E-Jurnal Matematika Vol. 15(4), November 2026, pp. 313-320 ISSN: 2303-1751
DOI: https://doi.org/10.24843/MTK.2026.v15.i04.p535

OPTIMALISASI PENENTUAN PEMELIHARAAN RUAS JALAN PRIORITAS MENGGUNAKAN *BINARY INTEGER PROGRAMMING* DENGAN METODE *BRANCH AND BOUND*

Yesika Zennetti Simanjuntak[1§], Corry Sormin[2]

[1]Program Studi Matematika, FST, Universitas Jambi [Email: yesikasimanjuntak41@gmail.com]
[2]Program Studi Matematika, FST, Universitas Jambi [Email: corry.sormin@unja.ac.id]
[§]*Corresponding Author*

ABSTRACT

This study aims to model and optimize the selection of priority road sections under budget limits at the regency and city level in Jambi Province. It covers 30 provincial road sections out of 53 sections across nine regencies and cities. Priority scores are calculated using Weighted Scoring, based on four physical road condition criteria: severely damaged, lightly damaged, fair, and good. This decision problem, in which each section is either chosen or postponed, is formulated as a Binary Integer Programming (BIP) model that maximizes the total priority score. The model is first solved by hand using the Branch and Bound method on four road sections in Kerinci Regency, and then solved in Python using the PuLP library. The results show that the maximum total priority score is 8.59. The optimal solution selects six priority road sections with a total repair length of 12 km: one in Muaro Jambi, two in Kerinci, two in Merangin, and one in Jambi City. The other sections are postponed to the next budget period. These results can help the agency prepare road maintenance plans systematically, without replacing technical judgment in the field.

Keywords: *Binary Integer Programming, Branch and Bound, Weighted Scoring, Budget Optimization, Road Maintenance*

1. PENDAHULUAN

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan Pasal 9 Ayat (3), jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi. Provinsi Jambi memiliki 53 ruas jalan provinsi yang tersebar di 11 kabupaten/kota dengan kondisi yang berbeda pada setiap ruasnya. Berdasarkan tingkat kemantapan dan kerusakannya, jalan dikategorikan menjadi kondisi baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2011). Perbedaan kondisi ini mengakibatkan biaya penanganan pada setiap ruas jalan tidak selalu sama. Pelaksanaannya sangat bergantung pada pembiayaan daerah yang dialokasikan melalui Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) pada setiap kabupaten/kota. Alokasi anggaran APBD ini ditetapkan secara terpisah dan tidak dipindahkan antarwilayah. Permasalahan menjadi semakin kompleks karena anggaran yang tersedia umumnya sangat terbatas dan tidak sebanding dengan total kebutuhan biaya seluruh pemeliharaan ruas jalan. Akibat keterbatasan anggaran ini tidak semua ruas jalan dapat ditangani secara bersamaan. Kondisi ini memerlukan skala prioritas dengan kriteria yang tepat untuk menentukan ruas yang didahulukan (Marietta & Yosritzal, 2022).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam penentuan prioritas pemeliharaan jalan adalah *Weighted Scoring*. Menurut Fakhriyatin dan Simatupang (2025), *Weighted Scoring* merupakan metode yang menggunakan bobot untuk menunjukkan tingkat pengaruh setiap kriteria dalam pengambilan keputusan, sedangkan skor diperoleh dari hasil perkalian bobot kriteria dengan nilai yang diberikan pada setiap kriteria. Penerapan pendekatan tersebut

dapat dilihat pada penelitian Saepudin et al. (2022), yang menentukan prioritas pemeliharaan ruas jalan di Kabupaten Bandung menggunakan skoring dan pembobotan pada empat parameter, salah satunya kondisi jalan, serta menghasilkan empat ruas jalan yang menjadi prioritas pemeliharaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa skoring dan pembobotan dapat digunakan untuk menyusun urutan prioritas pemeliharaan ruas jalan (Saepudin et al., 2022).

Penentuan ruas jalan prioritas yang akan ditangani pada periode anggaran berjalan menghadapi dua kemungkinan keputusan, yaitu dipilih atau ditunda. Keputusan ini dapat dimodelkan menggunakan *Binary Integer Programming* (BIP), yaitu model optimasi dengan variabel keputusan biner yang hanya bernilai 0 atau 1. Melalui pendekatan ini, pemilihan ruas jalan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat prioritas dan batas anggaran yang tersedia pada setiap wilayah.

Dalam penentuan kombinasi ruas jalan prioritas tanpa melebihi batas anggaran yang tersedia, salah satu solusinya adalah metode *Branch and Bound*. Menurut Hillier & Lieberman (2001), metode ini bekerja dengan membagi permasalahan menjadi beberapa submasalah (*branching*) dan menetapkan batas (*bounding*) untuk mengeliminasi solusi yang tidak memenuhi kriteria optimal secara bertahap. Model secara lengkap kemudian diselesaikan menggunakan perangkat lunak Python dengan pustaka PuLP.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan optimasi dalam menyelesaikan permasalahan pemilihan proyek dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya. Mavrotas dan Makryvelios (2023) telah menerapkan *Binary Integer Programming* berdasarkan keterbatasan anggaran dengan pendekatan prioritas kriteria, tetapi penyelesaiannya belum menerapkan metode *Branch and Bound*. Sementara itu, El Hannach et al. (2018) telah menerapkan model *Binary Integer Programming* berbasis prioritas kriteria untuk mengoptimalkan keputusan alokasi anggaran dengan metode *Branch and Bound*, tetapi kendala sumber daya dalam penelitian tersebut bersifat terpusat dan bukan dialokasikan antarwilayah, serta objek penelitiannya berupa portofolio proyek.

Penelitian terdahulu tersebut belum ada yang menerapkan model BIP dengan metode *Branch and Bound* untuk menentukan pemeliharaan ruas jalan prioritas dengan kendala anggaran pada setiap wilayah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model BIP dengan metode *Branch and Bound* dalam mengoptimalkan penentuan pemeliharaan ruas jalan prioritas tanpa melebihi batas anggaran yang tersedia pada setiap wilayah. Penerapan model optimasi ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi dalam menyusun rencana kerja yang lebih terstruktur tanpa menggantikan keputusan teknis instansi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif terapan yang bertujuan untuk mengoptimalkan penentuan pemeliharaan ruas jalan prioritas di Provinsi Jambi melalui pendekatan pemodelan matematis. Populasi dalam penelitian ini adalah ruas jalan provinsi di Provinsi Jambi sebanyak 53 ruas jalan. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan kelengkapan data biaya penanganan tahun 2026. Sampel yang diperoleh sebanyak 30 ruas jalan yang tersebar di sembilan kabupaten/kota, yaitu Muaro Jambi, Tebo, Bungo, Batanghari, Kerinci, Merangin, Sarolangun, Kota Jambi, dan Tanjab Timur.

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dengan pegawai Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang (PUTR) Provinsi Jambi mengenai prioritas ruas jalan yang harus diperbaiki terlebih dahulu. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen internal Dinas PUTR Provinsi Jambi, meliputi data kondisi ruas jalan provinsi tahun 2026, data rekapitulasi rencana aksi penanganan jalan tahun 2026, serta data rekapitulasi anggaran tahun 2026. Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2026.

Tahapan analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Parameter
   Tahapan analisis dimulai dengan menentukan parameter. Parameter yang digunakan dalam model disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Model BIP

Parameter	Keterangan	Satuan
c_j	Skor prioritas ruas jalan ke-j.	-
a_j	Biaya pemeliharaan yang dibutuhkan untuk menangani ruas jalan ke-j	Rp
b_i	Anggaran yang tersedia pada setiap wilayah ke-i	Rp
j	Indeks ruas jalan ($j \in J$)	-
i	Indeks wilayah ($i \in I$)	-
J	Himpunan 30 ruas jalan sampel	-
I	Himpunan 9 wilayah sampel	-
J_i	Himpunan ruas jalan sampel di wilayah ke-i	-

2. Penentuan Bobot Prioritas
   Skor prioritas setiap ruas jalan ditentukan menggunakan pendekatan *Weighted Scoring* berdasarkan kriteria kondisi jalan. Ruas jalan dengan kondisi rusak berat diberi bobot tertinggi untuk mencegah kerusakan yang lebih parah yang dapat menimbulkan risiko peningkatan biaya perbaikan apabila ditunda. Kriteria penentuan prioritas ruas jalan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Prioritas Ruas Jalan

Kondisi Ruas Jalan	Prioritas	Bobot
Rusak Berat	Tinggi	4
Rusak Ringan	Sedang	3
Sedang	Rendah	2
Baik	Sangat Rendah	1

   Skor prioritas ruas jalan ke-j kemudian dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari panjang jalan pada setiap kondisi terhadap panjang total ruas jalan tersebut, dirumuskan sebagai berikut:

$$c_j = \frac{(1 \times P_{B_j}) + (2 \times P_{S_j}) + (3 \times P_{RR_j}) + (4 \times P_{RB_j})}{P_{Total_j}} \quad (1)$$

dengan:
P_{B_j} = panjang kondisi baik jalan ke-j
P_{S_j} = panjang kondisi sedang jalan ke-j
P_{RR_j} = panjang kondisi rusak ringan jalan ke-j
P_{RB_j} = panjang kondisi rusak berat jalan ke-j
P_{Total_j} = panjang total dari jalan ke-j

   Nilai skor prioritas yang diperoleh digunakan sebagai koefisien pada fungsi tujuan model *Binary Integer Programming* pada tahap berikutnya.
3. Membentuk Model *Binary Integer Programming* (BIP)
   a. Menentukan Variabel Keputusan
      Adapun variabel keputusan untuk model BIP adalah:

Tabel 3. Variabel Keputusan BIP

Variabel	Tipe	Deskripsi
x_j	Biner (1/0)	a) Bernilai 1, jika ruas jalan ke-j dipilih untuk ditangani pada periode berjalan. b) Bernilai 0, jika ruas jalan ke-j tidak dipilih dan ditunda ke periode berikutnya.

   b. Membentuk Fungsi Tujuan
      Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah memaksimalkan total skor prioritas ruas jalan yang dipilih. Sehingga, fungsi tujuan dari model BIP dalam penelitian ini adalah:

$$Max: Z = \sum_{j \in J} c_j x_j \quad (2)$$

      dengan Z menyatakan total skor prioritas ruas jalan yang dipilih untuk ditangani (tidak ada satuan).
   c. Membentuk Fungsi Kendala
      Kendala yang digunakan berkaitan dengan batasan anggaran pemeliharaan pada setiap wilayah kabupaten/kota. Pengoptimalan ruas jalan ini dilakukan per wilayah karena anggaran tidak dapat dipindahkan antarwilayah. Kendala dari model BIP dalam penelitian ini adalah:

$$\sum_{j \in J_i} a_j x_j \leq b_i, \forall i \in I \quad (3)$$

$$x_j \in \{0,1\}, \forall j \in J \quad (4)$$

   d. Penyelesaian Model dengan Metode *Branch and Bound*
      Model diselesaikan menggunakan metode *Branch and Bound* dengan perhitungan manual pada empat ruas jalan di Kabupaten Kerinci untuk memperlihatkan cara kerja metode secara sederhana. Penyelesaian diawali dengan melakukan relaksasi linear dari model BIP, yaitu dengan mengabaikan sementara syarat variabel keputusan harus bernilai biner (Taha, 2017). Model relaksasi kemudian diselesaikan

menggunakan metode simpleks dengan menambahkan variabel *slack* pada setiap kendala bertanda ≤ untuk mengubahnya menjadi bentuk persamaan. Apabila solusi relaksasi yang diperoleh belum memenuhi syarat bilangan bulat, submasalah dibentuk melalui percabangan (*branching*) pada variabel yang bernilai pecahan dengan menambahkan kendala baru berupa batasan ≤ nilai bulat bawahnya, serta batasan ≥ nilai bulat atasnya (Hillier & Lieberman, 2001). Setiap submasalah diselesaikan kembali melalui iterasi relaksasi linear sambil menyimpan solusi bilangan bulat terbaik sementara. Proses percabangan dihentikan (*fathomed*) pada suatu submasalah apabila memenuhi salah satu dari tiga kondisi, yaitu submasalah tidak memiliki solusi layak (*infeasible*) karena melanggar batasan anggaran, seluruh variabel keputusan pada submasalah telah bernilai bilangan bulat sehingga menjadi calon solusi optimal, atau nilai fungsi tujuan optimal submasalah tidak lebih besar dari solusi bilangan bulat terbaik yang sudah ditemukan pada submasalah lain (Taha, 2017). Batas solusi dan kelayakan setiap submasalah kemudian digunakan untuk menentukan apakah percabangan perlu dilanjutkan atau dapat dihentikan (Wolsey, 1998).

e. Perhitungan Python
Model secara keseluruhan diselesaikan menggunakan perangkat lunak Python dengan pustaka PuLP. Hasil perhitungan manual pada sampel digunakan sebagai verifikasi cara kerja metode, sedangkan hasil Python digunakan sebagai solusi optimal final.

f. Interpretasi Hasil
Interpretasi dilakukan berdasarkan hasil solusi optimal yang diperoleh menggunakan model *Binary Integer Programming* dengan metode *Branch and Bound*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Skor Prioritas

Berdasarkan pada Persamaan (1) dilakukan perhitungan untuk melihat skor prioritas setiap ruas jalan. Hasil perhitungan skor prioritas untuk 30 ruas jalan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Prioritas 30 Ruas Jalan

Wilayah	Ruas Jalan	Skor
Kab. Muaro Jambi	x_4	1,06
	x_6	1,91
Kab. Tebo	x_7	2,34
	x_8	1,56
	x_9	1,70
	x_{10}	2,95
Kab. Bungo	x_{11}	1,51
	x_{12}	1,54
	x_{13}	1,77
	x_{14}	2,29
Kab. Batanghari	x_{15}	1,27
	x_{16}	1,64
	x_{17}	1,31
Kab. Kerinci	x_{18}	1,30
	x_{19}	1,12
	x_{20}	1,09
	x_{21}	3,27
Kab. Merangin	x_{25}	3,07
	x_{26}	1,50
	x_{27}	1,45
	x_{28}	1,32
	x_{29}	3,62
Kab. Sarolangun	x_{30}	1,00
	x_{32}	3,71
	x_{33}	2,83
Kota Jambi	x_{43}	1,34
	x_{50}	2,92
Kab. Tanjab Timur	x_{51}	3,99
	x_{52}	2,71
	x_{53}	1,73

Skor tertinggi diperoleh ruas jalan x_{51} sebesar 3,99 karena didominasi kondisi rusak berat, sedangkan skor terendah diperoleh ruas jalan x_{30} sebesar 1,00 karena didominasi kondisi baik.

3.2 Model *Binary Integer Programming*

Pada penelitian ini, model *Binary Integer Programming* (BIP) diterapkan untuk menyelesaikan masalah penentuan pemeliharaan ruas jalan prioritas dengan keterbatasan anggaran. Berdasarkan parameter pada Tabel 1 dan skor prioritas pada Tabel 4, model BIP untuk 30 ruas jalan dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

Max:

$$Z = 1{,}06x_4 + 1{,}91x_6 + 2{,}34x_7 + 1{,}56x_8 + 1{,}70x_9 + 2{,}95x_{10} + 1{,}51x_{11} + 1{,}54x_{12} + 1{,}77x_{13} + 2{,}29x_{14} + 1{,}27x_{15} + 1{,}64x_{16} + 1{,}31x_{17} + 1{,}30x_{18} + 1{,}12x_{19} +$$

$$1{,}09x_{20} + 3{,}27x_{21} + 3{,}07x_{25} + 1{,}50x_{26} + 1{,}45x_{27} + 1{,}32x_{28} + 3{,}62x_{29} + 1{,}00x_{30} + 3{,}71x_{32} + 2{,}83x_{33} + 1{,}34x_{43} + 2{,}92x_{50} + 3{,}99x_{51} + 2{,}71x_{52} + 1{,}73x_{53}$$

Fungsi Kendala:

1) Kendala Anggaran Wilayah:
   a) Kab. Muaro Jambi
   $$11{,}1x_4 + 21{,}0x_6 \leq 21{,}526$$
   b) Kab. Tebo
   $$15{,}9x_7 + 12{,}0x_8 + 12{,}5x_9 + 21{,}0x_{10} \leq 9{,}87$$
   c) Kab. Bungo
   $$8{,}0x_{11} + 8{,}0x_{12} + 13{,}4x_{13} + 14{,}4x_{14} \leq 7{,}53$$
   d) Kab. Batanghari
   $$10{,}0x_{15} + 11{,}0x_{16} + 15{,}75x_{17} \leq 6{,}18$$
   e) Kab. Kerinci
   $$5{,}0x_{18} + 5{,}0x_{19} + 2{,}5x_{20} + 18{,}0x_{21} \leq 9{,}48$$
   f) Kab. Merangin
   $$21{,}0x_{25} + 7{,}5x_{26} + 7{,}5x_{27} + 7{,}5x_{28} + 22{,}5x_{29} \leq 19{,}91$$
   g) Kab. Sarolangun
   $$26{,}0x_{30} + 9{,}0x_{32} + 18{,}0x_{33} \leq 1{,}428$$
   h) Kota Jambi
   $$5{,}2x_{43} + 13{,}4x_{50} \leq 9{,}05$$
   i) Kab. Tanjab Timur
   $$19{,}5x_{51} + 38{,}5x_{52} + 12{,}0x_{53} \leq 0{,}0$$

2) Kendala Batasan Variabel Biner:
   $$x_j \in \{0{,}1\}$$
   $\forall j \in J$

Berdasarkan kendala anggaran wilayah tersebut, biaya penanganan setiap ruas jalan di lima wilayah telah melebihi total anggaran wilayahnya masing-masing, yaitu Kab. Tebo Kab. Bungo, Kab. Batanghari, Kab. Sarolangun, dan Kab. Tanjab Timur. Pada kelima wilayah tersebut tidak terdapat ruas jalan yang layak secara anggaran sehingga seluruh variabel keputusannya bernilai nol, yaitu $x_j = 0$ untuk $j = 7{,}8, \ldots, 17{,}30{,}32{,}33{,}51{,}52,$ dan 53.

3.3 Penyelesaian Model dengan Metode *Branch and Bound*

Model selanjutnya diselesaikan dengan metode *Branch and Bound*. Penyelesaian model diawali dengan perhitungan manual pada sampel empat ruas jalan di Kabupaten Kerinci untuk memperlihatkan cara kerja metode *Branch and Bound* secara sederhana. Model BIP untuk Kabupaten Kerinci dirumuskan sebagai berikut.

Fungsi Tujuan:

$$Max: Z = \sum_{j \in J_i} c_j\, x_j \quad (5)$$

$$Max: Z = 1{,}30x_{18} + 1{,}12\, x_{19} + 1{,}09x_{20} + 3{,}27x_{21}$$

Fungsi Kendala:

$$\sum_{j \in J_i} a_j x_j \leq b_i \quad (6)$$

$$5x_{18} + 5x_{19} + 2{,}5x_{20} + 18x_{21} \leq 9{,}48$$

$$x_j \in \{0{,}1\} \quad (7)$$

$\forall j \in J_i$

dengan J_i adalah himpunan ruas jalan di Kabupaten Kerinci. Nilai j yang terambil adalah 18, 19, 20, dan 21.

Selanjutnya, dilakukan relaksasi linear pada model dengan mengabaikan batasan biner pada semua variabel. Solusi optimal dari fungsi tujuan dan kendala pada model diperoleh dengan menerapkan metode simpleks sebagai berikut.

Fungsi Tujuan:

$$Z - 1{,}30x_{18} - 1{,}12\, x_{19} - 1{,}09x_{20} - 3{,}27x_{21} = 0$$

Fungsi Kendala:

$$5x_{18} + 5x_{19} + 2{,}5x_{20} + 18x_{21} \leq 9{,}48$$
$$x_{18} \leq 1$$
$$x_{19} \leq 1$$
$$x_{20} \leq 1$$
$$x_{21} \leq 1$$
$$x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21} \geq 0$$

Menambahkan variabel *slack* pada fungsi kendala

$$5x_{18} + 5x_{19} + 2{,}5x_{20} + 18x_{21} + S_1 = 9{,}48$$
$$x_{18} + S_2 = 1$$
$$x_{19} + S_3 = 1$$
$$x_{20} + S_4 = 1$$
$$x_{21} + S_5 = 1$$

Tabel simpleks awal berdasarkan fungsi tujuan dan kendala disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Simpleks Awal

Iterasi 1	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	RHS
Z	-0,38	-0,2	-0,63	0	0,2	0	0	0	0	1,73
x_{21}	0,28	0,28	0,14	1	0,06	0	0	0	0	0,53
S_2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
S_3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
S_4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
S_5	-0,28	-0,28	-0,14	0	-0,06	0	0	0	1	0,47

Berdasarkan Tabel 5, solusi belum mencapai kondisi optimal karena masih terdapat nilai koefisien negatif pada baris Z. Kemudian diperoleh kondisi optimal pada iterasi 4 yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Solusi Optimal Simpleks Awal

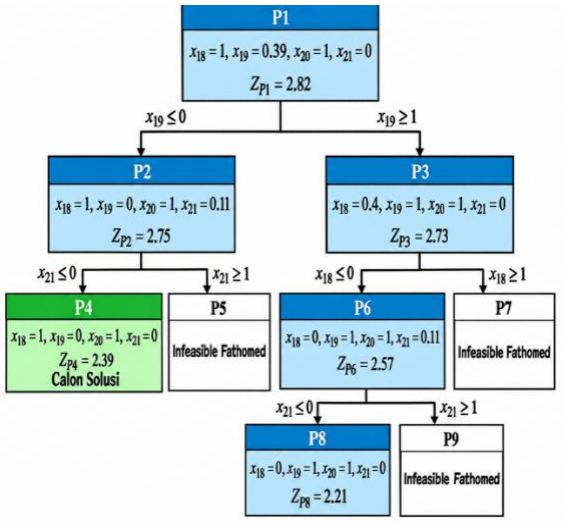
Iterasi 4	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	RHS
Z	0	0	0	0,71	0,24	0,18	0	0,53	0	2,82
x_{19}	0	1	0	3,57	0,21	-1	0	-0,50	0	0,39
x_{18}	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
S_3	0	0	0	-3,57	-0,21	1	1	0,5	0	0,61
x_{20}	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
S_5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh solusi optimal $x_{18} = 1$; $x_{19} = 0{,}39$; $x_{20} = 1$; $x_{21} = 0$, dan $Z_{p1} = 2{,}82$. Masih terdapat variabel non *integer* pada x_{19}, maka dilanjutkan *branching* pada x_{19} dengan menambahkan kendala. Membuat dua submasalah:

$$P2 = P1 + (x_{19} \leq 0) \quad (8)$$

$$P3 = P1 + (x_{19} \geq 1) \quad (9)$$

Setiap submasalah diselesaikan kembali melalui iterasi relaksasi linear sambil menyimpan solusi *integer* terbaik sementara. Proses percabangan suatu submasalah dihentikan hingga *fathomed*. Setelah percabangan dilakukan sebanyak 7 kali ditemukan solusi optimal yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon *Branch and Bound*

Berdasarkan Gambar 1, solusi optimal diperoleh pada percabangan P4 dengan nilai $Z = 2{,}39, x_{18} = 1, x_{19} = 0, x_{20} = 1, x_{21} = 0$. Solusi ini menunjukkan bahwa ruas jalan x_{18} dan x_{20} terpilih untuk dilakukan penanganan dan ruas jalan x_{19} dan x_{21} ditunda ke periode anggaran berikutnya.

3.4 Optimasi Keseluruhan Model dan Interpretasi Hasil

Model *Binary Integer Programming* (BIP) untuk 30 ruas jalan secara keseluruhan diselesaikan dengan metode *Branch and Bound* menggunakan PuLP pada Python. Hasil optimal yang diperoleh dari model BIP disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Optimasi Keseluruhan 30 Ruas Jalan

Wilayah	Ruas Jalan
Kab. Muaro Jambi	$x_4 = 0$
	$x_6 = 1$
Kab. Tebo	$x_7 = 0$
	$x_8 = 0$
	$x_9 = 0$
	$x_{10} = 0$
Kab. Bungo	$x_{11} = 0$
	$x_{12} = 0$
	$x_{13} = 0$
	$x_{14} = 0$
Kab. Batanghari	$x_{15} = 0$
	$x_{16} = 0$
	$x_{17} = 0$
Kab. Kerinci	$x_{18} = 1$
	$x_{19} = 0$
	$x_{20} = 1$
	$x_{21} = 0$
Kab. Merangin	$x_{25} = 0$
	$x_{26} = 1$
	$x_{27} = 1$
	$x_{28} = 0$
	$x_{29} = 0$
Kab. Sarolangun	$x_{30} = 0$
	$x_{32} = 0$
	$x_{33} = 0$
Kota Jambi	$x_{43} = 1$
	$x_{50} = 0$
Kab. Tanjab Timur	$x_{51} = 0$
	$x_{52} = 0$
	$x_{53} = 0$

Berdasarkan solusi optimal pada Tabel 7, nilai fungsi tujuan yang diperoleh adalah $Z = 8{,}59$, yang merepresentasikan nilai maksimum dari total skor prioritas pemeliharaan kondisi ruas jalan yang dipilih untuk ditangani. Rincian ruas jalan yang diprioritaskan untuk ditangani pada masing-masing wilayah dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1) Kab. Muaro Jambi: dipilih ruas jalan x_6 (3 km)
2) Kab. Kerinci: dipilih ruas jalan x_{18} dan x_{20} $(2\text{ km} + 1\text{ km} = 3\text{ km})$
3) Kab. Merangin: dipilih ruas jalan x_{26} dan x_{27} $(2{,}5\text{ km} + 2{,}5\text{ km} = 5\text{ km})$
4) Kota Jambi: dipilih ruas jalan x_{43} (1 km)

Dengan demikian, total volume fisik dari ruas jalan yang dipilih untuk ditangani adalah sepanjang 12 km. Kombinasi keenam ruas jalan tersebut dipilih karena memenuhi kendala anggaran pada wilayahnya masing-masing. Ruas jalan lainnya tidak terpilih untuk ditangani dan ditunda ke periode berikutnya karena apabila ruas jalan tersebut dipilih, total biaya penanganan pada wilayahnya akan melebihi anggaran yang tersedia sehingga melanggar kendala anggaran. Khusus pada Kab. Tebo, Bungo, Batanghari, Sarolangun, dan Tanjab Timur, tidak ada ruas jalan yang dipilih karena biaya penanganan setiap ruas melebihi anggaran wilayahnya. Penanganan ruas jalan di kelima wilayah tersebut memerlukan tambahan alokasi anggaran.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Saepudin et al. (2022) yang menunjukkan bahwa skoring dan pembobotan dapat digunakan untuk menyusun urutan prioritas pemeliharaan ruas jalan. Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian El Hannach et al. (2018) yang menunjukkan bahwa *Branch and Bound* mampu menghasilkan solusi yang optimal di bawah batas sumber daya. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda karena diterapkan pada pemeliharaan ruas jalan provinsi di Provinsi Jambi dengan skor prioritas yang dihitung dari panjang ruas pada setiap kondisi jalan. Dengan demikian, penerapan model *Binary Integer Programming* dengan metode *Branch and Bound* dalam penentuan pemeliharaan ruas jalan prioritas dapat menjadi dasar pengambilan keputusan serta mendukung terciptanya alokasi anggaran pemeliharaan jalan yang lebih efisien dan tepat sasaran.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini memodelkan dan mengoptimalkan pemeliharaan ruas jalan prioritas pada 30 ruas jalan provinsi di Provinsi Jambi dengan menerapkan *pendekatan Binary Integer Programming* yang diintegrasikan dengan *Weighted Scoring* untuk menentukan skor prioritas penanganan jalan. Berdasarkan hasil implementasi metode *Branch and Bound*, diperoleh solusi optimal berupa enam ruas jalan prioritas yang dipilih untuk ditangani pada periode anggaran berjalan dengan total skor

prioritas maksimum sebesar 8,59 dan total volume perbaikan fisik sepanjang 12 km. Kombinasi ruas jalan tersebut terpilih karena memenuhi kendala anggaran pada wilayahnya masing-masing, sedangkan ruas jalan lainnya tidak terpilih karena melanggar kendala anggaran. Model dan metode yang diterapkan pada penelitian ini terbukti mampu menentukan kombinasi ruas jalan prioritas yang dipilih dengan memaksimalkan total skor prioritas penanganan jalan tanpa melampaui batas anggaran yang tersedia pada setiap wilayah, sehingga hasilnya dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menyusun rencana kerja yang lebih terstruktur tanpa menggantikan keputusan teknis instansi.

Bagi penelitian selanjutnya, disarankan mengembangkan model menjadi *Mixed Integer Programming* dengan menambahkan variabel biaya penanganan per km agar dapat mencakup alokasi anggaran yang lebih fleksibel. Pengembangan model tersebut akan memungkinkan penanganan sebagian panjang ruas jalan ketika anggaran yang tersedia tidak mencukupi untuk membiayai penanganan pada satu ruas jalan sekaligus.

DAFTAR PUSTAKA

El Hannach, D., Marghoubi, R., & Dahchour, M. (2018). An Optimal Portfolio Selection based on a Hybrid Approach to improve Projects Oriented Organizations. *Journal of Computer Science*, *14*(11), 1454–1464. https://doi.org/10.3844/jcssp.2018.1454.1464

Fakhriyatin, I., & Simatupang, D. S. (2025). Rancang Bangun Sistem Penilaian Kenaikan Jabatan Karyawan Berbasis Web di PT Timbul Mandiri Agung dengan Metode Weighted Scoring. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, *6*(3), 382–391. https://doi.org/10.37859/coscitech.v6i3.9824

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2001). *Introduction to Operations Research* (7th ed.). McGraw-Hill.

Marietta, D., & Yosritzal, Y. (2022). Studi Perbandingan Kriteria Prioritas Pemeliharaan Jalan. *Jurnal Civronlit Unbari*, *7*(1), 1–6. https://doi.org/10.33087/civronlit.v7i1.93

Mavrotas, G., & Makryvelios, E. (2023). R&D Project Portfolio Selection using the Iterative Trichotomic Approach in Order to Study How Subjectivity of the Weights is Reflected in the Selected Projects of the Final Portfolio. *Operational Research*, *23*(3), 1–50. https://doi.org/10.1007/s12351-023-00785-7

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 13/PRT/M/2011 Tahun 2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*. https://peraturan.bpk.go.id/Read/136608/PermenPU13-2011.pdf

Saepudin, H., Suharsono, T. N., & Chalid, A. (2022). Penentuan Skoring dan Pembobotan pada Parameter Ruas Jalan untuk Sistem Pemeliharaan Jalan di Kabupaten Bandung Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Techno-Socio Ekonomika*, *15*(2), 130–144.

Taha, H. A. (2017). *Operations Research An Introduction* (10th ed.). Pearson Education Limited.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, Pub. L. 38 (2004). https://peraturan.bpk.go.id/Read/30523/UU%20Nomor%2038%20Tahun%202004.pdf

Wolsey, L. A. (1998). *Integer Programming*. John Wiley & Sons, Inc.