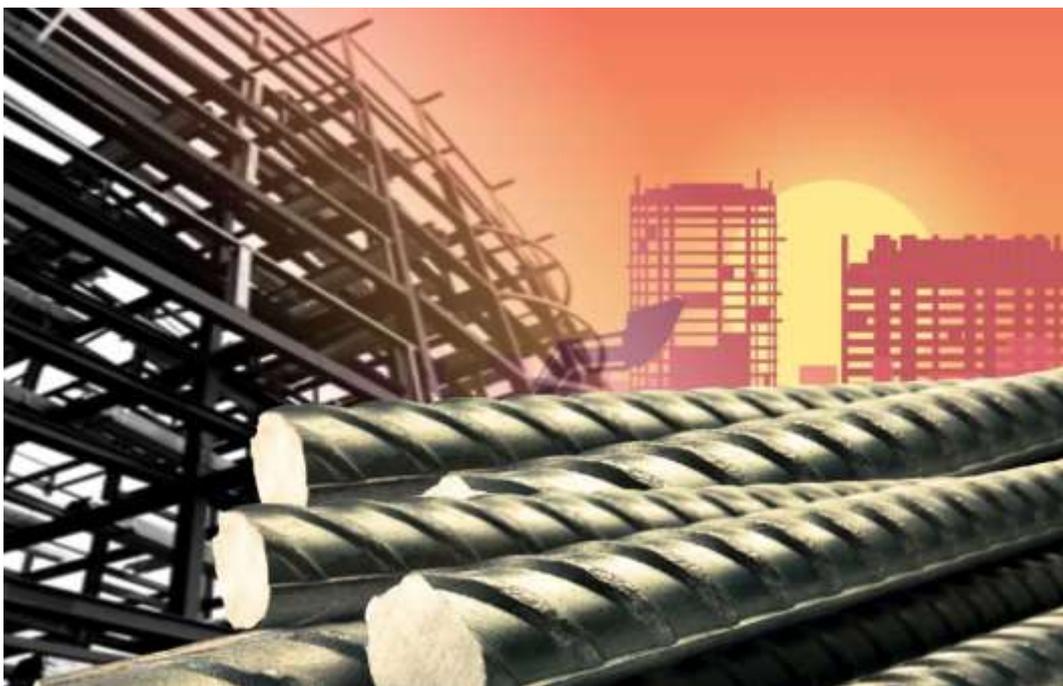


BUKU INFORMASI
PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI
TUKANG BESI BETON
MELAKSANAKAN PEKERJAAN PERSIAPAN
PENULANGAN BESI BETON



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA KONSTRUKSI

DIREKTORAT BINA KOMPETENSI DAN PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI

Jl. Sapta Taruna Raya, Komplek PU Pasar Jumat, Jakarta Selatan

2018

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN	3
A. Tujuan Umum	3
B. Tujuan Khusus	3
BAB II Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton	4
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton	4
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton	38
C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton	38
BAB III Menyiapkan peralatan dan perlengkapan untuk pekerjaan penulangan besi beton	39
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan peralatan dan perlengkapan untuk pekerjaan penulangan besi beton	39
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan peralatan dan perlengkapan untuk pekerjaan penulangan besi beton	48
C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan peralatan dan perlengkapan untuk pekerjaan penulangan besi beton.....	48
BAB IV Menyiapkan mal untuk membentuk tulangan	49
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan mal untuk membentuk tulangan	49
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan mal untuk membentuk tulangan.....	49
C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan mal untuk membentuk tulangan	49
BAB V Membuat laporan pekerjaan	50
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat laporan pekerjaan	50
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat laporan pekerjaan	51
C. Sikap Kerja dalam Membuat laporan pekerjaan.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
A. Dasar Perundang-undangan	52
B. Buku Referensi.....	52
C. Referensi Lainnya.....	52
DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN.....	53
A. Daftar Peralatan/Mesin	53
B. Daftar Bahan	53

BAB I PENDAHULUAN

A. TUJUAN UMUM

Setelah mempelajari modul ini peserta latih diharapkan mampu melaksanakan pekerjaan persiapan penulangan besi beton

B. TUJUAN KHUSUS

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi ini guna memfasilitasi peserta latih sehingga pada akhir pelatihan diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton
2. Menyiapkan peralatan dan perlengkapan untuk pekerjaan penulangan besi beton
3. Menyiapkan mal untuk membentuk tulangan
4. Membuat laporan pekerjaan

BAB II

MENYIAPKAN KEBUTUHAN BAHAN PENULANGAN BESI BETON

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Bahan Penulangan Besi Beton

1. Spesifikasi pembesian/penulangan beton

Spesifikasi pembesian/penulangan beton merupakan pedoman teknis bagi kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan dilapangan sehingga otomatis juga merupakan pedoman pelaksanaan bagi seorang mandor dan tukangnyanya. Spesifikasi merupakan bagian dari dokumen kontrak yang mengikat antara owner/pemberi kerja dan kontraktor dan biasanya terdiri dari spesifikasi umum, spesifikasi khusus dan spesifikasi teknik. Untuk mandor pembesian bersama para tukang, biasanya hanya diberi oleh kontraktor berupa spesifikasi khusus pembesian /penulangan beton. Spesifikasi teknis berisi tentang:

- a. Lingkup pekerjaan
- b. Ketentuan, aturan, dan standar yang mengikat untuk dilaksanakan
- c. Syarat-syarat bahan dan alat
- d. Syarat-syarat pelaksanaan, cara kerja yang berhubungan dengan teknis pelaksanaan

Perlu diketahui, bahwa spesifikasi teknis tidak boleh mengarah kepada merk/produk tertentu, metode pelaksanaan pekerjaan harus logis dan semaksimal mungkin diupayakan menggunakan standar nasional antaralain SNI 07-2052-2014 tentang Baja Tulangan Beton, SNI 03-2847-2002 tentang Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung dan SNI 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, serta Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun PBI 1971 N.I.-2.

Mandor dan para tukang harus mempelajari secara teliti dan cermat semua ketentuan dalam spesifikasi teknis antara lain spesifikasi bahan, syarat-syarat pelaksanaan, standar yang dipakai serta syarat-syarat untuk peralatan.

Contoh Spesifikasi Pembesian

Tulangan Baja

a. Umum

Tulangan baja terdiri atas dua jenis yang akan digunakan yaitu tulangan baja polos atau tulangan baja ulir, yang kebutuhannya harus disesuaikan dengan standar yang tersebut pada klausul, pada spesifikasi umum dan sesuai seperti yang dibawah ini:

Tabel 2.1
Spesifikasi umum

Bentuk Tulangan	Bulat Berulir	Bulat Polos
Kuat tarik, kg / mm ²	49 - 63	49 - 63
Tegangan leleh, kg / mm ²	30 atau lebih	30 atau lebih
Perpanjangan, %	14 atau lebih	16 atau lebih

Potongan melintang dari setiap tulangan baja yang akan digunakan harus mempunyai bentuk yang sama dan memiliki diameter yang spesifik pada setiap titik. Diameter rata-rata tulangan yang akan dipilih secara acak dari setiap pengiriman yang memiliki perbedaan diameter lebih atau kurang dari dua persen (2 %). Tulangan harus bersih dari sisik, oli, kotoran, dan cacat produksi. Apabila diminta oleh Direksi, Kontraktor harus menyerahkan tiga (3) buah foto copy dari brosur pabrik/lembaran spesifikasi pabrik untuk mendapat persetujuan sebelum pengiriman dilaksanakan dan pemeriksaan di lapangan harus dilakukan oleh Direksi berdasarkan spesifikasi dan berdasarkan brosur pabrik.

b. Daftar bengkokan

Kontraktor harus memahami sendiri semua penjelasan yang diberikan dalam gambar dan spesifikasi, kebutuhan akan tulang yang tepat untuk dipakai dalam pekerjaan. Daftar bengkokkan yang mungkin diberikan oleh Direksi kepada kontraktor harus memeriksa dan teliti. Tulangan baja harus dipotong dari batang yang lurus, yang bebas dari belitan dan bengkokkan atau kerusakan lainnya dan dibengkokkan dalam keadaan dingin oleh tukang yang berpengalaman. Batang dengan garis tengah 20 mm atau lebih harus dibengkokkan dengan mesin pembengkok yang direncanakan untuk itu dan disetujui oleh Direksi. Ukuran pembengkokkan harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia dan PBI 1971

N.I.-2 kecuali jika ditentukan lain, atau diperintahkan oleh Direksi. Bentuk-bentuk tulangan baja harus dipotong sesuai dengan gambar, tidak boleh menyambung tulang tanpa persetujuan Direksi.

c. Pemasangan

Kontraktor harus menempatkan dan memasang tulang baja dengan tepat pada tempat kedudukan yang ditunjukkan dalam gambar dan harus ada jaminan bahwa tulangan itu akan tetap pada kedudukannya pada waktu pengecoran beton. Pengelasan tempel dengan adanya persetujuan Direksi lebih dahulu dapat diijinkan untuk menyambung tulangan-tulangan yang saling tegak lurus, tetapi cara pengelasan lain tidak akan dibolehkan. Penggunaan ganjal, alat peregangan dan kawat harus mendapat persetujuan dari Direksi. Perenggangan dari beton harus dibuat dari beton dengan mutu yang sama seperti mutu beton yang akan dicor. Perenggang tulang dari besi beton dan kawat harus sepadan dengan bahan tulangannya.

d. Selimut beton

Kecuali ditentukan lain dalam gambar, tulangan baja harus dipasang sedemikian, hingga terdapat selimut/penutup minimum sampai permukaan penyelesaian beton, sebagai berikut:

Tabel 2.2
Selimut beton

Kelas Beton	Jenis Pekerjaan	Selimut Minimum (mm)
K225	Pelat Beton Pra Cetak Pipa Beton	25
K175	Beton Bertulang Umumnya	40

2. Standar pembesian/penulangan beton

Ada beberapa macam spesifikasi teknis dimana ada yang mencantumkan di dalamnya bahwa standar pelaksanaan yang akan digunakan adalah PBI 1971 N.I.-2 misalnya, tanpa diuraikan detail dari standar tersebut. Tetapi ada juga spesifikasi teknis yang menguraikan secara detail standar yang digunakan, misalnya digunakan standar dari luar negeri. Pada spec tersebut diuraikan bagaimana cara pembengkokkan tulangan, toleransi pemotongan dan pembengkokkan tulangan, maupun pemasangan tulangan beserta toleransinya. Karena menyangkut angka

keamanan konstruksi, maka standar dari luar negeri mensyaratkan standar yang berbeda dibanding standar dari PBI 1971 N.I.-2. Mandor dan para tukang dalam pelaksanaan pekerjaan harus meminta kepada pemberi pekerjaan standar yang dipakai beserta uraian detailnya, meskipun sudah hafal tata cara yang lazim digunakan.

a. Standar PBI 1971 N.I.-2

Pada umumnya setiap pabrik baja mempunyai standar mutu dan jenis baja sesuai dengan yang berlaku di Negara yang bersangkutan. Baja tulangan di pasaran Indonesia mempunyai mutu seperti yang tercantum dalam tabel

Tabel 2.3
Mutu Baja Tulangan

Mutu	Sebutan	Tegangan leleh karakteristik (σ_{au}) atau tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2 % ($\sigma_{0,2}$) (kg/cm ²)
U – 22	Baja lunak	2.200
U – 24	Baja lunak	2.400
U – 32	Baja sedang	3.200
U – 39	Baja keras	3.900
U – 48	Baja keras	4.800

1) Pembengkokkan tulangan

- a) Batang tulangan tidak boleh dibengkok atau diluruskan dengan cara-cara yang merusak tulangan itu.
- b) Batang tulangan yang diprofilkan, setelah dibengkok dan diluruskan kembali tidak boleh dibengkok lagi dalam jarak 60 cm dari bengkokkan sebelumnya
- c) Batang tulangan yang tertanam sebagian di dalam beton tidak boleh dibengkok atau diluruskan di lapangan, kecuali apabila ditentukan di dalam gambar-gambar rencana atau disetujui oleh perencana.
- d) Membengkok dan meluruskan batang tulangan harus dilakukan dalam keadaan dingin, kecuali apabila pemanasan diijinkan oleh perencana.
- e) Apabila pemanasan diijinkan batang tulangan dari baja lunak (polos atau diprofilkan) dapat dipanaskan sampai kelihatan merah padam tetapi tidak boleh mencapai suhu lebih dari 850°C.

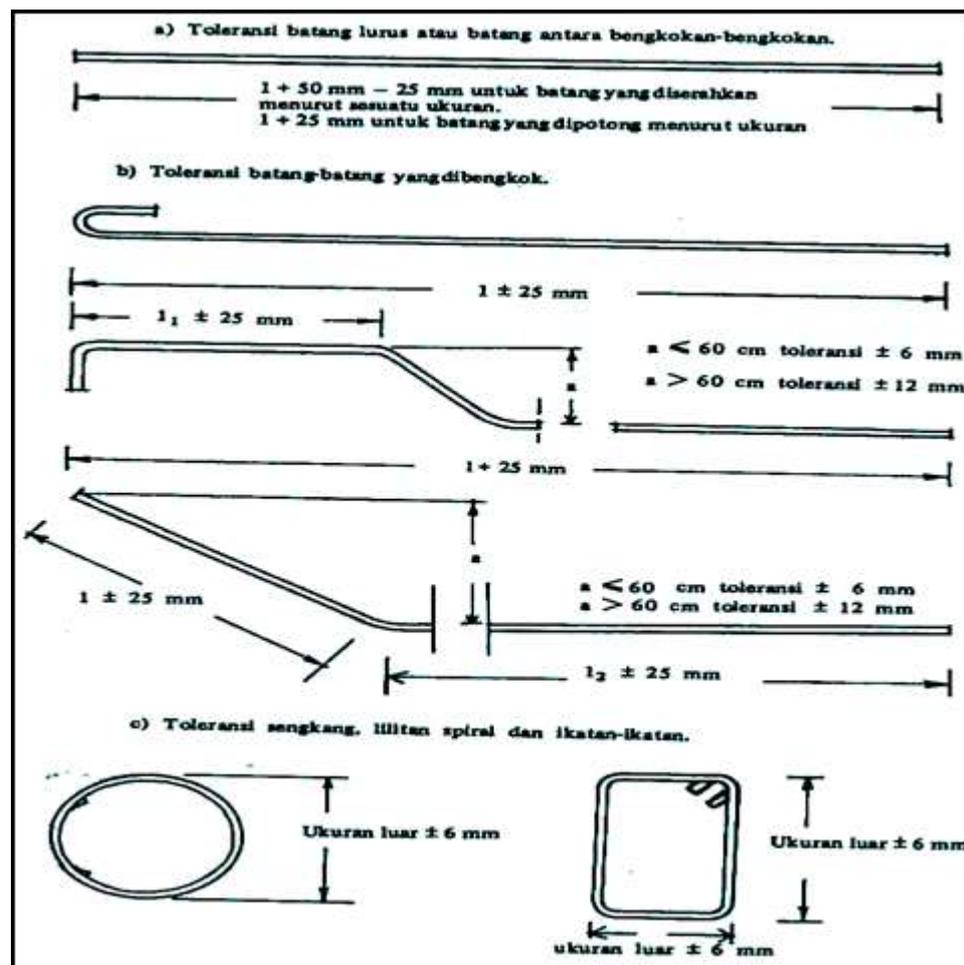
- f) Apabila batang tulangan dari baja lunak yang mengalami pengerjaan dingin dalam pelaksanaan ternyata mengalami pemanasan di atas 100°C yang bukan pada waktu dilas, maka dalam perhitungan-perhitungan sebagai kekuatan baja harus diambil kekuatan baja tersebut yang tidak mengalami pengerjaan dingin
- g) Batang tulangan dari baja keras tidak boleh dipanaskan, kecuali apabila diijinkan oleh perencana
- h) Batang tulangan yang dibengkok dengan pemanasan tidak boleh didinginkan dengan jalan disiram dengan air.
- i) Menyepuh batang tulangan dengan seng tidak boleh dilakukan dalam jarak 8 kali diameter (diameter pengenal) batang dari setiap bagian dari bengkokkan.

Toleransi pada Pemotongan dan Pembengkokkan Tulangan

- a) Batang tulangan harus dipotong dan dibengkok sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar-gambar rencana dengan toleransi-toleransi yang disyaratkan oleh perencana. Apabila tidak ditetapkan oleh perencana, pada pemotongan dan pembengkokkan tulangan ditetapkan toleransi-toleransi seperti tercantum dalam ayat-ayat berikut (lihat gambar 2.1).
- b) Terhadap panjang total batang lurus yang dipotong menurut ukuran dan terhadap panjang total dan ukuran intern dari batang yang dibengkok ditetapkan toleransi sebesar ± 25 mm, kecuali mengenai yang ditetapkan dalam ayat (3) dan (4). Terhadap panjang total batang yang diserahkan menurut sesuatu ukuran ditetapkan toleransi sebesar +50mm dan - 25mm.
- c) Terhadap jarak turun total dari batang yang dibengkok ditetapkan toleransi sebesar ± 6 mm untuk jarak 60 cm atau kurang dan sebesar ± 12 mm untuk jarak lebih dari 60 cm.
- d) Terhadap ukuran luar dari sengkang, lilitan dan ikatan-ikatan ditetapkan toleransi sebesar ± 6 mm.

2) Pemasangan Tulangan

- Tulangan harus bebas dari kotoran, lemak, kulit giling dan karat lepas serta bahan-bahan lain yang mengurangi daya lekat
- Tulangan harus dipasang sedemikian rupa hingga sebelum dan selama pengecoran tidak berubah tempatnya
- Perhatian khusus perlu dicurahkan terhadap ketepatan tebal penutup beton. Untuk itu tulangan harus dipasang dengan penahan jarak yang terbuat dari beton dengan mutu paling sedikit sama dengan mutu beton yang akan dicor. Penahan-penahan jarak dapat berbentuk blok-blok persegi atau gelang-gelang yang harus dipasang sebanyak minimum 4 buah setiap m^2 cetakan atau lantai kerja. Penahan-penahan jarak ini harus tersebar merata.



Gambar 2.1
Toleransi pada pemotongan dan pembengkokan tulangan

- d) Pada pelat-pelat dengan tulangan rangkap, tulangan atas harus ditunjang pada tulangan bawah oleh batang-batang penunjang atau ditunjang langsung pada cetakan bawah atau lantai kerja oleh blok-blok beton yang tinggi. Perhatian khusus perlu dicurahkan terhadap ketepatan letak dari tulangan-tulangan pelat yang dibengkok yang harus melintasi tulangan balok yang berbatasan.

Toleransi Pada Pemasangan Tulangan

- a) Batang tulangan harus dipasang pada tempatnya sesuai dengan yang ditentukan dalam gambar-gambar rencana. Apabila tidak, ditetapkan lain oleh perencana pada pemasangan tulangan dengan toleransi seperti tercantum dalam ayat-ayat di bawah
- b) Terhadap kedudukan diarah ukuran konstruksi yang terkecil ditetapkan toleransi sebesar ± 6 mm untuk ukuran 60 cm atau kurang dan sebesar ± 12 mm untuk ukuran lebih dari 60 cm.
- c) Terhadap kedudukan bengkokkan diarah memanjang ditetapkan toleransi sebesar ± 50 mm, kecuali pada bengkokkan akhir.
- d) Terhadap kedudukan bengkokkan akhir dari batang ditetapkan toleransi sebesar ± 25 mm, dengan syarat tambahan bahwa tebal penutup beton diujung batang memenuhi yang disyaratkan
- e) Terhadap kedudukan batang-batang tulangan pelat dan dinding ditetapkan toleransi di dalam bidang tulangan sebesar ± 50 mm.
- f) Terhadap kedudukan dari sengkang-sengkang, lilitan-lilitan spiral dan ikatan-ikatan lainnya ditetapkan toleransi sebesar ± 25 mm.
- g) Apabila pipa-pipa atau benda-benda lain direncanakan menembus beton atau di tanam di dalam beton, maka tulangan tidak boleh dipotong dan tidak boleh digeser tempatnya lebih jauh dari pada toleransi-toleransi yang ditentukan dalam ayat (2) s/d (6)

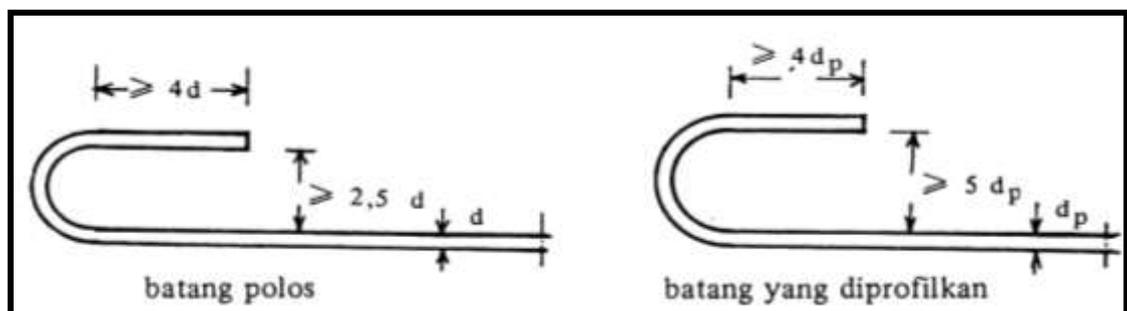
Umum

- a) Ketentuan-ketentuan mengenai tulangan yang ditetapkan dalam bab ini berlaku umum untuk setiap bagian konstruksi yang bersifat struktural.

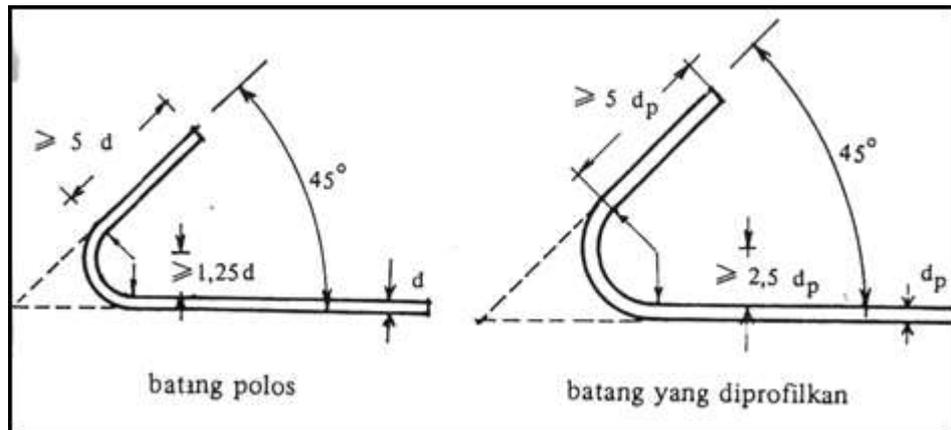
b) Untuk konstruksi-konstruksi tertentu, kecuali harus dipenuhi ketentuan-ketentuan mengenai tulangan yang ditetapkan dalam bab ini, juga harus dipenuhi ketentuan-ketentuan mengenai tulangan yang ditetapkan dalam bab-bab lain dari peraturan ini yang berlaku untuk konstruksi-konstruksi itu.

3) Kait dan Bengkokan

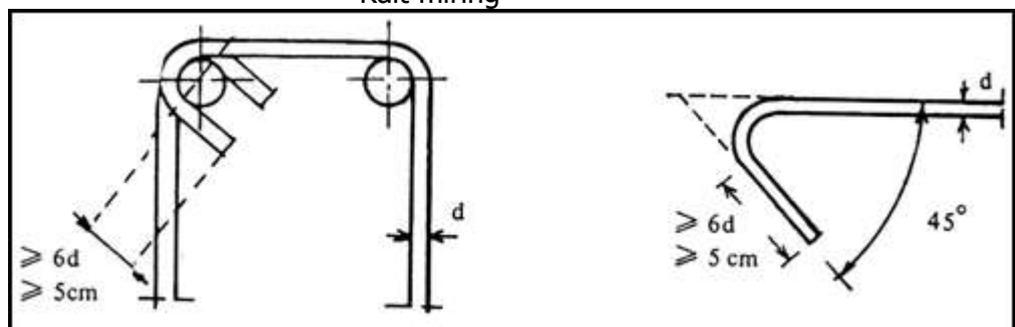
- a) Kait harus berupa kait penuh seperti ditunjukkan dalam gambar, atau kait miring seperti ditunjukkan dalam gambar, dengan memperhatikan ayat (2), dimana d adalah diameter batang polos dan d_p adalah diameter pengenal batang yang diprofilkan menurut pasal 3.7 ayat (4).
- b) Kait-kait sengkang harus berupa kait miring, yang melingkari batang-batang sudut dan mempunyai bagian yang lurus paling sedikit 6 kali diameter batang dengan minimum 5 cm, seperti ditunjukkan dalam gambar.
- c) Bengkokkan harus mempunyai diameter intern sebesar paling sedikit $5d$ atau $5d_p$ seperti ditunjukkan dalam gambar, dimana d adalah diameter batang polos dan d_p adalah diameter pengenal batang yang diprofilkan menurut pasal 3.7 ayat (4).



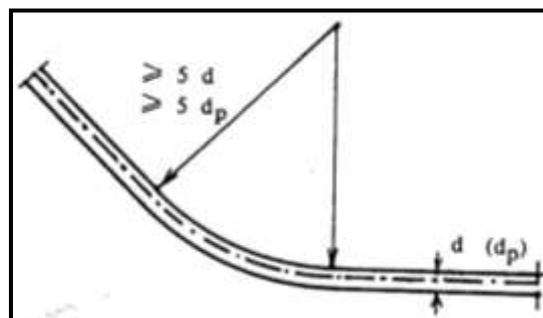
Gambar 2.2
Kait penuh



Gambar 2.3
Kait miring



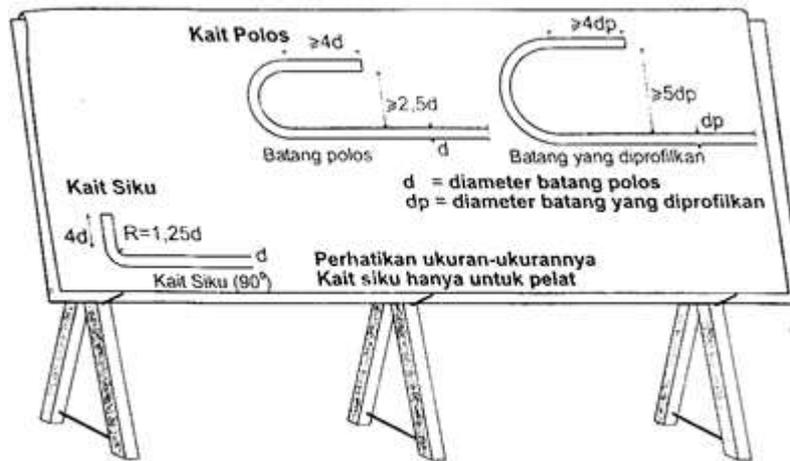
Gambar 2.4
Kait miring pada sengkok



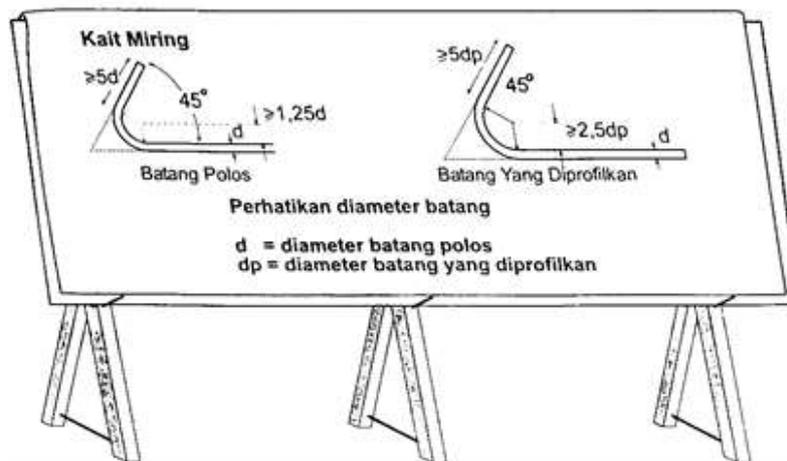
Gambar 2.5
Pembengkokan tulangan

4) Persyaratan Ukuran-ukuran Pembengkokan

Dalam peraturan mengenai pembesian, rincian bentuk pembegkokan ya juga sering dibedakan antara besi polos dengan besi yang diprofilkan. Lengkung pembengkokan untuk besi yang diprofilkan biasanya lebih besar daripada untuk besi polos.



Gambar 2.6
Kait polos



Gambar 2.7
Kait miring



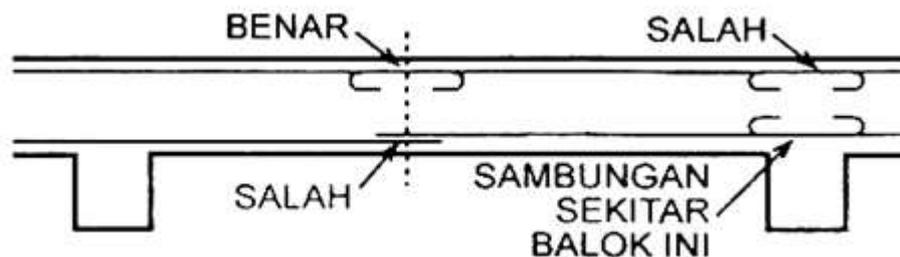
Gambar 2.8
Kait miring pada sengkok

5) Sambungan Tulangan

Sambungan pembesian ada aturan-aturannya, untuk balok atau pelat yang panjang, besi tulangan yang ada tidak cukup panjang, sehingga harus disambung.

- a) Ingat, penyambungan-penyambungan ini hanya dapat dilakukan di tempat yang ditunjukkan menurut gambar atau pada daftar pembengkokan.
- b) Jika pada penyambungan besi beton tidak boleh menentukan tempat sambungan itu menurut kehendak sendiri.

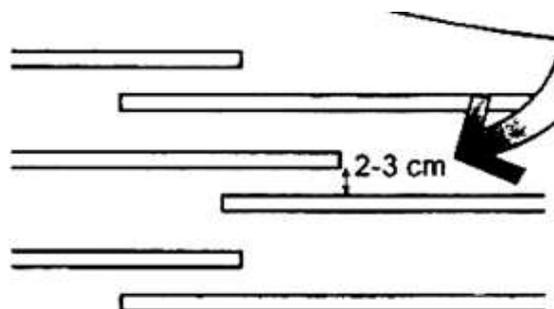
Penyambungan tulangan tidak boleh dilakukan di tengah-tengah bentang balok atau plat, karena pada umumnya di situ momennya besar.



Gambar 2.9
Letak sambungan balok

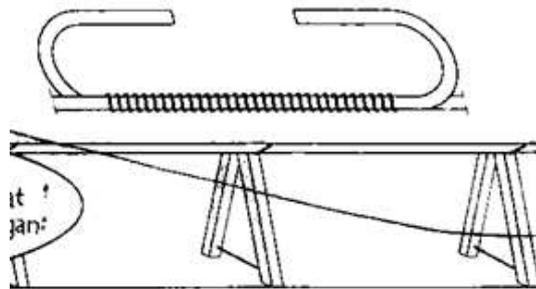
Suatu penyambungan diperoleh dengan meletakkan bagian ujung batang yang satunya di samping bagian ujung yang lainnya, dengan memberi ruang antara sebesar 2-3 cm. Jadi gaya batang yang satu dipindahkan pada batang yang lainnya

dengan melalui beton. Karena itu, maka penyambungan ini dinamakan penyambungan pelekatan.



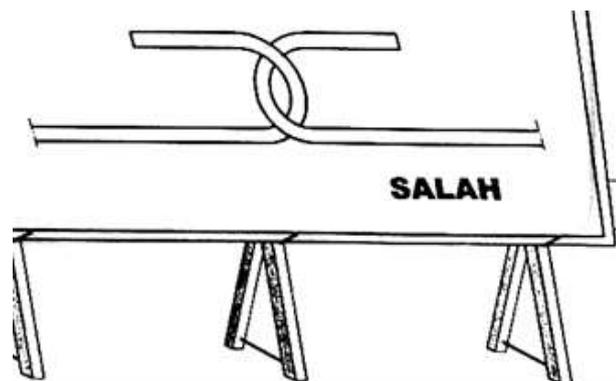
Gambar 2.10
Ruang antara

Penyambungan tulangan dengan cara mengikat kedua ujung tulangan dengan kawat pengikat, tidak boleh dilakukan, sebab nantinya beton tidak dapat membungkus batang-batang dengan baik.



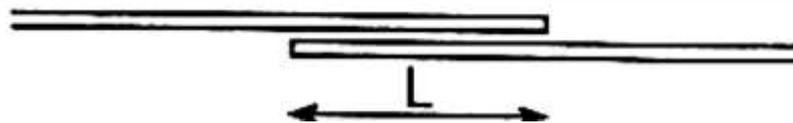
Gambar 2.11
Pengikatan tulangan

Cara mengkaitkan kedua kait di ujung-ujung tulangan, juga tidak boleh.



Gambar 2.12
Kaitan tulangan

Panjangnya penyambungan, ialah panjangnya bagian ujung-ujung batang yang diletakkan berdampingan satu terhadap lainnya. Disebut juga dengan panjang lewatan.



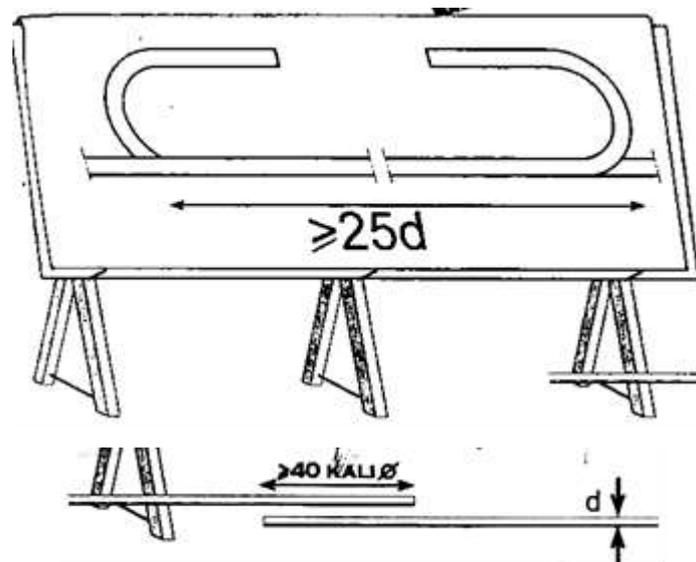
Catatan $L=40d$

Gambar 2.13
Panjang lewatan

Besarnya panjang lewatan, tergantung pada perhitungan yang dilakukan oleh ahli teknik. Factor-faktor yang mempengaruhi besarnya panjang lewatan tersebut seperti antara lain:

- a) Tulang yang disambung merupakan tulang tarik atau tulang tekan
- b) Ujung batang memakai kait atau tidak
- c) Penggunaan tulangan di bagian konstruksi apa
- d) Mutu beton (kelas beton)
- e) Macam batang/tulangan: polos atau diprofilkan

Sambungan dengan kait panjang penyambungan tidak boleh sekali-kali kurang daripada 25 kali tebal batang yang terkecil.



Gambar 2.14
Panjang lewatan

Pada beberapa spesifikasi sering dicantumkan panjang lewatan tulangan polos sekurang-kurangnya 40 kali diameter tulangan yang disambung. Jadi, hati-hati dengan sambungan-sambungan tulangan beton. Mandor dan para tukang agar berkonsultasi dengan pelaksana bila menghadapinya.

b. Standar Menurut SNI 07-2052-2014

Standar ini meliputi acuan normatif, istilah dan definisi, jenis, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat penandaan, syarat lulus uji, dan cara pengemasan baja tulangan beton.

1) Definisi

Baja tulangan beton adalah baja berbentuk batang berpenampang bundar yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dari bahan baku *billet* dengan cara canai panas (*hot rolling*)

2) Jenis

Berdasarkan bentuknya, baja tulangan beton dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu

- a) Baja tulangan beton polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip disingkat BjTP.
- b) Baja tulangan beton sirip adalah baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan rusuk memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton, disingkat BjTS

3) Syarat Mutu

a) Sifat tampak

Baja tulangan beton tidak boleh mengandung serpihan, lipatan, retakan gelombang, cerna dan hanya diperkenankan berkarat ringan pada permukaan

b) Bentuk

(1) Baja tulangan beton polos

Batang baja tulangan beton berpenampang bundar, permukaan harus rata tidak bersirip.

(2) Baja tulangan beton sirip

(a) Permukaan batang baja tulangan beton sirip harus bersirip teratur. Setiap batang diperkenankan mempunyai sirip memanjang yang searah dan sejajar dengan sumbu batang, serta sirip-sirip lain dengan arah melintang sumbu batang.

(b) Sirip-sirip melintang sepanjang batang baja tulangan beton harus terletak pada jarak yang teratur, serta mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Bila diperlukan tanda angka-angka atau huruf-

huruf pada permukaan baja tulangan beton, maka sirip melintang pada posisi dimana angka atau huruf dapat ditiadakan.

(c) Sirip melintang tidak boleh membentuk sudut kurang dari 45° terhadap sumbu batang, apabila membentuk sudut antara 45° sampai 70° , arah sirip melintang pada satu sisi, atau kedua sisi dibuat berlawanan. Bila sudutnya diatas 70° arah yang berlawanan tidak diperlukan

c) Ukuran dan toleransi

(1) Diameter, berat, dan ukuran sirip

Diameter dan berat per meter baja tulangan beton polos seperti pada tabel 2.4. Diameter, ukiran sirip dan berat per meter baja tulangan beton sirip seperti pada tabel 2.5

Tabel 2.4
Ukuran baja tulangan beton polos

No.	Penamaan	Diameter nominal (mm)	Luas Penampang nominal (cm ²)	Berat nominal (kg/m ¹)
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
5.	P.14	14	1,539	1,21
6.	P.16	16	2,011	1,58
7.	P.19	19	2,835	2,23
8.	P.22	22	3,801	2,98
9.	P.25	25	4,909	3,85
10.	P.28	28	6,158	4,83
11.	P.32	32	8,042	6,31
12.	P.36	36	10,17	7,99
13.	P.40	40	12,56	9,86
14.	P.50	50	19,64	15,4

Tabel 2.5
Ukuran Baja Tulangan beton sirip

No	Penamaan	Diameter nominal (mm)	Luas penampang nominal (cm ²)	Diameter dalam nominal (mm)	Tinggi sirip melintang (mm)		Jarak sirip melintang maksimum (mm)	Jarak sirip melintang maksimum (mm)	Berat nominal
					min	maks			
1.	S.6	6	0,2827	5,5	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2.	S.8	8	0,5027	7,3	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3.	S.10	10	0,7854	8,9	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4.	S.13	13	1,327	12,0	0,7	1,3	9,1	10,2	1,04

No	Penamaan	Diameter nominal (mm)	Luas penampang nominal (cm ²)	Diameter dalam nominal (mm)	Tinggi sirip melintang (mm)		Jarak sirip melintang maksimum (mm)	Jarak sirip melintang maksimum (mm)	Berat nominal
					min	maks			
5.	S.16	16	2,011	15,0	0,8	1,6	11,2	12,6	1,58
6.	S.19	19	2,835	17,8	1,0	1,9	13,3	14,9	2,23
7.	S.22	22	3,801	20,7	1,1	2,2	15,4	17,3	2,98
8.	S.25	25	4,909	23,6	1,3	2,5	17,5	19,7	3,85
9.	S.29	29	6,625	27,2	1,5	2,9	20,3	22,8	5,18
10.	S.32	32	8,042	30,2	1,6	3,2	22,4	25,1	6,31
11.	S.36	36	10,18	34,0	1,8	3,6	25,2	28,3	7,99
12.	S.40	40	12,57	38,0	2,0	4,0	28,0	31,4	9,88
13.	S.50	50	19,64	48,0	2,5	5,0	35,0	39,3	15,4
14.	S.54	54	22,902	50,8	2,7	5,4	37,8	42,3	17,9
15.	S.57	57	25,518	53,6	2,9	5,7	39,9	44,6	20,0

CATATAN:

- Untuk baja tulangan beton yang tidak memiliki sirip membujur tidak diukur tinggi siripnya
- Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran sirip adalah sebagai berikut:
 - Luas penampang nominal (A)
$$A = \frac{0,7854 \times d^2}{100} \quad (\text{cm}^2)$$

d = diameter nominal dibulatkan sampai 4 angka berarti
 - Berat = 0,785 x A (kg/m) dibulatkan sampai 3 angka berarti
 - Jarak sirip melintang maksimum = 0,70 d dibulatkan sampai 1 angka desimal
 - Tinggi sirip minimum = 0,05 d dibulatkan sampai 1 angka desimal
Tinggi sirip maksimum = 0,10 d dibulatkan sampai 1 angka desimal
 - Jumlah 2 (dua) sirip membujur maksimum = 0,25 K dibulatkan sampai 1 angka desimal
Keliling nominal (K)
K = 0,3142 x d (mm) dibulatkan sampai 1 angka desimal

(2) Toleransi diameter

Tabel 2.6
Toleransi diameter beton polos

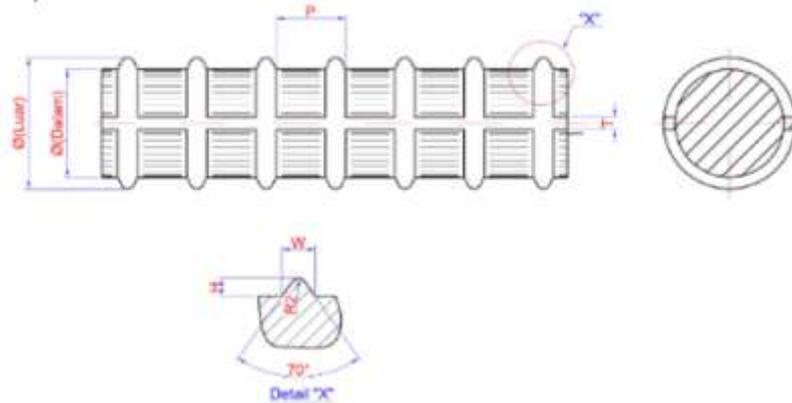
No	Diameter (d) (mm)	Toleransi (mm)	Penyimpangan kebulatan (%)
1.	6	± 0,3	Maksimum 70 dari batas toleransi
2.	8 ≤ d ≤ 14	± 0,4	
3.	16 ≤ d ≤ 25	± 0,5	
4.	28 ≤ d ≤ 34	± 0,6	
5.	d > 36	± 0,8	

CATATAN

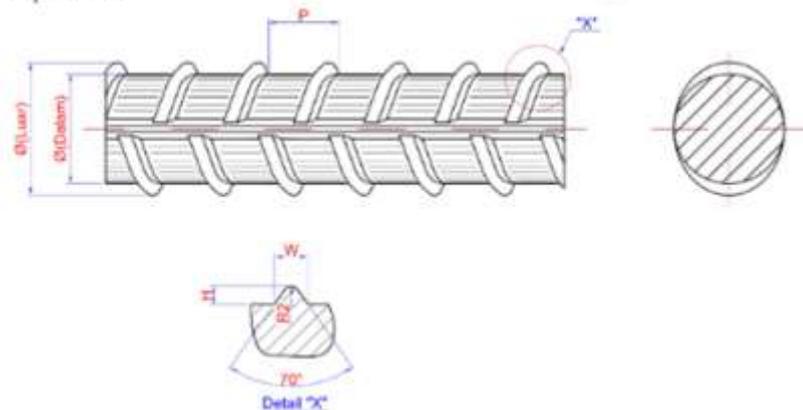
- Penyimpangan kebulatan adalah perbedaan antara diameter maksimum dan minimum dari hasil pengukuran pada penampang yang sama dari baja tulangan beton
- Untuk baja tulangan beton sirip, d = diameter dalam

Beberapa jenis baja tulangan sirip beton seperti pada gambar berikut

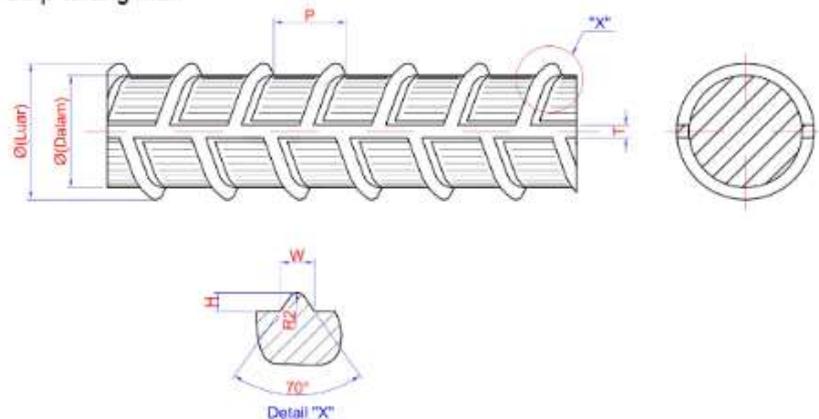
a. Sirip bambu



b. Sirip curam



c. Sirip tulang ikan



Gambar 2.15
Jenis baja tulangan beton sirip

(3) Panjang

Panjang ditetapkan 10m dan 12m

(4) Toleransi panjang

Toleransi panjang baja tulangan beton ditetapkan 0 mm (0 mm) maksimum plus 70 mm (maksimum + 70 mm).

(5) Toleransi berat per batang

Toleransi berat per batang baja tulangan beton sirip ditetapkan seperti tercantum dalam Tabel 2.7

Tabel 2.7
Toleransi berat per batang

Diameter (d) (mm)	Toleransi (mm)
$6 \leq d \leq 8$	± 7
$10 \leq d \leq 14$	± 6
$16 \leq d \leq 28$	± 5
$d > 28$	± 4

d) Syarat penandaan

(1) Setiap batang baja tulangan beton harus diberi tanda (marking) dengan huruf timbul (emboss) yang menunjukkan merek pabrik pembuat dan ukuran diameter nominal

(2) Setiap batang baja tulangan beton harus diberi tanda pada ujung-ujung penampangnya dengan warna yang tidak mudah hilang sesuai dengan kelas baja seperti pada Tabel 2.8

Tabel 2.8
Tabel untuk tanda kelas baja tulangan

Kelas baja		Warna
Bj. TP 24		Hitam
Bj. TP 30	Bj. TS 30	Biru
	Bj. TS 35	Merah
	Bj. TS 40	Kuning
	Bj. TS 50	Hijau

(3) Setiap kemasan harus diberi label dengan mencantumkan

- (a) Nama atau merek dari pabrik pembuat
- (b) Ukuran (diameter dan panjang)
- (c) Kelas baja

(d) Nomor leburan (No. Heat)

(e) Tanggal, bulan, dan tahun produksi

e) Cara pengemasan

(1) Baja tulangan beton dalam satu kemasan terdiri dari ukuran, jenis, dan kelas baja yang sama

(2) Kemasan baja tulangan beton bisa lurus atau ditekuk harus diikat secara kuat, rapih, dan kokoh

3. Gambar kerja pembesian

a. Membaca Gambar Kerja

Spesifikasi atau syarat teknis yang berkaitan dengan mutu, banyak disampaikan lewat gambar-gambar rencana, maka mandor dan para tukang harus mampu membaca gambar agar dapat menentukan langkah-langkah awal pelaksanaan pekerjaan.

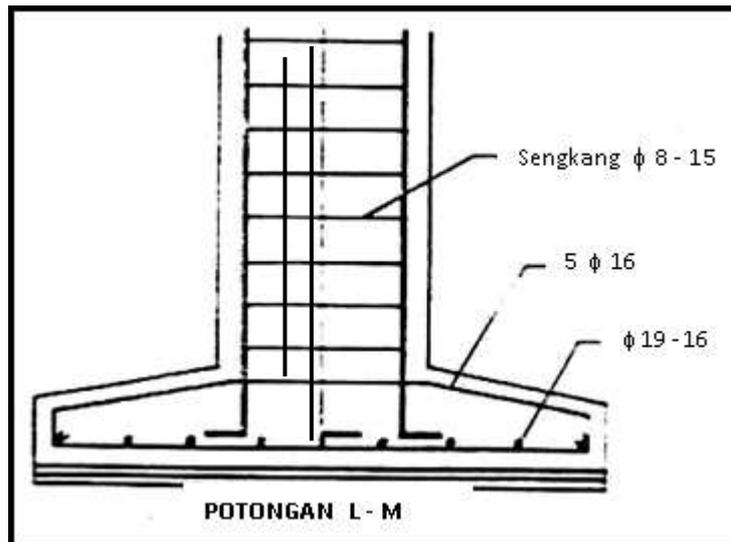
1) Pengertian dan manfaat membaca gambar

Pada pekerjaan konstruksi sebelum pelaksanaan di lapangan, lebih dulu dibuat gambar rencana konstruksi. Gambar-gambar, sket atau diagram digunakan untuk menjelaskan spesifikasi atau syarat teknis dan prosedur pelaksanaan pekerjaan tersebut. Bagaimanapun membaca gambar adalah tuntutan pekerjaan dan merupakan kemampuan dasar yang sangat penting dan harus dimiliki mandor dan para tukang. Membaca gambar ialah memperhatikan sampai memahami yang tercantum pada gambar dan selanjutnya dapat menyatakan dalam langkah-langkah pelaksanaan

Manfaat membaca gambar

Mandor dan para tukang bertanggung jawab atas penyelesaian pekerjaan yang harus memenuhi mutu kerja dan mutu hasil kerja yang telah ditentukan. Agar dapat melaksanakan pekerjaan sesuai yang diharapkan tukang dan mandor harus memahami pesan, perintah, dan syarat-syarat teknis atau spesifikasi dalam gambar berarti harus mampu membaca gambar, menerjemahkannya ke dalam langkah-langkah operasional. Jika Mandor dan para tukang tidak bisa membaca gambar, yang terjadi adalah salah ukur, ukuran tidak sesuai

spesifikasi, pengerjaan salah, hasil tidak memenuhi mutu, ditolak, dibongkar. Dengan membaca gambar dapat memahami seluk beluk pekerjaan dan dapat menentukan langkah-langkah pelaksanaan secara benar, mempermudah dalam mengendalikan kerja terutama berkaitan dengan prosedur atau tata cara kerja serta mutu hasil kerja.



MISAL : 5 Ø 16 - 32

Banyaknya besi ←
Simbol diameter ←

→ Diameter besi
→ Jarak pemasangan

Gambar 2.16
Pembesian pondasi

Jadi sesuai gambar untuk sengkang perlu besi dengan diameter 8 mm, jarak satu sama lain 15 cm, lalu : 5 Ø 16 berarti 5 batang besi diameter 16 mm, dan Ø 19-16 artinya besi dengan diameter 19 mm, jarak pemasangan 16 cm.

Satuan
Ø besi = mm
Jarak = cm

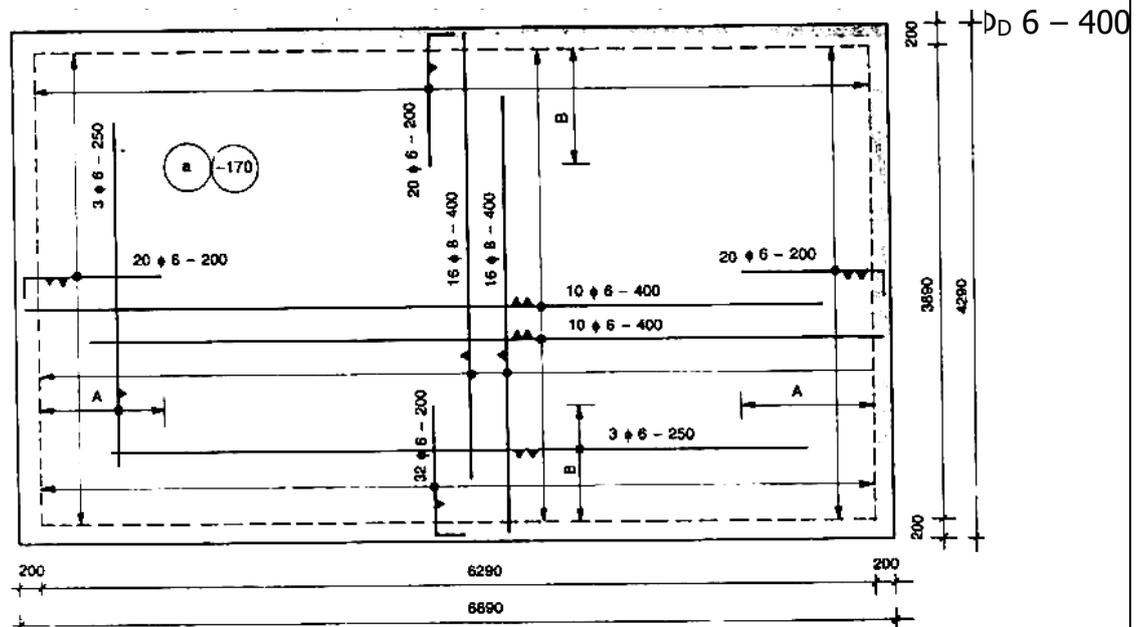
b. Gambar Pembesian/Penulangan Beton

1) Lantai

Umumnya bentuk gambar penulangan lantai digambarkan seperti gambar 2.17. Cara membaca/memaham gambar ini dari atas ke bawah. Mula-mula kita

menjumpai tulangan atas kemudian tulangan bawah. Selanjutnya bila memakai batang tulangan utama yang dibengkokkan atau ujungnya berkait, maka urutannya dilihat dari atas ke bawah yang terdiri dari jaringan atas dari batang tulangan polos kemudian batang tulangan utama (deform) dan akhirnya jaringan bawah tulangan polos

Untuk membaca tulangan-tulangan yang terletak tegak lurus dengan tulangan utama dimulai dari arah kiri ke kanan. Bila ada beberapa batang tulangan yang sama besar serta jarak dari sumbu ke sumbunya sama, maka cukup digambar satu batang tulangan saja dan di atas batang tulangan tersebut ditulis keterangan sebagai berikut, yaitu: jumlah batang tulangan, diameter serta



Gambar 2.17
Tulangan lantai

Untuk menyatakan jenis baja dan menunjukkan tempat lapisan batang tulangan, diberikan notasi sebagai berikut:

a) Untuk menyatakan jenis baja :

Baja tulangan polos 24, atau Bj. Tp 24 tandanya Φ_P

Baja tulangan deform 40, atau Bj. Tp 40 tandanya Φ_D

b) Untuk menyatakan tempat lapisan tulangan:

Lapisan terluar



Lapisan kedua dari luar



Lapisan kedua dari luar



Lapisan terluar



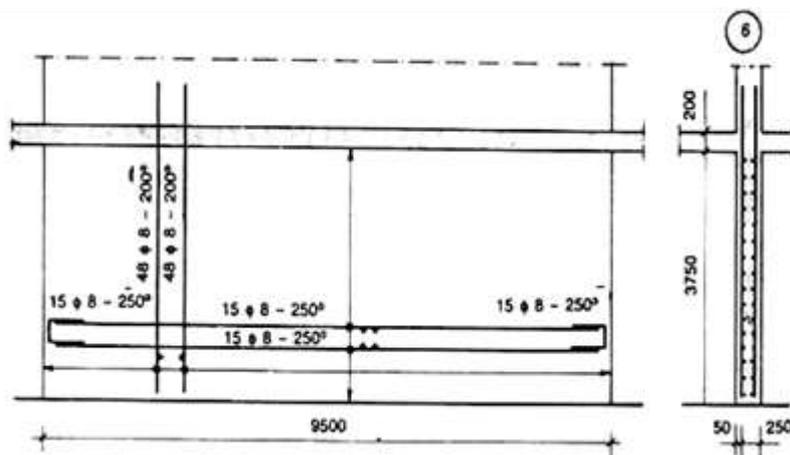
Segitiga hitam menunjukkan arah pusat bagian konstruksi. Jumlah segitiga hitam menerangkan letaknya dilihat dari arah luar.

Catatan:

Hal di atas ini sudah jelas, bahwa untuk menyatakan jenis baja maupun petunjuk/notasi dari letak lapisan tulangan harus diterangkan di bawah **renvoi** (daftar keterangan gambar, biasanya dipojok kanan bawah). Apabila ada suatu lantai atau bagian dari lantai memakai tulangan yang sama, maka notasi tulangan identik ini tidak perlu diulang kembali. Pada gambar 2.17, $\Phi_D 6-250$ adalah tulangan pembagi yang menyatakan tulangan berada di jalur tulangan A (jalur tulangan adalah suatu jalur dimana penulangan harus didistribusikan). Untuk tulangan yang identik cukup bila notasinya hanya pada jalur A saja. Notasi ini juga berlaku untuk jalur B.

2) Dinding

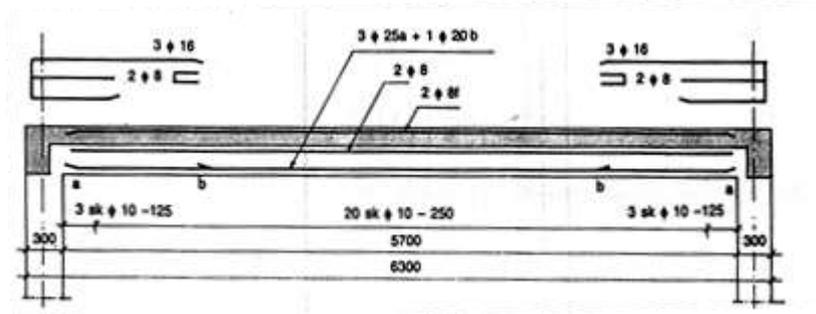
Suatu tulangan dinding (Gambar 2.18) yang tampak penampangnya seperti pada gambar tersebut akan dibaca seperti cara membaca gambar tulangan lantai.



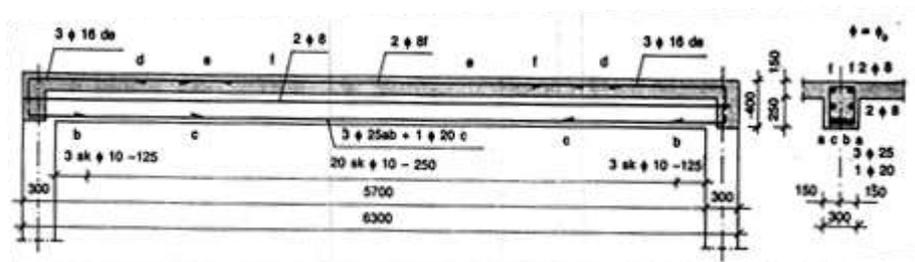
Gambar 2.18
Tulangan dinding

3) Balok

Gambar tulangan balok pada gambar 2.19 adalah gambar tampak dari sisi balok.



Gambar 2.19
Tulangan balok



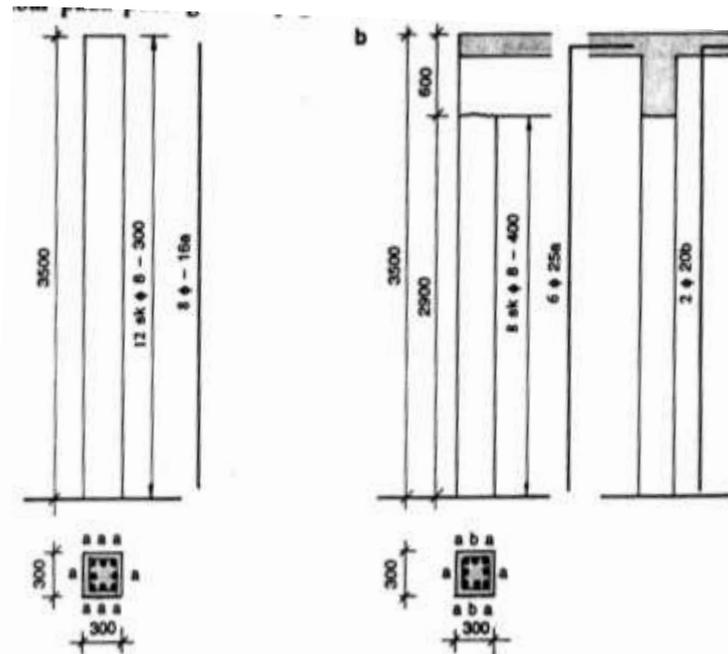
Gambar 2.20
Variasi Tulangan balok

Bagian atas dan bagian bawah dari tampak sisi balok menerangkan jumlah batang-batang tulangan, kemudian diameter serta jenis bajanya (deform), selanjutnya batang-batang tulangan ditandai dengan huruf. Bila diperlukan, tanda dengan huruf-huruf tersebut dapat ditulis kembali pada ujung batang tulangan. Supaya lebih jelas, ujung batang yang tidak berkait akan digambar dengan sedikit dibengkokkan (misalnya lihat batang tulangan b). Letak dari tulangan akan dinyatakan pada gambar potongan penampangnya, sedangkan bentuk dari sengkang hanya digambarkan pada potongannya. Pada garis ukur bagian bawah tampak sisi balok diterangkan jumlah sengkang, diameternya serta jenis bajanya dan jarak sumbu ke sumbu (misalnya 20 sk Φ_D 10 - 250).

4) Kolom (pilar)

Tulangan kolom akan diterangkan di samping tampak sisi kolom (lihat gambar 2.21).

Pada batang-batang tulangan kolom ini tercantum keterangan (informasi) sebagai berikut: jumlah tulangan, diameter serta jenis baja dan tandanya (misalnya 8 Φ_P 16a). Sedangkan letak dari batang tulangan ini dinyatakan pada gambar potongan penampangnya dan sengkang hanya digambar pada potongan ini juga.



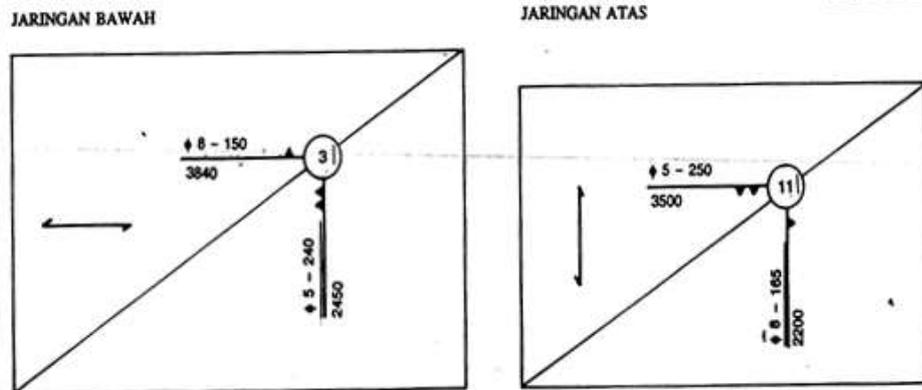
Gambar 2.21
Tulangan kolom

Pada garis ukur di samping potongan tersebut tercantum juga sengkang yang dipakai yaitu: jumlah sengkang, diameter serta jenis bajanya dan jarak sumbu ke sumbu (misalnya 12 sk Φ_P 8 - 300). Untuk perubahan tulangan kolom ke balok (gambar 4.1.20.b) terkadang dibutuhkan dua tampak yang dilihat dari sisi balok (misalnya 6 Φ_P 25 a dan 2 Φ_P 20 b). Hasil dari gambar tulangan pada umumnya cenderung digambar di luar gambar tampak, dimana untuk batang-batang yang sama hanya satu batang tulangan yang digambar

5) Penulangan jaringan

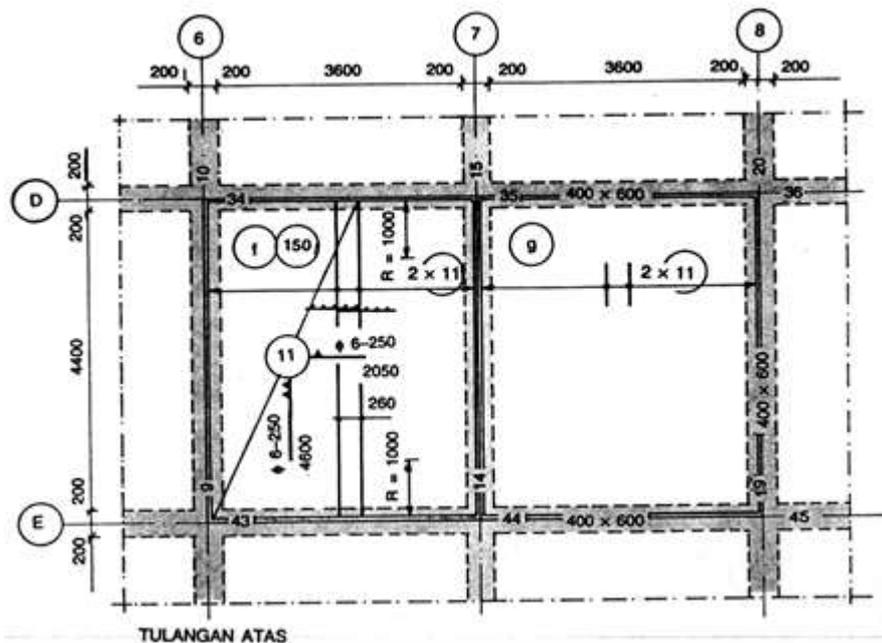
Bila penulangan konstruksi beton menggunakan tulangan jaring, maka akan berlaku peraturan sebagai berikut: jaringan digambar dalam bentuk empat persegi panjang (gambar 2.22), dimana ukurannya sesuai dengan ukuran

jaring luar, pada empat persegi panjang itu ditarik garis diagonal dari kiri-bawah ke kanan-atas.

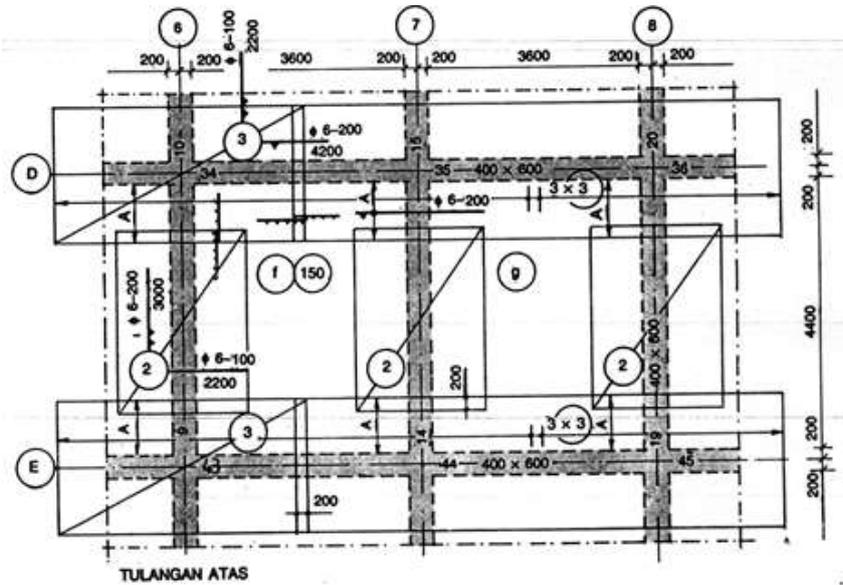


Gambar 2.22
Tulangan jaring

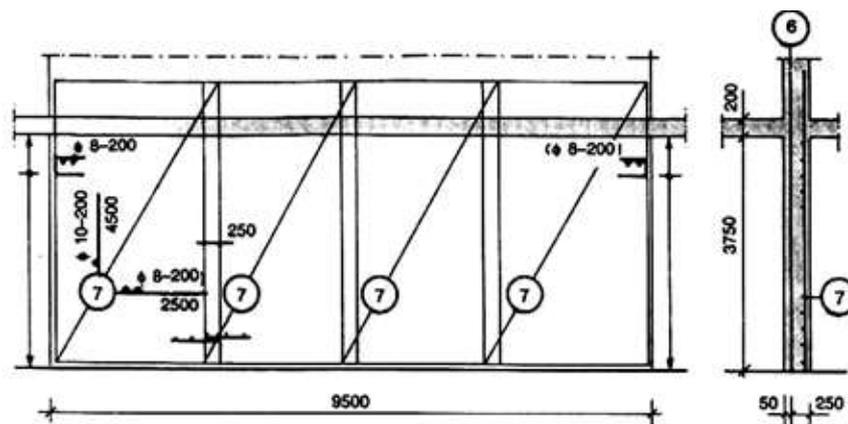
Tanda yang dipakai untuk tulangan jasing adalah angka 1, 2, 3 dan seterusnya ditulis dalam lingkaran yang terletak pada garis diagonal. Diameter tulangan dan jarak sumbu tulangan ke sumbu jaring dinyatakan dengan garis yang berujung pada lingkaran (tanda jaring) menuju ke arah tulangan. Ukuran luar dari jaring (dalam mm) ditulis di bagian bawah garis tersebut. Contoh untuk tulangan lantai dan dinding dengan memakai jaring gambar 2.23



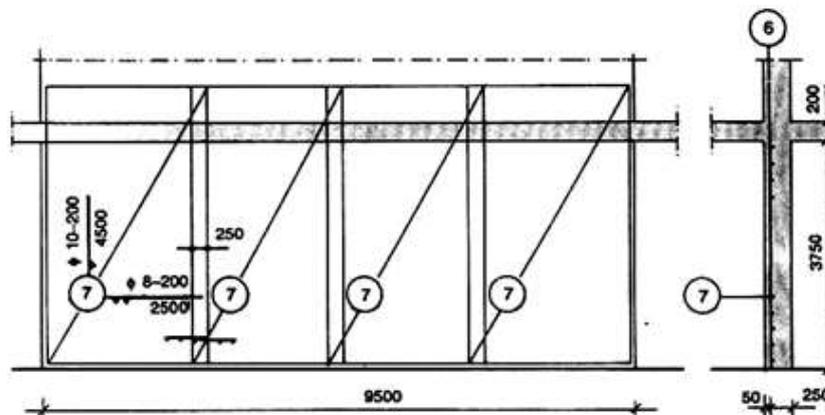
Gambar 2.23
Tulangan Lantai, jaring tulangan bawah



Gambar 2.24
Tulangan Lantai, jaringan tulangan atas



Gambar 2.25
Tulangan Dinding, jaringan tulangan sisi belakang



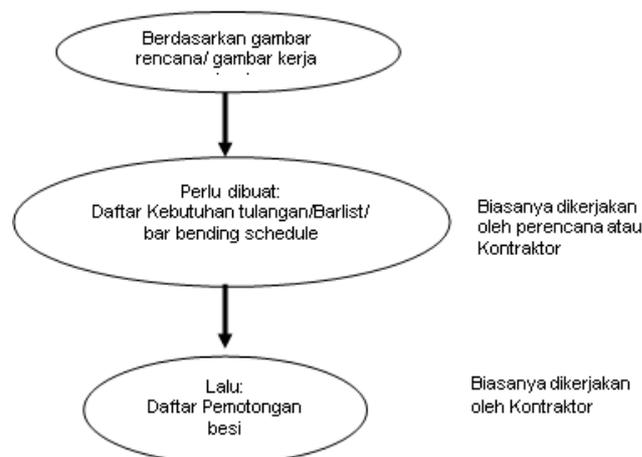
Gambar 2.25
Tulangan Dinding, jaringan tulangan sisi depan

Tulangan lantai dengan jaringan tulangan atas dan jaringan tulangan bawah masing-masing digambarkan. Di tempat sambungan lewatan dari jaringan akan digambarkan potongan penampangnya, sehingga letak sambungan lewatan satu dan yang lainnya dapat terlihat. Di samping itu panjang pengelasan juga dituliskan dan dalam gambar dicantumkan pula nomor-nomor tulangan serta jumlahnya yang akan dimasukkan dalam tabel.

4. Kebutuhan Bahan Penulangan Besi Beton

Kebutuhan bahan penulangan besi beton dapat dilihat pada daftar kebutuhan penulangan besi beton atau barlist. Daftar kebutuhan tulangan dibuat oleh pelaksana konstruksi berdasarkan gambar kerja, spesifikasi dan standar pembesian.

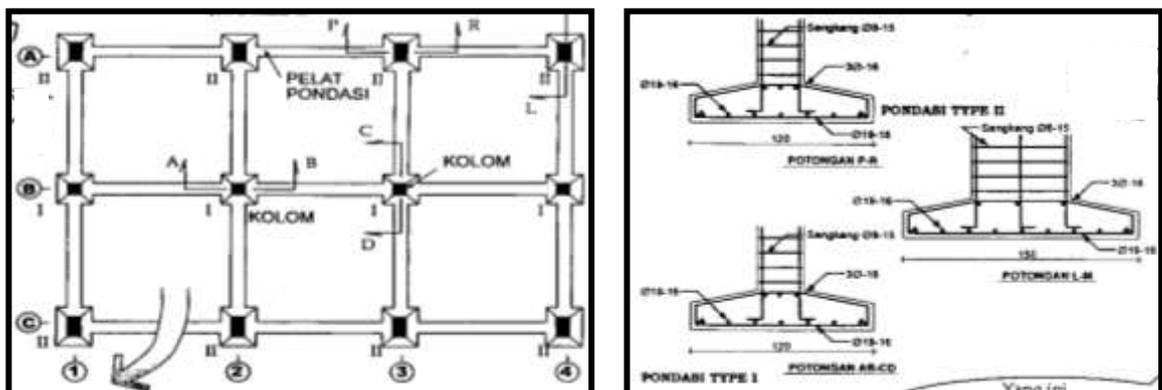
a. Daftar kebutuhan tulangan



Gambar 2.26

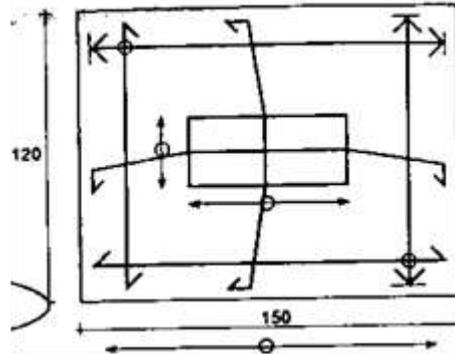
Tahapan penyusunan daftar kebutuhan

Gambar Rencana Pembesian



Gambar 2.27

Denah pondasi gedung pelat pondasi sloof dan kolom



Gambar 2.28
Tanda batas pembesian

Tanda di atas ini memberitahukan, bahwa pembesian yang diberi tanda O hanya dipasang sampai batas panah, berarti dipasang sampai batas panah kiri dan kanan. Hal ini dilakukan untuk membedakan garis pembesian atau garis tanda, sebab kadang-kadang pada plat ada pembesian tanpa kait, terutama pembesian tambahan, biasanya gambar pembesian ada gambar kaitnya.

Tabel 2.9
Daftar kebutuhan tulangan untuk pekerjaan plat pondasi

NAMA PROYEK :							
No.	Dia. Ø	Banyaknya	Panjang m'	Jumlah Panjang m'	Berat Tiap m' kg	Jumlah Serat kg	Bentuk
PONDASI TIPE I, 4 BUAH							
A	19	7 x 4	1,34	37,52	2,226	83,520	
B	19	7 x 4	1,34	37,52	2,226	83,520	
C	16	3 x 4	1,59	19,08	1,578	30,108	
D	16	3 x 4	1,59	19,08	1,578	30,108	
PONDASI TIPE II, 4 BUAH							
A	19	7 x 8	1,64	91,84	2,226	204,520	
B	19	9 x 8	1,34	96,48	2,226	214,764	
C	16	3 x 8	1,59	45,36	1,578	71,578	
D	16	4 x 8	1,59	50,88	1,578	80,289	
				Jumlah Pondasi I & II = 798,323			
				Ø19 = 586,240 (22 batang a' 12.00' = 587,664 kg)			
				Ø16 = 212,083 (22 batang a' 12.00' = 227,232 kg)			
				798,323			
PENJELASAN PEMBUATAN							
7 x 4 = 7 batang pada satu pondasi x sebanyak pondasi 4 buah begitu juga yang lain, 7 x 8 (8 adalah banyak pondasi)							
Jumlah seluruh :					kg		

- Selimut beton disini diambil setelah 3 Cm.
- Daftar berat besi beton / luas penampang besi beton : Mengikuti / tabel standar.
- Penggantian Ø besi beton (bilamana distock belum tersedia) dapat dilakukan dengan syarat :
 - Kualitas besi beton sama.
 - Luas penampang sama atau lebih besar.
 - Seijin kontraktor / tenaga ahli.

Daftar Potong Besi Beton

Untuk dapat memotong besi dengan efisien dan tidak boros maka diperlukan daftar potong besi beton, sebagai contoh tabel 2.10

Tabel 2.10
Daftar potong besi beton

No	Dia Ø	Banyak	Panjang (m)	Tiap batang dipakai		Jumlah batang		Ket	
				buah	sisa	batang	sisa		
Pondasi Tipe I									
a & b	19	58	1,34	8	1,28	7	7 x 1,26		
a & d	16	24	1,59	7	0,87	4	1 x 7,23	Dipakai pada II	
Pondasi Tipe II, 4 buah									
a & b	19	56	$1,64+1,34=3,00$	4	0,08	14	14x0,08		
b	19	16	1,34	8	1,28	2	2x1,28	72-56= 16 bh kurang	
c	19	24	1,89	6	0,68	4	4x0,87		
d	16	32	1,59	7	0,87	4	4x0,87	Tersedia 28 bh kurang 4 bh	
	16	4	1,59	4	0,87	4	1x0,87		
Jadi				Ø 19= 23 batang					
				Ø 16= 12 batang					
Bandingkan dengan daftar lengkung									



Gambar 2.29
Batangan 12m

Usahakan membuat kombinasi bagian-bagian a, b, c, dan seterusnya, sehingga bagian sisa sependek mungkin

BAR BENDING SCHEDULE

TYPE = KOLOM TYPE GSE (2 UNIT)
LOKA = AS APC/APH, APS
NO. GAMBAR = SAP 04-032

No :



NO	CUTTING LIST	DIA	JARAK	PANJANG	QUANTITY	BERAT	TOTAL	
1		25		2310	18	3.85	142.296	
2		25		4450	16	3.85	274.736	
3		25		6200	24	3.85	578.424	
4		25		5300	4	3.85	81.62	
5		25		4180	36	3.85	576.570	
6		25		3500	12	3.85	164.01	
7		13	100-200	2200	66	1.04	151.008	
8		10		640	16	0.615	6.31	
9		13	100-200	1800	63	1.04	117.906	
10		10		540	16	0.615	5.32	
11		13	100-200	1600	75	1.04	124.8	
12		10		490	18	0.615	5.43	
2328.47								
	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D32	
	17.06	363.74				1817.662		
	34.13	787.48				3635.32		
	2						2228.47	
							4456.94	✓

Gambar 2.30
Bar bending schedule

Bar bending schedule atau daftar kebutuhan tulangan diatas merupakan contoh pada proyek high rise building pada pekerjaan kolom. Sedikit berbeda pada daftar kebutuhan tulangan untuk pekerjaan pondasi, maka ada tambahan jarak untuk type pembesian begel/senggang.

5. Identifikasi tulangan besi beton

Dari daftar kebutuhan tulangan dapat dilakukan Identifikasi tulangan besi beton. Identifikasi ini digunakan untuk menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton.

Contoh formulir bestaat :

BESTAAT PENULANGAN BETON										
PROYEK : GEDUNG										
Pekerjaan : Black BL 1-2CD				Gambar Referensi :						
Lokasi : Lantai 1				Tanggal :						
Skets Bengkokan	Kode	Ø	Panjang Pot.	Jumlah Potongan	Jumlah Sisa Batang	Panj. Sisa Pot.	Jml. Sisa Pot.	Sisa Dipakai di	Berat	Ket.
	1	25	520	60	30	170	30			
	2	22								
	3	25								

Gambar 2.31
Formulir bestaat

Cara menghitung volume pekerjaan besi terpasang

a. Pekerjaan besi hanya dihitung pekerjaan yang terpasang jadi tidak termasuk pekerjaan lain untuk penunjang, misal sisa potongan, meluruskan, buat gawang besi dan sebagainya. Jadi hasil kerja besi hanya dapat diambil volume kerja dan yang dapat diperhitungkan ialah:

- 1) Besi konstruksi / penulangan
- 2) Besi penahan susut
- 3) Besi stek
- 4) Besi sengkang

b. Pekerjaan pembesian yang tidak diperhitungkan ialah:

- 1) Besi-besi sisa potongan
- 2) Besi pengganjal kedudukan besi beton
- 3) Kawat pengikat dan sebagainya.

c. Ketentuan-ketentuan yang mengatur hal tersebut diatas biasanya terdapat dalam spesifikasi teknik pekerjaan

Pekerjaan pembesian diukur dalam beratnya dengan daftar lengkung (pembengkokkan) dapat diketahui panjang dari masing-masing bentuk. Dengan

mengetahui jenis diameter besi dan dengan tabel berat besi beton maka dapat dihitung berat besi seluruhnya.

Contoh:

Dari daftar pembengkokkan pekerjaan besi diketahui

Dari \emptyset 25 mm = 963 m, berat / m^I = 3,853 kg.

Dari \emptyset 19 mm = 764 m, berat / m^I = 2,226 kg.

Dari \emptyset 12 mm = 182 m, berat / m^I = 0,888 kg.

Dari \emptyset 8 mm = 1206 m, berat / m^I = 0,395 kg.

Jadi volume pekerjaan pembesian :

963 x 3,863 kg = 3.810,439 kg

764 x 2,226 kg = 1.700,663 kg

182 x 0,888 kg = 161,616 kg

1206 x 0,395 kg = 476,370 kg

Jumlah = 6.049,089 kg

6. Pengelompokan tulangan besi beton

a. Bahan-bahan untuk penulangan besi beton

1) Mengingat, bahwa pekerjaan pembesian merupakan salah satu unsur pekerjaan konstruksi yang sangat penting, maka seorang mandor dan para tukang harus dapat membaca gambar rencana dan gambar kerja. Agar tidak salah dalam melaksanakan pekerjaan.

2) Setelah memahami gambar-gambar tersebut maka dapat merencanakan segala sesuatunya untuk mengadakan persiapan-persiapan untuk mengawali pekerjaan tersebut.

Macam-macam baja tulangan:

Baja tulangan terbagi dalam dua macam tulangan, menurut bentuknya, yaitu:

a) Batang tulangan polos (BJTP)



(1) Batang polos, rata

(2) Mempunyai tanda \emptyset di dokumen (untuk garis tengah tulangnya)

b) Batang yang diprofilkan/ Baja Tulangan Deform (BjTD)



- (1) Batangnya dapat mempunyai rusuk-rusuk, berulir
- (2) Mempunyai tanda D di dokumen (untuk garis tengah tulangnya)

b. Ukuran Garis Tengah Tulangan:

Garis tengah tulangan atau diameter tulangan mempunyai satuan ukuran mm atau inchi

Ukuran diameter dalam satuan mm:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 30, 38, 40, 45 dan 50

Ukuran diameter dalam satuan inchi:

1/4", 5/16", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1", 1 1/4" dan 1 1/2"

Contoh :

Ø 6, Ø 25, dan seterusnya

Ø 1/4", Ø 1", dan seterusnya

D 6, D 25, dan seterusnya

D 1/4", D 1"

c. Kualitas Besi Beton:

Tanda pada dokumen yang menunjukkan kualitas (mutu) besi beton yang disyaratkan adalah u dengan disertai angka yang menunjukkan nilai titik lelehnya (dalam kg/mm²).

Contoh:

u 24, u 40, u 50, dan seterusnya

Jadi mutu besi beton (kekuatannya) ada berbagai macam (tanda mutu besi beton biasanya dicantumkan dalam gambar/spesifikasi).

PERINGATAN : jangan sembarangan menukar mutu besi beton

d. Jaringan Kawat Baja Las (*Wire Mesh*)

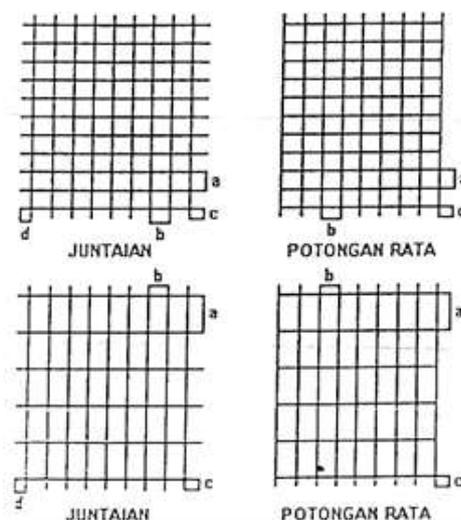
Jaringan kawat baja las (JKBL) untuk tulangan beton adalah jaringan dari kawat baja tulangan beton prefab, yang pada tiap titik pertemuan tulangan memanjang dan melintangnya dilas listrik untuk mendapatkan shear resistant.

Batang baja yang digunakan adalah dari baja keras U-50 (batas ulur minimum 50 kg/mm² atau 500 Mpa) sedangkan diameter batang yang ada dipasaran adalah 4 mm s/d 10 mm. Toleransi diameter kawat baja tulangan: 4,00 mm s/d 6,00 mm = $\pm 0,10$ mm, 6,00 mm keatas = $\pm 0,13$ mm.

Pemakaian jaringan tulangan beton adalah untuk lantai atau dinding atau pipa dengan catatan beban yang ditahan struktur tersebut adalah beban merata.

Beberapa keuntungan pemakaian jaringan kawat baja las:

- 1) Menjamin ketepatan perhitungan struktur beton karena JKBL diproduksi sesuai spec yang ditentukan pemesan serta mutu baja sesuai peraturan yang ditetapkan
- 2) Mempercepat waktu pelaksanaan karena sudah tidak terlalu banyak lagi pengerjaan potong dan bengkok serta pemasangannya cepat. Program network planning bisa dilaksanakan dengan baik karena pengadaannya dan pemasangannya bisa diprogram sesuai jadwal.
- 3) Pengawasan mudah
- 4) Bisa menghemat biaya pasang dan biaya tak terduga



Gambar 2.32
Jaringan kawat

e. Kawat Pengikat Baja Tulangan

Kawat pengikat adalah kawat yang terbuat dari besi baja lunak yang digunakan untuk mengikat baja tulangan dalam struktur beton.

Persyaratan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

- 1) Kawat pengikat harus terbuat dari besi baja lunak yang telah dipijarkan terlebih dahulu, diameter minimum 1 mm, tidak bersepuh seng
- 2) Pemakaian kawat pengikat untuk berkas tulangan yang terdiri dari 2, 3 atau 4 batang yang sejajar, maka diameter kawat pengikat minimum 2,5 mm dan jarak pengikatan tidak boleh lebih dari 24 kali diameter batang terkecil.

f. Pengelompokan tulangan besi beton

Setelah mengetahui macam-macam bahan untuk besi beton, maka dari pembacaan daftar kebutuhan tulangan dapat dikelompokkan sesuai jenis, mutu, dan macamnya dan disesuaikan pada lokasi tempat pemasangan besi beton tersebut.

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton

1. Membaca gambar kerja
2. Menerima daftar kebutuhan tulangan yang telah ditetapkan
3. Mengidentifikasi tulangan besi beton berdasarkan daftar kebutuhan
4. Mengelompokkan tulangan besi beton berdasarkan diameter dan jenisnya

C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan kebutuhan bahan penulangan besi beton

1. Cermat
2. Teliti
3. Disiplin
4. Tanggung jawab

BAB III

MENYIAPKAN PERALATAN DAN PERLENGKAPAN UNTUK PEKERJAAN PENULANGAN BESI BETON

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan dan Perlengkapan untuk Pekerjaan Penulangan Besi Beton

Peralatan dan perlengkapan besi beton ada 2 macam yaitu peralatan manual dan peralatan mekanis. Untuk proyek berkala besar, maka peralatan mekanis mutlak diperlukan.

1. Identifikasi peralatan dan perlengkapan untuk penulangan besi beton

Pengidentifikasian peralatan dan perlengkapan ini meliputi jenis dan jumlah

a. Peralatan manual

1) Alat ukur

a) Meteran juga dikenal sebagai pita ukur atau tape atau bisa disebut juga sebagai roll meter. Meteran adalah alat ukur panjang yang bisa digulung, dengan panjang 25-50 meter. Fungsi meteran sama seperti penggaris namun mempunyai keunggulan daripada penggaris yaitu bahan yang lebih fleksibel sehingga dapat digulung serta mudah dibawa.



Gambar 3.1
Meteran

b) Sigmat/jangka sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak. Jangka sorong mampu mengukur tiga jenis pengukuran sekaligus yakni:

- (1) Mengukur ketebalan suatu benda/diameter luar benda
- (2) Mengukur celah atau jarak antara dua permukaan suatu benda
- (3) Mengukur coakan atau permukaan lebih dalam pada suatu benda

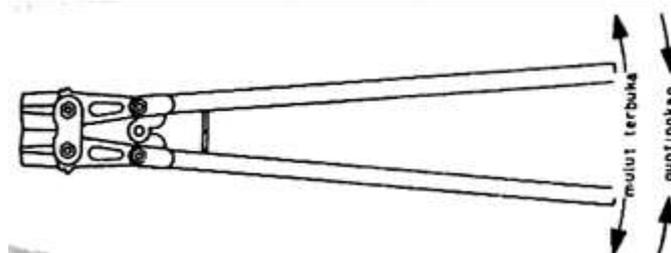
Bentuk jangka sorong sebenarnya sama seperti penggaris, namun ada penambahan bagian khusus yaitu jaw dan skala vernier. Jaw adalah alat bantu untuk mengepaskan benda yang diukur, sedangkan skala vernier dipakai untuk mencari hasil pengukuran yang lebih teliti. Kekurangan jangka sorong tidak bisa digunakan untuk mengukur benda dengan dimensi yang panjang maksimum panjang 30cm.



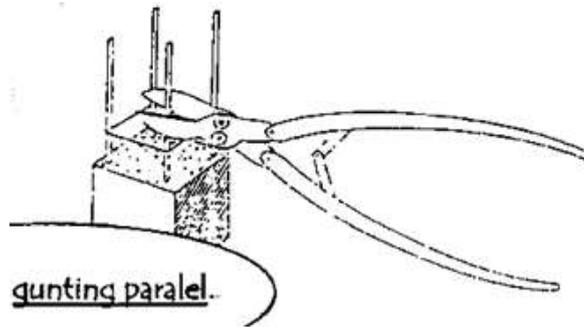
Gambar 3.2
Jangka sorong

2) Alat potong (gunting, mesin potong manual, gergaji dll)

Alat pemotong besi yang dikerjakan dengan tangan



Gambar 3.3
Pemotong besi



Gambar 3.4
Gunting paralel



Gambar 3.5
Mesin potong manual



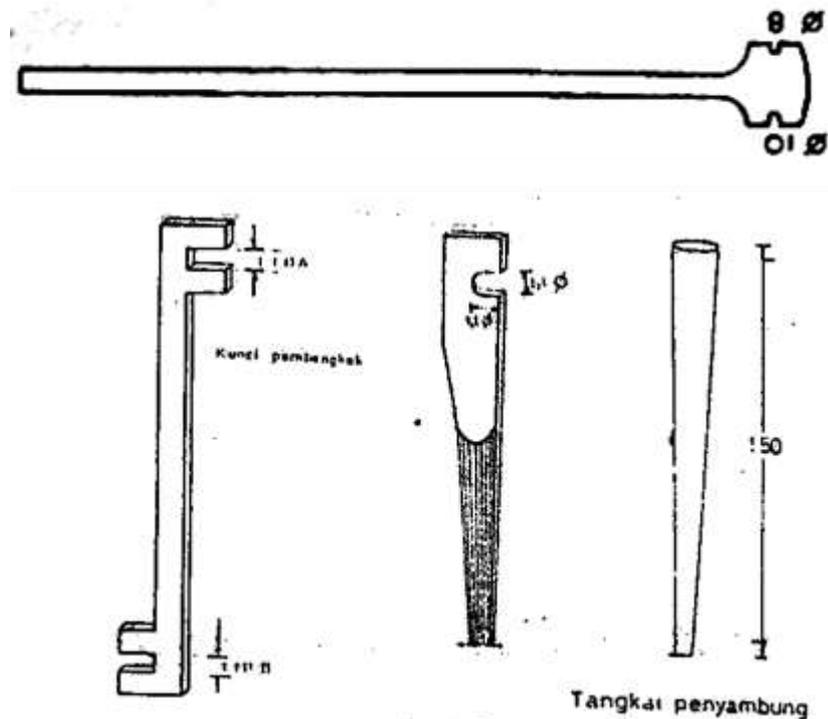
Gambar 3.6 Gambar 3.7
Gergaji besi bolt cutter



Gambar 3.8
Pemotong tulangan beton

3) Alat pembengkok

Alat pembengkok adalah alat yang digunakan untuk membengkokkan baja tulangan dalam berbagai macam sudut sesuai dengan perencanaan. Bahan terbuat dari batangan baja perkakas, serta salah satu ujungnya dibuat pipih dengan lubang bulat setengah lingkaran, masing-masing lubang mempunyai ukuran sendiri-sendiri disesuaikan dengan diameter besar kecilnya besi yang akan di bengkokakan



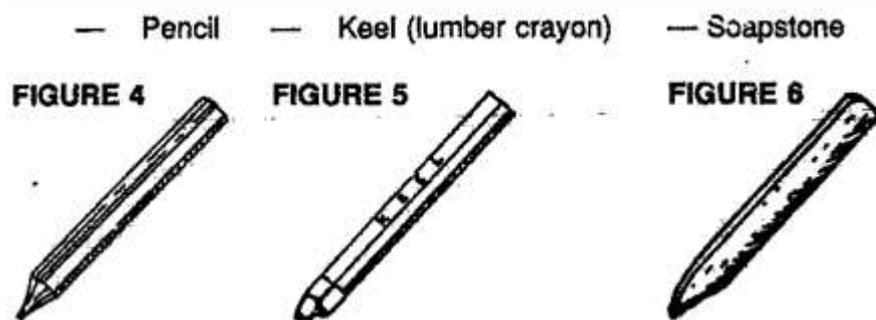
Gambar 3.9
Alat pembengkok



Gambar 3.10
Bar bender

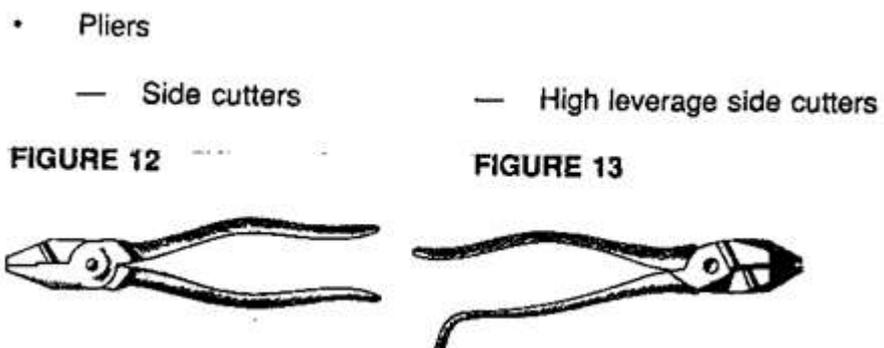
4) Alat bantu lain

a) pensil, crayon



Gambar 3.11
Alat penanda

b) Tang, Catut

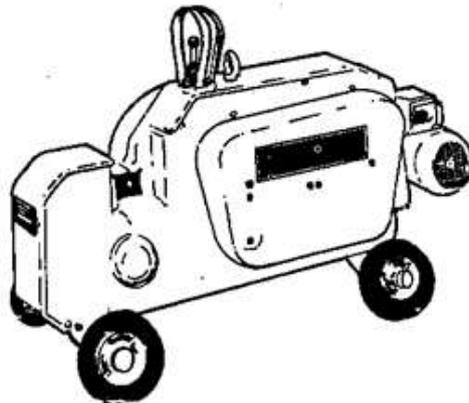


Gambar 3.12
Tang/catut

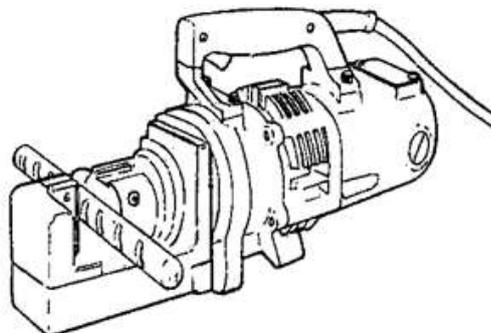


Gambar 3.13
Tang anyam

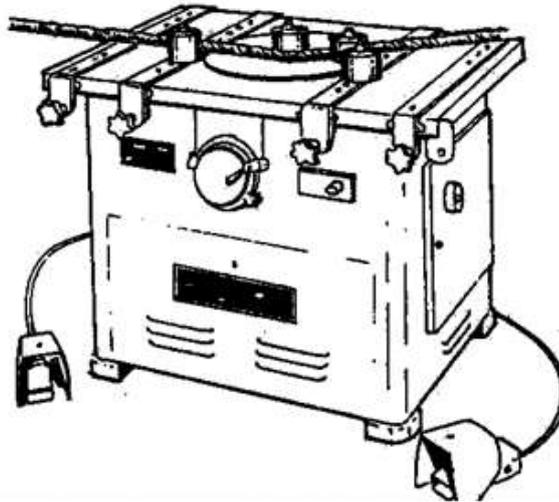
b. Peralatan Mekanis



Gambar 3.14
Power bar shears



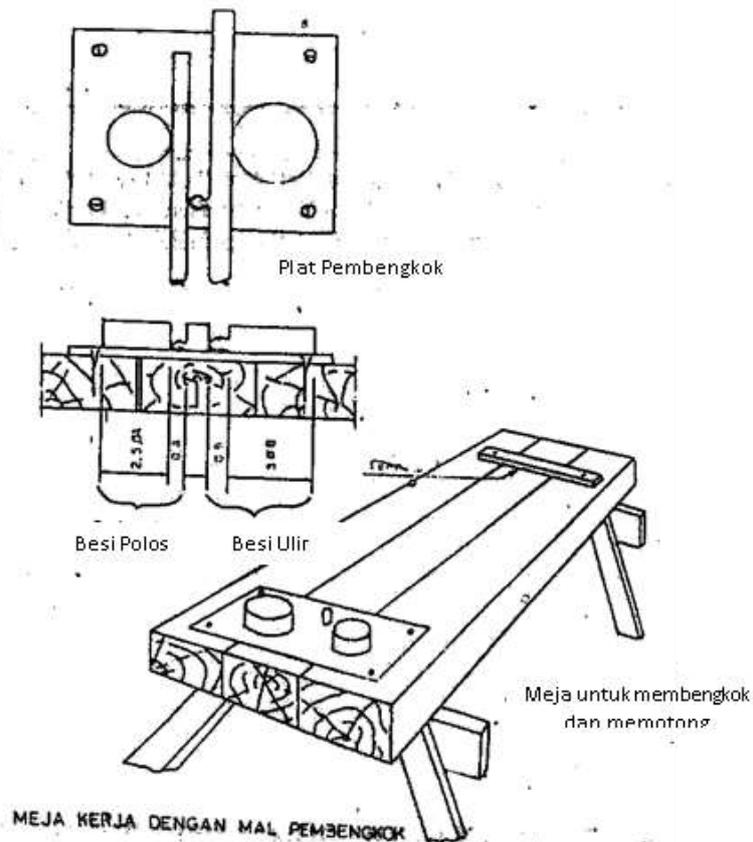
Gambar 3.15
Power rebar cutter



Gambar 3.16
Power bar bender

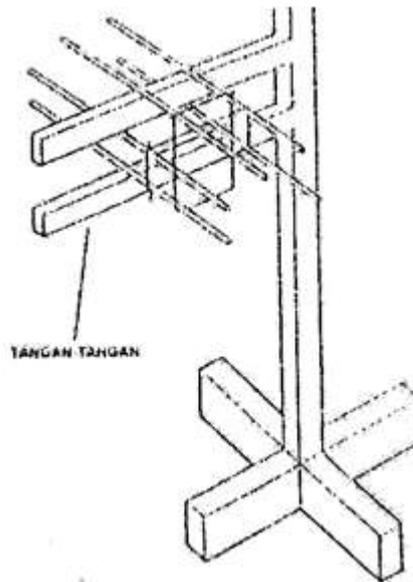
c. Perlengkapan pembesian

1) Mesin kerja dengan mal pembengkok



Gambar 3.17
Meja kerja dengan mal pembengkok

2) Standar penyangga



Gambar 3.18
Penyangga

2. Kelaikan alat potong dan pembengkok tulangan besi beton

Pekerja harus memastikan kelaikan peralatan yang digunakan pada saat bekerja. Yang harus diperiksa untuk masing-masing peralatan sebagai berikut:

- a. Alat ukur/meteran/sigmat, yang terpenting adalah: kelurusan, tidak ada cacat, tanda-tanda ukur masih jelas
- b. Alat-alat potong antara lain gunting, mesin potong manual, gergaji, yang terpenting adalah: ketajaman alat potong, untuk itu sebelum dipakai perlu uji coba
- c. Alat pembengkok, yang terpenting adalah: kekuatan dari alat pembengkok, untuk itu sebelum dipakai perlu diuji coba
- d. Alat bantu antara lain pensil, crayon, yang terpenting adalah: jumlah dan kegunaan alat jangan sampai ada kekurangan
- e. Meja kerja untuk membengkok harus kokoh, kuat dengan kaki meja yang cukup kokoh menahan beban
- f. Mal pembengkok, harus diperhatikan kekuatan pin dan plat pembengkok beserta ukuran-ukurannya harus akurat

3. Kelaikan peralatan dan perlengkapan untuk perakitan tulangan

- a. Peralatan perakitan terdiri dari alat pengukur, alat pengikat/catut dan sebagainya
- b. Kelaikan alat ukur antara lain: kelurusan, tidak ada cacat, tanda ukur masih jelas, sedangkan
- c. Kelaikan alat pengikat yang terpenting adalah kondisi cukup baik/kuat
- d. Perlengkapan perakitan terdiri dari standar penyangga, yang terpenting adalah kekuatan kaki-kakinya dan balok penyangga untuk menahan beban berat besi beton.

Hal yang perlu diperhatikan selain kelaikan peralatan dan perlengkapan untuk penulangan besi beton adalah pedoman pemakaian dan pemeliharaan peralatan berikut:

Pedoman Pemakaian dan Pemeliharaan Peralatan

- a. Pakai jenis peralatan yang cocok untuk setiap jenis pekerjaan
- b. Jaga peralatan selalu tajam
- c. Jaga peralatan selalu bersih
- d. Selalu memeriksa peralatan secara teratur untuk menjaga agar selalu pada kondisi baik
- e. Segera perbaiki peralatan yang rusak
- f. Buang peralatan yang rusak dan tidak dapat diperbaiki
- g. Penempatan peralatan agar bisa gampang diambil pada waktu pelaksanaan pekerjaan
- h. Jangan menempatkan peralatan pada bagian pekerjaan yang sudah jadi
- i. Jangan menempatkan peralatan ditempat yang gampang jatuh
- j. Pakailah alat keamanan apabila bekerja
- k. Simpan peralatan ditempatnya setelah selesai bekerja

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan dan Perlengkapan untuk Pekerjaan Penulangan Besi Beton

1. Mengidentifikasi peralatan dan perlengkapan pekerjaan penulangan
2. Memeriksa kelaikan alat potong dan pembengkok tulangan besi baik manual maupun mesin
3. Memeriksa kelaikan peralatan dan perlengkapan pekerjaan penulangan besi beton

C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan Peralatan dan Perlengkapan untuk Pekerjaan Penulangan Besi Beton

1. Cermat
2. Teliti
3. Disiplin
4. Tanggung jawab

BAB IV

MENYIAPKAN MAL UNTUK MEMBENTUK TULANGAN

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Mal untuk Membentuk Tulangan

Untuk membentuk tulangan besi beton dipakai mal, baik untuk mal manual maupun mekanik. Mal manual merupakan alat utama untuk membentuk penulangan sedangkan mal mekanik hanya alat bantu saja.

1. Identifikasi bentuk dan diameter tulangan

Identifikasi bentuk dan diameter tulangan dibaca dari daftar kebutuhan tulangan. Tukang besi beton harus paham betul membaca daftar kebutuhan tulangan atau barlist disamping pengetahuan mengenai bahan besi beton yang dipakai.

2. Mal manual atau mekanik

a. Mal manual dibuat diatas meja kerja untuk membengkok dan memotong sesuai bentuk, jenis dan diameter tulangan (lihat gambar mal pembengkok)

b. Mal mekanis merupakan meja tambahan di samping atau di belakang peralatan mekanis untuk mengetahui batas-batas pemotongan/pembengkokan

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Mal untuk Membentuk Tulangan

1. Membuat bentuk dan diameter tulangan berdasarkan daftar tulangan

2. Menyiapkan mal manual dan mekanik untuk kebutuhan penulangan

C. Sikap Kerja dalam Menyiapkan Peralatan dan Perlengkapan untuk Pekerjaan Penulangan Besi Beton

1. Cermat

2. Teliti

3. Disiplin

4. Tanggung jawab

BAB V MEMBUAT LAPORAN PEKERJAAN

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat Laporan Pekerjaan

Laporan pekerjaan persiapan untuk tukang, biasanya merupakan check list yang dapat dibuat oleh tukang dengan mudah

1. Catatan penyiapan kebutuhan bahan, peralatan, dan perlengkapan serta material pembentuk. Tabel 5.1 merupakan contoh checklist kebutuhan peralatan dan perlengkapan

Tabel 5.1

Checklist Kebutuhan Peralatan dan Perlengkapan

No	Jenis peralatan/ perlengkapan	Jumlah	Kondisi	Keterangan
1.	Alat Ukur: • Meteran • Sigmat			
2.	Alat Potong • Gunting • Mesin potong manual • Gergaji			
3.	Alat Pembengkok • Besi lengkung • Kunci penekuk			
4.	Alat Bantu • Pensil • Tang • Catut			
5.	Alat Mekanis • <i>Bar bender</i> • <i>Bar cutter</i>			

2. Laporan persiapan pekerjaan

Laporan persiapan pekerjaan dibuat juga berupa check list, yang berisi:

- a. Memahami hal-hal berikut dan menerapkan pada pelaksanaan pekerjaan

- 1) Spesifikasi penulangan besi beton
- 2) Standar pembesian

- 3) Gambar kerja pembesian
 - 4) Daftar kebutuhan tulangan
 - 5) Bahan penulangan besi beton
- b. Menyiapkan peralatan dan perlengkapan untuk penulangan besi beton dengan cermat dan teliti
- c. Menyiapkan mal untuk membentuk tulangan dengan cermat dan teliti
3. Pengarsipan dan pengadministrasian laporan
- Semua laporan harus diarsipkan dan diadministrasikan sesuai ketentuan dengan cermat dan teliti

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat Laporan Pekerjaan

1. Menghimpun catatan penyiapan kebutuhan bahan, peralatan, dan perlengkapan serta mal pembentuk
2. Membuat laporan pekerjaan persiapan
3. Mengarsipkan laporan pekerjaan

C. Sikap Kerja dalam Membuat Laporan Pekerjaan

1. Cermat
2. Teliti
3. Disiplin
4. Tanggung jawab

DAFTAR PUSTAKA

A. Dasar Perundang-undangan

1. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2
2. Standar Nasional Indonesia 2052:2014 Baja Tulangan Beton

B. Buku Referensi

Buku referensi (text book)/ buku manual operasi dan pemeliharaan backhoe loader

1. Judul : Pedoman Pengerjaan Beton
Pengarang : Ing.R.Sagel, Ing.P.Kole, Ir Gideon Kusuma M.Eng
Penerbit : Erlangga
Tahun Terbit 1984
2. Judul : Construction Industry Training for Small Contractors and Mandor
Spesification
Pengarang : Puslatjakons
Penerbit : Puslatjakons
Tahun Terbit 1999
3. Judul : Manual Beton, Baja Tulangan Beton
Pengarang : PT. Waskita Karya

C. Referensi lainnya

1. <https://www.autoexpose.org/2018/04/macam-alat-ukur-panjang.html>
2. <http://dapurteknik.com/dnews/100016/mengenal-jenis-alat-ukur-panjang-dan-fungsinya.html>
3. <http://teknikcivil2.blogspot.com/2012/09/alat-pembengkok-baja-beton.html>
4. <http://tukangbata.blogspot.com/2013/02/bar-bender-dan-bar-cutter.html>

DAFTAR PERALATAN/MESIN DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan/Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	Alat potong manual	
2.	Alat potong mekanik (mesin)	
3.	Alat pembengkok manual (mal manual)	
4.	Alat pembengkok mekanis (<i>bending machine</i>)	
5.	Catut/gegep (kakatua)	

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Alat ukur	
2.	Alat penanda	
3.	Sigmat	
4.	Kawat bendrat	
5.	Daftar tulangan	
6.	Gambar kerja	