

APLIKASI ALGORITMA GENETIKA PADA PEMILIHAN *BEAM* UNTUK *SUPPORT FRAME*

Arief Syarifuddin¹, Erdina Arianti²

¹Politeknik Negeri Madura, Sampang

Jl. Raya Taddan, Abacateh, Taddan, Camplong, Kabupaten Sampang, Jawa Timur. Indonesia

²Balai Teknologi Hidrodinamika BPPT, Surabaya Indonesia

Jl. Hidrodinamika, Sukolilo, Keputih, Surabaya, Kota SBY, Jawa Timur. Indonesia

Email: ariefsyarifuddin@poltera.ac.id¹ erdina.arianti@bppt.go.id²

Abstrak

Algoritma genetik adalah sebuah teknik untuk mencari nilai optimum secara stochastic sesuai prinsip dasar dan teori evolusi. Metode ini diawali oleh Holland dan De Jong pada tahun 1975. Selanjutnya, berbagai macam aplikasi algoritma genetik diterapkan untuk berbagai permasalahan, salah satunya dalam jurnal ini yaitu penerapan algoritma genetik untuk pemilihan *beam* dengan berat minimum dan memenuhi kendala yaitu rasio lebar-tebal, rasio kerampingan, dan *unity check* berdasarkan persamaan dalam API RP 2A LRFD dan AISC 13th edition. Berat *beam* akan berpengaruh secara langsung terhadap biaya produksi, *beam* dengan berat minimum akan menghasilkan biaya produksi yang minimum pula, begitu pula sebaliknya. Diharapkan dengan adanya jurnal ini akan bisa diketahui berat minimum *beam* yang diijinkan API dan AISC yang sesuai dengan kasus ini, sehingga akan mendapat biaya produksi seminimal mungkin. Dari algoritma genetik diperoleh *beam* yang menghasilkan berat minimum dan memenuhi ketiga kendala diatas dengan probabilitas *crossover* 80% adalah W8x40 dengan berat sebesar 629.6 lb, rasio lebar-tebal adalah 14.41, rasio kerampingan terhadap sumbu-x adalah 53.51, rasio kerampingan terhadap sumbu-y adalah 92.59 dan *unity check* adalah 0.234. Sedangkan untuk probabilitas *crossover* 95% adalah W12x54 dengan berat sebesar 629.6 lb, rasio lebar-tebal adalah 14.41, rasio kerampingan terhadap sumbu-x adalah 53.51, rasio kerampingan terhadap sumbu-y adalah 92.59 dan *unity check* adalah 0.235.

Kata Kunci: algoritma, genetika, *jacket*, anjungan.

Abstract

Genetic algorithm is a technique to find the stochastic optimum value according to the basic principles and theory of evolution. This method was initiated by Holland and De Jong in 1975. Furthermore, various kinds of genetic algorithm applications are applied to various problems, one of them in this journal, namely the application of genetic algorithm for the selection of beams with minimum weight and meeting constraints, which are the width-thickness ratio, slope ratio and unity check based on the formula in API RP 2A LRFD and AISC 13th edition. Beam weight will directly affect the production costs and the beam with the minimum weight will produce the minimum production costs and vice versa. It is expected that with this journal, it can be known that the minimum beam weight allowed by API and AISC is in accordance with this case, so that it will get a minimum production cost. From the genetic algorithm, it is obtained the beam that produces minimum weight and meets the three constrains above with the probability of 80% crossover is W8x40 with a weight of 629.6 lb, the width-thickness ratio is 14.41, slenderness ratio on the x-axis is 53.51, slenderness ratio on the y-axis is 92.59 and unity check is 0.234. Whereas for the 95% crossover probability is W12x54 with a weight of 629.6 lb, the width-thickness ratio is 14.41, slenderness ratio on the x-axis is 53.51, slenderness ratio on the y-axis is 92.59 and unity check is 0.235.

Keywords: algorithm, genetic, *jacket*, platform.

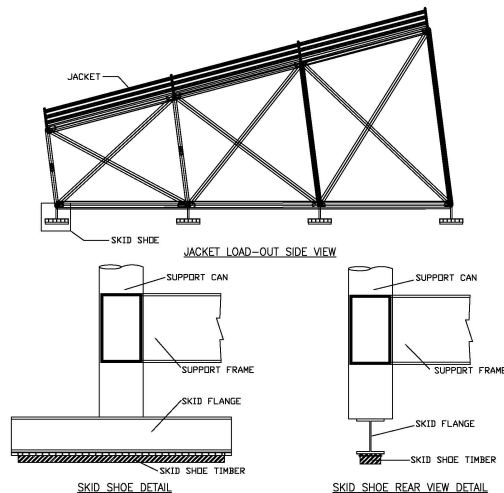
1. PENDAHULUAN

Proses peluncuran (*load out*) merupakan salah satu proses penting ketika anjungan lepas pantai terpancang (*jacket platform*) akan diangkut ke lokasi penempatannya di tengah laut. Dalam proses peluncuran dikenal dengan adanya analisa *load out*. Analisa ini meliputi analisa struktur *jacket* saat dilakukan peluncuran pada kapal dan analisa desain

sepatu luncur (*skid shoe*). Dalam analisa desain sepatu luncur ada beberapa tahap yang harus dilakukan yaitu desain *support can*, *support frame* dan *shoe timber* seperti tampak pada Gambar 1. Pembahasan secara khusus terhadap desain *support frame* akan dibahas pada jurnal ini. Ketika desain *support frame* dibuat, penting untuk diperhatikan dalam pemilihan balok (*beam*) yang digunakan pada *support frame*. Hal ini dikarenakan pemilihan

beam sangat berkaitan dengan kemampuan *support frame* untuk bisa menahan beban yang bekerja pada *support* itu sendiri. Beban yang bekerja pada *support frame* adalah akibat beban dari *jacket*.

Pemilihan *beam* yang sesuai untuk *support frame* dilakukan dengan cara algoritma genetik. Algoritma genetika adalah salah satu cabang dari algoritma evolusi yang merupakan metode adaptif yang biasa digunakan untuk



Gambar 1. Tata letak *skid shoe* dan *jacket* pada analisa *load out*

memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi [1]. Dalam penyelesaian masalah menggunakan algoritma, beberapa definisi yang perlu diperhatikan adalah gen, kromosom, individu, populasi dan generasi. Gen yang digunakan dalam studi kasus ini adalah tebal dan berat nominal *beam*, yang mana keduanya merupakan variabel dalam permasalahan ini. Kriteria yang ingin dicapai yaitu *beam* dengan berat minimum dan memenuhi kendala yaitu rasio lebar-tebal (*width-thickness ratio*), rasio kerampingan (*slenderness ratio*) dan *unity check* berdasarkan persamaan dalam API RP 2A LRFD [2] dan AISC 13th edition [3]. Berat *beam* akan berpengaruh secara langsung terhadap biaya produksi, *beam* dengan berat minimum akan membuat biaya produksi yang minimum, begitu pula sebaliknya. Diharapkan dengan adanya jurnal ini akan bisa diketahui berat minimum *beam* yang diijinkan API RP 2A LRFD dan AISC 13th edition yang sesuai

dengan kasus ini, sehingga akan mendapat biaya produksi seminimal mungkin.

2. METODE

Referensi [4] menjelaskan bahwa algoritma didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam atau “siapa yang kuat dia yang bertahan”. Dengan meniru teori evolusi ini algoritma genetik dapat digunakan untuk mencari permasalahan dalam dunia nyata. Pencipta algoritma genetik adalah John Holland, dengan menggunakan analogi secara langsung dari kebiasaan yang alami. Algoritma berisikan individu yang tergabung menjadi sebuah populasi, dimana individu merepresentasikan solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada. Pengertian yang hampir sama dengan individu yaitu kromosom, kromosom adalah gabungan gen yang membentuk nilai tertentu. Sedangkan, gen adalah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu. Generasi adalah satu siklus proses evolusi atau satu iterasi di dalam algoritma genetik.

Pertahanan yang tinggi dari individu memberikan kesempatan untuk melakukan reproduksi melalui perkawinan silang antar individu dalam satu populasi. Individu baru yang dihasilkan dinamakan keturunan (generasi baru) yang membawa beberapa sifat dari induknya, sedangkan individu yang tidak terseleksi dalam reproduksi akan mati dengan sendirinya. Dengan demikian, beberapa generasi dengan karakteristik yang bagus akan bermunculan dalam populasi tersebut, untuk kemudian dicampur dan ditukar dengan karakter yang lain. Semakin banyak individu yang dikawinkan maka akan semakin besar kemungkinan terbaik yang dapat diperoleh [5]. Setelah beberapa generasi maka algoritma ini akan mengalami konvergen pada kromosom terbaik dengan nilai optimum dari permasalahan tersebut.

Tahapan yang harus dilakukan dalam algoritma genetik adalah pendefinisian nilai *fitness* (kendala dan kriteria), *sampling*, seleksi, *crossover* dan mutasi gen. Nilai *fitness* merupakan ukuran baik atau tidaknya sebuah individu atau solusi yang didapat. *Sampling* merupakan pembangkitan individu awal yang biasanya dilakukan secara acak atau melalui prosedur tertentu. Seleksi digunakan untuk memilih individu-individu mana yang akan dipilih untuk proses *crossover* dan mutasi. Semakin tinggi nilai *fitness* suatu individu maka semakin besar kemungkinannya untuk terpilih karena “induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik”. Dalam jurnal ini metode seleksi yang digunakan adalah metode mesin roulette yaitu dengan menghitung probabilitas untuk tiap-tiap individu berdasarkan nilai *fitness*-nya yang kemudian dijadikan kisaran nilai random untuk masing-masing individu tersebut. Selanjutnya adalah membangkitkan bilangan random, dari hasil bilangan random tersebut tentukan individu mana yang terpilih dalam proses seleksi. *Crossover* adalah pembentukan individu baru dengan melibatkan dua induk. *Crossover* menghasilkan titik baru dalam ruang pencarian yang siap untuk diuji. Pemilihan dilakukan dengan melakukan random kepada semua individu dengan peluang terjadinya *crossover* yang digunakan dalam studi kasus ini adalah 0.80 dan 0.95. Apabila *crossover* tidak dilakukan maka nilai dari induk akan diturunkan kepada keturunan. Mutasi gen adalah operator yang berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inisialisasi populasi. Kromosom anak dimutasi dengan menambahkan nilai random yang sangat kecil, dengan probabilitas rendah [6].

A. Rasio Lebar-Tebal

Jika sebuah elemen memiliki penampang melintang sangat tipis maka akan terjadi *local buckling*. Jika ini terjadi penampang melintang tidak akan lagi mampu memikul beban tekan

penuh dan ada kemungkinan elemen akan mengalami kegagalan. Suatu penampang yang mengalami beban aksial tekan murni, kekuatannya harus direduksi jika penampang tersebut termasuk yang langsing. Nilai batas rasio lebar-tebal diberikan pada AISC B4, “*Classification of Section for Local Buckling*”, dimana bentuk penampang melintang diklasifikasikan sebagai *compact*, *noncompact* dan *slender* berdasarkan nilai rasio. Rasio lebar-tebal diberi simbol λ . λ untuk bentuk I dan H adalah b_f/t_f dan h/t_w . Jika λ lebih besar dari batas yang ditentukan maka dinotasikan λ_r yang diklasifikasikan sebagai *slender* dan potensi *local buckling* harus diperhitungkan. λ_r merupakan batas atas untuk bentuk *noncompact*, sedangkan λ_p merupakan batas atas untuk bentuk *compact*. Ketiga persamaan diatas dapat ditulis sesuai acuan (1) dan (2):

$$\lambda \leq \lambda_p \quad : \text{ bentuk } compact$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \quad : \text{ bentuk } non\text{-compact}$$

$$\lambda > \lambda_r \quad : \text{ bentuk } slender$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 15.8941 \quad (1)$$

$$UC \leq 1.0 \quad (2)$$

h merupakan jarak antara kaki *flange*, t_w adalah tebal *web*, b_f adalah lebar *flange* dan t_f adalah tebal *flange*.

B. Rasio Kerampingan

Untuk elemen yang mengalami beban tekan, maka nilai rasio kerampingan mengacu pada (3).

$$\frac{kL}{r} \leq 200 \quad (3)$$

L adalah panjang *unbraced* secara lateral pada elemen, k adalah faktor panjang efektif dan r adalah radius girasi. Faktor panjang efektif untuk tumpuan sendi bernilai satu.

C. Unity Check

Hubungan antara kekuatan yang dibutuhkan dan kekuatan yang tersedia mengacu pada (4) dan (5).

$$\frac{\text{kekuatan yang dibutuhkan}}{\text{kekuatan yang tersedia}} \leq 1.0 \quad (4)$$

$$\frac{P_r}{P_c} \leq 1.0 \tag{5}$$

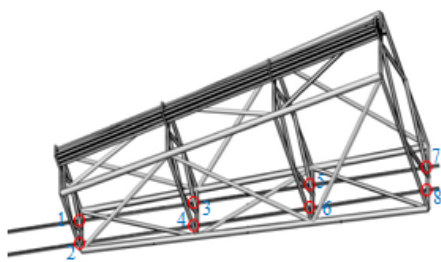
Untuk bagian yang mengalami tekan, kekuatannya adalah sama dengan gaya aksial yang dapat dilihat pada acuan (6).

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} \leq 1.0 \tag{6}$$

P_r adalah kekuatan aksial yang dibutuhkan dan P_c adalah kekuatan aksial yang tersedia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam studi kasus ini adalah hasil analisa dinamis untuk sebuah *jacket platform* saat proses *load out* seperti tampak pada Gambar 2. Tegangan *yield* sebesar 36 ksi, modulus young sebesar 29000 ksi, faktor panjang efektif adalah 1 dan panjang *beam* adalah 188.88 inchi. Dipilih salah satu *member* dengan nilai gaya dan momen yang besar yaitu *member* dengan ujung titik 1 dan 2. Selanjutnya menghitung beban dan momen terfaktornya berdasarkan API RP 2A LRFD. Gaya dan momen yang bekerja pada *support frame* dapat dilihat pada Tabel 1. Data yang dipakai untuk penyelesaian masalah ini adalah $\phi_b M_{px}$, $\phi_b M_{py}$, $\phi_c P_n$, I_x , b_f , t_f , h/t_w , r_x , dan r_y . Nilai-nilai tersebut didapat dari AISC 13th edition. Untuk ilustrasi *support frame* yang dikenai gaya dan momen dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Pemodelan *jacket platform*

Tabel 1. Gaya dan momen yang bekerja pada *support frame*

JOINT	P_{nt}	M_{ntx}	M_{nty}
	lb	lb.m	lb.m
1	24337.27	1.823.738	2.659.645
2	17813.27	7.045.926	2.148.072
3	18066.58	7.952.848	1.102.452

4	25555.96	9.182.456	1.088.113
5	9262.67	2.518.102	2.628.609
6	30832.69	3.183.982	7.296.639
7	6.786.479	3.182.281	1.065.476
8	29660.25	396.481	6.489.279



Gambar 3. Ilustrasi *support frame* yang dikenai gaya dan momen

Untuk *biaxial bending* yang mengalami beban tekan, akan terdapat dua momen rasio sebagai tampak pada acuan (7) dan (8).

$$\frac{P_r}{P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cy}} + \frac{M_{ry}}{M_{cx}} \right) \leq 1.0 \tag{7}$$

$$M_c = \phi_c P_n \tag{8}$$

M_r adalah momen yang dibutuhkan (x dan y adalah *bending* pada x dan y axis) dan M_c adalah momen yang tersedia.

Persamaan di atas adalah dasar untuk formula di AISC untuk subjek dengan beban tekan *bending* ditambah aksial. Persamaan (9) dan (10) adalah persamaan AISC untuk beban aksial yang kecil dan besar.

- Untuk $\frac{P_u}{\phi_c P_n} \geq 0.2$

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.00 \tag{9}$$

- Untuk $\frac{P_u}{\phi_c P_n} < 0.2$

$$\frac{P_u}{2\phi_c P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0 \tag{10}$$

Untuk memperhitungkan akibat dua faktor pembesaran, B_1 dan B_2 digunakan dua tipe momen seperti pada acuan (11).

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \tag{11}$$

M_r adalah momen yang dibutuhkan, M_{nt} adalah momen terfaktor untuk kondisi *braced* dan M_{lt} adalah momen terfaktor untuk kondisi *unbraced*.

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - (\alpha P_r / P_{el})} \geq 1.0 \tag{12}$$

$$P_{el} = \frac{\pi^2 EI}{(K_1/L)^2} \tag{13}$$

$$P_r = P_{nt} + P_{lt} \tag{14}$$

$$C_m = 0.6 - 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \tag{15}$$

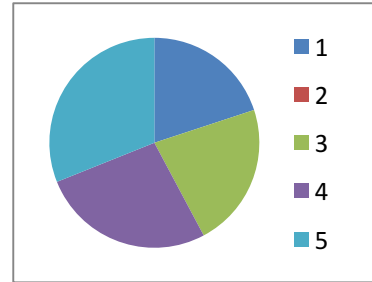
P_r adalah kekuatan kompresi aksial yang dibutuhkan, M_1 adalah momen terkecil, M_2 adalah momen terbesar, P_{el} adalah beban Euler, C_m adalah faktor dan $\alpha=1$ pada acuan (12), (13), (14) dan (15).

Tahap pertama dalam penyelesaian algoritma genetik yaitu pendefinisian nilai *fitness* telah dibahas diatas. Tahap selanjutnya yaitu proses *sampling*, dalam studi kasus ini digunakan tebal *beam* adalah 8, 10, 12 dan 14 inchi, sedangkan untuk berat nominal adalah kisaran 480 sampai 840 lb/in. Untuk tahap seleksi, *crossover* dan mutasi, metode yang digunakan telah dibahas pada dasar teori. Berikut merupakan iterasi dari penyelesaian masalah dengan algoritma genetik dengan probabilitas *crossover* 95%.

Tabel 2 Penyelesaian algoritma genetik generasi 1

D	W	Shape	kL/r _x		Ket
			Nilai	Ket	
8	61-70	W8x67	50,77	OK	89,09.00
10	51-60	W10x54	43,22.00	OK	73,78
		W10x60	43,03.00	OK	73,49.00
12	46-50	W12x50	36,46.00	OK	96,37.00
		W12x45	32,45.00	OK	99,94
14	40-45	W14x43	32,45.00	OK	99,94
		W14x45	32,45.00	OK	99,94
D	W	Shape	b/t _x		Ket
			Nilai	Ket	
8	61-70	W8x67	0,393055556	OK	OK
10	51-60	W10x54	16,26	TIDAK	OK
		W10x60	0,642361111	OK	OK
12	46-50	W12x50	0,54375	OK	OK
		W12x45	15,09	OK	OK
D	W	Shape	UC		w
			Nilai	Ket	
8	61-70	W8x67	0,097222222	AMAN	1054,58.0
10	51-60	W10x54	0,099305556	AMAN	849,96
		W10x60	0,088888889	AMAN	944,04.00
12	46-50	W12x50	0,14375	AMAN	787
		W12x45	0,176388889	AMAN	676,82

Dari Tabel 2 diatas, pada generasi awal dari kelima individu terdapat satu individu yang tidak memenuhi kendala rasio lebar-tebal sehingga individu tersebut tidak diperhitungkan dalam penentuan individu pada generasi baru. Probabilitas untuk tiap-tiap individu berdasarkan nilai *fitness*-nya yang akan dijadikan acuan dalam pemilihan individu baru adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Probabilitas untuk tiap-tiap individu berdasarkan nilai *fitness*

Tabel 3 Penyelesaian algoritma genetik generasi 2

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	51-60	W8x58	36,46	OK	96,37	OK
10	61-70	W10x68	42,54	OK	72,93	OK
		W12x40	36,82	OK	97,36	OK
12	40-45	W12x45	36,68	OK	96,86	OK
		W14x48	32,29	OK	98,89	OK
D	W	Shape	b/t _x		h/t _x	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	51-60	W8x58	12,63	OK	OK	OK
10	61-70	W10x68	13,12	OK	OK	OK
		W12x40	15,55	OK	OK	OK
12	40-45	W12x45	14	OK	OK	OK
		W14x48	13,5	OK	OK	OK
D	W	Shape	UC		w	
			Nilai	Ket	lb/in	lb/in
8	51-60	W8x58	0,207	AMAN	787	787
D	W	Shape	UC		w	
			Nilai	Ket	lb/in	lb/in
10	61-70	W10x68	0,112	AMAN	1070,32	1070,32
12	40-45	W12x40	0,251	AMAN	629,6	629,6
		W12x45	0,228	AMAN	708,3	708,3
14	46-50	W14x48	0,224	AMAN	755,52	755,52

Dari Tabel 3 diatas, pada pemilihan individu pada generasi 2 terjadi *crossover* antara individu 1 dan 2 serta individu 3 dan 4 pada generasi 1. Pada generasi ini semua individu memenuhi ketiga kendala.

Dari Tabel 4, pada pemilihan individu pada generasi 3 terjadi *crossover* antara individu 1 dan 3 sedangkan mutasi terjadi pada individu 3 dan 4. Pada generasi 3 dari keenam individu terdapat satu individu yang tidak memenuhi kendala rasio lebar-tebal sehingga individu tersebut tidak diperhitungkan dalam penentuan individu pada generasi baru.

Tabel 4. Penyelesaian algoritma genetik generasi 3

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	40-45	W8x40	53,51	OK	92,59	OK
12	51-60	W12x53	36,11	OK	76,16	OK
		W12x58	35,77	OK	75,25	OK
12	40-45	W12x40	36,82	OK	97,36	OK
		W12x45	36,68	OK	96,86	OK
14	46-50	W14x48	32,29	OK	98,89	OK
D	W	Shape	b _f /t _e		h _f /t _w	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	40-45	W8x40	14,41	OK		OK
12	51-60	W12x53	17,39	TIDAK		OK
		W12x58	15,63	OK		OK
12	40-45	W12x40	15,55	OK		OK
		W12x45	14	OK		OK
14	46-50	W14x48	13,5	OK		OK
8	40-45	W8x40	0,235	AMAN		629,6
		W12x53	0,152	AMAN		834,22
12	51-60	W12x58	0,136	AMAN		912,92
		W12x40	0,251	AMAN		629,6
12	40-45	W12x45	0,228	AMAN		708,3
		W14x48	0,224	AMAN		755,52

Tabel 5 Penyelesaian algoritma genetik generasi 4

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	46-50	W8x48	52,32	OK	90,81	OK
14	40-45	W14x43	32,45	OK	99,94	OK
12	40-45	W12x40	36,82	OK	97,36	OK
		W12x45	36,68	OK	96,86	OK
12	51-60	W12x53	36,11	OK	76,16	OK
		W12x54	53,51	OK	92,59	OK
D	W	Shape	b _f /t _e		h _f /t _w	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	46-50	W8x48	11,84	OK		OK
14	40-45	W14x43	15,09	OK		OK
12	40-45	W12x40	15,55	OK		OK
		W12x45	14	OK		OK
D	W	Shape	b _f /t _e		h _f /t _w	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
12	51-60	W12x53	17,39	TIDAK		OK
		W12x54	14,41	OK		OK
D	W	Shape	UC		w	
			Nilai	Ket	Nilai	lb/in
8	46-50	W8x48	0,2	AMAN		755,52
14	40-45	W14x43	0,254	AMAN		676,82
12	40-45	W12x40	0,251	AMAN		629,6
		W12x45	0,228	AMAN		708,3
12	51-60	W12x53	0,152	AMAN		834,22
		W12x54	0,235	AMAN		629,6

Dari Tabel 5 diatas, pada pemilihan individu pada generasi 4 terjadi *crossover* antara individu 1 dan 4 serta individu 2 dan 3 pada generasi 3. Pada generasi 4 dari keenam individu terdapat satu individu yang tidak memenuhi kendala rasio lebar-tebal. Semakin bertambahnya generasi rata-rata berat yang dihasilkan semakin optimum (kecil). Pada

iterasi keempat didapat beam dengan bentuk W12x54 mempunyai berat paling minimum dan memenuhi kendala rasio lebar-tebal, rasio kerampingan dan *unity check*. Bentuk W12x40 juga menghasilkan berat yang sama dengan W12x54 tapi *unity check*-nya lebih besar, sehingga W12x54 lebih optimum daripada W12x40.

Tabel 6 Penyelesaian algoritma genetik generasi 1

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	61-70	W8x67	50,77	OK	89,09.00	OK
10	51-60	W10x54	43.22.00	OK	73.78	OK
		W10x60	43.03.00	OK	73.49.00	OK
12	46-50	W12x50	36.46.00	OK	96.37.00	OK
14	40-45	W14x43	32.45.00	OK	99.94	OK
D	W	Shape	b _f /t _e		h _f /t _w	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	61-70	W8x67	0,393055556	OK		OK
10	51-60	W10x54	16.26	TIDAK		OK
		W10x60	0,642361111	OK		OK
12	46-50	W12x50	0,54375	OK		OK
14	40-45	W14x43	15.09	OK		OK
D	W	Shape	UC		w	
			Nilai	Ket	Nilai	lb/in
8	61-70	W8x67	0,097222222	AMAN		1054.58.00
10	51-60	W10x54	0,099305556	AMAN		849.96
		W10x60	0,088888889	AMAN		944.04.00
12	46-50	W12x50	0,14375	AMAN		787
14	40-45	W14x43	0,176388889	AMAN		676.82

Dilakukan perubahan asumsi untuk probabilitas *crossover* untuk mengetahui pengaruh asumsi tersebut terhadap hasil yang didapat. Berikut merupakan iterasi dari penyelesaian masalah dengan algoritma genetik dengan probabilitas *crossover* 80%.

Dari Tabel 6 diatas, pada generasi awal dari kelima individu terdapat satu individu yang tidak memenuhi kendala rasio lebar-tebal sehingga individu tersebut tidak diperhitungkan dalam penentuan individu pada generasi baru.

Tabel 7 Penyelesaian Algoritma Genetik Generasi 2

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	51-60	W8x58	51.75	OK	89.94	OK
10	61-70	W10x68	42.54.00	OK	72.93	OK
12	40-45	W12x40	36.82	OK	97.36.00	OK
		W12x45	36.68	OK	96.86	OK
14	46-50	W14x48	32.29.00	OK	98.89	OK

D	W	Shape	b _r /t _r		h/t _x
			Nilai	Ket	Ket
8	51-60	W8x58	10.15	OK	OK
10	61-70	W10x68	13.12	OK	OK
12	40-45	W12x40	15.55	OK	OK
		W12x45	14.00	OK	OK
14	46-50	W14x48	13.50	OK	OK

D	W	Shape	UC		w
			Nilai	Ket	lb/in
8	51-60	W8x58	0,113194444	AM AN	912.92
10	61-70	W10x68	0,077777778	AM AN	1070.32.00
12	40-45	W12x40	0,174305556	AM AN	629.06.00
		W12x45	0,158333333	AM AN	708.03.00
14	46-50	W14x48	0,155555556	AM AN	755.52.00

Dari Tabel 7 diatas, pada pemilihan individu pada generasi 2 terjadi *crossover* antara individu 1 dan 2 serta individu 3 dan 4 pada generasi 1. Pada generasi ini semua individu memenuhi ketiga kendala.

Tabel 8 Penyelesaian Algoritma Genetik Generasi 3

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
8	40-45	W8x40	53.51.00	OK	92.59.00	OK
14	46-50	W14x48	32.29.00	OK	98.89	OK
8	51-60	W8x58	51.75	OK	89.94	OK
12	51-60	W12x53	36.11.00	OK	76.16.00	OK
		W12x58	35.77	OK	75.25.00	OK

D	W	Shape	b _r /t _r		h/t _x
			Nilai	Ket	Ket
8	40-45	W8x40	14.41	OK	OK
14	46-50	W14x48	13.50	OK	OK
8	51-60	W8x58	10.15	OK	OK
12	51-60	W12x53	17.39	TIDAK	OK
		W12x58	0,66875	OK	OK

D	W	Shape	UC		w
			Nilai	Ket	lb/in
8	40-45	W8x40	0,163194444	AMAN	629.06.00
14	46-50	W14x48	0,155555556	AMAN	755.52.00
8	51-60	W8x58	0,113194444	AMAN	912.92
12	51-60	W12x53	0,105555556	AMAN	834.22.00
		W12x58	0,094444444	AMAN	912.92

Dari Tabel 8 diatas, pada pemilihan individu pada generasi 3 terjadi *crossover* antara individu 1 dan 3 sedangkan mutasi terjadi pada individu 1 dan 4. Pada generasi ini semua individu memenuhi ketiga kendala.

Dari Tabel 9, pada pemilihan individu pada generasi 4 terjadi *crossover* antara individu 1 dan 4 sedangkan mutasi terjadi pada individu 1 dan 3. Pada generasi ini semua individu memenuhi ketiga kendala. Semakin bertambahnya generasi rata-rata berat yang dihasilkan semakin optimum (kecil). Pada iterasi keempat sudah menunjukkan adanya konvergen, sehingga iterasi dihentikan dan didapat *beam* dengan bentuk W8x40 mempunyai berat paling minimum dan memenuhi kendala rasio lebar-tebal, rasio kerampingan dan *unity check*. Bentuk W12x40 juga menghasilkan berat yang sama dengan W8x40 tapi *unity check*-nya lebih besar, sehingga W8x40 lebih optimum daripada W12x40.

Tabel 9 Penyelesaian algoritma genetik generasi 4

D	W	Shape	kL/r _x		kL/r _y	
			Nilai	Ket	Nilai	Ket
12	40-45	W12x40	36.82	OK	97.36.00	OK
		W12x45	36.68	OK	96.86	OK
8	51-60	W8x58	51.75	OK	89.94	OK
8	40-45	W8x40	53.51.00	OK	92.59.00	OK
8	51-60	W8x58	51.75	OK	89.94	OK

D	W	Shape	b _r /t _r		h/t _x
			Nilai	Ket	Ket
12	40-45	W12x40	15.55	OK	OK
		W12x45	14.00	OK	OK
8	51-60	W8x58	10.15	OK	OK
8	40-45	W8x40	14.41	OK	OK
8	51-60	W8x58	10.15	OK	OK

D	W	Shape	UC		w
			Nilai	Ket	lb/in
12	40-45	W12x40	0,174305556	AMAN	629.06.00
		W12x45	0,158333333	AMAN	708.03.00
8	51-60	W8x58	0,113194444	AMAN	912.92
8	40-45	W8x40	0,163194444	AMAN	629.06.00
8	51-60	W8x58	0,113194444	AMAN	912.92

4. KESIMPULAN

Algoritma genetik merupakan pendekatan *stochastic* sehingga tidak selalu memberikan solusi yang tepat, khususnya jika empat data input utama (jumlah kromosom, probabilitas

crossover, probabilitas mutasi dan fungsi seleksi) tidak ditentukan secara cermat. Namun apabila proses regenerasi terus berlanjut maka solusi optimum nantinya akan dapat diperoleh. Dalam kasus ini dilakukan dua variasi probabilitas *crossover* dan mutasi untuk mengetahui pengaruh asumsi tersebut terhadap hasil yang didapat.

Untuk probabilitas *crossover* 95%, pada iteasi keempat dari algoritma genetik diperoleh hasil *beam* yang menghasilkan berat minimum dan memenuhi kendala rasio lebar-tebal, rasio kerampingan dan *unity check* adalah W12x54 dengan berat sebesar 629.6 lb, rasio lebar-tebal adalah 14.41, rasio kerampingan terhadap sumbu-x adalah 53.51, rasio kerampingan terhadap sumbu-y adalah 92.59 dan *unity check* adalah 0.235. Sedangkan untuk probabilitas *crossover* 80%, pada iteasi keempat dari algoritma genetik diperoleh hasil *beam* yang menghasilkan berat minimum dan memenuhi kendala rasio lebar-tebal, rasio kerampingan dan *unity check* adalah W8x40 dengan berat sebesar 629.6 lb, rasio lebar-tebal adalah 14.41, rasio kerampingan terhadap sumbu-x adalah 53.51, rasio kerampingan terhadap sumbu-y adalah 92.59 dan *unity check* adalah 0.234.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Pardede dan A. N. Hermana, "Implementasi Algoritma Genetika pada Sistem Penjadwalan Mata Kuliah," in *Proceedings Konferensi*, 2014.
- [2] API, "*Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms-Load and Resistance Design - API RP 2A LRFD*," American Petroleum Institute, USA, 1997.
- [3] AISC, "*Steel Construction Manual 13th Edition*," American Institute of Steel Construction, Chicago, 2005.
- [4] F. A. Sari, E. Sugiharti dan Dwijanto, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem," *UNNES Journal of Mathematics*, Vol. 2, No. 2, pp. 116-120. 2013.
- [5] P. L. L. Belluano, "Optimalisasi Solusi Terbaik dengan Penerapan Non-Dominated Sorting II Algorithm," *Jurnal Ilmiah ILKOM*, Vol. 8, No. 1, pp. 29-36, 2016.
- [6] H. Setiawan dan M. I. Irawan, "Kajian Pendekatan Penempatan Ligan pada Protein Menggunakan Algoritma Genetika," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 6, No. 2, pp. A68-A72, 2017.