

Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode AASHTO 1993 Pada Ruas Jalan Randublatung-Kedungtuban Kabupaten Blora

Refki Khoirul Safitri¹, Teguh Yuono², Kukuh Kurniawan Dwi Sungkono³
Universitas Tunas Pembangunan

Article History

Received : 2026-03-07

Revised : 2026-04-23

Accepted : 2026-05-29

Published : 2026-07-12

Corresponding author*:

refkikhoirul@gmail.com

Cite This Article: Refki Khoirul Safitri, Teguh Yuono, & Kukuh Kurniawan D S. (2026). Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode Aashto 1993 Pada Ruas Jalan Randublatung-Kedungtuban Kabupaten Blora. Jurnal Teknik Dan Science, 5(2), 52–72.

DOI:

<https://doi.org/10.56127/jts.v5i2.2921>

Abstract: The Randublatung-Kedungtuban road section in Blora Regency is a Class III road connecting Blora Regency with Bojonegoro Regency and is traversed daily by heavy vehicles, particularly logistics trucks and material transport trucks. The existing flexible pavement condition is considered ineffective in withstanding heavy vehicle loads on expansive soil, resulting in pavement damage such as cracks and potholes that pose a risk of traffic accidents. This design study aims to determine the traffic volume, the subgrade bearing capacity, the rigid pavement structural thickness, and the budget plan (RAB) required for the construction of a rigid pavement on this road section using the AASHTO 1993 method. Data were collected through a 3×24-hour average daily traffic (LHR) survey using CCTV, as well as subgrade bearing capacity testing using a Dynamic Cone Penetrometer (DCP) at 200-meter intervals. The collected data were then processed to determine the concrete slab thickness, reinforcement requirements, joint details, and the budget plan. The design results show a traffic volume of 31,810 vehicles, or 27,637 pcu/day, with a design subgrade CBR value of 6.2%. Based on these results, the planned concrete slab thickness is 25 cm, with transverse reinforcement of Ø13-200 mm and longitudinal reinforcement of Ø10-200 mm, dowels of Ø32-300 mm with a length of 450 mm, and tie-bars of D16-1000 mm with a length of 700 mm. The budget plan required for the construction of the concrete road pavement on this section amounts to Rp.14,290,939,000,-. The results of this design are expected to serve as a reference for the Public Works and Bina Marga Agency of Central Java Province in upgrading the road structure of the Randublatung-Kedungtuban section into a rigid pavement that is stronger, safer, and better suited to traffic demands and local environmental conditions.

Keywords: Rigid Pavement Design, AASHTO 1993, Budget Plan (RAB)

PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan salah satu komponen utama dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, pemerataan pembangunan, serta peningkatan konektivitas antarwilayah. Jalan tidak hanya berfungsi sebagai prasarana transportasi bagi mobilitas manusia, tetapi juga menjadi jalur distribusi barang dan jasa yang berpengaruh langsung terhadap efisiensi logistik, perkembangan kawasan industri, perdagangan, serta aktivitas sosial masyarakat. Kondisi jaringan jalan yang baik akan meningkatkan aksesibilitas suatu wilayah sehingga mampu mempercepat pertumbuhan ekonomi regional dan meningkatkan daya saing daerah. Sebaliknya, kerusakan jalan dapat menyebabkan meningkatnya biaya operasional kendaraan, waktu tempuh, konsumsi bahan bakar, serta risiko kecelakaan lalu lintas, sehingga kualitas infrastruktur jalan menjadi salah satu indikator penting dalam

pembangunan berkelanjutan (United Nations, 2023; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Di Indonesia, peningkatan aktivitas ekonomi dalam beberapa tahun terakhir diikuti oleh meningkatnya volume lalu lintas kendaraan, khususnya kendaraan berat yang digunakan untuk distribusi hasil industri, pertanian, maupun pertambangan. Kondisi tersebut menyebabkan beban lalu lintas yang diterima oleh struktur perkerasan jalan semakin besar dibandingkan dengan kondisi pada saat perencanaan awal. Apabila kapasitas struktur perkerasan tidak mampu menahan beban kendaraan secara berulang, maka akan muncul berbagai bentuk kerusakan seperti retak memanjang, retak melintang, retak kulit buaya (alligator cracking), deformasi permanen, hingga lubang (potholes). Kerusakan tersebut tidak hanya menurunkan tingkat pelayanan jalan, tetapi juga meningkatkan biaya pemeliharaan selama umur layan perkerasan (Firgiansyah et al., 2022; Pais et al., 2013).

Kabupaten Blora merupakan salah satu wilayah strategis di Provinsi Jawa Tengah yang berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Timur. Posisi geografis tersebut menjadikan Kabupaten Blora sebagai jalur penghubung penting bagi mobilitas masyarakat maupun distribusi logistik antardaerah. Berdasarkan data statistik daerah, akses transportasi di Kabupaten Blora masih didominasi oleh transportasi darat sehingga keberadaan jalan raya memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang aktivitas ekonomi masyarakat maupun kelancaran distribusi barang (Badan Pusat Statistik Kabupaten Blora, 2025). Kondisi tersebut mengharuskan infrastruktur jalan memiliki tingkat keandalan yang tinggi agar mampu melayani pertumbuhan lalu lintas secara berkelanjutan.

Salah satu ruas jalan yang memiliki peranan strategis adalah Ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban, yang berfungsi sebagai penghubung antara Kabupaten Blora dan Kabupaten Bojonegoro. Ruas jalan ini merupakan jalan kelas III yang setiap hari dilalui oleh kendaraan logistik, truk pengangkut material, serta kendaraan berat lainnya dengan konfigurasi gandar yang menghasilkan beban sumbu relatif tinggi. Berdasarkan hasil observasi lapangan pada tugas akhir ini, kondisi eksisting menunjukkan adanya kerusakan berupa retak, deformasi permukaan, serta lubang pada beberapa segmen jalan yang mengindikasikan bahwa struktur perkerasan eksisting sudah tidak mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimal. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas serta menurunkan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Kerusakan perkerasan jalan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain beban lalu lintas berulang, pertumbuhan volume kendaraan, kondisi drainase yang kurang baik, mutu material konstruksi, serta karakteristik tanah dasar. Pada ruas jalan yang dibangun di atas tanah dengan daya dukung rendah atau tanah ekspansif, penggunaan perkerasan lentur sering kali mengalami penurunan kinerja lebih cepat akibat deformasi dan penurunan tanah dasar. Oleh karena itu, pemilihan jenis perkerasan harus mempertimbangkan kondisi lalu lintas, karakteristik tanah, umur rencana, serta biaya siklus hidup (life-cycle cost) sehingga struktur jalan yang direncanakan mampu memberikan pelayanan yang optimal selama umur rencana (Hariyanto et al., 2025).

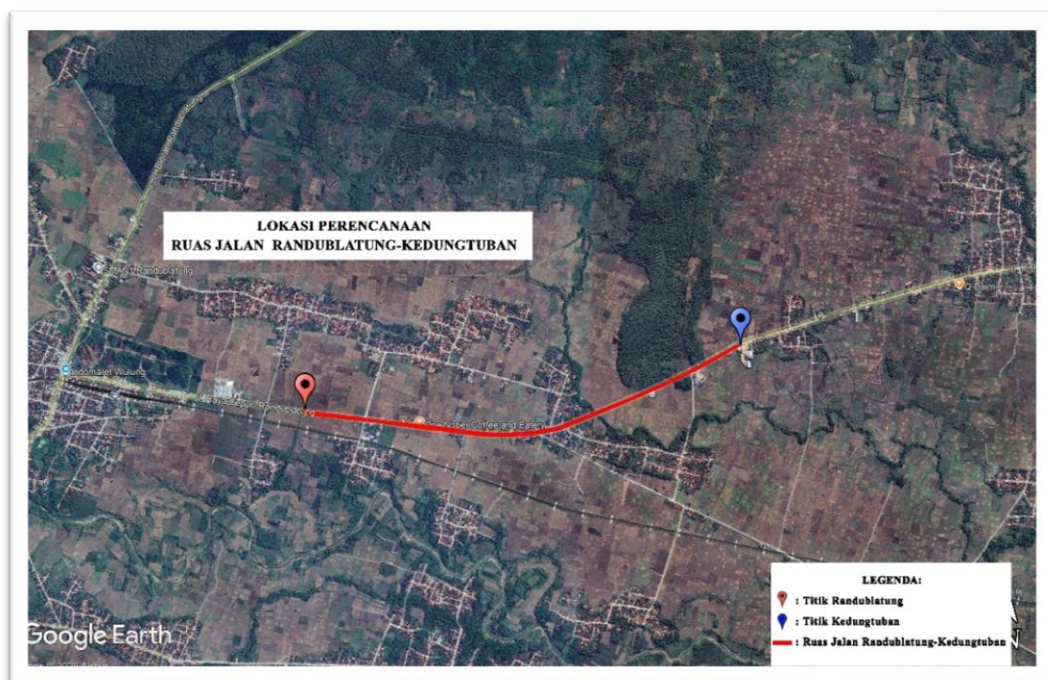
Salah satu alternatif yang banyak diterapkan untuk jalan dengan volume kendaraan berat adalah penggunaan perkerasan kaku (rigid pavement). Dibandingkan dengan perkerasan lentur, perkerasan kaku memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi sehingga mampu mendistribusikan beban kendaraan secara lebih merata ke tanah dasar. Selain itu, rigid pavement memiliki umur pelayanan yang relatif lebih panjang, kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah, ketahanan terhadap deformasi permanen yang lebih baik, serta lebih sesuai diterapkan pada ruas jalan dengan intensitas kendaraan berat yang tinggi. Meskipun biaya konstruksi awal relatif lebih besar, biaya pemeliharaan selama umur

pelayanan cenderung lebih rendah sehingga secara ekonomi lebih menguntungkan untuk jalan dengan lalu lintas berat (Firgiansyah et al., 2022; Suwaji, 2023).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan perencanaan teknis dengan studi kasus pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban, Kecamatan Randublatung, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah. Pendekatan ini digunakan untuk menganalisis kebutuhan struktur perkerasan kaku berdasarkan kondisi lalu lintas, daya dukung tanah dasar, serta kebutuhan biaya konstruksi. Metode perencanaan perkerasan kaku yang digunakan adalah metode AASHTO 1993, dengan parameter utama berupa volume lalu lintas harian rata-rata, nilai CBR tanah dasar, modulus reaksi tanah dasar, faktor reliabilitas, koefisien drainase, koefisien transfer beban, serta umur rencana jalan.

Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban dengan panjang penanganan sekitar 2,4 km. Ruas jalan ini termasuk dalam kategori jalan provinsi dan berfungsi sebagai jalur penghubung antarwilayah, khususnya antara Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah, dan Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan lokasi ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban berdasarkan citra Google Earth Pro.



Gambar 1. Peta Ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban**
Sumber: Google Earth Pro, 2026

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, meliputi dimensi jalan, data lalu lintas harian rata-rata (LHR), serta data daya dukung tanah dasar melalui pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Pengamatan lalu lintas dilakukan selama 3×24 jam menggunakan bantuan CCTV dan aplikasi penghitung lalu lintas pada perangkat telepon genggam. Data kendaraan kemudian direkapitulasi setiap satu jam berdasarkan jenis kendaraan untuk memperoleh volume lalu lintas harian rata-rata. Proses dokumentasi

survei lalu lintas dan kondisi jalan di lapangan dapat ditampilkan dalam bentuk foto dokumentasi dan grafik volume lalu lintas harian.

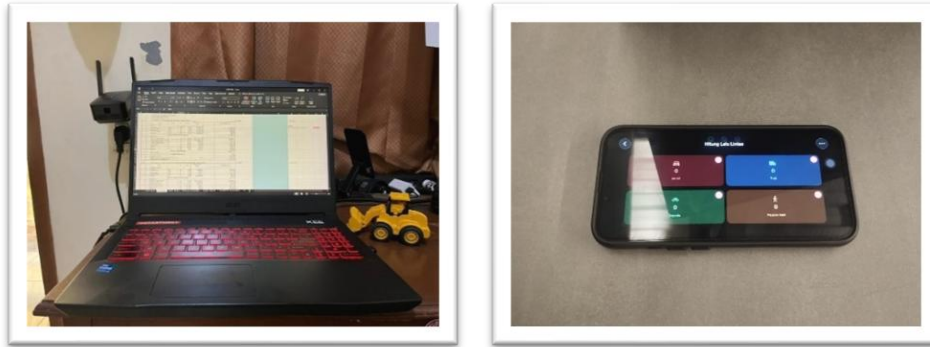
Pengujian daya dukung tanah dasar dilakukan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada titik-titik pengujian yang diambil setiap 200 meter sepanjang ruas perencanaan. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh nilai penetrasi tanah yang kemudian dikonversi menjadi nilai California Bearing Ratio (CBR). Nilai CBR digunakan sebagai dasar dalam menentukan daya dukung tanah dasar dan parameter perencanaan struktur perkerasan kaku. Dokumentasi alat DCP serta proses pengujian di lapangan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Data sekunder diperoleh dari dokumen resmi dan sumber pendukung lain yang relevan. Data sekunder yang digunakan meliputi peta administrasi Kabupaten Blora dari Lampiran Peraturan Daerah Kabupaten Blora No. 5 Tahun 2021, peta lokasi ruas jalan dari Google Earth Pro, data hidrologi Pos Curah Hujan Randublatung–Kedungtuban Tahun 2025 dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS), serta standar harga satuan dasar Kabupaten Blora Tahun Anggaran 2025 dari situs resmi Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah. Data sekunder tersebut digunakan untuk mendukung analisis lokasi, kondisi lingkungan, koefisien drainase, serta penyusunan rencana anggaran biaya.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi alat tulis, meteran roll, alat DCP, telepon genggam, laptop, dan CCTV. Alat tulis digunakan untuk pencatatan data survei, meteran roll digunakan untuk mengukur dimensi jalan, DCP digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar, telepon genggam digunakan untuk dokumentasi dan pencatatan koordinat, laptop digunakan untuk pengolahan data dan penyusunan analisis, sedangkan CCTV digunakan untuk merekam arus lalu lintas selama periode pengamatan. Peralatan penelitian dapat ditampilkan dalam bentuk gambar dokumentasi untuk memperjelas proses pengumpulan data.



Gambar 3. Peralatan Penelitian di Lapangan

Instrumen pencatatan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas formulir survei lalu lintas dan formulir survei DCP. Formulir survei lalu lintas digunakan untuk mencatat jumlah kendaraan berdasarkan waktu pengamatan dan jenis kendaraan. Data hasil pencatatan kemudian diolah menjadi rekapitulasi lalu lintas harian rata-rata dan dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp/hari). Contoh format formulir survei lalu lintas ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulir Survei Perhitungan Lalu Lintas

UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN SURAKARTA FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL												
Lokasi : Jl. Raya Cepu-Randublatung, Ruas jalan randublatung-kedungtuban, Kabupaten Blora										Sket jalan :		
Hari / Tanggal :												
Arah :												
Cuaca :												
Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	Sepeda motor dan kendaraan bermotor roda 3	Sedan, Jeep dan station wagon	Oplet/Angkot	Pick-up/Micro truk	Bus kecil	Bus besar	Truk 2 sumbu (4 roda)	Truk 2 sumbu (6 roda)	Truk 3 sumbu	Truk gandeng	Truk trailer	Kendaraan (tidak bermotor)
06.00-06.30												
06.30-07.00												
07.00-07.30												
07.30-08.00												
08.00-08.30												
08.30-09.00												
09.00-09.30												
09.30-10.00												
10.00-10.30												
10.30-11.00												
11.00-11.30												
11.30-12.00												
12.00-12.30												
12.30-13.00												
13.00-13.30												
13.30-14.00												
14.00-14.30												
14.30-15.00												
15.00-15.30												
15.30-16.00												
16.00-16.30												
16.30-17.00												
17.00-17.30												
17.30-18.00												

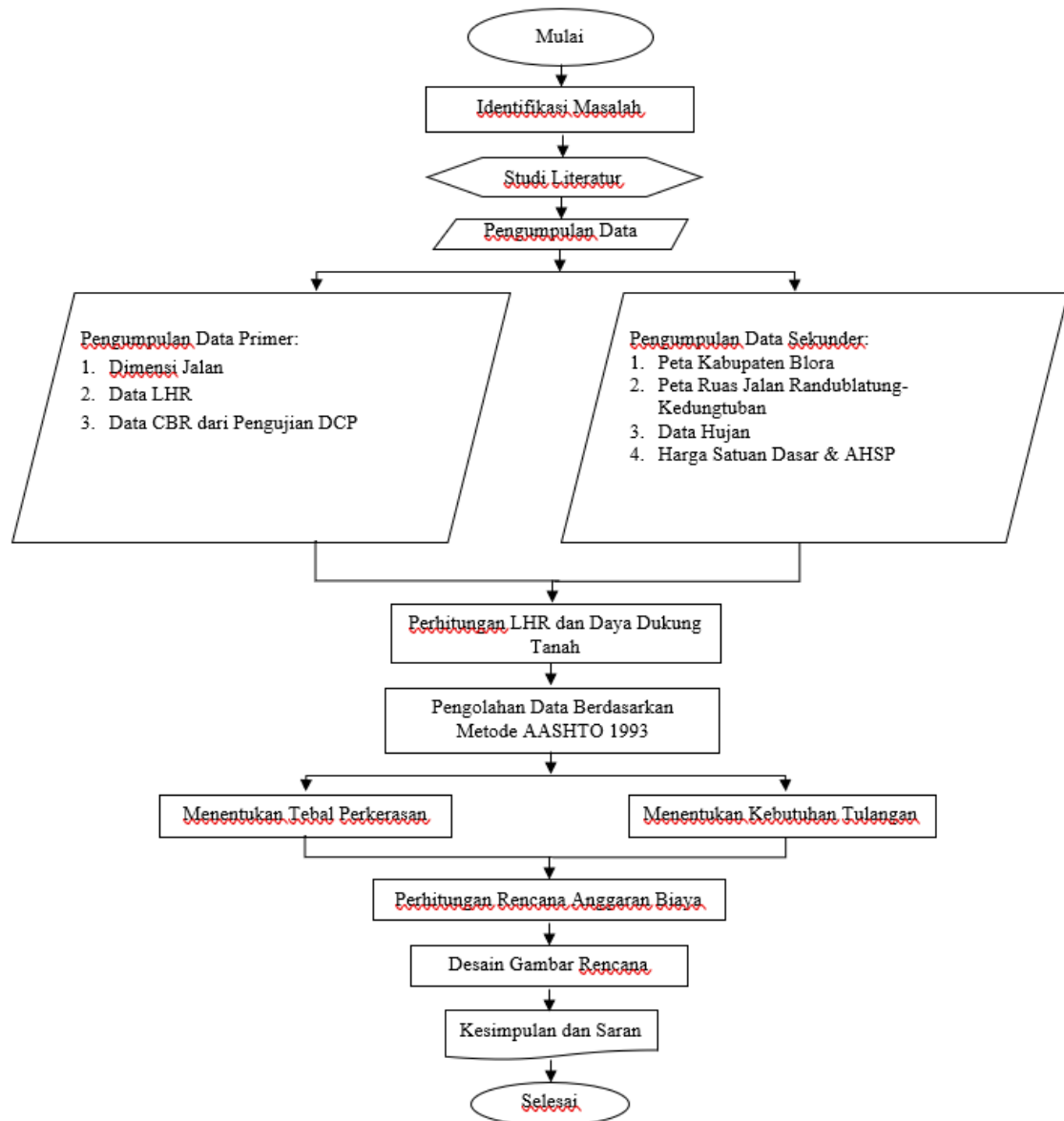
Formulir survei DCP digunakan untuk mencatat jumlah tumbukan, kedalaman penetrasi, dan nilai penetrasi per tumbukan pada setiap titik pengujian. Data hasil pengujian kemudian dikonversi menjadi nilai CBR tanah dasar. Contoh format formulir survei DCP ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulir Survei DCP

PENYELIDIKAN NILAI CBR DENGAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)					
DATA SURVEI : LOKASI : TITIK : TANGGAL :					
DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
TUMBUKAN	PEMBACAAN MISTAR	PENETRASI	TUMBUKAN PER	NILAI CBR (%) Rata-Rata Tumbukan per- 25 mm	CBR (%)
(n)	(MM)	(MM)	(25 mm)		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
JUMLAH			0.00	0.00	
NILAI GRAFIK					
KETERANGAN :					

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis. Tahap pertama adalah survei pendahuluan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban. Tahap kedua adalah pengumpulan data primer dan sekunder, meliputi dimensi jalan, data LHR, data DCP, peta lokasi, data hidrologi, dan standar harga satuan. Tahap ketiga adalah pengolahan data lalu lintas untuk memperoleh nilai LHR dan volume lalu lintas rencana. Tahap keempat adalah pengolahan data DCP untuk memperoleh nilai CBR desain tanah dasar. Tahap kelima adalah perencanaan tebal pelat beton menggunakan metode AASHTO 1993. Tahap keenam adalah penentuan kebutuhan tulangan memanjang, tulangan melintang, dowel, dan tie-bar. Tahap ketujuh adalah penyusunan rencana anggaran biaya berdasarkan volume pekerjaan dan harga satuan daerah. Tahap terakhir adalah penyusunan gambar rencana, pembahasan hasil, serta penarikan kesimpulan.

Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 4. Bagan ini menggambarkan alur penelitian mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, perhitungan struktur perkerasan kaku menggunakan metode AASHTO 1993, perhitungan kebutuhan penulangan, penyusunan rencana anggaran biaya, hingga penyusunan kesimpulan.



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

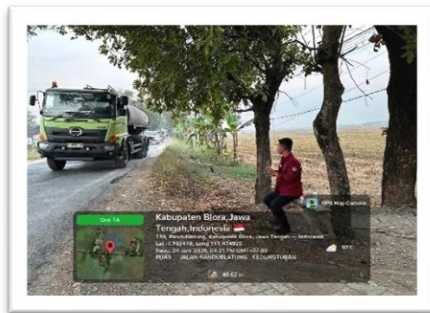
Hasil pengolahan data lalu lintas disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi dan grafik volume kendaraan. Grafik tersebut digunakan untuk menunjukkan fluktuasi volume kendaraan selama periode pengamatan 24 jam. Sementara itu, hasil pengujian DCP disajikan dalam bentuk tabel nilai CBR setiap titik pengujian dan grafik penentuan CBR desain. Penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik bertujuan untuk memperjelas proses analisis serta memudahkan interpretasi hasil perencanaan.

Analisis perkerasan kaku dilakukan menggunakan metode AASHTO 1993. Parameter yang digunakan dalam perhitungan meliputi umur rencana, nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL), reliability, standard normal deviation, standard deviation, initial serviceability, terminal serviceability, modulus reaksi tanah dasar, modulus elastisitas beton, flexural strength, koefisien drainase, dan koefisien transfer beban. Hasil akhir dari analisis ini berupa tebal pelat beton rencana, kebutuhan tulangan, kebutuhan sambungan, serta estimasi rencana anggaran biaya pembangunan perkerasan kaku pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Survei Lalu Lintas

Survei lalu lintas dilakukan pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban, Kabupaten Blora, dengan panjang ruas sekitar 2,4 km dan lebar jalan 4,7 m. Ruas ini merupakan jalan provinsi dengan tipe 2 lajur 2 arah yang berfungsi sebagai jalur penghubung antardaerah, khususnya antara Kabupaten Blora dan Kabupaten Bojonegoro. Pengamatan lalu lintas dilakukan selama 3×24 jam, yaitu pada 21 Mei 2026, 22 Mei 2026, dan 24 Juni 2026. Pengumpulan data dilakukan melalui rekaman CCTV dan survei langsung di lapangan pada dua arah pergerakan, yaitu arah timur dan arah barat.



a. Petugas survei arah timur



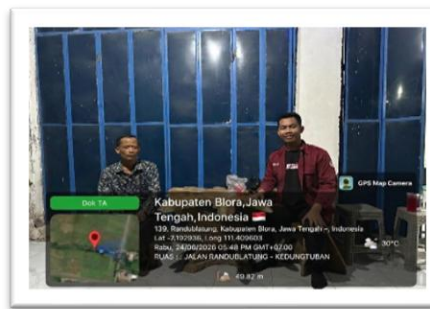
b. Kondisi lalu lintas arah timur



a. Petugas survei arah barat



b. Kondisi lalu lintas arah barat



a. Pengambilan data CCTV



b. Lokasi CCTV rumah warga di sisi kanan jalan

Gambar 1. Pelaksanaan survei lalu lintas di ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban

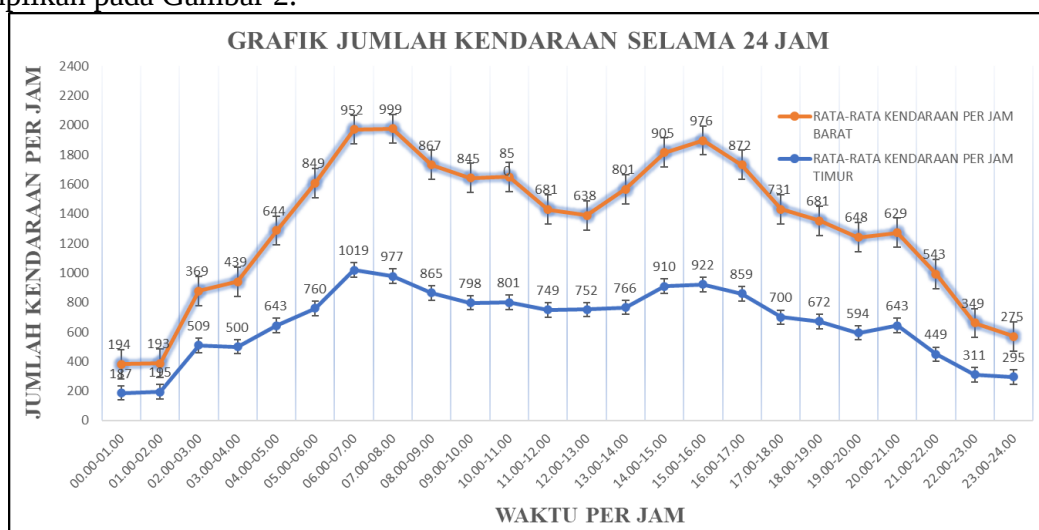
Hasil survei menunjukkan bahwa total kendaraan yang melintas pada 21 Mei 2026 sebanyak 32.915 kendaraan/hari, pada 22 Mei 2026 sebanyak 32.505 kendaraan/hari, dan pada 24 Juni 2026 sebanyak 30.011 kendaraan/hari. Berdasarkan rata-rata dari tiga hari

pengamatan, diperoleh volume lalu lintas harian sebesar 31.810 kendaraan/hari. Jenis kendaraan yang paling dominan adalah sepeda motor dan kendaraan roda tiga dengan rata-rata 24.647 kendaraan/hari. Sementara itu, kendaraan berat yang cukup berpengaruh terhadap kerusakan struktur perkerasan terdiri atas truk ringan dua sumbu sebanyak 1.122 kendaraan/hari, truk sedang dua sumbu sebanyak 2.016 kendaraan/hari, truk tiga sumbu sebanyak 434 kendaraan/hari, truk gandengan sebanyak 37 kendaraan/hari, dan truk semitrailer sebanyak 58 kendaraan/hari.

Tabel 1. Rekapitulasi data lalu lintas harian berdasarkan jenis kendaraan

Lokasi	: Ruas Jalan Randublatung - Kedungtuban, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah											
Hari / Tanggal	: Kamis, 21 Mei 2026											
Arah	: Arah Timur (Kedungtuban)											
Waktu	: 00.00 - 24.00											
Cuaca	: Cerah											
Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	1 Sepeda motor, kendaraan roda- 3	2 Sedan, jeep, dan station wagon	3 Angkutan pemumpang sedang	4 Pick up, micro truck dan mobil hantaran	5a Bus kecil	5b Bus besar	6a Truk Ringan 2 sumbu (4 roda)	6b Truk Sedang 2 Sumbu (6 roda)	7a Truk 3 Sumbu	7b Truk Gandeng	7c Truk Trailer	8 Kendaraan Tidak bermotor
00.00-01.00	119	23	1	2	0	1	18	36	5	0	0	0
01.00-02.00	130	25	2	3	0	0	16	31	2	0	0	0
02.00-03.00	376	46	1	5	1	0	21	44	5	0	2	1
03.00-04.00	389	41	2	15	2	1	19	43	1	2	2	1
04.00-05.00	541	38	3	11	1	1	17	37	2	1	1	5
05.00-06.00	609	45	8	23	2	0	21	51	6	2	2	11
06.00-07.00	889	86	11	27	3	0	22	55	7	1	2	12
07.00-08.00	767	89	12	31	2	2	21	56	11	2	3	14
08.00-09.00	663	76	4	19	2	1	28	52	9	0	1	9
09.00-10.00	593	68	1	21	2	1	24	48	8	2	3	7
10.00-11.00	568	61	2	14	1	0	28	42	4	1	1	4
11.00-12.00	632	58	1	13	2	0	21	39	7	0	2	3
12.00-13.00	611	49	3	19	0	1	19	30	4	1	3	5
13.00-14.00	591	51	2	21	1	1	21	40	11	1	2	8
14.00-15.00	735	74	5	14	1	0	22	48	14	2	1	8
15.00-16.00	803	65	3	15	0	1	27	45	11	3	2	9
16.00-17.00	634	81	1	11	2	0	31	51	13	1	1	7
17.00-18.00	531	63	2	10	0	1	27	43	14	2	2	1
18.00-19.00	584	47	1	19	1	1	31	41	6	0	1	2
19.00-20.00	459	35	1	13	1	0	21	40	7	1	2	0
20.00-21.00	519	31	0	15	0	0	24	33	4	0	2	1
21.00-22.00	341	29	0	9	0	0	22	38	8	0	0	1
22.00-23.00	230	15	1	4	0	0	27	29	9	0	2	0
23.00-24.00	192	18	1	2	0	0	22	31	9	0	0	0
MAX	889	89	12	31	3	2	31	56	14	3	3	14
JUMLAH	12506	1214	68	336	24	12	550	1003	177	22	37	109

Fluktuasi lalu lintas selama 24 jam menunjukkan adanya peningkatan volume kendaraan pada pagi hingga sore hari. Pada arah timur, volume tertinggi terjadi pada rentang pagi dan sore hari, sedangkan pada arah barat juga terlihat pola peningkatan yang relatif serupa. Kondisi ini menunjukkan bahwa ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban memiliki aktivitas lalu lintas yang cukup tinggi dan tidak hanya didominasi oleh kendaraan ringan, tetapi juga oleh kendaraan angkutan barang. Grafik volume lalu lintas harian ditampilkan pada Gambar 2.

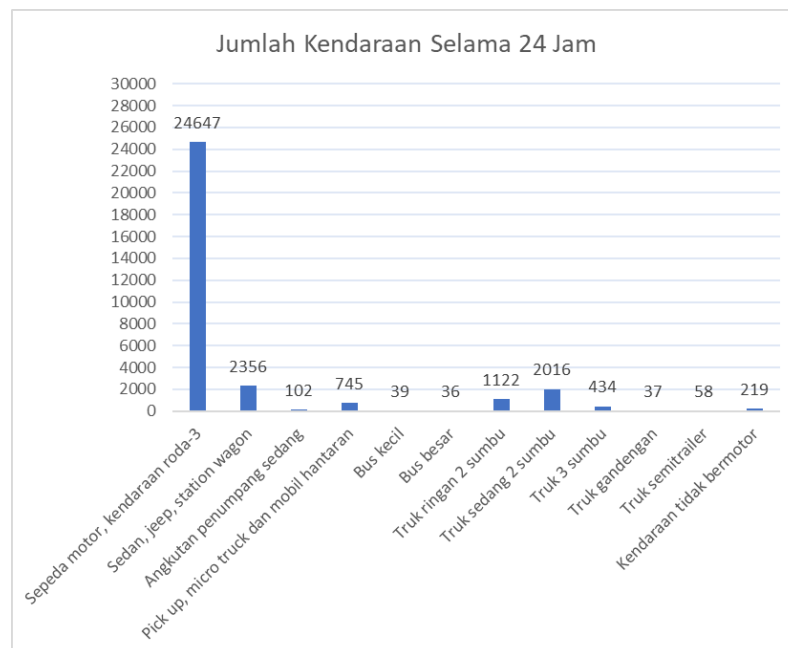


Gambar 2. Grafik volume lalu lintas harian selama 24 jam

Setelah dilakukan konversi menggunakan faktor ekivalen mobil penumpang (EMP), volume lalu lintas harian rata-rata diperoleh sebesar 27.637 smp/hari. Nilai ini menunjukkan bahwa ruas jalan tersebut memiliki tingkat pergerakan yang cukup tinggi untuk jalan penghubung antardaerah. Kendaraan sepeda motor dan roda tiga memberikan kontribusi terbesar terhadap jumlah kendaraan, yaitu 19.718 smp/hari setelah dikonversi. Namun, kendaraan berat tetap menjadi komponen penting dalam analisis perkerasan karena memiliki kontribusi besar terhadap beban sumbu dan nilai kerusakan kumulatif perkerasan.

Tabel 2. Rekapitulasi volume lalu lintas harian rata-rata dalam satuan smp/hari

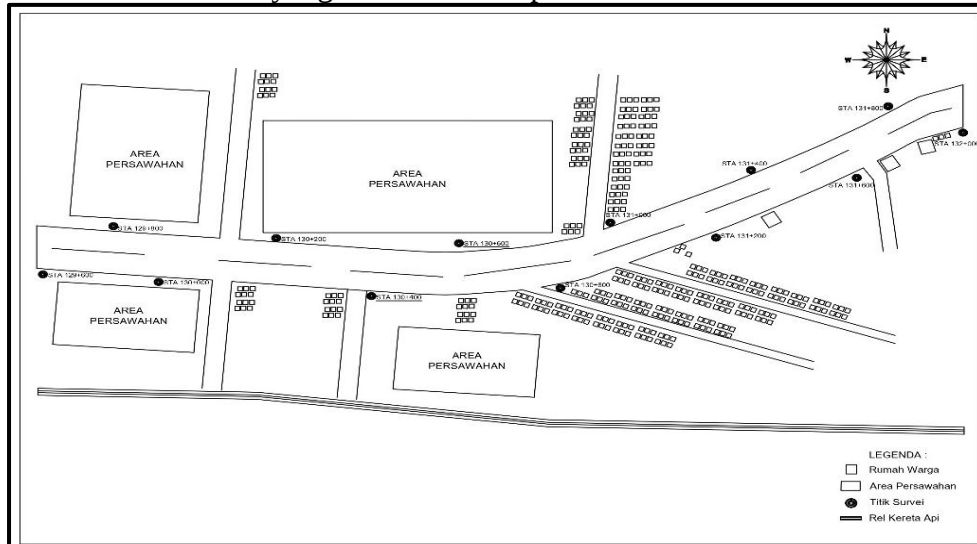
No	Jenis Kendaraan	Gol	Jumlah Kendaraan / hari (Kendaraan)			Rata-Rata Jumlah Per Kendaraan
			21 Mei 2026	22 Mei 2026	24 Juni 2026	
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3	1	25.751	25.436	22.755	24.647
2	Sedan, jeep, station wagon	2	2.428	2.307	2.332	2.356
3	Angkutan penumpang sedang	3	136	81	88	102
4	Pick up, micro truck dan mobil hantaran	4	733	797	704	745
5	Bus kecil	5a	49	42	26	39
6	Bus besar	5b	20	35	53	36
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	1.032	1.154	1.180	1.122
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	2.042	2.046	1.961	2.016
9	Truk 3 sumbu	7a	406	361	534	434
10	Truk gandengan	7b	36	28	48	37
11	Truk semitrailer	7c	64	28	82	58
12	Kendaraan tidak bermotor	8	218	190	248	219
Jumlah			32.915	32.505	30.011	31.810



Gambar 3. Diagram batang rekapitulasi LHR berdasarkan jenis kendaraan

Hasil Pengujian Daya Dukung Tanah Dasar

Pengujian daya dukung tanah dasar dilakukan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Pengujian dilakukan pada 13 titik sepanjang ruas perencanaan dengan jarak antar titik sekitar 200 m, mulai dari STA 129+600 sampai STA 132+000. Pengujian dilakukan secara bergantian pada sisi kanan dan kiri jalan untuk memperoleh gambaran kondisi tanah dasar yang mewakili ruas perencanaan.



Gambar 4. Titik pengujian DCP pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban



Gambar 5. Titik survei DCP pada peta citra satelit



a. Proses pengujian DCP STA 130+200 b. Proses pengujian DCP STA 130+800

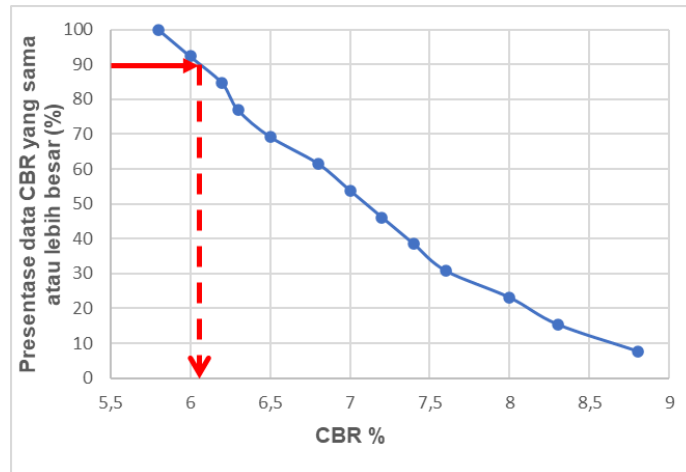
Gambar 6. Proses pengujian DCP di lapangan

Hasil pengujian DCP menunjukkan bahwa nilai CBR tanah dasar bervariasi antara 5,80% hingga 8,80%. Nilai CBR terendah diperoleh pada STA 132+000 sebesar 5,80%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada STA 131+800 sebesar 8,80%. Rata-rata nilai CBR dari seluruh titik pengujian adalah 7,1%. Variasi nilai CBR tersebut menunjukkan bahwa kondisi tanah dasar pada ruas perencanaan relatif tidak seragam, sehingga penentuan nilai CBR desain perlu dilakukan secara hati-hati agar desain perkerasan yang dihasilkan tetap aman terhadap kondisi tanah terlemah.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil penyelidikan tanah menggunakan DCP

REKAPITULASI DATA			
PENYELIDIKAN NILAI CBR (TANAH)			
DENGAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)			
DATA SURVEI	: Lapangan		
LOKASI	: Ruas Jalan Randublatung - Kedungtuban, Kabupaten Blora		
DIUJI OLEH	: Refki Khoirul Safitri		
TITIK	STA	NILAI CBR %	
		Kanan	Kiri
1	STA. 129+600	6.30	-
2	STA. 129+800		8.30
3	STA. 130+000	6.00	-
4	STA. 130+200	-	7.40
5	STA. 130+400	6.50	-
6	STA. 130+600	-	8.00
7	STA. 130+800	7.00	-
8	STA. 131+000	-	6.80
9	STA. 131+200	7.20	-
10	STA. 131+400	-	7.60
11	STA. 131+600	6.20	-
12	STA. 131+800	-	8.80
13	STA. 132+000	5.80	-
JUMLAH CBR RATA-RATA		7.1	

Nilai CBR desain ditentukan menggunakan metode grafis dengan cara mengurutkan nilai CBR dari yang terendah hingga tertinggi, kemudian menghitung persentase jumlah data yang memiliki nilai sama atau lebih besar. Berdasarkan hasil analisis grafis, diperoleh nilai CBR desain sebesar 6,2%. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan modulus reaksi tanah dasar dan parameter desain perkerasan kaku.

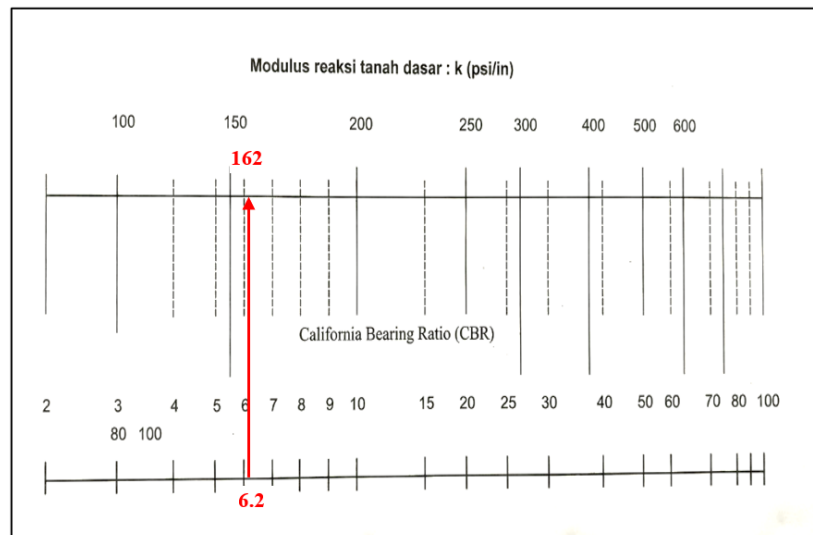


Gambar 7. Grafik penentuan nilai CBR desain

Tabel 4. Penentuan nilai CBR desain dengan metode grafis

No	CBR %	Jumlah yang sama atau lebih besar	Presentase data CBR yang sama atau lebih besar (%)					Nilai
			c	:	d	*	e	
	a	b						$f=(c/d)*e$
1	5.80	13	13	:	13	*	100	= 100
2	6.00	12	12	:	13	*	100	= 92.31
3	6.20	11	11	:	13	*	100	= 84.62
4	6.30	10	10	:	13	*	100	= 76.92
5	6.50	9	9	:	13	*	100	= 69.23
6	6.80	8	8	:	13	*	100	= 61.54
7	7.00	7	7	:	13	*	100	= 53.85
8	7.20	6	6	:	13	*	100	= 46.15
9	7.40	5	5	:	13	*	100	= 38.46
10	7.60	4	4	:	13	*	100	= 30.77
11	8.00	3	3	:	13	*	100	= 23.08
12	8.30	2	2	:	13	*	100	= 15.38
13	8.80	1	1	:	13	*	100	= 7.69

Berdasarkan nilai CBR desain sebesar 6,2%, diperoleh nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 5,107. Nilai ini menunjukkan bahwa tanah dasar pada lokasi penelitian masih dapat digunakan sebagai dasar perencanaan, tetapi tetap memerlukan desain struktur perkerasan yang mampu mendistribusikan beban kendaraan berat secara efektif. Oleh karena itu, penggunaan perkerasan kaku menjadi alternatif yang sesuai karena pelat beton memiliki kekakuan tinggi dan mampu menyebarkan beban roda kendaraan ke area tanah dasar yang lebih luas.



Gambar 8. Korelasi nilai DDT dengan CBR tanah dasar

Analisis Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993

Perencanaan tebal pelat beton dilakukan menggunakan metode AASHTO 1993. Parameter yang digunakan meliputi umur rencana 20 tahun, nilai reliability 80%, standard normal deviation sebesar -0,841, standard deviation sebesar 0,35, initial serviceability sebesar 4,5, terminal serviceability sebesar 2,5, serviceability loss sebesar 2, modulus reaksi tanah dasar sebesar 162 pci, koefisien drainase sebesar 1,2, koefisien transfer beban sebesar 2,8, modulus elastisitas beton sebesar 4.020.000 psi, serta flexural strength sebesar 640 psi.

Nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL) dihitung berdasarkan volume lalu lintas harian, vehicle damage factor (VDF), faktor pertumbuhan lalu lintas, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, serta umur rencana. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai ESAL sebesar 36.075.153. Nilai ini menunjukkan adanya beban lalu lintas kumulatif yang cukup besar selama umur rencana, terutama akibat kontribusi kendaraan berat seperti truk sedang dua sumbu, truk tiga sumbu, truk gandengan, dan truk semitrailer. Jenis kendaraan dengan kontribusi ESAL terbesar adalah truk sedang dua sumbu, yaitu sebesar 25.141.058,44. Hal ini menunjukkan bahwa kendaraan berat menjadi faktor dominan dalam menentukan kebutuhan tebal pelat beton.

Tabel 5. Perhitungan nilai Equivalent Single Axle Load (ESAL)**

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN/ HARI	LHR	R	VDF	DD	DL	365	W18
		VOLUME LALU LINTAS	a	b	c	d	e	f	$g = a \times b \times c \times d \times e \times f$
1	Sedan, Jeep & Station Wagon	2,356	2,356	28.28	0.0005	0.5	1	365	6,078.92
2	Opelet, Sub urban, Combi & Mini Bus	102	102	28.28	0.2174	0.5	1	365	114,072.35
3	Pick Up, Mikro Truk & Mobil Hantaran	745	745	28.28	0.2174	0.5	1	365	835,533.23
4	Bus Kecil	39	39	28.28	0.2174	0.5	1	365	43,758.90
5	Bus Besar	36	36	28.28	0.3006	0.5	1	365	55,851.36

6	Truk Ringan 2 Sumbu	1,122	1,122	28.28	0.3006	0.5	1	365	1,740,700.71
7	Truk Sedang 2 Sumbu	2016	2016	28.28	2.4159	0.5	1	365	25,141,058.44
8	Truk 3 Sumbu	434	434	28.28	2.7416	0.5	1	365	6,136,240.99
9	Truk Gandeng	37	37	28.28	3.9083	0.5	1	365	753,055.41
10	Truk Semi Trailer	58	58	28.28	4.1718	0.5	1	365	1,248,802.46
TOTAL W18									36,075,152.78

Perhitungan tebal pelat dilakukan melalui beberapa percobaan ketebalan, yaitu 20 cm, 23 cm, dan 25 cm. Pada percobaan tebal pelat 20 cm, nilai check equation menunjukkan hasil tidak aman. Percobaan dengan tebal 23 cm juga belum memenuhi syarat keamanan. Sementara itu, percobaan dengan tebal pelat 25 cm menghasilkan nilai check equation yang memenuhi syarat, sehingga tebal pelat beton rencana ditetapkan sebesar 25 cm atau 9,843 inci.

Tabel 6. Percobaan perhitungan tebal pelat beton berdasarkan desain ESAL

URAIAN	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Design ESAL	36,075,153	36,075,153	36,075,153
CBR %	6.2	6.2	6.2
Modulus reaksi tanah dasar (K), pci	162	162	162
Kuat tekan beton (fc'), kg/cm ²	350	350	350
Modulus elastisitas beton (Ec), psi	4,020,000.00	4,020,000.00	4,020,000.00
Flexural strength (Sc'), kg/cm ²	45	45	45
Flexural strength (Sc'), psi	640	640	640
Load transfer coefficient (J)	2.8	2.8	2.8
Koefisien drainase (Cd)	1.2	1.2	1.2
Terminal serviceability (pt)	2.5	2.5	2.5
Initial serviceability (po)	4.5	4.5	4.5
Serviceability loss (PSI)	2	2	2
Reliability (R), %	80	80	80
Standard normal deviation (ZR)	-0.841	-0.841	-0.841
Standard deviation (So)	0,35	0,35	0,35
Tebal pelat rigid pavement (D), in	7.874	9.055	9.843
Tebal pelat beton (D), cm	20	23	25
Check equation	6.966	7.331	7.557
	7.557	7.557	7.557
	-0.591	-0.227	0.000
	Tidak Aman	Tidak Aman	OK

Hasil akhir perencanaan menunjukkan bahwa ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban membutuhkan struktur perkerasan kaku dengan tebal pelat beton 25 cm. Ketebalan ini dipilih karena mampu menahan beban lalu lintas kumulatif selama umur rencana 20 tahun. Dengan nilai CBR desain sebesar 6,2% dan ESAL sebesar 36.075.153, penggunaan pelat beton setebal 25 cm dinilai sesuai untuk kondisi lalu lintas dan daya dukung tanah dasar pada lokasi penelitian.

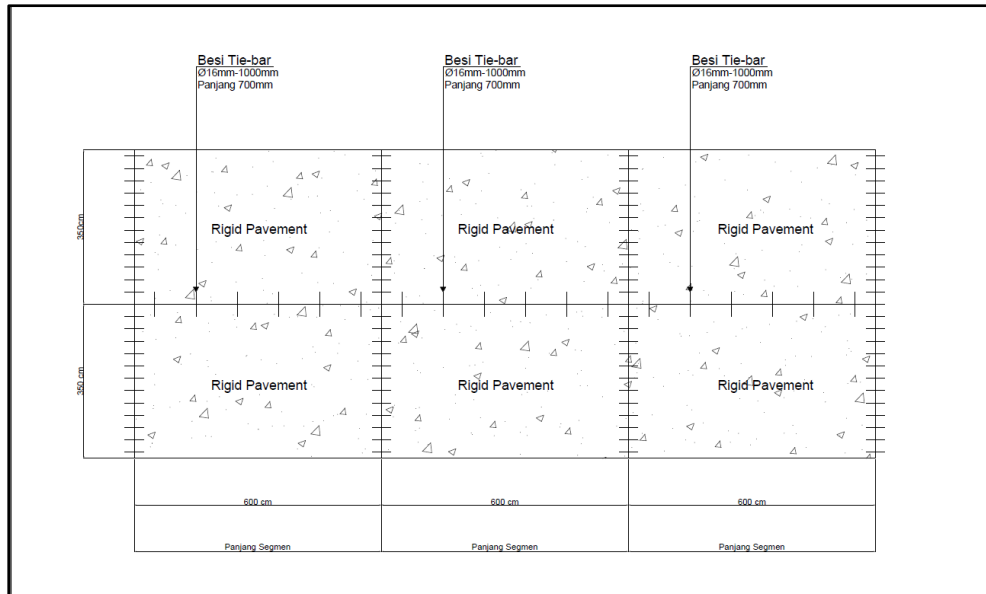
Tabel 7. Rekapitulasi parameter hasil perencanaan perkerasan kaku

No	Parameter	Satuan	Desain
1	Umur rencana	Tahun	20
2	Lalu lintas (ESAL)	-	36,075,153
3	Terminal serviceability (pt)	-	2.5
4	Initial serviceability (po)	-	4.5
5	Serviceability loss	psi	2
6	Reliability (R)	%	80
7	Standard normal deviation (ZR)	-	-0.841
8	Standard deviation (So)	-	0,35
9	CBR	%	6.2
10	Modulus reaksi tanah dasar (K)	pci	162
11	Kuat tekan beton (f_c')	kg/cm ²	350
12	Modulus elastisitas beton (E_c)	psi	4.020.000
13	Flexural strength (Sc')	psi	640
14	Drainage coefficient (Cd)	-	1.2
15	Load transfer coefficient (J)	-	2.8
16	Tebal pelat rigid pavement (D)	in	9.843
17	Tebal pelat beton (D)	cm	25

Hasil Perencanaan Penulangan

Penulangan perkerasan kaku direncanakan untuk meningkatkan kemampuan pelat beton dalam mengendalikan retak, menjaga kestabilan sambungan, serta mempertahankan kinerja struktur selama umur pelayanan. Berdasarkan hasil perhitungan, tulangan memanjang yang digunakan adalah Ø10 mm dengan jarak 200 mm, sedangkan tulangan melintang menggunakan Ø13 mm dengan jarak 200 mm. Kebutuhan tulangan ini ditentukan berdasarkan luas tulangan minimum dan luas tulangan terpasang agar memenuhi persyaratan keamanan.

Untuk sambungan melintang, digunakan dowel berdiameter Ø32 mm dengan jarak 300 mm dan panjang 450 mm. Dowel berfungsi sebagai alat transfer beban antar pelat beton sehingga beban kendaraan dapat didistribusikan secara lebih merata pada sambungan. Sementara itu, untuk sambungan memanjang digunakan tie-bar Ø16 mm dengan jarak 1000 mm dan panjang 700 mm. Tie-bar berfungsi untuk mengikat pelat agar tidak mengalami geseran lateral.



Gambar 9. Denah rencana penulangan tie-bar

Tabel 8. Rekapitulasi penulangan perkerasan kaku

Tulangan	Ukuran (mm)		
	Diameter	Jarak	Panjang
Tie-bar	Ø 16	1000	700
Dowel	Ø 32	300	450
Memanjang	Ø 10	200	6000
Melintang	Ø 13	200	3750

Hasil perencanaan penulangan menunjukkan bahwa kombinasi tulangan memanjang, tulangan melintang, dowel, dan tie-bar telah disesuaikan dengan tebal pelat beton rencana sebesar 25 cm. Penggunaan dowel Ø32 mm dan tie-bar Ø16 mm dinilai sesuai untuk mendukung efektivitas sambungan pada perkerasan beton. Dengan adanya sistem penulangan tersebut, pelat beton diharapkan mampu bekerja lebih stabil terhadap beban lalu lintas berulang, mengurangi risiko retak tidak terkendali, serta meningkatkan umur layan perkerasan.

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun berdasarkan volume pekerjaan, harga satuan upah, harga satuan bahan, harga sewa alat, biaya mobilisasi, serta Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Blora Tahun 2025. Komponen biaya yang diperhitungkan meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan struktur perkerasan beton, penulangan, sambungan, serta pekerjaan pendukung lainnya.

Tabel 9. Harga satuan bahan**

NO	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA BAHAN (Rp.)
1	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1,996.50
2	Kawat Beton	M14	Kg	31,080.00
3	Kawat Bendrat / Beton	M14	Kg	34,500.00
4	Cat Marka	M17b	Kg	92,500.00

5	Paku	M18	Kg	36,000.00
6	Fromwork Plate	M195	Set/M ²	53,666.00
7	Expansion Cap	M196	Buah	31,500.00
8	Bensin/Pertamax	M20	Liter	36,460.00
9	Solar	M21	Liter	18,733.00
10	Agregat Kelas A	M26	M ³	385,200.00
11	Agregat Kelas B	M27	M ³	348,333.00
12	Glass Bead	M34	Kg	17,490.00
13	Baja Tulangan Polos BjTP 280	M39a	Kg	15,180.333
14	Thinner	M41	Liter	36,460.00
15	Cat Anti Karat	M42	Kg	129,740.00
16	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	M57a	Kg	16,872.00
17	Joint Sealent	M94	Kg	65,216.50
18	Polytene 125 mikron	M97	M ²	2,000.00
19	Beton K-350	-	M ³	965,643.00
20	Beton K-175	-	M ³	825,968.00
21	Curing Compound	M98	Ltr	45,500.00

Berdasarkan hasil perhitungan volume dan harga satuan pekerjaan, total biaya pembangunan perkerasan jalan beton pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban adalah sebesar Rp.14,290,939,000,-. Nilai tersebut mencerminkan kebutuhan biaya untuk peningkatan struktur jalan menjadi perkerasan kaku sepanjang ruas perencanaan. Besarnya biaya dipengaruhi oleh volume pekerjaan pelat beton, kebutuhan baja tulangan, pekerjaan sambungan, pekerjaan pondasi, serta penggunaan alat berat selama proses konstruksi.

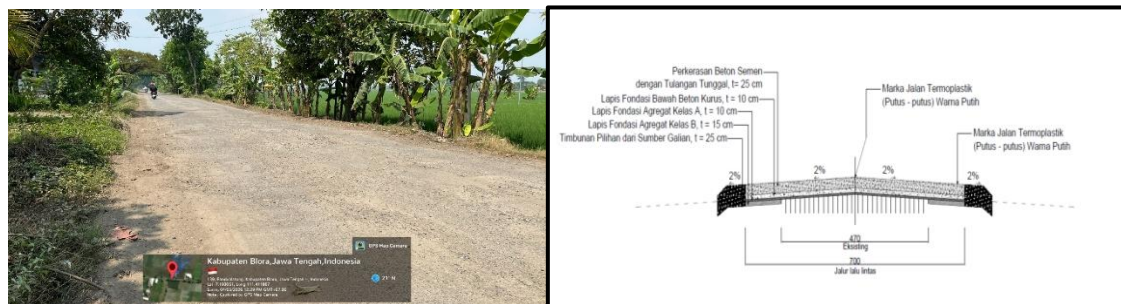
Tabel 10. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya pekerjaan perkerasan kaku

REKAPITULASI PERKIRAAN BIAYA PEKERJAAN		
PROGRAM	: PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)	
KEGIATAN	: TUGAS AKHIR	
KECAMATAN	: KOTA BLORA	
KABUPATEN	: BLORA	
PROVINSI	: JAWA TENGAH	
STA	: 129+600 s/d 132+000	
NO. DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
I	2	3
I	Umum	230,055,560
II	Drainase	-
III	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	178,553,774
IV	Pelebaran Preventif	-
V	Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen	12,398,652,531
VI	Perkerasan Aspal	-
VII	Struktur	-
VIII	Rehabilitasi Jembatan	-
IX	Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-lain	67,458,745
X	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	-
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (Termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	12,874,720,611
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)	1,416,219,267
(C)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)	14,290,939,878
(D)	Dibulatkan	14,290,939,000
Terbilang : "EMPAT BELAS MILYAR DUA RATUS SEMBILAN PULUH JUTA SEMBILAN RATUS TIGA PULUH SEMBILAN RIBU RUPIAH"		

Gambar Rencana Perkerasan

Gambar rencana digunakan untuk memperjelas hasil desain perkerasan kaku pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban. Gambar tersebut memuat kondisi bagian jalan, susunan lapisan perkerasan, tebal pelat beton, lapis pondasi, serta detail potongan

melintang jalan. Penyajian gambar rencana penting untuk menunjukkan implementasi teknis dari hasil perhitungan yang telah dilakukan.



Gambar 10. Kondisi dan Potongan rencana bagian jalan pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban memiliki volume lalu lintas yang cukup tinggi, dengan kontribusi kendaraan berat yang signifikan terhadap beban kerusakan perkerasan. Nilai CBR desain sebesar 6,2% menunjukkan bahwa tanah dasar memiliki daya dukung sedang sehingga memerlukan struktur perkerasan yang lebih kaku dan stabil. Berdasarkan metode AASHTO 1993, tebal pelat beton yang memenuhi syarat adalah 25 cm dengan sistem penulangan dan sambungan yang dirancang untuk mendukung kinerja struktur selama umur rencana 20 tahun. Oleh karena itu, penerapan perkerasan kaku pada ruas ini dinilai tepat sebagai alternatif peningkatan struktur jalan, terutama untuk menghadapi beban kendaraan berat dan meningkatkan keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan, ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban memiliki volume lalu lintas harian rata-rata sebesar 31.810 kendaraan/hari atau setara dengan 27.637 smp/hari. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ruas jalan ini memiliki tingkat pergerakan lalu lintas yang cukup tinggi, terutama karena dilalui kendaraan angkutan barang dan kendaraan berat.

Hasil pengujian daya dukung tanah dasar menggunakan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) menunjukkan bahwa nilai CBR desain sebesar 6,2% dengan nilai daya dukung tanah sebesar 5,107. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah dasar memiliki daya dukung sedang sehingga membutuhkan struktur perkerasan yang mampu mendistribusikan beban kendaraan secara lebih merata.

Berdasarkan perencanaan menggunakan metode AASHTO 1993, diperoleh nilai ESAL sebesar 36.075.153 dengan umur rencana 20 tahun. Tebal pelat beton yang memenuhi kriteria desain adalah 25 cm. Perkerasan kaku tersebut direncanakan dengan tulangan memanjang Ø10-200 mm, tulangan melintang Ø13-200 mm, dowel Ø32-300 mm dengan panjang 450 mm, serta tie-bar Ø16-1000 mm dengan panjang 700 mm.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pembangunan perkerasan kaku pada ruas Jalan Randublatung–Kedungtuban adalah sebesar Rp.14,290,939,000,-. Dengan hasil tersebut, perkerasan kaku dinilai sesuai diterapkan pada ruas ini karena mampu mendukung kebutuhan lalu lintas, meningkatkan kekuatan struktur jalan, serta memberikan alternatif penanganan terhadap kerusakan jalan akibat beban kendaraan berat.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (1993). Aashto Guide for Design of Pavement Structures. In Proceedings of the International Conference on Sustainable Waste Management and Recycling: Construction Demolition Waste.
- Abdullah Fajar Habibi, Sumina, T. Y. (2023). Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Ruas Jalan Raya Bekonang – Sukoharjo Dengan Menggunakan metode AASHTO 1993.
- Akbar Bayu Kresno Suharso, Bryan Fitra Ananda, U. K. (2025). Perencanaan Perkerasan Kaku di Jalan Raya Lontar Kota Surabaya dengan Metode AASHTO 1993. Extrapolasi. <https://doi.org/10.30996/ep.v22i01.11683>
- Anggra Teguh Cahya Saputra, Ibnu Sholichin, F. E. (2025). Studi Perencanaan Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Aashto 1993 Pada Ruas Jalan Lingkar Tuban (STA 13+180 – STA 19+980).
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1738:2011 Cara uji CBR (California Bearing Ratio) Lapangan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 1744:2012 Metode Uji CBR Laboratorium. Metode Uji CBR Laboratorium Badan Standardisasi Nasional. www.bsn.go.id
- Blora, B. K. (2025). Kecamatan Randublatung Dalam Angka 2025. 16.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). Pd T-19-2004-B.
- Ean Fadhilah Nurrahmat, S. (2021). Perencanaan Jalan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode AASHTO 1993 Di Jl. Bangkingan–Jl. Kebraton Kota Surabaya. Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi, 9. <https://doi.org/10.30742/axial.v9i2.1747>
- Gruberth Dirk Monim, Anak Agung Gede Sumanjaya, P. A. (2024). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku pada Jalan Nuansa Indah Selatan - Cempaka Biru Selatan, Kota Denpasar, Bali.
- Hariyanto, S., & Bambang. (2021). Analisis Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 dan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus : Jalan Raya Blora Cepu, KM 21+000-KM 22+400 Kabupaten Blora Jawa Tengah). Jurnal Ilmiah Teknosains. <https://doi.org/10.26877/jitek.v7i2/nov.9828>
- Indonesia, P. (2022). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Jalan. Pemerintah Indonesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). Surat Edaran Nomor 20/SE/Db/2021 Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan. Kementrian PUPR.
- Marga, D. J. B. (2010). MKJI. https://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/uu/uu_no.22_tahun_2009.pdf
- Muhammad Nanang Prayudyanto, Alimuddin, A. S. (2023). Analisis Tebal Perkerasan Jalan dengan Metode AASHTO terhadap Kerusakan Ruas Jalan Cileungsi – Cinyongsong Udik, Kabupaten Bogor. Jurnal Komposit. <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i1.8062>
- Riki Rivaldo, F. R. Y. (2022). Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Ruas Jalan Hitam Ulu-Mentawak Di Kabupaten Merangin (Menggunakan Metode AASHTO 1993). Jurnal Talenta Sipil. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v5i1.95>
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur.

- Sumina, Kusdiman Joko Priyanto, S. H. (2022). Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 Dan NAASRA (Studi Kasus Jalan Tangen – Ngrombo Kabupaten Sragen). 27.
- Yoga Adhim Nurrohim, Teguh Yuono, E. M. (2023). Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Ngrancah Kulon – Musuk Kabupaten Boyolali Dengan Metode Aashto 1993. *Journal of Civil Engineering and Infrastructure Technology*. <https://doi.org/10.36728/jceit.v2i1.2665>