

Studi Penanganan Kerusakan pada Ruas Jalan Nganjuk – Bojonegoro, km 55+500 sampai km 61+700, Kabupaten Nganjuk

Anggoro Dias Ainur Rasyid dan Catur Arif Prastyanto
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: catur_ap@ce.its.ac.id

Abstrak—Terjadi kerusakan jalan pada ruas Jalan Nganjuk – Bojonegoro. Tepatnya sepanjang 1,2 kilometer dari panjang total kurang lebih 6,2 kilometer, yang mengalami kerusakan cukup parah. Kerusakan tersebut terjadi akibat muatan kendaraan berat yang mengangkut material pada saat pelaksanaan pembangunan jalan tol segmen Nganjuk - Kertosono dan pembangunan jalan rel kereta ganda (*double track*). Selain muatan berlebih, kondisi saluran drainase pada ruas jalan tersebut tidak berfungsi secara maksimal, karena saluran juga berfungsi sebagai irigasi sawah sekitar. akan direncanakan perbaikan kerusakan perkerasan, dengan membandingkan secara menyeluruh antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perencanaan tebal struktur keduanya menggunakan metode Bina Marga 2017. Dengan usia rencana 20 tahun untuk perkerasan lentur dan usia rencana 40 tahun untuk perkerasan kaku. Dalam perencanaan, ada dua jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Setelah ditetapkan tebal struktur untuk masing - masing jenis perkerasan, dilakukan analisis biaya awal konstruksi dan pemeliharaan, setelah itu memilih alternatif jenis konstruksi yang akan ditetapkan. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa, didapatkan jenis perkerasan kaku sebagai perbaikan kerusakan Jalan Nganjuk – Bojonegoro dengan tebal perkerasan lapis drainase 15 cm, lapis pondasi LMC 10 cm dan tebal plat beton 30,5 cm. Dengan biaya awal konstruksi dan pemeliharaan sebesar Rp 65.515.137.600.

Kata Kunci—Nilai Kerusakan Jalan, Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, dan Rencana Anggaran Biaya.

I. PENDAHULUAN

DALAM rangka menunjang pembangunan nasional, keberadaan jalan memiliki peran sangat penting, karena jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang dapat menunjang semua sektor, antara lain: pertumbuhan ekonomi, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan serta sector - sektor lainnya. Oleh karena itu, jalan harus dalam kondisi yang baik dan memadai sehingga dapat memberikan pelayanan maksimal kepada masyarakat yaitu aman, nyaman, lancar, dan selamat.

Jalan Nganjuk - Bojonegoro merupakan salah satu jalan penghubung antara Kabupaten Nganjuk dan Kabupaten Bojonegoro yang terletak di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur. Berdasarkan administrasi pemerintahan dan beban muatan, jalan tersebut dikategorikan sebagai Jalan Provinsi. Menurut Peraturan Pemerintah UU No. 22 Tahun 2009 [1] Pasal 19 ayat 2B, jalan tersebut termasuk kelas II, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas

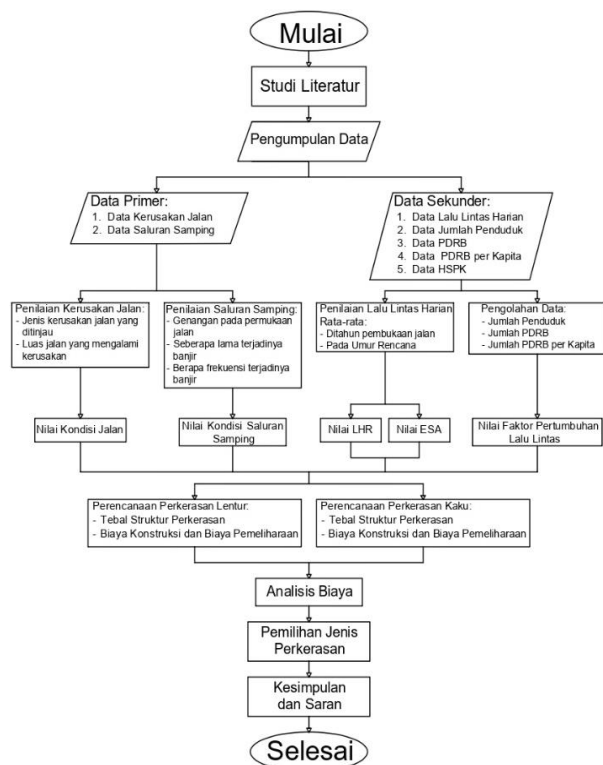
ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat sebesar 8 ton.

Kerusakan perkerasan pada jalan Nganjuk - Bojonegoro terjadi cukup parah, tepatnya sepanjang 1,2 kilometer dari panjang total kurang lebih 6,2 kilometer. Kerusakan tersebut berupa lubang, gelombang, lapisan aspal yang terkelupas dan terjadi lendutan besar saat ada kendaraan berat bermuatan melintas pada jalan tersebut. Kondisi ini sangat mengganggu pengguna jalan terutama pada saat musim hujan, karena pada permukaan jalan banyak genangan yang cukup dalam dapat membahayakan kendaraan pribadi dan sepeda motor sering terguling. Menurut informasi dari penduduk sekitar, kerusakan ini terjadi pada saat awal pelaksanaan pekerjaan pembangunan jalan tol segmen Nganjuk - Kertosono dan jalan rel ganda (*double track*). Sedangkan kendaraan - kendaraan yang bermuatan material urugan dalam pembangunan tersebut dipastikan bahwa kendaraan membawa beban berlebih (*overload*) [2].

Dari pengamatan di lapangan, lokasi yang mengalami kerusakan berat terletak pada pada Km B.Goro 59 + 100 s/d Km B.Goro 60 + 300. Pada titik tersebut tidak ada saluran khusus untuk drainase jalan. Saluran yang ada saat ini berupa galian tanah yang dimanfaatkan oleh para petani untuk mengaliri sawah di sekitar jalan tersebut. Bahkan yang lebih ekstrim pada ruas jalan tersebut elevasi permukaan perkerasannya hanya sedikit lebih tinggi daripada elevasi permukaan sawah, sehingga ketika musim hujan selalu ada air pada lubang di permukaan perkerasan jalan tersebut. Hal tersebut disebabkan karena permukaan air pada saluran tanah selalu tinggi dan sejajar dengan permukaan air sawah.

Pada ruas Jalan Nganjuk - Bojonegoro tampak dilalui berbagai jenis kendaraan mulai dari kendaraan ringan seperti sepeda dan sepeda motor hingga kendaraan berat seperti truk tronton. Namun, yang terlihat pada ruas jalan tersebut lebih dominan kendaraan berat pengangkut material untuk pembangunan jalan tol segmen Nganjuk - Kertosono dan pembangunan jalan rel ganda (*double track*). Beberapa diantaranya, dump truck dengan konfigurasi sumbu 1.22 dan 1.2 yang bermuatan material urugan, truk gandeng dengan konfigurasi sumbu 1.2.2 - 2.2, truk sedang 2 sumbu dengan konfigurasi sumbu 1.2, dan truk 3 sumbu dengan konfigurasi sumbu 1.2.2, bus kecil dan besar dengan konfigurasi sumbu masing - masing 1.1 dan 1.2) [3].

Berdasarkan hal tersebut, kerusakan perkerasan jalan yang terjadi di ruas Jalan Nganjuk – Bojonegoro, Km 55+500 sampai Km 61+700, Kabupaten Nganjuk ini perlu diperbaiki. Oleh karena itu, dalam studi ini dilakukan identifikasi tingkat nilai kerusakan jalan yang terjadi di ruas jalan tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir Perhitungan.

Setelah itu melakukan survei lalu lintas untuk mengetahui karakteristik lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Jika karakteristik lalu lintas sudah diketahui, dilanjutkan dengan merencanakan konstruksi (tebal struktur masing - masing jenis perkerasan) serta saluran drainase dan perhitungan total biaya selama masa pelayanan dihitung biaya keseluruhan (awal konstruksi dan pemeliharaan). Sehingga dapat diketahui jenis perkerasan apa yang paling sesuai untuk perbaikan kerusakan perkerasan jalan dan tebal struktur perkerasan di ruas jalan Nganjuk – Bojonegoro Km 55+500 sampai 61+700, Kabupaten Nganjuk.

II. METODOLOGI

A. Persiapan

Sebelum memulai suatu pekerjaan yang pertama kali dilakukan adalah persiapan. Persiapan dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan selanjutnya dan berikut tahap persiapan antara lain: mencari informasi pada instansi terkait sesuai data yang dibutuhkan, mengurus surat – surat diperlukan, yaitu surat pengantar untuk instansi terkait, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang sekiranya dapat mendukung dalam studi kali ini.

B. Studi Literatur

Sebelum melakukan pengumpulan dan pengolahan data, maka terlebih dahulu melakukan studi literatur yang akan digunakan dalam kegiatan ini. Studi literatur dilakukan untuk menentukan jenis perkerasan, untuk menentukannya menggunakan [4]. Pada literatur tersebut diatur ketentuan - ketentuan mengenai perkerasan lentur dan kaku. Sedangkan untuk menilai kerusakan jalan menggunakan [5].

C. Pengumpulan Data

Data - data yang digunakan pada studi ini adalah data primer dan data Sekunder. Untuk data primer terdiri dari data

Kerusakan Jalan dan data Kerusakan Drainase. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari penelitian dan sumber yang sudah ada. Dalam studi ini terdapat 3 data sekunder berupa data jumlah penduduk, PDRB, PDRB Per Kapita, data LHR, dan data HSPK.

Untuk data jumlah penduduk, PDRB, PDRB Per Kapita digunakan untuk meramalkan faktor laju pertumbuhan lalu lintas, Data LHR digunakan untuk mengetahui jenis kendaraan lalu lintas. Dan data HSPK digunakan untuk menghitung RAB dan biaya pemeliharaan jalan.

Dalam studi kali ini digunakan data HSPK DPU Bina Marga UPT Kediri dan Kota Surabaya pada tahun 2019 yang dilakukan penyesuaian dengan kabupaten Nganjuk dengan Indeks Kemahalan Konstruksi. Sedangkan data jumlah penduduk, PDRB, dan PDRB Per Kapita selama 6 tahun terakhir digunakan untuk mengetahui faktor laju pertumbuhan tahunan dari kendaraan yang melintasi Jalan Nganjuk - Bojonegoro. Data LHR diperoleh dari survey rutin Bina Marga Provinsi Jawa Timur dan lalu lintas untuk menghitung ekuivalen serta karakteristik lalu lintas. Data kerusakan jalan didapatkan dengan cara survey menggunakan [3], data ini berfungsi untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan dan kondisi kerusakan drainase di lokasi studi.

D. Analisis

1) Kerusakan Jalan

Survey kerusakan jalan menggunakan [5] dilakukan untuk mengetahui tingkat nilai kerusakan jalan dan nilai kondisi drainase pada ruas Jalan Nganjuk - Bojonegoro. Setelah mendapatkan nilai kerusakan nantinya akan dilakukan penanganan sesuai tingkat kerusakan yang ada [5].

2) Karakteristik Lalu Lintas

Untuk menghitung tebal struktur perkerasan lentur dan kaku dalam perbaikan perkerasan Jalan Nganjuk - Bojonegoro, harus diketahui terlebih dahulu karakteristik lalu lintasnya. Karakteristik lalu lintas dapat diketahui dari jumlah kendaraan yang didapatkan dari survey LHR yang sudah dilakukan, dengan mencari jenis kendaraan paling dominan yang melintasi jalan tersebut dan yang memiliki faktor berpengaruh besar pada kerusakan jalan.

3) Tebal Perkerasan

Setelah mengetahui karakteristik lalu lintas maka dapat dilakukan perencanaan tebal perkerasan jalan sesuai umur rencana dengan cara mengolah data jumlah penduduk, PDRB dan PDRB Per Kapita Kabupaten Nganjuk untuk meramalkan faktor pertumbuhan lalu lintas. Selanjutnya faktor pertumbuhan lalu lintas dan data LHR digunakan untuk menghitung kumulatif lintasan sumbu satandar ekuivalensi. Setelah mendapatkan beban maka dilakukan pencocokan kedalam tabel yang ada pada pedoman [4]. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan lentur:

$$ESA = (\sum LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (1)$$

Sebelum melakukan perhitungan ESA terlebih dahulu dilakukan perbandingan dahulu antara perhitungan VDF pada tabel [4] dan VDF persamaan untuk menentukan VDF terbesar yang nantinya digunakan sebagai penentu beban lalu lintas. VDF persamaan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Single axle single wheel, } VDF = \left(\frac{P}{5,40}\right)^5 \quad (2)$$

$$\text{Single axle double wheel, } VDF = \left(\frac{P}{8,16}\right)^5 \quad (3)$$

Tabel 1.
Rata - Rata Nilai Kerusakan Jalan

Segmen	Rata - Rata NKJ	Keterangan
1 - 12	13,604	Tidak Perlu Perbaikan
13 - 24	7,396	Tidak Perlu Perbaikan
25 - 36	7,646	Tidak Perlu Perbaikan
37 - 48	56,583	Perlu Perbaikan Sedang
49 - 60	18,5	Tidak Perlu Perbaikan
60 - 62	8,375	Tidak Perlu Perbaikan

Tabel 2.
Rata - Rata Nilai Kerusakan Drainase

Segmen	Rata - Rata NKD	Keterangan
1 - 12	8,5	Pemeliharaan Ringan
13 - 24	14,583	Pemeliharaan Ringan
25 - 36	6,583	Tidak Perlu Pemeliharaan
37 - 48	37,5	Perlu Perbaikan Berat
49 - 60	18	Pemeliharaan Sedang
61 - 62	14	Pemeliharaan Ringan

$$Double\ axle\ double\ wheel, VDF = \left(\frac{P}{13,76}\right)^5 \quad (4)$$

$$Triple\ axle\ double\ wheel, VDF = \left(\frac{P}{18,45}\right)^5 \quad (5)$$

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan kaku:

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \quad (6)$$

Sebelum melakukan perhitungan JKSN terlebih dahulu dilakukan perhitungan JKSNH menggunakan persamaan berikut:

$$JKSNH = LHR \times \text{jumlah sumbu kendaraan} \quad (7)$$

Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan setelah menghitung tebal struktur masing - masing perkerasan, untuk tebal struktur masing - masing dapat dihitung volume pekerjaan sesuai dengan perencanaan tersebut. Kemudian volume pekerjaan dikalikan dengan HSPK yang sudah disesuaikan. Maka akan diperoleh besarnya rencana anggaran biaya dari masing - masing perkerasan. Untuk pemilihan jenis perkerasan didasarkan pada biaya terkecil antara masing - masing jenis perkerasan. Namun selain mengacu pada perhitungan rencana anggaran biaya atau awal biaya konstruksi yang telah dilakukan, dipertimbangkan juga biaya pemeliharaan untuk masing - masing jenis perkerasan selama umur rencana.

E. Bagan Alir

Secara skematis, alur kegiatan yang akan dilakukan dalam studi kali ini ditunjukkan pada Gambar 1.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Kerusakan Jalan

Penilaian kerusakan jalan (NKJ) dan Penilaian kondisi drainase (NKD) didapatkan dari rata - rata nilai kerusakan tiap segmen. Dapat dilihat pada Tabel 1 rata - rata nilai kerusakan jalan (NKJ) dan Tabel 2 rata - rata nilai kerusakan drainase pada Jalan Nganjuk - Bojonegoro per 1,2 km dengan panjang total jalan yang ditinjau sepanjang 6,2 km. Dari nilai tersebut akan dilakukan penanganan yang sesuai dengan kriteria jenis kerusakannya.

Dari hasil nilai Tabel 1. rata - rata nilai kerusakan jalan (NKJ) yang mengalami kerusakan cukup parah terletak pada segmen 37 sampai 48 dengan nilai rata - rata kerusakan drainase 56,583. Ruas jalan sudah mengalami kerusakan yang cukup kritis, kerusakan yang terjadi sampai dengan 60% dan beberapa kerusakan telah mencapai pada tingkat keparahan tinggi, dan diikuti kerusakan kategori 1 dengan tingkat

Tabel 3.
Hasil Perhitungan CESAL 2040 (VDF Persamaan)

Konf. Sumbu	LHR (2020)	R	VDF Total	365	ESA
1.1 HP	3.773	20,09	0,00044	365	12.052
1.2 Bus	53	20,01	0,26283	365	101.723
1.2 L Truck	797	20,10	1,11332	365	6.509.758
1.2 H Truck	147	20,10	8,86298	365	9.558.389
1.22 Truck	157	20,10	6,77499	365	7.803.618
1.2+2.2 Trailer	146	20,10	5,12951	365	5.494.351
1.2 -2.2 Trailer	59	20,10	23,76062	365	10.284.841
Total	5.132		47,91752		39.764.735

Tabel 4.
Hasil Perhitungan CESAL 2040 (VDF MDPJ)

Konf. Sumbu	LHR (2020)	R	VDF Total	365	ESA
1.1 HP	3.773	20,09		365	-
1.2 Bus	53	20,01	1,0	365	387.029
1.2 L Truck	797	20,10	1,7	365	9.940.199
1.2 H Truck	147	20,10	11,2	365	12.078.783
1.22 Truck	157	20,10	64,4	365	74.177.700
1.2+2.2 Trailer	146	20,10		365	-
1.2 -2.2 Trailer	59	20,10	33,2	365	14.370.700
Total	5.132		111,5		110.954.413

keparahan rendah ruas jalan pemeliharaan tingkat sedang seperti: *manual patching, sealing dan skin patching*. [3].

Dari hasil nilai Tabel 2. rata - rata nilai kerusakan drainase (NKD) yang mengalami kerusakan cukup parah terletak pada segmen 37 sampai 48 dengan nilai rata - rata kerusakan drainase 37,5. Fasilitas drainase dalam kondisi sangat buruk, kerusakan terjadi > 60% dimana saluran tepi mengalami kerusakan, Fasilitas drainase memerlukan pemeliharaan berat atau pembangunan ulang pada seluruh sistem drainase jalan [3].

B. Karakteristik lalu lintas

Data LHR didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jawa Timur Tahun 2018, dan tahun buka jalan 2020, untuk LHR dibuat menjadi LHR tahun buka jalan, untuk jumlah kendaraan yang melewati Jalan Nganjuk - Bojonegoro, Km 55+500 sampai 61+700 yang paling dominan melintas adalah 1.1 HP, yaitu sebanyak 3.773 dari 5.132 kendaraan per hari (73,52%). Namun, apabila ditinjau dari CESAL yang ditimbulkan, Jenis kendaraan yang paling berpengaruh pada kerusakan perkerasan jalan adalah 1.22 Truck, yaitu sebanyak 74.177.700,40 dari 110.954.413,17 (67%).

C. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Setelah melakukan perhitungan ESA dengan menggunakan Perhitungan *Vehicle Damage Factor* (VDF) yaitu perhitungan secara manual dan perhitungan menggunakan tabel [4]. Berikut merupakan Perhitungan VDF Persamaan dan VDF MDPJ yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Dari hasil perhitungan ESA dengan dua VDF yang berbeda, didapatkan CESAL menggunakan VDF yang ada pada tabel [4] sebesar 110.954.413. Perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan *cement treated base* (CTB) dapat dilihat Gambar 2. Berdasarkan perhitungan CESAL pada umur rencana 20 tahun (2040) sebesar 110.954.413 dan berdasarkan pada Tabel [4] untuk desain perkerasan lentur opsi biaya minimum dengan CTB digolongkan sebagai F4, yakni dalam rentang 100 juta - 200 juta CESAL, dengan struktur perkerasan. Sebagai berikut:

$$AC-WC = 50\text{ mm}$$

Tabel 5.
Perhitungan JKSN

Konf. Sumbu	LHR (2020)	Jumlah Sumbu	JKSNH	R	JKSN
1.2 Bus	53	2	106	40,03	1.548.661
1.2 L Truck	797	2	1.594	40,41	23.511.967
1.2 H Truck	147	2	294	40,41	4.336.586
1.22 Truck	157	2	314	40,41	4.631.592
1.2+2.2 Trailer	146	4	584	40,41	8.614.171
12 -2.2 Trailer	59	3	177	40,41	2.610.801
Total					45.253.780

- AC-BC = 60 mm
- AC-BC atau AC Base = 160 mm
- CTB = 150 mm
- Pondasi Agregat Kelas A = 150 mm

D. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Perencanaan tebal perkerasan kaku mengacu pada Tabel [4] perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat, dengan melakukan perhitungan kelompok sumbu kendaraan berat (JKSN). Berikut adalah contoh perhitungan JKSN: Tebal perkerasan aku dapat dilihat pada Gambar 3.

Diketahui LHR tahun buka jalan (tahun 2020) untuk konfigurasi sumbu 1.2 Bus adalah 53 kendaraan dan jumlah sumbu adalah 2. Selain itu, telah diketahui pula R (40 tahun) untuk kendaraan bus adalah 40,03. Pertama, dihitung JKSNH dengan mengalikan LHR dan jumlah sumbu kendaraan. Kemudian, kalikan JKSNH dengan R dan 365 hari.

$$JKSNH = LHR \times \text{Jumlah sumbu kendaraan} = 53 \times 2 = 106$$

$$JKSN = JKSNH \times R \times 365 = 106 \times 40,03 \times 365 = 1.548.661$$

Maka untuk konfigurasi sumbu 1.2 Bus memiliki JKSN sebesar 1.548.661. Dapat dilihat pada Tabel 5 adalah hasil dari perhitungan JKSN semua jenis kendaraan yang melintasi pada lokasi studi.

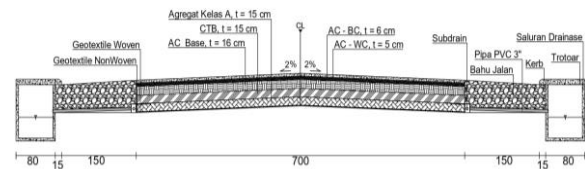
Berdasarkan perhitungan, diperoleh JKSN total sebesar 45.253.780 dan berdasarkan tabel [4] perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat digolongkan pada R5. Yakni dengan rentang kurang dari 86 juta, dengan struktur perkerasan:

- Tebal Pelat Beton = 305 mm
- Lapis Pondasi LMC = 100 mm
- Lapis Drainase = 150 mm

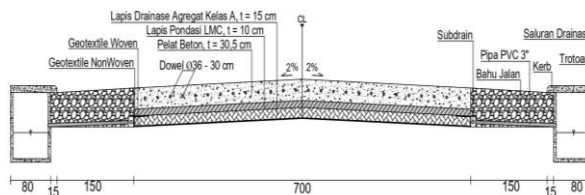
Direncanakan menggunakan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan, digunakan dowel sebagai sambungan susut melintang. Dengan tebal pelat beton 305 mm memiliki ketentuan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman Sambungan} &= 0,5 \times h \\ &= 0,5 \times 305 \text{ mm} \\ &= 152,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak Sambungan = 4 m
- Diameter Ruji = 36 mm
- Panjang Ruji = 45 cm
- Jarak Antara Ruji = 30 cm



Gambar 2. Tebal Perkerasan Lentur.



Gambar 3. Tebal Perkerasan Kaku.

Untuk sambungan pelaksanaan melintang dengan tebal pelat beton lebih dari 17 cm, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Kedalaman Sambungan = 152,5
- Diameter Ruji = 20 mm
- Panjang Ruji = 84 cm
- Jarak Antara Ruji = 60 cm

Untuk sambungan memanjang dengan batang pengikat (Tie Bars), yang bertujuan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Berikut merupakan perhitungannya:

$$\begin{aligned} At &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 3,5 \times 0,305 \\ &= 217,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba, D Tie Bar minimum: D 16 mm jarak 750 mm.

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \times 1000 / \text{jarak tulangan} \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16^2) \times 1000 / 700 \\ A &= 269,94 \text{ mm}^2 > 217,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka digunakan diameter Tie Bars Ø16 jarak 75 cm,

$$\begin{aligned} I &= (38,3 \times \emptyset) + 75 \\ &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} = 68,78 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka sambungan memanjang dipasang tulanagan baja ulir D16 dengan panjang 70 cm dan jarak 75 cm.

E. Perhitungan RAB

Perhitungan rencana anggaran biaya perkerasan jalan pada studi ini menggunakan HSPK Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga UPT Kediri, dan penyesuaian HSPK menggunakan HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 yang akan dilakukan penyesuaian dengan Kabupaten Nganjuk. Dalam perhitungan RAB dilakukan dengan cara mengalikan volume pekerjaan dengan HSPK yang sudah disesuaikan, panjang jalan yang dihitung tebal struktur konstruksi hanya 5.100 meter (5,1 km) dengan lebar jalan 7 meter dari panjang total 6,2 km, karena untuk segmen 25 sampai dengan segmen 35 jalan sudah diperbaiki dengan tebal struktur jenis perkerasan kaku.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Tebal}_{(AC-WC)} \times \text{Panjang}_{(Jalan)} \times \text{Lebar}_{(Jalan)} \times \text{Berat Jenis Aspal} \\ &= 0,15 \text{ m} \times 5100 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 2,3 \text{ ton/m}^3 \\ &= 4.106 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{HSPK Pekerjaan} = \text{Rp } 918.028,-$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp } 3.768.963.657,-$$

Total awal biaya konstruksi untuk perkerasan jenis lentur sebesar Rp 47.937.042.932. Sedangkan untuk biaya jenis perkerasan kaku sebesar Rp 53.492.309. Sehingga, untuk biaya per km:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perkerasan Lentur} &= \text{Rp } 47.937.042.932 / 5,1 \text{ km} \\ &= \text{Rp } 9.399.420.183 / \text{km} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Perkerasan Kaku} = \text{Rp } 53.492.309.216 / 5,1 \text{ km}$$

$$= \text{Rp } 10.488.688.082 / \text{km}$$

Jadi untuk biaya per km pembangunan perkerasan jenis lentur dengan umur rencana selama 20 tahun sebesar Rp 9.399.420.183 per km, perkerasan jenis kaku dengan umur rencana selama 40 tahun sebesar Rp 10.488.688.082 per km.

Setelah didapatkan RAB dari setiap jenis perkerasan, Untuk biaya pemeliharaan rutin dilakukan setiap tahun dengan asumsi perkerasan lentur mengalami kerusakan 5% dari *initial cost* setiap tahunnya dan mengalami peningkatan kerusakan setiap 5 tahun sebesar 5% dari *annual cost* 5 tahun sebelumnya. Sedangkan untuk perkerasan kaku mengalami kerusakan 1% dari *initial cost* setiap tahunnya dan mengalami peningkatan kerusakan setiap 10 tahun sebesar 1% dari *annual cost* 10 tahun sebelumnya. Sebelum melakukan perhitungan biaya pemeliharaan perlu dilakukan penyesuaian nilai uang (*time value of money*), serta digunakan i sebesar 5% menggunakan BI 7-day repo rate sebagai suku bunga acuan yang berlaku dari 19 Desember 2019.

Nilai *initial cost* (P) untuk perkerasan jenis lentur sebesar Rp 47.937.042.932 dan untuk perkerasan jenis kaku sebesar Rp 53.492.309.216 dilakukan perhitungan biaya perhitungan dengan menghitung *annual cost* setiap 5 tahun sebesar 5% untuk perkerasan jenis lentur sedangkan untuk perkerasan jenis kaku menghitung *annual cost* setiap 10 tahun sebesar 1%. Berikut perhitungan yang digunakan untuk menghitung *annual cost*:

1. *Annual Cost* 5 tahun pertama (A1)
= 5% x *Initial Cost*
2. *Annual Cost* 5 tahun pertama (A2)
= A1 + 5% x A1
3. *Annual Cost* 5 tahun pertama (A3)
= A2 + 5% x A2
4. *Annual Cost* 5 tahun pertama (A4)
= A3 + 5% x A3

Setelah didapatkan besar nilai *annual cost* dilakukan perhitungan *present cost* agar mengetahui biaya pemeliharaan pada umur rencana. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung *present cost*:

1. *Present Cost* 5 tahun (P1)
= $A1 \times \frac{(1+i)^n - 1}{ix(1+i)^n}$
2. *Present Cost* 5 tahun (P2)
= $A2 \times \frac{(1+i)^n - 1}{ix(1+i)^n} \times \frac{1}{(1+i)^n}$
3. *Present Cost* 5 tahun (P3)
= $A2 \times \frac{(1+i)^n - 1}{ix(1+i)^n} \times \frac{1}{(1+i)^n}$
4. *Present Cost* 5 tahun (P4)
= $A3 \times \frac{(1+i)^n - 1}{ix(1+i)^n} \times \frac{1}{(1+i)^n}$

Dari hasil perhitungan didapatkan biaya pemeliharaan perkerasan jenis lentur sebesar Rp 29.700.628.091 dan biaya pemeliharaan perkerasan jenis kaku sebesar Rp 12.022.828.384. Untuk biaya per km jenis perkerasan lentur memiliki nilai sebesar Rp 5.823.652.567 per km sedangkan untuk jenis perkerasan kaku sebesar Rp 2.357.417.330 per km.

Total dari biaya awal konstruksi dan biaya pemeliharaan untuk jenis struktur perkerasan lentur dan jenis struktur perkerasan kaku selama umur rencana 40 tahun.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perkerasan Lentur} &= (2 \times \text{Rp } 47.937.042.932) + \text{Rp } 29.700.628.091 \\ &= \text{Rp } 125.574.713.956 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perkerasan Kaku} &= \text{Rp } 53.492.309.216 + \text{Rp } 12.022.828.384 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 65.515.137.600$$

Hasil perhitungan total biaya pembangunan perkerasan jenis lentur dengan umur rencana selama 40 tahun sebesar Rp 125.574.713.956, sedangkan untuk perkerasan jenis kaku dengan umur rencana selama 40 tahun sebesar Rp 65.515.137.600.

F. Pemilihan Jenis Perkerasan

Hasil perhitungan perkerasan jalan untuk perkerasan lentur memiliki total tebal 57 cm, sedangkan perkerasan kaku memiliki total tebal 55,5 cm. Dari perbandingan tebal, perkerasan kaku lebih tipis 1,5 cm dari perkerasan lentur.

Untuk Hasil analisa biaya awal konstruksi untuk masing - masing perkerasan konstruksi untuk perkerasan jenis lentur sebesar Rp 47.937.042.932. Sedangkan untuk biaya jenis perkerasan kaku sebesar Rp 53.492.309.216, dimana diketahui biaya *initial cost* (biaya awal) termurah adalah perkerasan lentur, tetapi biaya awal tersebut adalah biaya selama 20 tahun sedangkan perkerasan kaku biaya awal yang dibutuhkan selama 40 tahun. Apabila kedua jenis perkerasan tersebut dihitung dengan lama umur rencana sama, selama 40 tahun didapatkan biaya untuk perkerasan lentur sebesar Rp 95.874.085.865. Jadi apabila perkerasan dihitung dengan umur rencana sama maka perkerasan kaku jauh lebih murah dari pada perkerasan lentur.

Hasil perhitungan biaya pemeliharaan didapatkan untuk perkerasan lentur sebesar Rp 29.700.628.091, sedangkan untuk perkerasan kaku biaya pemeliharaan sebesar Rp 12.022.828.384. Jadi perkerasan jenis lentur lebih mahal biaya pemeliharaannya dari pada perkerasan jenis kaku.

Dari kedua perbandingan tersebut, maka perbaikan perkerasan Jalan Nganjuk – Bojonegoro Km 55+500 sampai Km 61+700, Kabupaten Nganjuk dipilih menggunakan **Perkerasan Kaku**. Semoga ini bisa dijadikan pertimbangan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur karena jalan tersebut termasuk jalan Provinsi, maka DPU Bina Marga Jawa Timur dalam memilih jenis perkerasan harus yang sesuai.

IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil analisis tingkat kerusakan jalan (Dirgolaksono & Mochtar, 1990) pada Jalan Nganjuk - Bojonegoro didapatkan rata - rata nilai kerusakan jalan dan nilai kerusakan drainase. Kerusakan yang cukup parah mengalami kerusakan terletak pada segmen 37 sampai dengan Segmen 48, karena pada segmen tersebut berdekatan dengan proyek pembangunan jalan tol Nganjuk – Kertosono. Untuk rata - rata nilai kerusakan jalan sebesar 56,583 yang memiliki arti "Jalan Perlu Perbaikan Sedang", dan untuk rata - rata nilai kerusakan drainase sebesar 37,5 yang memiliki arti "Drainase Perlu Perbaikan Berat" sedangkan untuk rata - rata nilai riding quality sebesar 4,333 yang memiliki arti "Poor" Kecepatan di bawah batas pada situasi sepanjang ruas jalan.

2. Karakteristik lalu lintas Jalan Nganjuk - Bojonegoro yang paling dominan jenis kendaraan 1.1 HP sebanyak 73,52%. Apabila dilihat dari jenis kendaraan yang diperhitungkan dalam perkerasan, sekaligus sebagai faktor terbesarnya terjadinya kerusakan jalan adalah truk dengan konfigurasi sumbu 1.22 sebanyak 67%.

3. Tebal struktur perkerasan lentur yang dibutuhkan untuk perbaikan kerusakan Jalan Nganjuk - Bojonegoro Km 55+500 sampai Km 61+700 Kabupaten Nganjuk sesuai dengan umur rencana 20 tahun adalah pondasi agregat kelas

A 15 cm, CTB 15 cm, AC Base 16 cm, AC-BC 6 cm, dan AC-WC 5 cm. Sedangkan untuk tebal struktur perkerasan kaku yang sesuai dengan umur rencana 40 tahun adalah lapis pondasi drainase agregat kelas A 15 cm, pondasi LMC 10 cm, dan tebal pelat beton 30,5 cm.

4. Total biaya awal konstruksi dan biaya pemeliharaan masing – masing jenis perkerasan sesuai dengan umur rencana 40 tahun untuk jenis perkerasan lentur sebesar Rp 125.574.713.956 dan perkerasan kaku sebesar Rp 65.515.137.600

5. Jenis perkerasan yang sesuai untuk perbaikan kerusakan jalan pada ruas Jalan Nganjuk – Bojonegoro Km 55+500 sampai Km 61+700 Kabupaten Nganjuk, setelah dilakukan perbandingan antara tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku, untuk biaya awal perkerasan dan biaya pemeliharaan perkerasan selama masa konstruksi 40 tahun. Perkerasan yang dipilih yaitu Jenis **Perkerasan Kaku**.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Badan Pusat Statistika Kabupaten Nganjuk dan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur atas data yang sudah disediakan untuk studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, “Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2011 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan,” 2009.
- [2] C. Prastyanto and I. Mochtar, “The Effect Of Overloaded Heavy Vehicles On The Values Of Axle Load Distribution, Tire Pressure And Equivalent Axle Load (Case Study: Jenu – Tuban Aterial Road, East Java, Indonesia),” Surabaya, 2016.
- [3] Direktorat Jenderal Perumahan dan Prasarana Wilayah, “Pd T-19-2004-B-Survei Pencacahan Lalu Lintas,” Jakarta, 2004.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga, “Manual Desain Perkerasan Jalan, Nomor 04/SE/Db/2017 ed,” Jakarta, 2017.
- [5] D. Dirgolaksono, *Metode Penilaian Kerusakan Jalan di Indonesia*. Surabaya, 1990.