

Pemilihan Alternatif Trase Jalan Tol Pluit - Bandara dengan Sistem Rekayasa Nilai

Ahmad Luthfi^{1*}, Lanny W Pandjaitan², Lukas³

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Jalan Jend. Sudirman. Nomor, 51 Kota Jakarta Selatan, Jakarta 12930, Indonesia,

²Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta 12930, Indonesia,

³Cognitive Engineering Research Group (CERG), Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta 12930, Indonesia.

Article Info

Abstract

Article history:

Received
09 Desember 2024

Accepted
16 Desember 2024

Keywords:

Toll, Trase, Network,
Road, Jabodetabek

The existing toll roads have experienced congestion, leading to a decline in service levels. To address this issue, a new road network is needed to ensure smoother access to and from the airport. The construction of a toll road requires careful selection of the road alignment. This study involves the planning of a road alignment by considering both technical and non-technical aspects. The technical aspects include: (1) Road Geometry, (2) Road Topography, and (3) Construction Implementation. Meanwhile, the non-technical aspects include: (1) Economic and Financial Feasibility, (2) Construction Feasibility, (3) Environmental Impact, (4) Regional Development, and (5) Social Impacts. These eight aspects were analyzed to determine the best road alignment using the Value Engineering method to ensure the feasibility of the project. Six alternatives were evaluated for the alignment selection, and based on the Value Engineering analysis, one of the alternatives gave the best option with a score of 7.23. The cost difference for constructing according the respective alternative is not significantly higher compared to other alternatives, while it offers better outcomes in terms of social and environmental impacts.

Info Artikel

Abstrak

Histori Artikel:

Diterima:
09 Desember 2024

Disetujui:
16 Desember 2024

Kata Kunci:

Tol, Trase, Jaringan,
Jalan, Jabodetabek

Jalan tol eksisting menuju bandara telah mengalami kejenuhan yang berdampak pada tingkat pelayanan menjadi turun. Untuk mengatasi kepadatan tersebut, maka di perlukan jaringan jalan baru agar menuju atau ke Bandara menjadi lebih lancar. Pembangunan jalan tol tidak terlepas dari pemilihan trase jalan yang tepat. Pada studi ini, dilakukan perencanaan trase jalan yang mempertimbangkan Aspek Teknis yaitu : 1) Geometrik Jalan 2) Topografi Jalan 3) Pelaksanaan Konstruksi dan Aspek Non Teknis yaitu : 1) Aspek Ekonomi dan Keuangan 2) Aspek Kemudahan Konstruksi 3) Aspek Lingkungan 4) Aspek Pengembangan Kawasan 5) Aspek Sosial. Kedelapan aspek tersebut diolah untuk mendapatkan trase terbaik dengan menggunakan metode rekayasa nilai agar kemungkinan terbangunnya menjadi lebih pasti. Terdapat 6 alternatif yang dijadikan dalam penilaian pemilihan trase, dan salah satu alternatif merupakan trase terbaik dengan nilai 7,23. Selisih biaya untuk pembangunan alternatif tersebut tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan dampak sosial dan lingkungan alternatif lainnya.

*Corresponding author. Ahmad Luthfi

Email address: ahmadluthfi2412@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Jalan tol di Indonesia mulai dibangun sejak Tahun 1978 sepanjang 46 kilometer yang menghubungkan Kota Jakarta dan Kota Bogor. Hingga Tahun 2024, total panjang jalan tol di Indonesia telah mencapai ± 2.893 kilometer yang membentang dari Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Bali. Herdi (2024).

Terdapat Jaringan jalan tol Jabodetabek di Pulau Jawa yang menghubungkan Kota Jakarta, Bogor, Depok, dan Bekasi dengan konsep Ring Road Kalung Jabodetabek, dimana aliran arus lalu lintas menuju kawasan Jakarta sisi Utara hanya terdapat 1 lintasan yang bermuara ke jalan tol Sedyatmo dan jalan tol Harbour Road I sesuai Gambar 1. Mengacu kepada kondisi lalu lintas Jalan Tol Harbour Road I dan jalan Tol Sedyatmo yang telah sering mengalami kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi, sehingga berdampak pada kemacetan yang cukup sering (tingkat pelayanan kategori C bahkan D). Akibatnya kecepatan lalu lintas berada di bawah Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol. Pengembangan jaringan secara terpadu dibutuhkan untuk menambah kapasitas ruas jalan tol sehingga kepadatan di jalan tol dapat terurai dan *volume capacity ratio* berada di bawah 0,5 sehingga tingkat pelayanan dapat dikategorikan B bahkan A.



Gambar 1

Konfigurasi Jalan Tol Konsep Ring Road Jabodetabek
(Sumber : A Tejokusumo J, 2018)

Saat ini, dalam kota Jakarta memiliki prioritas koridor pembangunan jalan tol yaitu jalan tol Harbour Road II (Plumpang - Ancol Timur - Pluit) dan jalan tol Pluit - Bandara. Jalan tol Harbour Road II ruas Ancol Timur - Pluit saat ini sedang dalam progres pembangunan, oleh karenanya pembangunan ruas Pluit - Bandara harus berkesinambungan dengan progres pembangunan ruas Ancol Timur - Pluit agar jaringan jalan dapat terbentuk sempurna. Kondisi lalu lintas yang semakin padat membuat kebutuhan akan pembangunan jalan tol menjadi semakin tinggi. Menurut Handayani *et al.* (2017) menyatakan bahwa jika jumlah kendaraan rata-rata semakin besar, maka semakin dibutuhkan kebutuhan prioritas penanganan.

Perencanaan jalan tol Pluit - Bandara dilakukan dengan tahap awal yang salah satunya adalah pemilihan trase. Pemilihan trase tersebut perlu dilakukan pada saat pekerjaan *Feasibility Study*. Penerapan *Value Engineering* atau Rekayasa Nilai perlu dilakukan pada tahap ini agar dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proyek serta mengidentifikasi peluang terbangunnya jalan tol ini

2. METODE PELAKSANAAN

Lokasi rencana jalan tol Pluit – Bandara dapat dilihat pada **Gambar 2**, melintasi wilayah Kota Jakarta Utara dan Jakarta Barat Provinsi DKI Jakarta. Koridor jalan tol Pluit - Bandara diprakarsai oleh PT Citra Marga Nusaphala Persada, Tbk khususnya melalui divisi Business Development dengan melalui berbagai diskusi dan pembahasan bersama Kementerian PUPR pada Tahun 2023. PT Citra Marga Nusaphala Persada, Tbk merupakan Badan Usaha Jalan Tol yang memiliki jalan tol dalam Kota Jakarta ruas Cawang - Tanjung Priok - Ancol Timur - Pluit. Tujuan dibangunnya jalan tol Pluit - Bandara ini agar terintegrasinya jaringan jalan tol Harbour Road II dan jalan tol Pluit - Bandara sehingga konsep jaringan jalan dapat terbentuk dan berdampak pada pengguna jalan karena pelayanan jalan tol menjadi lebih optimal.



Gambar 2

Gambaran Umum Lokasi Pekerjaan

Perencanaan jalan tol ini dilakukan dengan pemilihan trase menggunakan metode rekayasa nilai agar kemungkinan terbangunnya menjadi lebih pasti dan proyek tersebut menjadi lebih efektif dan efisien. Rekayasa nilai bertujuan untuk mencapai nilai terbaik dari suatu proyek atau pemilihan yang melibatkan multidisiplin ilmu untuk menjaga fungsi dan performa yang dibutuhkan sehingga setiap biaya yang dikeluarkan dapat menghasilkan manfaat yang optimal.

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mencari data pekerjaan sejenis pada lokasi yang sama, peraturan-peraturan Pemerintah dan data lainnya yang diperlukan untuk kebutuhan survey lapangan sebelum dilakukannya pengambilan data lapangan.

Pemilihan trase proyek prakarsa jalan tol Pluit - Bandara ini mengacu pada matriks yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pembiayaan Infrastruktur melalui Surat Edaran Nomor 02/SE/Dp/2024 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Pengusahaan Jalan Tol pada lampiran 10. Dalam matriks tersebut terbagi menjadi 2 aspek yaitu aspek teknis dan non teknis. Pada masing-masing aspek tersebut terdapat beberapa penambahan penilaian pada sub aspek :

1) Geometrik jalan tol

Pada aspek geometrik menambahkan a) Jumlah jembatan khusus karena membutuhkan proses administrasi yang akan berdampak terhadap waktu penyelesaian dan biaya b) Crossing dengan jalan tol eksisting sehingga dibutuhkan identifikasi tambahan untuk penanganan jembatan yang diperlukan c) crossing dengan jalan non tol eksisting dibutuhkan untuk mengidentifikasi kompleksitas pelaksanaan konstruksi yang akan berdampak pada waktu pelaksanaan dan biaya.

2) Lingkungan

Pada aspek lingkungan menambahkan kawasan hutan dan bukan hutan (vegetasi mangrove, vegetasi non mangrove, non vegetasi, badan air, lahan milik negara dan lahan milik pribadi). Aspek kawasan hutan dan bukan hutan ini ditambahkan karena kawasan vegetasi khususnya kawasan mangrove memiliki fungsi ekologis, penyerapan karbon, pengendalian banjir dan ekosistem. Menurut Sumaryoto (2010) menyatakan bahwa pembangunan jalan tol lebih baik melintas di lahan-lahan kering yang selama ini tidak produktif.

3) Sosial

Pada aspek sosial menambahkan kategori *obstacle* seperti masjid, pemakaman, rumah pompa, perkantoran, sekolah dan lainnya. Aspek ini ditambahkan karena akuisisi lahan dapat berdampak pada waktu mulainya pelaksanaan yang lebih lama sehingga menghambat waktu penyelesaian konstruksi dari yang direncanakan.

Penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) dilakukan dengan pembobotan dari masing-masing aspek yang dilakukan dengan metode *forum group discussion/brainstorming* yang kemudian diintegrasikan. Masing - masing aspek teknis memiliki bobot total 32% dan non teknis memiliki bobot total 68%. bobot tersebut yaitu :

1) Aspek Geometrik

Aspek ini memiliki bobot sebesar 23% karena aspek geometrik dinilai penting untuk menentukan jenis struktur yang digunakan. Pemilihan jenis struktur akan berdampak pada biaya investasi dan operasional jalan tol serta kemudahan saat pelaksanaan konstruksi. Menurut Satrio *et al* (2022) menyatakan nilai geometrik jalan didasarkan pada kelandaian jalan, yang artinya alternatif trase harus menghindari geometrik jalan yang ekstrim dan berbahaya.

2) Aspek Lingkungan

Aspek ini memiliki bobot sebesar 25% karena aspek lingkungan dinilai penting untuk pembangunan yang dapat berdampak terhentinya proyek apabila banyak menggunakan lahan vegetasi khususnya kawasan mangrove.

3) Aspek Sosial

Aspek ini memiliki bobot sebesar 16% karena proyek ini melewati beberapa *obstacle* yang dinilai dapat menghambat kelancaran proyek. Semakin banyak *obstacle* yang dilewati maka biaya pengadaan tanah dan relokasi utilitas semakin besar sehingga berdampak pada biaya investasi yang semakin besar. Selain itu, proses perijinan juga akan membutuhkan waktu yang semakin lama.

4) Aspek Lainnya

Aspek ini meliputi topografi, konstruksi, ekonomi dan keuangan, kemudahan pelaksanaan, dan pengembangan kawasan dinilai lebih rendah daripada aspek geometrik, lingkungan dan sosial. Aspek ini memiliki bobot sebesar 36%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalan tol Pluit - Bandara merupakan kelanjutan dari jalan tol Harbour Road II dengan target beroperasi penuh pada Tahun 2029. Walaupun merupakan kelanjutan dari jalan tol Harbour Road II, berdasarkan beberapa pertimbangan terkait geometri, lingkungan dan sosial pada area sambungan maka diperlukan adanya pergeseran trase pada awal konektivitas jalan tol Pluit - Bandara dengan Harbour Road II dan pada akhir trase jalan tol

Pluit - Bandara akan terjadi *merging* antara kendaraan dari tol Pluit - Bandara dengan kendaraan dari tol Sedyatmo.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka pemilihan trase menjadi hal penting untuk dilakukan. Setelah melakukan identifikasi alternatif trase, maka ditemukan 4 alternatif trase sebagai berikut :

1) Alternatif 1

Trase ini berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo pada STA 10+654 s/d STA 20+695 sesuai Gambar 3. *Ramp On* dari bandara berada di sisi Utara sedangkan *Ramp Off* berada di sisi Selatan tol Sedyatmo. Pada alternatif ini ditemukan beberapa bangunan yang harus dilewati seperti 1 bangunan sekolah, 4 perkantoran, 1 masjid, 1 tempat pemakaman umum, 1 lahan sewa alat berat dan 1 rumah pompa. Selain bangunan, trase ini juga melewati 11 perlintasan jalan non tol eksisting dan 9 perlintasan dengan jalan tol eksisting. Trase ini juga menabrak kawasan mangrove. Seluruh aspek teknis dan non teknis tersebut membutuhkan biaya sebesar 9,28 Triliun Rupiah.

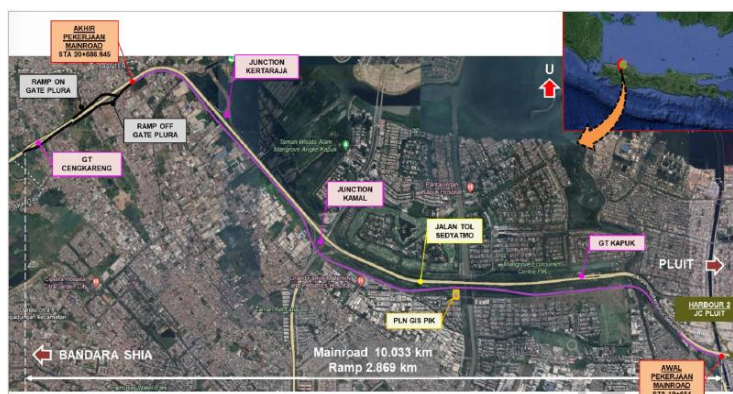


Gambar 3

Alternatif 1 Trase Jalan Tol Pluit – Bandara

2) Alternatif 2

Trase ini berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo pada STA 10+654 s/d STA 20+687 sesuai Gambar 4. *Ramp On* dari bandara berada di sisi Utara sedangkan *Ramp Off* berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo. Pada alternatif ini ditemukan beberapa bangunan yang harus dilewati seperti 1 bangunan sekolah, 3 perkantoran, 1 tempat pemakaman umum, 1 lahan sewa alat berat dan 1 rumah pompa. Selain bangunan, trase ini juga melewati 11 perlintasan jalan non tol eksisting dan 9 perlintasan dengan jalan tol eksisting. Trase ini menghindari kawasan mangrove. Seluruh aspek teknis dan non teknis tersebut membutuhkan biaya sebesar 8,83 Triliun Rupiah.

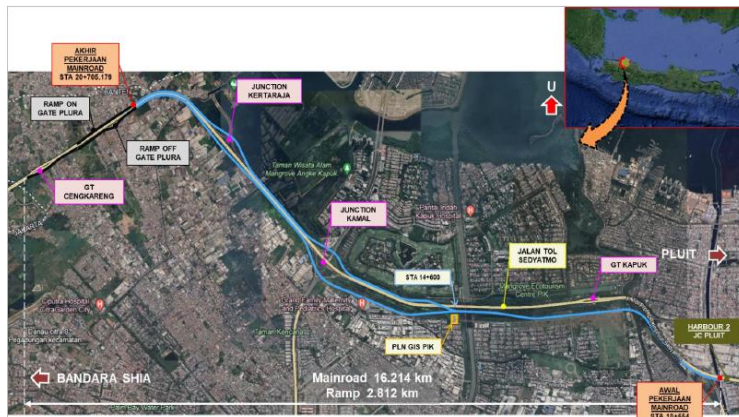


Gambar 4

Alternatif 2 Trase Jalan Tol Pluit - Bandara

3) Alternatif 3

Trase ini berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo pada STA 10+654 s/d STA 14+600 sesuai Gambar 5, selanjutnya jalan utama terbagi menjadi 2 sisi di bagian Utara dan Selatan sampai STA 20+705. *Ramp On* dari bandara berada di sisi Utara sedangkan *Ramp Off* berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo. Pada alternatif ini ditemukan beberapa bangunan yang harus dilewati seperti 3 bangunan perkantoran, 1 tempat pemakaman umum, 1 lahan sewa alat berat, 1 lahan parkir depo pendidikan dan 2 rumah pompa. Selain bangunan, trase ini juga melewati 14 perlintasan jalan non tol eksisting dan 13 perlintasan dengan jalan tol eksisting. Trase ini menghindari kawasan mangrove. Seluruh aspek teknis dan non teknis tersebut membutuhkan biaya sebesar 10 Triliun Rupiah.

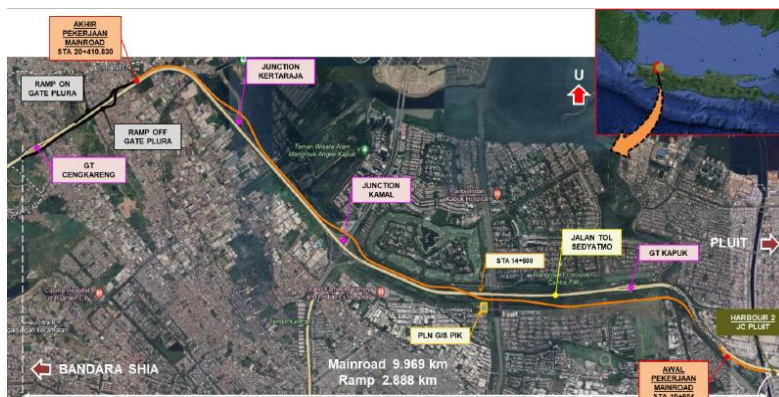


Gambar 5

Alternatif 3 Trase Jalan Tol Pluit - Bandara

4) Alternatif 4a

Trase ini berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo pada STA 10+654 s/d STA 14+600 dan berpindah ke sisi Utara sampai STA 20+410 sesuai **Gambar 6**. *Ramp On* dari bandara berada di sisi Utara sedangkan *Ramp Off* berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo. Pada alternatif ini melewati 1 lahan parkir depo pendidikan dan 1 rumah pompa. Selain bangunan, trase ini juga melewati 9 perlintasan jalan non tol eksisting dan 10 perlintasan dengan jalan tol eksisting. Trase ini menghindari kawasan mangrove. Seluruh aspek teknis dan non teknis tersebut membutuhkan biaya sebesar 9,98 Triliun Rupiah.



Gambar 6

Alternatif 4a Trase Jalan Tol Pluit – Bandara

5) Alternatif 4b

Trase ini berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo pada STA 10+654 s/d STA 14+600 dan berpindah ke sisi Utara sampai STA 19+525 sesuai **Gambar 7**. Pada alternatif ini, panjang *ramp* menjadi lebih panjang dan perpindahan dari sisi utara ke selatan untuk *Ramp Off* memiliki radius 450 m. *Ramp On* dari bandara berada di sisi Utara sedangkan *Ramp Off* berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo. Pada alternatif ini melewati 1 lahan parkir depo pendidikan, 2 rumah pompa, 1 lahan parkir alat berat, dan 1 bangunan perkantoran. Selain bangunan, trase ini juga melewati 9 perlintasan jalan non tol eksisting dan 10 perlintasan dengan jalan tol eksisting. Trase ini menghindari kawasan mangrove. Seluruh aspek teknis dan non teknis tersebut membutuhkan biaya sebesar 9,31 Triliun Rupiah.

**Gambar 7**

Alternatif 4b Trase Jalan Tol Pluit - Bandara

6) Alternatif 4c

Trase ini berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo pada STA 10+654 s/d STA 14+600 dan berpindah ke sisi Utara sampai STA 19+525 sesuai **Gambar 8**. Pada alternatif ini, panjang *ramp* menjadi lebih panjang dan perpindahan dari sisi utara ke selatan untuk *Ramp Off* memiliki radius 60 m. *Ramp On* dari bandara berada di sisi Utara sedangkan *Ramp Off* berada di sisi Selatan jalan tol Sedyatmo. Pada alternatif ini melewati 1 lahan parkir depo pendidikan, 1 rumah pompa, 1 lahan parkir alat berat, 1 bangunan perkantoran dan 1 tempat pemakaman umum. Selain bangunan, trase ini juga melewati 9 perlintasan jalan non tol eksisting dan 10 perlintasan dengan jalan tol eksisting. Trase ini menghindari kawasan mangrove. Seluruh aspek teknis dan non teknis tersebut membutuhkan biaya sebesar 9,52 Triliun Rupiah.

**Gambar 8**

Alternatif 4c Trase Jalan Tol Pluit – Bandara

Penilaian terhadap 4 alternatif tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 matriks dibawah ini.

Tabel 1
Matriks Alternatif Trase Aspek Teknis

No	Uraian	Sat	Bobot (%)	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3		Alternatif 4a		Alternatif 4b		Alternatif 4c			
				Nilai	Bobot (%)	Nilai	Bobot (%)	Nilai	Bobot (%)	Nilai	Bobot (%)	Nilai	Bobot (%)	Nilai	Bobot (%)		
1	Aspek Teknis		32,00	25,66		26,79		19,87		25,14		24,50		23,84			
a	Sub Aspek Geometrik		23,00	20,96		21,76		15,16		20,10		19,53		18,93			
	i	Panjang jalan main road	Km	4,00	10,04	3,53	10,04	3,53	16,22	2,19	9,98	3,56	8,87	4,00	9,87	3,59	
	ii	Panjang akses (<i>on/off ramp</i>)	Km	2,00	2,87	1,96	2,87	1,96	2,81	2,00	2,89	1,95	4,96	1,13	4,96	1,13	
	iii	Jumlah lajur sungai	Bh	2,00	6,00	2,00	6,00	2,00	6,00	2,00	6,00	2,00	6,00	2,00	6,00	2,00	
	iv	Panjang elevated	Km	3,00	12,91	2,99	12,91	2,99	19,04	2,03	12,87	3,00	13,83	2,79	14,93	2,60	
	v	Jumlah jembatan khusus	Bh	4,00	5,00	3,20	4,00	4,00	10,00	1,60	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	
	vi	Crossing dengan jalan tol eksisting	Bh	4,00	9,00	4,00	9,00	4,00	13,00	2,77	10,00	3,60	10,00	3,60	10,00	3,60	
	vii	Crossing dengan jalan non tol eksisting	Bh	4,00	11,00	3,27	11,00	3,27	14,00	2,57	9,00	4,00	9,00	4,00	9,00	4,00	
b	Sub Aspek Topografi			1,00		0,68		1,00		0,68		1,00		0,93		0,87	
	i	Panjang daerah datar	Km	1,00	12,91	0,68	12,91	1,00	19,04	0,68	12,87	1,00	13,83	0,93	14,83	0,87	
	ii	Panjang daerah berbukit	Km	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
c	Sub Aspek Konstruksi			8,00		4,03		4,04		4,04		4,04		4,04		4,04	
	i	Waktu pelaksanaan	Bulan	4,00	36,00	4,00	36,00	4,00	36,00	4,00	36,00	4,00	36,00	4,00	36,00	4,00	
	ii	Aksesibilitas saat masa konstruksi	Km	2,00	8,00	0,01	12,00	0,02	12,00	0,02	12,00	0,02	12,00	0,02	12,00	0,02	
	iii	Fleksibilitas <i>staging</i> konstruksi	Bh	2,00	8,00	0,01	12,00	0,02	12,00	0,02	12,00	0,02	12,00	0,02	12,00	0,02	
2	Aspek Non Teknis			68,00		50,14		53,35		48,56		61,53		53,66		54,27	
a	Sub Aspek Ekonomi dan Keuangan																
	i	Biaya Konstruksi	Rp	12,00	9,28 T	11,43	8,83 T	12,00	10 T	10,60	9,93 T	10,67	9,31 T	11,39	9,51 T	11,14	
b	Sub Aspek Kemudahan Pelaksanaan			8,00		5,98		5,82		4,49		6,88		5,34			
	i	Gangguan terhadap lalu lintas eksisting	Km	2,00	0,70	2,00	0,95	1,47	0,95	1,47	0,95	1,47	0,95	1,47	0,95	5,25	
	ii	Panjang yang melewati kawasan pabrik/ pergudangan/ perkantoran	Km	2,00	0,63	0,35	0,62	0,35	0,65	0,34	0,11	2,00	0,36	0,61	0,34	0,65	
	iii	Panjang yang melewati kawasan pemukiman	Km	2,00	1,85	1,63	1,51	2,00	2,28	1,32	2,14	1,41	2,16	1,40	2,16	1,40	
	iv	Utilitas eksisting	Km	2,00	12,91	1,99	12,91	1,99	19,04	1,35	12,87	2,00	13,83	1,86	14,83	1,74	
c	Sub Aspek Lingkungan (Dampak Lingkungan)			25,00		19,28		21,93		20,45		21,54		21,54		21,54	
	i	Kawasan hutan		15,00	7,58	10,75	5,56	13,48	11,71	12,53	9,31	12,70	9,31	12,70	9,31	12,70	
		- Vegetasi mangrove	Ha	10,50	4,30	6,49	1,32	9,27	1,66	8,95	1,64	8,97	1,64	8,97	1,64	8,97	
		- Vegetasi non-mangrove	Ha	3,00	0,09	2,98	0,38	2,91	2,81	2,36	2,75	2,37	2,75	2,37	2,75	2,37	
		- Non-vegetasi	Ha	0,75	2,40	0,55	2,04	0,58	2,31	0,56	0,79	0,68	379,00	0,68	0,79	0,68	
		- Badan air (sungai, drainase, dll)	Ha	0,75	0,79	0,74	1,82	0,72	4,93	0,66	4,13	0,68	4,13	0,68	4,13	0,68	
	ii	Kawasan non-hutan		10,00	14,03	8,53	23,21	8,45	32,59	7,92	19,12	8,83	19,12	8,83	19,12	8,83	
		- Vegetasi mangrove	Ha	5,00	2,87	4,00	1,60	4,44	2,05	4,29	0,95	4,67	0,95	4,67	0,95	4,67	
		- Vegetasi non-mangrove	Ha	2,00	5,49	1,67	6,64	1,61	7,87	1,53	5,45	1,68	5,45	1,68	5,45	1,68	
		- Non-vegetasi	Ha	0,50	2,72	0,43	4,07	0,39	4,26	0,39	2,55	0,43	2,55	0,43	2,55	0,43	
		- Badan air (sungai, drainase, dll)	Ha	0,50	2,31	0,45	2,23	0,41	8,19	0,33	4,21	0,41	4,21	0,41	4,21	0,41	
		- Lahan milik negara (RoW, sungai, dll)	Ha	0,50	0,64	0,47	0,70	0,47	1,26	0,44	0,91	0,46	0,91	0,46	0,91	0,46	
		- Lahan milik pribadi	Ha	1,50	0,00	1,50	5,97	1,13	8,96	0,94	5,05	1,19	5,05	1,19	5,05	1,19	
d	Sub Aspek Pengembangan Kawasan			7,00		6,35		6,35		5,91		6,44		6,89		7,00	
	i	Pembebasan lahan	Ha	7,00	31,82	6,35	31,80	6,35	34,15	5,91	31,35	6,44	29,30	6,89	28,85	7,00	
e	Sub Aspek Sosial			16,00		4,11		7,25		7,11		16,00		8,50		9,33	
	i	Permasalahan/Obstacle	Bh	10,00	9,00	1,11	8,00	1,25	9,00	1,11	1,00	10,00	4,00	2,50	3,00	3,33	
	ii	Dampak sosial	Bh	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	
	Total			100,00		75,80		80,14		68,43		86,67		78,16		78,11	

Berdasarkan penilain dari masing-masing bobot, maka didapatkan peringkat terbaik dari masing-masing alternatif tersebut seperti yang dapat dilihat dari tabel 2 dibawah. Setelah dilakukan pembobotan dari masing-masing alternatif dengan mempertimbangkan aspek teknis dan non teknis, maka dilakukan integrasi dengan menggunakan rumus *value engineering* (rekayasa nilai) dengan trase terpilih. Walaupun biaya konstruksi pada alternatif 4a relatif tinggi dibandingkan dengan alternatif lainnya, namun alternatif 4a memiliki keunggulan pada sub aspek sosial dan lingkungan. Sub aspek biaya dipisahkan dari sistem penilaian alternatif trase yang selanjutnya menggunakan rumus dari *value engineering* dimana analisis fungsi yang menjadi pokok penilaian sesuai dengan rumus pada Pedoman Pelaksanaan Teknis Rekayasa Nilai No 11/SE/Db/2022, maka nilai dari masing-masing alternatif dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

$$Value = \frac{Fungsi \times Performa}{Biaya}$$

Tabel 2Resume penilaian alternatif trase dengan rumus *value*

Alternatif	Nilai (fungsi x xperforma) tanpa biaya konstruksi	Biaya konstruksi (Triliun rupiah)	Skor Rekayasa Nilai
Alternatif 1	61,38	9,28	6,61
Alternatif 2	63,26	8,83	7,16
Alternatif 3	53,95	10	5,40
Alternatif 4a	72,12	9,98	7,23
Alternatif 4b	62,88	9,31	6,75
Alternatif 4c	63,08	9,51	6,63

Menurut Hermawan *et al.* (2011) menyatakan bahwa apabila kepemilikan lahan semakin mendekati kawasan terlarang atau kawasan konservasi, semakin mahal dan semakin sulit pelaksanaan pembebasan lahan infrastruktur jalan. Oleh karena itu berdasarkan rumus *value*, ditemukan bahwa alternatif 4a tetap lebih unggul dibandingkan alternatif lainnya karena alternatif 4a memiliki skor paling tinggi diantara seluruh alternatif dan perbedaan biaya alternatif tidak terlalu signifikan kecuali dengan alternatif 2.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan penilaian dengan menggunakan metode analisis fungsi dari *value engineering*, ditemukan bahwa biaya untuk menangani *obstacle* dan menghindari kawasan hutan mangrove setara dengan selisih biaya alternatif 1 dan alternatif 4a. Hal ini disebabkan oleh alternatif 1 menggunakan lebih banyak lahan yang terhalang oleh *obstacle* dan lebih banyak menggunakan kawasan hutan mangrove sehingga faktor kesulitan terbangunnya menjadi lebih besar. Sedangkan alternatif 4a meminimalkan penggunaan lahan tersebut sehingga kemungkinan terbangunnya menjadi lebih besar. Berdasarkan hal tersebut, biaya penanganan dampak sosial dan lingkungan melalui pemilihan trase 4a dibandingkan dengan trase alternatif 1 diperkirakan sebesar 700 miliar rupiah.

Berdasarkan rumus *value engineering* didapatkan bahwa alternatif 4a tetap lebih unggul dibandingkan alternatif lainnya, karena aletrnatif 4a memiliki nilai paling tinggi

diantara seluruh alternatif dan perbedaan biaya antar alternatif tidak terlalu signifikan dibandingkan manfaat kemungkinan terbangunnya jalan tol Pluit - Bandara.

Biaya konstruksi perlu diperhitungkan kembali pada saat penyusunan Rencana Teknik Akhir (RTA) sebelum konstruksi dimulai. Biaya konstruksi pada pemilihan trase ini sudah mempertimbangkan desain struktur paling optimal sesuai batasan perencanaan *Basic Design*.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. A,Tejokusumo. (2018). Kajian Traffic Jalan Tol Harbour Road II. PT. Citra Marga Nusaphala Persada, Tbk.
2. Direktorat Jenderal Bina Marga. (2022). Pedoman Pelaksanaan Teknis Rekayasa Nilai. Direktorat Jenderal Bina Marga.
3. Herdi, A. (2024). Dibangun 46 Tahun, Panjang Tol RI Sudah Tembus 2.893 Km. (<http://www.finance.detik.com>). Diakses tanggal 18 November 2024.
4. Hermawan, F., Kristiani F., dan Santoso, T.D. (2011). Pengaruh Pembebasan Lahan terhadap Risiko Proyek Konstruksi : Studi Kasus Social Engineering Proyek Jalan Tol Ruas Semarang Bawen. *Teknik*, 32(2):88-94.
5. Handayani, D., Hartono, W., dan Firdausy, S. (2017). Prioritas Penanganan Jalan Luar Kota Kabupaten Pacitan. Surakarta : *Matriks Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret*, 5 (1):243-251.
6. Sumaryoto. (2010). Dampak Keberadaan Jalan Tol Terhadap Kondisi Fisik, Sosial, dan Ekonomi Lingkungannya. *Journal of Rural and Development*, 1, 1-2.
7. Satrio, T., Agus T., Suryo, H., & Wimpy, S. (2022). Penentuan Trase Jalan Lintas Penghubung Antara Jalan Lintas Tengah dan Jalan Lintas Selatan Pulau Jawa Pada Koridor Trase Kepanjen-Balekambang Jawa Timur Dengan Pendekatan Least Cost Path. *Jurnal Transportasi*, 22, 41-60.