



Optimasi site plan perumahan taman pondok legi VI menggunakan metode integer programming dan goal programming dengan lingo

Dony Mahardhika^{1*}, Herlina², William Kevin Feriyanus Manullang³, Surani⁴

^{1,2,3,4} Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received Mei 2023

Revised Mei 2023

Accepted Juni 2023

Available online Juli 2023

Kata Kunci:

Site plan, integer programming, goal programming, lingo

Keywords:

Site plan, integer programming, goal programming, lingo

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas PGRI ADI BUANA SURABAYA.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan site plan perumahan taman pondok legi VI dengan menggunakan metode integer programming dan goal programming dengan lingo. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Keuntungan maksimal yang dapat diperoleh pengembang dari analisis model *integer dan goal programming* berdasarkan peraturan pemerintah daerah adalah sebesar Rp 6.863.655.000.000,00 dan Optimasi ini menghasilkan kesimpulan untuk mendukung keuntungan yang maksimal dengan membangun rumah tipe Jasmine sebanyak 1 unit, Lavender sebanyak 1 unit dan rumah tipe Orchid sebanyak 238 unit. Sedangkan rumah dengan tipe Yasmine, Tulip, dan Aster tidak dibangun.

ABSTRACT

This study aims to optimize the site plan for Taman Pondok Legi VI complex by using the integer programming method and goal programming with lingo. Based on the results of the study it can be concluded that the maximum profit that can be obtained by the developer from integer model analysis and goal programming based on local government regulations is IDR 6.863.655.000.000.00 and this optimization results in conclusions to support maximum profits by building 1 Jasmine type house unit, 1 Lavender type house unit and 238 units of Orchid type houses. Meanwhile, houses of the Tulip and Aster types were not built.

I. PENDAHULUAN

Operation Research atau Penelitian Operasi merupakan sebuah metode untuk memformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, sosial maupun bidang lainnya ke dalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi yang optimal. Penelitian operasi biasanya digunakan untuk mencari nilai maksimal (profit, performa lini perakitan, hasil panen, *bandwith*, dan lain-lain) atau nilai minimal (kerugian, risiko, biaya, dan lain-lain) dari sebuah fungsi objektif [1]. Penelitian operasi bertujuan membantu manajemen mendapatkan tujuannya melalui proses ilmiah [2].

Bagian terpenting dari penelitian operasi adalah bagaimana menerjemahkan permasalahan sehari-hari ke dalam model matematis [3]. Faktor-faktor yang memengaruhi pemodelan harus disederhanakan dan apabila ada data yang kurang, kekurangan tersebut dapat diasumsikan atau diisi dengan pendekatan yang bersifat rasional. Dalam penelitian operasi diperlukan ketajaman berpikir dan logika karena harus membuat analisis sistem terhadap beberapa alternatif, kemudian memilih alternatif terbaik yang dapat menghasilkan solusi optimum (maksimum atau minimum) sesuai dengan fungsi tujuan dan kendalanya [4].

*Corresponding author.

E-mail addresses: dhic.elc@gmail.com

Saat ini pertumbuhan penduduk di Indonesia masih tinggi dan berakibat pada meningkatnya kebutuhan akan rumah. Peluang ini membuat para pengembang perumahan bermunculan dan berusaha untuk memenuhi permintaan masyarakat akan rumah [5]. Mereka mengembangkan rumah dari mulai tipe sederhana sampai rumah tipe mewah. Biasanya tipe rumah mewah lebih menarik perhatian pengembang karena keuntungannya lebih bagus jika dibandingkan membangun rumah tipe sederhana dan menengah [6]. Namun karena tingkat perekonomian yang belum merata, maka tipe rumah sederhana dan menengah masih banyak dibutuhkan [7].

Kebutuhan untuk memiliki rumah merupakan salah satu kebutuhan dasar setelah pangan dan sandang. Pemenuhan kebutuhan dasar paling diutamakan oleh hampir setiap manusia. Rumah juga salah satu yang diutamakan. Membangun sebuah rumah bukanlah perkara mudah bagi kebanyakan masyarakat, karena diperlukan berbagai hal sampai rumah tersebut bisa ditempati. Misalnya tanah, kepemilikan tanah, struktur bangunan, tes laik operasi, kontraktor, sampai dengan perijinan. Kebanyakan masyarakat tidak ingin repot dengan hal itu, masyarakat ingin memiliki rumah dengan lebih efektif dan efisien yaitu dengan cara membeli rumah di perumahan yang dibuat pengembang [8]. Perumahan adalah sekelompok rumah yang dibangun berdasarkan aturan pemerintah setempat dengan tambahan sarana dan prasarana untuk menunjang kehidupan [9].

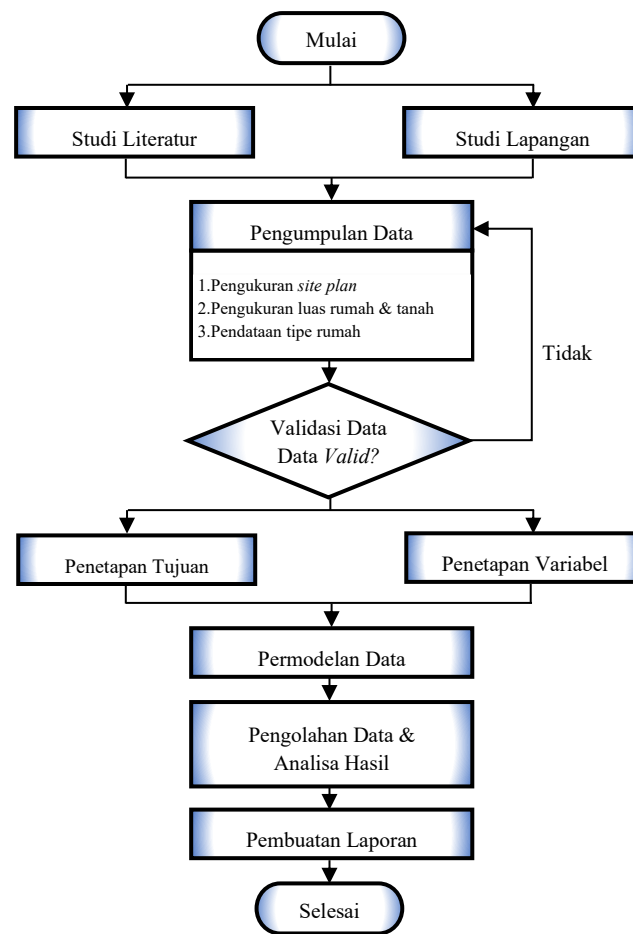
Perumahan baru akan dibangun di daerah Waru – Sidoarjo dan diberi nama Taman Pondok Legi VI. Saat ini Taman Pondok Legi V dalam proses pembangunan dan sudah sekitar 90% selesai. Karena tingginya permintaan masyarakat akan perumahan, maka di sisa lahan yang direncanakan akan menjadi Taman Pondok Legi VI harus segera dibangun. Nantinya ada 4 jenis tipe yang dibangun yaitu Tulip (30), Aster (34), Lavender (41), dan Orchid (55). Pembahasan masalah disini adalah pengoptimalan 4 tipe rumah tersebut dibangun diatas lahan sebesar 38.000 m² dengan tidak membuang fungsi RTH (ruang terbuka hijau) sebesar 30% sesuai dengan aturan pemerintah setempat. Agar keempat tipe rumah dapat dibangun secara optimal maka digunakan perhitungan dengan metode *integer dan goal programming* [10].

Integer programming merupakan *linear programming* dengan variabel-variabel bertipe integer. *Integer programming* digunakan untuk memodelkan masalah-masalah yang variabelnya berupa bilangan tidak bulat [11]. Sedangkan *goal programming* adalah salah satu metode dalam matematika yang digunakan untuk mengambil keputusan yaitu dengan menganalisis dan membuat solusi dari permasalahan yang memiliki banyak tujuan secara simultan [12]. *Integer programming* dapat diselesaikan dengan cara seperti menggunakan grafik, metode eliminasi dan substitusi, dan *branch and bound*. Namun, jika memiliki banyak variabel penyelesaian manual akan memakan waktu dan memiliki kelemahan yaitu kesalahan pada perhitungan karena *human error* [13].

Untuk mengatasi kesalahan perhitungan tersebut, maka perlu sebuah program komputer yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan *integer programming* yaitu Lingo. Program Lingo bisa menyelesaikan permasalahan seperti *linear programming, non-linear programming, integer programming, dan MIP* [14]. Dengan Lingo penyelesaian permodelan *integer programming* dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Permasalahan pada penelitian ini untuk menentukan jumlah tipe rumah yang dibangun diatas tanah seluas 38.000 m² berdasarkan aturan pemerintah setempat dan memenuhi aspek pasar dalam menyediakan rumah yang sesuai dengan kemampuan pembeli.

II. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian supaya mendapatkan hasil yang baik maka perlu dikerjakan secara sistematis. Metode penelitian harus diterjemahkan sehingga arah penelitian lebih mudah dimengerti. Memecahkan permasalahan pada penelitian ini dibutuhkan langkah-langkah untuk menguraikan kegiatan sehingga tergambar proses penelitian dari awal sampai akhir proses. *Flowchart* tersebut seperti pada gambar dibawah.



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil dan pembahasan dijabarkan sebagai berikut:

1. Pengukuran *Site Plan*

Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur meteran dan data hasil pengukuran telah dilakukan validasi kepada pengembang. Hasil pengukuran adalah 38.000 m².

2. Pengukuran Luas Rumah dan Tanah

Pengukuran luas rumah dan tanah dilakukan pada rumah contoh dan didapatkan hasil:

Tabel 1. Pengukuran luas tanah dan bangunan

Tipe Rumah	Luas Bangunan	Luas Tanah
Jasmine	30	45
Tulip	30	60
Aster	34	72
Lavender	41	90
Orchid	55	105

3. Wawancara Langsung

Dari wawancara langsung dengan perwakilan dari pengembang didapatkan data tambahan seperti:

- a) Tipe rumah Jasmine memberikan benefit Rp 75.000.000,-
- b) Tipe rumah Tulip memberikan benefit Rp 100.000.000,-
- c) Tipe rumah Aster memberikan benefit Rp 150.000.000,-
- d) Tipe rumah Lavender memberikan benefit Rp 200.000.000,-
- e) Tipe rumah Orchid memberikan benefit Rp 250.000.000,-

Pengembang juga memiliki beberapa target seperti:

- a) Memenuhi aturan pemerintah daerah dengan menyediakan RTH (Ruang Terbuka Hijau) sebesar 30% dari luas *site plan*.
- b) Menyediakan jalan total seluas 2100 m².
- c) Memperoleh keuntungan minimal 400 M rupiah.
- d) Membangun rumah tipe Orchid (55) setidaknya 50 buah.

B. Pengolahan data

1. Penyelesaian dengan *Integer Programming*

$$\begin{aligned}
 \text{Luas site plan} & : 38.000 \text{ m}^2 \\
 \text{RTH} & : 30 \% \\
 \text{Total area jalan} & : 2.100 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas site plan tersisa} & = (38000 - 2100) - 30 \% \\
 & = 35.900 - 30\% \\
 & = 25.130
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- X₁ : Tipe rumah Jasmine, luas tanah 45 m², benefit 75 juta
- X₂ : Tipe rumah Tulip, luas tanah 60 m², benefit 100 juta
- X₃ : Tipe rumah Aster, luas tanah 72 m², benefit 150 juta
- X₄ : Tipe rumah Lavender, luas tanah 90 m², benefit 200 juta
- X₅ : Tipe rumah Orchid, luas tanah 105 m², benefit 250 juta

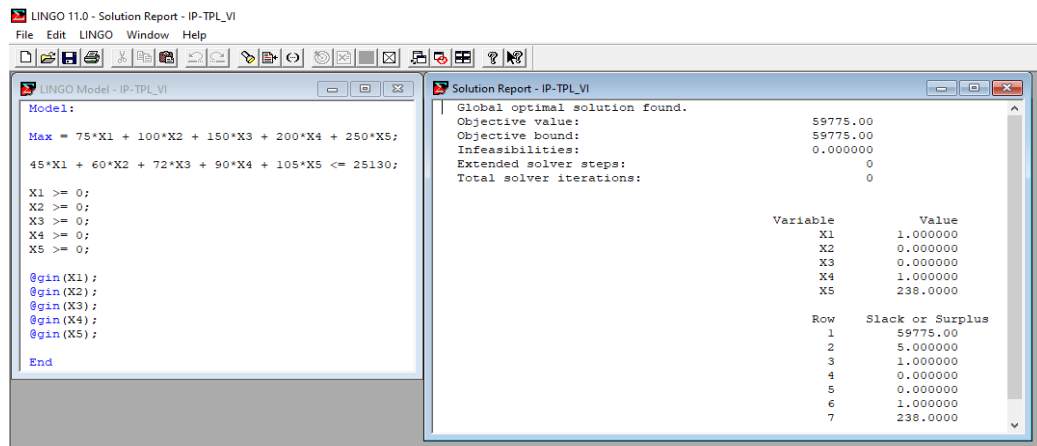
2. Model *integer programming*:

$$\begin{aligned}
 \text{Maks} : Z & = 75X_1 + 100X_2 + 150X_3 + 200X_4 + 250X_5 \rightarrow \text{dalam juta} \\
 \text{Kendala} : & 45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 \leq 25.130 \\
 & X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0
 \end{aligned}$$

3. Penyelesaian dengan Lingo:

Hasil dengan menggunakan lingo didapatkan dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X_1 & : 1 & X_4 & : 1 \\
 X_2 & : 0 & X_5 & : 238 \\
 X_3 & : 0 & \text{Objective Value} & : 59775
 \end{aligned}$$



Gambar 1. Perhitungan Lingo

4. Penyelesaian dengan *Goal Programming*

a. Variabel Keputusan

Variabel keputusan dijabarkan sebagai berikut:

- X₁ : Tipe rumah Jasmine, luas tanah 45 m², benefit 75 juta
- X₂ : Tipe rumah Tulip, luas tanah 60 m², benefit 100 juta
- X₃ : Tipe rumah Aster, luas tanah 72 m², benefit 150 juta
- X₄ : Tipe rumah Lavender, luas tanah 90 m², benefit 200 juta
- X₅ : Tipe rumah Orchid, luas tanah 105 m², benefit 250 juta

Tujuan	Keterangan	Prioritas
1	Memenuhi aturan pemerintah daerah dengan menyediakan RTH (Ruang Terbuka Hijau) sebesar 30% dari luas <i>site plan</i>	1
2	Menyediakan jalan total seluas 2100 m ²	2
3	Memperoleh keuntungan minimal 400 M	3
4	Membangun rumah tipe Orchid setidaknya 50 unit	4

b. *Deviation Variable*

- D₁⁺ : besarnya kelebihan dari target RTH 30 %
- D₁⁻ : besarnya kekurangan dari target RTH 30 %
- D₂⁺ : besarnya kelebihan dari target menyediakan jalan 2100 m²
- D₂⁻ : besarnya kekurangan dari target menyediakan jalan 2100 m²
- D₃⁺ : besarnya kelebihan dari memperoleh keuntungan min. 400 M
- D₃⁻ : besarnya kekurangan dari memperoleh keuntungan min. 400 M
- D₄⁺ : besarnya kelebihan dari membangun 50 rumah tipe Orchid
- D₄⁻ : besarnya kekurangan dari membangun 50 rumah tipe Orchid

c. Formulasi Pembatas

- Luas *site plan* : 38.000 m²
- RTH : 30 %
- Total area jalan : 2.100 m²
- Luas *site plan* tersisa Tujuan 2 : 38.000 – 30% = 26.600 m²

$$\text{Tujuan 3 : } (38.000 - 2100) - 30\% = 25.130 \text{ m}^2$$

$$45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 \leq 25.130$$

$$45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 + D_1^- - D_1^+ = 26.600$$

$$45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 + D_2^- - D_2^+ = 25.130$$

$$75X_1 + 100X_2 + 150X_3 + 200X_4 + 250X_5 + D_3^- - D_3^+ = 400.000 \text{ (juta)}$$

$$X_5 + D_4^- - D_4^+ = 50$$

d. Formulasi Fungsi Tujuan

Bobot untuk prioritas adalah : 40 ke 1, 30 ke 2, 30 ke 3, 10 ke 4

$$\text{Maka : } Z = 40D_1^- + 30D_2^- + 20D_3^- + 10D_4^-$$

e. Model *goal programming*

$$\text{Min : } Z = 40 D_1^- + 30D_2^- + 20D_3^- + 10D_4^-$$

Kendala :

$$45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 \leq 25.130$$

$$45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 + D_1^- - D_1^+ = 26.600$$

$$45X_1 + 60X_2 + 72X_3 + 90X_4 + 105X_5 + D_2^- - D_2^+ = 25.130$$

$$75X_1 + 100X_2 + 150X_3 + 200X_4 + 250X_5 + D_3^- - D_3^+ = 400.000 \text{ (juta)}$$

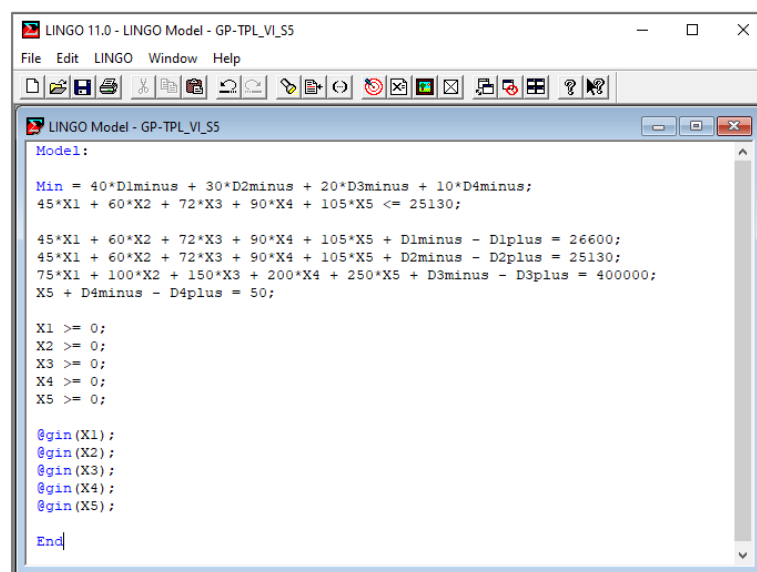
$$X_5 + D_4^- - D_4^+ = 50$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, D_1^-, D_1^+, D_2^-, D_2^+, D_3^-, D_3^+, D_4^-, D_4^+ \geq 0;$$

f. Penyelesaian dengan Lingo

Hasil dengan menggunakan lingo didapatkan dijabarkan sebagai berikut:

$X_1 : 1$	$D_1^- : 1475$	$D_1^+ : 0$
$X_2 : 0$	$D_2^- : 5$	$D_2^+ : 0$
$X_3 : 0$	$D_3^- : 340225$	$D_3^+ : 0$
$X_4 : 1$	$D_4^- : 0.46$	$D_4^+ : 188.46$
$X_5 : 238$	<i>Objective Value</i> : 6863655	



Variable	Value
D1MINUS	1475.000
D2MINUS	5.000000
D3MINUS	340225.0
D4MINUS	0.4571429
X1	1.000000
X2	0.000000
X3	0.000000
X4	1.000000
X5	238.0000
D1PLUS	0.000000
D2PLUS	0.000000
D3PLUS	0.000000
D4PLUS	188.4571

Row	Slack or Surplus
1	6863655.
2	5.000000
3	0.000000
4	0.000000
5	0.000000
6	0.000000
7	1.000000
8	0.000000
9	0.000000
10	1.000000
11	238.0000

Gambar 2. Perhitungan Lingo

Berdasarkan hasil permodelan kedalam bentuk matematika, maka *software* Lingo 11.0 digunakan untuk proses pencarian solusinya. Penggunaan *tools* ini mengacu pada keterbatasan kemampuan sumber daya manusia karena rentan terhadap kesalahan perhitungan yang panjang. Instruksi singkat penggunaan *soft-ware* Lingo 11.0 ini mudah dipahami dan diikuti oleh pengguna, ditunjang oleh respon cepat dan terstruktur pada hasilnya. Hasil perhitungan dari model masih menemui keterbatasan, yaitu masih ada variabel yang nilainya nol. Kondisi ini bisa diatasi secara manual, yaitu peran serta manusia untuk mengambil keputusan akhir.

Interpretasi hasil dalam menyelesaikan masalah optimasi ini dilakukan perhitungan secara *integer dan goal programming* yang sama-sama menggunakan *software* Lingo 11.0, oleh karena itu akan dijelaskan masing-masing seperti dibawah ini.

Integer Programming Perhitungan solusi global ditemukan dengan nilai 59775, yang artinya keuntungan maksimum. Untuk nilai variabel $X_1 = 1$, $X_2 = 0$, $X_3 = 0$, $X_4 = 1$, dan $X_5 = 238$. Kesimpulannya, untuk mendapatkan keuntungan maksimum yaitu sebesar Rp 59.775.000.000,00 maka rumah tipe Jasmine dan Lavender dibangun masing-masing 1 unit, rumah tipe Orchid dibangun sebanyak 238 unit, sedangkan rumah tipe Tulip dan Aster tidak dibangun.

Goal Programming Pada *goal programming* ini didapatkan solusi global sebesar 6863655 dengan nilai variabel $X_1 = 1$, $X_2 = 0$, $X_3 = 0$, $X_4 = 1$, dan $X_5 = 238$. Kesimpulannya, pengembang dapat menghasilkan keuntungan maksimum sebesar Rp 6.863.655.000.000,00 dengan membangun rumah tipe Jasmine sebanyak 1 unit, Lavender sebanyak 1 unit dan rumah tipe Orchid sebanyak 238 unit. Sedangkan rumah dengan tipe Tulip, dan Aster tidak dibangun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Keuntungan maksimal yang dapat diperoleh pengembang dari analisis model *integer dan goal programming* berdasarkan peraturan

pemerintah daerah adalah sebesar Rp 6.863.655.000.000,00 dan Optimasi ini menghasilkan kesimpulan untuk mendukung keuntungan yang maksimal dengan membangun rumah tipe Jasmine sebanyak 1 unit, Lavender sebanyak 1 unit dan rumah tipe Orchid sebanyak 238 unit. Sedangkan rumah dengan tipe Tulip, dan Aster tidak dibangun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada semua penulis dan dosen pengampu mata kuliah Penelitian Operasi II Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Chowdu, P. Nesbitt, A. Brickey, and A. M. Newman, "Operations research in underground mine planning: A review," *INFORMS J. Appl. Anal.*, vol. 52, no. 2, pp. 109–132, 2022.
- [2] M. M. Pesta Gultom, D. E. M. Manik, S. E. Dedy Lazawardi, S. G. V Nainggolan, and A. M. Simarmata, *Pengantar Riset Operasi*. Cipta Media Nusantara, 2022.
- [3] D. Rahmalia, T. Herlambang, and K. B. I. Prima, "Riset Operasi dan Komputasi." Surabaya: Kresna Bina Insan Prima, 2020.
- [4] E. Eliatun and D. Tjitradi, "Pengembangan Perumahan Dengan Desain Konstruksi Dilahan Basah Pada Wilayah Kota Banjarmasin Menggunakan Riset Operasi," *J. Gradasi Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 69–75, 2018.
- [5] W. W. D. Banjarnahor and P. Pristiwanto, "Analisis Pelaksanaan Proyek Perumahan Dengan Metode CPM (Critical Path Method) Dan PERT (Project Evaluation And Review Technique)(Studi Kasus Proyek Perumahan Citra Turi)," *Pelita Inform. Inf. dan Inform.*, vol. 6, no. 3, pp. 363–368, 2018.
- [6] F. Dangkuwa, "Sistem Pakar Tipe Perumahan Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inform. Upgris*, vol. 4, no. 2, 2018.
- [7] F. Fahirah, "Identifikasi faktor yang mempengaruhi nilai jual lahan dan bangunan pada perumahan tipe sederhana," *SMARTek*, vol. 8, no. 4, 2010.
- [8] E. A. Sinambela and M. Djaelani, "Analisis Rancangan Perencanaan Biaya dengan Metode Perhitungan Biaya Nyata Pada Pelaksanaan Proyek Perumahan Sederhana," *J. Trends Econ. Account. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–36, 2021.
- [9] M. A. Tahir, "Identifikasi Ketersediaan Sarana dan Prasarana Permukiman Pada Perumahan Sederhana di Perkotaan (Studi Kasus: Perumahan Perumnas Poasia Kota Kendari)," *J. Malige Arsit.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–18, 2019.
- [10] F. Eisenbrand, C. Hunkenschröder, K.-M. Klein, M. Koutecký, A. Levin, and S. Onn, "An algorithmic theory of integer programming," *arXiv Prepr. arXiv1904.01361*, 2019.
- [11] N. R. Dayama, K. Todi, T. Saarelainen, and A. Oulasvirta, "Grids: Interactive layout design with integer programming," in *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2020, pp. 1–13.
- [12] N. Hamta, M. Ehsanifar, and J. Sarikhani, "Presenting a goal programming model in Time-Cost-Quality trade-off problem in project management," *J. Dev. Evol. Mngement*, vol. 1398, no. special issue, pp. 419–432, 2020.
- [13] P. Liu, R. Zhang, Z. Yin, and Z. Li, "Human errors and human reliability," *Handb. Hum. Factors Ergon.*, pp. 514–572, 2021.
- [14] M. Sambatt, C. Woarawichai, and T. Naenna, "Inventory lot sizing and supplier selection for multiple products, multiple suppliers, multiple periods with storage space using lingo program," in *MATEC Web of Conferences*, 2019, vol. 259, p. 4004.