

STUDI EVALUASI PERENCANAAN JALAN PADA RUAS JALAN RAYA GRESIK-LAMONGAN STA 25+260 – 35+260

Ade Firmansyah¹, Warsito² dan Anang Bakhtiar³

¹Mahasiswa, Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 21901051207@unisma.ac.id

²Dosen Teknik, Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik, Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : anangbakhtiar@unisma.ac.id

ABSTRACT

The Pantura route between Gresik and Lamongan has experienced road damage due to vehicle overloading, particularly at Simpang Sembayat. This study analyzes the economic impact of overloading on road deterioration along STA 25+260 – 35+260. The objectives include calculating Cumulative Equivalent Standard Axle (CESA) values, initial construction and maintenance costs, and the total Life Cycle Cost (LCC). Results show a normal CESA value of 11,612,532.61 and an overloaded CESA value of 934,563.73. The total LCC amounts to IDR 260.57 billion, with initial costs accounting for 58.11% and maintenance 41.89%. These findings highlight the importance of initial construction quality and the need for up-to-date traffic and road damage data for more accurate future evaluations.

Keywords: Vehicle overloading, CESA, Initial cost, Life cycle cost, Road maintenance.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat, terutama dalam sistem transportasi darat. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kendaraan, kebutuhan transportasi terus bertambah, yang berdampak pada meningkatnya permasalahan infrastruktur jalan [1] (Iriyena, Naukoko, dan Siwu, 2019). Salah satu jalur utama transportasi darat di Pulau Jawa adalah Jalur Pantura, yang dilalui sekitar 20.000-70.000 kendaraan setiap hari dan berperan sebagai tulang punggung pertumbuhan ekonomi nasional [2] (Bakhtiar, Sidharta, dan Rejeki. 2022).

Ruas jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260, memiliki karakteristik sebagai arteri primer dengan lebar jalan 14,10 – 17,60 meter dan panjang 10.000

km. Aktivitas transportasi di kawasan ini sangat tinggi karena berdekatan dengan Kawasan Industri Gresik (KIG), Rumah Sakit Fathma Medika, serta proyek Smelter Freeport. Beban lalu lintas yang tinggi berkontribusi terhadap percepatan kerusakan lapisan perkerasan jalan, sehingga diperlukan upaya penanganan yang serius untuk mencegah kemacetan dan degradasi infrastruktur [3](Sanityas, 2023).

Jalan seharusnya memiliki umur layanan sesuai dengan desain perencanaannya, namun kenyataannya, banyak ruas jalan mengalami pengurangan umur akibat beban kendaraan yang melebihi kapasitas yang telah direncanakan. *Overloading* menyebabkan tegangan berlebih (*over stress*) pada perkerasan jalan, yang mempercepat deformasi dan retakan material konstruksi [4] (Makruf, Warsito, dan Bakhtiar 2024). Selain itu,

penggunaan jenis perkerasan yang tidak sesuai di kawasan simpang tak bersinyal memperburuk kondisi jalan, mengurangi kenyamanan pengendara yang melintasi jalan tersebut, serta meningkatkan risiko kemacetan. [5] (Petrycia, Warsito, dan Bahktiar 2024)

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak ekonomi akibat beban berlebih kendaraan terhadap kerusakan perkerasan Jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka identifikasi masalah yang dijadikan bahan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Terjadinya kerusakan akibat beban berlebih (*overload*) pada ruas jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260.
2. Terjadinya kerusakan terhadap beban kendaraan yang mengakibatkan berkurangnya umur rencana pada ruas jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260.
3. Terjadinya kemacetan pada ruas jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260 yang dapat mengakibatkan aktivitas masyarakat pengguna jalan tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

Mengacu pada uraian latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka perlu di lakukan penanganan untuk terjadinya kerusakan di ruas jalan tersebut. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dapat dirumuskan beberapa hal yang dianggap sebagai masalah yaitu sebagai berikut:

1. Berapa nilai CESA kondisi normal pada umur rencana dan kondisi *overload* yang dihasilkan?
2. Berapa biaya *initial cost* dan biaya masing-masing alternatif pemeliharaan jalan dan total biaya *Life Cycle Cost* (LCC) yang harus dikeluarkan pada ruas jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260?

3. Berapa persentase *initial cost* dan biaya pemeliharaan terhadap *Life Cycle Cost* (LCC)?

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan Raya

Klasifikasi jalan raya standar operasi yang dibutuhkan dan merupakan suatu bangunan yang berguna bagi perencana. Di dalam UU RI No. 38 Tahun 2004 Pasal 8 klasifikasi jalan umum menurut fungsinya dibedakan menjadi 4 sebagai berikut:

- a. Jalan arteri
- b. Jalan kolektor
- c. Jalan lokal
- d. Jalan Lingkungan.

2.2 Sifat dan Komposisi Lalu-Lintas

Dalam perencanaan peningkatan jalan terdapat bermacam ukuran, berat kendaraan yang mana sifat operasinya berbeda. Truk disamping lebih berat, berjalan lebih lambat dan mengambil ruang jalan lebih banyak akibatnya memberi pengaruh lebih besar dari pada kendaraan penumpang terhadap lalu – lintas. Memperhitungkan pengaruh terhadap arus lalu – lintas dan kapasitas dari bermacam-macam ukuran dan beratnya dibagi menjadi dalam 2 golongan yaitu:

- a. Mobil penumpang (P),
- b. Kendaraan Truk (T),

2.3 Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu-lintas harian rata-rata (LHR) Lalu-lintas harian rata-rata (LHR) dihitung berdasarkan jumlah lalu-lintas per hari selama satu minggu dengan pencatatan jenis kendaraan bermotor. LHR dinyatakan sebagai:

$$LHR = \left[\frac{\text{Jumlah lalu-lintas dalam 1 tahun}}{365} \right] \quad (2.1)$$

Lalu-lintas yang melewati suatu titik dalam satuan waktu dipengaruhi oleh jenis kendaraan dalam arus lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan dengan mengekivalenkan terhadap keadaan standar.

2.3.1 Pertumbuhan Lalu-Lintas

Untuk memperkirakan pertumbuhan lalu-lintas untuk tahun yang akan datang dapat dihitung dengan rumus, yaitu:

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n \quad (2.2)$$

Untuk memprediksikan faktor pertumbuhan (i), didapat dari data Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) yang ada dihitung tingkat pertumbuhan tahunannya.

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas kumulatif selama umur rencana dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$R = \frac{(1+0,01i)^{(UR-1)}}{0.01 i} \quad (2.3)$$

2.4 Beban Sumbu Kendaraan

Beban kendaraan di lapangan bervariasi tergantung berat kendaraan dan muatannya. Beban ini didistribusikan melalui sumbu kendaraan ke perkerasan jalan. Semakin berat muatan, semakin banyak sumbu yang dibutuhkan agar tidak melampaui batas muatan sumbu yang diperbolehkan. Konfigurasi sumbu kendaraan meliputi:

- Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
- Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
- Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
- Sumbu Tridem Roda Ganda (STRdG)

2.4.1 Muatan Sumbu Terberat (MST)

Muatan sumbu terberat merupakan beban terbesar dari beberapa sumbu kendaraan yang dipikul oleh jalan (PP No. 43 Tahun 1993).

2.4.2 Beban Lalu Lintas

Ketepatan dalam menentukan kemampuan jalan menahan beban lalu lintas sangat penting untuk memastikan ketebalan lapisan perkerasan yang sesuai. Beban bertulang (*repetition load*) merupakan beban dinamis yang diterima perkerasan dari roda kendaraan selama umur rencana jalan. Besarnya beban dipengaruhi oleh berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak roda, dan kecepatan kendaraan.

2.4.3 Jumlah Lajur

Lajur rencana adalah lajur dengan volume lalu lintas tertinggi pada suatu jalan. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan berdasarkan lebar perkerasan.

2.4.4 Koefisien Distribusi Kendaraan

Distribusi kendaraan ringan dan berat berdasarkan jumlah jalur dan arah lalu lintas mengacu pada *iBina Marga 2003*.

2.4.5 Umur Rencana Perkerasan Jalan

Umur rencana (UR) adalah jumlah tahun sejak jalan dibuka hingga memerlukan perbaikan struktural (*overlay*). Biasanya, umur rencana berkisar 10 – 20 tahun, tergantung pada:

- Klasifikasi fungsional jalan
- Pola lalu lintas dan nilai ekonomi jalan, yang dapat dihitung dengan metode Benefit Cost Ratio (BCR) atau Rate of Return.

2.4.6 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor - VDF*)

Faktor Ekuivalen Beban (VDF) merupakan perkiraan dampak kendaraan terhadap struktur perkerasan jalan berdasarkan beban gandarnya.

2.4.7 Beban Sumbu Standart Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA) adalah beban kumulatif lalu lintas selama umur rencana jalan, dengan persamaan nilai VDF kendaraan sebagai berikut:

$$ESA^{TH-1} = (LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.4)$$

2.4.8 Desain Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan disesuaikan dengan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Data lalu lintas yang akurat, termasuk semua kendaraan komersial, diperlukan untuk desain yang efektif. Jika terdapat kesalahan data, perlu dilakukan perhitungan ulang sebelum perencanaan akhir.

2.4.9 Menentukan Struktur Pondasi Jalan

Desain pondasi jalan adalah desain perbaikan tanah dasar dan lapis penopang (*capping*), *micro pilling* (cerucuk), drainase vertikal, pra-pembebanan dan berbagai penanganan lain yang diperlukan untuk membentuk perletakan pendukung struktur perkerasan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987) lentur, baik untuk kondisi tanah biasa maupun tanah lainnya yang lazim ditemui di Indonesia.

2.5 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih

Beban berlebih terjadi ketika berat sumbu kendaraan melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST) atau beban gandar melebihi standar desain perkerasan. Hal ini mempercepat kerusakan

jalan dan meningkatkan *Damage Factor* kendaraan, yang berdampak pada struktur jalan. Pendekatan perhitungan muatan berlebih menggunakan *Truck Factor* (TF), yaitu nilai total *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) yang menunjukkan dampak kerusakan jalan akibat beban berlebih. Jika $TF > 1$, berarti beban berlebih telah merusak jalan. Persamaan *Truck Factor*:

$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N} \quad (2.4)$$

2.6 Muatan Berlebih (*Overload*)

Muatan berlebih adalah beban kendaraan yang melebihi batas yang diizinkan berdasarkan regulasi (PP 43 Tahun 1993). Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI) ditentukan berdasarkan kelas jalan, kekuatan ban, dan rancangan sumbu kendaraan. Jumlah Berat Bruto (JBB) yang ditetapkan pabrikan tidak boleh melebihi JBI.

Kerusakan pada perkerasan jalan disebabkan salah satunya oleh beban lalu lintas berulang yang berlebihan (*overload*), panas/suhu udara, air dan hujan, serta mutu jalan yang buruk. Sehingga selain direncanakan secara tepat, jalan harus dipelihara dengan baik agar dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Pemeliharaan jalan rutin maupun berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau keawetan sampai umur rencana.

2.7 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi menopang beban lalu lintas. Terdapat tiga jenis perkerasan jalan, yaitu:

- Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
Perkerasan ini menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan bersifat melentur saat menerima beban kendaraan.
- Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
Menggunakan semen sebagai bahan pengikat sehingga bersifat kaku dan tidak melentur saat menerima beban.

c. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Kombinasi perkerasan kaku dan lentur, berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau sebaliknya.

2.8 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur pada umumnya digunakan untuk jalur lalu lintas dengan lalu lintas utama kendaraan penumpang, jalan perkotaan, untuk perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

2.8.1 Lapisan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang saling mendukung antara satu lapisan dengan lapisan lainnya, dan perkerasan lentur ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Lapisan – lapisan tersebut meliputi:

- Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
Berfungsi sebagai lapisan yang menahan beban roda, bersifat kedap air, dan sebagai lapisan aus yang mengalami gesekan akibat kendaraan. Terdiri dari lapisan aus (*wearing course*) yang kontak langsung dengan roda kendaraan dan lapisan pengikat (*binder course*) yang berfungsi struktural dalam memikul beban lalu lintas
- Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
Lapisan ini berfungsi menahan beban vertikal dari kendaraan dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Material yang digunakan harus cukup kuat dan tahan lama, seperti agregat bergradasi baik, pondasi makadam, dan stabilisasi aspal (Sukirman, 1999).
- Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
Berperan sebagai penyebar beban kendaraan ke tanah dasar serta sebagai lapisan peresapan air. Lapisan ini harus stabil dengan CBR minimal 20% (Nofrianto, 2013).
- Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)
Lapisan ini sangat mempengaruhi daya dukung perkerasan jalan. Dapat berupa tanah asli yang dipadatkan atau tanah yang distabilisasi. Faktor penting

meliputi daya dukung tanah, sifat mengembang-menyusut, serta kondisi geologi yang dapat menyebabkan perbedaan penurunan tanah (Sukirman, 1999).

2.8.2 Distribusi Beban Pada Perkerasan

Lentur

Struktur perkerasan lentur ini terdiri atas beberapa lapisan dengan material tertentu, dimana masing-masing lapisan akan menerima beban dari lapisan di atasnya dan menyebarkan kelapisan dibawahnya, sehingga lapisan struktur perkerasan dibawahnya akan menerima dan mendukung beban yang lebih ringan.

2.9 Biaya Siklus Hidup

Menurut FHWA (1998), biaya siklus hidup atau *life cycle cost* (LCC) mencakup dua jenis biaya, yaitu biaya agensi (*agency cost*) dan biaya pengguna (*user cost*). Shanin (1994) menjelaskan bahwa LCC harus dianalisis guna penentuan solusi dengan biaya yang paling efektif.

1. Biaya Agensi (Agency Cost)

Biaya yang ditanggung pengelola jalan, meliputi:

- a. Biaya awal (C1) → Pembangunan awal.
- b. Pemeliharaan & rehabilitasi → Perbaikan rutin dan berkala.
- c. Administrasi & pengawasan → Manajemen proyek.

2. Biaya Pengguna (User Cost)

Biaya yang ditanggung masyarakat akibat kondisi jalan, meliputi:

- a. Operasional kendaraan → Konsumsi bahan bakar & keausan kendaraan.
- b. Keterlambatan → Waktu tempuh lebih lama.
- c. Kecelakaan → Risiko akibat jalan rusak.

2.10 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah estimasi jumlah biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi, mencakup biaya bahan, upah, dan biaya terkait lainnya. RAB dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{RAB} = \Sigma(\text{Volume} \times \text{Hrg Sat Pekerjaan}) \quad (2.5)$$

Tujuan perhitungan RAB adalah untuk mengetahui total biaya yang dibutuhkan, mengontrol pengeluaran, mencegah keterlambatan atau penghentian pekerjaan, serta meminimalisir pemborosan biaya selama pelaksanaan proyek.

2.10.1 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan merupakan nilai biaya material dan upah tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan tertentu. Baik BOW maupun SNI masing-masing menetapkan koefisien/indeks pengali untuk material dan upah tenaga kerja per satu satuan pekerjaan.

2.11 Analisis Bahan dan Upah

Analisa bahan suatu pekerjaan ialah analisis terhadap banyaknya/volume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Sedangkan, yang dimaksud dengan analisa upah suatu pekerjaan ialah, menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

3. METODE PENELITIAN

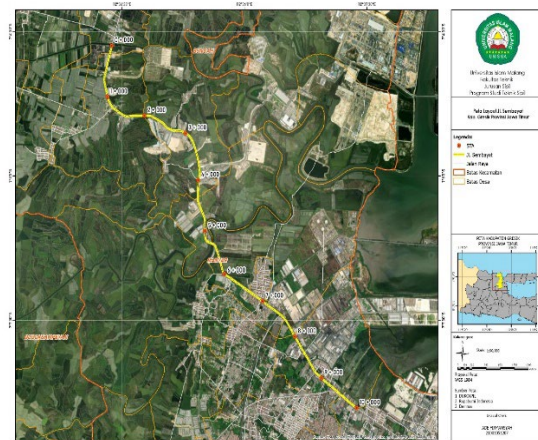
Penelitian ini merupakan studi literatur yang mengacu pada referensi teori relevan sebagai dasar dan alat utama dalam praktik penelitian di lapangan. Teknik pengumpulan data mencakup data primer melalui observasi dan dokumentasi, serta data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, instansi pemerintahan, dan internet. Data sekunder yang digunakan meliputi LHR 2022, LHR 2017, data jembatan timbang, RAB perencanaan jalan, data CBR, data geometrik jalan, dan peta lokasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Umumnya lokasi dari gambar dan tabel Jalan Raya Gresik- Lamongan STA 25+260 +35+260 merupakan ruas jalan menghubungkan Kabupaten Gresik dengan Kabupaten Lamongan. Panjang lokasi penelitian sepanjang 10 km. Data LHR dan

data CBR ditentukan dengan menggunakan data sekunder. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar berikut:



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024

4.2 Hasil Pengujian DCP

Hasil uji *Dinamic Cone Penetrometer* di lokasi penelitian dilakukan sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang pemberlakuan pedoman cara uji *California Bearing Ratio* (CBR) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Pengujian DCP dilakukan dengan interval jarak pengukuran setiap 200 m. Hasil pengukuran DCP ditampilkan sebagai berikut.

Hasil Penelitian menunjukkan Nilai CBR 90% sebesar 3,12% digunakan sebagai dasar perhitungan tebal perkerasan jalan karena memberikan stabilitas tanah, meminimalkan risiko kerusakan, serta menjadi kompromi antara kekuatan tanah dan efisiensi pelaksanaan. Selain itu, nilai ini realistis untuk dicapai dengan peralatan konstruksi biasa serta lebih efisien dalam hal biaya dan waktu dibandingkan pemadatan yang lebih tinggi.

4.3 Analisis Lalu Lintas Harian (LHR)

Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan tebal perkerasan jalan dengan umur rencana 20 tahun berdasarkan data LHR pada tahun perencanaan dan LHR pada kondisi terkini untuk diketahui kebutuhan tebal perkerasan sesuai dengan kondisi *overloading*. Perencanaan Jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 –

35+260, mengacu pada faktor laju pertumbuhan lalu lintas berdasarkan Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017 untuk kolektor rural di Pulau Jawa yaitu 3,5 yang ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 1 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas /i (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rural	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan Desa	1	1	1	1

Sumber: Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017

Untuk perhitungan kondisi *overload*, faktor laju pertumbuhan lalu lintas mengacu pada data LHR rata-rata harian tahun 2017 hingga tahun 2022 sebagai berikut (pada tahun 2020 dan tahun 2021 tidak dilakukan perhitungan LHR oleh Dinas Pekerjaan Umum & Penataan Ruang Kabupaten Gresik dikarenakan kondisi covid-19).

4.4 Analisis ESA Kondisi Normal dan Kondisi Overload

Beban desain pada setiap lajur didesain tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi. Faktor distribusi lajur ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017

Distribusi lajur pada lokasi penelitian memiliki 2 lajur setiap arah, sehingga

faktor distribusi lajur adalah 0,8. Perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif didasarkan pada nilai VDF regional masing-masing jenis kendaraan niaga yang diolah dari data studi WIM (*Weight In Motion*) yang dilakukan Dirjen Bina Marga pada tahun 2012 – 2013. Untuk periode beban faktual (sampai tahun 2020) digunakan nilai VDF beban nyata. Data tersebut ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

Jawa				
Jenis Kendaraan	Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1	1	1	1
6A	0,55	0,5	0.55	0.5
6B	5.3	9.2	4.0	5.1
7A1	8.2	14.4	4.7	6.4
7A2	10.2	19.0	4.3	5.6
7B1	11.8	18.2	9.4	13.0
7B2	13.7	21.8	12.6	17.8
7C1	11,0	19.8	7.4	9.7
7C2A	17.7	33.0	7.6	10.2
7C2B	13.4	24.2	6.5	8.5
7C3	18.1	34.4	6.1	7.7

Sumber: Manual Desain Perkerasan No.02/M/BM/2017

Dalam menentukan nilai VDF, digunakan VDF Normal karena data yang diperoleh berupa data jumlah kendaraan serta tidak diketahui beban sumbu dari masing-masing kendaraan.

4.5 Perencanaan Perkerasan

4.5.1 Hitung Kumulatif Beban Pada Kondisi Normal

Perhitungan kumulatif beban (ESA5) untuk umur rencana 20 tahun pada kondisi normal (2018-2038) dengan menggunakan VDF dan angka pertumbuhan lalu lintas regional. Dalam analisis ini nilai VDF menggunakan VDF normal sebagaimana merujuk pada Surat Edaran Dirjen Manual Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017.

Tabel 4 Perkiraan Kumulatif Beban Lalu Lintas ESA 5 Tahun 2018 (Kondisi Normal)

Jenis Kend.	LHR 2018	DD	DL	VDF 5	R	ESA 5
		2 Arah	2 Lajur	Normal		
[1]	[2]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	75534	0,5	0,8	-	20,07	0
2	5432	0,5	0,8	-	20,07	0
3	5152	0,5	0,8	-	20,07	0
4	4233	0,5	0,8	-	20,07	0
5a	122	0,5	0,8	-	20,07	0
5b	130	0,5	0,8	1	20,07	379900,11
6a	379	0,5	0,8	0,55	20,07	610634,19
6b	302	0,5	0,8	4	20,07	3538225,85
7a	141	0,5	0,8	4,7	20,07	1944334,81
7b	102	0,5	0,8	9,4	20,07	2821830,41
7c	107	0,5	0,8	7,4	20,07	2317607,24
8	318	0,5	0,8	-	20,07	0
Jumlah ESA5 (CESA 5)						11.612.532,61

Sumber: Analisa Data

4.5.2 Hitung Kumulatif Beban Pada Kondisi Overload

Perhitungan kumulatif beban (ESA5) pada tahun terjadi kondisi *overload* (2022) dengan menggunakan VDF 4.

Dari data CBR yang sudah diperoleh sebesar 3,12% maka struktur pondasi jalan dapat diketahui sebagai berikut:

1. CBR Tanah dasar = 3,12%
2. Kelas kekuatan tanah dasar = SG.3
3. Perbaikan tanah = 300 mm

Deskripsi struktur pondasi jalan = Perbaikan Tanah Dasar Dapat Berupa Stabilisasi Semen atau Material Timbunan Pilihan (Sesuai Persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 - Pekerjaan Tanah) (Pemadatan Lapisan ≤ 200 mm Tebal Gembur)

4.5.3 Menentukan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur

Karena nilai CESA5 sebesar 11.612.532,61 atau lebih dari 10.000.000 dan kurang dari 20.000.000 maka didapatkan hasil perkerasan sebagai berikut:

- AC-WC = 40 mm → 4 cm
- AC-BC = 60 mm → 6 cm
- AC-Base = 145 mm → 14,5 cm
- LPA Kelas A = 300 mm → 30 cm
- Perbaikan tanah = 300 mm → 30 cm

Nilai ESA5 pada hasil penelitian ini sebesar 11.612.532,61 , yaitu lebih dari 10×10^6 hingga 20×10^6 (didapat dari hitungan beban LHR) dan nilai CBR 3,12%, dapat dilakukan penyesuaian tebal LPA kelas A untuk tanah dasar CBR < 5.5 sehingga tebal LPA tetap 300 mm.

4.6 Biaya Initial Cost Dan Biaya Masing-Masing Alternatif Pemeliharaan Jalan Dan Total Biaya Life Cycle Cost (LCC)

Life Cycle Cost adalah teknik evaluasi ekonomi yang memperhitungkan semua biaya yang berkaitan selama jangka waktu investasi dengan penyesuaian pada time value money.

Dalam menghitung biaya initial cost atau biaya pembangunan, perlu dilakukan perhitungan volume pekerjaan dengan lingkup pekerjaan.

Tabel 2 Perhitungan RAB Konstruksi

No	Uraian	Vol (m ³)	Ton	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Lapis AC-WC	5600	12600	Rp. 1,969,020	Rp. 24,809,652,000.00
2	Lapis AC-BC	8400	-	Rp. 3,641,122	Rp. 30,585,425,285.19
3	Lapis AC-Base	20300	-	Rp. 4,142,810	Rp. 84,099,043,000.00
4	LPA Kelas A	42000	-	Rp. 594,920	Rp. 24,986,640,000.00
5	Perbaikan Tanah	42000	-	Rp. 241,004	Rp. 10,122,188,149.52
Jumlah					Rp. 151,403,212,434.71

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan analisis di atas, diketahui bahwa biaya konstruksi sebesar Rp. 151.403.212.434,71 (seratus lima puluh satu milyar empat ratus tiga juta dua ratus dua belas ribu empat ratus tiga puluh empat rupiah).

4.7 Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin

Untuk pemeliharaan rutin pada Jl. Sembayat direncanakan untuk dilakukan overlay selama 2 tahun sekali dengan panjang kerusakan jalan sepanjang 20%. Penentuan kerusakan sepanjang 20% setiap 2 tahun ini mengacu pada beberapa penelitian empiris terdahulu, dimana untuk kondisi lapisan permukaan yang berbahan laston, pada umur rencana diasumsikan lapisan perkerasan laston mengalami retak sedang, deformasi, dan lubang sehingga direncanakan tebal pelapisan tambah.

Berdasarkan Grafik diketahui perhitungan nilai *present* dari biaya *future* yang telah dihitung sebelumnya dengan mempertimbangkan suku bunga rata-rata sebesar 4,67%. Biaya *present* terlihat lebih rendah dibandingkan biaya *future* pada setiap umur rencana. Pada tahun ke-2, nilai *present* hanya Rp 645,98 juta dari biaya *future* Rp 707,67 juta. Pada tahun ke-16, nilai *present* sekitar Rp 1,57 miliar, lebih rendah dibandingkan nilai *future* Rp 3,25 miliar. Hal ini menunjukkan bahwa nilai waktu uang sangat mempengaruhi perhitungan biaya investasi infrastruktur di masa depan.

4.8 Perhitungan Biaya Pemeliharaan Berkala

Umur rencana perkerasan lentur pada umumnya akan rusak pada umur 10 tahun dan umur rencana 20 tahun, diasumsikan pada tahun ke-10 dilakukan pelapisan ulang tambah struktur laston secara keseluruhan.

Biaya pekerjaan =
 Jumlah harga AC-WC + AC BC + AC Base
 = Rp24,809,652,000 + Rp. 30,585,425,285.19 + Rp. 60.889.307.000
 = Rp 116.294.384.285,19

Dari biaya pekerjaan tersebut dihitung nilai *future* pada tahun ke -10:
 P tahun ke 10 = Rp 116.294.384.285,19
 Perhitungan *future* dihitung dengan rumus:

$$F = P (1+i)^n$$

$$= 116.294.384.285,19 (1+0,0309)^{10}$$

$$= 157.609.979.294,20$$

Dari nilai perhitungan *future* di atas, kemudian di-*present* kembali hingga nilai sesuai dengan keadaan saat ini.

Perhitungan *present* dihitung dengan rumus:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$= 157.609.979.294,20 + \left[\frac{1}{(1+0,0467)^{10}} \right]$$

$$= 99.884.886.037,53$$

4.9 Persentase Initial Cost Dan Biaya Pemeliharaan Terhadap Life Cycle Cost (LCC)

Berdasarkan perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC) untuk pembangunan jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260

sebesar Rp 260.566.832.089,69, diketahui bahwa:

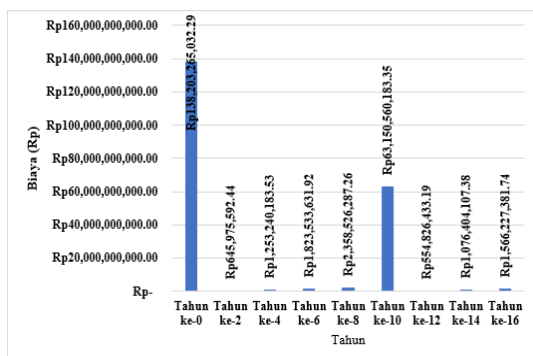
- a. Initial Cost (biaya awal pembangunan) sebesar Rp 151.403.212.434,71, atau 58,11% dari total LCC.
- b. Biaya pemeliharaan (rutin dan berkala) sebesar Rp 109.163.619.654,99, atau 41,89% dari total LCC.

Analisis Persentase:

- a. Initial Cost yang dominan (58,11%) menunjukkan investasi besar di awal proyek untuk memastikan kualitas konstruksi dan mengurangi perbaikan besar di masa depan.
- b. Biaya pemeliharaan (41,89%) cukup signifikan.

4.10 Metode Nilai Sekarang

Pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga (P) yang diperoleh mencerminkan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. Arus kas dengan perencanaan perkerasan lentur seperti pada gambar di bawah ini dengan total biaya Rp 260.566.832.089,69 dan sisa umur rencana 17 tahun.



Gambar 2 Arus Kas Perencanaan Perkerasan
Sumber: Dokumen Pribadi

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, terdapat tiga kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah yang diajukan yaitu:

1. Nilai nilai CESA kondisi normal hingga akhir tahun perencanaan (tahun 2038) sebesar 11.612.532,61 dan kondisi *overload* tahun 2022 sebesar 934.563,73

2. Biaya *initial cost* pada pembangunan jalan jalan Raya Gresik-Lamongan STA 25+260 – 35+260 sebesar Rp 151.403.212.434,71, biaya pemeliharaan rutin dan berkala masing-masing sebesar Rp 9.278.733.617,45 dan Rp 99.884.886.037,53 sehingga total Rp109.163.619.654,99 sehingga LCC sebesar = Rp 151.403.212.434,71, + Rp109.163.619.654,99 = Rp 260.566.832.089,69
3. Persentase *initial cost* dan biaya pemeliharaan terhadap *Life Cycle Cost* masing-masing adalah 58,11% dan 41,89%. Nilai proporsi *initial cost* > *maintenance* menunjukkan bahwa proyek menitikberatkan kualitas awal untuk meminimalkan perbaikan besar di masa depan. Nilai pemeliharaan jalan sebesar 41,89% dianggap wajar karena mencerminkan kebutuhan jangka panjang dimana jalan ini direncanakan dengan umur rencana panjang.

5.2 Saran

Adapun saran yang diharapkan dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian CBR (3,4% - 7,94%) menunjukkan daya dukung tanah dasar yang bervariasi. Untuk meningkatkan umur rencana jalan, perbaikan struktur perkerasan dapat dilakukan dengan menyesuaikan ketebalan lapisan pondasi sesuai dengan kondisi tanah setempat serta mempertimbangkan penggunaan material dengan daya tahanan lebih tinggi terhadap beban berlebih.
2. Dari hasil perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC), biaya pemeliharaan rutin dan berkala cukup besar (41,89% dari total biaya LCC). Oleh karena itu, pemilihan metode pemeliharaan yang lebih efektif dan efisien sangat diperlukan, seperti penggunaan teknologi rehabilitasi perkerasan yang lebih hemat biaya dalam jangka panjang.
3. Dengan volume lalu lintas harian yang terus meningkat (86.676 kendaraan/hari pada tahun 2022), perlu dilakukan studi

kelayakan pelebaran jalan atau peningkatan kapasitas jalan untuk mengurangi kemacetan dan memperpanjang umur layanan jalan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bachtiar, firmansyah, albertus sidharta, vg sri rejeki, riandy tarigan, dan antonius ardiyanto. 2022. "De groote postweg sebagai pemicu perubahan struktur kota di jawa bagian barat." *arsitekta: jurnal arsitektur dan kota berkelanjutan* 4 (02): 54–62.
<https://doi.org/10.47970/Arsitekta.V4i02.358>.
- [2] Iriyena, paulus, amran t naukoko, dan hanly f dj siwu. 2019. "Analisis pengaruh infrastruktur jalan terhadap pertumbuhan ekonomi di kabupaten kaimana 2007-2017" 19 (02).
- [3] Makruf, muhammad khuzaiyin, warsito warsito, dan anang bahktiar. 2024. "Analisis pengaruh overloading kendaraan berat terhadap umur rencana jalan pada ruas jalan raya Mojoagung - Mojongapit kabupaten jombang" 14.
- [4] Petrycia, Francyska Millenia, Warsito Warsito, Dan Anang Bahktiar. 2024. "Analisis Penentuan Prioritas Penanganan Pemeliharaan Ruas Jalan Di Kabupaten Tulungagung Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp)."
- [5] Sanityas, Alva Nabila. 2023. "Evaluasi Dan Pemeliharaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Gresik – Lamongan Sta. 7+050 – Sta. 13 + 250 Dengan Menggunakan Metode Bina Marga Dan Pci
- [6] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 132. Jakarta: Sekretariat Negara.