

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Hwang dkk (2000) melakukan penelitian mengenai prediksi kuat geser balok tinggi beton bertulang menggunakan *softened strut and tie model*. Peneliti menggunakan data sekunder berupa hasil eksperimen 123 balok tinggi untuk dibandingkan terhadap hasil prediksi persamaan yang diusulkan dan ACI 318-95. Persamaan yang diusulkan sebagai berikut :

$$V_{bv} \text{ terpakai} = V_{bv} + \Delta V_{bv} \dots\dots\dots(2.1)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima dengan mean sebesar 1.15. Namun ACI 318-95 memberikan hasil lebih konservatif dengan mean sebesar 1.87. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk balok tinggi segi empat, beton konvensional dan belum memperhatikan mekanisme tahanan geser aktual.

Russo dkk (2005) melakukan penelitian mengenai prediksi kuat geser balok tinggi beton bertulang menggunakan *STM*. Peneliti menggunakan data sekunder berupa hasil eksperimen 240 balok tinggi untuk dijadikan sebagai verifikasi terhadap persamaan yang diusulkan dan kemudian data sekunder tersebut dibandingkan terhadap hasil prediksi persamaan yang diusulkan dan prediksi dari persamaan Mau dan Hsu, Siao, Hwang dkk, ACI 318-02 dan Matamoros dan Wong.

Persamaan yang diusulkan sebagai berikut :

$$v_n = 0.76(k\chi f'_c \cos\theta + 0.25\rho_h f_{yh} \cot\theta + 0.35\frac{a}{d}\rho_v f_{yv}) \dots\dots\dots(2.2)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima dengan mean sebesar 1.00 sampai 1.01 terhadap 123-240 data sekunder. Namun dengan nilai mean hampir sama dengan satu menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan tidak bisa untuk desain dikarenakan kurang konservatif dan perlu dimodifikasi. Untuk tujuan ini hanya 5% spesimen yang diperbolehkan berada pada daerah tidak *safety*. Sehingga persamaan yang diusulkan menjadi seperti berikut ini :

$$v_{n,d} = 0.545(k\chi f'_c \cos\theta + 0.25\rho_h f_{yh} \cot\theta + 0.35\frac{a}{d}\rho_v f_{yv}) \dots\dots\dots(2.3)$$

Persamaan baru tersebut memberikan mean sebesar 1.40. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk balok tinggi segi empat, beton konvensional dan tulangan longitudinal desak dianggap tidak diperhitungkan.

Abdelsamee dkk (2007) melakukan penelitian mengenai prediksi kuat geser balok slender dan tinggi-T beton bertulang menggunakan *FEM*. Peneliti menggunakan data primer berupa hasil *FEM* 26 balok-T untuk dibandingkan terhadap hasil prediksi persamaan yang diusulkan dan prediksi dari persamaan ACI 318-94 dan Zsutty. Persamaan yang diusulkan untuk balok dengan tulangan badan sebagai berikut :

$$Q_u = \left(q_{cr} + 2.08 \times \left(100\rho + \frac{d}{a} + \frac{B}{b} \right) + 0.212 \times \sqrt{\rho_w F_{yw} \times f_c'_{28}} \right) \times b \times d, \text{ untuk } \frac{a}{d} \leq 2$$

.....(2.4)

$$Q_u = \left(q_{cr} + 1.92 \times \left(100\rho + \frac{d}{a} + \frac{B}{b} \right) + 0.0785 \times \rho_w F_{yw} \times \sqrt[3]{f_c'_{28}} \right) \times b \times d, \text{ untuk } \frac{a}{d} \leq 2$$

.....(2.5)

Sedangkan persamaan yang diusulkan untuk balok tanpa tulangan badan sebagai berikut :

$$Q_u = \left(q_{cr} + 5.47 \times \sqrt[4]{f_c'_{28}} - 39.68 \times S \times \rho \right) \times b \times d$$

.....(2.6)

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima dengan mean sebesar 0.998. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk beton konvensional.

Park dan Kuchma (2007) melakukan penelitian mengenai prediksi kuat geser balok tinggi beton bertulang menggunakan *STM*. Peneliti menggunakan data sekunder berupa hasil eksperimen 214 balok tinggi untuk dibandingkan terhadap hasil prediksi persamaan yang diusulkan dan prediksi dari ACI 318-02 dan CSA A23.3-94. Nilai kuat geser yang diusulkan berdasarkan nilai terkecil dari persamaan berikut ini :

$$V = F_d \times \sin\theta$$

.....(2.7)

$$V = F_c \times \tan\theta$$

.....(2.8)

$$V = F_t \times 4\sin\theta$$

.....(2.9)

$$V = F_h \times 4$$

.....(2.10)

$$V = F_v \times 4\tan\theta$$

.....(2.11)

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima dengan mean sebesar 1.41. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk balok tinggi segi empat, beton konvensional dan tulangan longitudinal desak dianggap tidak diperhitungkan.

Arabzadeh dkk (2009) melakukan penelitian mengenai prediksi kuat geser balok tinggi beton bertulang menggunakan *STM*. Peneliti menggunakan data sekunder berupa hasil eksperimen 324 balok tinggi untuk dijadikan sebagai verifikasi terhadap persamaan yang diusulkan dan kemudian data sekunder tersebut dibandingkan terhadap hasil prediksi persamaan yang diusulkan dan prediksi dari persamaan Foster dan Gilbert, Mau dan Hsu, Hwang dan Lee, Matamoros dkk, ACI 318-05 dan CSA A23.3-94. Persamaan yang diusulkan sebagai berikut:

$$V_u = \frac{f'_c{}^{0.70}}{0.5+0.1\frac{a^2}{d}} A_{str} \sin\theta + 0.09\rho_p^{-0.35} A_{wp} \cos\theta \dots\dots\dots(2.12)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima dengan mean sebesar 1.02. Namun dengan nilai mean hampir sama dengan satu menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan tidak bisa untuk desain dikarenakan kurang konservatif dan perlu dimodifikasi. Untuk tujuan ini hanya 5% spesimen yang diijinkan pada daerah tidak aman. Sehingga persamaan yang diusulkan menjadi seperti berikut ini :

$$V_u = \frac{f'_c{}^{0.70}}{0.7+0.15\frac{a^2}{d}} A_{str} \sin\theta + 0.065\rho_p^{-0.35} A_{wp} \cos\theta \dots\dots\dots(2.13)$$

Persamaan baru tersebut memberikan mean sebesar 1.42. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk balok tinggi segi empat, beton konvensional dan tulangan longitudinal desak dianggap tidak diperhitungkan.

Panjehpour dkk (2015) melakukan penelitian guna menyempurnakan *STM* untuk prediksi kuat geser balok tinggi beton bertulang. Persamaan diusulkan untuk memodifikasi nilai regangan tarik di *strut* berbentuk botol dari balok. *STM* berdasarkan AASHTO LRFD dipilih untuk dimodifikasi dikarenakan memberikan hasil prediksi lebih baik dibandingkan ACI 318-11 dan *Non Linear FEM*. Peneliti menggunakan data primer berupa hasil eksperimen 6 balok tinggi untuk dijadikan sebagai verifikasi terhadap persamaan yang diusulkan dan kemudian data primer tersebut dibandingkan terhadap hasil prediksi persamaan *STM* dari AASHTO LRFD 2012 yang telah dimodifikasi. Persamaan yang diusulkan sebagai berikut ini:

$$\varepsilon_{1-recommended} = (0.50 \left(\frac{a}{d}\right) + 0.53) \times \varepsilon_{1-AASHTO} \dots\dots\dots(2.14)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima tetapi kurang konservatif dengan mean sebesar 0.97. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk memodifikasi *STM* dari AASHTO LRFD. Selain itu khusus untuk balok tinggi segi empat dan beton konvensional.

Bahrami dan Aghayari (2015) melakukan penelitian mengenai prediksi kuat geser balok tinggi beton bertulang dengan perkuatan *carbon fiber reinforced polymer (CFRP)* menggunakan *STM*. Peneliti menggunakan hasil pemodelan

FEM 104 hasil balok tinggi dengan CFRP untuk dijadikan sebagai verifikasi terhadap persamaan yang diusulkan dan kemudian membandingkan hasil eksperimen 24 balok tinggi yang didapat dari literature dengan hasil prediksi persamaan yang diusulkan. Persamaan yang diusulkan sebagai berikut :

$$V_u = \frac{f_c^{0.70}}{0.7+0.15\frac{a}{d}} A_{str} \sin\theta + 0.357\rho_p^{-0.45} A_{wp} f_y \cos\theta + \frac{0.085}{\xi} \rho_{DF}^{-0.5} A_{wp} f_y \cos\theta \dots\dots\dots(2.15)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan memberikan akurasi dapat diterima dengan mean sebesar 0.995 sampai 1.07. Namun dengan nilai mean hampir sama dengan satu menunjukkan bahwa persamaan yang diusulkan tidak bisa untuk desain dikarenakan kurang konservatif dan perlu dimodifikasi. Sehingga persamaan yang diusulkan menjadi seperti berikut ini :

$$V_u = \frac{f_c^{0.70}}{0.73+0.158\frac{a}{d}} A_{str} \sin\theta + 0.34\rho_p^{-0.45} A_{wp} f_y \cos\theta + \frac{0.08}{\xi} \rho_{DF}^{-0.5} A_{wp} f_y \cos\theta \dots\dots\dots(2.16)$$

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persamaan yang diusulkan masih terbatas, yaitu hanya untuk balok tinggi segi empat, beton konvensional dan tulangan longitudinal desak dianggap tidak diperhitungkan.

Tinjauan pustaka di atas menunjukkan bahwa telah banyak penelitian dilakukan untuk menghasilkan model kuat geser balok tinggi beton bertulang dengan *STM*. Akan tetapi, balok tinggi segi empat lebih mendominasi berbagai penelitian yang ada. Adapun Abdelsamee dkk (2007) menggunakan balok biasa dan tinggi-T sebagai obyek tetapi metodenya menggunakan *FEM*. Menjawab batasan yang ada, penulis tertarik untuk mengaplikasikan metode *STM* dari salah

satu peneliti untuk memprediksi kuat geser ultimit, dengan balok tinggi-T sebagai objek penelitian. Hal ini akan penulis paparkan dalam Bab 4.

