

PENYELESAIAN MASALAH PENUGASAN DOSEN PADA MATA KULIAH MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA (STUDI KASUS DI DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA FPMIPA UPI)

Rossy Dewanti¹⁾, Khusnul Novianingsih²⁾, Fitriani Agustina³⁾

^{1), 2), 3)} Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

*Surel: dewanti.rossy13@gmail.com

ABSTRAK. Latar belakang dari penelitian ini adalah terdapatnya beberapa masalah dalam hal penugasan dosen-dosen pada mata kuliah, antara lain penumpukan beban sks pada seorang dosen, penugasan dosen pada mata kuliah yang tidak sesuai dengan keahliannya, dan beban sks yang diampu oleh dosen melebihi batas sks maksimumnya. Pada penelitian ini, Algoritma Genetika diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI. Algoritma Genetika merupakan salah satu metode *heuristik* yang merupakan cabang dari Algoritma Evolusi, yaitu suatu teknik untuk memecahkan masalah-masalah optimisasi yang rumit dengan menirukan proses evolusi makhluk hidup yang melibatkan proses seleksi didalamnya dan operasi genetika yang melibatkan proses *crossover* dan mutasi. Hasil implementasi menunjukkan Algoritma Genetika telah berhasil diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI, dan algoritma tersebut mampu memberikan penugasan dosen pada mata kuliah dengan persebaran total SKS yang hampir merata.

Kata Kunci: Penugasan, Model Optimisasi, Algoritma Genetika, Solusi Optimal.

ABSTRACT. In the previous course, there are some problems in assigning lecturer to courses. The problems include the overload of credit hour accumulation of lecturer and incompetence of lecturer skill to the assignment. In this research Genetic Algorithm is used to solve the problems. Genetic Algorithm is one of the heuristic methods branch of Evolutionary Algorithm. That works with sequence processes that are selection, crossover, and mutation. The implementation result shows that Genetic Algorithm has been successful to solve the lecturer assignment problem in Department of Mathematics Education FPMIPA UPI. The results also give good solutions which is the lecturer schedule with the total credit hour that almost similar for every lecturer.

Keywords: Assignment, Optimization Model, Genetic Algorithm, Optimal Solution.

1. PENDAHULUAN

Penugasan dosen pada mata kuliah termasuk dalam masalah penugasan (*Assignment Problem*). Masalah Penugasan (*Assignment Problem*) merupakan masalah pengalokasian sejumlah m pekerja ditugaskan pada sejumlah n pekerjaan (Hamdy A. Taha, 1993). Dalam penugasan dosen pada mata kuliah, pekerja dianggap sebagai dosen dan pekerjaan dianggap sebagai mata kuliah. Penyusunan penugasan dosen pada mata kuliah adalah masalah yang tidak mudah untuk di selesaikan. Pada umumnya penugasan dosen pada mata kuliah masih dilakukan secara manual. Pekerjaan secara manual biasanya masih menemukan kendala yang disebabkan oleh *human error*, seperti terdapat penumpukan beban satuan kredit semester (sks) pada seorang dosen atau tidak meratanya beban sks pada tiap dosen, dosen yang ditugaskan tidak sesuai dengan keahliannya, serta proses penyusunan penugasan dosen pada mata kuliah memerlukan waktu yang cukup lama.

Berdasarkan hasil pengamatan, penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA) Universitas Pendidikan Matematika (UPI) masih mengalami sejumlah permasalahan. Permasalahan tersebut antara lain: terdapat penumpukan beban sks pada seorang dosen, penugasan dosen pada mata kuliah yang tidak sesuai dengan keahliannya, dan beban sks yang diampu oleh dosen melebihi batas sks maksimumnya. Oleh karena itu, diperlukan metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FMIPA UPI.

Salah satu metode yang terbukti berhasil menyelesaikan masalah penugasan adalah Algoritma Genetika. Algoritma Genetika merupakan salah satu metode *heuristic* yang merupakan cabang dari Algoritma Evolusi, yaitu suatu teknik untuk

memecahkan masalah-masalah optimisasi yang rumit dengan menirukan proses evolusi makhluk hidup. Algoritma Genetika bekerja dengan memanfaatkan operasi evolusi yang melibatkan proses seleksi didalamnya dan operasi genetika yang melibatkan proses *crossover* dan mutasi. Algoritma genetika memiliki keunggulan dan telah terbukti mampu menyelesaikan masalah optimisasi dengan baik.

2. METODOLOGI

1. Model Penugasan

Pada bagian ini akan diturunkan model optimisasi penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI. Model tersebut memuat sebuah fungsi tujuan dan sejumlah kendala yang berkaitan dengan batasan penugasan setiap dosen pada mata kuliah. Untuk keperluan penurunan model penugasan didefinisikan himpunan dan variabel keputusan sebagai berikut:

Misal

A : Himpunan dosen

B : Himpunan mata kuliah

C : Himpunan jabatan dosen

Variabel keputusan model menentukan dosen $i \in A$ yang ditugaskan pada kuliah $j \in B$. Oleh karena itu didefinisikan variabel keputusan model penugasan sebagai berikut :

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika dosen } i \in A \text{ ditugaskan pada mata kuliah } j \in B, \\ 0, & \text{yang lainnya.} \end{cases}$$

Adapun kendala-kendala model optimisasi adalah sebagai berikut.

1. Kendala setiap mata kuliah diampu minimal oleh satu dosen.

Kendala ini di ekspresikan sebagai

$$\sum_{i \in A} x_{ij} \geq 1, \forall j \in B.$$

2. Kendala setiap mata kuliah diampu maksimal oleh dua dosen.

Kendala ini di ekspresikan sebagai

$$\sum_{i \in A} x_{ij} \leq 2, \forall j \in B.$$

3. Kendala setiap dosen dipasangkan pada mata kuliah yang sesuai dengan bidang keahlian.

Misal D adalah himpunan keahlian (konsentrasi), B_k adalah himpunan mata kuliah yang termasuk dalam bidang keahlian $k \in D$, dan dimisalkan pula bahwa

$$a_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{jika dosen } i \in A \text{ mempunyai bidang keahlian konsentrasi } k \in D, \\ 0, & \text{yang lainnya.} \end{cases}$$

Maka kendala setiap dosen dipasangkan pada mata kuliah yang sesuai dengan bidang keahliannya di ekspresikan sebagai

$$\sum_{j \in B_k} a_{ik} x_{ij} = 1, \forall i \in A, \forall k \in D.$$

4. Kendala total beban sks mata kuliah yang ditugaskan pada setiap dosen tidak melebihi batasan maksimum dosen sesuai dengan jabatannya.

Misal

$$c_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{jika dosen } i \in A \text{ mempunyai jabatan } k \in C, \\ 0, & \text{yang lainnya.} \end{cases}$$

Misal s_j adalah bobot sks mata kuliah $j \in B$, m_k adalah batasan total beban sks maksimum dari dosen dengan jabatan $k \in C$, dan dimisalkan pula bahwa untuk setiap $k \in C$, A_k adalah himpunan dosen dengan jabatan k . Maka kendala total beban sks mata kuliah yang ditugaskan pada setiap dosen tidak melebihi batasan maksimum dosen sesuai dengan jabatannya di ekspresikan sebagai

$$\sum_{j \in B} c_{ik} s_j x_{ij} \leq m_k, \forall i \in A_k, \forall k \in C.$$

Selanjutnya akan ditentukan fungsi tujuan model optimisasi. Karena tujuan dari penelitian ini adalah meminimumkan selisih total beban sks setiap dosen maka fungsi tujuan yang dipilih adalah meminimumkan deviasi rata-rata antara beban SKS dosen terhadap beban sks idealnya. Total beban sks seluruh mata kuliah adalah

$$\sum_{j \in B} s_j.$$

Oleh karena itu, total beban sks ideal bagi seorang dosen dapat di ekspresikan sebagai

$$\left(\sum_{j \in B} s_j \right) \frac{1}{|A|}.$$

Beban sks disetiap dosen $i \in A$ dihitung sebagai

$$\sum_{j \in B} S_j x_{ij}.$$

Maka, selisih total beban sks setiap dosen i terhadap sks ideal adalah

$$\sum_{i \in A} \left| \sum_{j \in B} S_j x_{ij} - \left(\sum_{j \in B} S_j \right) \frac{1}{|A|} \right|,$$

sehingga deviasi rata-rata antar beban sks dosen adalah

$$\sum_{i \in A} \left| \sum_{j \in B} S_j x_{ij} - \left(\sum_{j \in B} S_j \right) \frac{1}{|A|} \right| \times \frac{1}{|A|}.$$

Jadi fungsi tujuan dari model optimisasi ini dapat diekspresikan sebagai

$$\text{minimasi } z = \left(\sum_{i \in A} \left| \sum_{j \in B} S_j x_{ij} - \left(\sum_{j \in B} S_j \right) \frac{1}{|A|} \right| \times \frac{1}{|A|} \right)$$

Selengkapnya, model optimisasi penugasan dosen pada mata kuliah dinyatakan dalam model optimisasi berikut.

Meminimumkan:

$$z = \left(\sum_{i \in A} \left| \sum_{j \in B} S_j x_{ij} - \left(\sum_{j \in B} S_j \right) \frac{1}{|A|} \right| \times \frac{1}{|A|} \right) + \sum_{i \in A} \sum_{j \in B} k_{ij} x_{ij}$$

terhadap:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in A} x_{ij} &\geq 1, \forall j \in B, \\ \sum_{i \in A} x_{ij} &\leq 2, \forall j \in B, \\ \sum_{j \in B_k} a_{ik} x_{ij} &= 1, \forall i \in A, \forall k \in D, \\ \sum_{j \in B} c_{ik} S_j x_{ij} &\leq m_k, \forall i \in A, \forall k \in C, \\ x_{ij} &\in \{0,1\}, \forall i \in A, \forall j \in B, \forall k \in C, \forall k \in D. \end{aligned}$$

2. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah salah satu algoritma yang telah terbukti berhasil menyelesaikan masalah peugasan. Algoritma Genetika didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup; yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam

yaitu yang kuat, yang bertahan (*survive*). Beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam Algoritma Genetika adalah sebagai berikut:

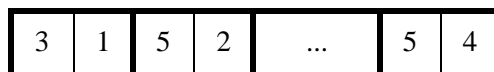
1. Mendefinisikan individu, dimana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
2. Menentukan proses pembangkitan populasi awal. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan pembangkitan acak seperti *random-walk*.
3. Mendefinisikan nilai *fitness*, yang merupakan ukuran baik atau tidaknya sebuah individu atau solusi yang didapatkan.
4. Menentukan proses seleksi yang akan digunakan.
5. Menentukan proses perkawinan silang (*crossover*) dan mutasi gen yang akan digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Representasi Kromosom

Pada penelitian masalah optimisasi penugasan dosen pada mata kuliah ini merepresentasikan kromosom dengan menggunakan *value encoding* berupa kumpulan dari nilai integer yang mewakili suatu posisi dalam sebuah urutan.

Panjang kromosom (banyaknya gen) menyatakan banyaknya kelas mata kuliah dikali dua karena pada setiap mata kuliah maksimal di tugaskan pada dua dosen. Jadi penugasan dosen pada kelas mata kuliah i dinyatakan pada gen ke $(2i)-1$ sampai gen ke $2i$. Nilai setiap gen menyatakan nomer dosen. Setiap dosen dipasangkan pada mata kuliah yang sesuai dengan keahliannya masing-masing. Representasi kromosom untuk masalah penugasan dosen pada mata kuliah dapat diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Representasi Kromosom

2. Pembangkitan Populasi Awal

Proses pembangkitan populasi awal dilakukan secara acak. Banyaknya populasi awal yang dibangkitkan ditentukan oleh parameter *population_rate* (ρ).

3. Menghitung Nilai *Fitness*

Fungsi *fitness* ditentukan berdasarkan fungsi tujuan dari masalah optimisasi penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI. Selain berdasarkan fungsi tujuan, agar semua kendala terpenuhi maka nilai *fitness* akan ditambah nilai untuk pelanggaran beban sks maksimum

dosen. Berdasarkan hal tersebut, fungsi *fitness* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meminimumkan deviasi rata-rata antar beban sks dosen terhadap beban sks idealnya.

Didefinisikan f_1 sebagai nilai dari deviasi rata-rata antara beban SKS dosen terhadap beban sks idealnya. Maka f_1 diekspresikan sebagai

$$f_1 = \sum_{i \in A} \left| \sum_{j \in B} s_j x_{ij} - \left(\sum_{j \in B} s_j \right) \frac{1}{|A|} \right| \times \frac{1}{|A|}.$$

2. Total nilai pelanggaran beban sks maksimum dosen

Didefinisikan f_2 sebagai total nilai untuk pelanggaran beban sks maksimum dosen. Misal g_i adalah total sks dosen ke- i , maka g_i diekspresikan sebagai

$$g_i = \sum_{j \in B} c_{ik} s_j x_{ij}$$

dimisalkan pula f_{2i} merupakan nilai pelanggaran bagi dosen ke- i . Dimana

$$f_{2i} = \begin{cases} 0, & \text{jika } g_i \leq m_k \\ 10, & \text{yang lainnya.} \end{cases}$$

Maka total nilai unttuk pelanggaran beban sks maksimum dosen diekspresikan dengan

$$f_2 = \sum_{i \in A} f_{2i}.$$

Sehingga fungsi *fitness* untuk masalah penugasan dosen pada mata kuliah diekspresikan sebagai

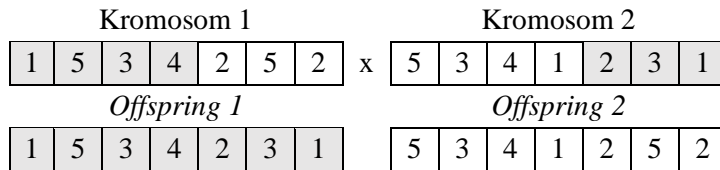
$$f = f_1 + f_2.$$

4. Seleksi

Seleksi merupakan proses untuk memilih individu yang akan menjadi induk pada proses reproduksi. Pemilihan dilakukan dengan metode *roulette wheel*. Metode *roulette wheel* merupakan metode seleksi dengan cara memilih calon induk berdasarkan nilai *fitness* yang dimilikinya. Individu yang mempunyai *fitness value* terbaik mempunyai peluang lebih besar untuk menjadi induk dari individu berikutnya.

5. Crossover

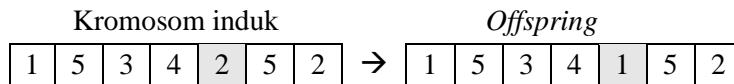
Crossover adalah operator yang membutuhkan dua kromosom untuk menghasilkan kromosom baru, dengan melakukan pertukaran gen dari dua kromosom secara acak. Untuk masalah penugasan dosen pada mata kuliah ini metode *crossover* yang digunakan adalah metode *single point crossover* untuk representasi integer. Dengan menggunakan metode ini satu titik persilangan dipilih, kemudian menempatkan gen-gen sebelum titik potong tersebut kedalam ruang gen anak, dan selanjutnya mengisi ruang kosong gen anak dengan gen dari induk kedua yang belum ada dalam ruang gen anak yang sudah terisi. Misalkan terdapat dua kromosom, dipilih satu titik persilangan pada gen ke-4. Maka hasil dari *crossover* diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Single Point crossover

6. Mutasi

Mutasi merupakan proses berubahnya satu atau lebih nilai gen dalam kromosom dengan suatu nilai acak. Untuk masalah penugasan dosen pada mata kuliah ini, mutasi yang digunakan adalah mutasi integer. Jumlah kromosom yang mengalami mutasi dalam satu populasi ditentukan oleh parameter yang dinamakan *mutation_rate* (ρm). Proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih secara acak dengan suatu nilai baru yang didapat secara acak. Sebagai ilustrasi, perhatikan Gambar 3.



Gambar 3 Mutasi

Setelah menyelesaikan proses mutasi maka kita telah menyelesaikan satu generasi atau iterasi. Setelah satu generasi akan diperoleh kromosom baru hasil seleksi, *crossover*, dan mutasi. Kromosom baru tersebut akan dihitung kembali nilai *fitness*-nya. Jika nilai *fitness* kromosom baru lebih rendah daripada kromosom sebelumnya maka kromosom baru memiliki hasil yang lebih baik. Tahapan generasi akan terus diulang sampai banyaknya generasi yang ditentukan.

Berikut adalah kromosom hasil penugasan optimal menggunakan Algoritma Genetika. Data pada Gambar 4 diperoleh dengan nilai *fitness* sebesar 3.09, ukuran parameter *population_rate* = 100, Titik *Single Point Crossover* = 70, *mutation_rate* = 0.3, dan banyaknya generasi = 600.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34	47	21	4	45	10	39	5	47	42	39	23	18	40
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
47	42	1	25	32	8	34	26	42	13	34	2	40	10
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
45	13	32	29	26	1	20	25	2	47	44	43	36	4
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
29	30	47	19	47	23	36	47	28	47	16	43	47	17
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
41	24	15	37	47	14	47	36	6	9	30	8	14	25
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
31	19	30	22	20	11	47	12	44	26	43	18	4	18
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
1	13	12	7	47	17	29	2	7	27	21	16	15	17
99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
38	3	15	38	5	41	6	22	24	37	24	37	47	8
113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
47	31	47	22	47	33	9	33	9	33	27	46	25	47
127	128	129	130	131	132	133	134	135	136				
23	28	47	11	28	27	35	47	35	47				

Gambar 4. Kromosom Optimal Hasil Implementasi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	7	6	9	8	5	7	9	9	7	7	8	7	6
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
9	6	9	9	6	6	7	8	8	9	8	7	9	9
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
8	9	6	6	9	9	9	8	9	6	6	6	7	7
43	44	45	46	47									
8	5	7	3	60									

Gambar 5. Beban SKS Setiap Dosen dari Hasil Kromosom Optimal

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Masalah penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI dapat dimodelkan sebagai model *binary integer programming*, di mana model tersebut memuat fungsi tujuan dan beberapa kendala yang harus dipenuhi.
2. Algoritma Genetika berhasil di implementasikan untuk menyelesaikan masalah penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI. Algoritma ini bekerja dengan cara merepresentasikan kromosom, menghitung nilai *fitness*, seleksi, *crossover*, dan mutasi. Solusi terbaik memberikan penugasan dosen ada mata kuliah dengan deviasi rata-rata yang cukup kecil, yaitu 3 SKS atau setara dengan 1 mata kuliah.
3. Berdasarkan hasil implementasi dari model optimisasi dan Algoritma Genetika pada masalah penugasan dosen pada mata kuliah di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:
 - a. Semakin besar ukuran populasi, *crossover*, mutasi, dan generasi, maka waktu untuk mendapatkan solusi optimal semakin lama.
 - b. Pada penelitian ini ukuran parameter ditemukannya solusi optimal adalah dengan ukuran populasi sebesar 100, titik *crossover* pada titik ke-70, mutasi sebesar 0.3, dan generasi sebesar 600.
 - c. Ukuran parameter yang menunjukkan solusi optimal terbanyak terdapat pada ukuran populasi sebesar 100, titik *crossover* pada titik ke- 60 dan 70, mutasi sebesar 0.2 sampai 0.5, dan generasi sebesar 400 – 1000.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2011). *Bab 7 Algoritma Genetika*. [Online]. Tersedia di: <http://entin.lecturer.pens.ac.id/Kecerdasan%20Buatan/Buku/Bab%207%20Algoritma%20Genetika.pdf> . Diakses 15 Februari 2017.
- [2] Arifin, F. (2007). *Algoritma Genetika dan Contoh Aplikasinya*. [Online]. Tersedia di: <http://www.firman-its.com/2007/05/17/algoritma-genetika-dan-contoh-aplikasinya/>. Diakses 15 Februari 2017.
- [3] Berlianty, I. & Arifin, M. (2010). *Teknik-Teknik Optimasi Heuristik*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- [4] Mahmudy, WF. (2006). *Penerapan Algoritma Genetika pada Optimasi Model Penugasan*. Natural, vol. 10, no. 3, pp. 197-207.
- [5] Puspasari, A. (2017). *Penyelesaian Masalah Penjadwalan Perkuliahan menggunakan Algoritma Genetika Studi kasus: di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia*. (Skripsi). Program Studi Matematika Universitas Pendidikan Indonesia.
- [6] Suyanto. (2010). *Algoritma Optimasi (Deterinistik atau Probabilitik)*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- [7] Taha, TA. (1993). *Operations Research*. Edisi kelima. Diterjemahkan oleh: Daniel Wirajaya. Jakarta: Binarupa Aksara.