

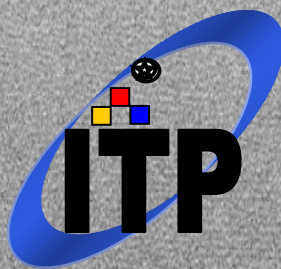
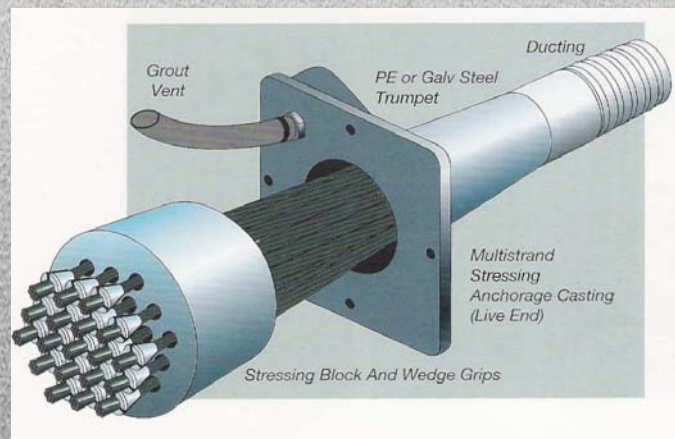
BAHAN AJAR

MATA KULIAH

TEKNOLOGI BETON PRATEKAN

Oleh :

Ir. H. Armeyn Syam, MT



PROGRAM STUDI – S1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

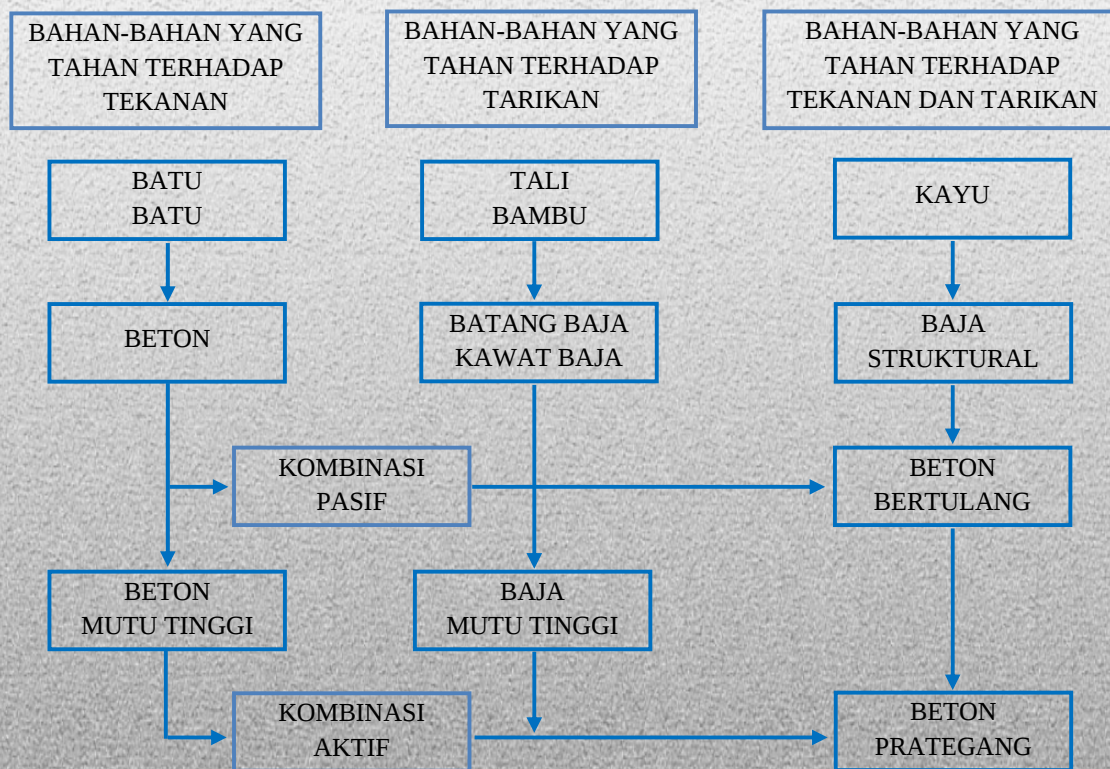
INSTITUT TEKNOLOGI PADANG

Mei 2013

Teknologi Beton Pratekan

2.1. Pendahuluan

Perkembangan bahan-bahan struktural dapat diuraikan dalam tiga lajur yang berbeda, seperti Gambar berikut.



Gambar Perkembangan Bahan-Bahan Bangunan

Lajur pertama menunjukkan bahan-bahan yang tahan terhadap tekanan, dimulai dari batu dan batu-bata, kemudian berkembang menjadi beton dan akhir-akhir ini menjadi beton berkekuatan tinggi. Untuk bahan-bahan yang tahan terhadap tarikan, orang menggunakan bambu dan tali, kemudian besi dan baja, dan akhir-akhir ini menjadi baja berkekuatan tinggi (baja mutu-tinggi). Lajur ketiga memperlihatkan bahan-bahan yang tahan terhadap tarikan dan tekanan, yaitu lenturan. Pertama-tama digunakan kayu, kemudian baja struktural, beton bertulang dan akhirnya dikembangkan beton prategang.

Perbedaan utama antara beton bertulang dan beton prategang pada kenyataannya adalah beton bertulang mengkombinasikan beton dan tulangan baja dengan cara menyatukan dan membiarkan keduanya bekerja bersama-sama sesuai dengan keinginannya, sedangkan beton prategang mengkombinasikan beton berkekuatan tinggi dan baja mutu-tinggi dengan cara “aktif”. Hal ini dicapai dengan cara menarik baja tersebut dan menahannya ke beton, jadi membuat beton dalam keadaan tertekan. Kombinasi aktif ini menghasilkan perilaku yang lebih baik dari kedua bahan tersebut. Baja adalah bahan yang liat dan dibuat untuk bekerja dengan kekuatan tarik yang tinggi oleh prategang. Beton adalah bahan yang getas apabila ditarik dan kemampuannya menahan tarikan diperbaiki dengan memberikan tekanan, sementara kemampuannya menahan tekanan tidak dikurangi. Jadi beton prategang merupakan kombinasi yang ideal dari dua buah bahan yang berkekuatan tinggi modern.

Perkembangan historis beton prategang sebenarnya dimulai dengan cara yang berbeda dimana gaya prategang yang dibuat hanya ditujukan untuk menciptakan tekanan permanen pada beton guna memperbaiki kekuatan tariknya. Kemudian menjadi lebih jelaslah bahwa memberikan gaya prategang pada baja juga penting untuk pemanfaatan baja mutu-tinggi (*high-tensile steel*) yang efisien. Memberikan gaya prategang berarti membuat tegangan permanen di dalam struktur dengan tujuan memperbaiki perilaku dan kekuatannya pada bermacam-macam pembebanan.

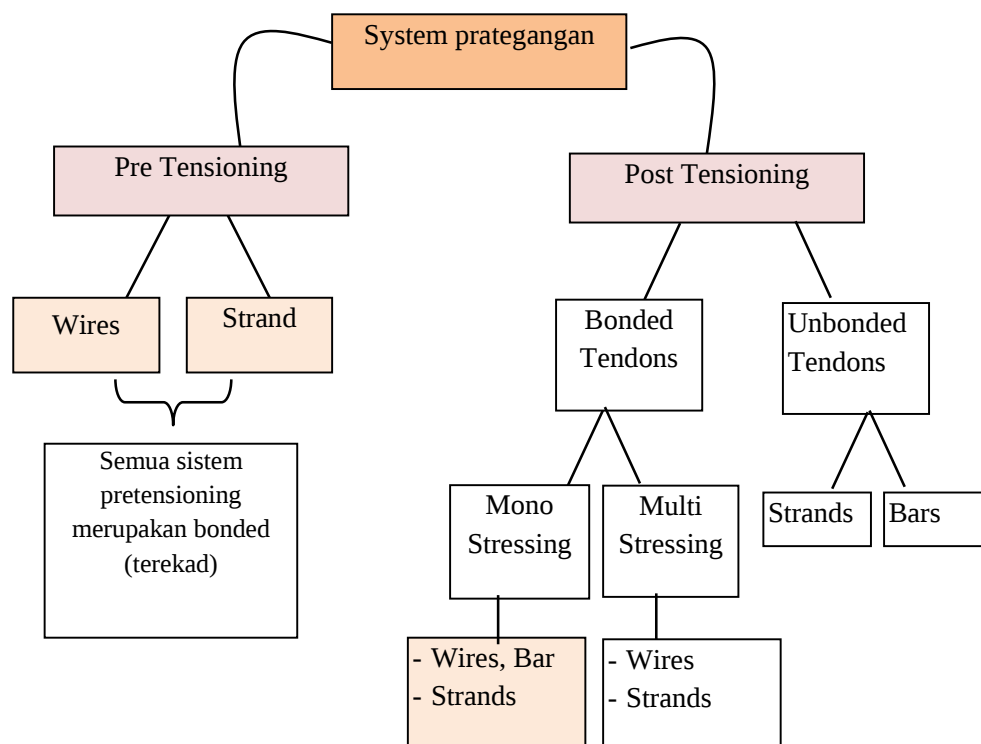
Perlu diperhatikan bahwa dasar pemikiran dan bahan berkekuatan tinggi tersebut sekarang merupakan bagian yang penting dari konstruksi modern.

Prinsip dasar sistem prategang mungkin telah dipakai pada konstruksi berabad-abad yang lalu, pada waktu tali atau pita logam diikatkan mengelilingi papan kayu yang melengkung, yang membuat sebuah tong. Pada waktu pita dikencangkan, pelat akan tertarik yang kemudian akan menekan kayu-kayu ke dalam sehingga mampu menahan tarikan akibat tekanan cairan dari dalam. Dengan perkataan lain, pita dan kayu dalam keadaan tertegang sebelum dibebani.

Akan tetapi prinsip yang sama tersebut tidak dipakai sampai tahun 1886, ketika P.H. Jackson, seorang insinyur dari San Fransisco, California, mendapatkan hak paten untuk pengikatan batang baja-pengikat ke batu buatan dan lengkungan beton yang berfungsi sebagai pelat lantai. Sekitar tahun 1888, C.E.W. Doehring dari Jerman secara perorangan mendapatkan hak paten untuk beton yang diperkuat dengan logam yang telah ditarik sebelum pelat dibebani. Pemakaian ini berdasarkan konsep bahwa beton, walaupun kuat terhadap tekanan, lemah terhadap tarikan, dan dengan menarik baja serta menahannya ke beton akan membuat beton tertekan yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk mengimbangi tegangan tarik yang dihasilkan oleh beban mati atau pun beban hidup.

Metode yang pertama-tama dibuat hak paten ini tidak berhasil dengan sukses karena gaya tarik prategang yang rendah di dalam baja, kemudian hilang akibat susut dan rangkai pada beton.

Perancang struktur beton pratekan/prategang harus memiliki pengetahuan tentang teknik dan teknologi yang berhubungan dengan penegangan dan harus terbiasa dengan istilah-istilah yang digunakan. Bab ini menguraikan teknik-teknik penegangan secara komprehensif dan juga memberikan detail-detail dari beberapa sistem penegangan yang luas dikenal. Materi tentang pelaksanaan prategang dibagi dalam dua klasifikasi: Pretensioning (Penegangan/Penarikan-Awal) dan Post-tensioning (Penegangan/Penarikan Purna). Dalam Pretensioning, tendon ditegangkan sebelum pengecoran beton, sementara dalam post-tensioning, tendon ditegangkan sesudah beton dicetak. Skema klasifikasi sistem-sistemprategangan diberikan dalam skema di bawah (Gbr. 2.1.) semua sistem pretensioning merupakan bonded (terekat)

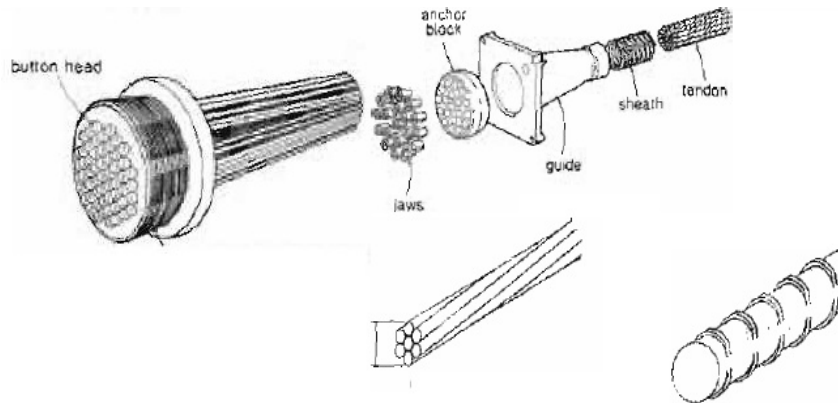


Gambar 2.4.Klasifikasi dalam Sistem Prategangan (lihat terminologi, hal. 9-14)

2.2. Tendon Pratekan

Istilah “tendon” digunakan untuk menguraikan sebuah kabel tunggal, untai, kelompok kabel atau batang (lihat Gbr. 2.2.). Tipe perkuatan pratekan yang paling sering digunakan adalah untai-tujuh-kabel atau strand 7-kabel (seven-wire strand). Karena strand 7-kabel dibuat di USA maka standar diameter nominal di seluruh dunia menggunakan satuan inci, dengan 3/8 inci (9.53 mm), 1/2 inci (12.70 mm), dan 3/4 inci (19.05 mm) merupakan diameter-diameter yang paling sering digunakan. Untai-untai kabel ini digunakan baik untuk konstruksi pretension maupun post-tension. Kekuatan tarik ultimit dari untai-untai kabel ini bervariasi mulai dari 250 sampai 270 ksi (1720 – 1860 Mpa).

Batang (bar), Kawat (wire) , Kawat untai (strands)



Gambar 2.2. Bentuk tendon tipikal

Batang prategang terdeformasi adalah suatu tipe khusus perkuatan yang berguna dalam beberapa tipe konstruksi post-tension. Diameter nominal bervariasi dari 38inci (15 mm)sampai 138inci (36 mm) dan tegangan tarik ultimit sekitar 150 ksi (1030 Mpa).

Kawat tunggal adalah bentuk pertama perkuatan prategang yang berhasil dan yang tetap digunakan hingga sekarang untuk penerapan khusus seperti penghubung rel kereta. Diameter nominal 0.196 inci (5 mm) atau 0.276 inci (7 mm) dan tegangan tarik ultimit berkisar 235 sampai 250 ksi (1620 - 1720 Mpa).

2.3. Sistem Pratekan Pretensioning (Sistem Penegangan-Awal)

Sub-bab ini meliputi topik sbb,

- Tahap-tahap Pretensioning (Penegangan/Penarikan-Awal)
- Keuntungan dan Kerugian Sistem Pretensioning
- Perangkat Sistem Pretensioning
- Fabrikasi Bantalan Rel Sistem Pretensioning

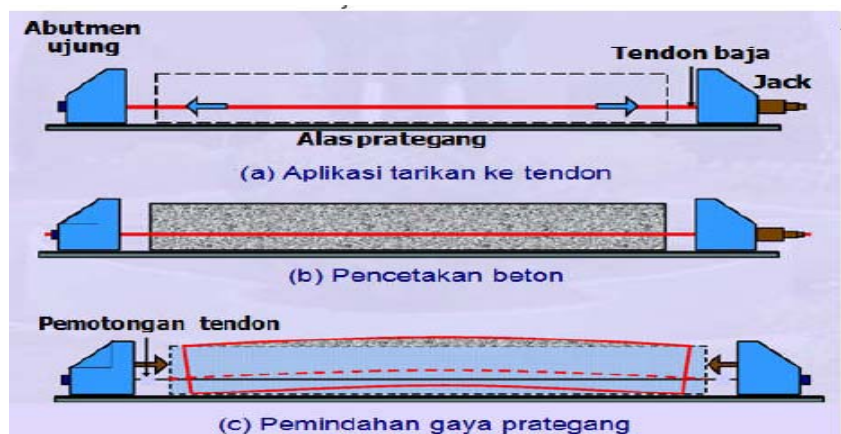
2.3.1. Tahap-tahap Pretensioning (Penegangan-Awal)

Dalam sistem pretensioning, tendon baja kekuatan tinggi ditarik diantara dua ujung abutmen (juga disebut bulkhead) sebelum pengecoran beton. Abutmen-abutmen dikekang pada ujung-ujung landasan prategang. Pada saat beton mencapai kekuatan yang diinginkan untuk penegangan, tendon-tendon diputus dari abutmen-abutmennya. Gaya pratekan ditransfer ke beton dari tendon, berdasarkan ikatan/rekatan diantara beton dan tendon. Selama transfer prategang, elemen mengalami perpenekekkan elastik. Apabila tendon diaplikasikan secara eksentris, elemen sangat mungkin mengalami lenturan dan defleksi.

Tahap-tahap yang berbeda dari pelaksanaan pretensioning diringkaskan sbb.:

1. Pengangkuran tendon pada ujung-ujung abutmen
2. Penempatan jack-ack (dongkrak)
3. Aplikasi tarikan pada tendon
4. Pencetakan beton
5. Memutus tendon

Selama pemutusan tendon-tendon, prategang ditransfer pada beton melalui perpendekkan elastik dan pelengkungan elemen. Tahap-tahap tersebut ditunjukkan secara skematik dalam Gbr. 2.3. Panjang penegangan dan alas acuan bervariasi dari sekitar 80 feet (25 m) sampai 650 feet (200 m), bergantung pada produk yang diperlukan. Untaian kabel yang ditegangkan secara individu biasanya dilepaskan dengan api-pemotong atau sawing. Urutan pemotongan harus sedemikian rupa agar tegangan-tegangan tetap simetris mungkin. Pemotongan harus dilakukan secara bertahap dan sedekat mungkin dengan elemen untuk meminimalkan jumlah energi yang ditransfer secara dinamik melalui tegangan ikat pada pelepasan.



Gambar 2.3. Tahap-tahap Pretensioning (Penegangan/penarikan-awal)

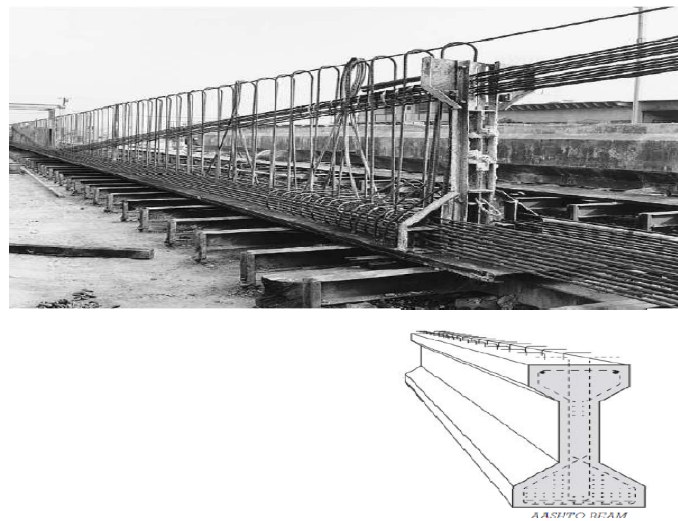
2.3.2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Pretensioning

Keuntungan relatif sistem pretensioning dibandingkan dengan sistem post-tensioning adalah,

- Sistem pretensioning cocok untuk elemen pracetak yang diproduksi dalam jumlah besar.

Kerugian relatif sistem pretensioning adalah,

- Suatu alas penegangan diperlukan untuk pelaksanaan pretensioning;
- Terdapat suatu masa tunggu di alas penegangan, sebelum beton mencapai cukup kekuatan;
- Harus ada ikatan/rekatan yang baik antara beton dan baja sepanjang panjang transmisi



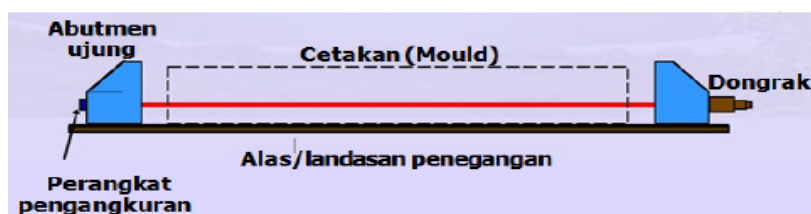
Gambar 2.4. Alas pracetak yang sedang disiapkan untuk mengecor sebuah gelagar AASHTO yang sangat panjang. Sisi samping acuan (mold) terlihat di latar belakang ke arah kanan. Untaian kabel prategang ditahan pada pusat balok oleh katrol-katrol baja yang akan tertinggal dalam beton sesudah pengecoran. Alas berukuran cukup panjang sehingga beberapa gelagar dapat dicetak dari ujung ke ujung, dengan untai kabel ditarik ke atas dan ke bawah sesuai keperluan. Baja tulangan lunak digunakan sebagai tulangan geser (senggang). Sisi-sisi atas sengkang akan merekat pada lapisan penutup yang dicetak di tempat. Puntiran vertikal kabel prategang dekat ujung gelagar akan berfungsi sebagai putaran pengangkat.

2.3.3. Perangkat Sistem Pretensioning

Beberapa perangkat penting dalam sistem pretensioning adalah sbb.:

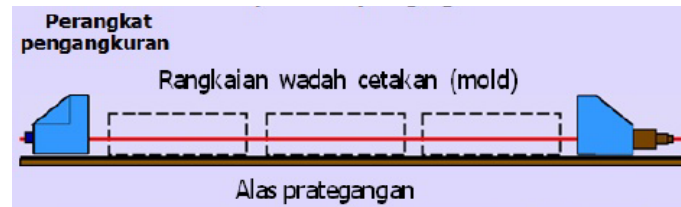
- Alas / landasan prategangan
- Abutmen ujung
- Acuan / mold
- Jack (dongkrak)
- Perangkat pengangkuran
- Perangkat pelentuk kabel

Alas prategangan, abutmen ujung dan acuan Alas/landasan prategangan, abutmen ujung dan acuan (mold) diberikan dalam Gbr. 2.5.

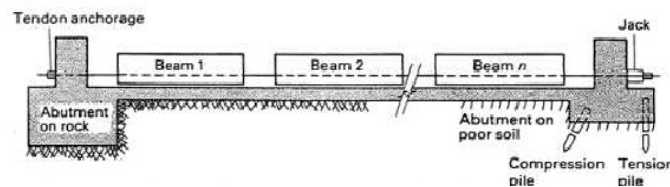


Gambar 2.5. Alas prategangan, abutmen ujung dan cetakan (mold)

Suatu perluasan dari sistem sebelumnya disebut sistem Hoyer. Sistem ini umumnya digunakan untuk produksi massal. Abutmen-abutmen ujung diletakkan pada jarak terpisah yang cukup, dan beberapa elemen dicetak pada suatu jalur tunggal. Cetakan disediakan pada sisi-sisi dan diantara elemen-elemen. Sistem ini disebut juga metoda jalur panjang (long line method). Gambar di bawah ini adalah contoh skematik sistem Hoyer.



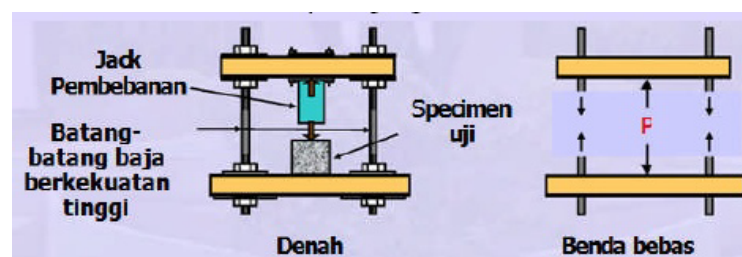
(a) Skematik



(b) Gambar Detail

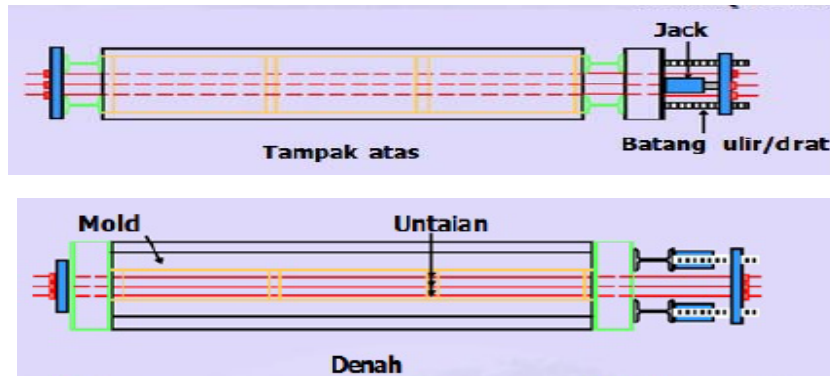
Gambar 2.6.a - b. Skematik dan detail sistem Hoyer (long line method)

Abutmen ujung haruslah cukup kaku dan mempunyai fondasi yang kuat. Hal ini biasanya membutuhkan suatu rancangan yang mahal, khususnya bila dibutuhkan gaya prategang yang besar. Kebutuhan fondasi yang kuat dan kaku dapat dilewati mengganti sistem. Adalah mungkin untuk mencegah pemindahan beban-beban berat ke fondasi dengan menggunakan sistem keseimbangan sendiri sebagaimana dalam uji pembebanan. Biasanya, hal ini dilakukan dengan bantuan suatu alat rangka tarik. Gambar berikut ini menunjukkan komponen dasar dari suatu rangka tarik. Dongkrak dan spesimen cenderung mendorong ujung elemen. Tetapi ujung-ujung elemen ditahan pada posisinya oleh elemen yang mengalami tarikan yaitu batang-batang baja berkekuatan tinggi.



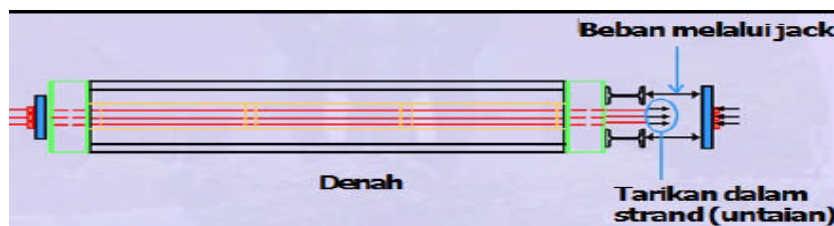
Gambar 2.7. Suatu rangka tarik

Rangka yang secara umum diadopsi dalam sistem pretensioning disebut bangku tegangan (stress bench). Cetakan beton ditempatkan di dalam di antara rangka dan tendon-tendon diregangkan dan diangkur pada tangan-tangan rangka. Gambar berikut menunjukkan komponen-komponen bangku tegangan



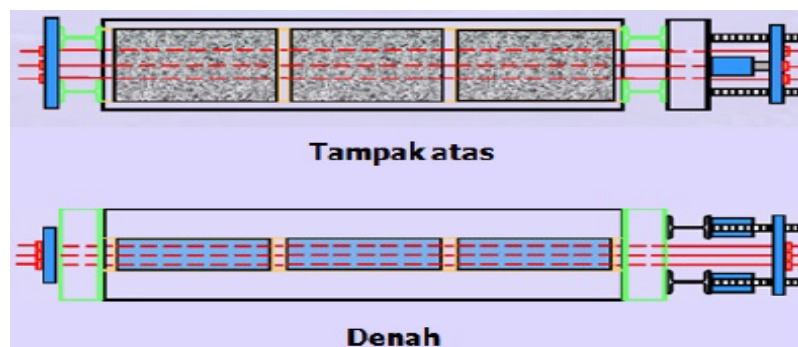
Gambar 2.8 Bangku tegangan rangka peregang sendiri

Gambar berikut menunjukkan diagram benda-bebas dengan mengganti dongkrak dengan gaya-gaya terapan.



Gambar 2.9. Diagram beban-bebas bangku tegangan

Gambar berikut menunjukkan bangku tegangan sesudah pencetakan beton

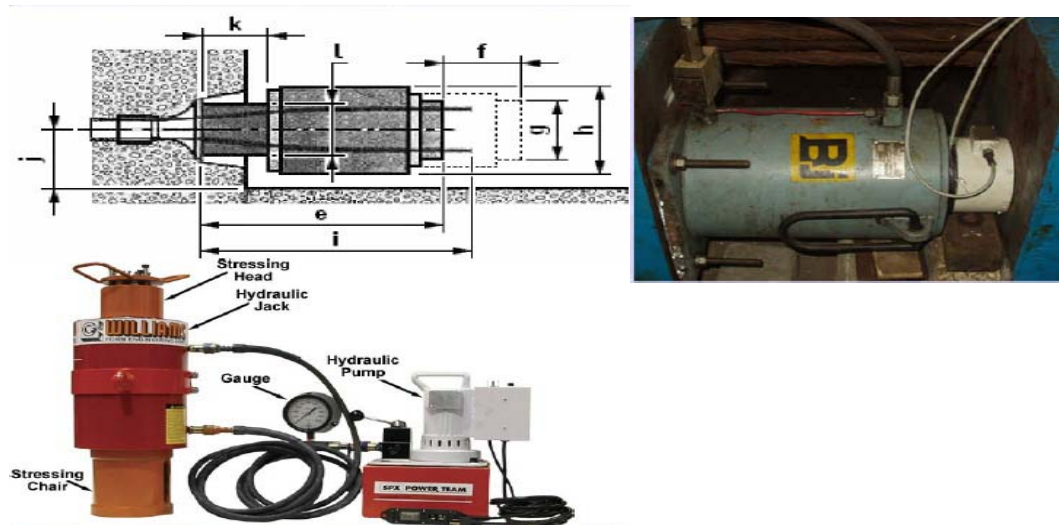


Gambar 2.10. Bangku tegangan sesudah pencetakan beton

Jack (Dongkrak)

Jack atau dongkrak digunakan untuk aplikasi tarikan pada tendon-tendon. Jack hidrolik adalah tipe yang umum digunakan. Dongkrak tipe ini bekerja atas tekanan minyak yang dibangkitkan oleh pompa. Prinsip-prinsip yang mendasari bajak adalah Hukum Pascal. Beban yang diberikan oleh dongkrak diukur melalui pembacaan tekanan dari suatu meteran yang ditambahkan pada aliran minyak atau

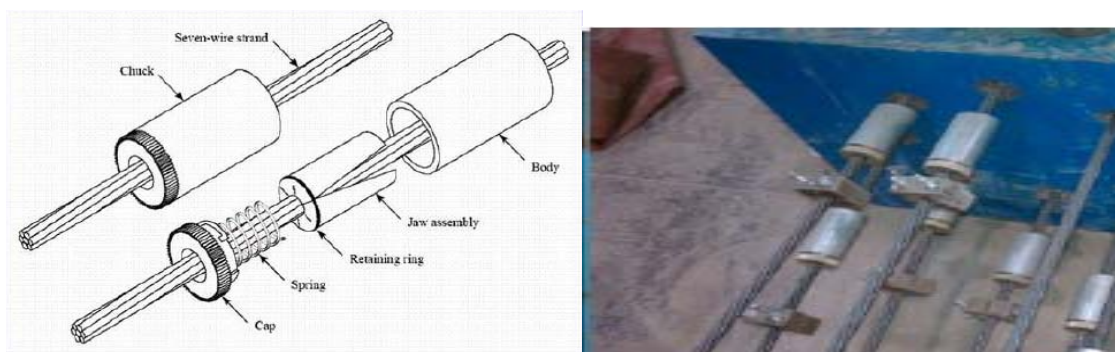
melalui sel beban terpisah. Gambar berikut menunjukkan suatu jack hidrolis aksi ganda dengan sebuah sel beban



Gambar 2.11. Sebuah Jack (dongkrak) hidrolis aksi ganda dengan sel beban

Perangkat Pengangkuran / Penjangkaran

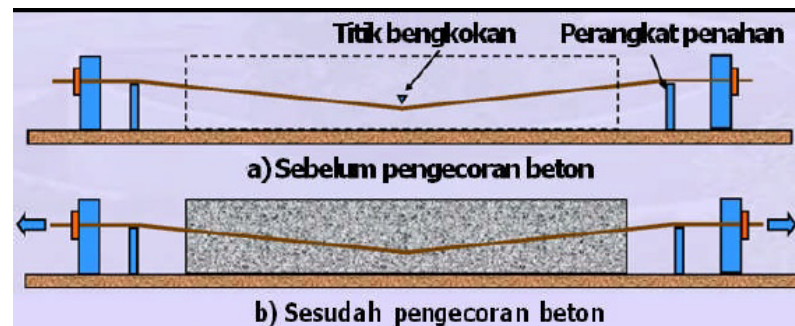
Perangkat pengangkuran/penjangkaran sering dibuat berdasarkan prinsip baji (pasak) dan friksi. Dalam elemen pretension, tendon ditahan selama pengecoran dan proses pengerasan beton. Dalam hal ini digunakan suatu alat pencengkeram sederhana, yang murah dan dapat dilepas dengan cepat. Pada gambar di bawah ini diberikan beberapa contoh perangkat pengangkuran.



Gambar 2.12 Pemasangan chuck untuk pengangkuran Strand Pretention

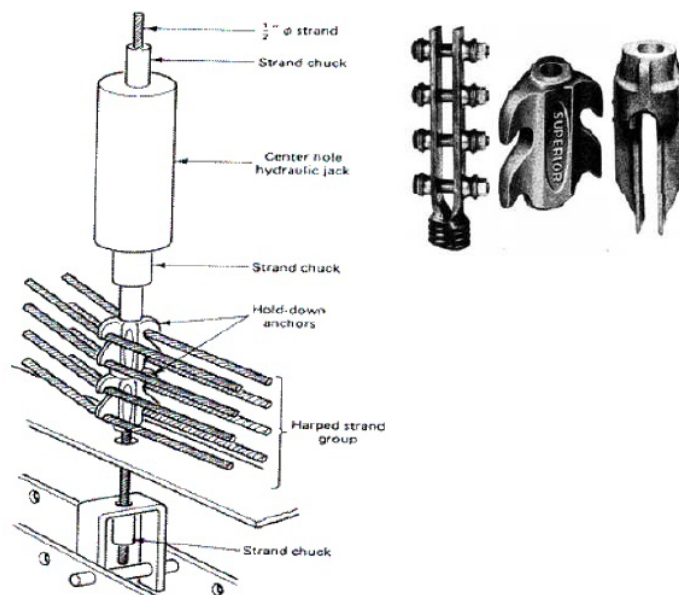
Perangkat Pelentuk (Harping Devices)

Tendon seringkali dibengkokkan, kecuali dalam kasus slab diatas tanah, tiang, tiang pancang, dll. Tendon dibengkokkan (dilentukkan) diantara dukungan-dukungan dengan sebuah lenturandangkal yang ditunjukkan di bawah.



Gambar 2.13. Pelentukkan/pembengkokkan tendon

Tendon-tendon dibengkokkan menggunakan perangkat penahan bawah khusus yang ditunjukkan dalam gambar di bawah,



Gambar 2.14 Angkur penahan bawah untuk membengkokkan tendon

2.3.4. Fabrikasi Bantalan Rel Sistem Pretensioning

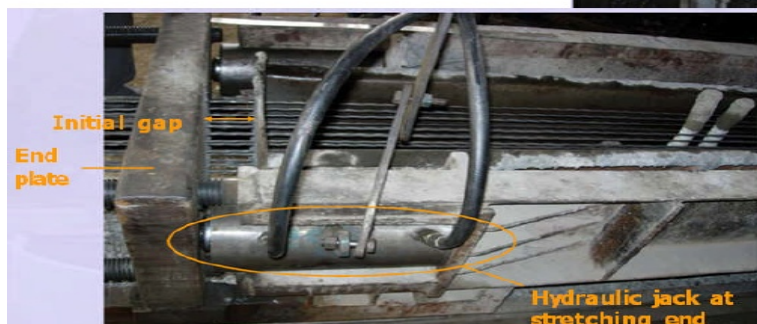
Gambar-gambar foto berikut ini menunjukkan urutan fabrikasi bantalan rel keretadengan dasar-dasar teknologi pratekan sistem pretensioning (COPCO, Chennai, India)

Untaian kabel baja (strands) diregangkan dalam bangku tegangan yang dapat digeser dengan roller. Bangku tegangan ini dapat memuat 4 model dalam satu jalur. Perangkat pengangkuran menahan strands pada satu ujung bangku tegangan. Pada ujung satunya lagi, dua dongkrak hidrolik mendorong sebuah pelat dimana strands diangkur. Gerakan pelantak dongkrak dan tekanan minyak masing-masing dimonitor dengan skala dan meteran. Perhatikan bahwa setelah keluarnya pelantak, celah diantara pelat ujung dan acuan disampingnya bertambah besar. Hal ini menunjukkan meregangnya strands.

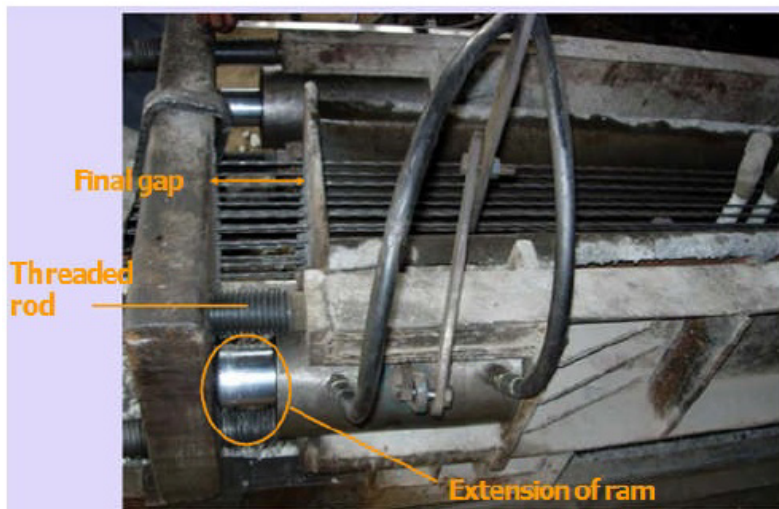


Gambar 2.15.
Memindahkan bangku
tegangan pretensioning

Gambar 2.16.
Pengangkuran strands.
Bajak dan silinder
dipasang pada ujung
tetap



Gambar 2.17. Penarikan kabel (strands). Dongkrak hidrolik berada pada ujung penarikan.



Gambar 2.18.
Penarikan kabel (strands)
perpanjangan alat
pelantak Dongkrak
Hidrolik



Gambar 2.19.
Penyimpanan material
agregat halus dan agregat
kasar



Gambar 2.20.
Penakaran dan pencampuran
material dengan perbandingan berat



Gambar 2.21.
Penuangan beton segar
kedalam acuan



Gambar 2.22.
Kamar perawatan uap



Gambar 2.23.
Beton setelah proses
vibrasi (Vibrasi =
digetarkan sehingga
membentuk masa yang
padat



Gambar 2.24
Pemotongan kabel (Strands)



Gambar 2.25
Pembukaan acuan bantalan rel



Gambar 2.26
Penumpukan bantalan rel



Gambar 2.27
Proses Perawatan Beton
pada bantalan rel
menggunakan air



Gambar 2.28
Penyimpanan dan
pengiriman bantalan rel
siap pakai

2.4. Sistem Pratekan Post-tensioning (Sistem Penegangan-Purna)

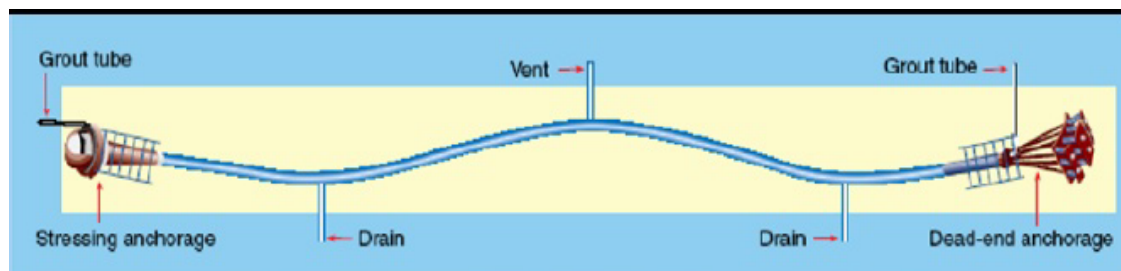
Sub-bab ini meliputi topik sbb,

- ✓ Tahap-tahap Post-tensioning (Penegangan/Penarikan-Purna)
- ✓ Keuntungan dan Kerugian Sistem Post-tensioning
- ✓ Perangkat Sistem Post-tensioning
- ✓ Fabrikasi Gelagar Jembatan Sistem Post-tensioning

2.4.1. Tahap-tahap Post-Tensioning (Penegangan-Purna)

Dalam sistem post-tensioning, pipa atau saluran untuk tendon (strands) ditempatkan bersama-sama dengan penulangan sebelum pencetakan beton. Tendon dimasukkan kedalam saluran (pipa) sesudah pencetakan beton. Pipa mencegah kontak diantara beton dan tendon selama pelaksanaan penarikan. Tidak seperti sistem pretensioning, tendon-tendon ditarik dengan reaksi yang bekerja terhadap beton yang mengeras.

Bila saluran/pipa dipenuhi dengan injeksi semen (grout), maka ini disebut post-tensioning terekat (bonded). Injeksi merupakan pasta semen murni atau suatu mortar semen-pasir yang mengandung bahan tambahan yang sesuai. Pelaksanaan injeksi semen diberikandalam Bab 3. Dalam sistem post-tensioning tak-terekat (unbonded), pipa/saluran tidak pernah diinjeksi dan tendon ditahan semata-mata oleh pengankuran ujung. Sketsa berikut menunjukkan gambaran skematik dari suatu elemen post-tensioning yang diinjeksi. Profil saluran bergantung pada kondisi tumpuan. Untuk elemen perletakkan sederhana, saluran mempunyai suatu profil penurunan diantara ujung-ujung. Untuk elemen perletakkan menerus, saluran menurun pada bagian bentangan dan naik di atas tumpuan



Gambar 2.29. Sistem post-tensioning, angkur penarikan, angkur ujung tetap dan tabung/pipa.

Gambar 2.30 menunjukkan penempatan tabung/pipa/saluran dalam sebuah gelagar kotak (box girder) jembatan ditumpu sederhana. Gambar 2.31 menunjukkan bagian ujung gelagar kotak sesudah penarikan beberapa tendon.



Gambar 2.30 Saluran pipa Tendon Post-Tensioning didalam bentuk suatu gelagar I dan box Teknologi Beton Pratekan

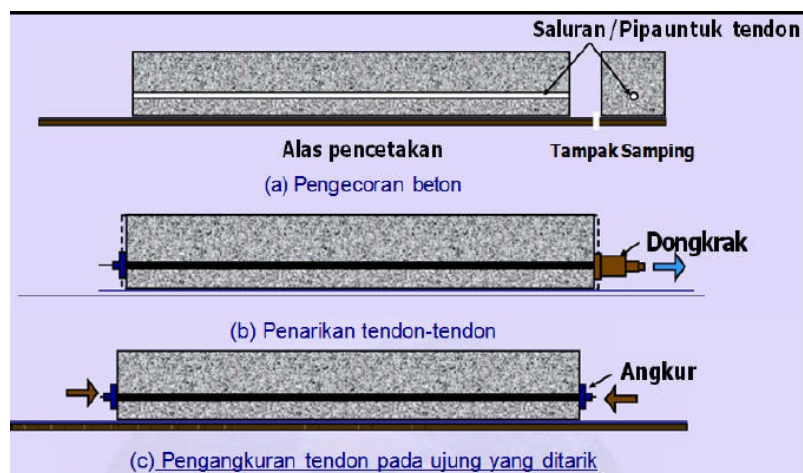


Gambar 2.31. Bagian ujung suatu gelagar kotak sesudah penarikan tendon

Adapun tahap-tahap pelaksanaan penarikan-purna (post-tensioning) dapat diberikan sbb.:

1. Pengecoran beton
2. Penempatan tendon
3. Penempatan blok angkur dan dongkrak
4. Aplikasi tarikan pada tendon-tendon
5. Pengaturan pasak/baji
6. Pemotongan tendon

Tahap-tahap tersebut ditunjukkan secara skematik pada Gambar 2.32. Sesudah mengangkurkan sebuah tendon pada satu ujung, tarikan diberikan pada ujung lainnya menggunakan dongkrak. Penegangan tendon-tendon dan gaya pra-tegang beton timbul secara simultan. Sebuah sistem keseimbangan-sendiri dari gaya-gaya berkembang sesudah peregang tendon.



Gambar 2.32. Tahap-tahap post-tensioning

2.4.2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Post-tensioning

Keuntungan relatif sistem post-tensioning dibandingkan dengan sistem pretensioning adalah,

- Sistem post-tensioning cocok untuk elemen yang dicetak di lokasi pekerjaan dengan bobot besar;
- Waktu tunggu dalam alas pencetakan kurang;
- Transfer prategang tidak bergantung pada panjang transmisi.

Kerugian relatif sistem post-tensioning adalah,

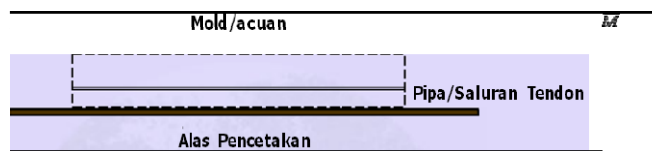
- memerlukan perangkat pengangkuran dan peralatan untuk injeksi semen (grouting)

2.4.3. Perangkat Sistem Post-tensioning

Beberapa perangkat utama dalam sistem post-tensioning adalah sbb.:

- Alas/landasan pencetakan
- Mold/acuan
- Saluran/pipa tendon
- Perangkat pengangkuran
- Dongkrak
- Coupler
- Peralatan grouting (injeksi/penyuntikkan semen)

Alas pencetakan, mold/acuan dan pipa/saluran tendon Alas/landasan prategangan, abutmen ujung dan acuan (mold) diberikan dalam Gbr. 2.33.



Gambar 2.33. Alas pencetakan, mold/acuan dan pipa/saluran tendon

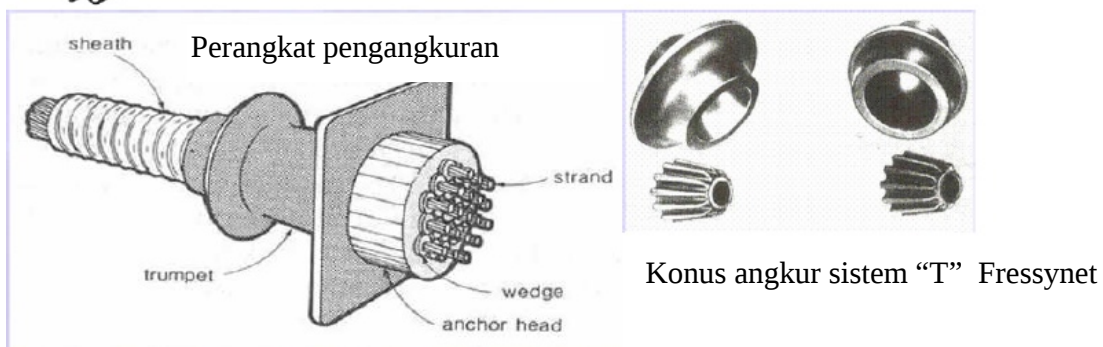
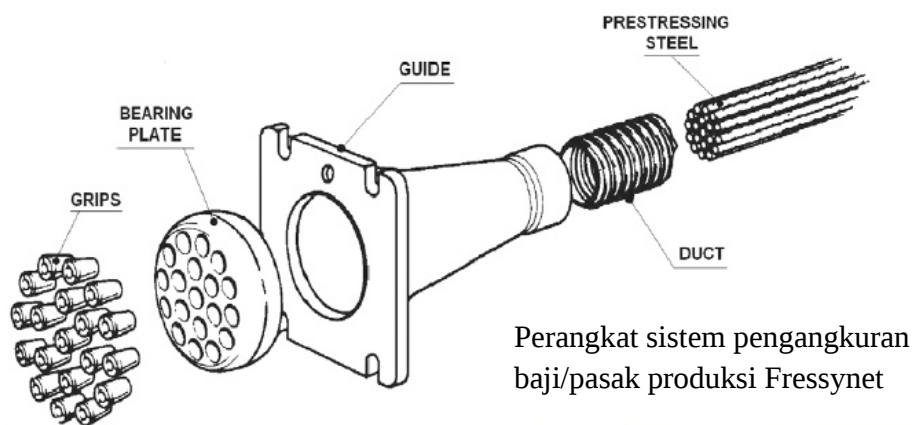
Perangkat Pengangkuran

Dalam elemen post-tension, perangkat angkur memindahkan gaya prategang pada beton. Perangkat pengangkuran didasarkan atas prinsip-prinsip pengakuran tendon berikut:

- ✓ Aksi pasak/baji
- ✓ Dukungan langsung
- ✓ Belitan kabel

Aksi Pasak/Baji

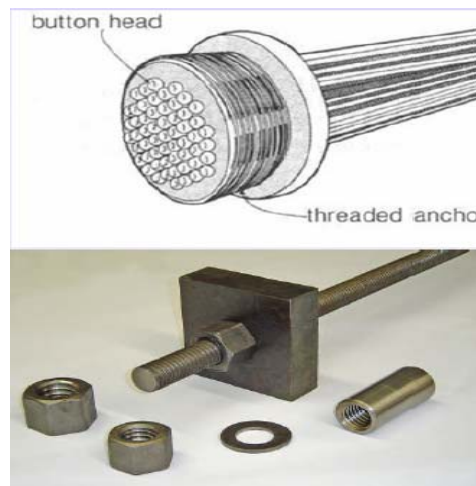
Perangkat pengangkuran berbasis aksi pasak/baji terdiri dari blok angkur dan baji-baji/pasak. Untaian kabel ditahan oleh pegangan friksi pada baji dalam blok angkur. Beberapa contoh dari sistem berbasis aksi pasak adalah produk pengangkuran Fressynet, Gifford-Udall, Anderson dan Magnel-Blaton.



Gambar 2.34. Perangkat Pengankuran Sistem Pasak/Baji

Dukungan Langsung

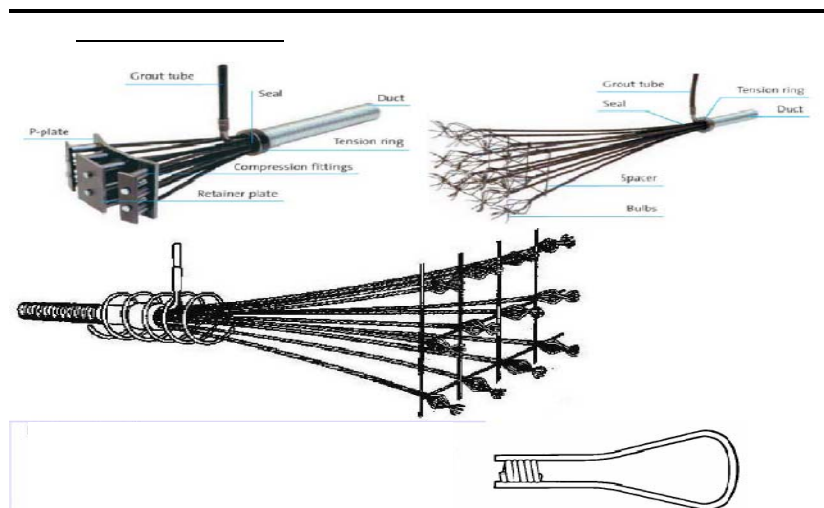
Kepala baut atau kepala kancing dibentuk pada ujung kabel-kabel yang secara langsung menumpu berlawanan arah terhadap blok angkur. Sistem post-tensioning BBRV (Birkenmaier-Brandestini-Ros) dan sistem Prescon bekerja atas prinsip ini.



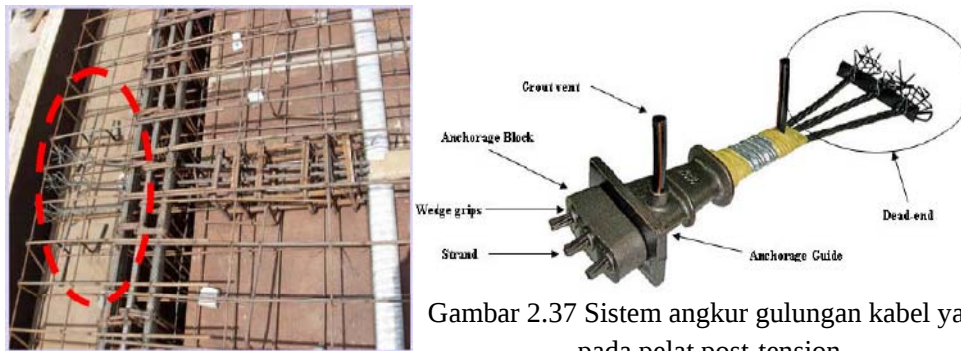
Gambar 2.35. Perangkat pengangkur sistem dukungan langsung

Belitan Kabel

Sistem Baur-Leonhard, Sistem Leoba dan Sistem Angkur-Tunggal Dywidag, bekerja atas dasar prinsip ini dimana kabel ditanam atau dibelitkan di dalam beton sebagai angkur mati pada ujung tetap elemen. Kabel-kabel digulung/dibelitkan berbentuk bola lampu. Gambar berikut memperlihatkan pengangkur dengan menggulung kabel dalam suatu pelat post-tension.



Gambar 2.36. Perangkat pengangkur sistem gulungan kabel (bentuk bola lampu) pada ujung tetap yang merupakan suatu angkur mati.



Gambar 2.37 Sistem ankur gulungan kabel yang ditanam pada pelat post-tension

Perangkat pengankuran diuji untuk menghitung kekuatannya gambar berikut menunjukkan pengujian blok ankur.



Gambar 2.38 Pengujian Kekuatan Perangkat Pengankuran

Tahap-tahap pengankuran

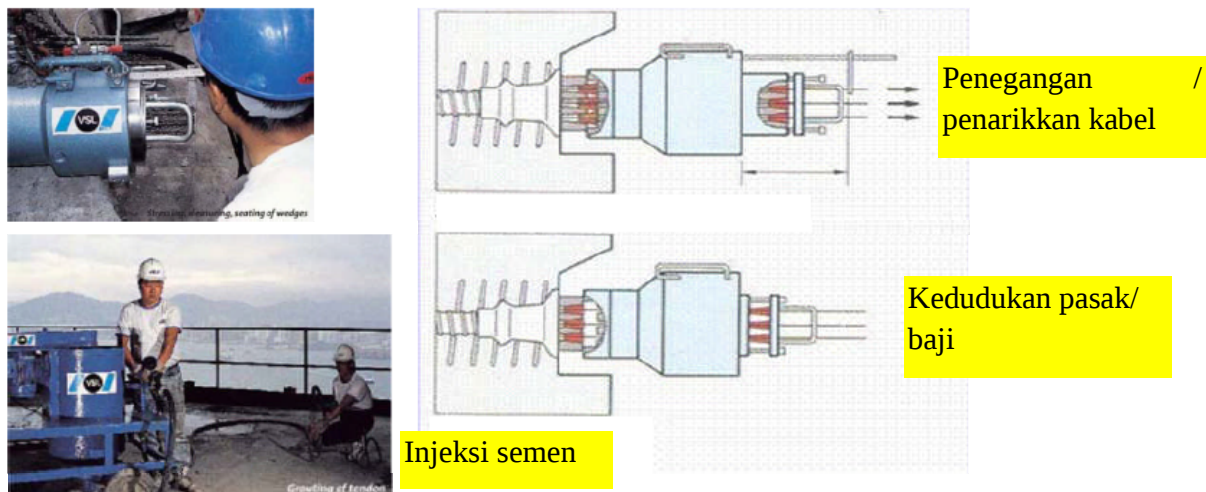
Gambar dibawah ini menunjukkan urutan penegangan dan pengankuran kabel-kabel



Memasang blok anker dan pasak-pasak



Memposisikan dongkrak



Gambar 2.39 Urutan urutan Pengangkuran

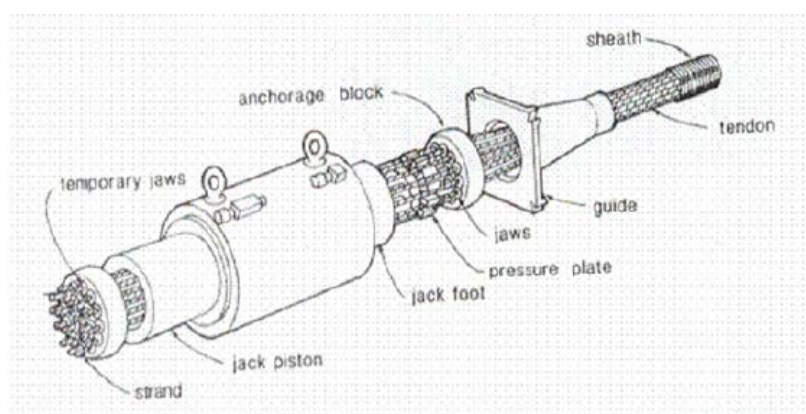
Perangkat Pengangkuran / Penjangkaran

Perangkat pengangkuran/penjangkaran sering dibuat berdasarkan prinsip baji (pasak) dan friksi. Dalam elemen pretension, tendon ditahan selama pengecoran dan proses pengerasan beton. Dalam hal ini digunakan suatu alat pencengkeram sederhana, yang murah dan dapat dilepas dengan cepat. Pada gambar di bawah ini diberikan beberapa contoh perangkat pengangkuran

Perangkat pengangkuran berbasis aksi pasak/baji terdiri dari blok angkur dan baji-baji/pasak. Untaian kabel ditahan oleh pegangan friksi pada baji dalam blok angkur. Beberapa contoh dari sistem berbasis aksi pasak adalah produk pengangkuran Fressynet, Gifford-Udall, Anderson dan Magnel-Blaton. Gambar 2.34. Perangkat Pengangkuran Sistem Pasak/Baji

Dongkrak

Cara bekerja dongkrak dan pengukuran beban telah diberikan pada hal. 20-21. Gambar berikut menunjukkan sketsa yang diperluas dari perangkat pengangkuran.



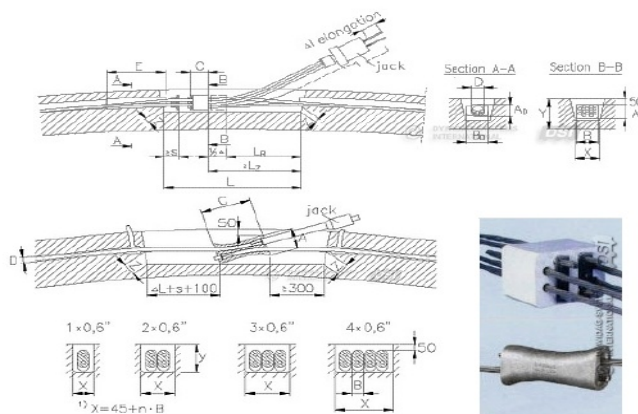
Gambar 2.40 Pengangkuran dan pendongkrakan dengan baji-baji

Coupler (Penyambung)

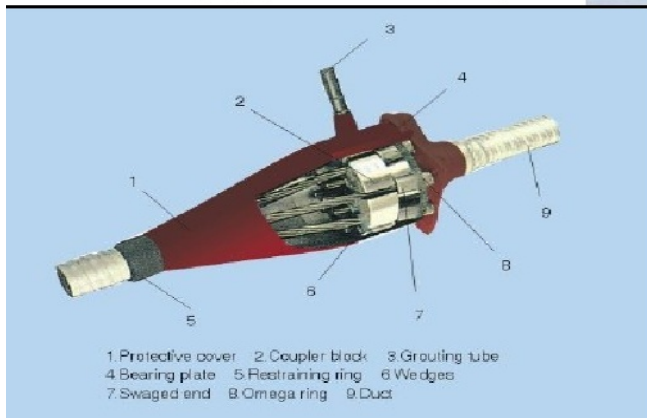
Coupler digunakan untuk menghubungkan untaian kabel (strand) atau batang (bar). Alat initerdapat pada pertemuan elemen-elemen, misalnya di dekat kolom-kolom pada pelat post-tension dan di atas pier pada lantai (dek) jembatan post-tension. Perangkat coupler harus diujidengan kapasitas penuh dari untaian kabel atau batang. Beberapa tipe coupler ditunjukkandalam gambar di bawah.



Coupler tipe H untuk tendon tunggal dari Cona CMM



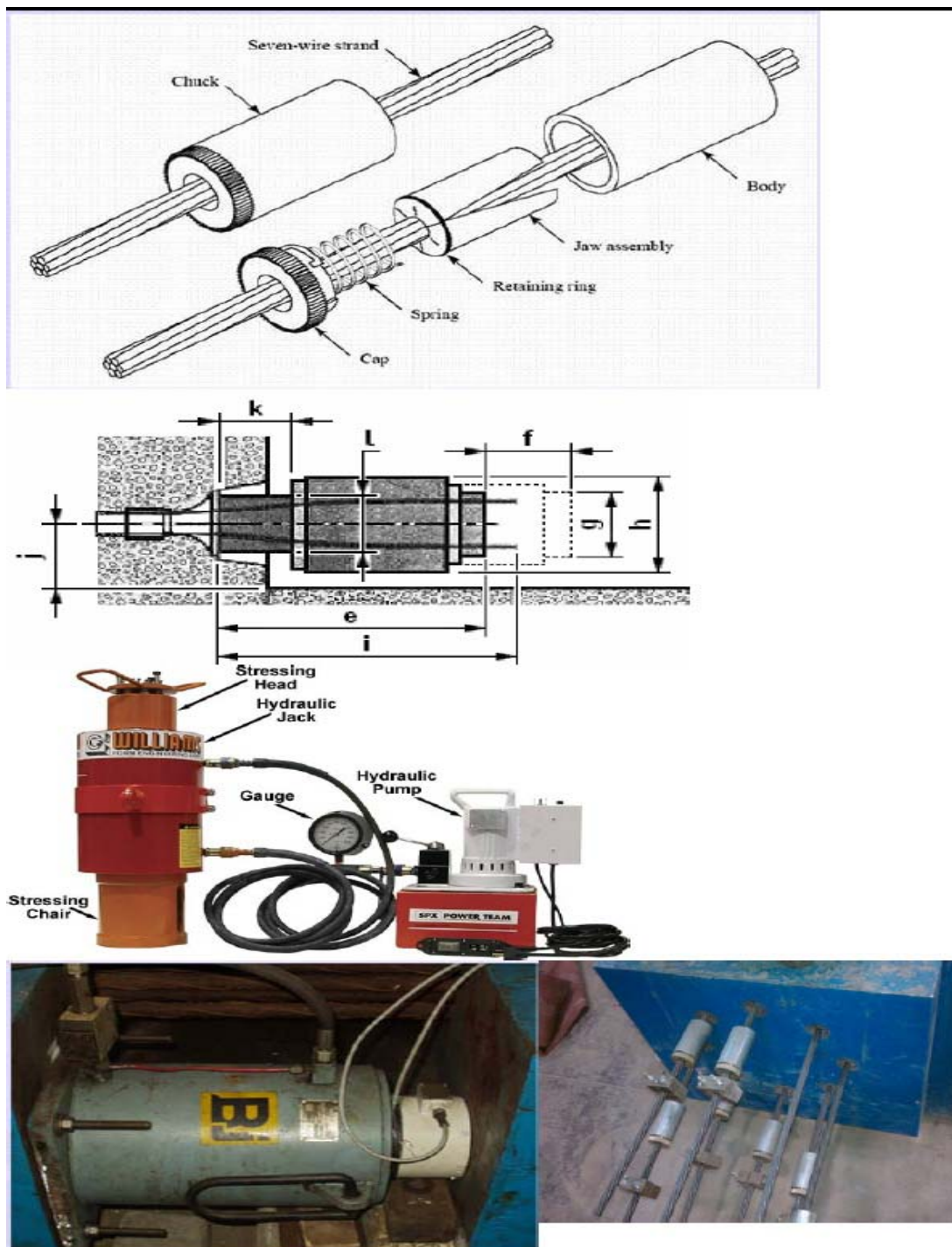
Coupler untuk tendon cincin (melingkar) dari Dywldag Sistem Int

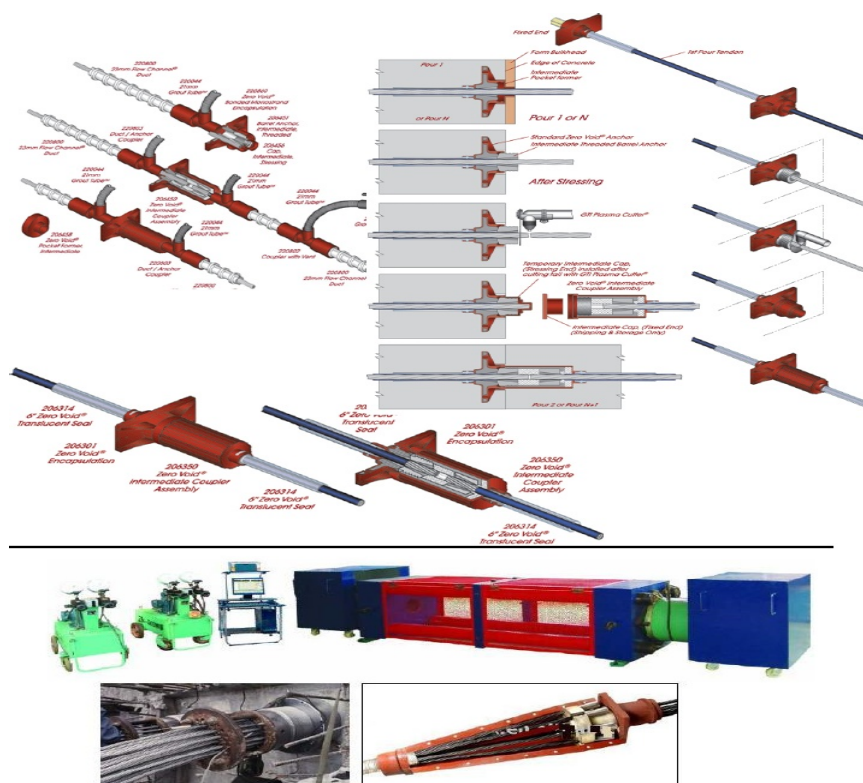


Coupler Multistrand dari Dywldag Sistem Int

Gambar 2.41 Berbagai tipe alat sambung Untaian kabel (Coupler) multistrand







Gambar 2.42. Coupler monostrand, dengan saluran grouting (atas) dan tanpa saluran grouting (bawah dan kanan).

Kekuatan pengangkutan dan alat sambung (coupler) dites untuk menentukan kapasitasnya dengan mesin berikut.

Gambar 2.43. Mesin penguji kekuatan angkur strand/kabel dan kapasitas coupler



Gambar 4.3
Bahan alat pengisi
penyambungan antara
gelagar

Injeksi Semen (Grouting)

Grouting (injeksi) didefinisikan sebagai pengisian saluran/pipa, dengan suatu bahan yang bersifat anti karat lingkungan basa (alkali) untuk baja prategang dan juga menyediakan rekatan yang kuat diantara tendon dan bahan grouting sekelilingnya. Bagian utama injeksi terdiri dari air dan semen, dengan rasio air semen sekitar 0.50, bersama-sama dengan bahan tambah pereduksi air, bahan ekspansif dan bahan pozzolan. Spesifikasi utama bahan injeksi dapat diberikan sebagai:

1. Butiran pasir harus lolos diameter ayakan 150 - 200 μm ;
2. Kuat tekan tes kubus 100 mm bahan grouting tidak boleh kurang dari 17 N/mm² pada usia 7 hari.

Di bawah ini diberikan gambar peralatan grouting (injeksi) dengan kandungan bahan (mortar) dicampur dan pengisian bahan injeksi melalui pemompaan.

Gambar 2.44. Berbagai tipe pompa groutin



Gambar 2.44 Pompa Grouting produksi Willams From Eng



Gambar 2.44 Pompa Grouting Model 3-600 Produksi Fressynet



Gambar 2.44 Tangki mortal (agitator) Model 3-700 produksi Fressynet

Gambar 2.44 Berbagai tipe pompa grouting

Tabel 1. Strand Stress Relieved Standard dengan 7 Kawat Tanpa Pelapisan (ASTM-416)

Diameter Nominal		Kekuatan Putus	Luas Nominal Strand	Beban minimum pada pemuaian 1 %
inchi	Mm	KN	(mm ²)	kN
GRADE 250 (1720 MPa)				
$\frac{1}{4}$	6.35	40.0	23.22	34.0
$\frac{5}{16}$	7.94	64.5	37.42	54.7
$\frac{3}{8}$	9.53	89.0	51.61	75.6
$\frac{7}{16}$	11.11	120.1	69.68	102.3
$\frac{1}{2}$	12.70	160.1	92.90	136.2
$\frac{3}{5}$	15.24	240.2	139.35	204.2
GRADE 270 (1860 MPa)				
$\frac{3}{8}$	9.53	102.3	54.84	87.0
$\frac{7}{16}$	11.11	137.9	74.19	117.2
$\frac{1}{2}$	12.70	183.7	98.71	156.1
$\frac{3}{5}$	15.24	260.7	140.00	221.5

2.4.4. Fabrikasi Gelagar Jembatan Post-tension

Gambar-gambar foto berikut ini menunjukkan beberapa tahap penting dalam fabrikasi girder-I (gelagar) post-tension untuk jembatan (Larsen & Toubro). Gambar 2.45 menunjukkan perakitan/pemasangan baja tulangan dengan pipa/saluran tendon berada di dalam. Perhatikan bahwa bentuk profil parabola pipa/saluran adalah untuk gelagar tumpuansederhana. Sesudah beton dicetak dan dirawat untuk mencapai kekuatan yang cukup, tendon-tendon dimasukkan ke dalam pipa/saluran (Gbr. 2.46). Tendon-tendon kemudiandiangkur pada ujung tetap dan ditarik menggunakan dongkrak pada ujung lainnya (Gbr. 2.47).



Gambar 2.45 Perakitan/Pemasangan pendetailan tulangan non pratekan dan Tendon



Gambar 2.46 Memasukkan tendon (kabel) kedalam pipa / saluran



Cetakan

Gambar 2.47
Cetakan gelagar
Kotak



Gambar 2.48
Penarikan dan Pengangkuran
tendon-tendon



Gambar 2.49
Kerangka acuan (form work)
gelagar kotak





Gambar 2.51
Pemindahan
(Transport)
gelagar kotak

Gambar 2.52. Jembatan pratekan post-tension dalam pelaksanaan



Mari kita belajar pada **AKAR** yang **GIGIH MENCARI AIR**, menembus tanah bebatuan yang keras demi mengupayakan penghidupan ketika **POHON TUMBUH, BERDAUN RIMBUN, BERBUNGA INDAH, BERBUAH LEBAT DAN HAUM SEMERBAK**, **menampilkan elok pada dunia dan mendapat pujian**, **AKAR tak pernah iri, dia tetap sembunyi dalam tanah** tetap terus mengupayakan kehidupan buat bagian2 lainnya, inilah makna dari sebuah **KETULUSAN** kiranya **KEIKHLASAN KESABARAN, KETULUSAN**.

Semoga bermanfaat dari armeyn syam

