

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan optimasi dalam rekayasa konstruksi di dunia ketekniksipilan semakin banyak digunakan untuk diaplikasikan pada komponen struktural suatu bangunan seperti pada *frames* ataupun *truss*. Hal ini dikarenakan penggunaan optimasi pada rekayasa struktur mampu menghasilkan suatu struktur yang efisien, dimana struktur tersebut selain harus memenuhi syarat-syarat perencanaan juga murah dari segi biaya. Oleh karena itu, optimasi struktur sedang berkembang saat ini, selain dikarenakan dapat menghasilkan suatu struktur yang efisien, menurut Rajan (1995) optimasi dapat dikembangkan dalam ruang lingkup yang luas, bagaimana mencari variabel-variabel yang realistik, mencari teknik untuk menempatkan seluruh desain variabel secara optimum serta meningkatkan efisiensi dalam prosedur numerik. Banyak penelitian tentang optimasi struktur yang telah dilakukan, beberapa diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Goldberg dan Samtani (1986) dimana struktur yang dioptimasi untuk ukuran penampang adalah struktur rangka kuda-kuda atap dengan 10 batang (*10-bar truss*), Lin dan Hajela (1992,1993), tujuan penelitian ini adalah untuk meminimalkan berat struktur dimana struktur yang ditinjau adalah struktur rangka batang (*eight-bar truss*) dengan menggunakan *displacement* (perpindahan) dan *stress* (tegangan) sebagai *constraints*. Penelitian yang dilakukan oleh Sakamoto dan Oda (1993) yaitu mengoptimalkan berat struktur dengan ukuran penampang

dan topologi sebagai *design variables*. Banyak teknik optimasi yang digunakan dalam dunia struktur. Menurut Lin dan Hajela (1992), pencarian secara tepat dan metode pencarian acak yang sederhana adalah cara yang paling sederhana dan strategi yang kuat dalam mengoptimalkan secara otomatis persoalan dalam menemukan suatu variabel desain. Salah satu teknik optimasi yang sederhana namun mempunyai hasil yang baik terhadap pengoptimalan suatu struktur adalah optimasi dengan menggunakan algoritma genetika (*genetic algorithm*).

Teknik optimasi dengan menggunakan algoritma genetika telah banyak digunakan peneliti-peneliti terdahulu untuk mengoptimasi suatu struktur agar menjadi lebih efisien. Algoritma genetika adalah prosedur pencarian dan optimasi berdasarkan teori seleksi alami Charles Darwin. Sejak pertama kali dirintis oleh John Holland pada tahun 1960-an, algoritma genetika telah dipelajari, diteliti dan diaplikasikan secara luas pada berbagai bidang. Algoritma genetika banyak digunakan pada masalah praktis yang berfokus pada pencarian parameter-parameter optimal. Menurut *Goldberg* (1989), mekanisme dari penggunaan algoritma genetika berasal dari teori seleksi alam Charles Darwin dimana hanya populasi yang mempunyai nilai *fitness* yang tinggi yang mampu bertahan. Algoritma genetika telah digunakan untuk memperoleh solusi nilai optimum dan menunjukkan kelebihanannya untuk menemukan solusi nilai optimum untuk persoalan-persoalan yang kompleks.

Ada tiga variabel yang dapat dioptimasi dengan menggunakan algoritma genetika untuk struktur rangka batang bidang yaitu optimasi ukuran penampang (*sizing optimization*), optimasi topologi (*topology optimization*), optimasi bentuk

struktur (*shaping optimization*). Optimasi ukuran penampang adalah optimasi yang dilakukan untuk mendapatkan bentuk-bentuk penampang dari struktur yang optimal. Menurut Rajan (1995), optimasi topologi adalah optimasi untuk mendapatkan *layout* atau topologi dari struktur dimana topologi bukan hanya bagaimana *nodes* terhubung satu dengan yang lainnya tetapi berapa banyak *nodes* yang ditempatkan pada struktur tersebut. Optimasi bentuk adalah optimasi untuk mendapatkan bentuk struktur yang paling optimum dimana yang menjadi variabel desain dari optimasi bentuk adalah *nodes* itu sendiri sehingga harus ditentukan terlebih dahulu *boundary condition* (kondisi batas) terhadap *nodes* tersebut. Ketiga optimasi tersebut bertujuan untuk mengoptimalkan berat struktur rangka batang *plane* secara keseluruhan.

Penggunaan algoritma genetika dalam bidang teknik sipil telah banyak digunakan peneliti-peneliti terdahulu antara lain Rajeev dan Krishnamoorthy (1992), Rajan (1995), Sesok dan Belevicius (2007), Hadi dan Arfiadi (1999a), Arfiadi (2000), Hadi dan Arfiadi (2011). Populasi pada algoritma genetika merupakan calon solusi suatu permasalahan. Populasi ini akan mengalami proses evolusi yang berdasarkan pada mekanisme populasi yang mempunyai nilai *fitness* tertinggi (Arfiadi, 2000). Populasi-populasi ini akan mengubah *chromosome* untuk menghasilkan keturunan melalui tahap pindah silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*) sehingga populasi tersebut bertahan pada generasi selanjutnya. Individu yang “baik” dapat dilihat dari nilai *fitness* yang tinggi dan akan bertahan dan dipilih untuk menjadi populasi pada generasi selanjutnya. Populasi yang mempunyai nilai *fitness* yang rendah akan digantikan dengan populasi yang

mempunyai nilai *fitness* yang tinggi. Tentu saja beberapa populasi dengan nilai *fitness* yang rendah akan bertahan untuk menjadi populasi pada generasi selanjutnya, hal ini terjadi hanya karena populasi tersebut “beruntung”. Nilai rata-rata *fitness* pada populasi yang ada akan lebih baik daripada populasi sebelumnya. Nilai *fitness* merepresentasikan fungsi objektif dari persoalan yang sebenarnya yang ingin didapatkan. Ukuran dari keoptimalan suatu populasi diukur dengan *fitness* masing-masing populasi. Kondisi ini membuat algoritma genetika dapat digunakan untuk persoalan optimasi yang susah dan kompleks sehingga mendapatkan solusi yang optimum dengan menggunakan cara yang mudah.

Penelitian ini tidak hanya menggunakan algoritma genetika untuk mengoptimasi ukuran penampang atau topologi saja seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Rajeev dan Krishnamoorthy (1992) dan Sesok dan Belevicius (2007) tetapi menggabungkan kedua optimasi tersebut untuk mendapatkan topologi, ukuran penampang yang optimal dari suatu struktur *plane truss*. Penelitian yang dilakukan oleh Rajan (1995) dalam jurnal yang berjudul “*Sizing, Shape, and Topology Design Optimization of Trusses Using Genetic Algorithm*” menggunakan bentuk rangka batang bidang (*plane truss*) dengan model tertentu (*fixed nodes*). Model tersebut kemudian dioptimasi dengan menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan hasil yang optimal. Penelitian ini menggunakan cara kerja yang hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Rajan (1995) dalam mengoptimasi struktur *plane truss*. Perbedaannya terletak pada bentuk/model struktur *truss*-nya. Penelitian Rajan (1995) menggunakan bentuk rangka batang tertentu dengan *fixed nodes* dan bentuk struktur yang sudah

diketahui sedangkan pada penelitian ini menggunakan bentuk rangka batang tertentu dengan *nodes* yang dioptimasi dan bentuk struktur yang belum diketahui, yang diketahui hanyalah bentuk struktur dasar (*nodes* yang memikul beban). Penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan bentuk struktur, ukuran penampang, serta letak titik *nodes* yang optimal dengan menggunakan *hybrid genetic algorithm*. Menurut Hadi dan Arfiadi (2011), kombinasi antara optimasi dengan menggunakan algoritma genetika biner (*binary genetic algorithm*) dan algoritma genetika *real* (*real genetic algorithm*) dalam sebuah pengaturan disebut algoritma genetika *hybrid* (*hybrid genetic algorithm*). Penggunaan algoritma genetika *hybrid* (*hybrid genetic algorithm*) ini menunjukkan bahwa alat optimasi ini adalah stabil dan memiliki kemampuan untuk mengeksplorasi daerah *domain* yang tidak diketahui untuk kepentingan *design variables* terlebih pada bagian algoritma genetika *real* (*real genetic algorithm*). Penggunaan optimasi algoritma genetika *hybrid* pada penelitian ini hanya meninjau struktur *plane truss* dengan menggunakan algoritma genetika *hybrid* (*hybrid genetic algorithm*) khususnya struktur kuda-kuda rangka atap baja. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan suatu struktur *plane truss* yang efisien, dimana tidak hanya syarat-syarat teknis terpenuhi melainkan juga dapat menghasilkan struktur yang hemat dari segi biaya (*cost*).

1.2 Perumusan Masalah

Perencanaan struktur rangka kuda-kuda atap baja yang optimal adalah struktur rangka baja dengan berat yang minimal tetapi memenuhi kriteria perencanaan.

Dalam kasus ini, ada tiga variabel yang dapat dioptimasi dalam struktur rangka kuda-kuda atap baja yaitu ukuran penampang, topologi struktur, dan bentuk struktur (*sizing, topology, and shaping optimization*). Ketiga variabel tersebut dioptimasi dengan menggunakan *hybrid genetic algorithm* untuk mendapatkan suatu struktur yang efisien.

1.3 Batasan Masalah

Dalam studi ini permasalahan yang dibatasi adalah:

1. Struktur rangka kuda-kuda atap yang digunakan adalah struktur segitiga sama kaki dengan tinggi dan bentang tertentu.
2. Optimasi bentuk (*shaping optimization*) hanya dilakukan pada *nodes* terluar dari struktur rangka batang dan dibatasi nilai perpindahannya.
3. Optimasi bentuk (*shaping optimization*) tidak mengubah bentuk dari struktur, hanya letak *nodes* yang dioptimasi yang berubah.
4. Ukuran penampang yang digunakan dalam optimasi (*sizing optimization*) adalah ukuran-ukuran penampang tertentu yang berjumlah 16 penampang yang berbeda untuk tiap model struktur yang dioptimasi.
5. Semua perhitungan yang digunakan menggunakan program MATLAB R2013.
6. Metode analisis struktur yang digunakan adalah metode matriks kekakuan.
7. Struktur rangka kuda-kuda atap baja diasumsi sebagai struktur rangka batang bidang murni (*plane truss*), dimana setiap batang (*member*) hanya

mengalami aksial tarik atau tekan, mengalami perpindahan vertikal dan horisontal (tidak mengalami momen, dan perubahan sudut/rotasi).

1.4 Keaslian Penelitian

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, judul Tugas Akhir “Optimasi Ukuran Penampang, Topologi, dan Bentuk Struktur Pada Struktur Rangka Kuda-Kuda Atap Baja dengan Menggunakan Algoritma Genetika” belum pernah digunakan sebelumnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menjadi pertimbangan dalam mendesain suatu struktur rangka baja khususnya struktur rangka kuda-kuda atap baja untuk mendapatkan hasil yang optimum.
2. Dapat memberikan sedikit pengetahuan tentang penggunaan algoritma genetika (*genetic algorithm*) dalam optimasi struktur khususnya struktur rangka baja.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Menentukan ukuran penampang, topologi, dan letak titik *nodes* yang paling optimum (meminimalkan berat struktur) terhadap suatu rangka batang bidang (*plane truss*) khususnya untuk konstruksi kuda-kuda rangka

atap baja dengan menggunakan algoritma genetika *hybrid (hybrid genetic algorithm)*.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulisan dalam lima bab, sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, keaslian penelitian, manfaat penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Berisi mengenai uraian-uraian teori yang mendasari penulisan ini yang diambil dari peneliti-peneliti terdahulu.

Bab III Metode Penelitian

Berisi mengenai metode optimasi dengan menggunakan algoritma genetika dan metode analisis struktur yang digunakan yaitu metode matriks kekakuan.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berisi mengenai hasil-hasil optimasi dari metode yang digunakan dalam mengoptimalkan struktur rangka kuda-kuda atap baja.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.