

Sistem Pendukung Keputusan dengan Linear Programming untuk Optimasi Media Promosi

Roberto Kaban¹, David JM Sembiring²

Teknik Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Deli Serdang, 20374, Indonesia

Email koresponden: roberto.kaban@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang Sistem Pendukung Keputusan dengan Linear Programming menggunakan Simplex. Tahapan dalam penelitian ini mengikuti metode Rapid Application Development yang terdiri dari Requirements Planning, User design, Contruction dan Cutover. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem pendukung keputusan berbasis web dengan media penyimpanan MariaDb sehingga sistem bersifat dinamis dan dapat menyelesaikan berbagai kasus optimasi dengan Linear Programming. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan dalam optimasi media promosi untuk penerimaan mahasiswa baru kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia tahun ajaran 2023/2024, maka didapatkan hasil optimal jumlah mahasiswa kelas reguler $X1 = 60$ (dua kelas) dan mahasiswa kelas karyawan $X2 = 146,67$ (lima kelas) dengan total biaya operasional uang kuliah sebagai fungsi tujuan (Z) sebesar 1.387 juta

Kata Kunci : Sistem Pendukung Keputusan; Linear Programming; Simplex; Optimasi; Optimasi Media Promosi; Optimasi dengan Simplex

Abstract. This research aims to design a Decision Support System using Linear Programming with the Simplex method. The stages of this research follow the Rapid Application Development method, which consists of Requirements Planning, User Design, Construction, and Cutover. The result of this research is a web-based decision support system with MariaDB as the storage medium, making the system dynamic and capable of solving various optimization problems using Linear Programming. Based on a case study conducted on the optimization of promotional media for new student admissions at the Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia for the 2023/2024 academic year, the optimal result obtained was 60 regular students (two classes) and 146.67 employee-class students (five classes), with a total operational cost of tuition fees as the objective function (Z) amounting to 1.387 million.

Keyword : Decision Support System; Linear Programming; Simplex; Optimization; Promotion Media Optimization; Optimization with Simplex

PENDAHULUAN

Pengambilan keputusan dalam manajemen sering kali berhadapan dengan permasalahan terkait ketersediaan sumber daya yang terbatas, di mana keputusan yang dibuat harus mengoptimalkan alokasi sumber daya untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Sumber daya ini bisa berupa modal, tenaga kerja, mesin, bahan produksi, atau bahan promosi, yang semuanya memiliki keterbatasan tertentu. Oleh karena itu, proses pengambilan keputusan yang baik harus mempertimbangkan berbagai alternatif yang tersedia untuk mencapai hasil yang paling optimal. Salah satu alat yang dapat membantu dalam situasi seperti ini adalah Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk menggambarkan masalah pengambilan keputusan sehingga mempermudah identifikasi dan evaluasi alternatif keputusan yang tersedia[1] secara sistematis. Ketersediaan SPK yang sesuai dengan kebutuhan organisasi atau perusahaan dapat memberikan berbagai referensi dan pertimbangan bagi manajemen untuk mengalokasikan sumber daya yang paling efektif, sehingga hasil yang dicapai dari pemanfaatan sumber daya tersebut dapat lebih optimal dan terarah.

Masalah utama yang sering muncul dalam proses pengambilan keputusan adalah keterbatasan sumber daya yang ada dan banyaknya alternatif yang bisa dipilih. Hal ini menuntut adanya upaya optimasi untuk mencari solusi terbaik. Optimasi adalah proses mencari solusi yang paling sesuai atau



paling optimal dari berbagai kemungkinan solusi yang ada. Nilai optimal dalam konteks ini bisa berupa nilai maksimum atau minimum yang diperoleh dari penyelesaian masalah tertentu, seperti masalah linear[2]. Optimasi tidak hanya berkaitan dengan pencapaian keuntungan yang paling tinggi, tetapi juga mencakup aspek-aspek lain seperti meminimalkan biaya produksi atau biaya operasional. Elemen-elemen penting yang perlu diidentifikasi dalam proses optimasi meliputi fungsi tujuan, variabel syarat, variabel batasan, dan variabel kendala. Proses optimasi dimulai dengan melakukan pengamatan yang mendalam terhadap masalah yang ada, diikuti dengan formulasi masalah dan pembentukan model matematika yang merepresentasikan inti permasalahan secara nyata. Dalam optimasi, terdapat dua pendekatan utama: maksimalisasi dan minimalisasi. Pendekatan maksimalisasi digunakan ketika tujuan pengoptimalan adalah untuk mencapai keuntungan yang lebih besar, sementara pendekatan minimalisasi digunakan ketika tujuan pengoptimalan berhubungan dengan pengurangan biaya atau jarak tempuh.

Salah satu metode optimasi yang sering digunakan dalam dunia manajemen adalah pemrograman linear (*Linear Programming*). Pemrograman linear merupakan bagian dari ilmu matematika yang dapat digunakan untuk mencari nilai optimal dari suatu sistem persamaan atau pertidaksamaan linear[3]. Salah satu metode yang digunakan dalam pemrograman linear adalah metode Simplex. Metode Simplex adalah teknik yang secara sistematis memulai dari sebuah solusi dasar yang feasible (layak), kemudian bergerak menuju solusi feasible lainnya, hingga mencapai solusi optimal. Pada setiap langkahnya, metode Simplex menghasilkan nilai dari fungsi tujuan yang selalu lebih besar atau setidaknya sama dengan nilai sebelumnya, sehingga proses iteratif ini berlanjut hingga ditemukan solusi optimal[4]. Metode Simplex sering digunakan dalam berbagai kasus optimasi, termasuk dalam konteks manajemen sumber daya, perencanaan produksi, hingga penentuan alokasi tenaga kerja.

Penerapan optimasi melalui pemrograman linear memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang. Misalnya, metode ini telah digunakan untuk mengoptimalkan waktu pembelajaran siswa selama masa pandemi[5], di mana sumber daya seperti waktu dan tenaga pengajar harus dialokasikan dengan baik. Pemrograman linear juga digunakan untuk mengoptimalkan keuntungan dalam berbagai sektor bisnis[6], [7], [8], pemilihan menu makanan yang sehat dan seimbang[9], serta pengelolaan kebutuhan material dalam proses produksi[10], [11], [12]. Penggunaan metode ini membantu organisasi untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi dengan memanfaatkan sumber daya yang terbatas secara lebih baik.

Dalam penelitian ini, fokus utamanya adalah perancangan sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang berbasis pemrograman linear dengan menggunakan metode Simplex. Sistem yang dirancang berbasis web, sehingga memungkinkan akses secara real-time dan penggunaan basis data (database) seperti MariaDB untuk menyimpan riwayat proses optimasi yang telah dilakukan. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal penghematan sumber daya sistem, terutama dalam konteks waktu pemrosesan, karena rekam jejak masalah optimasi yang pernah diselesaikan dapat disimpan dan diakses kembali tanpa harus mengulangi seluruh proses dari awal.

Perancangan SPK ini mengikuti pendekatan *Rapid Application Development (RAD)*, sebuah metode pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada siklus pengembangan yang cepat. RAD merupakan adaptasi dari model waterfall[13] yang menekankan pada *lifecycle* pengembangan perangkat lunak yang singkat[14]. Dengan metode RAD, sistem SPK dapat dikembangkan secara lebih efisien, memungkinkan perbaikan dan penyempurnaan yang cepat sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Studi kasus yang diambil dalam penelitian ini adalah optimalisasi media promosi kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia (ITBI) untuk penerimaan mahasiswa baru tahun ajaran 2023/2024. Sistem yang dikembangkan akan memberikan informasi yang berguna bagi manajemen kampus dalam pengambilan keputusan, terutama terkait dengan alokasi sumber daya seperti penyediaan jumlah kelas, tenaga pengajar, laboratorium praktek, dan fasilitas pendukung lainnya.



Dengan menggunakan metode Simplex, perhitungan optimasi akan dilakukan secara sistematis, sehingga manajemen dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan didukung oleh data yang akurat.

Dalam implementasi sistem ini, tahapan-tahapan optimasi dengan metode Simplex akan dijelaskan secara detail, mulai dari formulasi masalah hingga penerapan solusi dalam sistem berbasis web. Hasil akhirnya adalah sebuah sistem yang dapat digunakan oleh manajemen untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif, terutama dalam hal alokasi sumber daya yang optimal.

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sistem Pendukung Keputusan

Decision Support System atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah suatu sistem yang ditujukan untuk mendukung pihak manajemen untuk pengambilan keputusan yang lebih terarah dan objektif. SPK dirancang untuk memfasilitasi pengambilan keputusan dalam suatu organisasi dengan menyediakan informasi yang relevan dan tepat waktu serta memperhitungkan berbagai faktor yang mempengaruhi keputusan tersebut[10]. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) terdiri dari beberapa komponen utama, di antaranya[15]:

a. *Basis Data (Database)*

Basis data merupakan kumpulan data yang relevan dan terintegrasi yang digunakan dalam pengambilan keputusan[16].

b. *Model*

Model SPK[17] adalah suatu model matematis atau statistik yang digunakan untuk memproses data dan memberikan keluaran yang berguna untuk pengambilan keputusan.

c. *Knowledge Base (Basis Pengetahuan)*

Basis Pengetahuan adalah kumpulan aturan dan pengetahuan yang digunakan untuk memperoleh pemahaman tentang masalah yang dihadapi dan memberikan rekomendasi solusi[18].

d. *User Interface (Antarmuka Pengguna)*

User Interface (UI) merupakan antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem, memasukkan data, memodifikasi model, dan memperoleh keluaran[19].

e. *Engine*

Engine[20] adalah inti dari sistem pendukung keputusan, yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan informasi dari data *warehouse*, menerapkan model dan basis pengetahuan, dan menghasilkan keluaran yang bermanfaat.

Untuk mencapai tujuan dalam SPK, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi. Syarat pertama, data yang digunakan dalam SPK harus akurat, relevan, dan aktual untuk memastikan hasil yang dihasilkan memiliki dasar yang kuat dan dapat diandalkan. Model yang dipakai harus sesuai dengan situasi atau masalah yang dihadapi, Model harus dipilih secara cermat agar akurat dan efektif. Selanjutnya, SPK memerlukan teknologi dan infrastruktur yang memadai, termasuk perangkat keras dan lunak untuk mengumpulkan, menganalisis, serta memproses data secara efisien. SPK harus dioperasikan oleh staf terampil yang memahami konsep dasar sistem pendukung keputusan. Sistem ini berfungsi sebagai tool SPK yang dirancang fleksibel untuk menangani berbagai jenis permasalahan, khususnya yang bersifat linear.

2.2 Linear Programming

Linear programming adalah teknik dalam ilmu matematika yang digunakan untuk memecahkan masalah optimasi dengan memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan linear yang tergantung pada sejumlah variabel linear yang saling terkait, dengan mempertimbangkan sejumlah batasan linear yang membatasi ruang pencarian solusi[11]. Teknik ini banyak digunakan



dalam berbagai aplikasi bisnis dan teknik untuk menyelesaikan berbagai masalah optimasi, seperti masalah alokasi sumber daya, perencanaan produksi, pemilihan portofolio investasi, masalah transportasi, dan lain sebagainya. *Linear programming* juga dapat digunakan untuk membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan dalam penggunaan sumber daya yang terbatas dengan cara yang terbaik[1]. Karakteristik-karakteristik pada *linear programming* yaitu memiliki fungsi tujuan yang linear, memiliki sejumlah batasan linear, memiliki satu atau beberapa variabel keputusan yang harus dioptimalkan, menggunakan metode matematis untuk menemukan solusi optimal dan solusi optimal yang dihasilkan berada di salah satu titik sudut dari daerah solusi yang memungkinkan. Karakteristik-karakteristik ini membuat *linear programming* menjadi sebuah teknik yang efektif untuk menyelesaikan masalah optimasi yang kompleks.

2.3 Metode Simplex

Metode Simplex adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi linear, yaitu masalah yang mencari nilai maksimum atau minimum dari fungsi linear yang terbatas oleh sejumlah kendala linear. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh matematikawan George Dantzig pada tahun 1947 dan telah menjadi salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi linear[1]. Metode Simplex bekerja dengan menghitung nilai variabel keputusan yang memaksimalkan atau meminimalkan fungsi objektif dengan mempertimbangkan kendala yang ada[6]. Teknik ini menggunakan tabel (matriks) untuk merepresentasikan kondisi saat ini dari solusi optimal dan mengubah tabel secara berulang kali dengan melakukan operasi pivot hingga ditemukan solusi optimal yang memenuhi seluruh kendala[3]. Metode simplex sangat efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi linear dengan jumlah variabel dan kendala yang sedang hingga besar.

a. Karakteristik metode simplex

Karakteristik dalam metode simplex yaitu semua model permasalahan harus diubah terlebih dahulu ke bentuk baku atau standard dari aturan program linear.

b. Bentuk baku metode simplex

Bentuk baku sebagai aturan dasar dalam penyelesaian masalah program linear terdiri beberapa bagian, yaitu[21]:

1. Fungsi tujuan

$$z(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

$$z = x_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$$

2. Fungsi batasan dan syarat

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \left(\begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} \right) b_i \quad (2)$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \leq (=) \geq b_1 \quad a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \leq (=) \geq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n \leq (=) \geq b_m$$

3. Variabel non-negatif

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_j \geq 0 \quad (3)$$

Keterangan :

z = fungsi tujuan

x_j = jenis kegiatan (variabel keputusan)

a_{ij} = kebutuhan sumber daya i untuk menghasilkan setiap unit kegiatan j

b_i = jumlah sumber daya i yang tersedia

c_j = kenaikan nilai z jika ada pertumbuhan satu unit kegiatan j a, b, dan c = parameter model

m = jumlah sumber daya yang tersedia

n = jumlah kegiatan



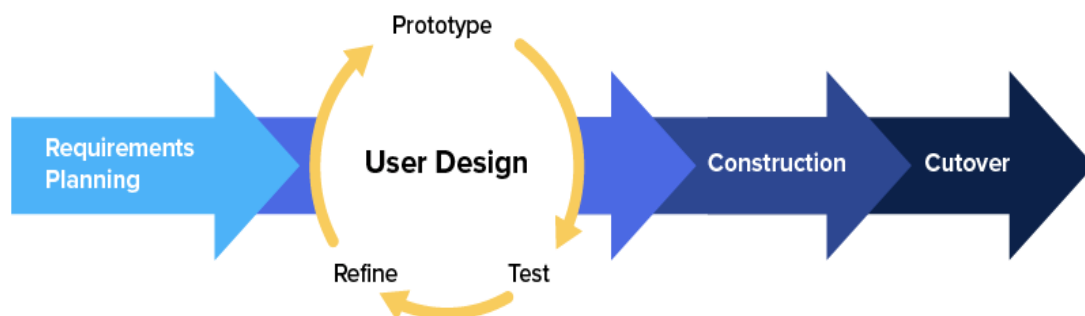
c. Tahapan penyelesaian metode simplex

Untuk menyelesaikan permasalahan linear menggunakan metode simplex, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan variabel keputusan, merumuskan kendala atau batasan, menentukan syarat batasan. Variabel keputusan merupakan bagian dari bentuk persamaan batasan (*slack variable*) yang mempunyai tanda $\leq$, $=$, atau $\geq$.
2. Menentukan daerah penyelesaian dan membuat fungsi tujuan. Daerah penyelesaian merupakan daerah keputusan dari kontribusi semua variabel dan batasan terkait dengan fungsi tujuan. Dengan adanya *slack variable* pada fungsi pembatas, maka fungsi tujuan harus terdapat unsur variabel keputusan. Variabel keputusan dapat berupa konstanta bernilai nol karena tidak secara langsung berpengaruh pada fungsi tujuan.
3. Menentukan fungsi optimasi dan mengartikan hasil yang diperoleh. Optimasi dapat berupa maksimasi atau minimasi bergantung pada variabel keputusan dan bentuk persamaan batasan yang dibuat.

2.4 Rapid Application Development (RAD)

Rapid Application Development (RAD) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk membangun perangkat lunak dengan menekankan pada daur pengembangan yang singkat[13]. RAD merupakan versi adaptasi cepat dari model *waterfall*. Berikut ini merupakan daur hidup pengembangan sistem dengan metode RAD[22].



Gambar 1. Alur metode RAD

Metodologi RAD bertujuan untuk menghasilkan sistem yang dapat digunakan dalam waktu singkat dengan melibatkan pengguna secara intensif dalam setiap tahap pengembangan. Tahapan dalam RAD meliputi[14][23]:

a. Perencanaan Kebutuhan (*Requirements Planning*)

Tahap ini melibatkan identifikasi kebutuhan proyek, tujuan, dan persyaratan utama. Tim pengembangan bekerja sama dengan pengguna untuk memahami kebutuhan dan harapan mereka

b. Desain Pengguna (*User Design*)

Pada tahap ini, prototipe awal dari sistem dikembangkan. Pengguna terlibat secara aktif untuk memberikan umpan balik yang akan digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan prototipe.

c. Konstruksi Cepat (*Rapid Construction*)

Tahap ini melibatkan pengembangan cepat dari sistem berdasarkan prototipe yang telah disempurnakan. Pengguna terus memberikan umpan balik untuk memastikan bahwa sistem memenuhi kebutuhan mereka.

d. *Cutover*

Tahap akhir ini mencakup implementasi sistem ke lingkungan produksi, termasuk pengujian akhir, pelatihan pengguna, dan transisi ke sistem baru.



HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Penerimaan Mahasiswa Baru

Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia (ITBI) akan mengadakan penerimaan mahasiswa baru untuk tahun ajaran ganjil 2023/2024. Sebagai kampus swasta dibutuhkan promosi secara lebih terarah sehingga tujuan yang sudah ditetapkan dapat tercapai. Mahasiswa yang diterima adalah kelas reguler dan kelas karyawan. Perbedaan mendasar antara kelas reguler dan karyawan adalah pada fleksibilitas waktu kuliah. Kelas karyawan masuk senin s/d jumat jam 17.00 s/d 21.00 dan waktu perkuliahan kelas reguler adalah senin s/d jumat mulai jam 09.00 s/d 16.00, tergantung jumlah beban sks. Biaya kuliah pertahun untuk kelas reguler adalah Rp. 6 juta dan kelas karyawan Rp. 7 juta. pada kampus ITBI sudah terdapat bagian promosi kampus dengan anggaran yang sudah disediakan setiap tahunnya berdasarkan jumlah media promosi yang diberikan. Jenis media promosi yang ada adalah spanduk, brosur, kunjungan langsung ke sekolah (SMA Sederajat di kab. Langkat dan Binjai), dan promosi melalui sosial media (facebook ads).

Dalam perencanaan program kerja tim promosi, perkiraan sumberdaya yang dipekat dan disediakan yayasan untuk mendapatkan satu mahasiswa reguler itu adalah 1 spanduk, 2 brosur, 1 kunjungan langsung, 10 iklan tampil di sosial media. Untuk mendapatkan satu mahasiswa kelas karyawan, diberikan sumberdaya 3 spanduk, 1 brosur dan iklan sosial media tampil 15 kali tampil. Terdapat batasan sumberdaya yang diberikan setiap tahunnya, pada 2023 ini yaitu: spanduk 500, cetak brosur 1800 (sudah termasuk kalender), jumlah kunjungan langsung ke SMA sederajat maksimal 60 dan iklan tertarget di sosial media 11.000 kali tampil. Kelas reguler dan kelas karyawan harus terisi minimal satu kelas (30 orang), permasalahannya sekarang adalah, bagaimana perkiraan komposisi jumlah mahasiswa reguler dan karyawan yang paling optimal berdasarkan jumlah sumberdaya promosi dan uang kuliah. Hasil dari optimalisasi ini juga akan dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk penyediaan kelas, laboratorium dan dosen untuk semester ganjil 2023/2024. Permasalahan tersebut dapat dijabarkan dalam bentuk tabel 1 berikut:

Tabel 1. Alokasi media promosi untuk penerimaan calon mahasiswa baru

Media Promosi	Kelas Reguler	Kelas Karyawan	Maks. ketersediaan
Spanduk	1	3	500
Brosur	2	1	1.800
Kunjungan langsung	1	0	60
Iklan sosial media	10	20	11.000
Uang kuliah	6.000.000	7.000.000	

3.2 Optimasi penerimaan mahasiswa baru dengan metode Simplex

Permasalahan penerimaan mahasiswa baru pada ITBI tersebut akan diselesaikan dengan metode Simplex. Fungsi tujuan dalam permasalahan ini adalah memaksimalkan pemasukan dari biaya kuliah dengan tetap memastikan kelas reguler dan kelas karyawan tetap berjalan atau minimal terdapat satu kelas., sehingga dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis:

Maksimumkan $Z = 6.000.000X_1 + 7.000.000X_2$

Fungsi kendala (sumber daya bahan promosi) dapat dinyatakan dalam bentuk pertidaksamaan matematis berikut ini:

Spanduk : $X_1 + 3X_2 \leq 500$

Brosur : $2X_1 + X_2 \leq 1800$

Kunjungan langsung : $X_1 \leq 60$

Iklan sosial media : $10X_1 + 15X_2 \leq 11000$



Selanjutnya akan dilakukan perubahan fungsi tujuan menjadi fungsi implisit dan fungsi kendala akan ditambahkan variable *slack*, sehingga akan didapatkan fungsi tujuan dan kendala seperti persamaan berikut ini:

Maksimumkan $Z - 6X_1 - 7X_2 = 0$ (dalam juta)

Spanduk : $X_1 + 3X_2 + S_1 = 500$

Brosur : $2X_1 + X_2 + S_2 = 1.800$

Kunjungan langsung : $X_1 + S_3 = 60$

Iklan sosial media : $10X_1 + 15X_2 + S_4 = 1.1000$

Persamaan tersebut akan disusun kedalam tabel simplex seperti tabel 2 berikut:

Tabel 2. tabel simplex

Var. dasar	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	NK
Z	1	-6	-7	0	0	0	0	0
S_1	0	1	3	1	0	0	0	500
S_2	0	2	1	0	1	0	0	1.800
S_3	0	1	0	0	0	1	0	60
S_4	0	10	15	0	0	0	1	11.000

NK (Nilai Kanan) adalah nilai yang berada setelah tanda ($=$) pada tiap fungsi tujuan dan fungsi kendala. Selanjutnya akan ditentukan kolom kunci beserta baris kunci dan elemen pivot. Dalam permasalahan ini fungsi tujuan adalah maksimisasi, maka kolom kunci adalah kolom dengan nilai koefisien paling negatif pada baris fungsi tujuan Z di kolom tersebut. Nilai koefisien dengan negatif terbesar adalah -7 sehingga kolom kunci adalah kolom X_2 . Nilai Rasio didapat dari hasil pembagian antara nilai kanan (NK) dengan masing-masing angka yang bersesuaian pada kolom pivot. Baris kunci ditentukan berdasarkan baris yang memiliki nilai rasio terkecil. Dalam tabel dapat diketahui nilai rasio terkecil adalah 167 maka baris kunci berada pada baris S_1 . Elemen pivot didapatkan dari nilai perpotongan antara kolom kunci dan baris kunci. Elemen pivot bernilai 3, sehingga nilai S_1 pada baris kunci ditetapkan sebagai variable keluar dan digantikan oleh nilai X_2 menjadi variable masuk.

Tabel 3. Kolom dan baris kunci beserta elemen pivot

Var. dasar	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	NK	Rasio
Z	1	-6	-7	0	0	0	0	0	0
S_1	0	1	3	1	0	0	0	500	167
S_2	0	2	1	0	1	0	0	1.800	1.800
S_3	0	1	0	0	0	1	0	60	0
S_4	0	10	15	0	0	0	1	11.000	733

Selanjutnya akan diubah nilai-nilai pada baris kunci dengan membagi tiap-tiap nilai pada baris kunci dengan nilai elemen pivot, sehingga nilai baru pada baris kunci seperti tabel 4 berikut:

Tabel 4. Nilai baru baris kunci

Var. dasar	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	NK
Z								
X_2	0	0,33	1	0,33	0	0	0	16,67
S_2								
S_3								
S_4								

Nilai baru pada baris kunci tersebut didapatkan dari: $(0/3; 1/3; 3/3; 1/3; 0/3; 0/3; 0/3; 500/3)$
 $= (0; 0,33; 1; 0,33; 0; 0; 0; 16,67)$



Kemudian, akan diubah nilai-nilai selain pada baris kunci, dengan cara: Baris baru = Baris lama + (nilai koefisien pada kolom kunci x nilai baru pada baris kunci). Hasilnya seperti tabel 5 berikut:

Tabel 5. Nilai baru fungsi tujuan (Z)

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Rasio
Z _{lama}	1	-6	-7	0	0	0	0	0	x (7)
X ₂	0	0,33	1	0,33	0	0	0	16,67	
Z _{baru}	1	-	0	2,33	0	0	0		
		3,67						1.166,67	

$$Z_{baru} = 1 + (0 \times 7); -6 + (0,33 \times 7); -7 + (1 \times 7); 0 + (0,33 \times 7); 0 + (0 \times 7); 0 + (0 \times 7); 0 + (0 \times 7); 0 + (16,67 \times 7)$$

$$Z_{baru} = 1; -3,67; 0; 2,33; 0; 0; 0; 0; 1.166,67$$

Langkah yang sama dilakukan untuk mendapatkan nilai S_{2baru} S_{3baru} dan S_{4baru} sehingga hasilnya seperti tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Nilai baru S₂

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Rasio
S _{2 lama}	0	2	1	0	1	0	0	1.800	x (-1)
X ₂	0	0,33	1	0,33	0	0	0	16,67	
S _{2 baru}	1	0	1,67	0	-	1	0	0	
					0,33				

Tabel 7. Nilai baru S₃

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Rasio
S _{3 lama}	0	1	0	0	0	1	0	60	x (0)
X ₂	0	0,33	1	0,33	0	0	0	16,67	
S _{3 baru}	0	1	0	0	0	1	0	60	

Tabel 8. Nilai baru S₄

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Rasio
S _{4 lama}	0	10	15	0	0	0	1	11.000	x (-15)
X ₂	0	0,33	1	0,33	0	0	0	16,67	
S _{4 baru}	0	5	0	-5	0	0	1	8.500	

Selanjutnya, menyusun persamaan ke dalam tabel simplex baru (Hasil Iterasi-1) seperti berikut:

Tabel 9. Tabel simplex hasil Iterasi-1

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK
Z	1	-	0	2,33	0	0	0	1.166,67
		3,67						
X ₂	0	0,33	1	0,33	0	0	0	166,67
S ₂	0	1,67	0	-0,33	1	0	0	1.633,33
S ₃	0	1	0	0	0	1	0	60
S ₄	0	5	0	-5	0	0	1	8.500

Berdasarkan tabel simplex diatas, belum ditemukan hasil yang optimal karena masih terdapat nilai negatif yaitu -3,67 pada baris tujuan (Z) sehingga perlu dilanjutkan ke iterasi-2 dan mengulangi langkah seperti tabel 3 sebelumnya. Penentuan kolom dan baris kunci beserta elemen pivot pada iterasi-2 seperti tabel 10 berikut:



Tabel 10. Kolom dan baris kunci beserta elemen pivot iterasi-2

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK	Rasio
Z	1	-3,67	0	2,33	0	0	0	1.166,67	318,18
X ₂	0	0,33	1	0,33	0	0	0	166,67	500
S ₂	0	1,67	0	-0,33	1	0	0	1.633,33	980
S ₃	0	1	0	0	0	1	0	60	60
S ₄	0	5	0	-5	0	0	1	8.500	1700

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai perpotongan antara kolom kunci dan baris kunci. Elemen pivot bernilai 1, sehingga nilai S₃ pada baris kunci ditetapkan sebagai variable keluar dan digantikan oleh nilai X₁ menjadi variable masuk. Selanjutnya akan diubah nilai-nilai pada baris kunci dan selain baris kunci seperti langkah sebelumnya. Hasil iterasi-2 seperti tabel berikut:

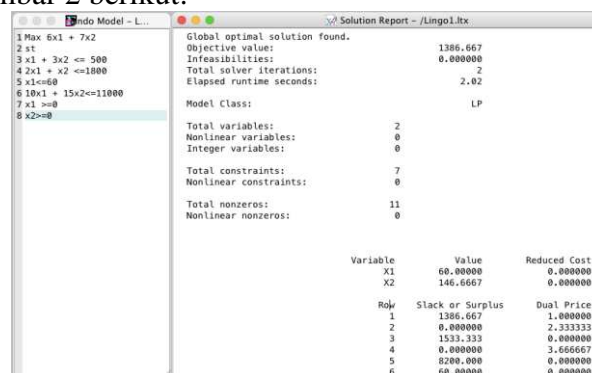
Tabel 11. Hasil iterasi-2

Var. dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	NK
Z	1	0	0	2	0	4	0	1.387
X ₂	0	0	1	0	0	0	0	146,67
S ₂	0	0	0	0	1	-2	0	1.533
X ₁	0	1	0	0	0	1	0	60
S ₄	0	0	0	-5	0	-5	1	8.200

Hasil iterasi-2 menunjukkan tidak ada lagi nilai negatif pada baris tujuan (Z) sehingga sudah didapatkan hasil optimal. Nilai optimal untuk X₁ = 60 dan X₂ = 146,67 dan Z = 1.387. Dari perhitungan tersebut, maka hasil optimum jumlah kelas mahasiswa baru tahun ajaran 2023/2024 adalah tiga kelas (30 mahasiswa per kelas) untuk kelas reguler dan lima kelas karyawan dengan total pemasukan uang kuliah untuk operasional sebesar Rp. 1.387.000.000.

3.3 Pengujian validitas hasil perhitungan manual menggunakan Lingo (ver 18)

Untuk memastikan validitas hasil perhitungan manual akan di uji menggunakan software Lingo (ver. 18) seperti gambar 2 berikut:



Variable	Value	Reduced Cost
X1	60.00000	0.000000
X2	146.6667	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1386.667	1.000000
2	0.000000	2.333333
3	1533.333	0.000000
4	0.000000	3.666667
5	8200.000	0.000000
6	60.00000	0.000000

Gambar 2. Pengujian hasil perhitungan manual menggunakan Lingo

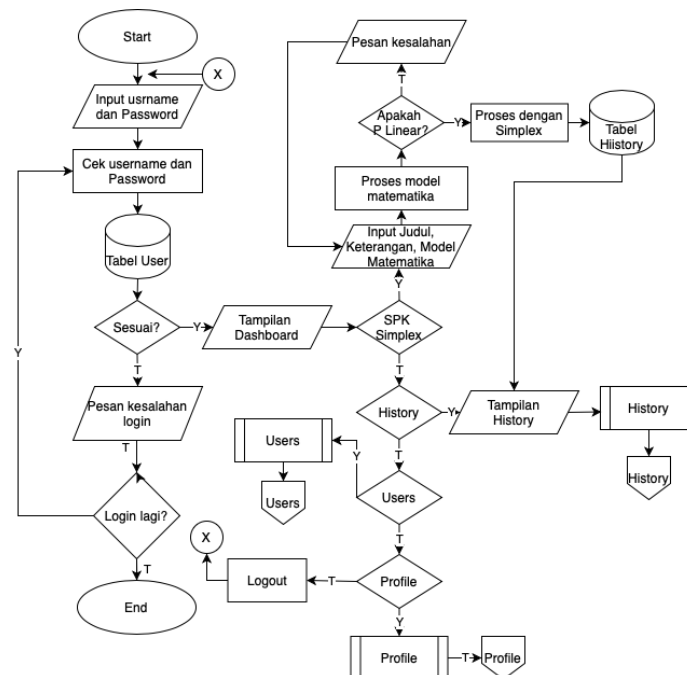
Sehingga dapat disimpulkan hasil perhitungan manual valid dan sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan Lingo.

3.4 Flow diagram Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan yang dibangun berbasis web sehingga dapat diakses secara *realtime* menggunakan koneksi internet. Database yang digunakan MariaDB (*opensource*). Fitur yang tersedia dalam sistem yaitu, Dashboard, Penginputan persamaan linear, history permasalahan



yang pernah diproses dan fitur manajemen user. Sistem disediakan fitur untuk melihat riwayat permasalahan linear yang pernah diselesaikan tanpa harus melakukan proses perhitungan secara berulang sehingga menghemat sumberdaya sistem dan pengguna. Berikut ini adalah diagram alir sistem yang dibangun:

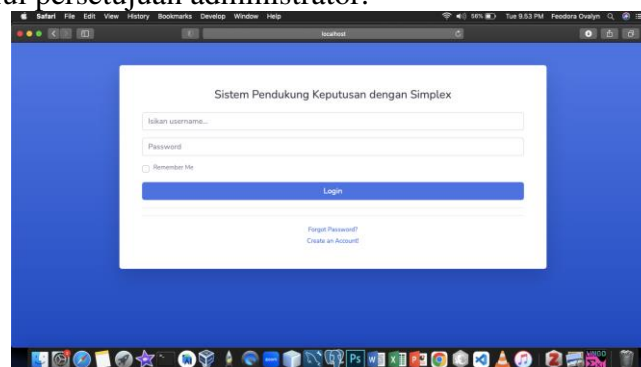


Gambar 3. Flow diagram sistem

Pada diagram alir diatas, halaman utama adalah form login sehingga untuk mengakses sistem terlebih dahulu harus menginputkan username dan password yang valid. User yang valid akan diarahkan ke menu dashboard dan dapat memilih menu SPK Simplex untuk penyelesaian masalah pemrograman linear, melihat history permasalahan linear yang pernah diselesaikan, perubahan profile dan manajemen user.

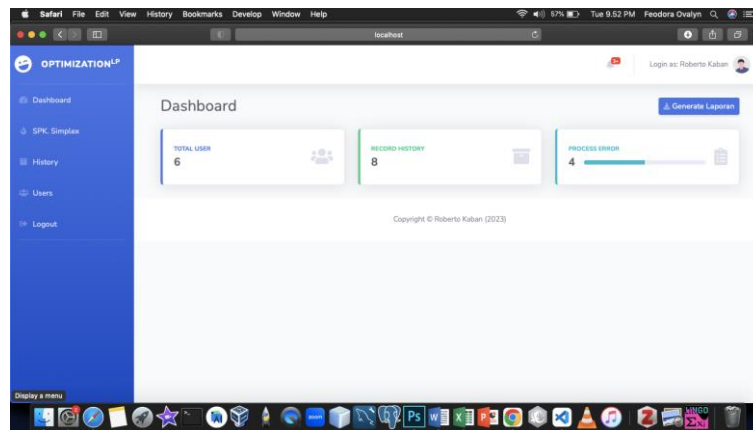
3.5 Tampilan Hasil

Halaman utama ketika sistem diakses adalah form login, tampilannya seperti gambar 4 berikut. Sistem juga disediakan fitur untuk lupa password dan pendaftaran user baru, namun user dapat aktif setelah melalui persetujuan administrator.



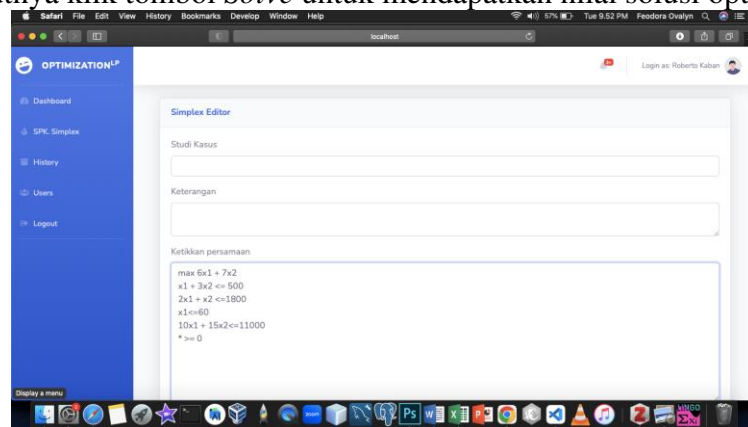
Gambar 4. Tampilan halaman login

Setelah berhasil login, akan disuguhkan dashboard yang berisi rekapitulasi jumlah user, permasalahan linear yang pernah diselesaikan dan permasalahan yang gagal diselesaikan karena kesalahan penginputan persamaan matematika oleh user. Tampilannya seperti gambar berikut:



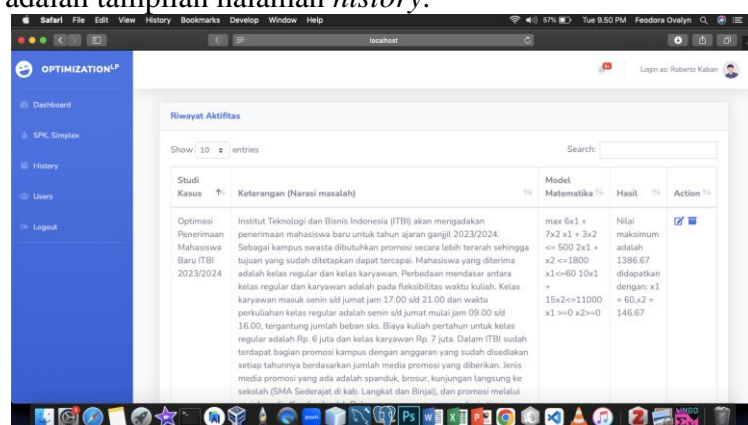
Gambar 5. Tampilan halaman Dashboard

Untuk melakukan penyelesaian masalah linear programming (simplex) dapat melalui menu SPK Simplex. Pada menu ini pengguna akan diminta untuk menginput nama permasalahan liner, keterangan yang berisi rangkuman permasalahan dan model persamaan matematika untuk diselesaikan, selanjutnya klik tombol *Solve* untuk mendapatkan nilai solusi optimal.



Gambar 6. Tampilan halaman input model matematika simplex

Hasil dari proses permasalahan linear akan disimpan di database agar kedepannya masih dapat di akses. Berikut ini adalah tampilan halaman *history*.



Gambar 7. Tampilan halaman History

Pada gambar diatas, pengguna masih dapat mengakses histori permasalahan yang pernah diselesaikan. Informasi yang disediakan sistem terdiri dari nama studi kasus, keterangan, model matematika dan solusi optimal yang disediakan oleh sistem. Sistem telah diuji dengan menggunakan



studi kasus yang sama, dan hasilnya sesuai antara perhitungan manual (tabel 11), Lingo (gambar 2) dan SPK yang dibangun (gambar 7).

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem pendukung keputusan untuk penyelesaian permasalahan linear dengan metode simplex. Sistem yang dibangun berbasis web dan dapat diakses secara realtime menggunakan jaringan internet dan terhubung dengan media penyimpanan (database) MariaDB. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan dalam optimasi media promosi untuk penerimaan mahasiswa baru kampus Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia tahun ajaran 2023/2024, maka didapatkan hasil optimal jumlah mahasiswa kelas reguler $X_1 = 60$ (dua kelas) dan mahasiswa kelas karyawan $X_2 = 146,67$ (lima kelas) dengan total biaya operasional uang kuliah sebagai fungsi tujuan (Z) sebesar 1.387 juta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Olanrewaju Adedipupo, L. Taiwo Abideen, O. Tolulope Samson, F. Ayodeji, and O. Kayode Oladipupo, "Application of Linear Programming for Decision Making to Business in Whao Beverages Nig. Ltd," *AJAM*, vol. 10, no. 3, p. 86, 2022, doi: 10.11648/j.ajam.20221003.11.
- [2] P. Caşcaval and F. Leon, "Optimization Methods for Redundancy Allocation in Hybrid Structure Large Binary Systems," *Mathematics*, vol. 10, no. 19, p. 3698, Oct. 2022, doi: 10.3390/math10193698.
- [3] F. Alkhairi, K. I. J. Tambunan, N. Fauziah, S. A. P. Barus, and E. Simanjuntak, "Solving Linear Program with Simplex Method through App Calculator Simplex," *IJOMS*, vol. 1, no. 4, pp. 420–427, Jan. 2022, doi: 10.55324/ijoms.v1i4.80.
- [4] S. Oskin, A. Kuznecov, and N. Koneva, "Simplex Method of Realization of Optimization Problem of Linear Programming," in *Advances in Automation IV*, vol. 986, A. A. Radionov and V. R. Gasiyarov, Eds., in Lecture Notes in Electrical Engineering, vol. 986, Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 127–135. doi: 10.1007/978-3-031-22311-2_13.
- [5] S. Pardeshi, S. Gawade, and P. Hemant, "Student learning time analysis during COVID-19 using linear programming - Simplex method," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 5, no. 1, p. 100266, 2022, doi: 10.1016/j.ssaho.2022.100266.
- [6] A. Afrizawati, E. Elisa, M. R. M. Effendi, P. Paisal, and N. Mellinda, "The Calculation of Product Combination by Using Linear Programing Simplex Method to Profit Maximize at Roti Sahabat Palembang City:," presented at the 5th FIRST T3 2021 International Conference (FIRST-T3 2021), Palembang, Indonesia, 2022. doi: 10.2991/assehr.k.220202.023.
- [7] A. Fitriyani, S. P. Lestari, and D. M. Pauzy, "The Implementation Of Linear Programming Simplex Method To Generate Optimal Profits An-Nisa Koya," *JFM*, vol. 2, no. 1, Apr. 2022, doi: 10.37676/jfm.v2i1.2179.
- [8] D. Kustiawati, S. N. Fathinah, and A. N. R. Sulistiono, "Penerapan Linear Programming Metode Simpleks Berbantuan Pom-Qm Dalam Optimalisasi Keuntungan Produksi Martabak," vol. 2, no. 3, 2023.
- [9] A. L. Firdiansyah, "The Optimal Compositions Of Daily Menu Food For Breastfeeding Mothers Using The Simplex Method," *Barekeng: J. Il. Mat. & Ter.*, vol. 16, no. 2, pp. 563–568, Jun. 2022, doi: 10.30598/barekengvol16iss2pp563-568.
- [10] P. I. Adoga, H. G. Muazu, and M. Barma, "A Decision Support System for Course Materials Production and Inventory Management in the National Open University of Nigeria," *dujopas*, vol. 8, no. 4b, pp. 33–42, Jan. 2023, doi: 10.4314/dujopas.v8i4b.5.



- [11] F. Rakhmawati, "Optimization of Material Requirement Planning Using A Linear Program".
- [12] Y. Zhou, X. Jiang, X. Wang, L. Wang, L. He, and F. Shen, "Optimizing Iron Ore Proportion Aimed for Low Cost by Linear Programming Method," *Metall Mater Trans B*, vol. 53, no. 6, pp. 4075–4086, Dec. 2022, doi: 10.1007/s11663-022-02667-3.
- [13] N. M. N. Daud, N. A. A. A. Bakar, and H. M. Rusli, "Implementing rapid application development (RAD) methodology in developing practical training application system," in *2010 International Symposium on Information Technology*, Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE, Jun. 2010, pp. 1664–1667. doi: 10.1109/ITSIM.2010.5561634.
- [14] W. A. R. W. Mohd Isa, A. I. H. Suhaimi, A. Mokhtarudin, J. E. Luaran, and Z. A. Zulkipli, "Designing Augmented Reality for Malay Cultural Artifact Using Rapid Application Development," in *Proceedings of the 8th International Conference on Computational Science and Technology*, vol. 835, R. Alfred and Y. Lim, Eds., in Lecture Notes in Electrical Engineering, vol. 835., Singapore: Springer Singapore, 2022, pp. 157–169. doi: 10.1007/978-981-16-8515-6_13.
- [15] J. P. Shim, M. Warkentin, J. F. Courtney, D. J. Power, R. Sharda, and C. Carlsson, "Past, present, and future of decision support technology," *Decision Support Systems*, vol. 33, no. 2, pp. 111–126, Jun. 2002, doi: 10.1016/S0167-9236(01)00139-7.
- [16] J. L. Kwan *et al.*, "Computerised clinical decision support systems and absolute improvements in care: meta-analysis of controlled clinical trials," *BMJ*, p. m3216, Sep. 2020, doi: 10.1136/bmj.m3216.
- [17] N. L. Fitriyani, M. Syafrudin, G. Alfian, and J. Rhee, "HDPM: An Effective Heart Disease Prediction Model for a Clinical Decision Support System," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 133034–133050, 2020, doi: 10.1109/Access.2020.3010511.
- [18] M. Fernandes, S. M. Vieira, F. Leite, C. Palos, S. Finkelstein, and J. M. C. Sousa, "Clinical Decision Support Systems for Triage in the Emergency Department using Intelligent Systems: a Review," *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 102, p. 101762, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.artmed.2019.101762.
- [19] A. M. Antoniadi *et al.*, "Current Challenges and Future Opportunities for XAI in Machine Learning-Based Clinical Decision Support Systems: A Systematic Review," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 11, p. 5088, May 2021, doi: 10.3390/app11115088.
- [20] R. T. Sutton, D. Pincock, D. C. Baumgart, D. C. Sadowski, R. N. Fedorak, and K. I. Kroeker, "An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success," *npj Digit. Med.*, vol. 3, no. 1, p. 17, Feb. 2020, doi: 10.1038/s41746-020-0221-y.
- [21] "Application of Linear Programming in the Optimal Installation of Waterproofing Membrane in the Construction Projects," in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Rome, Europe: IEOM Society International, Jul. 2022, pp. 358–366. doi: 10.46254/EU05.20220082.
- [22] A. K. Nalendra, "Rapid Application Development (RAD) model method for creating an agricultural irrigation system based on internet of things," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1098, no. 2, p. 022103, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1098/2/022103.
- [23] Y. D. Wijaya, "Penerapan Metode Rapid Application Development (Rad) Dalam Pengembangan Sistem Informasi Data Toko," *sitech*, vol. 3, no. 2, pp. 95–102, Feb. 2021, doi: 10.24176/sitech.v3i2.5141.

