

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Beton bertulang telah dikenal luas dalam penggunaan material struktur bangunan, dengan pertimbangan pemanfaatan kelebihan perilaku yang dimiliki masing-masing komponen pembentuknya, dimana beton mempunyai kuat tekan yang sangat besar dibanding kuat tarikya, untuk mengeliminasi kuat tariknya yang rendah maka beton dipadukan secara komposit dengan baja tulangan yang memiliki kuat tarik yang besar.

Baja tulangan yang diperlukan sering kali lebih panjang dari baja tulangan yang tersedia dikarenakan terbatasnya ukuran panjang dari produksi pabrik atau penggunaan baja tulangan yang tidak utuh lagi, untuk mengatasi hal ini dilakukan penyambungan pada baja tulangan. Menurut [Lancelot,1985] penyambungan tulangan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu melalui; sambungan lewatan (*lap splice*), sambungan las (*welded splice*) dan sambungan mekanis (*mechanical connections*).

Sambungan merupakan bagian struktur beton pracetak yang paling penting dalam mentransfer gaya dan berperilaku sebagai penghubung disipasi energi antara komponen-komponen beton pracetak yang disambung [Castro,1992]. Penempatan dan kekuatan sambungan perlu direncanakan dengan baik sehingga kehadirannya tidak menyebabkan keruntuhan prematur pada struktur [Nurjaman,2000].

Sambungan daktil adalah sambungan dimana terjadi deformasi inelastis didalam sambungan dan untuk mencegah pengembangan deformasi inelastis ke arah manapun digunakan prosedur desain kapasitas. Beton pracetak dapat mempunyai sambungan yang kuat jika semua sambungan masih bersifat elastis selama beban gempa yang direncanakan dan beban gempa ringan serta mempunyai deformasi lebih kecil 10% dari deformasi total struktur [Priestley,1996].

Kebutuhan panjang sambungan lewatan (*lap splice*) berhubungan dengan panjang penyaluran tegangan (l_d) yang bertambah sesuai dengan peningkatan tegangan. Panjang penyaluran adalah panjang penambatan yang diperlukan untuk mengembangkan tegangan leleh pada tulangan yang merupakan fungsi dari tegangan leleh baja (f_y), diameter tulangan (d_b) dan tegangan lekat (μ) [Dipohusodo,1994]. Kebutuhan panjang lewatan ini harus diperhitungkan untuk menghindari dari keruntuhan sambungan.

SNI-03-2847-2002 pasal 14.1 menyebutkan gaya tarik pada tulangan disetiap penampang komponen struktur beton bertulang harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang pengankuran, kait atau alat mekanis, atau kombinasi dari cara-cara tersebut. Kait sebaiknya tidak dipergunakan untuk menyalurkan tulangan yang berada dalam kondisi tekan. Untuk batang ulir atau kawat ulir, $\frac{l_d}{d_b}$ harus diambil sebesar;

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{9.f_y}{10.\sqrt{f'_c}} \frac{\alpha.\beta.\gamma.\lambda}{\left(\frac{c+K_{tr}}{d_b}\right)} \quad (1.1)$$

dimana :

- l_d : panjang penyaluran (mm)
- d_b : diameter batang tulangan ulir (mm)
- α : faktor lokasi penulangan
- β : faktor pelapis
- γ : faktor ukuran batang tulangan
- λ : faktor beton agregat ringan/normal
- c : spasi atau spasi selimut beton (mm)
- K_{tr} : indeks tulangan transversal
- f_y : kuat leleh baja tulangan (MPa)
- f'_c : kuat tekan beton (MPa)

atau $l_d \geq 300$ mm.

Sedangkan ACI 318R-02 *Building Code Section* 12.1 memberikan rumusan untuk perpanjangan tulangan daerah tarik sebagai berikut;

$$l_d = \frac{12.f_y.\alpha.\beta.\lambda.\gamma.d_b}{25\sqrt{f'_c}} \quad (1.2)$$

dimana :

- l_d : panjang penyaluran (mm)
- d_b : diameter batang tulangan ulir (mm)
- α : *reinforce location factor* =1
- β : *coating factor* = 1
- λ : *lightweight concrete factor* = 1
- f_y : kuat leleh baja tulangan (MPa)
- f'_c : kuat tekan beton (MPa)

Panjang penyaluran tekan lebih pendek daripada panjang penyaluran tarik, karena sebagian gaya tekan pada batang tulangan dipindahkan ke beton dengan gaya tumpu pada ujung batang. SNI-03-2847-2002 pasal 14.3 membatasi panjang penyaluran tekan (l_{db}) \geq 200 mm atau panjang penyaluran dasar harus diambil sebesar $\frac{db \cdot f_y}{4 \cdot \sqrt{f'_c}}$ tetapi tidak kurang dari $0,04 \cdot db \cdot f_y$. Sedangkan ACI memberikan rumusan untuk daerah tekan, (l_{db}) = $0,07 \cdot f_y \cdot db$ untuk f_y sebesar 420 MPa.

Sambungan las dan sambungan mekanis menurut peraturan SNI-03-2847-2002 pasal 14.14.3, menyebutkan bahwa sambungan mekanis dan sambungan las boleh digunakan, suatu sambungan mekanis penuh atau sambungan las harus mampu mengembangkan kuat tarik atau tekannya, sesuai dengan yang diperlukan, paling tidak sebesar 125 % kuat leleh batang yang disambung dan hanya diperbolehkan untuk batang D16 atau yang lebih kecil.

Komite ACI 439.3R-91 (*Reapproved* 1999) dalam kesimpulan reportnya memberikan informasi dasar tentang sambungan mekanis yang telah ada yaitu;

1. Tidak ada persyaratan khusus atau kondisi pekerjaan yang mengharuskan penggunaan atau larangan terhadap salah satu jenis sambungan mekanis yang ada, spesifikasi dari proyek diperkenankan menentukan sendiri agar terjadi persaingan yang baik.
2. Ketentuan, prosedur, kinerja sambungan mekanis didapat langsung dari produsennya.
3. Ketentuan penerimaan penggunaan sambungan mekanis menyesuaikan dari peraturan yang berlaku dari masing masing daerah setempat.
4. Ketersediaan bahan yang dibutuhkan, peralatan yang digunakan, produsen harus ditinjau sebelum menentukan jenis sambungan mekanis tertentu.

Selain beton bertulang konvensional dikenal juga beton bertulang pracetak, dimana penggunaan beton bertulang pracetak ini semakin populer dengan keunggulan yang dimilikinya terutama efisiensi waktu dalam pelaksanaannya, efektif dalam area yang terbatas dan jaminan mutu hasil produksinya. Struktur pracetak terdiri dari sejumlah komponen yang dibuat di pabrik, kemudian disambung di lokasi bangunan sampai akhirnya membentuk struktur utuh. Pada struktur pracetak, hubungan yang menghasilkan kontinuitas dengan memakai bantuan perangkat keras khusus, batang tulangan dan beton

untuk menyalurkan semua tegangan tarik, tekan dan geser disebut sambungan keras [Winter dan Wilson, 1993].

Metode pengerjaan sambungan pada konstruksi pracetak dikelompokkan menjadi dua, yaitu sambungan basah (*wet connection*) dan sambungan kering (*dry connection*). Sambungan basah dilakukan dengan cara mengecor sambungan di antara panel-panel pracetak. Untuk mendapatkan kestabilan struktural, sebelumnya dilakukan penyambungan pada tulangan sebelum dilakukan penutupan dengan pengecoran di tempat (*cast in place*). Sambungan ini merupakan sambungan dengan menggunakan tulangan biasa sebagai penyambung/penghubung antar elemen beton baik antar pracetak ataupun antara pracetak dengan cor di tempat. Elemen pracetak yang sudah berada di tempatnya akan di cor bagian ujungnya untuk menyambungkan elemen satu dengan yang lain agar menjadi satu kesatuan yang monolit. Sedangkan untuk sambungan kering dilakukan dengan penyambungan menggunakan baut dan las tanpa ada pengecoran pada daerah sambungan.

Sambungan basah dan sambungan kering masing-masing memiliki keunggulan dan kekurangan. Untuk sambungan basah waktu pelaksanaan lebih lama karena adanya proses pengecoran beton pada area sambungan, sedangkan sambungan kering hanya menggunakan sambungan berupa baut dan las yang prosesnya tidak terlalu lama. Sambungan basah hampir sama dengan konstruksi cor setempat karena penyaluran gaya diterima oleh area yang lebih luas. Sedangkan sambungan kering penyaluran gaya hanya diterima oleh titik-titik sambungan atau pengelasan. Sambungan kering biasanya juga lemah terhadap korosi dan bakar karena area sambungan tidak tertutup oleh beton.

Sambungan memegang peranan yang penting terhadap kekuatan dan integritas dari suatu elemen struktur, kegagalan suatu struktur diharapkan tidak terjadi pada sambungannya, sehingga diperlukan detail sambungan yang baik. Acapkali proses penyambungan tulangan, kebutuhan panjang penyambungan, konfigurasi dan akurasi menjadi polemik pada pelaksanaannya.

Peraturan secara eksplisit tidak merekomendasikan ataupun melarang satu jenis tertentu dari suatu sambungan mekanis. Berawal dari hal ini memungkinkan dilakukan penelitian untuk mencari inovasi baru jenis sambungan mekanis yang kuat dan layak secara teknis, mudah pembuatan serta pemasangannya.

1.2. Perumusan Masalah

Sambungan dalam sebuah konstruksi tidak dapat dihindari, keterbatasan ukuran panjang dari produksi baja tulangan memaksa suatu elemen struktur harus dilakukan penyambungan. Begitu halnya sistem pracetak yang mengharuskan adanya sambungan antar elemen. Sambungan harus mempunyai kekuatan yang dapat menjamin integritas dari suatu elemen struktur.

Sambungan lewatan tarik (*tension lap splice*) di dalam peraturan perencanaan bangunan yang berlaku, SNI-03-2847-2002 pasal 14.1 dan ACI memberikan batasan panjang penyaluran $l_d \geq 300\text{mm}$ atau seperti pada persamaan (1.1) dan (1.2) diatas. Namun apakah batasan $l_d \geq 300\text{mm}$ ini cukup efektif dalam menjamin integritas struktur.

Selain sambungan lewatan, SNI-03-2847-2002 Pasal 14.14.3. membolehkan pemakaian sambungan mekanis penuh dan sambungan las. SNI-03-2847-2002 Pasal 14.1 juga memperkenankan untuk melakukan penyambungan dengan kombinasi keduanya (sambungan lewatan dan sambungan mekanis).

Didasari dari hal tersebut diatas akan dilakukan penelitian tentang jenis sambungan kombinasi antara sambungan lewatan dan sambungan mekanis, karena masih jarang sekali ditemukan penelitian tipe dari sambungan ini. Penelitian meninjau aspek teknis yaitu dari segi kekuatan maupun integritas elemen struktur, selain itu juga ditinjau dari kemudahan didalam pembuatan dan pelaksanaannya.

Dengan sistem sambungan kombinasi ini, sambungan mekanis diharapkan dapat menurunkan rasio retak beton arah melintang dan memanjang akibat tegangan *transversal* dan *radial* geser yang tidak dapat ditahan oleh selimut beton.

1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penelitian ini adalah ;

1. Mengembangkan *clamp* sebagai sambungan mekanis pada struktur beton bertulang.
2. Mengetahui perilaku struktur beton bertulang yang menggunakan kombinasi sambungan *clamp* dan sambungan *lap splice*.
3. Untuk mengetahui sejauh mana kontribusi sambungan *clamp* terhadap seluruh sistem sambungan yang ada.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan asumsi asumsi yang merupakan batasan dalam pembahasannya yaitu ;

1. Parameter yang digunakan adalah mutu beton normal/tidak meninjau mutu beton sebagai variabel.
2. Parameter baja tulangan yang disambung digunakan mutu dan diameter yang sama D16, dengan tegangan leleh baja tulangan ($f_y \geq 400\text{MPa}$).
3. Tidak meninjau pengencangan (*pretensioning*) sebagai variabel
4. Pengujian mekanik beton bertulang dilakukan pada umur beton ≥ 28 hari dan metode percobaan dengan uji balok lentur (*flexure beam test*).
5. Beban yang diberikan berupa beban monotonik.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penulisan tesis ini disajikan dalam 5 bab yang terdiri dari:

Bab I. Pendahuluan

Pada bab ini menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisannya.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini disampaikan referensi referensi berupa tinjauan pustaka , beberapa penelitian yang berkaitan sebelumnya yang mendukung sebagai bahan kajian pustaka.

Bab III. Metodologi

Pada bab ini memuat metode yang digunakan dalam penelitian dengan metode eksperimental di laboratorium

Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Data hasil penelitian dipakai sebagai bahan kajian analisis dan sebagai bahan pembanding.

Bab V. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari verifikasi dan validitas dirangkum secara ringkas dan dijadikan sebagai saran bagi peneliti selanjutnya.