PENDEKATAN RATA-RATA ARITMATIKA DALAM MENENTUKAN SASARAN TUJUAN YANG PROPORSIONAL PADA PROGRAM *DE NOVO* MULTITUJUAN

Oleh
Febrianto Afli
Program Studi Matematika, Universitas Palangka Raya, Indonesia
Email: febrianto.afli@mipa.upr.ac.id

Abstract

Program de novo mengubah fungsi kendala menjadi satu kendala dalam bentuk anggaran. Kondisi ini memungkinkan hanya ada satu variabel keputusan yang bernilai, sementara variabel lainnya bernilai nol. Ketika dihadapkan pada permasalahan multitujuan, keadaan seperti itu dapat menimbulkan ketidakseimbangan jika sasaran untuk masing-masing tujuan tidak dibatasi atau ditentukan dengan mempertimbangkan tujuan-tujuan lain yang hendak dicapai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan atau membatasi sasaran tujuan dengan memperhatikan tujuan-tujuan lain yang ingin dicapai, guna memastikan hasil yang lebih seimbang dan optimal. Penelitian ini mengembangkan sebuah model baru dalam pendekatan program de novo untuk memecahkan permasalahan multitujuan secara efektif dan optimal dengan menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika dalam menentukan sasaran tiap tujuan. Penggunaan metode rata-rata aritmatika dalam menentukan sasaran tujuan memberikan hasil seimbang dan proporsional untuk setiap tujuan yang dicapai. Dengan pendekatan ini, hasil yang diperoleh tidak hanya memenuhi sasaran tujuan dengan baik, tetapi juga menghasilkan variabel keputusan yang optimal, menjadikan solusi yang seimbang dan efisien untuk masalah multitujuan program de novo

Keywords: Program De novo, Optimasi Multitujuan, Rata-rata Aritmatika

PENDAHULUAN

Terdapat sejumlah metode yang dapat diimplementasikan guna memecahkan permasalahan yang melibatkan beragam tujuan. Salah satu pendekatan yang berpeluang digunakan dalam proses pengambilan keputusan adalah program *de novo*. Program *de novo* merupakan suatu cara untuk mengamati suatu sistem, di mana selain mengoptimalkan sistem yang telah berjalan, juga memberikan rekomendasi rancangan sistem baru yang optimal berdasarkan fungsi-fungsi tujuan dengan tujuan akhir untuk mencapai tingkat produktivitas yang tinggi. Karakteristik utama dari konsep program *de novo* adalah untuk mewujudkan desain sistem yang optimal dibandingkan dengan mengoptimalkan sistem yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dalam upaya menyelesaikan permasalahan dengan multi tujuan, sasaran untuk setiap tujuan yang ingin dicapai harus ditetapkan terlebih dahulu dengan mempertimbangkan tujuan-tujuan lainnya agar setiap tujuan dapat terealisasi secara optimal. Penetapan sasaran tujuan tanpa memperhitungkan tujuan-tujuan lain akan berakibat pada tujuan-tujuan lainnya menjadi tidak optimal. Variabel keputusan yang diperoleh juga bergantung pada sasaran masing-masing tujuan. Penetapan sasaran tujuan yang berbeda akan menghasilkan variabel keputusan yang berbeda pula. Oleh karena itu, penetapan sasaran tujuan yang akan dicapai memainkan peranan penting dalam memecahkan permasalahan optimasi multitujuan [1].

Pemrograman *de novo* berbeda dari pendekatan pemrograman tradisional dengan memperkenalkan fleksibilitas dalam proses pengambilan keputusan [2]. Tidak seperti pemrograman linier, pemrograman *de novo* tidak mengasumsikan sumber daya tetap tetapi memungkinkan jumlah sumber daya bergantung pada anggaran yang tersedia, menjadikan anggaran sebagai faktor penting [3]. Ini bertujuan untuk merancang sistem yang lebih optimal dengan memperluas sumber daya berdasarkan anggaran, mengubah kendala menjadi bentuk anggaran untuk solusi yang layak [4][5].

Konsep program *de novo* diperkenalkan pertama kali oleh Zeleny [6] [7]. Ia menggunakan perbandingan rasio antara anggaran yang tersedia terhadap anggaran yang diperlukan agar semua tujuan tercapai dalam keadaan maksimum untuk menentukan besaran nilai setiap fungsi tujuan yang akan dicapai. Li dan Lee [8] [9] [10] memperkenalkan pendekatan *fuzzy*. Umarusman [11] mengaplikasikan pendekatan program gol min-maks. Banik menggunakan pendekatan program gol berbobot dalam menyelesaikan masalah multitujuan program *de novo*. Zhuang dan Hocine [12] menggunakan pendekatan meta program gol untuk memecahkan masalah program *de novo* multitujuan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Analisis kebutuhan dan identifikasi masalah
2. Studi literatur dan penelitian terdahulu
3. Pengembangan rumus awal
4. Evaluasi dan validasi rumus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan Rata-rata Aritmatika dalam Menentukan Sasaran Tujuan Program *De novo* Multitujuan

Tujuan utama dari masalah multitujuan adalah untuk menemukan solusi yang mengoptimalkan beberapa tujuan secara bersamaan, dengan mempertimbangkan berbagai kendala [13]. Masalah ini melibatkan optimalisasi tujuan yang tidak sebanding dan saling bersaing, dengan tujuan mencapai keputusan terbaik yang memenuhi aspirasi setiap tujuan[14]. Optimasi multitujuan berusaha menemukan serangkaian solusi optimal yang dikenal sebagai "pertukaran," memberikan berbagai opsi kepada para pengambil keputusan.

Masalah multitujuan secara umum dituliskan sebagai berikut:

$$\text{maks/ min } z_k = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n,\ k = 1, 2, \dots, r \qquad (1)$$

kendala

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j [\leq, =, \geq] b_i \qquad (2)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \qquad (3)$$

dengan (1) adalah fungsi tujuan memaksimumkan atau meminimumkan, (2) fungsi kendala, (3) kendala tak negative, r banyaknya fungsi tujuan.

Permasalahan multitujuan dapat diubah menjadi program *de novo* dengan syarat biaya per unit untuk setiap sumber daya atau batas kendala diketahui. Misalkan, biaya per unit dari sumber daya ke-i diberikan oleh p_i. Selanjutnya, masing-masing fungsi kendala ke-i dikalikan dengan p_i, kemudian dijumlahkan setiap variabel yang sama. Sehingga, fungsi kendala yang awalnya terdiri dari beberapa kendala diubah menjadi satu fungsi kendala tunggal, yaitu kendala dalam bentuk anggaran. Formula masalah multitujuan program *de novo* sebagai berikut:

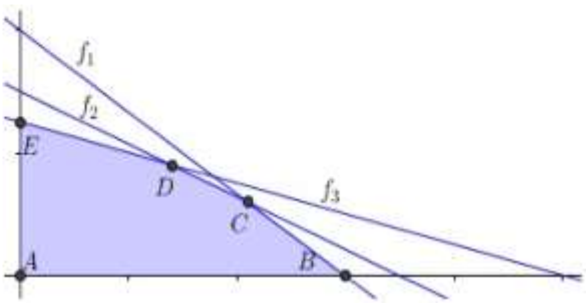
$$\text{maks/ min} \quad z_k = c_{k1}x_1 + ck_2x_2 + \cdots + c_{kn}x_n \quad k = 1, 2, \ldots, n$$

kendala

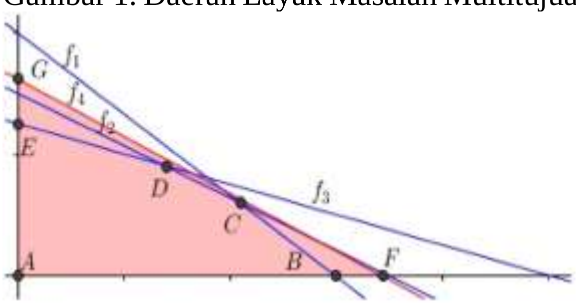
$$v_1x_1 + v_2x_2 + \cdots + v_nx_n \leq B \qquad (5)$$
$$x_1, x_2, x_n \geq 0$$

di mana , persamaan (5) merupakan fungsi kendala program *de novo* dalm bentuk anggaran, v_n merupakan total biaya untuk memprodusi produk x_n dan B merupakan total anggaran yang tersedia.

Perubahan fungsi kendala menyebabkan perubahan pula pada daerah layaknya, sehingga nilai sasaran dari fungsi tujuan juga dapat berubah. Berikut diberikan ilustrasi perbedaan fungsi kendala masalah multitujuan sebelum dan setelah dikonstruksi ke dalam masalah multitujuan program *de novo*. Diberikan tiga fungsi kendala yaitu: $f_1, f_2,$ dan f_3 yang daerah layaknya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daerah Layak Masalah Multitujuan



Gambar 2. Daerah Layak Masalah Program *De novo*

Gambar 1. Menunjukkan daerah layak untuk masalah multitujuan dua variabel dengan tiga fungsi kendala, yaitu $f_1, f_2,$ dan f_3. Gambar 2. menampilkan daerah layak setelah masalah multitujuan tersebut diubah menjadi masalah program *de novo*, dengan f_4 sebagai fungsi kendala dalam bentuk anggaran. Berdasarkan Gambar 1. dan Gambar 2., terlihat perbedaan antara daerah layak kendala pada masalah multitujuan dan masalah program *de novo*, terutama dalam jumlah titik ekstrem dan daerah solusi layak. Perbedaan ini disebabkan oleh jumlah fungsi kendala yang berbeda; masalah multitujuan memiliki beberapa fungsi kendala, sementara program *de novo* hanya memiliki satu fungsi kendala.

Secara umum daerah layak dari fungsi kendala program *de novo* merupakan daerah yang dibatasi garis yang dihubungkan oleh titik-titik berikut:

$$(0,0,\ldots,0), \left(\frac{B}{v_1}, 0, \ldots, 0\right), \left(0, \frac{B}{v_2}, 0, \ldots, 0\right), \ldots, \left(0, 0, \ldots, \frac{B}{v_n}\right)$$

Titik-titik pada (3.1) merupakan titik pojok atau titik ekstrim dari persamaan (2.11). Solusi optimal, baik dalam masalah satu tujuan maupun multitujuan, umumnya ditemukan pada titik-titik ekstrem dari kendala yang ada. Titik ekstrem yang menawarkan solusi paling baik akan dijadikan sebagai variabel keputusan dalam masalah tersebut.

Ada dua kemungkinan atau keadaan yang terjadi dalam menyelesaikan masalah multitujuan. Keadaan pertama, semua tujuan sama-sama mempunyai solusi optimum pada titik ekstrim yang sama ketika diselesaikan secara bersamaan. Keadaan kedua, tidak semua tujuan mempunyai solusi optimal pada titik ekstrim yang sama.

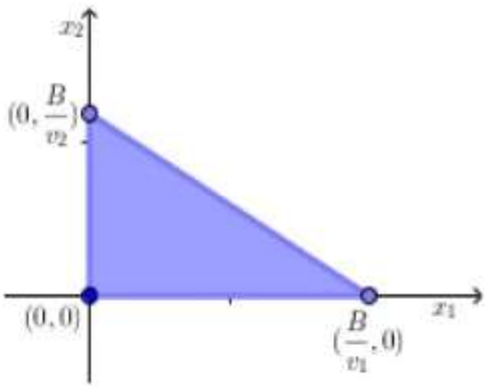
Misalkan diketahui dua fungsi tujuan maksimum, yaitu sebagai berikut

$$\text{maks } z_1 = ax_1 + bx_2$$
$$\text{maks } z_2 = cx_1 + dx_2$$

Kendala

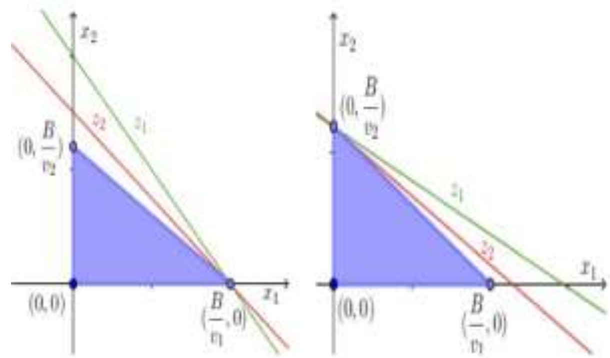
$$v_1x_1 + v_2x_2 < B \qquad (6)$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$

Daerah solusi layak dari fungsi kendala atau persamaan (6) dapat dilihat pada Gambar ?.?



Gambar 3. Daerah Solusi Layak Fungsi Kendala $v_1x_1 + v_2x_2 \leq B$

Berdasarkan Gambar 3. Terlihat bahwa solusi layak persamaan (6) terdiri dari daerah yang dibatasi oleh garis yang dihubungkan oleh titik-titik $(0,0), \left(\frac{B}{v_1}, 0\right), \left(0, \frac{B}{v_2}\right)$. Titik-titik tersebut merupakan titik ekstrim dari persamaan (6). Jika fungsi tujuan z_1 dan z_2 mencapai solusi ideal maksimum pada titik ekstrim yang sama ketika diselesaikan secara bersamaan, maka titik ekstrim tersebut merupakan solusi optimum untuk menyelesaikan permasalahan optimasi masalah multitujuan tersebut, meskipun dihitung secara bersamaan. Keadaan ini dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 (a) menunjukkan fungsi tujuan z_1 dan z_2 sama-sama mencapai solusi maksimum pada titik ekstrim $\left(\frac{B}{v_1}, 0\right)$, sedangkan Gambar 4 (b) menunjukkan fungsi tujuan z_1 dan z_2 sama-sama mencapai solusi maksimum pada titik ekstrim $\left(0, \frac{B}{v_2}\right)$. Akan tetapi, jika fungsi tujuan z_1 dan z_2 mencapai solusi ideal maksimum pada titik ekstrim yang berbeda ketika diselesaikan secara bersamaan, maka akan terjadi permasalahan ketika fungsi tujuan z_1 dan z_2 dihitung secara bersamaan.

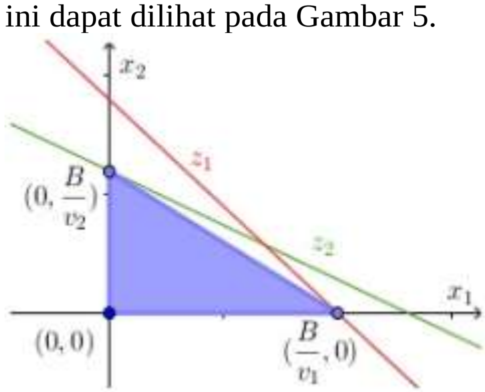


(a)

(b)

Gambar 4. Solusi Optimum Pada Titik Ekstrim yang Sama

Misalkan fungsi tujuan z_1 mencapai solusi ideal maksimum pada titik ekstrim $\left(\frac{B}{v_1}, 0\right)$, sedangkan fungsi tujuan z_2 mencapai solusi ideal maksimum pada $\left(0, \frac{B}{v_2}\right)$. Jika solusi yang diambil pada titik ekstrim $\left(\frac{B}{v_1}, 0\right)$, maka tujuan z_1 akan tercapai pada keadaan yang paling maksimum, sedangkan fungsi tujuan z_2 akan tercapai keadaan pada keadaan yang paling minimum. Sebaliknya, jika solusi yang diambil pada titik ekstrim $\left(0, \frac{B}{v_2}\right)$, maka fungsi tujuan $z_1$akan tercapai pada keadaan yang paling minimum, sedangkan fungsi tujuan z_2 akan tercapai pada keadaan yang paling maksimum. Keadaan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Solusi Optimum Pada Titik Ekstrim yang Berbeda

Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan tujuan lain dalam

ISSN 2798-6489 (Cetak)
ISSN 2798-6535 (Online)

menetapkan sasaran tujuan yang ingin dicapai ketika menyelesaikan masalah multitujuan agar variabel keputusan yang diperoleh memberikan nilai yang optimum untuk semua tujuan.

Pada penelitian ini, penetapan sasaran dari berbagai fungsi tujuan menggunakan pendekatan rata-rata aritmatika. Rata-rata aritmatika adalah suatu ukuran pemusatan yang dapat merepresentasikan sekumpulan data atau menggambarkan nilai pusat dari sekelompok angka. Pemusatan data bertujuan untuk mencapai keseimbangan dalam penetapan sasaran tujuan dengan tetap mempertimbangkan tujuan-tujuan lain secara bersamaan.

Rata-rata aritmatika dalam menentukan sasaran setiap tujuan dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{z}_k = \frac{z_k(\text{titik ekstrim } z_1) + z_k(\text{titik ekstri}}{r} \quad (7)$$

di mana, $\bar{z}_k$ adalah sasaran fungsi tujuan ke-k, titik ekstrim z_r merupakan titik ekstrim atau solusi optimum dari fungsi tujuan ke- k untuk $k = 1, 2, \ldots, r$, r adalah banyaknya fungsi tujuan.

Penerepan rata-rata aritmatika dalam menentukan sasaran tujuan program *de novo*

Penerapan menggunakan masalah multitujuan Zeleny[7].

maks z_1	$=$	$50x_1 + 100x_2 + 17.5x_3$	Keuntungan
maks z_2	$=$	$92x_1 + 75x_2 + 50x_3$	Kualitas
maks z_3	$=$	$25x_1 + 100x_2 + 75x_3$	Kepuasan kerja

Kendala

$12x_1 + 17x_2$	$\leq$	1400	Mesin penggilingan
$3x_1 + 9x_2 + 8x_3$	$\leq$	1000	Mesin bubut
$10x_1 + 13x_2 + 15x_3$	$\leq$	1750	Penggilingan
$16x_1 + 16x_3$	$\leq$	1325	Gergaji ukir
$12x_2 + 7x_3$	$\leq$	900	Bor tekan
$9.5x_1 + 9.5x_2 + 4x_3$	$\leq$	1075	Gergaji pita
x_1, x_2, x_3	$\geq$	0	

Dengan harga satuan masing masing sumber daya ($), yaitu $p_i = 0.75, p_2 = 0.60, p_3 = 0.35, p_4 = 0.50, p_5 = 1.15, p_6 = 0.65$. Selanjutnya mengubah fungsi kendala masalah multi tujuan kedalam fungsi kendala program *de novo*, diperoleh:

$$23.475x_1 + 42.675x_2 + 28.7x_3 \leq 4658.75$$

Setelah itu, mencari nilai solusi ideal maksimum dari masing masing tujuan. Solusi ideal maksimum setiap tujuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Solusi ideal maksimum Setiap Tujuan

Variabel Keputusan	z_1	z_2	z_3
x_1	0	198.456	0
x_2	109.168	0	0
x_3	0	0	162.326
Solusi Ideal Maksimum	10916.81	18527.93	12174.43

Selanjutnya menentukan sasaran yang ingin dicapai dari setiap tujuan dengan menggunakan rata-rata aritmatika berdasarkan titik ektrim yang menjadi solusi ideal maksimum setiap tujuan. Menggunakan persamaan (7), diperoleh sasaran setiap tujuan sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Sasaran Setiap Tujuan

Fungsi Tujuan	Nilai Sasaran Tujuan
$\bar{z}_1$	7893.435
$\bar{z}_2$	11520.617
$\bar{z}_3$	9350.883

Setelah nilai sasaran tujuan ditetapkan, kemudian menyelesaikan malah program *de novo*, yaitu:

$50x_1 + 100x_2 + 17.5x_3$	=	7893.435	Keuntungan
$92x_1 + 75x_2 + 50x_3$	=	11520.617	Kualitas
$25x_1 + 100x_2 + 75x_3$	=	9350.883	Kepuasan kerja

kendala

$$23.475x_1 + 42.675x_2 + 28.7x_3 \leq 4658.75$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$

Kemudian melakukan perhitungan untuk mencari variabel keputusan. Hasil komputasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel Keputusan

Variabel Keputusan	z_1	z_2	z_3
x_1	66.152	66.152	66.152
x_2	36.389	36.389	36.389
x_3	54.109	54.109	54.109
Solusi Maksimum	7893.435	11520.617	9350.883

Berdasarkan nilai variabel keputusan yang diperoleh, rancangan usulan pengelolaan sumber daya yang disarankan oleh program *de novo* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Usulan Rancangan Pengeloaan Sumber Daya

$12x_1 + 17x_2$	≤	1412.443	Mesin penggilingan
$3x_1 + 9x_2 + 8x_3$	≤	958.829	Mesin bubut
$10x_1 + 13x_2 + 15x_3$	≤	1946.221	Penggilingan
$16x_1 + 16x_3$	≤	1262.651	Gergaji ukir
$12x_2 + 7x_3$	≤	815.433	Bor tekan
$9.5x_1 + 9.5x_2 + 4x_3$	≤	1190.577	Gergaji pita

Perbandingan Hasil Menggunakan Pendekatan Rata-rata Aritmatika dan Pendekatan Rasio yang Diperkenalkan Oleh Zeleny

Perbandingan hasil yang diperoleh dari penetapan sasaran tujuan menggunakan rata-rata aritmatika dengan penentuan sasaran tujuan menggunakan metode perbandingan rasio yang diperkenalkan oleh Zeleny, yaitu: Sasaran tujuan, Variabel Keputusan, dan usulan rancangan pengelolaan sumber daya secara berturut-turut disajikan pada Tabel 5. Tabel 6. Tabel 7.

Tabel 5. perbandingan Nilai Sasaran Tujuan

Fungsi tujuan	Zeleny	Afli
z_1	7686.87	7893.435
z_2	12855.89	11520.617
z_3	8572.40	9350.883

Tabel 6. Perbandingan Variabel Keputusan

Fungsi tujuan	**Zeleny**	**Afli**
x_1	92.48	66.152
x_2	20.90	36.389
x_3	55.61	54.109

Tabel 7. Perbandingan Usulan Rancangan Pengelolaan Sumber Daya

Kendala	**Batasan Awal**	**Zeleny**	**Afli**
Mesin penggilingan	1400	1465.06	1412.443
Mesin bubut	1000	910.42	958.829
Penggilingan	1750	2030.65	1946.221
Gergaji ukir	1325	1444.64	1262.651
Bor tekan	900	640.07	815.433
Gergaji pita	1075	1299.55	1190.577

PENUTUP

Kesimpulan

Masalah program *de novo* merupakan masalah multitujuan di mana kendalanya dikonstruksi dalam bentuk anggaran. Biaya menjadi faktor penting dalam mengubah kendala masalah multitujuan menjadi masalah program *de novo* multitujuan. Selain menyelesaikan masalah multitujuan, program *de novo* juga mengusulkan rancangan sistem yang lebih optimal berdasarkan anggaran yang tersedia untuk meningkatkan hasil

ISSN 2798-6489 (Cetak)
ISSN 2798-6535 (Online)

produksi dan memaksimalkan penggunaan sumber daya.

Pada penelitian ini, penetapan sasaran tujuan dilakukan menggunakan rata-rata aritmatika. Penggunaan metode ini menghasilkan nilai sasaran untuk setiap tujuan dengan mempertimbangkan tujuan lainnya, sehingga solusi yang diperoleh bukan merupakan solusi paling ideal untuk masing-masing tujuan secara individual, melainkan untuk semua tujuan secara keseluruhan.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, terlihat bahwa penggunaan metode rata-rata aritmatika dalam menentukan sasaran tujuan memberikan hasil yang baik dan seimbang. Metode ini menghasilkan nilai sasaran yang adil bagi semua tujuan yang dicapai, karena setiap tujuan diperhitungkan secara proporsional. Dengan metode rata-rata aritmatika, hasil yang diperoleh tidak hanya memenuhi sasaran tujuan dengan baik tetapi juga menghasilkan variabel keputusan yang optimal, sehingga memberikan solusi yang seimbang dan efisien untuk seluruh masalah multitujuan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Afli, I. Hasbiyati, and M. Danil Hendry Gamal, "Modification Goal Programming for Solving Multi-Objective *De novo* Programming Problems," *International Journal of Management and Fuzzy Systems*, vol. 5, no. 4, p. 64, 2019, doi: 10.11648/j.ijmfs.20190504.11.

[2] S. Chakraborty and D. Bhattacharya, "Fuzzy Approach to Solve General De-Novo Programming Problem," in *Advances in Mathematical Modelling, Applied Analysis and Computation*, J. Singh, G. A. Anastassiou, D. Baleanu, C. Cattani, and D. Kumar, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2023, pp. 181–192.

[3] D. Greenwell, S. Vanderkolff, and J. Feigh, "Understanding *de novo* learning for brain-machine interfaces," *J Neurophysiol*, vol. 129, no. 4, pp. 749–750, Apr. 2023, doi: 10.1152/jn.00496.2022.

[4] D. Bhattacharya and S. Banik, "One-Step Approach for Solving General Multi-Objective *De novo* Programming Problem Involving Fuzzy Parameters," *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, vol. 49, Jan. 2019, doi: 10.15672/HJMS.2019.659.

[5] N. R. Saeid Hassan, "The Literature Review of *De novo* Programming," *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, vol. 23, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.51201/Jusst12566.

[6] M. Zeleny, "Optimal system design with multiple criteria: *De novo* programming approach," *Engineering Costs and Production Economics*, vol. 10, no. 2, pp. 89–94, Jun. 1986, doi: 10.1016/0167-188X(86)90002-9.

[7] M. Zeleny, "OPTIMIZING GIVEN SYSTEMS vs. DESIGNING OPTIMAL SYSTEMS: THE *DE NOVO* PROGRAMMING APPROACH," *Int J Gen Syst*, vol. 17, no. 4, pp. 295–307, Nov. 1990, doi: 10.1080/03081079008935113.

[8] R.-J. Li and E. S. Lee, "Fuzzy approaches to multicriteria *de novo* programs," *J Math Anal Appl*, vol. 153, no. 1, pp. 97–111, Nov. 1990, doi: 10.1016/0022-247X(90)90268-K.

[9] R. J. Li and E. S. Lee, "*De novo* Programming with Fuzzy Coefficients and Multiple Fuzzy Goals," *J Math Anal Appl*, vol. 172, no. 1, pp. 212–220, Jan. 1993, doi: 10.1006/JMAA.1993.1018.

[10] Z. Zhang, H. Qin, and Y. Li, "Multi-Objective Optimization for the Vehicle Routing Problem With Outsourcing and Profit Balancing," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*,

vol. 21, no. 5, pp. 1987–2001, 2020, doi: 10.1109/TITS.2019.2910274.

[11] N. Umarusman, "Min-Max Goal Programming Approach For Solving Multi-Objective *De novo* Programming Problems," *International Journal of Operational Research*, vol. 10, pp. 92–99, Jul. 2013.

[12] Z. Y. Zhuang and A. Hocine, "Meta goal programing approach for solving multi-criteria *de novo* programing problem," *Eur J Oper Res*, vol. 265, no. 1, pp. 228–238, Feb. 2018, doi: 10.1016/J.EJOR.2017.07.035.

[13] G. M. W. Ullah and M. Nehring, "A multi-objective mathematical model of a water management problem with environmental impacts: An application in an irrigation project," *PLoS One*, vol. 16, no. 8, p. e0255441, Aug. 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0255441.

[14] V. V. Okhrimenko and O. B. Bayramov, "The Dynamic Formulation of the Multi-Purpose Maximization Problem," in *2018 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD*, IEEE, Oct. 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/MLSD.2018.8551919.

ISSN 2798-6489 (Cetak)
ISSN 2798-6535 (Online)