

Baja Tulangan pada Bangunan Gedung

Budhi Dharma
Jurusan Teknik Sipil PSD III Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Abstract

In a building structure, concrete need addition capable to arrest, detain attractive force to arise in the system that is bone steel.

Bone steel can in the form of weaved steel strand of metal network or bar and cross of matting, and use by plate construction, other structure and listplank, Interesting strand of metal minimum ultimit become militant 170 = 1700 Mpa, and strand 180 = 1800 Mpa.

Nature of physical become militant bone that is tension melt, and elastic modulus, can be seen by tension diagram and steel bone bar strain, and specification for iron used by standard of JIS nad PBI 1971. For the iron of artless iron and also thread of quality determined by nature of ats chemical formation and physical installation of bone have to fulfill economic and technical requipment, because concrete iron reprsent costly shares at reinforce concrete system. Extention out down by place which shouldering smallest momen effect of encumbering, by tacking on gasses and mechanic. Depository of bone steel conducted in such a manner to be able to prevent distortion, corrosion, damage and contamination.

Key word : bone steel.

Pendahuluan

Baja tulangan merupakan komponen yang harus dipadukan dengan komponen lain yang akan menjadikan suatu struktur beton bertulang.

Beton bertulang dipakai pada beberapa konstruksi bangunan : Gedung, Jembatan, Jalan, Saluran, Pelabuhan, dll. Selain baja tulangan, komponen yang menahan tarik dapat pula menggunakan baja profil seperti : IWF, INP, Kanal , dll.

Gabungan konstruksi antara beton bertulang dengan profil IWF/INP sebagai balok biasa disebut Beton Komposit.

Baja tyulangan pada Gedung dipakai 2 (dua) macam :

1. Baja tulangan Ulir (D)
2. Baja tulangan Polos (O)

Pada konstruksi struktur sebaiknya dipakai jenis Ulir atau untuk diameter 14 mm keatas, sedangkan pada konstruksi praktis dapat dipakai jenis Polos.

Kajian Pustaka

Beton tidak dapat menahan gaya tarik yang melebihi nilai tertentu tanpa mengalami retak-retak. Dalam suatu struktur bangunan , beton perlu adanya bahan tambahan yang dapat menahan gaya tarik yang akan timbul didalam sistem tersebut.

Untuk memenuhi tulangan tersebut dapat dipakai bahan *Baja* yang memiliki sifat teknis sangat menguntungkan.

Baja tulangan yang digunakan dapat berupa batangan atau

rangkaian kawat baja yang dianyam dan dilas pada persilangan anyaman tersebut. Anyaman kawat baja ini digunakan pada konstruksi plat, listplank, dan struktur lainnya yang sempit / tidak mempunyai tempat yang cukup bebas untuk memasang tulangan, jarak tulangan dan selimut beton yang sesuai dengan persyaratan yang berlaku.

Anyaman kawat baja sering disebut *wire mesh*. Untuk tulangan baja dengan sistem prategang digunakan jenis baja kawat tunggal atau kumpulan kawat membentuk *strand*, dimana kuat tarik ultimit minimum baja strand mutu 170 adalah 1700 Mpa dan mutu 180 adalah 1800 Mpa.

Untuk mendapatkan lekatan kuat antar beton dengan baja tulangan dapat digunakan batang baja yang permukaannya dikasarkan secara khusus, diberi sirip teratur dengan pola tertentu, atau batang baja yang dipilin saat proses produksinya. Batang baja tersebut biasanya disebut batang *deformasi (deform)* – *BJTD* dan dalam keseharian juga disebut batang *baja ulir*.

Bahan baku baja terdiri dari Ferrum (Fe) dalam bentuk hablur dan 0,04 – 1,6% zat arang (C), zat arang tersebut didapat dengan jalan membersihkan bahan pada temperatur yang sangat tinggi.

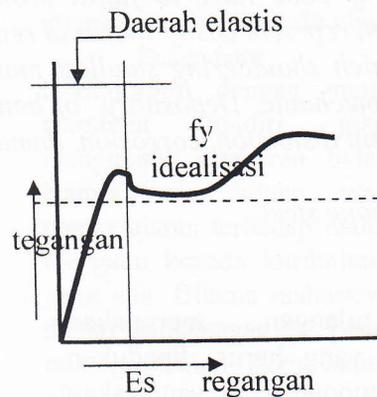
Dari dapur tinggi dalam bentuk *konvertor* menurut proses Thomas atau dari besi tua (*schoort*) dan besi kasar dalam dapur Martin.

Sifat baja tergantung pada kadar zat arang, semakin besar kadar C semakin naik tegangan patah dan regangan. Pada proses Thomas, udara yang dihembuskan melalui alas bejana yang berbentuk waluh

dengan tekanan ± 2 atm, menghilangkan dari besi kasar yang sedang cair antara lain Silisium (Si) Mangan (Mn) dan zat arang (C). Sedangkan Phosphor (P) terbakar selama hembusan.

Lapisan konvertor terdiri atas Dolomit, yaitu Karbonat kalsium dan Karbonat magnesium dan kapur, akan mempercepat pengambilan Phosphor (P) dari baja yang lumer tersebut.

Sifat fisik batang tulangan baja yang digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s). Diagram hubungan antara tegangan dan regangan untuk baja tulangan sebagai berikut :



Gambar 1 : Diagram Tegangan dan Regangan batang tulangan baja.

Dalam spesifikasi untuk pembesian digunakan besi dalam standard "Japan Industrial Standard" (JIS) dengan istilah SD (Steel Deformed) diikuti oleh nomor, misalnya SD 35 (artinya tegangan lelehnya harus lebih besar daripada 3500 Kg/cm²) Akan diuraikan perbedaan penentuan mutu besi beton antara PBI '71 dan JIS.

Tabel 1 : Untuk PBI '71

Mutu	Tegangan leleh karakteristik (kg/cm ²) atau tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2 %
U - 22	2200
U - 32	3200
U - 39	3900
U - 48	4800

Yang dimaksudkan dengan tegangan leleh karakteristik dan tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2 %, adalah tegangan yang bersangkutan dimana dari sejumlah besar hasil pemeriksaan, kemungkinan adanya tegangan yang kurang dari tegangan tersebut terbatas sampai 5% saja. Jadi bila besi tegangan dengan mutu U - 24, maka jumlah sample dengan tegangan leleh yang kurang dari 2400 kg/cm² hanya terbatas pada 5% saja.

Untuk JIS :

Baik untuk besi ulir maupun besi polos mutunya ditentukan oleh factor :

1. Sifat fisik yaitu :
 - a. Kekuatan tarik baik untuk tegangan leleh maupun tegangan putus.
 - b. Regangan
 - c. Bengkokan
2. Susunan kimia

Perlu diperhatikan untuk tegangan leleh menurut JIS sama sekali tidak boleh kurang dari pada tegangan leleh yang ditentukan.

Jadi, dalam hal JIS, semua tegangan leleh dari sejumlah hasil pemeriksaan tidak boleh satupun yang kurang kekuatannya dari yang telah ditentukan.

Untuk proyek besar, sebaiknya pemeriksaan tidak dari sample yang

diambil dari potongan besi (a` 12,00 m), tetapi dari mill sheet.

TABEL 2 : MUTU BESI MENURUT " JIS "

T I P E	SIFAT FISIK				
	Tegangan leleh kg/m ²	Tegangan putus kg/mm ²	Strain putus %	Test bengkok	Diame ter pembengkokan
SR 24	> 24	39 - 53	>24	180°	3 D
SR 30	>30	49 - 63	>20	180°	4 D
SD 24	>24	39 - 53	>22	180°	3 D
SD 30	>30	49 - 63	>18	180°	4 D
SD 35	>35	> 50	>20	180°	< 4 D 41 D 51 D
SD 40	>40	>57	>18	180°	5 D
SD 50	>50	>63	>14	90°	> 5 D 25 D 25

TIPE	KOMPOSISI KIMIA (%)				
	C	Mn	P	S	C - Mn/6
SR 24	-	-	< 0,05	< 0,05	-
SR 30	-	-	< 0,05	< 0,05	-
SD 24	-	-	< 0,05	< 0,05	-
SD 30	-	-	< 0,05	< 0,05	-
SD 35	< 0,27	< 1,60	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SD 40	< 0,29	< 1,80	< 0,05	< 0,05	< 0,55
SD 50	< 0,32	< 1,80	< 0,05	< 0,05	< 0,60

Catatan :

Bila C terlalu banyak, tidak baik untuk penyambungan

C banyak , besi menjadi keras, tetapi elastisitasnya berkurang

SR = Besi polos

SD = Besi ulir

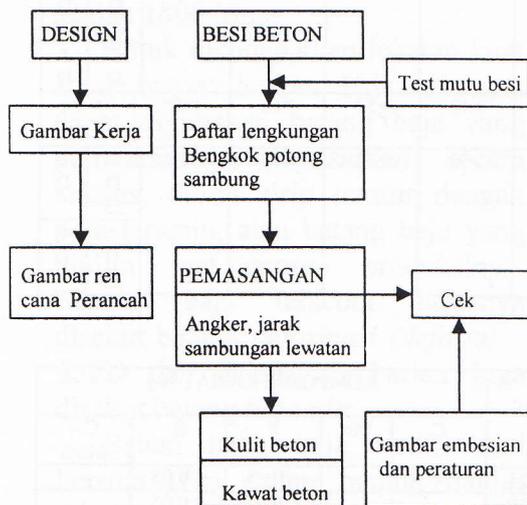
Di Indonesia mutu baja sesuai dengan SII 0136-80, nilainya sama dengan JIS

Pembahasan
A. Pemasangan

Untuk pemasangan besi beton diperlukan perencanaan, selain untuk memenuhi syarat syarat teknis, adalah pengontrolan pemakaian besi beton. Dengan perencanaan yang baik, maka dapat menekan biaya proyek.

Besi beton merupakan bagian yang termahal untuk proyek yang memakai sistem beton bertulang.

BLOK DIAGRAM UNTUK PEMASANGAN BESI BETON/BAJA TULANGAN



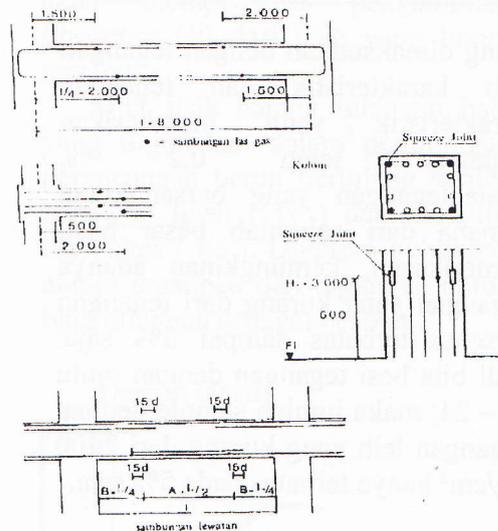
Gambar 2 : Blok diagram pemasangan baja tulangan

B. Sambungan

Pada prinsipnya semua sambungan diletakkan pada penampang yang memikul momen terkecil, akibat pembebanan atab.

Adapun cara penyambungan besi beton adalah :

1. Sambungkan lewatan (splice / overlap), dengan panjang lewatan antara $30 d - 40 d$.
2. Sambungan las gas (gas welding Joint)
3. Sambungan mekanik : squeeze Joint (press)



Gambar 3 : Sambungan baja tulangan

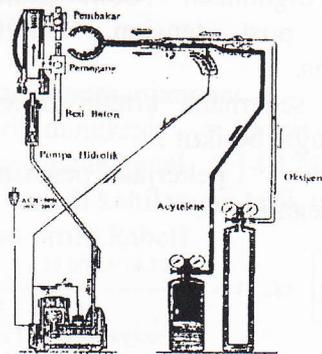
1. *Sambungan Las Gas (Gas Welding Joint)*

Sambungan las gas (P.B.I. '71 - 8.15) disamping dapat menghemat pemakaian besi juga menghindari kemungkinan terlalu rapatnya pembersihan dalam suatu penampang. Sambungan las gas terutama dipakai untuk penyambungan besi beton yang mempunyai diameter besar (P.B.I. '71 mensyaratkan bahwa sambuangs lewatan tidak boleh untuk besi beton dengan diameter lebih besar 30 mm).

Pada prinsipnya sambungan dilakukan dengan memanaskan besi sampai titik lelehnya, kemudian

kedua ujung dipress sehingga jadi satu.

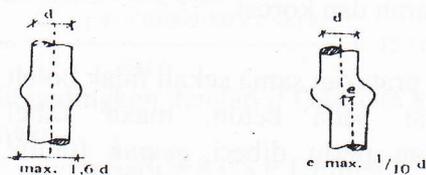
DIALIRAM CARA SAMBUNGAN LAS GAS



Gambar 4 : penyambungan menggunakan las gas

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengerjaan sambungan las gas :

1. Mutu sambungan harus lebih tinggi daripada mutu besinya
2. Lebar las adalah $1,2 d - 1,6 d$
3. Sambungan besi beton harus segaris
4. Eksentrisitas maximum yang diperkenankan adalah $1/10 d$
Bila $1/10 d \leq e \leq 1/3 d$, maka sambungan diperbaiki
5. Bila $e > 1/3 d$, sambungan las haru diganti
7. Pendinginan sambungan las tidak boleh terlalu cepat.



Gambar 5 : Hasil penyambungan dengan toleransi

Pekerjaan sambungan las gas dikerjakan di lapangan (bukan

fabrikasi) maka, mutu sambungan sangat ditentukan oleh cara/ metoda kerja dan ketelitian kerja, maka penting sekali untuk mengadakan kontrol yang ketat sekali sehingga didapat keyakinan akan mutu dari sambungan.

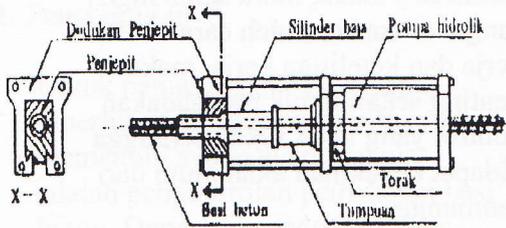
2. Sambungan press (squeeze, joint)

Cra Squeeze joint adalah metode penyambungan besi ulir secara mekanis, diaman besi beton yang akan disambung dimasukkan ke dalam silinder baja, kemudina di press secara hydraulic, sehingga silinder baja akan bersatu dengan ulir dari besi beton. Gaya axial pada ujung yang satu akan dipindahkan pada ujung yang lain, terutama akibat " shear resis tance " antara ulir besi beton (lateral ribs) dan selubung silinder yang sudah dipress.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

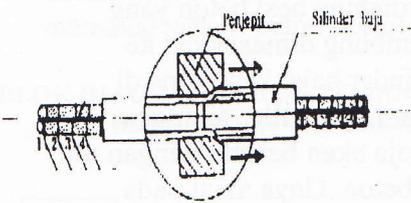
1. Mutu besi beton adalah SD . 30 dan SD . 35 (sesuai dengan JIS)
2. Diameter beton adalah antara D. 19 dan D. 35
3. Sambungan hanya untuk besi beton dengan ukuran yang sama
4. Seperti pada cara penyambungan lainnya, maka letak sambungan diletakkan dipenampang yang mengalami tegangan akibat beban-tetap yang terkecil, walaupun dari hasil percobaan, didapatkan bahwa tegangan tarik yang dapat dipikul oleh S.J. lebih besar dari tegangan betonnya sendiri.

Bagan alat Squeeze Joint

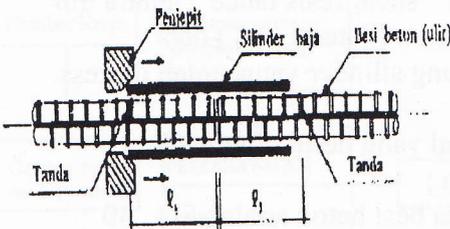


Gambar 6 : alat squeeze joint

Prinsip kerja Squeeze Joint

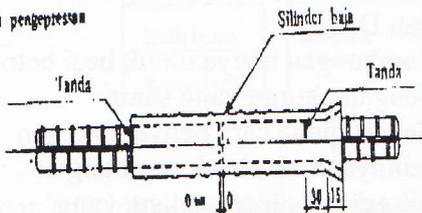


Gambar 7 : Cara penyambungan baja tulangan

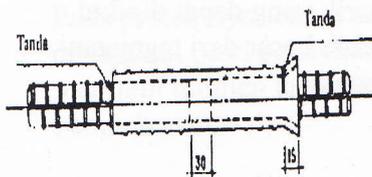


Gambar 8 : Potongan cara penyambungan baja tulangan

h. Setelah pengepresan



Gambar 9 : Hasil setelah panyambungan baja tulangan



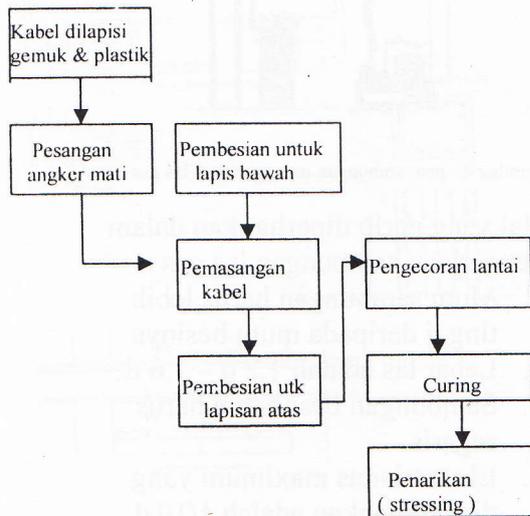
Gambar 10 : Toleransi setelah penyambungan baja tulangan

C. Pemasangan Kabel Prestress

Pada lantai dengan tipe slab dapat digunakan beton pratekan, sistem post tension, Unbonded Tendons.

Secara sederhana urutan pekerjaan adalah sebagai berikut :

Flow chart : pekerjaan pemasangan Kabel Prategang



Gambar 11 : Blok Diagram Pemasangan Kabel Prestress

setelah semua kabel di-prategang, baru diijinkan pengecoran lantai.

Yang perlu diperhatikan adalah, anker dari kabel harus ditutup mortar, untuk melindungi dari bahaya kebakaran dan korosi.

Kabel pratekan sama sekali tidak boleh melekat pada beton, maka kabel pratekan perlu diberi *gemuk* (untuk mencegah korosi) dan kemudian dibungkus plastik.

Penarikan kabel dilakukan setelah kekuatan dari beton mencapai $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, kekuatan tarik yang dibutuhkan adalah 15 ton.

Kekuatan 15 ton ini selain dibaca dari dial pada dongkrak, harus dicek dari perhitungan strain label pratekan.

Sedangkan perbedaan antara perpanjangan yang terjadi (yang diukur) dan perpanjangan titik boleh lebih dari 5 %.

Contoh :

Perhitungan perpanjangan.

Gaya tarik dongkrak = 15 ton

Gaya tarik pada kanel = 14,175 ton,
(setelah terjadi kehilangan tarik akibat friksi dan profil kabel)

$$P \text{ rata-rata} = \frac{(15.000 + 14.175)}{2} = 14.587 \text{ kg}$$

$$E_s = 1,93 \times 10.000.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = \text{Luas penampang kabel} = 0,987 \text{ cm}^2$$

$$L = \text{panjang kabel} = 934,5 \text{ cm}$$

$$\Delta L_c = \frac{P \cdot L}{E_s \cdot A_s} \text{ (Hk. Hooke)}$$

$$= \frac{14.587 \times 934,5}{1.93 \times 10.000.000 \times 0,987} = 7,15 \text{ cm}$$

misal ΔL_a = perpanjangan yang terjadi = 7,35 cm

$$\text{perbedaan koreksi} = \frac{7,35}{7,15} \times 100\% = +2,80\%$$

(+) berarti gaya tarik terlalu besar
(-) berarti gaya tarik terlalu kecil

bila koreksinya lebih besar dari 5% ,
missal 7% berarti :

$$\Delta L_a = \frac{107}{100} \times 7,15 \text{ cm} = 7,60 \text{ cm}$$

maka gaya tarik yang terjadi :

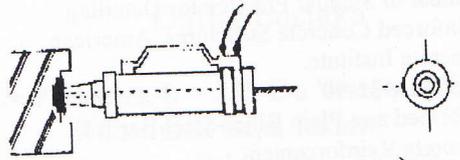
$$P = \frac{7,6 \times 1,93 \times 10.000.000 \times 0,983 \text{ Kg}}{934,5} = 15,5 \text{ ton}$$

dibandingkan dengan P Ultimate kabel
maka

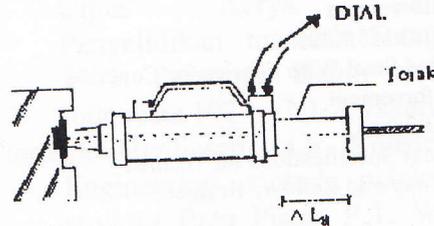
P yang terjadi = 83% P Ultimate

(3% lebih besar dari tegangan yang disyaratkan)

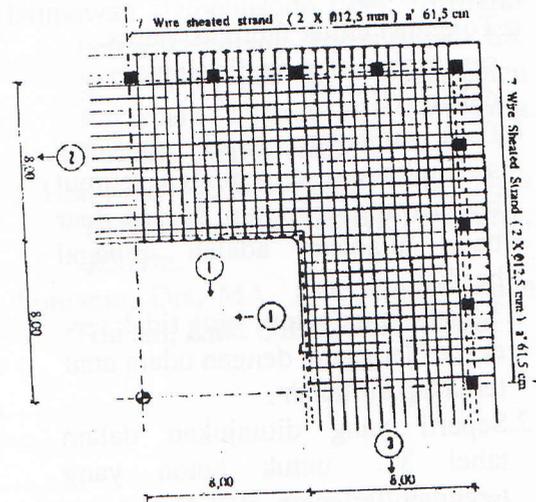
Untuk mencegah pemusatan tegangan yang berlebihan pada waktu penarikan, maka penarikan kabel tidak dilakukan berurutan tapi melompat tiap satu kabel, sehingga untuk penarikan semua jabel diperlukan 2 kali putaran.



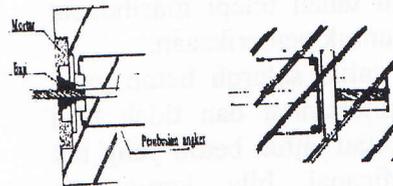
Gambar 12 : Alat penarikan kabel (stressing)



Gambar 13 : Alat penarikan kabel (stressing)



Gambar 14 : Denah plat lantai dengan penarikan kabel (stressing)



Gambar 15 : Angker penarikan kabel

D. Standar Rujukan

A.C.I. 315

Manual of Standar Practice for Detailing Reinforced Concrete Structures, American Concrete Institute.

AASHTO M31-90

Deformed and Plain Billet-Steel Bar for Concrete Reinforcement

AASHTO M32-90

Cold Drawn Steel Wire Concrete Reinforcement

AASHTO M55-89

Welded Steel Wire Fabrics for Concrete Reinforcement

AWS D 2.0

Standar Spesifications for Welded Highway and Railway Bridges.

JIS

Japan Industrial Standard

E. TOLERANSI

- a. Toleransi untuk fabrikasi harus sesuai seperti yang disyaratkan dalam ACI 315.
- b. Baja tulangan harus dipasang sedemikian rupa sehingga selimut beton yang menutup bagian luar baja tulangan adalah sebagai berikut :
 1. 3,5 cm untuk beton yang tidak terekspos langsung dengan udara atau terhadap air tanah .
 2. Seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3 untuk beton yang terendam/tertanam atau terekspose langsung dengan cuaca atau timbunan tanah tetapi masih dapat diamati untuk pemeriksaan.
 3. 7,5 cm untuk seluruh beton yang terendam/tertanam dan tidak bisa dicapai, atau untuk beton yang tak dapat dicapai bila keruntuhan akibat karat pada baja tulangan dapat menyebabkan berkurangnya umur atau struktur, atau untuk beton yang ditempatkan langsung diatas tanah atau batu atau untuk beton yang berhubungan langsung

dengan kotoran pada selokan atau cairan korosif lainnya.

Tabel 3 : Tebal selimut beton minimum dari baja tulangan untuk beton yang tidak terekspose tetapi mudah dicapai

Ukuran Batang Tulangan yang akan diselimuti (mm)	Tebal selimut beton Minimum (cm)
Batang 16 mm dan lebih kecil	3,5
Batang 19 mm dan 22 mm	5,0
Batang 23 mm dan lebih besar	6,0

F. PENYIMPANAN DAN PEMBUATAN

1. Penyimpanan dan penanganan. Pengangkatan tulangan ketempat kerja dalam bentuk ikatan, diberi tanda label, dan ditandai dengan label logam yang menunjukkan ukuran batang panjang dan informasi lainnya sehubungan dengan tanda yang ditunjukkan pada diagram tulangan. Penyimpanan baja tulangan dilakukan sedemikian untuk mencegah distorsi, korosi, kontaminasi, atau kerusakan.
2. Pembengkokan. Baja tulangan harus dibengkokkan secara dingin dan sesuai dengan prosedur ACI 315, bila pembengkokan secara panas dilapangan harus disetujui direksi lapangan, dan tindakan yang diambil untuk menjamin bahwa sifat fisik baja tidak terlalu banyak berubah . Batang tulangan dengan diameter 2 cm dan yang lebih besar harus dibengkokkan dengan mesin pembengkok.

Kesimpulan dan Saran

Dalam perdagangan baja tulangan banyak dijumpai berbagai macam produk pabrik yang berbeda kualitas, sehingga banyak dijumpai beberapa istilah di pasaran.

antara lain : SII, gemuk, kurus.

Untuk SII, ukuran panjang dan diameter sesuai dengan yang tertera pada selimut baja tulangan tersebut, dengan pabrik tertentu seperti Krakatau Steel (KS), sedangkan istilah gemuk, panjang tidak sesuai dan diameter kurang tetapi masih dalam toleransi, sedangkan istilah kurus panjang dan diameter jauh dari toleransi. Dan pabriknya ada di beberapa daerah.

Bila diragukan kualitasnya sebaiknya dilakukan pengujian terhadap kekuatan tarik baja tulangan tersebut pada laboratorium yang ada dan diakui. Hal ini perlu apabila struktur bangunan tersebut merupakan konstruksi yang berat / bangunan bertingkat.

Tetapi apabila merupakan struktur praktis tidak perlu dilakukan pengujian.

Daftar pustaka

- A.P. Potma, Ir – J.E. De Vries , 1953,
Konstruksi Baja, Jakarta
Depertemen Pekerjaan Umum dan
Tenaga Listrik Direktorat Jenderal
Cipta Karya Lembaga
Penyelidikan masalah Bangunan,
1971, Peraturan Beton bertulang
Indonesia 1971 – NI-2, Jakarta
- Harianto Hardjasaputra, Ir, Construction
Engineering, metoda pelaksanaan
struktur Ratu Plaza, P.T. Waskita
Kajima Corporation Indonesia,
Jakarta
- Istimawan Dipohusodo, 1994, Struktur
beton bertulang berdasarkan SK
SNI T-15-1991-03 Departemen
Pekerjaan Umum RI, Gramedia
Pustaka Utama, Jakarta
- J. Honing Ir – G.J. Weetzel, 1982 , Baja
Bangunan, PT. Pradnya Paramita ,
Jakarta.
- Sumanto, Drs, MA. 1996, Pengetahuan
Bahan, Andi Offset, Yogyakarta.