

# PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA JALAN PANGKALAN NYIRIH, RUPAT

Khairun Nisak<sup>1</sup>, Hendra Saputra<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

<sup>1</sup> nissa.tarmun97@gmail.com, <sup>2</sup> hendrasaputramsc@gmail.com

## Abstrak

Jalan Pangkalan Nyirih menuju Kadur, Rupa Utara sudah ditimbun agregat kelas B beberapa tahun yang lalu, namun terdapat beberapa permasalahan diantaranya jalan tersebut tergenang oleh air apabila musim penghujan dan kendaraan yang melewatinya pun akan terganggu. Agar didapatkan kualitas jalan yang baik untuk kondisi sekarang dan masa yang akan datang, maka diperlukan perencanaan perkerasan jalan sesuai standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tebal perkerasan kaku dan rencana anggaran biaya pada Jalan Pangkalan Nyirih menuju Kadur. Penelitian ini menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 Nomor 02/M/BM/2017 dan rencana anggaran biaya berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tahun 2016. Dari penelitian ini, dari STA 0+000 sampai dengan STA 3+000 diperoleh klasifikasi jalan kolektor rural, data LHR standar, umur rencana 40 tahun, hasil CBR lapangan 3.76%, dan mutu beton K-350 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil dari penelitian ini didapat pelat beton setebal 200 mm menggunakan tulangan anyaman *welded wiremesh*, untuk tulangan memanjang digunakan diameter 8 mm dengan jarak 200 mm dan tulangan melintang digunakan diameter 8 mm, dengan jarak 250 mm dan tulangan *tie bar* diameter 12 mm, panjang 600 mm, dan jarak antar tie bar 750 mm. dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 22,856,950,000.

**Kata Kunci:** Manual Desain Perkerasan 2017, rencana anggaran biaya, tebal perkerasan kaku.

## Abstract

The road of Pangkalan Nyirih towards Kadur, North Rupa heaped aggregate class B several years ago, but there are some problem which is that road stagnant by water when the rainy season and the vehicles also will be disrupted. In order to obtain the quality of the road well for the condition of the present and the future, then the necessary planning of pavement that as has been designated by the government. Therefore, this research was conducted to determine rigid pavement thickness and the estimate engineer at Pangkalan Nyirih towards Kadur, North Rupa. In this research using September 2017 Freight Design Manual Method Number 02/M/BM/2017 and cost budget plan using 2016 Price Analysis of Units Work. From this analysis is rural collector road classification, LHR standard, age planning 40 years, CBR existing field 3.76%, and quality of concrete is K-350 kg/cm<sup>2</sup>. The result of this research was 200 mm rigid pavement thickness used for woven reinforcement welded wiremesh for longitudinal reinforcement using diameter 8 mm, with a distance of 200 mm and for transverse reinforcement using a diameter of 8 mm with a distance of 250 mm and using tie bar reinforcement diameter 12 mm, length 600 mm, and space between tie bar 750 mm with estimate engineer is Rp. 22,856,950,000.

**Keywords:** 2017 Freight Design Manual, estimate engineer, rigid pavement thickness.

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu prasarana untuk mendukung pengembangan kawasan strategis Rupa (Tanjung Medang) yaitu dibuatnya jaringan jalan lingkar dari Batu Panjang ke Tanjung Medang [5]. Adapun jaringan jalan tersebut di persiapkan secara bertahap, salah satunya yaitu dari Pangkalan Nyirih menuju Kadur. Maka dari itu peneliti akan merencanakan tebal perkerasan yang dibutuhkan pada Jalan Pangkalan Nyirih dengan menggunakan perkerasan kaku.

Jalan Pangkalan Nyirih ini sudah ditimbun agregat kelas B beberapa tahun yang lalu,

namun terdapat beberapa permasalahan diantaranya apabila musim penghujan maka jalan tersebut tergenang oleh air dan kendaraan yang melewatinya pun akan terganggu. Dalam hal ini, jenis tanah pada jalan tersebut yaitu tanah liat atau tanah lempung sehingga memerlukan perencanaan perkerasan sesuai dengan yang diberlakukan oleh pemerintah.

Agar didapatkan kualitas jalan yang baik untuk kondisi sekarang dan masa yang akan datang, maka peneliti akan merencanakan tebal perkerasan kaku pada Jalan Pangkalan Nyirih menuju Kadur, Rupa Utara dengan menggunakan metode Manual Perkerasan Jalan Revisi September 2017 Nomor 02/M/BM/2017 dan rencana anggaran biaya yang diperlukan pada perencanaan ini.

## 2. METODE

### A. Lokasi Penelitian

Studi kasus penelitian ditetapkan di Jalan Pangkalan Nyirih, Rupa dimana pada Jalan tersebut merupakan jaringan jalan lingkaran dari Batu Panjang ke Tanjung Medang. Pada penelitian ini, panjang jalan yang diteliti yaitu dimulai dari STA 0+000 s/d STA 3+000.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### B. Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam mendukung penelitian ini yaitu alat uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), meteran, GPS (*Global Positioning System*), laptop, alat tulis, dan cat semprot.

#### A. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur/tahapan yang harus dilaksanakan dalam melakukan dalam penelitian ini antara lain:

1) *Tahapan persiapan*, tahapan persiapan ini terdiri dari :

- Menyiapkan materi yang berhubungan dengan topik penelitian yang berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan jalan.
- Menentukan latar belakang, ruang lingkup dan batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian.
- Menyusun studi literatur yang berkaitan dengan tujuan penelitian.

2) *Penentuan lokasi*, penentuan lokasi sebagai aspek penting agar diperoleh data yang dibutuhkan merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Studi kasus penelitian ditetapkan di Jalan Pangkalan Nyirih menuju Kadur, Rupa Utara dimulai dari STA 0+000 s/d STA 3+000.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

3) *Pengumpulan data*, adapun data yang dikumpulkan merupakan data primer, data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian, dalam hal ini didapat dengan melakukan survei langsung di lapangan. Adapun data-data yang diperoleh dari lapangan yaitu data CBR eksisting lapangan dan LHR lapangan.

4) *Tahap perencanaan*, pada tahap ini merupakan tahap yang dilakukan untuk mengetahui berapa tebal perkerasan yang seharusnya [2] dan rencana anggaran biaya yang diperlukan [6], [8].

5) *Tahap kesimpulan*, pada tahap ini merupakan tahap mendapatkan hasil tebal perkerasan beton semen dan rencana anggaran biaya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. CBR Tanah Dasar

*California Bearing Rasio* (CBR) adalah kemampuan tanah menahan beban diatas permukaan tanah yang dinyatakan dalam nilai

CBR dengan satuan (%), untuk mengetahui daya dukung tanah dasar perlu dilakukan suatu pengujian atau penelitian. Daya dukung tanah dasar tersebut diperhitungkan berdasarkan pengolahan atas hasil test DCP yang dilakukan dengan cara mengukur berapa dalam (mm) ujung konus masuk ke dalam tanah dasar tersebut setelah mendapat tumbukan palu geser pada landasan batang utamanya [3].

Berikut merupakan rekap data nilai CBR dari STA 0+000 sampai dengan STA 3+000 di Jl. Pangkalan Nyirih, Rupert, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1:

**Tabel 1.** Rekap data nilai CBR

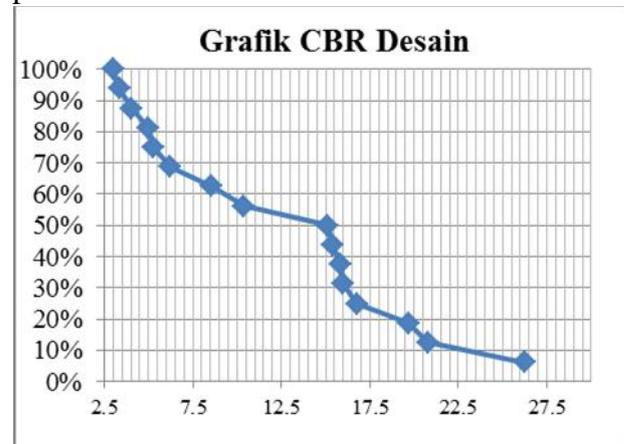
Rekapitulasi Nilai CBR			
STA	CBR %	STA	CBR %
0+000	16.77	1+600	15.13
0+200	6.24	1+800	15.87
0+400	2.98	2+000	15.38
0+600	3.38	2+200	15.98
0+800	4.95	2+400	4.06
1+000	10.40	2+600	5.29
1+200	8.58	2+800	20.76
1+400	19.68	3+000	26.23

Berikut urutan nilai CBR eksisting lapangan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2:

**Tabel 2.** Urutan nilai CBR

No	CBR %	Nilai yang sama atau lebih besar	Persen yang sama atau lebih besar
1	2.98	16	100%
2	3.38	15	94%
3	4.06	14	88%
4	4.95	13	81%
5	5.29	12	75%
6	6.24	11	69%
7	8.58	10	63%
8	10.40	9	56%
9	15.13	8	50%
10	15.38	7	44%
11	15.87	6	38%
12	15.98	5	31%
13	16.77	4	25%
14	19.68	3	19%
15	20.76	2	13%
16	26.23	1	6%

Berikut merupakan grafik total CBR dengan CBR efektif 90%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2:



**Gambar 3.** Grafik CBR tanah

Dari Gambar 2, diperoleh CBR 90% adalah 3,76 %. Nilai CBR desain dicari dengan menggunakan persamaan 1:

Nilai CBR desain

$$= CBR_{\text{hasil pengujian DCP}} \times \text{faktor penyesuaian (1)}$$

$$= 3.76 \% \times 0.80 = 3.008 \%$$

Berdasarkan Bagan Desain 2-Desain Fondasi Jalan Minimum pada Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017, maka struktur fondasi jalan yaitu agregat base B dengan tebal 300 mm. Berdasarkan kondisi eksisting lapangan yang merupakan perkerasan berbutir dengan agregat kelas B setebal 15 cm maka diperlukan penambahan agregat kelas B setebal 15 cm untuk memenuhi ketebalan struktur pondasi jalan.

### B. LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata)

Data LHR diambil melalui survei yang dilakukan di Jalan Pangkalan Nyirih, Kecamatan Rupert, survei ini dilakukan pada dua titik yaitu titik awal STA dan titik akhir STA. Proses survei LHR dilakukan selama 16 jam [4]. Dalam penelitian ini, survei dilakukan selama 8 jam dalam 1 hari. Sehingga membutuhkan waktu selama 2 hari, berikut data-data dari survei LHR yang dilakukan dilapangan:

**Tabel 3.** Rekap data LHR

Hari ke-n	Sedan, jeep & pick up (kend/2 arah/hari)	Truk sedang 2 sumbu (kend/2 arah/hari)	Jumlah (kend/ 2 arah/hari)
Hari ke-1	33	2	35
Hari ke-2	30	2	32

Dikarenakan data LHR rendah, maka digunakan perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah [2].

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

**Tabel 4.** Parameter Perencanaan

No	Uraian	Ket.
1	CBR	3.008%
2	Kelas Jalan	Kolektor
3	Umur Rencana (UR)	40 Tahun
4	Tingkat Pertumbuhan tahunan	3.5%
5	Lebar Jalur Perkerasan	3x2=6 m
6	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	0,5
7	Faktor Keamanan Beban (Fkb)	1
8	Kuat Tekan Beton K-350	30 Mpa
9	Kuat Tarik Lentur Beton (fcf)	4,11 Mpa
10	Perkiraan LHR 2 Lajur 2 Arah	
	Mobil pribadi, Pick Up	1860 kend
	Truk 2 as Besar	140 kend

### C. Perhitungan Beban Lalu Lintas

Jumlah kelompok sumbu masing-masing jenis kendaraan diperlukan untuk keperluan desain perkerasan beton semen.

**Tabel 5.** Beban Lalu Lintas Selama Umur Rencana

Jenis Kendaraan	LHR rata-rata 2 arah thn 2019	Jenis Kel. Sumbu	Kelompok Sumbu 2019	Jumlah Kelompok Sumbu 2019-2059
Sedan dan kendaraan ringan lainnya	1860	-	-	-
6b.2	140	2	280	4,320,520
Jumlah	2000		280	4,320,520

Berdasarkan Tabel 4, maka untuk menentukan tebal perkerasan dengan jumlah kelompok sumbu untuk umur rencana 40 tahun setelah dilihat pada tabel pemilihan jenis

perkerasan pada Manual Desain Perkerasan 2017 menggunakan bagan desain 4A sebagai pedoman desain tebal perkerasan.

### D. Deskripsi Perkerasan Pada Lajur Utama

Berikut merupakan tebal perkerasan kaku berdasarkan bagan desain 4A pada manual desain perkerasan jalan 2017.

**Tabel 6.** Bagan Desain-4A : Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah

	Tanah dasar			
	Tanah lunak dengan lapis penopang		Dipadatkan normal	
Bahu pelat beton ( <i>tied shoulder</i> )	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton (mm)			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 m			

Dari Tabel 6. maka diperoleh data tebal perkerasan jalan dengan lapis penopang sebagai berikut.

- Bahu pelat beton : Tidak
- Tebal pelat beton : 200 mm
- Tulangan distribusi retak : Ya
- Dowel : Tidak dibutuhkan
- LMC : Tidak dibutuhkan
- Lapis Fondasi kelas A : 125 mm
- Jarak sambungan melintang : 4 mm
- Mutu Beton : K-350 (direncanakan)

### E. Analisa Fatik dan Erosi Akibat Beban Repetisi Sumbu

Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata pada parameter perencanaan, maka dapat

dianalisis perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis bebannya.

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (40 tahun) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2:

$$R = \frac{(1+0.01)^{UR}-1}{0.01} \dots\dots\dots (2)$$

$$R=84.55$$

$$JSKNH = 280$$

$$JKSN_{UR} = 365 \times JSKNH \times R \times C = 4,320,520$$

*F. Perhitungan Repitisi Sumbu Rencana*

Data lalu-lintas diperlukan dalam perencanaan perkerasan beton semen adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repitisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana. Repitisi yang terjadi merupakan hasil kali antara proporsi beban dan proporsi sumbu. Perhitungan repitisi sumbu rencana adalah sebagai berikut:

$$\text{Proporsi beban} = \frac{\text{Jumlah sumbu tiap beban sumbu}}{\text{jumlah total sumbu semua beban pada setiap j. sumbu}} \dots\dots\dots (3)$$

STRT

$$\text{Proporsi beban 5 ton} = \frac{140}{140} = 1$$

STRG

$$\text{Proporsi beban 8 ton} = \frac{140}{140} = 1$$

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{\text{Jenis sumbu total tiap jumlah sumbu}}{\text{jumlah total sumbu semua jenis sumbu}} \dots\dots\dots (4)$$

STRT

$$\text{Proporsi sum bu 5 ton} = \frac{140}{280} = 0.5$$

STRG

$$\text{Proporsi sum bu 8 ton} = \frac{140}{280} = 0.5$$

$$\begin{aligned} \text{Repitisi yang terjadi} \\ = \text{proporsi beban} \times \text{proporsi sumbu} \\ \times \text{JSKNR} \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

STRT

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban 5 ton} \\ = 1 \times 0.5 \times 4,320,520 = 2,160,260 \end{aligned}$$

STRG

$$\text{Proporsi beban 8 ton}$$

$$= 1 \times 0.5 \times 4,320,520 = 2,160,260$$

*G. Analisa Fatik Dan Erosi Pelat Beton*

Perbedaan mutu struktur jalan menyebabkan kemampuan perkerasan menerima beban tanpa terjadi kerusakan akan berbeda. Perkerasan dengan mutu lebih baik memiliki kemampuan perkerasan menerima beban tanpa terjadi kerusakan lebih besar dibandingkan dengan perkerasan bermutu lebih buruk. Dengan demikian E sumbu kendaraan lebih kecil jika mutu perkerasan semakin baik. Untuk mengubah mutu beton K-350 kedalam satuan  $f_c'$  digunakan persamaan berikut:

$$f_c' = \frac{350 \times 0.83}{10} = 29.05 \text{ MPa} \quad 30 \text{ MPa}$$

Kuat tarik lentur beton digunakan persamaan di bawah. Dengan mutu beton yang digunakan K-350  $\text{kg/cm}^2$  atau  $f_c' = 30 \text{ MPa}$ .

$$f_{cf} = 0.75 \times \sqrt{30} = 4.11 \text{ MPa} > 3 \text{ MPa}$$

Maka mutu beton yang dipakai adalah K-350 dengan kuat tarik lentur beton 4.11 MPa. Karena memenuhi syarat kekuatan beton yang dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal 3-5 MPa [1].

Kekuatan tanah dasar secara langsung mempengaruhi tebal perkerasan. Semakin kuat tanah dasar, maka semakin tipis tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan. Sebaliknya apabila semakin lemah stabilitas tanah dasar, maka semakin tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan. Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 tebal pelat beton semen yang akan dianalisa fatik dan erosinya setebal 200 mm.

Pada ketentuan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 perencanaan harus menerapkan kelompok sumbu kendaraan niaga dengan beban aktual. Bagan beban di dalam Pd T-14-2003 tidak boleh digunakan untuk desain perkerasan karena didasarkan pada ketentuan berat kelompok kendaraan yang tidak realistis dengan kondisi Indonesia. Maka untuk pembebanan harus mengacu pada Lampiran D Manual Desain Perkerasan

Jalan 2017 yang mewakili kondisi Indonesia [2].

Untuk mendapatkan pembebanan yang aktual berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 kelompok sumbu kendaraan niaga harus ditambah dengan persen dari sumbu kendaraan niaga yang telah ditetapkan, dengan demikian beban sumbu dan beban rencana per roda yang digunakan sebagai berikut:

Nilai beban sumbu STRT 5 ton  
= 50 + (19 % x 50) = 59.50 kN

Nilai beban sumbu STRT 8 ton  
= 80 + (6.9% x 80) = 85.52 kN

**Beban rencana per roda**

$$= \frac{\text{beban sumbu} \times F_{kb}}{\text{jumlah roda pada sumbu}} \dots\dots\dots (6)$$

STRT

**Beban rencana per roda 5 ton**

$$= \frac{59.5 \times 1.0}{2} = 29.75 \text{ kN}$$

STRG

**Beban rencana per roda 8 ton**

$$= \frac{85.52 \times 1.0}{4} = 21.38 \text{ kN}$$

$$\text{Faktor Rasio Tegangan (FRT)} = \frac{TE}{f_{cf}} \dots\dots\dots (7)$$

STRT

$$\text{FRT} = \frac{1.1}{4.11} = 0.27 \text{ MPa}$$

STRG

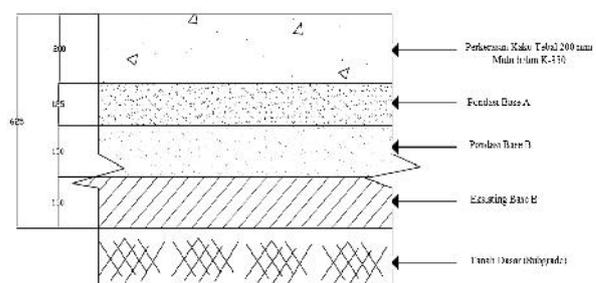
$$\text{FRT} = \frac{1.81}{4.11} = 0.44 \text{ MPa}$$

Dengan menentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE), maka dapat ditentukan faktor rasio tegangan (FRT) untuk masing-masing beban rencana per roda seperti pada Tabel 7 berikut:

**Tabel 7.** Analisa fatik dan erosi

Jenis Sumbu	Beban sumbu ton (kN)		Beban rencana per roda (kN)	Repitisi yang terjadi	Faktor tegangan & erosi		Analisa Fatik		Analisa Erosi	
							Repitisi ijin	Persen rusak (%)	Repitisi ijin	Persen rusak (%)
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)		(6)	(7)=(4) *100/(6)	(8)	(9)=(4) *100/(8)
STRT	5	59.5	29.75	2,160,260	TE FRT FE	1.10 0.27 2.23	TT	0	TT	0
STRG	8	85.52	21.38	2,160,260	TE FRT FE	1.81 0.44 2.83	3x10 <sup>6</sup>	72.01	1.15x10 <sup>7</sup>	18.78
Total							72.01% < 100%		18.78% < 100%	
Ket : TE=Tegangan Ekuivalen; FRT=Faktor Rasio Tegangan; FE=Faktor Erosi; TT=Tidak Terbatas										

Dari Tabel 7. diperoleh hasil pelat beton 200 mm dengan mutu beton K-350 analisa fatik dengan nilai persen kerusakan 72.01% < 100% dan analisa erosi dengan nilai kerusakan 18.78% < 100% berarti 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.



**Gambar 4.** Detail lapisan perkerasan kaku

**H. Perhitungan Tulangan Pelat Perkerasan Kaku**

Direncanakan tulangan pelat beton untuk jenis tulangan pada perkerasan beton semen

bersambung dengan tulangan (BBDT). Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT) terdiri dari pelat beton semen Portland dengan tebal tertentu yang diperkuat dengan tulangan-tulangan. Tulangan bisa berupa batang-batang baja terpisah atau anyaman (*welded steel mats*). Tulangan-tulangan berfungsi untuk mengendalikan retak.

1) *Sambungan Memanjang Batang Pengikat (Tie Bar)*, berdasarkan *Principles of pavement design by Yoder & Witczak* untuk tebal pelat 20 cm dapat menggunakan batang pengikat ulir berdiameter 12 mm dengan panjang 60 cm dan jarak antar batang pengikat 750 mm [7].

2) *Tulangan Memanjang*, perhitungan penulangan anyaman kawat baja yang dilas (*welded wiremesh*) pada arah memanjang [1], dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 7. sebagai berikut:

$$A_{s_{perlu}} = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times F_s} \dots\dots\dots (8)$$

$$A_{s_{perlu}} = \frac{1.2 \times 4 \times 2400 \times 9.81 \times 0.2}{2 \times 144}$$

$$A_{s_{perlu}} = 78.48 \text{ mm}^2/\text{m}^1$$

$$A_{s_{min}} = 0.1\% \times 200 \times 1000 = 200 \text{ mm}^2/\text{m}^1 > A_{s_{perlu}}$$

$A_{s_{min}} > A_{s_{perlu}}$ , jadi gunakan  $A_{s_{min}}$ .

Tulangan memanjang direncanakan diameter 8 mm dan jarak 200 mm.

$$\text{Jumlah tulangan per meter} = \frac{\text{Panjang pelat}}{\text{Jarak tulangan}} \dots\dots\dots (9)$$

$$= \frac{1000}{200} = 5 \text{ batang}$$

Cek,  $A_{s_{pakai}} = \frac{1}{4} \times D^2 \times \text{jumlah tulangan}$   
 $= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 8^2 \times 5 = 251.33 \text{ mm}^2/\text{m}^1$   
 $251.33 \text{ mm}^2/\text{m}^1 > A_{s_{min}}$  (**AMAN**)

Jadi, tulangan dengan diameter 8 mm jarak 200 bisa digunakan.

3) *Tulangan Melintang*, perhitungan penulangan anyaman kawat baja yang dilas (*welded wiremesh*) pada arah melintang [1], dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 9. sebagai berikut:

$$A_{s_{perlu}} = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times F_s} \dots\dots\dots (10)$$

$$A_{s_{perlu}} = \frac{1.2 \times 6 \times 2400 \times 9.81 \times 0.2}{2 \times 144}$$

$$A_{s_{perlu}} = 117.72 \text{ mm}^2/\text{m}^1$$

$$A_{s_{min}} = 0.1\% \times 200 \times 1000 = 200 \text{ mm}^2/\text{m}^1 > A_{s_{perlu}}$$

$A_{s_{min}} > A_{s_{perlu}}$ , jadi gunakan  $A_{s_{min}}$ .

Tulangan memanjang direncanakan diameter 8 mm dan jarak 250 mm.

$$\text{Jumlah tulangan per meter} = \frac{\text{Panjang pelat}}{\text{Jarak tulangan}} \dots\dots (11)$$

$$= \frac{1000}{250} = 4 \text{ batang}$$

Cek,  $A_{s_{pakai}} = \frac{1}{4} \times D^2 \times \text{jumlah tulangan}$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 8^2 \times 4 = 201.06 \text{ mm}^2/\text{m}^1$$

$$201.06 \text{ mm}^2/\text{m}^1 > A_{s_{min}}$$
 (**AMAN**)

Jadi, tulangan dengan diameter 8 mm jarak 250 bisa digunakan.

*I. 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 Pangkalan Nyirih, Kecamatan Rupert:

**Tabel 8.** Rekapitulasi perkiraan harga pekerjaan

REKAPITULASI PERKIRAAN HARGA PEKERJAAN		
Judul Skripsi : Perencanaan Perkerasan Kaku dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan 2017 dan Rencana Anggaran Biaya (Jl. Pangkalan Nyirih- Rupert)		
Tahun : 2019		
Prop / Kab / Kota : Kabupaten Bengkalis		
No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1.	DIVISI 1. UMUM	65,100,000
4.	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	1,949,282,618
5.	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	4,580,229,707
7.	DIVISI 7. STRUKTUR	14,184,475,151
(A) Jumlah Harga Pekerjaan ( termasuk Biaya Umum dan Keuntungan )		20,779,087,476
(B) Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) = 10% x (A)		2,077,908,748
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		22,856,996,224
(D) DIBULATKAN		22,856,950,000
Terbilang : Dua Puluh Dua Milyar Delapan Ratus Lima Puluh Enam Juta Sembilan Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah		

**Tabel 9.** Daftar kuantitas dan harga

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA					
Judul Skripsi : Perencanaan Perkerasan Kaku dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan 2017 dan Rencana Anggaran Biaya (R. Pangkalan Nyirih- Rupal)					
Tahun : 2019					
Prop / Kab / Kody: Kabupaten Bengkalis					
No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f=(d x e)
<b>1. DIVISI 1. UMUM</b>					
1.2	Mobilisasi	LS	1.0	65.100,000	65.100,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					65.100,000.00
<b>4. DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN</b>					
4.2 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M <sup>3</sup>	527.3	847.178.15	446.674.679.59
4.2 (2a)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M <sup>3</sup>	733.1	991.781.26	727.025.252.12
4.2 (2b)	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	M <sup>3</sup>	693.6	1.118.198.80	775.882.686.65
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					1.949.282.618.36
<b>5. DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR</b>					
5.1 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M <sup>3</sup>	2.250.0	845.520.14	1.902.420.306.99
5.1 (2)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M <sup>3</sup>	2.700.0	991.781.26	2.677.809.400.09
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					4.580.229,707.07
<b>7. DIVISI 7. STRUKTUR</b>					
7.1 (6)	Beton mutu sedang fc'30 Mpa	M <sup>3</sup>	3.600.0	3.036.720.78	10.932.194.818.85
7.3 (1a)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	11.787.2	37.063.64	436.876.976.71
7.3 (3)	Baja Tulangan U 32 Ulin	Kg	2.397.1	42.866.14	102.754.341.10
7.3 (6)	Anyaman Kawat Yang Dilas (Welded Wire Mesh)	Kg	63.923	42.436.45	2.712.649.014.38
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					14.184.475.151.05

#### 4. KESIMPULAN

Dari perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Revisi September 2017 untuk studi kasus Jalan Pangkalan Nyirih menuju Kadur, Rupal Utara mulai STA 0+000 sampai dengan STA 3+000, maka diperoleh lapis pondasi kelas B setebal 300 mm, lapis pondasi kelas A setebal 125 mm dan perkerasan kaku setebal 200 mm mutu beton K-350 kg/cm<sup>2</sup>. Direncanakan menggunakan Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) anyaman *welded wiremesh*, untuk tulangan memanjang menggunakan diameter 8 mm dengan jarak 200 mm dan tulangan melintang menggunakan diameter 8 mm dengan jarak 250 mm serta menggunakan batang pengikat (*tie bar*) diameter 12 mm, panjang 600 mm, dan jarak antar *tie bar* 750 mm. Berdasarkan perencanaan perkerasan kaku ini, diperoleh rencana anggaran biaya sebesar Rp. Rp. 22,856,950,000.00.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan yang turut serta membantu

menyelesaikan jurnal Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dan Rencana Anggaran Biaya Pada Jalan Pangkalan Nyirih, Rupal dan juga terima kasih kepada Tim *Jurnal Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA)* yang telah meluangkan waktu untuk mengoreksi dan menerbitkan jurnal ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Binamarga, (2003) *Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Tahun 2003.
- [2] Binamarga, (2017) *Manual Desain Perkerasan Perkerasan Jalan 2017 Revisi September 2017*, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat.
- [3] Indonesia Integrated Road Management Systems (IIRMS), (2005) *Panduan Penetapan CBR Lapangan Melalui Pengujian Dengan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer)*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- [4] Pelatihan Road Design Engineer (Ahli Teknik Desain Jalan), (2005) *Modul RDE-08 : Rekayasa Lalu Lintas*, Departemen Pekerjaan Umum.
- [5] Peraturan Daerah Kabupaten Bengkalis, (2016) *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Bengkalis Tahun 2016-2021*, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bengkalis.
- [6] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2016) *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat.
- [7] *Principles of pavement design by Yoder & Witczak*, (1975)
- [8] Surat Edaran Dirjen Bina Marga, (2018) *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat.