

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja ringan merupakan baja profil yang dibentuk dalam keadaan dingin (*cold formed steel*) yang materialnya berupa lembaran pelat baja dengan ketebalan antara 0,4 mm sampai 1,0 mm. Baja ringan mempunyai berat yang lebih ringan daripada kayu dan memiliki kekuatan yang setara dengan kayu kelas I (satu). Meskipun tipis, baja ringan dapat memiliki harga kekuatan tarik sampai 550 MPa, sementara baja biasa sekitar 300 MPa [1]. Berdasarkan pembahasan di atas, salah satu pemanfaatan baja ringan pada konstruksi bangunan adalah sebagai rangka atap.

Dalam penggunaannya sebagai rangka atap, konstruksi baja ringan tersebut secara umum akan dibebani oleh beban tekan aksial pada struktur kolom dan bending pada struktur balok. Untuk struktur kolom, dengan dimensi panjang yang jauh lebih besar dibandingkan ukuran penampang melintangnya, maka struktur ini sangat berpotensi mengalami ketidakstabilan. Akibat ketidakstabilan ini, kolom dapat mengalami perpindahan yang cukup besar (tertekuk atau *buckling*) secara tiba-tiba ketika dibebani secara aksial. Analisis kestabilan yang paling sederhana terhadap struktur kolom yang dibebani secara tekan aksial dijelaskan pertama kali oleh *Euler* pada tahun 1744 [2]. Persamaan yang diberikan *Euler* ini, sampai saat ini masih digunakan oleh para perancang untuk memprediksi besarnya beban kritis suatu kolom yang menyebabkan terjadinya *buckling*. Akan tetapi penggunaan persamaan ini terbatas pada suatu kondisi di mana material kolom dianggap homogen dan elastik, tidak ada perubahan pada geometri penampang, geometri batang lurus sempurna, dan lokasi pembebanan segaris dengan sumbu kolom. Di luar batasan tersebut persamaan *Euler* tidak akan memberikan hasil yang sesuai.

Dalam praktiknya di lapangan, sangat sulit sekali merancang suatu kolom dalam kondisi ideal seperti yang dijelaskan di atas. Walaupun ketelitian dari mesin-mesin produksi telah bisa dibuat dengan sebegitu akurat, akan tetapi tetaplah sulit untuk menghindari keberadaan cacat pada geometri struktur, baik penampang

maupun batang, apalagi untuk kolom yang memiliki geometri yang panjang dan dengan ketebalan yang cukup tipis. Kemudian, kesulitan lain mungkin dapat timbul pada waktu proses konstruksi, di mana lokasi dari pembebanan tidak segaris lagi dengan garis sumbu kolom itu sendiri (timbulnya beban essentrisitas). Kondisi-kondisi seperti ini jelas akan mempengaruhi besarnya beban kritis kolom akibat *buckling*, di mana dari banyak penelitian yang telah dilakukan harga kekuatan kritis yang diberikan dapat tereduksi jauh di bawah harga yang diberikan oleh persamaan *Euler*.

Saat ini sebenarnya telah ada persamaan desain yang diberikan untuk mengatasi permasalahan di atas, seperti persamaan *Secant* untuk menghitung beban kritis kolom akibat pembebanan essentrisitas, dan persamaan *Perry-Robertson* untuk menentukan beban kritis suatu kolom yang memiliki cacat geometri pada batang [3]. Akan tetapi, penggunaan persamaan tersebut kembali dibatasi oleh asumsi-asumsi tertentu. Kemudian, kedua persamaan tersebut hanya bisa digunakan untuk kasus masing-masing. Ini berarti, persamaan *Secant* tidak dapat digunakan jika struktur memiliki cacat geometri pada batang, dan sebaliknya persamaan *Perry-Robertson* tidak dapat digunakan jika beban yang diberikan memiliki jarak essentrisitas.

Dari penelitian sebelumnya [4] telah didapatkan suatu persamaan analitik bantu untuk menghitung beban kritis akibat beban tekan aksial yang melibatkan cacat geometri pada batang dan beban essentrisitas secara bersamaan. Kolom yang digunakan berpenampang segi empat masif dan memiliki variasi rasio kelangsingan antara $\lambda=100$ dan $\lambda=200$. Cacat geometri batang dimodelkan dalam bentuk fungsi sinus dengan simpangan maksimum di tengah kolom sebesar 0,001 L dan 0,01 L. Sedangkan beban essentrisitas diberikan dalam jarak 0,25b sampai 0,5b dari sumbu netral (b adalah lebar penampang). Hasil penghitungan beban kritis dilakukan secara numerik dengan memanfaatkan metode elemen hingga dibandingkan dengan hasil dari persamaan analitik bantu tersebut, dengan akurasi terendah sebesar 91%. Kemudian jika diperbandingkan dengan standar-standar perancangan yang ada, hasil penghitungan numerik ini secara umum mendekati

hasil yang diberikan oleh standar perancangan *Structural Stability Reserach Council* (SSRC) yang sangat sensitif terhadap keberadaan cacat geometri.

1.2 Perumusan Masalah

Melanjutkan pekerjaan sebelumnya, tugas akhir ini membahas penghitungan kekuatan *buckling* struktur kolom baja ringan di bawah pengaruh 3 faktor: cacat batang, cacat geometri penampang, dan beban essentrisitas. Faktor tambahan yang diperhitungkan adalah keberadaan cacat geometri penampang, di mana cacat geometri penampang ini adalah perubahan bentuk penampang pada sebuah model penampang yang diambil dari ragam bentuk 1, 2, dan 3. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya memperlihatkan bahwa keberadaan cacat geometri penampang ini dapat mempengaruhi besarnya beban kritis struktur kolom akibat beban tekan aksial [5].

Faktor lain yang juga menjadi perhatian adalah jenis penampang yang digunakan dipilih dari beberapa penampang baja ringan yang memang terdapat di pasaran. Karena persamaan beban teoritik untuk analisis kestabilan kolom yang melibatkan ketiga parameter tersebut sangat sulit diturunkan dengan konsep mekanika padat, maka tugas akhir ini menggunakan software komputasi *in-house* berbasis metode elemen hingga yang secara akurasi telah terbukti cukup baik pada beberapa penelitian sebelumnya [4][6][7].

Hasil beban kritis yang diperoleh selanjutnya akan dibandingkan dengan beban luluh material sehingga didapatkan harga faktor reduksi batang yang memperlihatkan penurunan nilai beban kritis terhadap beban luluh materialnya, dari faktor reduksi yang didapatkan itu nantinya akan dibandingkan dengan nilai yang diperoleh melalui standar-standar perancangan. Beberapa model juga dapat diverifikasi dengan menggunakan persamaan *Euler*, *Secant*, *Perry-Robertson* dan persamaan gabungan *Secant-Perry Robertson*. Secara teknis, struktur kolom yang dipilih dimodelkan dengan tumpuan *roller* pada ujung bagian atas dan *pin* pada ujung bagian bawah. Rasio kelangsingan dipilih dalam kategori “panjang” yang dibuat bervariasi antara 100 sampai dengan 200, dengan tujuan agar kegagalan *buckling* terjadi ketika kondisi kolom masih dalam keadaan elastik sehingga memudahkan proses perbandingan hasil.

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh perubahan bentuk penampang struktur terhadap faktor reduksi kolom.
2. Mengetahui pengaruh perubahan bentuk penampang struktur dan beban essentrisitas terhadap faktor reduksi kolom.
3. Mengetahui pengaruh perubahan bentuk penampang struktur dan cacat batang terhadap faktor reduksi kolom.
4. Mengetahui pengaruh perubahan bentuk penampang struktur, beban essentrisitas dan cacat batang terhadap faktor reduksi kolom,
5. Melihat perbandingan hasil numerik terhadap standar perancangan yang ada.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh melalui tugas akhir ini adalah untuk menentukan secara cepat kekuatan kritis kolom baja akibat beban tekan aksial dalam berbagai kondisi lapangan.

1.5 Batasan Masalah

Penampang yang digunakan dalam tugas akhir ini diambil dari jenis baja ringan yang sering dijual di pasaran kota Padang, Sumatera Barat.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun atas lima bab dengan pembahasannya masing-masing. Pada Bab 1 dibicarakan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Selanjutnya pada Bab 2 berisikan persamaan analitik penghitungan kekuatan kritis buckling kolom dengan penampang. Kemudian pada Bab 3 dijelaskan tentang penentuan model geometri, pemodelan kondisi batas dan pembebanan, tahapan penghitungan beban kritis profil sempurna dan profil cacat geometri. Selanjutnya Bab 4 berisi tentang hasil dan pembahasan serta Bab 5 merupakan kesimpulan yang diperoleh pada penelitian tugas akhir ini.