

Aspek yang Perlu Diperhatikan Dalam Penggunaan Tulangan Baja Mutu Tinggi
Oleh; Ryan R. Setiadi, ST
POSTED ON 10/16/2022



Gambar 1 – Beberapa Pekerja yang Sedang Merangkai Tulangan Shearwall di Lapangan

(catatan: tulisan ini mostly bersumber dari publikasi CRSI Mixing Grades of Reinforcing Steel in a project)

Pendahuluan

Tulangan baja beton (rebars) tersedia dalam spesifikasi dan kelas mutu yang berbeda. Dua spesifikasi yang paling umum digunakan untuk tulangan baja adalah ASTM A615 dan ASTM A706. Dari keduanya, spesifikasi ASTM A615 lebih umum digunakan yang di-dalamnya diatur mengenai beberapa kelas mutu baja tulangan yaitu 280, 420, 520, 550 dan 690 (dalam MPa). ASTM A706 adalah baja paduan rendah dengan peningkatan daktalitas dan kemampuan las yang lebih dikembangkan untuk aplikasi struktur penahan gempa. Dalam spesifikasi baja tulangan ini, batasan diberikan pada kekuatan leleh dan tarik putus (tensile failure). Kelas mutu pada spesifikasi ini ada dua kelas: 420 MPa dan 550 MPa. Namun karena ACI 318-14 (atau SNI 2847-2019) membatasi kekuatan leleh maksimum tulangan hanya hingga 420 MPa untuk struktur gempa ductile khusus; penggunaan baja tulangan grade 550 A706 tidak terlalu umum digunakan.

Kelebihan Penggunaan Baja Mutu Tinggi

ACI 318-14 memperbolehkan penggunaan baja tulangan dengan kekuatan leleh hingga 550 MPa untuk tulangan lentur, aksial, dan untuk tulangan shrinkage and temperature, namun dengan catatan tidak boleh untuk struktur penahan gempa ductile khusus seperti yang dijelaskan sebelumnya. Bergantung pada pasar, baja dengan kekuatan lebih tinggi mungkin tidak berbeda harganya dengan baja tulangan grade 420 atau di beberapa pasar, mungkin ada perbedaan harga hanya 5 hingga 10 persen lebih tinggi. Namun kekuatannya bisa naik 25 persen hingga 33 persen lebih tinggi dari baja grade 420; oleh karena itu penggunaannya dapat menghasilkan penghematan yang cukup besar jika kekuatan tulangan yang di-tingkatkan ini dapat digunakan sepenuhnya untuk desain. Selain itu karena jumlah material yang dibutuhkan

lebih sedikit, waktu untuk fabrikasi dan perangkaian baja tulangan dapat lebih rendah yang juga akhirnya menghasilkan penghematan tambahan.

Aplikasi ideal untuk penggunaan Baja Tulangan Mutu Tinggi

Penggunaan baja bermutu lebih tinggi dapat mengurangi jumlah baja di kolom dan dinding geser pada bangunan bertingkat tinggi. Untuk kasus umum, kapasitas tekan komponen struktur ini dapat meningkat hingga 10 persen atau lebih. Sehingga untuk beban dan penampang yang sama, tulangan baja dapat dikurangi dan kolom atau dinding geser tidak terlalu padat oleh tulangan (congested), yang pada akhirnya memudahkan dalam pengecoran beton. Ini juga meningkatkan mutu pengecoran beton dan menghindari masalah seperti *honeycombing*.

Tulangan beton mutu tinggi juga dapat menghasilkan penghematan biaya pada balok, pondasi raft atau pile-cap, dan tiang pancang yang terkena tarik. Penggunaannya dapat mengurangi padatnya tulangan pada penampang struktur. Persyaratan baja minimum pada komponen struktur lentur di ACI 318-14 pasal 7.6.1.1 juga menghasilkan jumlah baja tulangan yang lebih rendah dibandingkan dengan baja grade 420.

Batasan dalam penggunaan baja bermutu tinggi

ACI 318-14 (atau SNI 2847-2019) telah menempatkan batasan tertentu pada penggunaan grade baja yang lebih tinggi dari grade 60 yang desainer harus menyadari. Beberapa batasan tersebut dijelaskan di bawah ini.

1. Regangan leleh baja tulangan grade 520 adalah $520/200000=0,00260$ dan $0,00275$ untuk tulangan grade 550. Itu sangat dekat dengan regangan tekan maksimum kolom yaitu $0,003$. Pada kolom dengan momen, terkadang tulangan tekan tidak menerima tegangan tekan hingga sampai tegangan leleh (f_y), sehingga keuntungan dari penggunaan f_y yang lebih tinggi tidak sepenuhnya terwujud.
2. Penggunaan baja tulangan dengan mutu lebih tinggi dari 420 MPa tidak diizinkan oleh ACI dan SNI untuk struktur penahan gempa dengan daktalitas spesial.
3. Karena tegangan yang lebih tinggi pada tulangan, lebar retak dapat lebih besar. Untuk tulangan kelas 520 atau 550, ACI 318-14, pasal 24.3.2 membutuhkan jarak tulangan (s) yang lebih kecil dibandingkan dengan tulangan grade 420. Misalnya, untuk balok dengan tulangan grade 420 dan nilai $c_c=60\text{mm}$ (cover=50, ties 10), serta nilai $f_s = 2/3 \times 420 = 280$ MPa, jarak batang tulangan maksimum yang diizinkan adalah 230mm. Untuk tulangan grade 520 ($f_s = 50.000$ psi), jarak maksimum yang diperbolehkan adalah 157mm (30% lebih rapat). Oleh karenanya, mungkin menjadi tidak ekonomis untuk menggunakan tulangan mutu tinggi dalam struktur tertentu yang di-kontrol oleh lebar retak, misalnya struktur drainase atau STP/GWT. Baja kelas 520 atau lebih tinggi masih dapat digunakan untuk struktur ini selama tegangan tingkat layan pada tulangan dibatasi; dimana kapasitas penuh tulangan tidak sepenuhnya digunakan.
4. Lendutan balok akan meningkat seiring dengan semakin kecilnya momen inersia retak.
5. Terminator atau batang berkepala (headed anchorage) tidak diperbolehkan menurut ACI 318-14, pasal 25.4.4.Ib untuk kekuatan leleh melebihi 420 MPa.
6. Sambungan mekanis (mechanical coupler) untuk baja mutu tinggi tidak terlalu umum tersedia dipasaran terutama untuk beberapa ukuran diameter tulangan. Khususnya untuk menghubungkan tulangan dengan ukuran diameter yang berbeda juga tidak umum tersedia dipasaran.

7. Sambungan mekanis (mechanical coupler) untuk sambungan Tipe 2 (ACI 318-14, pasal 18.2.7.lb) tidak umum tersedia dipasaran terutama untuk baja dengan mutu lebih tinggi.
8. Panjang sambungan splice untuk tulangan grade 520 sekitar 24 persen lebih panjang dibandingkan dengan tulangan grade 420 (ACI 318-14). Akan lebih panjang lagi untuk kelas baja yang lebih tinggi dari 520.
9. Panjang penyaluran tekuk (development bar with hook / ldh) akan lebih panjang untuk tulangan grade 520 atau lebih tinggi. Ini akan menyebabkan kebutuhan dimensi elemen yang di-angkur menjadi lebih besar, misal dimensi kebutuhan kolom untuk penjang penyaluran tekuk balok akan semakin membesar.

Best practice untuk penggunaan baja bermutu tinggi pada suatu proyek.

Tulangan mutu tinggi tidak selalu tersedia di pasaran. Selain itu, tidak semua ukuran tulangan tersedia untuk baja mutu tinggi. Oleh karena itu sangat penting sebelum memulai desain baru untuk menkonfirmasi dulu ketersediannya di pasaran. Selain itu, tulangan baja mutu tinggi sangat sulit dibedakan dengan baja mutu standard 420 MPa jika sudah masuk ke dalam area proyek dan telah di potong – potong. Oleh karenanya, terkadang tulisan mutu baja yang timbul dan permanen di batangnya sangat diperlukan dan di-detailkan untuk pembeda.

Beberapa praktik baik berikut dapat membantu.

1. Cari tahu stok panjang tulangan yang tersedia. Tulangan yang lebih panjang dapat menghilangkan banyaknya sambungan splice yang tidak perlu misal pada balok bentang panjang dan pelat; sehingga dapat meningkatkan penghematan secara keseluruhan.
2. Khusus untuk proyek di lokasi bukan gempa tinggi, gunakan baja mutu lebih tinggi (sampai fy maksimum 550 MPa) untuk tulangan longitudinal komponen struktur: tulangan vertikal untuk kolom, dinding geser, balok, pondasi raft atau pile-cap, dan tiang pancang.
3. Untuk proyek di lokasi gempa tinggi, gunakan baja mutu lebih tinggi (sampai fy maksimum 550 MPa) hanya untuk confinement kolom dan dinding geser, serta tulangan longitudinal pelat lantai.
4. Jangan gunakan tulangan mutu tinggi dari grade 420, untuk struktur penahan gempa utama dengan kebutuhan daktilitas yang tinggi, atau elemen struktur yang perlu di-kontrol dengan ketat besarnya lebar retak yang terjadi, misalnya struktur drainase atau STP/GWT.
5. Periksa kompatibilitas regangan dari berbagai lapis tulangan baja untuk memastikan tegangan leleh penuh (fy) dari semua tulangan tercapai; jika tidak maka perhitungkan tegangan sebenarnya dari tulangan yang tidak sepenuhnya leleh.
6. Karena panjang sambungan tulangan untuk baja mutu lebih tinggi lebih panjang, detail tulangan dalam balok dan kolom sedemikian rupa sehingga lokasi sambungan diminimalkan dan sambungan terjadi pada lokasi momen yang rendah.
7. Usahakan jangan menggunakan dua mutu baja tulangan dengan ukuran diameter yang sama pada suatu proyek; jika diperlukan, gunakan baja bermutu tinggi untuk semua tulangan dengan diameter yang sama (contoh misal semua D10 dan D13 menggunakan baja 520, selebihnya menggunakan baja 420).
8. Tunjukkan dengan jelas pada gambar struktur dan spesifikasi untuk penggunaan tulangan baja mutu tinggi. Sediakan tabel sambungan development length atau splice yang terpisah untuk tulangan baja mutu tinggi.

9. Jelaskan secara detail ke kontraktor atau supplier rebar bahwa penggunaan baja mutu tinggi akan dipakai pada proyek dan pastikan mereka menyadarinya. Hal ini perlu sangat dijelaskan saat klarifikasi tender.
10. Minta uji tarik baja mutu tinggi yang sesuai dengan ASTM atau SNI sehingga kekuatan sebenarnya dapat diverifikasi.
11. Periksa dengan cermat gambar kerja dan lapangan untuk memastikan bahwa panjang penyambungan yang benar telah digunakan.
12. Untuk sistem seismik khusus, di mana baja A706 harus digunakan (terutama jika mengacu kepada ACI 318-19 yang terbaru), sebaiknya tentukan baja diameter berapa yang akan menggunakan spesifikasi ini dan di-aplikasikan ke semua sistem struktur. Jika A706 hanya digunakan untuk elemen utama penahan gempa (misal balok, kolom, dan boundary element di dinding geser), dan baja mutu A615 di tempat lainnya, tentukan tulangan A615 yang sesuai dan dengan kandungan karbon yang tepat untuk memenuhi persyaratan daktilitas tulangan A706. Insinyur dan pengawas harus meminta fabrikator baja untuk memberikan sertifikat pabrik dengan data – data yang sesuai untuk diperiksa dengan cermat sebelum menerima penggunaannya untuk proyek.

—————END—————