

Desain Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Rencana Anggaran Biaya Ruas Jalan Anggrek

Rigid pavement Design With Bina Marga 2017 Method And Anggrek Road Section Budget Plan

Andi Kumalawati¹, Harlando Ha'e Dara², I Made Udayana^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Perkerasan Kaku, Perencanaan Biaya, Jalan Anggrek

Keywords:

pavement, cost plan, anggrek road.

Article history:

Received: 08-07-2025

Accepted: 28-07-2025

*Koresponden email:

kumalawati@staf.undana.ac.id

[*harlandodara21@gmail.com](mailto:harlandodara21@gmail.com)

[*imadeudiana10@gmail.com](mailto:imadeudiana10@gmail.com)

Abstrak

Ruas jalan Anggrek merupakan ruas jalan yang sering mengalami kerusakan sebelum mencapai umur masa layannya, dikarenakan adanya aktifitas kendaraan berat seperti tengki air yang setiap hari melewati ruas jalan ini. Maka perlu di lakukan perencanaan perkerasan jalan yang baik agar dapat melayani arus lalu lintas sesuai umur rencana, dengan menggunakan perkerasan kaku sebagai lapisan permukaan. Tujuan dari penelitian ini melakukan perencanaan lapisan perkerasan kaku, dan menganalisis besarnya anggaran biaya konstruksi perkerasan kaku pada ruas jalan Anggrek. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, adalah Metode Bina Marga 2017 untuk merencanakan tebal lapisan perkerasan kaku, sedangkan untuk menghitung perkiraan anggaran biaya untuk konstruksi perkerasan kaku menggunakan analisis Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Tahun 2022. Pada analisis ini, diperoleh tebal perkerasan kaku dengan tulangan sebesar 285 mm dengan biaya Rp. 3.476.515.000, dengan umur rencana selama 40 tahun, dan diperoleh untuk pondasi beton kurus 100 mm dengan biaya Rp. 900.372.000, lapisan drainase 150 mm dengan biaya Rp. 625.920.000, dan untuk stabilisasi semen sebesar 300 mm dengan biaya Rp. 1.699.981.000. Sehingga dengan semua biaya yang diperoleh untuk setiap lapisan perkerasan kaku, didapat biaya total untuk konstruksi perkerasan kaku untuk jalan Anggrek dengan panjang total 1050 meter, diperoleh sebesar Rp. 7.537.875.000.

Abstract

Anggrek Road Segment is a road section that frequently experiences damage before reaching its service life due to the activity of heavy vehicles, such as water tank trucks, that pass through it daily. Therefore, proper pavement planning is necessary to accommodate traffic flow according to the design life, by using rigid pavement as the surface layer. The objective is to design a rigid pavement layer and analyze the estimated construction budget for the rigid pavement on Anggrek Road. The method used in this research is the Bina Marga 2017 method to determine the thickness of the rigid pavement layer, while the cost estimation for the rigid pavement construction uses the Indonesian National Standard (SNI) with the 2022 Unit Price Analysis (AHSP). Based on the analysis, the required thickness for reinforced rigid pavement is 285 mm, with an estimated cost of IDR 3,476,515,000 and a design life of 40 years. Additionally, a 100 mm lean concrete foundation is required at a cost of IDR 900,372,000, a 150 mm drainage layer costing IDR 625,920,000, and a 300 mm cement stabilization layer costing IDR 1,699,981,000. Therefore, the total cost for constructing the rigid pavement on the 1,050-meter-long Anggrek Road segment amounts to IDR 7,537,875,000.

Kutipan: Diisi oleh Editor

1. Pendahuluan

Perkerasan jalan adalah bagian dari jalur lalu lintas, yang bila kita perhatikan secara struktural pada penampang melintang jalan merupakan penampang struktur dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan (Saodang, 2005). Jalan juga sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara (UU RI No.38 Tahun 2004 tentang jalan, Bab III, Pasal 5). Seiring dengan perkembangan zaman, hampir di semua wilayah baik itu di kota maupun di kabupaten, kebutuhan masyarakat dalam melakukan perjalanan dan perpindahan dengan menggunakan moda transportasi umum maupun kendaraan pribadi tentunya dibutuhkan akses jalan yang memiliki kualitas perkerasan baik. Dengan begitu lalu lintas menjadi lebih lancar, kenyamanan dan keamanan dapat terpenuhi, waktu tempuh menjadi lebih cepat dan keselamatan para pengendara dapat terjamin. Selain itu, juga berdampak pada perkembangan dan kemajuan suatu wilayah.

Apapun jenis perkerasan jalan, harus dapat memfasilitasi sejumlah pergerakan lalu lintas, baik berupa jasa angkutan manusia maupun jasa angkutan barang berupa seluruh komoditas yang diijinkan untuk berlalu lalang disitu. Dengan beragam jenis kendaraan dengan angkutan barangnya, akan memberikan variasi beban sedang sampai berat, jenis kendaraan penumpang akan memberikan pula sejumlah variasi beban ringan sampai sedang. Ini harus dapat didukung oleh perkerasan jalan (Saodang, 2005). Dalam merencanakan suatu jalan, nilai tebal perkerasan harus ditentukan dengan sedemikian rupa sehingga jalan yang akan direncanakan dapat memberikan pelayanan yang baik pada lalu lintas sesuai dengan fungsi umur rencana jalan.

Pada prinsipnya, konstruksi perkerasan jalan raya harus kuat memikul beban lalu lintas di atasnya dan permukaan jalan harus dapat menahan gaya gesekan atau keausan pada roda kendaraan dan juga terhadap pengaruh air hujan. Apabila perkerasan jalan tidak mempunyai kekuatan yang cukup secara keseluruhan serta volume dan beban yang dipikul jalan setiap hari, maka jalan tersebut akan mengalami penurunan serta pergeseran pada konstruksi maupun tanah dasar (*subgrade*) dan akibatnya jalan tersebut akan bergelombang.

Permasalahan-permasalahan yang sering terjadi pada ruas jalan seperti cacat pada permukaan jalan seperti lubang (*photoles*), pengelupasan pada bagian permukaan (*stripping*), juga perubahan bentuk jalan akibat lemahnya tanah dasar hingga tambahan pemadatan akibat beban kendaraan (distorsi) yaitu permukaan jalan yang bergelombang. Ruas jalan Anggrek, Kota Kupang merupakan ruas jalan yang menggunakan lapisan perkerasan lentur dan sudah mengalami kerusakan yang cukup parah diakibatkan permukaan jalan yang selalu basah akibat adanya kendaraan berat (tangki air) yang selalu melewati ruas jalan ini sehingga permukaan jalan selalu basah dengan air dan meresap ke lapisan tanah dasar sehingga menyebabkan permukaan tanah menjadi tidak stabil dan mengalami kembang susut sehingga menyebabkan penurunan yang tidak seragam dan rangkak, yang menjadi salah satu faktor kerusakan pada lapisan perkerasan. Kerusakan yang terjadi yaitu pengelupasan pada permukaan jalan sehingga menyebabkan ada cukup banyak lubang disepanjang ruas jalan, adanya permukaan yang bergelombang pada beberapa titik. Oleh karena itu, perkerasan pada ruas jalan tersebut harus direncanakan dengan baik agar konstruksi jalan dapat melayani arus lalu lintas sesuai umur rencana jalan.

Ruas Jalan Anggrek, merupakan ruas jalan yang menghubungkan antara Jalan Kejora dan ruas Jalan Jendral Soeharto, dengan panjang ruas jalan 1050,00 m, lebar 6,00 m (diperoleh dengan pengukuran di lapangan), tanpa adanya trotoar dan saluran drainase. Lapisan perkerasan yang digunakan pada ruas jalan Anggrek adalah lapisan perkerasan lentur, namun selalu mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana jalan. Konstruksi perkerasan kaku sangat cocok untuk digunakan sebagai lapisan perkerasan pada jenis tanah dasar yang ekspansif, dikarenakan memenuhi persyaratan teknis yaitu momen yang relatif kecil pada dasar perkerasan, daya dukung yang besar, lendutan yang kecil, distribusi tegangan serta distribusi lendutan yang merata (Surat, 2011). Perkerasan kaku umumnya hanya terdiri dari dua lapisan utama, yaitu lapisan permukaan (*Surface Course*) dan lapisan pondasi (*Base Course*) hal ini berbeda dengan perkerasan lentur, pada perkerasan kaku sebagian besar lapisan permukaan yang menahan beban dari lalu lintas sehingga distribusi beban relatif luas terhadap lapisan yang di bawahnya. Selain itu, perkerasan kaku mempunyai kelebihan yakni lebih kuat dan awet sehingga umur lebih panjang, biaya pemeliharaan yang lebih rendah, serta dampak terhadap lingkungan lebih rendah. Pada penelitian ini, akan dilakukan perencanaan menggunakan lapisan perkerasan kaku dan juga perhitungan biaya konstruksi studi kasus pada ruas Jalan Anggrek, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, dengan lebar jalan 4 m, dan ruas jalan tidak memiliki trotoar maupun saluran drainase.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil survey dan data hasil kuesioner dengan objek penelitian adalah masyarakat yang ada di Kota Labuan Bajo. Penelitian ini kemudian di analisis dengan menggunakan metode Matriks Asal Tujuan, metode *Analytical Hierarchy Process*, dan metode Analisis Multi Kriteria.

2.1 Jenis-jenis Data

Data penelitian merupakan sekumpulan informasi atau nilai yang diperoleh dari hasil observasi (pengamatan) suatu objek. Berdasarkan cara memperolehnya, data penelitian dibagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan sekunder.

2.1.1 Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari hasil lapangan dalam hal ini data yang dikumpulkan berdasarkan hasil observasi di lapangan. Dalam penelitian ini, data primer dari hasil survey yaitu data Lalu Lintas Harian Rencana, data CBR tanah, dan data geometrik ruas jalan Anggrek.

2.1.2 Data Sekunder

Data Data sekunder merupakan data yang telah ada sebelumnya dan dikumpulkan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Data Sekunder yang digunakan meliputi peta lokasi, jurnal atau studi literatur yang berkaitan, daftar harga satuan bahan untuk daerah Kota Kupang tahun 2023, daftar harga satuan alat berat, daftar pedoman analisis SNI.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data-data dalam penelitian ini, akan dihasilkan dengan beberapa cara sebagai berikut:

2.2.1 Survey

Kegiatan ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data-data primer pada penelitian ini, yaitu data lalu lintas harian rata-rata (LHR), data *California Bearing Ratio* (CBR), dan data geometrik ruas jalan Anggrek.

2.2.2 Dokumentasi

Kegiatan ini, merupakan kegiatan mengumpulkan bukti-bukti dan keterangan (seperti gambar, kutipan, dan bahan referensi lain). Dokumentasi dilakukan di lokasi penelitian, yaitu Jalan Anggrek, Kota Kupang.

2.3 Teknik Analisis Data

2.3.1. Analisis Konstruksi Perkerasan Kaku

Analisis untuk perkerasan kaku dilakukan dengan Microsoft Excel dengan mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (Metode Bina Marga 2017). Adapun langkah-langkah perencanaan dengan MDPJ 2017, yaitu: menentukan umur rencana, menentukan nilai ESA 5 sesuai umur rencana yang dipilih, menentukan dan menganalisis tipe perkerasan yang digunakan.

2.3.2. Analisis Rencana Anggaran Biaya Konstruksi

Metode dalam menganalisa harga satuan untuk analisis perkerasan lentur dan kaku menggunakan AHSP SNI tahun 2022. Prinsip yang mendasar pada metode SNI adalah daftarkoefisien bahan, upah dan alat sudah ditetapkan untuk menganalisa harga atau biaya yang diperlukan dalam membuat harga satu satuan pekerjaan. Dari ketiga koefisien tersebut akan didapatkan kalkulasi bahan-bahan yang diperlukan, kalkulasi upah yang mengerjakan, serta kalkulasi peralatan yang dibutuhkan. Komposisi perbandingan dan susunan material, upah tenaga dan peralatan pada satu pekerjaan sudah ditetapkan, yang selanjutnya dikalikan dengan harga material, upah dan peralatan yang berlaku dipasaran.

Untuk menghitung volume masing-masing bahan serta besarnya biaya yang dibutuhkan, dilakukan dengan melakukan analisis harga satuan bahan. Sedangkan kebutuhan bahan sendiri adalah besarnya jumlah bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam suatu kesatuan pekerjaan.

2.3.3. Analisis Harga Sataua (HSD)

Komponen untuk menyusun Harga Satuan Pekerjaan (HSP) memerlukan analisa Harga Satuan Dasar (HSD) tenaga kerja, Harga Satuan Dasar (HSD) alat, dan Harga Satuan Dasar (HSD) bahan. Berikut ini diberikan langkah-langkah perhitungan Harga Satuan Dasar (HSD) komponen Harga Satuan Pekerjaan (HSP)(Kementrian Pekerjaan Umum).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat

3.1.1. Menentukan Umur Rencana (UR)

Bangkitan Untuk menentukan umur rencana suatu konstruksi perkerasan jalan ditentukan berdasarkan ketentuan Dirjen Bina Marga 2017 pada tabel berikut.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Kaku

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
	Lapisan aspal dan lapisan berbutir ⁽²⁾	20
	Fondasi Jalan	
Perkerasan Lentur	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	40
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapisan fondasi atas, lapisan fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	10

3.1.2. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Laju pertumbuhan lalu lintas untuk jalan lokal serta rata-rata daerah di Indonesia, maka faktor pertumbuhan lalu lintas untuk jalan Anggrek adalah 1.00%. Sedangkan untuk mendapatkan faktor pengali untuk pertumbuhan lalu lintas komulatif (R) pada umur rencana 40 tahun diperoleh menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 R_{(2023 - 2063)} &= \frac{(1+0.01i)^{UR}-1}{0.01i} \\
 &= \frac{(1+0.01(0.01))^{40}-1}{0.01(0.01)} \\
 &= 40.08
 \end{aligned}$$

3.1.3. Mentukan Faktor Distribusi Arah dan Faktor Distribusi Lajur

Jalan Anggrek merupakan jalan dengan tipe 2/2 yaitu jalan yang memiliki dua lajur dan dua arah yang berlawanan, maka berdasarkan metode Bina Marga 2017 dalam pedoman manual desain perkerasan jalan dikatakan bahwa untuk jalan dua arah nilai faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0.5. Sedangkan nilai faktor distribusi lajur (DL) untuk jalan tipikal 2/2 yang memiliki lajur setiap arah adalah satu maka besarnya nilai distribusi lajur (DL) kendaraan niaga pada jalur desain sebesar 100% atau 1.

3.1.4. Menentukan Jumlah Sumbu Kendaraan

Jumlah sumbu kendaraan ditentukan berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan saat melakukan survei lalu lintas berdasarkan golongan kendaran yang melintas pada ruas jalan Anggrek dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 2. Umur Rencana Perkerasan Kaku

No	Golongan Kendaraan	Jumlah Sumbu Kendaraan
1	1 (Sepeda Motor)	0
2	2 (Mobil Pribadi)	2
3	3 (Angkot)	2
4	4 (<i>Pick Up</i>)	2
5	5a (Bus Kecil)	2
6	5b (Bus Besar)	2
7	6b (Truck Tangki 2 Sumbu)	2
8	7a (<i>Truck Box</i> 3 Sumbu)	3
9	7b (Truck Gandeng)	4
10	7c (<i>Truck Semi Trailer, Truck Trailer</i>)	4

Hasil Perhitungan Beban Kumulatif Kelompok Sumbu

Tabel 3. Perhitungan Kelompok Sumbu Kendaraan

Jenis kendaraan	Jumlah sumbu kendaraan	LHR 2023	LHR 2063	Kelompok sumbu 2023	Kelompok sumbu 2023-2063	Jumlah kelompok sumbu 2023	Jumlah kelompok sumbu 2023-2063
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	0	4444	6616				
2	2	405	603				
3	2	3	4				
4	2	221	329				
5a	2	3	4				
5b	2	2	3	4	6	678	40448
6b	2	620	923	1240	1846	226300	13503508
7a	3	1	1	2	3	313	18668
7b	4	0	0				
7c	4	0	0				
Komulatif kelompok sumbu kendaraan berat						227291	13.562.624

3.1.5. Perencanaan Pondasi Perkerasan Kaku

Berdasarkan ketentuan Bina Marga, 2017 pada tabel desain fondasi jalan minimum perkerasan kaku untuk perkerasan kaku digunakan perbaikan tanah dasar berupa stabilitas semen dengan ketebalan 150 mm.

3.1.6. Pemilihan Jenis Perkerasan Kaku

Penentuan jenis perkerasan kaku yang akan digunakan ditentukan berdasarkan pada besarnya nilai juta $ESA_{(2023-2063)}$. Besarnya nilai juta $ESA_{(2023-2063)}$ yang diperoleh pada perhitungan Tabel 3 sebesar 13.562.624 ESAL maka pemilihan jenis perkerasan dipilih perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR > 2,5%) digunakan bagan 4 desain untuk menentukan dimensi atau ketebalan struktur perkerasan dan perkerasan dikerjakan oleh kontraktor besar dengan sumber daya memadai.

3.1.7. Menentukan Susunan Perkerasan Jalan Yang Digunakan.

Sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2017, hasil dari jumlah kelompok sumbu yaitu sebesar 13.562.624 KN, maka ditentukan tebal perkerasan kaku berdasarkan tabel berikut.

Tabel 4. Perkerasa Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overload</i>)	<4,3	<8,6	<25,8	<43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
Struktur Perkerasan (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi Lean Mix Concrete (LMC)	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sesuai dengan tabel di atas, untuk nilai CESA2 sebesar 13.562.624 KN, konstruksi perkerasan kaku menggunakan pelat beton adalah sebagai berikut.

1. Lapisan permukaan
Pelat beton = 285 mm
2. Lapis Fondasi
Lapis Fondasi LMC = 100 mm
3. Lapisan Fondasi
Lapisan Drainase = 150 mm
4. Perbaikan tanah dasar
Stabilitas Semen = 150 mm

3.1.8. Perencanaan Sambungan Perkerasan Kaku

Untuk sambungan pada perkerasan kaku, terdapat dua tipikal sambungan yaitu sambungan dengan *dowel* dan sambungan dengan batang pengikat (*Tie Bars*). Untuk menentukan ukuran *dowel* sebagai pengikat/penyambung pada sambungan pelat beton dengan tebal pelat perkerasan 285 mm (28,5 cm), direncanakan ruji yang digunakan adalah ruji baja ulir. Jadi diameter *dowel* yang digunakan untuk perkerasan yaitu:

$$= \frac{1}{8} \times \text{Tebal Pelat} = \frac{1}{8} \times 285 = 35.625 = 36 \text{ mm, panjang } 455 \text{ mm dan jarak } 305 \text{ mm.}$$

Disarankan untuk sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir. Batang ulir yang bergerigi akan memperkuat sambungan batang dengan pelat beton, sehingga akan menambah kekuatan pelat beton. Sesuai ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum no SPL.KS21.224.00, batang ulir yang digunakan berdiameter 16 mm. Untuk jarak batang pengikat digunakan 900 mm dikarenakan pada tebal pelat beton yang direncanakan > 25 cm. Dengan ketentuan yang ada, maka ukuran batang *tie bars* dapat digunakan adalah besi ulir diameter 16 mm, dengan panjang 750 mm, dan jarak 900 mm.

3.1.9. Perencanaan Tulangan.

Perencanaan perkerasan kaku pada ruas Jalan Anggrek Kota Kupang, dirancang menggunakan tulangan, dikarenakan selalu mengalami kerusakan sebelum umur rencana. Berdasarkan ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum no SPL.KS21.224.00, jarak antara sambungan tulangan susut melintang dapat digunakan 10 – 15 meter. Sehingga dalam perencanaan ini akan digunakan panjang pelat 10 meter. Data perencanaan:

1. Koefisien gesek (μ) = 1,3 (Pd-T-14-2003)
2. Panjang Pelat (P) = 10 m (ketentuan Kementerian PU)
3. Tebal Pelat (h) = 285 mm = 0,285 m (Tabel 4.15/hal 62)
4. Lebar Pelat (L) = 6 m (survei geometrik)
5. Tegangan tarik baja (fs) = 240 MPa (BJTU 24)
6. Berat jenis beton (M) = 2.400 kg/m³
7. Gravitasi (g) = 9,8 m/s²

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Jalan Perkerasan Beton Semen (Pd T-14-2003) luas tulangan
Copy Right to J-ForTeks DOI:

perkerasan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

1. Tulangan memanjang

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{\mu \times h \times P \times M \times g}{2 \times f_s} \\
 &= \frac{1,5 \times 0,285 \times 10 \times 2.400 \times 9,8}{2 \times 240} \\
 &= 209,475 \text{ mm}^2 \\
 A_s \text{ min} &= 0,1\% \times h \times 1000 \\
 &= 0,1\% \times 285 \times 1000 \\
 &= 285 \text{ mm}^2/\text{m}
 \end{aligned}$$

2. Tulangan melintang

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{\mu \times h \times L \times M \times g}{2 \times f_s} \\
 &= \frac{1,5 \times 0,285 \times 6 \times 2.400 \times 9,8}{2 \times 240} \\
 &= 125,685 \text{ mm}^2 \\
 A_s \text{ min} &= 0,1\% \times h \times 1000 \\
 &= 0,1\% \times 285 \times 1000 \\
 &= 285 \text{ mm}^2/\text{m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan memanjang dan melintang untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan diperoleh nilai A_s perlu $<$ A_s minimum, sehingga digunakan luas penampang tulangan minimum 285 mm^2 untuk perhitungan tulangan yang akan digunakan. Dicoba tulangan diameter 16 mm.

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi \times r^2 \\
 &= 3,14 \times 8 \times 8 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dicoba dengan tulangan diameter 16 mm, dengan luas tulangan $200,96 \text{ mm}^2$, untuk menghitung jumlah tulangan.

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s \text{ minimum}}{A_s \text{ rencana}} + 1 \\
 &= \frac{285}{200,96} + 1 \\
 &= 2,418 = 3 \text{ buah} \\
 A_s &= \pi \times r^2 \times n \\
 &= 3,14 \times 8 \times 8 \times 3 \\
 &= 602,88 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh A_s tulangan/m $>$ A_s minimum/m, sehingga untuk perkerasan beton bisa menggunakan tulangan dengan diameter 16 mm, dengan jumlah tulangan per meter 3 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak} &= 1000/n \\
 &= 1000/3 \\
 &= 333,33 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Cek kebutuhan tulangan,

1. Tulangan memanjang

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tulangan} &= \text{panjang pelat/ jarak tulangan} \\
 &= 10.000 \text{ mm}/333,33 \text{ mm} \\
 &= 30 \text{ buah/panjang pelat}
 \end{aligned}$$

2. Tulangan melintang

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan} &= \text{lebar pelat/jarak} \\ &= 6.000 \text{ mm}/333,33 \text{ mm} \\ &= 18 \text{ buah/lebar pelat} \end{aligned}$$

Dapat digunakan tulangan diameter 16 mm dengan jarak 333,33 mm sebanyak 30 buah untuk tulangan memanjang dan 18 buah untuk tulangan melintang.

3.2. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Kaku

3.2.1 Volume Pekerjaan Perkerasan Kaku

Untuk perkerasan kaku merupakan lapisan permukaan jalan yang terdiri dari semen, pasir, batu pecah, air dengan tulangan bila menggunakan tulangan. Untuk masing-masing bahan tersebut di atas, mempunyai koefisien standar masing-masing bahan dalam Bagian III_AHSP_Bina Marga yang terdapat pada Lampiran 10, dengan koefisien masing-masing bahan seperti pada tabel berikut.

Tabel 5. Koefisien Bahan Material Perkerasan Kaku

No	Nama Bahan	Koefisien	Satuan
1	Semen	391,7900	Kg
2	Pasir	0,5096	M ³
3	Batu Pecah	0,8593	M ³
4	Air	161,3850	Ltr
5	Baja Tulangan	7,1680	Kg

Setelah diperoleh koefisien bahan, maka selanjutnya diperlukan data geometrik jalan untuk dapat melakukan perhitungan kebutuhan bahan untuk perkerasan kaku pada ruas Jalan Anggrek yang diperoleh melalui pengamatan langsung dilapangan yaitu dengan mengukur panjang jalan dan juga lebar Jalan. Dari hasil perhitungan di atas, hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Volume Pekerjaan Konstruksi Perkerasan Kaku

No	Jenis Pekerjaan	Volume
1.	Pekerjaan Tanah	
	Stabilitas Tanah dengan Semen	1.890,00 m ³
2.	Pekerjaan Fondasi	
	Lapis Drainase	945,00 m ³
	Lapis Beton Kuras	630,00 m ³
3.	Perkerasan Jalan	
	Perkerasan Beton Semen	1.795,50 m ³
4	Pembesian	
	<i>Tie Bars</i>	1.293,00 Kg
	<i>Ruji/Dowel</i>	17.642,00 Kg
	Tulangan Memanjang	31.920,00 Kg
	Tulangan Melintang	31.597,00 Kg

3.2.2 Harga Satuan Pekerjaan Perkerasan Kaku

Analisis harga satuan dilakukan untuk menganalisis anggaran biaya yang akan digunakan pada pekerjaan konstruksi perkerasan kaku sepanjang ruas jalan Anggrek, Kota Kupang. Hasil analisis harga pekerjaan konstruksi perkerasan kaku dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Harga Satuan Perkerasan Kaku

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)
1.	Pekerjaan Tanah		
	Stabilitas Semen	m ³	899.460,89
2.	Pekerjaan Fondasi		
	Lapis Drainase	m ³	662.349,55
	Lapis Fondasi LMC	m ³	1.429.162,36
3.	Perkerasan Jalan		
	Perkerasan Beton Semen	m ³	1.936.237,64
4.	Pembesian		
	<i>Tie Bars</i>	Kg	15.265,00
	<i>Ruji/Dowel</i>	Kg	15.265,00

3.2.3 Analisis Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku

Dari hasil analisis harga satuan konstruksi perkerasan kaku di atas, akan dihitung rencana anggaran biaya pada konstruksi perkerasan kaku sepanjang ruas jalan Anggrek, Kota Kupang pada tabel berikut.

Tabel 8. Analisis Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	Pekerjaan Tanah				
	Stabilitas Semen	m ³	1.890	899.460,89	1,699,981,077.76
	Sub Total				1,699,981,077.76
2.	Pekerjaan Fondasi				
	Lapis Drainase	m ³	945	662.349,55	625,920,324.67
	Lapisan Pondasi Beton Kurus	m ³	630	1.429.162,36	900,372,288.42
	Sub Total				1,526,292,613.08
3.	Perkerasan Jalan				
	Perkerasan Beton	m ³	1.795,5	1.936.237,64	3,476,514,687.35
	Sub Total				3,476,514,687.35
4.	<i>Tie Bars</i>	Kg	1.293	15.265,00	19,737,645.00
5.	<i>Ruji/Dowel</i>	Kg	17.642	15.265,00	269,305,130.00
6.	Tulangan	Kg	35.771	15.265,00	546,044,315.00
	Sub Total				835,087,090.00
	Jumlah				7,537,875,468.19
	PPN 11%				829,166,301.50
	Jumlah Keseluruhan				8,367,041,769.69
	Dibulatkan				8,367,042,000.00

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4.21 total biaya hasil analisis untuk konstruksi perkerasan kaku ruas jalan Anggrek, Oebufu Kota Kupang, setelah ditambah PPN 11% adalah sebesar Rp. 8,367,042,000,00

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan tebal perkerasan kaku dengan Metode Bina Marga 2017 di ruas Jalan Anggrek, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Perencanaan konstruksi perkerasan kaku menggunakan stabilitas semen 150 mm sebagai perbaikan tanah dasar, lapis drainase 150 mm, lapis beton kurus 100 mm, dan lapisan perkerasan beton bertulang direncanakan dengan tebal lapisan perkerasan 285 mm.
2. Rencana anggaran biaya konstruksi perkerasan kaku ruas jalan Anggrek sebesar Rp. 7.856.119.000; dengan rincian untuk pekerjaan lapis stabilitas semen sebesar Rp. 1.699.981.000; lapis drainase sebesar Rp. 625.920.000; lapis fondasi beton kurus sebesar Rp. 900.372.000; untuk lapisan permukaan

beton bertulang sebesar Rp. 3.476.515.000; dan untuk kebutuhan sambungan yaitu dengan baja tulangan ulir sebesar Rp. 835.087.000.

Ucapan Terimakasih

Penyelesaian kajian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan memberikan saran dan masukan yang sangat konstruktif. Terima kasih juga kami sampaikan kepada tim pengelola jurnal dan tim editor yang telah berkenan menerbitkan artikel hasil penelitian kami.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2022. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga SNI 1*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga.1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Yayasan Badan Penerbit PU, 73(02), 1–41.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Pd.T-19-2004-B, Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga.2017. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. *SE Panduan Pemilihan Teknologi Pemeliharaan Preventif Perkerasan Jalan*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat-Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. *Pedoman Teknis Pd-T-14-2003, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*.
- Kumalawati A., Nara F. S., Nasjono J. K. (2024). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus dengan Metode Bina Marga 2017. *Jurnal Teknik Sipil* 13 (1), 43-44.
- Nopriyanto. D . E., Siswoyo. (2021). Perencanaa Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) untuk Peningkatan Jalan Lakarsantri-Benowo Kota Surabaya dengan Metode Binamarga. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 9 (2), 91-102.
- Ramdhani. F. (2016). Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Jalan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku pada Jalan Maredean Provinsi Riau. *Jurnal Sainis* 16 (1), 63-75.
- Syah A., Abdillah N., Abrar A. (2023) Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Kaku pada *Subgrade* yang Berdaya Dukung Rendah Studi Kasus Jl Gaharu, Basilam Baru Kota Dumai. *Jurnal Slump Tes* 2 (1), 9-18
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum 2010. *Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio dengan Dynamic Cone Penetrometer*
- Wattimena A. D. D. (2025) Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga 2017 1 (1), 300-308.