

PERANCANGAN JALAN SELATBARU – PAMBANG PADA KM 34,4 – KM 36,4 MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA (BM – 2017)

Muhammad Syafik¹, Guswandi²

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Jln. Bathin Alam, Sei. Alam Kab. Bengkalis Riau

muhammadsyafikbks@gmail.com¹, guswandi@polbeng.ac.id²

Abstrak

Jalan Selatbaru menuju Pambang, sepanjang KM 34.4 – KM 36.4 terdapat beberapa permasalahan diantaranya jalan rusak, tergenang oleh air apabila musim hujan dan kendaraan yang melewati pun kurang nyaman sehingga sekarang banyak masyarakat yang sudah melakukan perpindahan rute, agar didapatkan kualitas jalan yang baik untuk kondisi sekarang dan masa yang akan datang, maka diperlukan perancangan perkerasan jalan sesuai standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Hasil dari perancangan ini menggunakan beton bersambung dengan tulangan (BBDT), pelat beton setebal 200 mm menggunakan tulangan *dowel* berdiameter 25 mm, tulangan *tie bar* berdiameter 12 mm dan tulangan anyaman *welded wiremesh* diameter 8 mm dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp.15.533.900.000,00.

Kata Kunci: Manual desain perkerasan 2017, rencana anggaran biaya, ketebalan perkerasan kaku.

Abstract

Jalan Selatbaru to Pambang, along KM 34.4 - KM 36.4, there are several problems including damaged roads, inundated by water during the rainy season and vehicles passing through are uncomfortable so that now many people have moved routes, it is necessary to design a pavement according to the standards set by the government. The design results use continuous reinforced concrete (BBDT), 200 mm thick concrete slabs using dowel reinforcement with a diameter of 25 mm, tie bar reinforcement with a diameter of 12 mm and welded wiremesh woven reinforcement with a diameter of 8 mm with cost budget plan of Rp. 15,533,900,000.00.

Keywords: Pavement design manual 2017, cost budget plan, thickness of rigid pavement.

1. PENDAHULUAN

Jalan Selatbaru – Pambang merupakan jalan utama yang digunakan oleh masyarakat sebagai aktivitas sehari-hari untuk menunjang sektor dibidang perekonomian, pendidikan, budaya dan sebagainya. Sebelumnya jalan tersebut digunakan sebagai jalur lintas Pambang – Bengkalis, tetapi sekarang banyak masyarakat yang sudah melakukan perpindahan rute, hal ini dikarenakan kondisi jalannya rusak sedangkan jalan pada rute yang berbeda kondisinya lebih baik [1]. Kondisi eksisting jalan Selatbaru - Pambang tersebut berupa perkerasan kaku selebar 4 meter, yang sudah berumur sekitar 20 tahun. Berdasarkan hasil survei awal secara visual menggunakan perkiraan yakni persentase kerusakan jalan tersebut 40 %, yang mengakibatkan kendaraan roda empat mengalami kesulitan dan kurang nyaman melalui jalan tersebut. Kondisi

sebagian perkerasan jalan telah ditimbun dengan agregat kelas B di beberapa titik untuk mengatasi kerusakan berat untuk sementara waktu [2].

Akibat aktifitas masyarakat yang semakin meningkat, sangat penting adanya peningkatan tingkat efisiensi, keamanan, serta kenyamanan saat melewati jalan tersebut. Melihat kaitan yang sangat kuat antara aktifitas dan sarana prasarana penunjangnya, di jalan Selatbaru - Pambang, maka perlu dilakukan perancangan di jalan tersebut [3,4]. Makalah ini berisi rancangan jalan tersebut dengan menggunakan lapisan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada KM 34,4 – KM 36,4. Dalam perancangan ini menggunakan metode bina marga nomor 02/M/BM/2017 revisi September [3].

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi

Adapun lokasi penelitian ini terletak pada jalan Selatbaru – Pambang dari KM 34,4 – KM 36,4. Pada penelitian ini, panjang jalan yang diteliti yaitu dimulai dari STA 34+400 s/d STA 36+400, seperti yang terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian



Gambar 2 Kondisi eksisting di lapangan

B. Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam mendukung penelitian ini yaitu alat uji DCP, meteran, *waterpass*, tripod, rambu ukur, GPS, laptop, alat tulis, kamera, cat semprot dan minyak oli.

C. Prosedur

Adapun prosedur/ tahapan pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

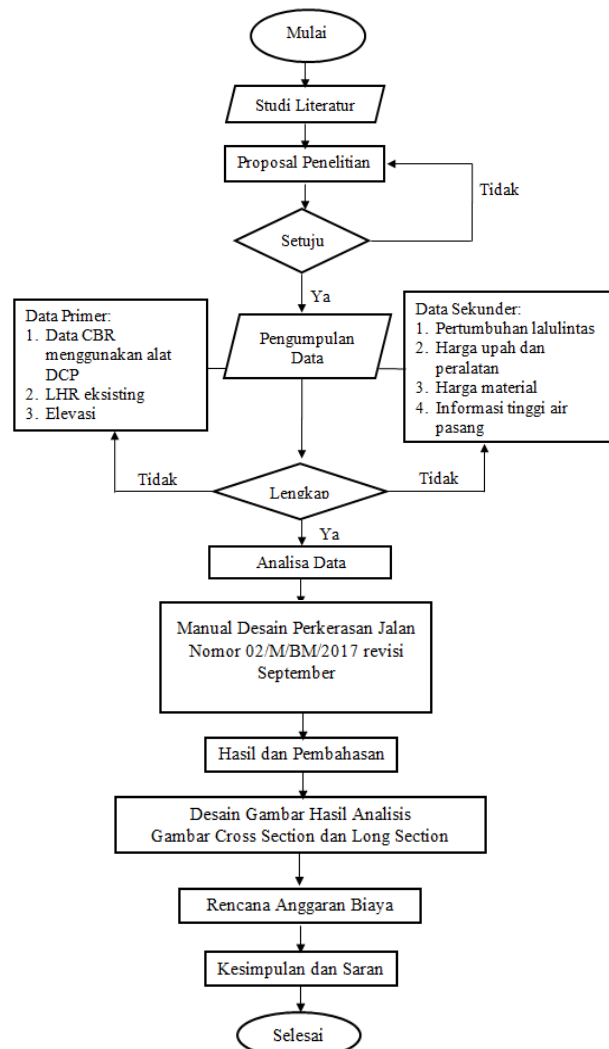
A. CBR Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR sesuai dengan metode

manual desain perkerasan jalan revisi September 2017.

Data daya dukung tanah diperoleh melalui pengujian dengan menggunakan alat DCP sepanjang 2,000 m ruas Jalan Selatbaru – Pambang dengan titik awal pada KM 34.4 dan diakhiri pada KM 36.4.

Pengujian CBR tanah dasar dilakukan dengan cara pengujian DCP [5], dari hasil pengujian CBR tanah dasar dari STA 34+400 – STA 36+400. Data CBR diambil dengan jarak per STA 50 (kanan dan kiri) tidak zig-zag. Berikut merupakan rekap data nilai CBR seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 3 Tahapan penelitian

Berikut merupakan grafik total CBR dengan CBR efektif 90% [5] kiri dan kanan

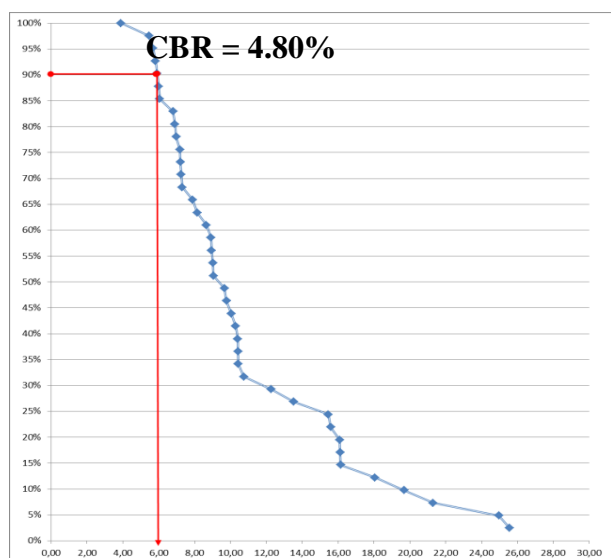
seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari gambar tersebut, diperoleh CBR 90% adalah pada nilai CBR sebelah kiri 4.80% sedangkan sebelah kanan 5.91%. Jika ditotalkan CBR keseluruhan sebesar 5.36%.

Tabel 1 Rekap data nilai CBR

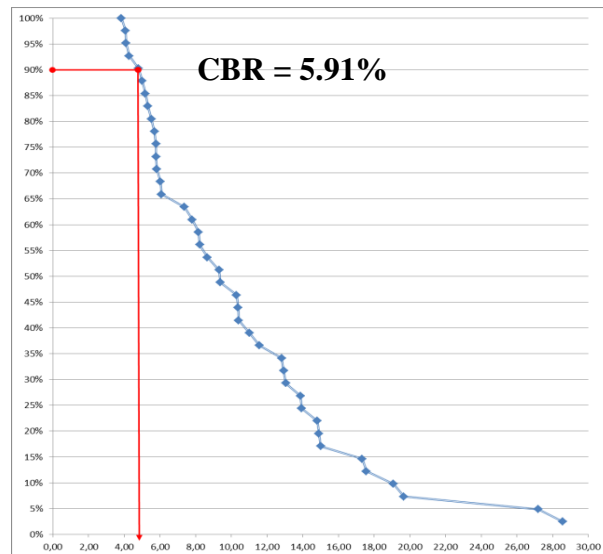
| No | STA | CBR % | |
|-----|--------|-------|-------|
| | | Kiri | Kanan |
| 1 | 34+400 | 27.21 | 13.53 |
| 2 | 34+450 | 13.86 | 16.14 |
| 3 | 34+500 | 10.37 | 16.12 |
| 4 | 34+550 | 5.19 | 5.83 |
| 5 | 34+600 | 5.33 | 7.21 |
| 6 | 34+650 | 8.16 | 12.28 |
| ... | ... | ... | ... |
| dst | ... | ... | ... |
| 41 | 36+400 | 9,31 | 6,06 |

B. Elevasi Jalan Eksisting

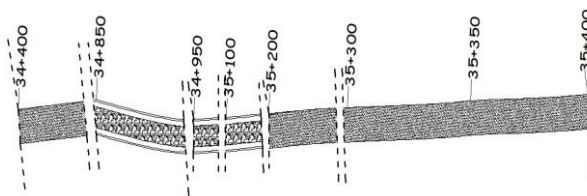
Survei elevasi jalan eksisting bertujuan untuk mengetahui profil melintang dan memanjang kondisi jalan eksisting dilapangan, dan pada perancangan ini digunakan juga sebagai penentu ketebalan jalan rencana [6]. Data hasil survei lapangan akan dihitung beda tinggi tiap titik yang ditinjau. Survei ini dilakukan sepanjang 2,000 m dengan segmentasi per-50 m.



Gambar 4 Grafik CBR tanah (kiri)



Gambar 5 Grafik CBR tanah (kanan)



Gambar 6 Kondisi jalan eksisting

C. Analisa Volume Lalu Lintas

Data LHR diambil melalui survei yang dilakukan di Jalan Selatbaru – Pambang (KM 34,4 – KM 36,4), survei ini dilakukan pada dua titik dan proses survei LHR dilakukan selama 16 jam [2], dalam laporan ini survei dilakukan selama 8 jam dalam 1 hari. Sehingga membutuhkan waktu selama 2 hari, yaitu dilakukan pada hari senin dan hari jumat. berikut data-data dari survei LHR yang dilakukan dilapangan.

Tabel 2 Rekap data LHR

| Hari ke- | Mp, pick up (kend/2 arah/hari) | Truk 2 sumbu (kend/2 arah/hari) | Jumlah (kend/2 arah/hari) |
|-----------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Hari ke-1 | 22 | 3 | 25 |
| Hari ke-2 | 33 | 5 | 38 |

Dikarenakan data LHR rendah, maka gunakan perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah [3].

Berikut ini merupakan parameter-parameter desain dalam perencanaan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017.

Tabel 3 Parameter perencanaan

| No | Uraian | Keterangan |
|----|-----------------------------|----------------|
| 1 | CBR | 5.36% |
| 2 | LHR standar | 500 kend/ hari |
| 3 | Kelas jalan | Lokal |
| 4 | Umur rencana | 40 tahun |
| 5 | Tingkat pertumbuhan tahunan | 1% |
| 6 | Lebar jalur perkerasan | 3x2 = 6 m |
| 7 | R | 48.89 |
| 8 | Distribusi lajur | 1 lajur |
| 9 | Distribusi arah | 0.5 |
| 10 | Tahun awal jalan dibuka | 2021 |

D. Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban

Kerusakan jalan oleh kendaraan dihitung dalam bentuk satuan faktor yang disebut dalam faktor perusakan jalan (*vehicle damage factor*).

Tabel 4 Nilai VDF

| Kend | K. Sumbu | VDF4 Aktual | VDF4 Normal | VDF5 Aktual | VDF5 Normal |
|-----------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mp | 1.1 | - | - | - | - |
| Pick up | 1.1 | - | - | - | - |
| Truk as 2 sumbu | 1.2 | 4.5 | 3.4 | 7.4 | 4.6 |

E. Nilai CESA

Dari hasil perhitungan CESA5 berdasarkan VDF5 diketahui beban lalu lintas untuk umur rencana 40 tahun sebesar 3,243,953.1 sedangkan untuk perhitungan CESA4 berdasarkan VDF4 sebesar 2,135,602.4.

F. Penentuan dan Pemilihan Jenis Perkerasan

Dari hasil perhitungan CESA4 dapat digunakan sebagai penentuan dan pemilihan jenis perkerasan dengan menggunakan tabel yang telah ditetapkan didalam manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2017 revisi September.

Tabel 5 Pemilihan jenis perkerasan

| Struktur Perkerasan | Bagan Desain | ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain) | | | | |
|---|--------------|---|---------|----------|----------|------------|
| | | 0 – 0.5 | 0.1 - 4 | > 4 - 10 | > 10 -30 | > 30 - 200 |
| Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR \geq 2.5%) | 4 | - | - | 2 | 2 | 2 |
| Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan) | 4A | - | 1,2 | - | - | - |
| AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5) | 3 | - | - | - | 2 | 2 |
| AC dengan CTB (ESA pangkat 5) | 3 | - | - | - | 2 | 2 |
| AC tebal \geq 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5) | 3B | - | 1,2 | 1,2 | 2 | 2 |
| AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5) | 3A | - | 1,2 | - | - | - |
| Burda atau Burtu dengan LFA Kelas A atau batuan asli | 5 | 3 | 3 | - | - | - |
| Lapis fondasi Soil Cement | 6 | 1 | 1 | - | - | - |
| Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil) | 7 | 1 | - | - | - | - |

Dari tabel tersebut dapat dilihat dari nilai CESA4 struktur perkerasan menggunakan Bagan Desain 4A, Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan) yang rentangnya dari 0.1 - 4 juta.

G. Menentukan Desain Fondasi

Dari hasil CBR, desain dan jenis tanah pada lokasi adalah tanah lempung, maka perancangan jalan Selatbaru – Pambang pada KM 34.4 – KM 36.4 perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilitas semen atau material

timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Divisi 3 - Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan < 200 mm tebal gembur), dan pada perancangan jalan ini peneliti menggunakan material timbunan pilihan (agregat kelas b) sebagai perbaikan tanah.

Pada eksisting perkerasan lama diperlukan penambahan timbunan setebal 150 mm dikarenakan ketebalan perkerasan lama 150 mm, tetapi lain pula pada eksisting timbunan base diperlukan penambahan timbunan setebal 200 mm dikarenakan tebal timbunan base hanya 100 mm. Jika pada pelebaran jalan ketebalannya disesuaikan dengan elevasi dilapangan.

H. Jenis Perkerasan Kaku

Pada perancangan jalan Selatbaru – Pambang ini menggunakan jenis perkerasan kaku beton bersambung dengan tulangan atau BBDT [7,8], karena mempunyai keuntungan yakni jumlah sambungan lebih sedikit. BBDT ini merupakan jenis yang paling umum digunakan hampir setiap perancangan jalan di Bengkulu.

I. Deskripsi Struktur Perkerasan pada Lajur Utama

Tabel 6 Perkerasan kaku untuk jalan lalu lintas rendah

| Parameter | Tanah dasar | | | |
|--|-----------------------------------|-------|-------------------|-------|
| | Tanah Lunak dengan Lapis Penopang | | Dipadatkan normal | |
| | ya | tidak | ya | tidak |
| Bahu pelat beton (tied shoulder) | Tebal Pelat Beton (mm) | | | |
| Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor | 160 | 175 | 135 | 150 |
| Dapat diakses truck | 180 | 200 | 160 | 175 |
| Tulangan distribusi retak | ya | | tidak | |
| Dowel LMC | Tidak dibutuhkan | | | |
| Lapis Fondasi Kelas A | Tidak dibutuhkan | | | |
| Jarak sambungan melintang | 125 mm | | 4 m | |

Dalam perancangan ini, untuk penggunaan *dowel* tidak dibutuhkan, akan tetapi peneliti tetap menggunakan *dowel* karena jenis perkerasan kaku yang dirancang adalah BBDT, sedangkan jika jenisnya BBDT maka harus menggunakan *dowel* sebagai sambungan memanjang. Disamping itu juga *dowel* mempunyai fungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang, menguatkan konstruksi badan jalan serta untuk menghambat retakan yang terjadi disalah satu segmen agar tidak menjalar ke segmen selanjutnya.

Disamping penggunaan sambungan memanjang otomatis sambungan melintang juga dibutuhkan, yakni tulangan batang pengikat (*tie bar*). Pada perancangan jalan ini tulangan tie bar digunakan untuk menjaga agar tepi/ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lain dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan.

J. Faktor Air Pasang - Surut

Pada bagian ini menggunakan tinggi air pasang pada KM 34,4 – KM 36,4 sebagai pembandingan rencana tinggi perkerasan yang akan direncanakan. Data yang diperoleh berdasarkan dari wawancara dengan penduduk setempat, yakni ketinggian air pasang sekitar 200 mm.

K. Perhitungan Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan selama umur rencana yaitu 40 tahun sebesar 2,792.79 smp/jam.

L. Analisa Fatik dan Erosi Pelat

Untuk mengubah mutu beton K-350 kedalam satuan fc' digunakan persamaan berikut:

$$fc' = \frac{350 \times 0.83}{10} = 29.05 \text{ MPa} \approx 30 \text{ MPa}$$

Kuat tarik lentur beton digunakan persamaan di bawah. Dengan mutu beton yang digunakan

K-350 kg/cm² atau $f_c' = 30$ MPa
 $f_{cf} = 0.75 \times \sqrt{30} = 4.11$ MPa > 3 MPa

Maka mutu beton yang dipakai adalah K-350 dengan kuat tarik lentur beton 4.11 MPa [14]. Untuk mendapatkan pembebanan yang aktual berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 kelompok sumbu kendaraan niaga harus ditambah dengan persen dari sumbu kendaraan niaga, dengan demikian beban sumbu dan beban rencana per roda yang digunakan sebagai berikut [11,12,13]:

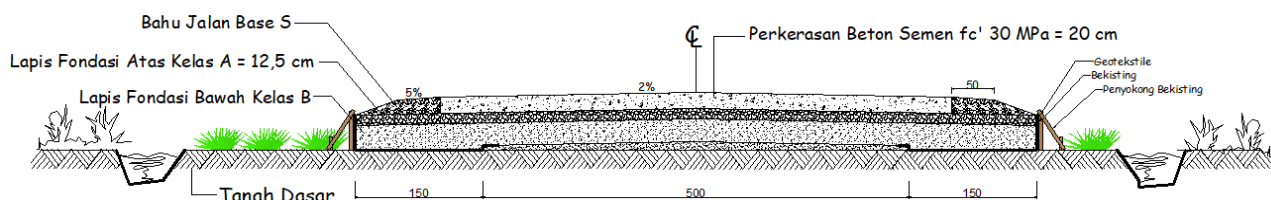
Nilai beban sumbu STRT 5 ton
 $= 50 + (19\% \times 50) = 50 + 9.50 = 59.50$ kN

Nilai beban sumbu STRT 8 ton
 $= 80 + (6.9\% \times 80) = 80 + 5.52 = 85.52$ kN

Beban rencana per roda = $\frac{\text{beban sumbu} \times F_{kb}}{\text{jumlah roda pada sumbu}}$

STRT →

Beban rencana per roda 5 ton = $\frac{59.5 \times 1.0}{2} = 29.75$ kN



Gambar 7 Potongan melintang desain pada eksisting timbunan base

Keterangan tebal pelat aman, maka tebal pelat beton hasil perencanaan dengan manual desain perkerasan jalan 2017 setebal 200 mm aman digunakan karena memenuhi syarat persen kerusakan analisa fatik dan erosi.

M. Perhitungan Tulangan Pelat Perkerasan Kaku

Direncanakan tulangan pelat beton untuk jenis tulangan pada perkerasan beton semen

STRG →

Beban rencana per roda 8 ton = $\frac{85.5 \times 1.0}{4} = 21.38$ kN

Untuk mendapatkan nilai tersebut [7] harus menyesuaikan dengan perancangan yang didesain, jika nilai CBR efektif kecil dari 5% maka nilainya menggunakan nilai 5%, ketebalan pelat 200 mm, tanpa bahu beton, menggunakan tulangan ruji/beton bertulang.

Faktor rasio tegangan (FRT) = $\frac{TE}{f_{cf}}$

STRT →

Faktor rasio tegangan (FRT) = $\frac{TE}{f_{cf}} = \frac{1.1}{4.11} = 0.27$ MPa

STRG →

Faktor rasio tegangan (FRT) = $\frac{TE}{f_{cf}} = \frac{1.81}{4.11} = 0.44$ MPa

Dengan menentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE), maka dapat ditentukan faktor rasio tegangan (FRT) untuk masing-masing beban rencana per roda. Dari hasil pelat beton 200 mm dengan mutu beton K-350 analisa fatik dengan nilai persen kerusakan 8.92% < 100% dan analisa erosi dengan nilai kerusakan 2.33 % < 100%.

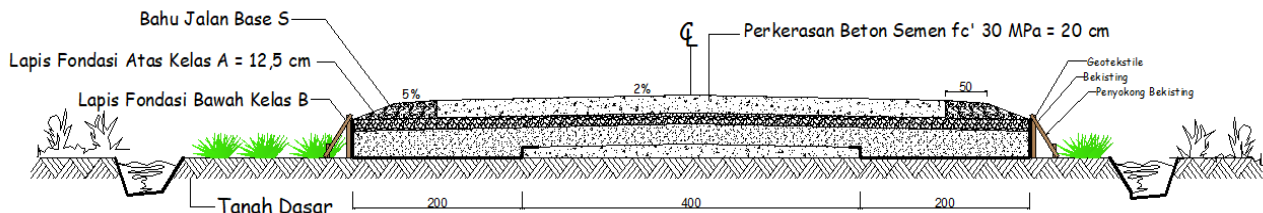
bersambung dengan tulangan (BBDT). BBDT terdiri dari pelat beton semen *portland* dengan tebal tertentu yang diperkuat dengan sambungan memanjang dan sambungan melintang serta tulangan-tulangan.

- 1) Sambungan melintang ruji (*dowel*), tebal pelat 20 cm dapat menggunakan ruji polos berdiameter 25 mm dengan panjang 45 cm dan jarak antar batang pengikat 300 mm [10,14].

- 2) Sambungan memanjang batang pengikat (*tie bar*), tebal pelat 20 cm dapat menggunakan batang pengikat ulir berdiameter 12 mm dengan panjang 60 cm dan jarak antar batang pengikat 750 mm [10].
- 3) Tulangan melintang dan memanjang,

- 4) Anyaman kawat baja yang dilas yang digunakan adalah diameter 8 mm dengan jarak memanjang 200 mm dan melintang 200 mm.

Gambar 8 merupakan potongan melintang hasil desain tebal perkerasan jalan berdasarkan beberapa kondisi eksisting.



Gambar 8 Potongan melintang desain pada eksisting perkerasan lama

N. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Tahap awal dalam perhitungan rencana anggaran biaya yang harus dilakukan adalah menghitung semua volume dari setiap item desain perkerasan yang direncanakan. Berikut merupakan rencana anggaran biaya dari perencanaan tebal perkerasan pada jalan Selarbaru – Pambang pada KM 34.4 – KM 36.4, Kecamatan Bantan [9, 15].

Tabel 7 Rekapitulasi perkiraan harga pekerjaan

| Di- visi | Uraian | Jumlah Harga Pekerjaan (Rp.) |
|---|---|---------------------------------|
| 1 | DIVISI 1. UMUM | 71.910.642,86 |
| 3 | DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH | 827.745.303,93 |
| 4 | DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN | 319.976.864,22 |
| 5 | DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR & BETON SEMEN | 4.861.062.186,65 |
| 7 | DIVISI 7. STRUKTUR | 7.591.033.323,39 |
| (A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan) | | 13.671.728.321,04 |
| (B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A) | | 1.367.172.832,10 |
| (C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B) | | 15.083.901.153,15 |
| (D) DIBULATKAN | | 15.083.900.000,00 |

Terbilang : Lima belas milyar tiga puluh delapan juta sembilan ratus ribu rupiah

Jumlah anggaran biaya yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp.15.533.900.000,00.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan menggunakan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) didapatkan daya dukung tanah dasar atau nilai CBR lapangan yaitu sebesar 5.36 %.

Berdasarkan hasil survei LHR yang dilakukan selama 16 jam (pada volume jam sibuk) didapatkan bahwa volume lalu lintas pada ruas jalan tersebut masih tergolong rendah dengan jumlah 63 kendaraan berat. Sehingga pada perencanaan ini menggunakan data LHR standar. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan data yang dianalisa 40 tahun.

Dengan panjang jalan rencana yaitu 2000 m dari KM 34,4 sampai dengan KM 36,4.

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017 menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*), diperoleh ketebalan dan ditinjau dari segi biaya tebal perkerasan yang didapat yaitu : Tebal pelat beton = 200 mm, LPA Kelas A = 125 mm, dan LPA Kelas B = 300 mm.

Jumlah anggaran biaya yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp.15.533.900.000,00 dengan panjang jalan rencana yaitu 2000 m dari KM 34,4 sampai dengan KM 36,4.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi akademisi dan praktisi dan juga diucapkan terima kasih kepada Tim Jurnal Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA) yang telah meluangkan waktu untuk mengoreksi dan menerbitkan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryanti, Safitri, (2019) *Perancangan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 studi kasus Jalan Sungai Gadung, Desa Sungai Batang*, Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis.
- [2] Bina Marga, 2007, *Prosedur Operasional Standar Survei Lalu Lintas*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- [3] Bina Marga, 2017, *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga.
- [4] Fajarriani, Nanda, (2019) *Perancangan Tebal Perkerasan Kaku studi kasus Jalan Tanjung Jati, Kota Dumai*, Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis.
- [5] *Indonesia Integrated Road Management Systems (IIRMS)*, (2005) Panduan Penetapan CBR Lapangan Melalui Pengujian Dengan Alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), Kementerian Pekerjaan Umum.
- [6] Nisak, Khairun, (2019) *Perencanaan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan revisi September 2017 dan rencana anggaran biaya studi kasus Jalan Pangkalan Nyirih – Kadur, Kecamatan Rupa Utara*, Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis.
- [7] Pd-T-14 2003, (2003) *Perencanaan Perkerasan Beton Semen*, Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- [8] *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*, (2014) *Kapasitas Jalan Luar Kota*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- [9] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2016) *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat*.
- [10] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, Jakarta.
- [11] PP 43 (1993), *Tentang Prasarana dan Lalulintas Jalan*
- [12] *Principles of pavement design by Yoder & Witczak*, (1975)
- [13] RSNI T- 14 – 2004, *Geometri Jalan Perkotaan*.
- [14] SNI 07-0663-1995, (1995) *Jaringan Kawat Baja Las Untuk Tulangan beton*, Pekerjaan Umum.
- [15] Surat Edaran Dirjen Bina Marga, (2018) *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat.