

III. PORTAL DAKTAIL BETON PRACETAK

1. TINJAUAN UMUM :

Portal daktail beton pracetak penahan momen diperbolehkan penggunaannya oleh peraturan-peraturan bangunan, asalkan portal daktail tersebut memenuhi ketentuan-ketentuan yang ada dalam peraturan yang dikembangkan untuk perencanaan portal daktail beton cor setempat. Ketentuan-ketentuan untuk portal beton daktail disebutkan pada Appendix ACI Building Code (ACI 318-83), tetapi sayangnya ketentuan ini sangat membatasi perkembangan konstruksi daktail beton pracetak dan sebenarnya ketentuan itu sulit tercapai, untuk menghasilkan portal daktail dari beton pracetak yang sesungguhnya.

Akhir-akhir ini, peraturan yang lebih baru mengizinkan perencana untuk mengembangkan portal daktail pracetak tahan momen yang lebih luas, karena itu dalam mengikuti syarat-syarat tersebut, harus kembali lagi ke konsep dasarnya. Dalam penulisan ini, akan dibahas prinsip-prinsip dasar tersebut dan menunjukkan bagaimana penerapannya pada bangunan portal daktail beton pracetak. Komite gempa PCI sedang mengembangkan terus, peraturan praktis untuk perencanaan struktur beton pracetak dan prategang.

Beton pracetak memberikan bermacam-macam proses pembuatan dan pemasangan yang luas, selain itu portal daktail pracetak adalah yang terbaik untuk mengatasi ruangan

terbuka fleksible yang diperlukan oleh banyaknya kebutuhan bangunan. Beton pracetak secara efektif banyak digunakan pada sistim bangunan, hanya semua komponen di pracetak termasuk sistim bracingnya.

Akibat fleksibilitas yang disyaratkan, membuat penyusunan peraturan-peraturan menjadi sulit, tetapi sayangnya tanpa beberapa penuntun profesi rekayasa, tidak akan siap menerima portal daktil beton pracetak sebagai alternatif bangunan yang dapat bertahan.

Masalah utama dari peraturan tersebut, terletak pada hubungan antara lokasi sambungan/pertemuan komponen pracetak dan titik dimana sendi daktil terjadi. Kriteria untuk elemen beton pracetak dimana sifat daktil ditentukan oleh regangan bolak balik pada daerah post yield harus berbeda dengan kriteria untuk sambungan yang terletak pada daerah dimana struktur diharapkan/direncanakan bersifat elastis.

Tipe-tipe sambungan tidak hanya menggabungkan kelakuan struktur secara keseluruhan tetapi juga pada perkembangan ekonomis dari sistim gedung. Hubungan yang digROUTED atau cor setempat dapat diterima sebagai suatu pemecahan konstruksi yang hampir menyamai dengan konstruksi cor setempat. Penghubung-penghubung yang dilas dan post tensioning biasanya dihindari karena sifatnya yang getas, kodifikasi seperti ini tidak beralasan karena hubungan komponen pracetak dengan post tensioning/las tidak mengurangi daktilitas sistim.

Keekonomisan sistim memerlukan penghubung yang

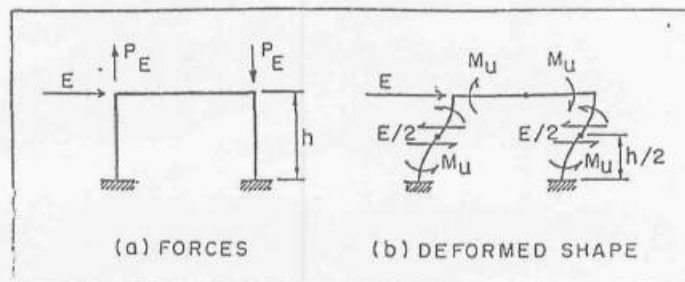
diidentifikasi sedemikian rupa sehingga kebebasan perencanaan maksimum diperbolehkan.

Jadi secara jelas, pengertian sifat dasar portal daktail penahan momen adalah sangat penting.

2. KONSEP DASAR DARI PORTAL DAKTAIL

Sifat post elastis diharapkan pada semua portal daktail. Sifat post elastis biasanya diperlukan pada anggota anggota lentur (balok) berbeda dengan kolom, beban tekan aksial cenderung mengurangi daktilitas yang ada. Ketika sendi-sendi diperlukan terjadi di kolom, kemungkinan kehancuran mekanisme menjadi bertambah.

Pengembangan dari sistim daktilitas mensyaratkan bahwa tegangan leleh dari sendi daktail dapat digunakan sebagai kriteria untuk mendesign semua komponen sistim. Jadi lokasi sendi tersebut diciptakan, sifat post elastis dilokalisasi dan persyaratan kekuatan elastis untuk semua komponen dari sistem yang elastis diidentifikasi, sebagai contoh lihat gambar 3.1.



Gambar 3.1. Portal Daktail dengan gaya dan deformasi.

Konsep portal daktail mensyaratkan bahwa perencanaan dari sistim konstruksi harus memenuhi langkah-langkah berikut ini:

- gaya gempa lateral (E) digunakan untuk menetapkan kriteria leleh untuk balok .

$$Mu = \left(\frac{E}{2} \right) \left(\frac{h}{2} \right) \dots\dots\dots (3.1.)$$

dimana Mu = momen ultimate yang tergantung pada kolom

- Kekuatan geser balok harus melampaui gaya geser yang terjadi pada balok waktu sendi plastis terbentuk pada setiap akhir balok

$$Vu \geq \frac{2 Mp}{Ic} + Vd + V1 \dots\dots\dots (3.2.)$$

dimana

Mp = momen leleh sebenarnya

$$= 1.25 Mn$$

Mn = kapasitas momen nominal pada balok

Ic = bentangan bersih dari balok

- Kekuatan dari kolom harus melampaui yang disyaratkan untuk menahan beban ketika leleh terjadi pada balok.

$$Mcu > Mpb \text{ jika } Pc = P \pm Pe \dots\dots\dots (3.3.)$$

dimana

P = tak ada faktor beban mati dan hidup

$$Pe = \frac{2 Mp}{Ic}$$

Pc = beban axial ultimate pada kolom

Mcu = momen ultimate pada kolom

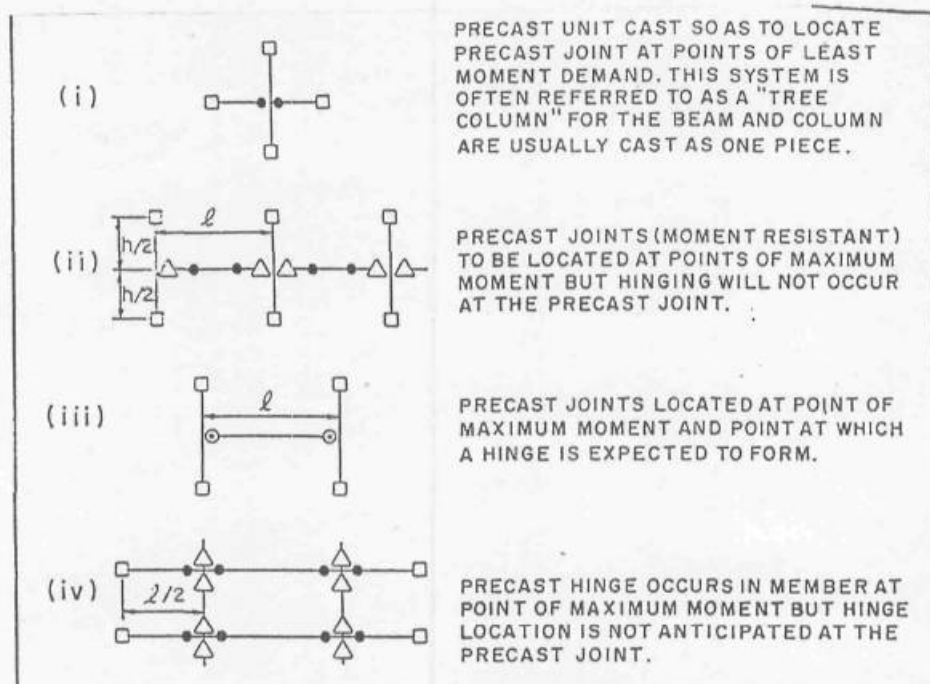
3. KLASIFIKASI DARI SISTEM PRACETAK DAN PENGHUBUNG (CONNECTOR)

Sistem beton pracetak dapat diidentifikasi dalam :

- a. Lokasi komponen penghubung (connector).
- b. Tipe penghubung (connector).

3. a. Lokasi Komponen Penghubung.

Portal pracetak dapat diklasifikasikan menurut tempat penghubung pracetak dan lokasi leleh yang diharapkan atau lokasi sendi daktail. Ada 4 buah tipe dasar (gambar 3.2)



Gambar 3.2. Klasifikasi Lokasi Penghubung.

3. b. Type penghubung :

1. Shell pracetak dan cor setempat
2. Sambungan penulangan dengan sedikit penulangan penguat
3. Sambungan parsial prategang (grouted)
4. Sambungan parsial prategang (ungrouted)
5. Sambungan mekanis

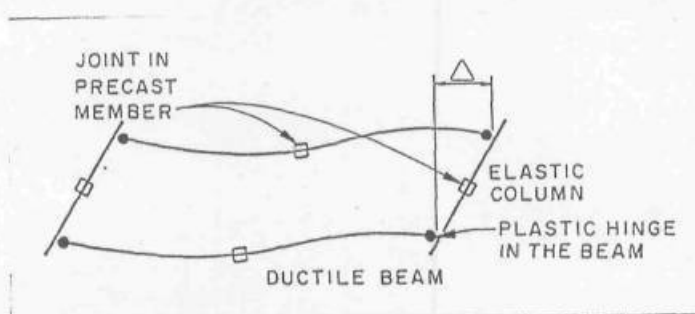
4. PERTIMBANGAN PERENCANAAN

Sistim pracetak sebelumnya perlu pemeliharaan dari portal daktail pracetak, yang direncanakan berhubungan dengan beberapa syarat dasar seperti :

- a. Connector sendi.
- b. Connector penyebar energi.
- c. Connector kuat tidak lelah

4. a. CONNECTOR SENDI :

Untuk lokasi connector pada momen minimum, perencanaan harus memperbolehkan momen kebetulan yang mungkin terjadi dan ini harus memungkinkan pemindahan gaya geser (transfer shear) terjadi bersamaan dengan rotasi joint pracetak yang diharapkan berlangsung selama gempa bumi untuk menggambarkan perbedaanya lihat gambar 3.3 , juga gambar 3.2 (i)



Gambar 3.3. Deformasi

Jika bagian pracetak dihubungkan dengan sambungan yang mampu menahan momen, perencana harus mempertimbangkan gradien anggota momen terhadap joint yang dibebani. Momen balok cenderung lebih besar dari yang terjadi pada joint di kolom. Terlihat momen di kolom pada joint , tidak dikenakan variasi-variasi yang dibebankan pada joint di balok untuk

momen beban mati dan beban hidup pada balok berturut-turut biasanya sama. Pengaruh dari model getaran yang lebih tinggi dan variasi yang tergantung pada momen, tentu saja harus dipertimbangkan. Jika sebaliknya joint antara elemen pracetak bebas untuk berotasi, kecenderungan berotasi ditekankan pada joint balok dan joint kolom, adalah suatu fungsi geometri, rotasi joint elastis dan rotasi post elastis.

Perlu diketahui rotasi elastis fungsi dari $\frac{ML}{EI}$ karena M dan E adalah sama (berbeda karena satu/dua faktor), sebagai akibatnya, rotasi pada connector yang bebas akan kecil.

4. b. CONNECTOR PENYEBARAN ENERGI DAKTAIL.

Lokasi sambungan terjadi pada titik dimana sendi plastik terbentuk gambar 3.2(iii), connector harus mampu menerima perputaran rotasi leleh kemudian tanpa mengurangi kapasitas momen dan geser pada joint, hal ini adalah persoalan yang sukar dan perlu pengetesan.

Perencana cenderung menghindari ini, dengan memastikan lokasi sendi dan connector tidak berimpit lihat gambar 3.2(ii) tapi sayangnya penempatan sendi dan connector pracetak terletak pada tempat yang sama 3.2 (iii).

Mungkin akan menghasilkan konstruksi yang paling ekonomis asalkan harga connector tidak termasuk didalamnya, hal ini karena kecenderungan balok tidak dicetak bersama kolom. Dengan jelas, sebuah connector yang ekonomis dan prosedur

analisa menjadi tujuan riset utama .

Sifat dari bagian lentur cor setempat dengan rotasi post elastis telah dipelajari pada laboratorium test , prosedur ini untuk menduga sifat sendi post yield yang dimulai dengan memperkirakan panjang sendi. Kurva dan regangan pada daerah sendi diperkirahkan dan dibandingkan dengan data test untuk mengevaluasi prosedur tersebut .

Hubungan antara defleksi dan kurva untuk komponen tahan gempa dapat dilihat pada persamaan (3.4)

$$\Delta = \phi_y(l/3) + (\phi_u - \phi_y) l_p (1 - l_p/2) \dots (3.4.)$$

dimana :

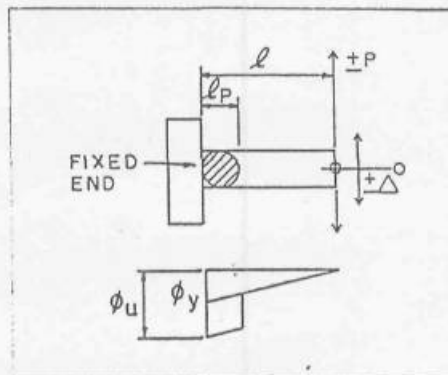
Δ : ujung defleksi

l_p : panjang sendi plastik

ϕ_y : kurva pada leleh

ϕ_u : ultimate kurva

gambar 3.4. menunjukkan hubungan kurva displacement pada daerah sendi bagian lentur .



Gambar 3.4. Displacement curvature pada sendi plastis

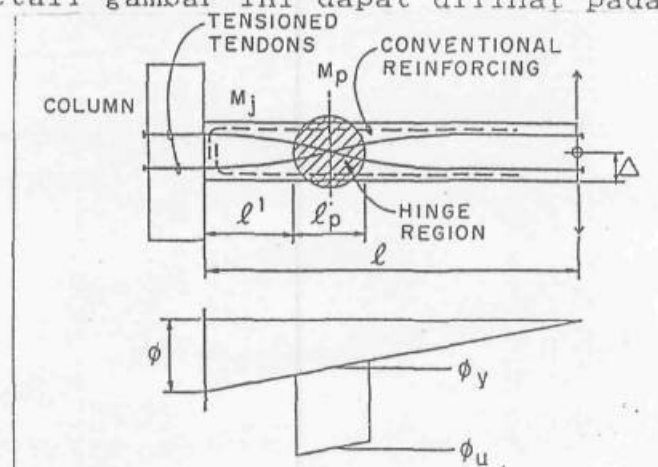
Sebelum balok mencapai momen leleh, retak terjadi pada permukaan kolom dan rotasi post elastis akan berkembang pada joint serta beberapa defleksi post yield akan menghasilkan joint tersebut, selain itu perputaran joint akan mengurangi

kapasitas untuk memindahkan gaya shear. Pengulangan regangan tinggi dan rangkaian bolak balik regangan pada penulangan akan menyebabkan pengurangan momen yang besar bila tidak dikendali. Tulangan tarik waktu ditekan kembali akan menghasilkan tekanan lateral tinggi pada sekitar beton, yang biasanya mengurangi kapasitas beton untuk berputar.

Beton pracetak memberikan perencana fleksibilitas serta penyelesaian alternatif yang ada pada masalah connector. salah satu alternatifnya adalah post tensioning yang dapat digunakan untuk menyatukan sambungan balok-kolom dan mengijinkan sendi terbentuk dekat dengan kolom.

4. c. CONNECTOR KUAT TIDAK LELEH.

Bila joint diantara bagian pracetak tidak berimpit dengan lokasi sendi dapat dilihat pada gambar 3.2(ii). Sekarang kapasitas elastis pada permukaan kolom harus melampaui yang dihasilkan oleh sendi plastis yang tercipta pada balok, detail gambar ini dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Lokasi sendi plastis jauh dari muka Kolom.

Kapasitas momen elastis pada kolom M_j , harus lebih besar

dari pada kapasitas momen plastis pada lokasi sendi .

$$M_j > \frac{1}{1 - l^1 - l_p/2} M_p \dots\dots\dots (3.5)$$

Regangan dan geser yang lebih tinggi dibebani pada bagian ini, jika kriteria deformasi dan leleh sama dengan yang diinginkan pada bagian tersebut identik, dimana sendi plastis berimpit dengan joint antara bagian atau anggota pracetak. Rotasi yang terjadi pada sendi plastik dapat dilihat pada gambar 3.5. lebih besar daripada sistem yang ada pada gambar 3.4. Banyaknya variasi pendekatan perencanaan ini, perencanaan perlu mengambil kapasitas elastis yang cukup, dan harus ada pada joint diantara anggota pracetak.

Penempatan joint pracetak pada momen maximum kolom terjadi di luar sendi plastis gambar 3.2(iv). memberikan alternatif yang menarik. Masalah yang ada pada kedua alternatif sebelumnya dapat dihindari karena elemen balok pracetak adalah menerus sepanjang lokasi kolom dan sendi plastis terjadi pada penampang beton yang menolit, kekurangannya hanyalah pada pendirian kolom.

Connector sekarang direncanakan dengan kriteria elastis oleh perencana dengan variasi alternatif yang banyak memasukkan las, post tensioning/ sambungan grouted.

5. KONSEP PENGHUBUNG (CONNECTOR CONCEPTS).

Jenis connector harus dibuat dengan 3 dasar katagori penggunaan yaitu:

- Harus kuat (tidak leleh).
- Duktilitas (penyebaran energi).
- Sendi (dapat berotasi tetapi terarah).

Untuk memenuhi konsep connector tersebut, perencana harus dapat menentukan jenis connector yang baik dan sesuai dengan fungsi bangunan. Karena masalah yang terutama yang dihadapi beton pracetak pada daerah gempa adalah kesulitan sambungan antara balok kolom yang harus cukup duktilitas akibat konsentrasi pada satu tempat, dimana panjang sendi plastis kecil sehingga duktilitas kurva besar sekali.

Untuk mengatasi masalah tersebut Kami akan membahas lebih mendalam salah satu jenis struktur pracetak di daerah gempa yang cukup baik dengan berbagai aplikasinya yaitu :

" Gabungan Antara Balok Pracetak U dan Cor Setempat Sebagai Intinya "