, W	=	1/6 b h <sup>2</sup>	
	=	2816666.67 mm <sup>3</sup>	
tegangan yg terjadi, f	=	M / W	
	=	0.93	
tegangan izin, fr	=	0.62√f <sub>ci</sub>	psl 24.5.2.1 SNI 2847:2019
f <sub>ci</sub> ' = 0.6f <sub>c</sub> ' (3 hari)	=	18 Mpa	
fr	=	2.63 Mpa	> tegangan yg terjadi Ok!

## D PENULANGAN TUMPUAN ( TULANGAN ATAS)

### Perhitungan Momen / m'

Q <sub>LL</sub>	=	250 kg/m	
Q <sub>DL</sub>	=	120 kg/m	
Q <sub>PLAT</sub>	=	312 kg/m	
Q <sub>ULT</sub> (1.15D + 1.5L)	=	872 kg/m	psl 27.4.2.2 SNI 2847:2019
Q <sub>ULT</sub> (1.3D)	=	562 kg/m	psl 27.4.2.2 SNI 2847:2019
M <sub>ult tumpuan</sub>	=	1,605 kgm	( 1/11ql <sup>2</sup> )
	=	16,049,045 Nmm	

### Kapasitas Momen / m' dengan D10 - 175

b	=	1000 mm	
d	=	105 mm	selimut beton 25 mm
f <sub>c</sub> '	=	30 MPa	
f <sub>y</sub>	=	420 MPa	
Jarak Tulangan (S)	=	175 mm	
n	=	6	
diameter	=	10 mm	
As	=	471.00 mm <sup>2</sup>	
a	=	7.76 mm	
M <sub>n</sub> , ϕ=0.9	=	18,003,412 N mm	Tabel 21.2.1 SNI 2847:2019
			> M <sub>ult tumpuan</sub> Ok!

### Tulangan Pembagi

ρ min	=	0.0018	tabel 24.4.3.2 SNI 2847:2019
	=	189 mm <sup>2</sup>	
dipakai	=	D10	
As	=	78.50	
jumlah / m'	=	3	
jarak tulangan	=	333	
dipakai jarak	=	325	
jarak maksimal	=		psl 7.7.2.4 SNI 2847:2019
5 x tebal slab	=	650 mm	
450	=	450 mm	
Dipakai tulangan pembagi	=	D10 - 325	

## PERENCANAAN SISTEM BEKISTING/FORMWORK PADA KOMPONEN PELAT

---

<b>VOLUME</b>		
beton	=	0.585
Tulangan bawah	=	
utama	=	11.09 kg
pembagi	=	8.63 kg
Tulangan atas	=	
utama	=	16.64 kg
pembagi	=	8.63 kg
Total Tulangan	=	44.98 kg
Ws / Vc	=	77 kg/m <sup>3</sup>

Jika dilihat dari hasil efisiensi besi saja, maka terdapat efisiensi besi  $96 - 77 = 19 \text{ kg/m}^3$  atau sekitar  $19/96 = 20\%$ . Potensi efisiensi lain adalah penggunaan bekisting yang repetisinya lebih banyak dan penggunaan penyangga yang jauh lebih sedikit.

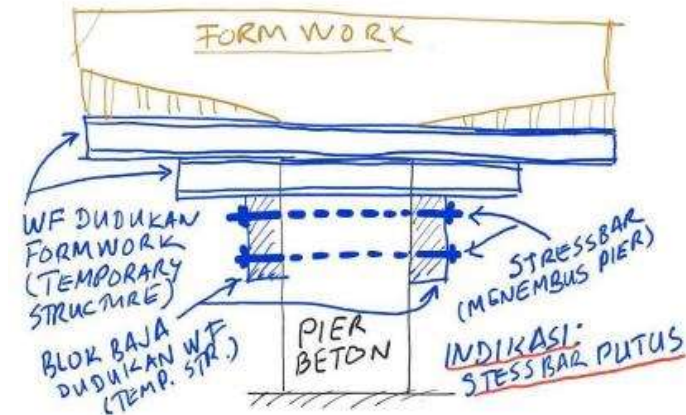


# Sistem formwork dan perancah pier jembatan

- Penggunaan Material Prategang : Batang penumpu pengecoran Pier Becakayu



Ini yg di samping pierhead roboh



Spy jelas, di tunjukkan juga kalo gaya vertical di tahan tumpuan bracket di atas pier

09:11

Dan di ingatkan

Stress bar adalah batang tarik, TIDAK di disain untuk menahan gaya geser atau momen. 😊

09:12

# Sistem formwork dan perancah pier jembatan

- Penggunaan Material Prategang : Batang penumpu pengecoran Pier Becakayu



Pier bracket utk aktifasi tumpuan launching gantry saat erection pier segment. ✓

Pier bracket menumpu di atas pier (alternatifnya menumpu di shear key di muka pier) utk menahan beban dari tumpuan gantry (gaya vertical / shear).

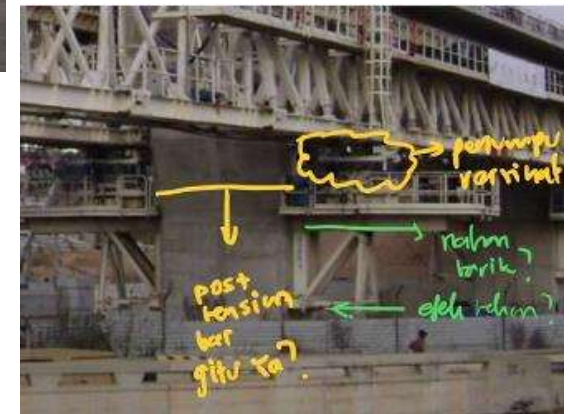
Momen guling dijadikan gaya couple, gaya tarik di bagian atas ditahan stress bar yg diprestrèss dgn jacking force = SF x gaya tarik, gaya tekan di bagian bawah ditahan langsung oleh pier (bearing stress).

Konsep pier bracket ini sama dgn yg seharusnya digunakan utk tumpuan sistem formwork pierhead.

08:42

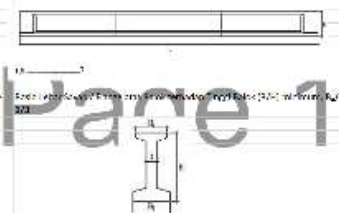
# Sistem formwork dan perancah pier jembatan

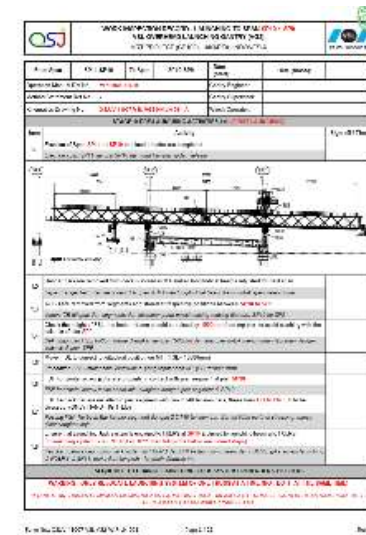
- Penggunaan Material Prategang : Batang penumpu pengecoran Pier Bcakayu





# Dari perhitungan struktur pada rekayasa tahap konstruksi ke SOP Konstruksi

URUTAN DAN PERSYARATAN PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN PERKERAMAN HALUK II MULAIAN PRAKTIK BERKONSTRUKSI (PES-GURUR)			
NO	MODUL	ISI/POJOK	PERUBAHAN/REVISI/AMENDAN
A.	DESAIN/REKONSTRUKSI	<p>Perencana / Konsultan                      Desain Perencanaan /                      Kalkulasi Struktur dan                      lainnya</p>	<p>1.1. Desain (1-2) sesuai dengan Perencanaan.                      1.2. Memastikan Perencanaan / Persebaran Perencanaan yang berdasar:                      • SNI 4711:2010 (Alokasi beban, limit beban)                      • SNI 4712:2010 (Perencanaan) dan SNI 4713:2010 (Beban)                      • SNI 4714:2010 (Kapasitas)                      • ASAB 17:2012 (Batas-batas dan syarat)                      2.2. Urutan perancangan balok, kolom, dan plat yang sesuai:                      • Balok (Batas-batas dan syarat) dan plat (Batas-batas dan syarat)                      • Balok (Batas-batas dan syarat) dan plat (Batas-batas dan syarat)</p>  <p>1.3. Desain (1-2) sesuai dengan Perencanaan.                      1.4. Memastikan Perencanaan / Persebaran Perencanaan yang berdasar:                      • SNI 4711:2010 (Alokasi beban, limit beban)                      • SNI 4712:2010 (Perencanaan) dan SNI 4713:2010 (Beban)                      • SNI 4714:2010 (Kapasitas)                      • ASAB 17:2012 (Batas-batas dan syarat)                      2.2. Urutan perancangan balok, kolom, dan plat yang sesuai:                      • Balok (Batas-batas dan syarat) dan plat (Batas-batas dan syarat)                      • Balok (Batas-batas dan syarat) dan plat (Batas-batas dan syarat)</p>



- Pada tiap tahap SOP dikontrol oleh tenaga ahli konstruksi yang kompeten (mengerti kenapa hal tersebut harus dilakukan) dan legal (bersertifikat)





# 05-Penutup

## V. PENUTUP

- Program Link & Match antara Pemerintah, Institusi Perguruan Tinggi, Asosiasi Profesi dan Industri sangat diperlukan dalam pembinaan sumber daya manusia konstruksi agar dapat mendukung percepatan pembangunan infrastruktur yang menghasilkan produk yang terjamin kualitas, aman dalam pelaksanaan dan memenuhi konsep pembangunan berkelanjutan
- Kementerian Pekerjaan Umum telah menggagas visi industri konstruksi Indonesia berbasis industri manufaktur sejak tahun 2013 untuk mencapai Tujuan : mewujudkan struktur usaha yang kukuh, andal, berdaya saing tinggi, dan **hasil Jasa Konstruksi yang berkualitas**
- Regulasi Undang-undang No. 2 tentang Jasa Konstruksi dan turunannya diharapkan dapat menciptakan situasi yang kondusif untuk dapat berkembangnya industry konstruksi yang sehat dan kompetitif.
- Industri pracetak dan prategang adalah industri konstruksi berbasis manufaktur yang dari sejak masa awal pembangunan Indonesia sudah menunjukkan perannya dalam menghasilkan kualitas pekerjaan infrastruktur yang baik, cepat, ekonomis dan berkelanjutan. Teknologi ini kondisi konstruksi pada masa pandemic dan adaptasi kebiasaan baru (AKB), sehingga perlu disosialisasikan dengan cepat pada seluruh stakeholder, sehingga jika pandemic sudah berlalu dapat diterapkan secara massif untuk mengejar target tetap tercapainya RPJMN 2020-2024