



p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 2 | DESEMBER 2023

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 2, Edisi Desember 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2023 kali ini berisi 12 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2024 semakin sukses dan Berjaya. Tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas jurnal, Jurnal Technologic sudah menggunakan OJS versi 3, dalam rangka persiapan akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar persiapan tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN KOMPONEN MODUL UNTUK INDIKATOR LEVEL BENSIN MENJADI LEVEL BATERAI PADA <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR LISTRIK KONVERSI TANPA MERUBAH FUNGSI DAN TAMPILAN ORISINAL <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR	74
Afitro Adam Nugraha , Ajib Rosadi, dan Yohanes Climacus Utama	
EFEKTIVITAS PEMBUATAN 3D MODEL MENGGUNAKAN <i>VISUAL SCRIPT</i> (STUDI KASUS: PROYEK JORR ELEVATED RUAS CIKUNIR – ULUJAMI, JAKARTA)	80
Dica Rosmyanto, Muhammad Pandu Madani	
OPTIMASI PEKERJAAN <i>PATCHING</i> MENGGUNAKAN <i>ASPHALT PRE-CAST</i> PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN	86
Andry Wisnu Prabowo, Cintri Anjani Rahmada Putri	
ANALISIS KINERJA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE</i> PADA PROYEK X DI JAWA BARAT	93
Cintri Anjani Rahmada Putri , Awal Fikri Arsalan	
EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR	100
Sofian Arissaputra, Faid Elhar	
ANALISIS <i>WASTE MATERIAL</i> MENGGUNAKAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> PADA PEKERJAAN <i>CONCRETE BARRIER</i>	107
Merdy Evalina Silaban , Amir Hamzah Pamungkas	
PURWARUPA SIMULATOR <i>THROTTLE-BY-WIRE</i> SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN <i>ENGINE MANAGEMENT SYSTEM</i>	115
Aditya Endratma, Ajib Rosadi, dan Yohanes C. Utama	
PENGENDALIAN KUALITAS HASIL PRAKTIKUM <i>SAND CASTING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)</i> MENGGUNAKAN PETA KENDALI VARIABEL	121
Rifdah Zahabiyah, Rohmat Setiawan, dan Noviani Putri Sugihartanti	
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN <i>SPAREPART DIES</i> MENGGUNAKAN <i>QR CODE</i> DENGAN METODE <i>DESIGN THINKING</i> PADA PT XYZ	127
Rohmat Setiawan, Dita Ameilya Kusuma, Ida Bagus Indra Widi K., dan Rifdah Zahabiyah	
PENGGANTIAN UKURAN <i>NOZZLE VACUUM DRYER</i> MENGGUNAKAN METODE <i>8 STEPS</i> UNTUK MENGURANGI <i>MOISTURE</i> PADA <i>CRUDE PALM OIL (CPO)</i> DI PT LETAWA	135
Nensi Yuselin, Edwar Rosyidi, Hasanuddin Pardomuan Lubis	

OPTIMALISASI DIMENSI <i>FEED SYSTEM</i> PADA CETAKAN <i>BODY CALIPER</i> UNTUK EFISIENSI BAHAN BAKU	142
Agung Kaswadi, Taufik Irmawan, dan Mohamad Rizki Darmawan	
ANALISIS <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PADA PEKERJAAN ARSITEK STUDI KASUS APARTEMEN GARDEN SERPONG	150
Kartika Setiawati , Dwicky Titto Sundjava	

OPTIMASI PEKERJAAN *PATCHING* MENGGUNAKAN *ASPHALT PRE-CAST* PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN

Andry Wisnu Prabowo¹, Cintri Anjani Rahmada Putri²

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail: andry.wisnu@politechnic.astra.ac.id¹, cintri.putri@politechnic.astra.ac.id²

Abstract-- Roads are infrastructure that really supports the movement of community activities. If road damage occurs it can have an impact on social and economic conditions, especially land transportation facilities. Many causes of road damage are caused by the load of passing vehicles exceeding the planned vehicle load, and the number of vehicle volumes continuing to increase beyond road capacity. The use of precast asphalt material is new in the method of patching holes on the Cikopo-Palimanan toll road, so there is a need for a comparative study regarding the new material in the form of precast asphalt and the old material in the form of coldmix asphalt. The aim of this research is to determine the optimization of the use of precast asphalt in patching work on the Cikopo - Palimanan toll road in this research, the results showed that the use of precast asphalt was the cheapest and most efficient method compared to previous methods.

Keywords: road damage, asphalt precast, patching

Abstrak--Jalan raya merupakan prasarana yang sangat menunjang bagi pergerakan aktivitas masyarakat, apabila terjadi kerusakan jalan dapat berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi terutama pada sarana transportasi darat. Penyebab kerusakan jalan banyak diakibatkan oleh beban kendaraan yang melintas melebihi dari beban kendaraan yang direncanakan, dan jumlah volume kendaraan yang terus meningkat melebihi kapasitas jalan. Penggunaan material asphalt precast merupakan hal baru dalam metode penambalan lubang pada jalan tol Cikopo-Palimanan, sehingga perlu adanya studi perbandingan terkait material baru berupa asphalt precast dan material lama berupa asphalt coldmix. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui optimasi penggunaan asphalt precast pada pekerjaan patching jalan tol Cikopo - Palimanan. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa penggunaan asphalt precast merupakan metode yang paling murah dan efisien dibandingkan dengan metode sebelumnya.

Kata Kunci: kerusakan jalan, asphalt precast, patching

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur menjadi fokus utama pemerintahan Indonesia dalam membangun kesejahteraan masyarakat. Jalan tol merupakan salah satu contoh pembangunan infrastruktur yang sedang dilakukan. Jalan tol berfungsi untuk menghubungkan dari daerah satu ke yang lainnya untuk menunjang perekonomian masyarakat khususnya di pulau Jawa. Dengan adanya jalan tol yang berbayar, pengelola jalan tol harus memberikan fasilitas dan kenyamanan pada saat berkendara di jalan tol terutama pada saat melintasi jalan tol.

Perkembangan infrastruktur di Indonesia selalu mengalami perkembangan dalam hal pencegahan dan penanganan kerusakan yang diakibatkan oleh faktor kendaraan, faktor lokasi, dan kondisi alam. Semakin banyaknya kerusakan khususnya di jalan tol menuntut para pelaku di dunia infrastruktur untuk dapat menghasilkan metode perbaikan jalan yang inovatif dan aplikatif untuk dilaksanakan di lapangan dan dapat membantu dalam pemeliharaan infrastruktur. Kondisi

perkerasan jalan akan mengalami penurunan kualitas dan tingkat pelayanannya sejalan dengan bertambahnya umur layan dan beban lalu lintas. Dalam hal ini penggunaan *asphalt precast* digunakan sebagai alternatif penambalan lubang (*patching*) dengan memanfaatkan asphalt bekas yang sudah tidak dipakai dengan dicampur bahan tambah (*addictive*) untuk meremajakan *asphalt precast*. Pengaplikasian pada *asphalt precast* ini juga lebih mudah dan cepat sehingga tidak memakan waktu yang lama.

Oleh karena itu, dalam Penelitian ini dibahas tentang optimasi metode pekerjaan *patching* menggunakan material *asphalt precast*. Optimasi yang dibahas adalah berupa ketahanan pada material *precast* setelah diaplikasikan pada jalan tol. Optimasi durasi juga dilakukan dilihat dari aspek pemasangan dari material sampai ke lokasi sampai dengan *open traffic*. Pengoptimalan durasi dilihat dari aspek biaya pengolahan dan biaya aktual pengaplikasian pada suatu *pothole*. Dengan demikian, didapatkan hasil optimasi dari masing masing parameter yang sudah

ditentukan. *Output* yang didapatkan berupa persentase dari parameter yang sudah ditentukan pada metode *patching asphalt precast*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *asphalt precast* yaitu *asphalt* yang memanfaatkan aspal bekas (40%) yang sudah diolah kembali dengan dicampur dengan aspal baru (60%) ditambah dengan bahan *additive* untuk meremajakan aspal. Penelitian ini mengoptimalkan ketahanan, biaya, dan waktu pada *asphalt precast*. Objek penelitian adalah *patching pothole* menggunakan *asphalt pre-cast* pada jalan tol Cikopo - Palimanan Km. 128 + 750. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data primer adalah data yang pertama kali dikumpulkan dan diambil langsung dari lapangan yang dimaksud sesuai dengan batasan masalah dan tujuan penelitian tercapai.

1. *Patching Asphalt*

Melakukan survey pada lokasi *patching* dan melihat secara langsung bagaimana metode *patching* dengan menggunakan material *precast*.

2. *Asphalt Precast*

Mengetahui bagaimana langkah-langkah pemasangan *precast* pada suatu lubang (*pothole*) dengan menggunakan material *precast*.

3. *Pengelolaan Asphalt Pre-cast*

Melakukan survey pada lokasi pengelolaan *asphalt precast* dan melihat bagaimana *asphalt precast* diolah serta mendokumentasikan material yang diolah untuk menghasilkan *asphalt precast*.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dari pihak kedua yang akan diolah lagi. Data sekunder didapat dari pihak perusahaan sebagaimana penerapan di lapangan. Maka dari itu, data tersebut adalah data yang sudah ada yang dimiliki oleh perusahaan. Data-data yang didapat dari pihak perusahaan sebagai berikut :

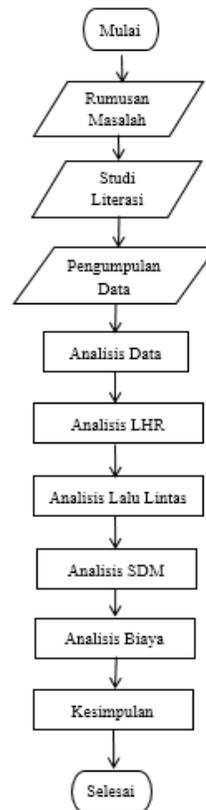
1. Data lalu lintas harian rata-rata

Data lalu lintas harian rata-rata yang dicantumkan pada tugas akhir ini bersumber dari PT. X yang berisikan arus lalu lintas dari bulan Januari-Mei pada tahun 2023. Data ini dicantumkan pada tugas akhir ini bermaksud untuk mengetahui beban yang akan didapatkan pada *asphalt pre-cast* yang sudah diaplikasikan pada jalan tol.

2. Data biaya pengaplikasian

Data biaya pengaplikasian *asphalt coldmix* yang dicantumkan pada tugas akhir ini bersumber dari PT. X yang berisi tentang biaya aplikasi *precast* pada jalan tol

Objek penelitian berada di jalan tol Cikopo-Palimanan pada Km.128 Jalur B. Pengambilan dan pengolahan data diambil dari PT. X. Proses pengambilan data dan pengolahan data dapat digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Analisis Lalu Lintas

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survey faktual. Untuk keperluan desain, volume lalu lintas dapat diperoleh dari:

1. Survey lalu lintas aktual, dengan durasi minimal 7 x 24 jam. Pelaksanaan survey agar mengacu pada Pedoman Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual Pd T-19-2004-B atau dapat menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survey lalu lintas sebelumnya.
3. Untuk jalan dengan lalu lintas rendah dapat menggunakan nilai perkiraan dari nomor 1.11 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah.

Dalam analisis lalu lintas, terutama untuk penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) agar mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). LHRT yang dihitung adalah untuk semua jenis kendaraan kecuali sepeda motor ditambah 30% jumlah sepeda motor.

Sangat penting untuk memperkirakan volume lalu lintas yang realistis. Terdapat kecenderungan secara historis untuk menaikkan data lalu lintas serta meningkatkan analisis *Benefit Cost Ratio* dan justifikasi ekonomi. Hal ini tidak boleh dilakukan untuk kebutuhan apapun. Desainer (perancang perkerasan jalan) harus membuat survey secara independen untuk memverifikasi data lalu lintas jika terdapat keraguan terhadap data. Pada perhitungan ini berlandaskan oleh Diklat Desain Teknik Jalan Modul 2 Analisis Lalu Lintas Jalan. Untuk memperkirakan umur rencana penggunaan *asphalt* dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Langkah 1 Menghitung Volume Lalu Lintas Kendaraan Niaga

Langkah ini digunakan untuk mengetahui persentase lalu lintas yang melintas pada wilayah yang dilakukan pekerjaan *patching* yang nantinya digunakan untuk *basic* perhitungan selanjutnya. Rumus perhitungannya Persentase Kendaraan Niaga didapat sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah kendaraan roda 4 atau lebih}}{100\%} \times \text{Jumlah kendaraan niaga roda 6 atau lebih}$$

2. Langkah 2 Mendapatkan Nilai VDF

VDF atau *Vehicle Damage Factor* adalah perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap daya rusak oleh beban sumbu standar. Dengan menggunakan MDP 2013 Revisi VDF dapat menggunakan VDF gabungan yang bersumber dari Manual Desain Jalan Nomor 02/M/BM/2013 seperti terlihat pada Tabel 3 Data *Vehicle Damage Factor* dibawah.

3. Langkah 3 Menghitung ESA

Beban sumbu standar *Equivalent Single Axle Load* (ESA) merupakan lintasan sumbu standar ekivalen rata-rata per hari pada tahun pertama. ESA yang dihitung merupakan ESA bulan pertama

dan bulan kelima yang mana merupakan pertengahan bulan umur rencana. Rumus perhitungan ESA sebagai berikut:

$$ESA_{bl-1} = LHR \times 30 \times 0,5 \times PKN \times VDF5 \text{ Normal}$$

Hasil dari perhitungan ESA digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

4. Langkah 4 Menghitung Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan yaitu sebesar 3%. Faktor pertumbuhan lalu lintas yang dihitung yaitu 2 bulan pertama dan 2 bulan terakhir, sehingga perhitungan ini digunakan R2 dan R6. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut :

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

5. Langkah 5 Menghitung CESAL

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas rencana pada lajur rencana selama umur rencana, CESAL merupakan tahap lanjutan perhitungan dari perhitungan ESA. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$CESAL_{bln ke-n} = ESA_{bln ke n-1} \times R$$

Analisis SDM

Tahap analisis SDM merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah pekerja pada pekerjaan *patching* sehingga didapatkan biaya upah pekerja dalam durasi pekerjaan yang sudah ditetapkan selama 2 jam. Analisis SDM berlandaskan pada SNI tentang pekerjaan Jalan.

Analisis Biaya

Tahap Analisis biaya berdasarkan pada AHSP pekerjaan *patching* dengan menyesuaikan Harga Satuan wilayah Jawa Barat. Analisis biaya berupa jumlah biaya material dan biaya upah.

Perbandingan Material

Tahap ini merupakan tahap pembandingan penggunaan material pekerjaan *patching* antara material inovasi yaitu *Asphalt Precast* dengan material sebelumnya yang pernah digunakan yaitu *Coldmix Non Waterbase* dan *Coldmix Waterbase*. Data penggunaan material *Coldmix Non Waterbase* dan *Coldmix Waterbase* didapat dari data pekerjaan *patching* milik PT. X.

III.HASIL PENELITIAN

1. Proses Pekerjaan patching

- Pengambilan Material ex-scrap dari *dumping stock RAP*, Lokasi *dumping stock RAP* berada pada beberapa tempat, salah satunya ada pada Km. 113, Km. 130, Km. 170, dan masih banyak lagi di beberapa tempat di daerah jalan tol Cikopo – Palimanan.
- Proses *mixing* di *Asphalt Mixing Plant (AMP)*, dimana pada proses ini, ex-scrap (60%) dicampur dengan aspal baru (40%) dan juga ditambah dengan bahan tambah (*additive*) untuk meremajakan aspal olahan.
- Penuangan material pada cetakan sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan yaitu 40 cm x 40 cm x 10 cm. Jika ukuran lebih dari yang sudah ditentukan maka akan berpotensi retak saat mobilisasi dan proses pemasangan.
- Pemadatan menggunakan *baby roller/stamper* untuk memadatkan material sampai mencapai nilai kepadatan 98%.
- Mobilisasi material *precast* ke lokasi *patching* untuk diaplikasikan pada lubang (*pothole*) setelah mendapatkan izin dari PT. X. Material dibawa ke lokasi sesuai dengan yang sudah ditentukan pada PT. X sesuai dengan kebutuhan.
- Penyemprotan cairan *tack coat* dilakukan setelah pekerjaan *cutting area* kerusakan selesai. Penyemprotan *tack coat* dilakukan untuk merekatkan aspal lama dengan material *precast*. *Tack coat* biasanya diberikan melalui truk aspal distributor yang menyebarkan cairan *tack coat* secara otomatis.
- Material *precast* dipasang dengan dilebihkan elevasinya maksimal 1 cm. Tujuannya melebihi 1 cm material *precast* ini agar setelah mendapatkan beban kendaraan, lama kelamaan material ini memadat dan menjadi sejajar dengan jalan eksisting.
- Pemasangan *sealant* antar sambungan untuk menutup rongga pada *pothole* yang sudah terpasang material *precast* supaya air tidak

masuk ke celah antara *precast* dan material *precast* dapat bertahan dengan jangka waktu yang panjang. Setelah pekerjaan *sealant* selesai dikerjakan maka sudah bisa dilakukannya *open traffic*.

2. Analisis Umur Rencana

- **Lintas Harian Rata-Rata**

Lintas harian rata-rata (LHR) adalah istilah yang baku digunakan dalam menghitung beban lalu lintas pada suatu ruas jalan dan merupakan dasar dalam proses perencanaan transportasi ataupun dalam pengukuran polusi yang diakibatkan oleh arus lalu lintas pada suatu ruas jalan, lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Untuk mengetahui LHR, penulis menggunakan rumus jumlah lalu lintas dibagi dengan lama pengamatan yaitu selama 1 bulan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada bulan Januari sampai bulan Mei pada tahun 2023 yang diambil dari PT. X yaitu sebagai berikut :

Data ini didapatkan dari PT. X pada bagian Traffic untuk digunakan sebagai acuan perhitungan pada durasi ketahanan material *asphalt pre-cast*.

Tabel 1. Data lalu lintas harian

Gol.	Jan 23	Feb 23	Mar 23	Apr 23	Mei 23
I	17.696	16.336	16.123	29.222	16.505
II	2.239	2.325	2.401	1.577	2.083
III	852	920	989	619	960
IV	200	194	221	138	221
V	195	202	210	144	199
TOT	21.183	19.977	19.945	31.699	19.969

Pada tabel di atas diperlihatkan jumlah kendaraan Golongan 1 sampai dengan kendaraan Golongan 5 yang memasuki jalur A pada jalan tol Cikopo-Palimanan setiap bulannya. Untuk mengetahui total kendaraan yang melintasi jalan tol Cikopo-Palimanan perharinya yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Kendaraan}}{\text{Jumlah Hari Pengamatan}}$$

Maka untuk bulan Januari, didapatkan hasil sebagai berikut:

$$LHR = \frac{17.696 \text{ kendaraan}}{31 \text{ hari}} = 571 \text{ Kendaraan / hari}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan ditunjukkan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data lalu lintas harian rata-rata

Jml Hari	Periode	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5	Total
31	Jan-23	571	72	27	6	6	682
28	Feb-23	583	83	33	7	7	713
31	Mar-23	520	77	32	7	7	643
30	Apr-23	974	53	21	5	5	1,058
31	Mey-23	532	67	31	7	6	643

Dengan demikian, jumlah kendaraan Golongan 1 hingga Golongan 5 pada bulan Mei mencapai 643 kendaraan /hari yang melintasi ruas jalan tol Cikopo-Palimanan. Jumlah kendaraan pada golongan 1 hingga golongan 5 dari bulan Januari 2023 -Mei 2023 mencapai 3.739 kendaraan /hari.

- **Beban Lalu lintas Umur Rencana**
Langkah 1, hitung volume lalu lintas kendaraan niaga.
Kendaraan roda bermotor roda $\leq 4 = 532$ kendaraan
Jumlah kendaraan niaga roda $> 4 = 111$ kendaraan

Presentase Kendaraan Niaga (PKN)

$$PKN = (523 \text{ kendaraan} / 111 \text{ kendaraan}) \times 100\%$$

$$= 21\%$$

Langkah 2, mencari nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Tabel 3. Data *vehicle damage factor*

Revisi MDP	Sumatera		Jawa		Kalimantan		Sulawesi		Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
Normal MST 12 T	3,4	4,4	4,5	5,9	3,6	5,0	3,3	4,3	2,6	3,1
Beban Berlebih	5,4	8,8	7,2	12,0	5,2	9,2	6,0	10,0	3,1	4,2
Beban Sangat Berlebih	8,6	18,9	10,0	18,5	7,5	15,2	7,5	14,5	-	-

Dari tabel 3, dapat diketahui bahwa nilai VDF untuk Pulau Jawa pada pembebanan normal adalah 5,9, pada pembebanan berlebih adalah 12,0 dan dan pada pembebanan sangat berlebih di 18,5.

Pada perhitungan ini menggunakan pembebanan normal di daerah Pulau Jawa karena area sampel diambil di Pulau Jawa.

Langkah 3, Hitung ESA pada bulan pertama dan bulan ke-4. Untuk perhitungan ESA menggunakan persamaan berikut:

$$ESA \text{ bln } 1 = LHR \times 30 \times 0,5 \times PKN \times VDF \text{ 5 Normal}$$

$$= 532 \times 30 \times 0,5 \times 0,21 \times 5,9$$

$$= 9.887,22$$

$$LHR \text{ bln } 5 = LHR \text{ Bln } n-1 \times (1 + r)^{n-1}$$

$$= 532 \times (1 + 0,03)^{(5-1)}$$

$$= 598,771$$

$$ESA \text{ bln } 5 = LHR \text{ bln } 5 \times 30 \times 0,5 \times PKN \times VDF \text{ 5 Normal}$$

$$= 598,771 \times 30 \times 0,5 \times 0,21 \times 5,9$$

$$= 11.128,15$$

Langkah 4, Menghitung faktor pertumbuhan (R) untuk 2 bulan pertama dan 6 bulan berikutnya dengan angka pertumbuhan $i = 3\%$ per bulan.

$$R2 = (1 + 0,01 \cdot i)^{UR} - 1 / 0,01 \cdot i$$

$$= (1 + 0,01 \cdot 3)^2 - 1 / 0,01 \cdot 3$$

$$= 2,03$$

$$R6 = (1 + 0,01 \cdot 3)^6 - 1 / 0,01 \cdot 3$$

$$= 6,47$$

Langkah 5, Menghitung CESAL (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*) untuk 2 bulan pertama dan 6 bulan berikutnya.

2 Bulan Pertama

$$CESAL \text{ bln } 2 = ESA \text{ bln } 1 \times R$$

$$= 9.887,22 \times 2,03$$

$$= 20.071,06$$

6 Bulan Pertama

$$CESAL \text{ bln } 6 = ESA \text{ bln } 5 \times R$$

$$= 11.128,15 \times 6,47$$

$$= 71.999,15$$

Perkerasan lentur dengan CTB berlaku untuk beban lalu lintas rencana minimum 10^5 berdasarkan peraturan Kementerian PUPR No. 02/M/BM/2017 tentang Manual Perkerasan Jalan.

$$CESAL \text{ bln } 8 = CESAL \text{ bln } 2 + CESAL \text{ bln } 6$$

$$= 20.071,06 + 71.999,15$$

$$= 92.070,21 < 100.000 \text{ (Aman)}$$

3. Perhitungan Biaya

- Analisis Harga Satuan

Tabel 4. Analisis harga *coldmix waterbase*

No	Deskripsi	Unit	Vol	Harga	Total
1	Traffic safety and control as specified is specificatio n, drawings and standard	ls/hari	1	Rp. 467.074	Rp. 467.074
2	Supply, lay and compact Heavy Duty Cold Mix 25 (Incl. Tack Coat)	m ³	1	Rp. 20.608.000	Rp. 20.608.000
				Total	Rp. 21.070.074
				Harga per m ² ketebalan 10 cm	Rp. 2.107.007

Tabel 4 menganalisis harga satuan metode *Coldmix Waterbase* berdasarkan harga satuan setempat yang ada, dan didapatkan nilai Rp. 2.107.007 per m².

Tabel 5. Analisis harga *coldmix non waterbase*

No	Deskripsi	Unit	Vol	Harga	Total
1	Traffic safety and control as specified is specification, drawings and standard	ls/hari	1	Rp. 462.074	Rp. 467.074
2	Supply, lay and compact Heavy Duty Cold Mix 25 (Incl. Tack Coat)	m ³	1	Rp. 27.448.061	Rp. 27.448.061
				Total	Rp. 27.910.135
				Harga per m ² ketebalan 10 cm	Rp. 2.791.013

Dalam tabel 5 ini dianalisis harga satuan pekerjaan perbaikan *pothole* menggunakan metode *Coldmix Non Waterbase*, sedangkan

dengan metode *ashpalt precast*, perhitungan biaya sesuai dengan yang ditunjukkan tabel 6.

Tabel 6. Analisis harga *pachting ashpalt*

No	Jenis Pekerjaan	Unit	Vol	Harga	Total
1	Patching precast 40x40x10 cm	panel	1	Rp. 96.000	Rp. 96.000
2	Pekerja	o/h	0,883	Rp. 120.000	Rp. 106.000
2	Supply, lay Traffic safety and control as specified is specification, drawings and standard	ls	0,02	Rp. 470.600	Rp. 9.412
				Harga satuan per panel	Rp. 211.412
				Harga satuan per m ² (isi 6,25 panel)	Rp. 1.321.325

- Hasil perhitungan

Selisih biaya antara metode *asphalt precast* dengan *coldmix non waterbase* adalah:

$$\text{Deviasi} = \text{Rp. 2.107.007} - \text{Rp. 1.321.325}$$

$$= \text{Rp. 785.682}$$

$$\text{Persentase} = (\text{Rp. 785.682} / \text{2.107.007}) \times 100\%$$

$$= 37,29\% \text{ (lebih rendah)}$$

Selisih biaya antara *coldmix waterbase* dengan *coldmix non waterbase* adalah:

$$\text{Deviasi} = \text{Rp. 2.791.013} - \text{Rp. 2.107.007}$$

$$= \text{Rp. 684.006}$$

$$\text{Persentase} = (\text{Rp. 684.006} / \text{2.107.007}) \times 100\%$$

$$= 24,51\% \text{ (lebih tinggi)}$$

IV. KESIMPULAN

1. Metode perbaikan *pothole* per m² metode yang paling optimal adalah metode *aspal precast* dengan selisih biaya sebesar 37,29 % lebih rendah dibandingkan dengan metode *coldmix non-waterbase*. Sedangkan untuk metode *coldmix waterbase* memiliki selisih biaya lebih tinggi sebesar 24,51% dibandingkan dengan *coldmix non waterbase*. Metode *coldmix waterbase* masih diperhitungkan sebagai metode alternatif apabila ketersediaan *aspal precast* tidak mencukupi atau pengencer *aspal non waterbase* (misalnya *kerosene* atau *gasoline*) tidak tersedia.
2. Dari sisi biaya, aplikasi *asphalt precast* pada pekerjaan perbaikan *pothole* per m²

menghasilkan biaya Rp. 785.682 lebih rendah dibandingkan metode *coldmix non waterbase*. Sedangkan untuk metode *coldmix waterbase* memiliki selisih biaya Rp. 684.006 lebih tinggi dari metode *coldmix non waterbase*.

3. Untuk perbandingan dari sisi ketahanan, *ashpalt precast*, didapatkan nilai *ashpalt precast* memiliki ketahanan 4 kali lipat lebih tahan lama dibandingkan metode *cold-mix*.

Practice Strategic Highway Research Program National Research Virginia.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Gama Feriko, 2020, Analisis Kerusakan Jalan Di Ruas Simpang Bereng Bengkel Tumbang Nusa, Lampung.
- [2] Choudary, R., dkk. (2012). "Use of Cold Mixes for Rural Road Construction." International Journal of Computer Applications.
- [3] Fajar Tri Handayani, 2016, Analisis Pengendalian Biaya Proyek Pada Kontraktor Sedang (Grade 4 Dan 5) Di Yogyakarta, Yogyakarta.
- [4] Fang, X. (2016). *A Fundamental Research On Cold Mix Asphalt Modified With Cementitious Materials.*
- [5] Agung, Wahyu. 2010. Panduan SPSS 17.0 untuk Mengolah Penelitian Kuantitatif. Jogjakarta : Garailmu.
- [6] I Nyoman Arya Thanaya, 2019, Perbandingan Karakteristik Campuran Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) yang Dipadatkan Secara Dingin dan Panas, Bali.
- [7] Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 28/PRT/M/2016.
- [8] Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Bagian III. Sainz, M. (2016). *Pothole Patching: A Review on Materials and Methods.* Peoria: Bradley University.
- [9] Septian Dwi Pranata, 2019, Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pembangunan Rumah Tinggal Berdasarkan Koefisien Sni 2008 Dan Hspk 2012 Dengan Kondisi Real Di Lapangan, Surabaya.
- [10] Susanto, Fony K., 2018. Usulan Sistem Pengendalian Biaya Proyek, Tesis, Universitas Kristen Petra.
- [11] Wilson, T.P., dan Romine, A.R. (1994). *Materials and Procedures for Repair of Potholes in Asphalt Surfaced Pavements: Manual of*