

**Evaluasi Geometrik dan Perencanaan Tebal Perkerasan Serta Rencana Anggaran Biaya
Jalan Poros Bukit Batu – Siak Kecil
(Studi Kasus :Jalan Poros Bukit Batu – Siak Kecil)**

Noprianto¹, Hendra Saputra², Faisal Ananda³

Politeknik Negeri Bengkalis

noprianto936@gmail.com¹, hendraexplorer@polbeng.ac.id², faisalananda@polbeng.ac.id³

Abstract

Bukit Batu – Siak Kecil shaft road is a road built by Public Works Department of Bengkalis Regency financed by Local government budget which has reached 30%. this road made from 2 points, from the village of Buruk Bakul, Bukit Batu District and from the village of Langkat, Siak Kecil District. As for the current shaft road conditions from Buruk Bakul village has reached 4.2 Km, while from Langkat Village it has reached 6 Km from the total overall length of 30 Km, the road conditions currently always waterlogged during the rainy season. In order for the road segment can be used appropriately for its function and can serve traffic flow according to plan age then it takes good geometric planning and pavement.

Geometric calculations using "geometric planning procedures for inter-city roads in 1997" while thick rigid pavement using data analysis methods and rigid pavement planning Bina Marga methods in accordance with the "Guidelines for Cement Concrete Road Pavement Planning (PDT-14-2003)" published by "Public Works Department" and the budget plan using AHS revision 4 public works field.

Based on the geometric calculation of the Bukit Batu - Siak Kecil shafts road obtained the type on the point of intersection 3 is S-C-S, then the point of intersection 2 and 1 is S-S and pavement thickness is 16 cm with K-300 concrete quality. As for the cost of road construction of the 4 km road is Rp. 23,946,000,000

Keywords : Geometric Planning, Road Pavement Thickness, Budget plan

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi utama untuk mencapai suatu tujuan dari satu tempat ke tempat lain bagi setiap lalu lintas yang melewatinya. Oleh karenanya, kondisi jalan sangat berpengaruh bagi kenyamanan dan keselamatan setiap pengguna jalan salah satu yaitu jalan poros Bukit Batu – Siak Kecil.

Jalan poros Bukit Batu-Siak Kecil merupakan jalan yang dibangun melalui Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bengkalis yang dibiayai APBD Kabupaten Bengkalis yang sudah mencapai 30%. Jalan ini dikerjakan dari 2 titik yaitu dari Desa Buruk Bakul Kecamatan Bukit Batu dan dari Desa Langkat Kecamatan Siak Kecil. Adapun kondisi jalan poros saat ini dari Desa Buruk Bakul sudah mencapai 4,2 Km sedangkan dari Desa Langkat sudah mencapai 6 Km dari total panjang keseluruhan 30 Km yang direncanakan menggunakan perkerasan lentur. Dengan dibangunnya ruas jalan ini maka diharapkan akan menambah dan mempercepat distribusi hasil-hasil pertanian, perkebunan, kehutanan serta kebutuhan bahan-bahan pokok pada masyarakat sekitar ruas jalan serta daerah di belakangnya. Adapun kondisi eksisting tanah di sekitaran jalan poros Bukit Batu menuju Siak Kecil berupa lembah dan tanah dasar berupa tanah gambut, oleh karena itu peneliti akan merencanakan kontruksi jalan tersebut menggunakan perkerasan kaku.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut (Bina Marga, 1997), Jalan raya pada umumnya digolongkan dalam beberapa klasifikasi, yaitu : klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

1. Klasifikasi menurut fungsi jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu :

- a. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi

2. Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan terberat (MST) dalam satuan ton.

3. Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.

4. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya adalah jalan Nasional, jalan Propinsi, jalan Kabupaten/Kotamadya, jalan Desa dan jalan Khusus.

Menurut (Suryawan,2009), Perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri dari pelat beton semen yang tersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan yang terletak diatas lapis pondasi bawah (subbase) atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah,2003). Perkerasan beton memiliki sifat kakudan modulus elastis yang tinggi, yang akan mendistribusikan beban ke tanahdasar sehinggabagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari pelat beton sendiri.

Menurut Hardiyatmo (2015), Umur layanan suatu struktur perkerasan tertentu ditentukan oleh besarnya beban sumbu lalu-lintas dan berapakali beban tersebut akan bekerja, jadi bukan dari banyaknya kendaraan lalu-lintas yang lewat saja. Kendaraan-kendaraan ringan, seperti: sepeda, sepeda motor, atau sedan, hamper tidak berpengaruh terhadap kerusakan umur perkerasan sebaliknya, kendaraan berat (beban sumbu besar) yang lewat secara berulang-ulang, seperti truk trailer, sangat mempengaruhi umur perkerasan.

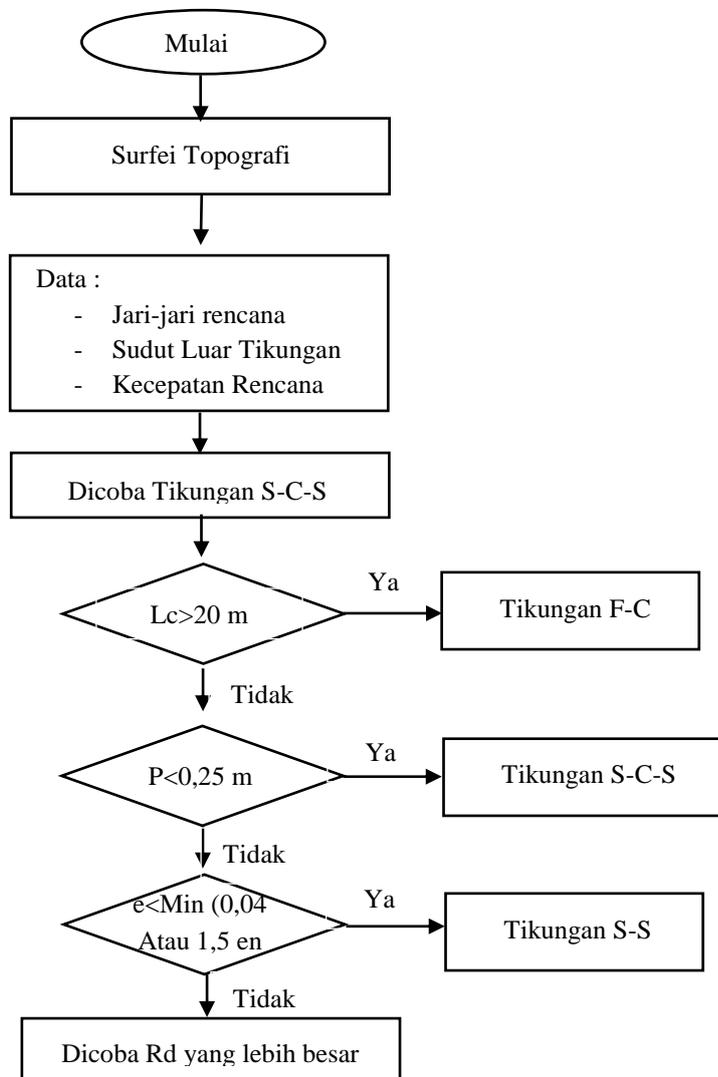
Menurut (Saodang, 2005), Antara pelat dengan pondasi bawah tidak adai katan (bounding), sehingga perlu dipasang bound breaker diatas subbase. Bound breaker ini biasanya berupa plastic tipis atau laburan bahan tertentu untu kmencegah bounding subbase dengan pelat diatasnya. Hal ini dilakukan untuk tipe bound granular (CTSB), namun untuk tipe unbound seperti sirtu, tidak terlalu diperlukan bound breaker, karena tidak terjadi lekatan antara subbase dengan pelat.

Menurut Kusnandar (2008), Banyaknya ruas-ruas jalan yang mengalami rusak sebelum umur rencana kerusakan dini. Penyebab kerusakan merupakan hal yang kompleks karena kerusakan tersebut sebagai hasil dari suatu proses banyak variable yang terlihat dan terakumulasi lalu muncul ke permukaan dalam wujudl ubang, retak, dan lainnya. Penyebab kerusakan bisa terjadi pada saat perancangan, pelaksanaan dan operasional.

3. METODE PENELITIAN

Perencanaan ini dilakukan pada akses jalan poros Kecamatan Bukit Batu menuju Kecamatan Siak Kecil dengan panjang jalan keseluruhan 30 km yang akan dilakukan perencanaan perkerasan kaku (Rigid Pavement) Adapun Lokasi penelitian berada pada titik koordinat N1 24 51.0E120 03 29.0 yang mana pada saat ini jalan tersebut masih Base. Adapun metode Perhitungan geometrik menggunakan tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota tahun 1997 sedangkan tebal perkerasan kaku menggunakan metode analisa data dan perencanaan perkerasan kaku Metode Bina Marga sesuai dengan pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (PdT-14-2003) diterbitkan oleh “Departemen Pekerjaan Umum” Serta rencana anggaran biaya menggunakan AHS bidang pekerjaan umum revisi 4.

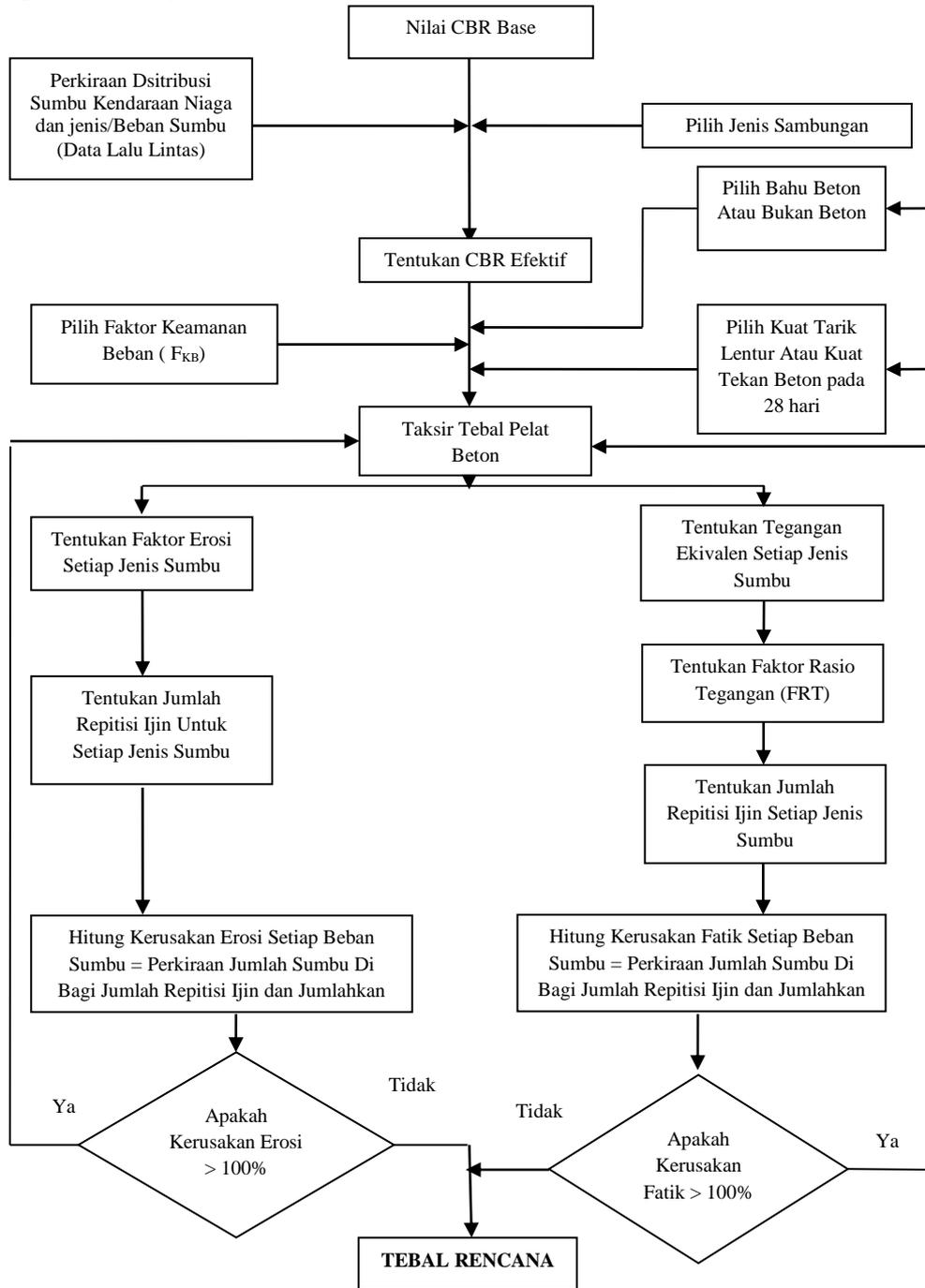
Dalam melaksanakan perencanaan geometrik pada skripsi ini diperlukan tahapan-tahapan untuk membuat perencanaannya, agar diketahui langkah awal hingga akhir, adapun tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu :



Gambar 3.4. Diagram Alir Perencanaan Geometrik

1.1 Diagram Alir Perencanaan Perkerasan Kaku

Dalam melaksanakan perencanaan skripsi ini diperlukan tahapan- tahapan untuk membuat perencanaannya, agar diketahui langkah awal hingga akhir, adapun tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu :



Gambar 3.5. Sistem Perencanaan Perkerasan Kaku

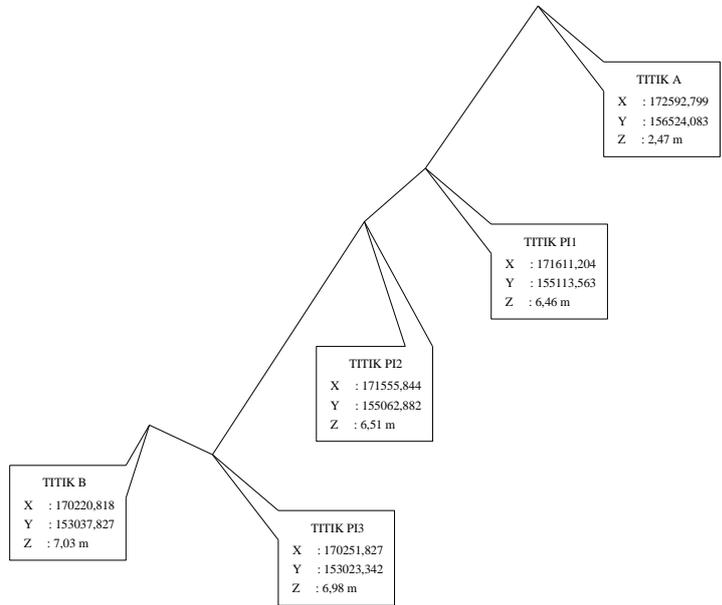
Tabel 3.2 Langkah-Langkah Perkerasan Kaku

langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan
2	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3	Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (fcf)
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB)
7	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia
8	Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT
9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur (fcf).
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (Fkb) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi
14	Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Titik Koordinat Patok

Dari Trase jalan dilakukan perhitungan-perhitungan azimuth sudut tikungan dan jarak antar PI



Gambar 4.4 Azimut Jalan

Sumber : Hasil Olahan (2018)

Tabel. 4.1 Rekapitulasi Koordinat Patok

No	Titik	X	Y
1	A	172592,799	156524,083
2	PI1	171611,204	155113,563
3	PI2	171555,844	155062,882
4	PI3	170251,827	153023,342
5	B	170220,818	153037,827

Sumber : Hasil Olahan (2018)

2. Perhitungan Azimut

Diketahui Koordinat :

A = (172592,799 ; 156524,083)

PI 1 = (171611,204; 155113,563)

PI 2 = (171555,844; 155062,882)

PI 3 = (170251,827; 153023,342)

B = (170220,818; 153037,827)

α A-1 = $\text{ArcTg} \left(\frac{X1-XA}{Y1-YA} \right) = \text{ArcTg} \left(\frac{171611,204-172592,799}{155113,563-156524,083} \right) = 214^{\circ}50' 4,00''$

α 1-2 = $\text{ArcTg} \left(\frac{X2-X1}{Y2-Y1} \right) = \text{ArcTg} \left(\frac{171555,844-171611,204}{155062,882-155113,563} \right) = 227^{\circ}31' 35,42''$

α 2-3 = $\text{ArcTg} \left(\frac{X3-X2}{Y3-Y2} \right) = \text{ArcTg} \left(\frac{170251,827-171555,844}{153023,342-155062,882} \right) = 212^{\circ}35' 36,80''$

α 3-B = $\text{ArcTg} \left(\frac{XB-X3}{YB-Y3} \right) + 180^{\circ}$
 $= \text{ArcTg} \left(\frac{170220,818-170251,827}{153037,827-153023,342} \right) + 180 = 295^{\circ}2' 18,00''$

3. Perhitungan Sudut PI

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= \alpha 1-2 - \alpha A-1 \\ &= 227^{\circ}31' 35,42'' - 214^{\circ}50' 4,00'' \\ &= 12^{\circ}41' 31,42'' \\ \Delta 2 &= \alpha 1-2 - \alpha 2-3 \\ &= 227^{\circ}31' 35,42'' - 212^{\circ}35' 36,80'' \\ &= 14^{\circ}55' 58,62'' \\ \Delta 3 &= \alpha 3-B - \alpha 2-3 \\ &= 295^{\circ}2' 18,00'' - 212^{\circ}35' 36,80'' \\ &= 82^{\circ}26' 41,2'' \end{aligned}$$

4. Perhitungan Jarak Antar PI

Adapun perhitungan jarak menggunakan rumus pythagoras sebagai berikut :

$$\begin{aligned} d_{A-1} &= \sqrt{(X_1 - X_A)^2 + (Y_1 - Y_A)^2} \\ d_{A-1} &= \sqrt{(171611,204 - 172592,799)^2 + (155113,563 - 156524,083)^2} \\ d_{A-1} &= 1718,46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{1-2} &= \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \\ d_{1-2} &= \sqrt{(171555,844 - 171611,204)^2 + (155062,882 - 155113,563)^2} \\ d_{1-2} &= 75,06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{2-3} &= \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} \\ d_{2-3} &= \sqrt{(170251,827 - 171555,844)^2 + (153023,342 - 155062,882)^2} \\ d_{2-3} &= 2420,78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{3-B} &= \sqrt{(X_B - X_3)^2 + (Y_B - Y_3)^2} \\ d_{3-B} &= \sqrt{(170220,818 - 170251,827)^2 + (153037,827 - 153023,342)^2} \\ d_{3-B} &= 34,23 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi Panjang Jarak Dari A ke B adalah :

$$\begin{aligned} \Sigma d &= (1718,46 \text{ m} + 75,06 \text{ m} + 2420,78 \text{ m} + 34,23 \text{ m}) \\ &= 4248,52 \text{ m} \\ D_{max} &= 12,12^{\circ} \end{aligned}$$

5. Perhitungan Tebal Perkerasan

Dari hasil pengamatan di lapangan diperoleh bahwa volume lalu lintas pada ruas jalan tersebut sangat rendah sehingga menggunakan data volume lalu lintas perkiraan berdasarkan ketentuan dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02-M-BM-2013 sebagai berikut :

Tabel. 4.2 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah

Deskripsi Jalan	LHRT dua arah	Kend Berat (%) dari lalu lintas)	Umur rencana (th)	Pertumbuhan lalu lintas (%)
Jalan desa minor dg akses kendaraan terbatas	30	3	20	1

Deskripsi Jalan	LHRT dua arah	Kend Berat (% dari lalu lintas)	Umur rencana (th)	Pertumbuhan lalu lintas (%)
Jalan kecil 2 arah	90	3	20	1
Jalan lokal	500	6	20	1
Akses lokal daerah industri atau quarry	500	8	20	3,5
Jalan kolektor	2000	7	20	3,5

Sumber : Manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013

Adapun hasil dari perhitungan jenis kendaraan yang melewati jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini. Jumlah Kendaraan Menggunakan LHR Standar pada tahun 2018

Tabel 4.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata

Jenis Kendaraan	LHR (Kendaraan/hari/2 arah)
Mobil, Pick Up, Sepeda Motor	460
Truck 2 As	40
TOTAL	500

Sumber : Hasil Olahan (2018)

Data lalu lintas yang diperlukan didalam perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repitisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana:

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{\text{Jenis Sumbu Total Tiap Jenis Sumbu}}{\text{Jumlah Total Sumbu Semua Jenis Sumbu}}$$

Tabel 4.6 Repitisi yang terjadi pada tiap beban sumbu

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban Terhadap Total	Proporsi Sumbu	Lali-lintas Rencana	Repitisi sumbu yang terjadi = (4*5*6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
STRT	5	41	1,00	0,50	427.334	213.667
Total		41	1,00			
STRG	8	41	1,00	0,50	427.334	213.667
Total		41	1,00			
Kumulatif						427.334

Sumber : Hasil Olahan (2018)

Sebagai langkah awal diperkirakan tebal pelat 150 mm = 150 mm (minimum yang disarankan), namun setelah dilakukan perhitungan didapat analisa nilai fatik 358% < 100% dan nilai analisa erosi 5,342% < 100%, Maka dicoba menggunakan tebal plat beton 160 mm Faktor Rasio Tegangan (F_{RT}) STRT = (1.29/ 3,742 Mpa) = 0.34 Mpa

Faktor Rasio Tegangan (F_{RT}) STRG = $(1,98 / 3,742 \text{ Mpa}) = 0.53 \text{ Mpa}$

Beban beban sumbu dikali dengan faktor keamanan beban dibagi dengan jumlah roda pada sumbu kendaraan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Beban rencana per roda} = \frac{\text{Beban Sumbu} \times \text{Fkb}}{\text{Jumlah Roda Pada Sumbu}}$$

$$\text{STRT} \Rightarrow \text{Beban rencana per roda 5 ton} = \frac{50 \times 1.0}{2} = 25 \text{ kN}$$

$$\text{STRG} \Rightarrow \text{Beban rencana per roda 8 ton} = \frac{80 \times 1.0}{4} = 20 \text{ kN}$$

Tabel 4.8 Analisa Fatik dan Analisa Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan & Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4)* 100 /(6)	(8)	(9)=(4) *100/(8)	
STRT	5 50	25,00	213.6 67	TE	1,29	TT	0	TT	0
				FRT	0,34				
				FE	2,06				
STRG	8 80	20,00	213.6 67	TE	1,98	300000	71	60000000	0,356
				FRT	0,53				
				FE	2,66				
Total						71% < 100%		0,356% < 100%	

Sumber : Hasil Olahan (2018)

Dari tabel 4.8 Diperoleh hasil Pelat beton 160 mm analisa fatik dengan nilai persen kerusakan 71% < 100% dan analisa erosi dengan nilai kerusakan 0,356% < 100% berarti tebal pelat aman, dapat ditarik kesimpulan semakin besar pelat tingkat kerusakan 0% tetapi dari segi biaya tidak ekonomis (boros) Maka tebal pelat beton yang dipakai adalah **160 mm** Karena memenuhi syarat persen kerusakan analisa fatik dan erosi. (Pd-T-14-2003).

6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Pada perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) ini didapat anggaran biaya sebesar Rp. 23.946.000.000 (Dua puluh tiga milyar sembilan ratus empat puluh enam juta rupiah).

Tabel 4.11 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1.	DIVISI 1. UMUM	222.585.000
4.	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	1.109.597.578
5.	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	4.530.111.085
7.	DIVISI 7. STRUKTUR	15.906.847.578

(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	21.769.141.242
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	2.176.914.124
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	23.946.055.366
(D) DIBULATKAN	23.946.000.000

Terbilang :

Dua Puluh Tiga Milyar Sembilan Ratus Empat Puluh Enam Juta Rupiah

Sumber : Hasil Olahan (2018)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) studi kasus Jalan Poros Bukit Batu – Siak Kecil dari STA 0+000 sampai 4+000 ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hitungan geometrik Bukit Batu – Siak Kecil didapat jenis tikungan pada PI3 yaitu jenis tikungan S-C-S, kemudian tikungan PI2 dan PI1 didapatkan jenis tikungan S-S.
2. Berdasarkan hasil survei pengujian DCP didapatkan nilai CBR tanah dasar 0,5%.
3. Berdasarkan perencanaan dengan menggunakan metode Bina marga 2003 dengan umur rencana 20 tahun didapat tebal untuk perkerasan kaku di Jalan Poros Bukit Batu – Siak Kecil adalah 160 mm dan digunakan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (BBDT).
4. Berdasarkan perencanaan perkerasan kaku ini didapat anggaran biaya sebesar Rp. 23.946.000.000 (Dua puluh tiga milyar sembilan ratus empat puluh enam juta rupiah) dengan mutu beton K-300, dengan waktu pekerjaan selama 4 bulan.

b. Saran

Dari perencanaan yang dibuat saran yang akan disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan yang dilakukan dapat dibandingkan dengan metode perencanaan lain.
2. Perencanaan akan lebih baik jika adanya analisa dengan program penganalisa struktur, misalnya dengan SAP 2000.
3. Perencanaan anggaran dan waktu pelaksanaan harus direncanakan dengan baik agar dalam pelaksanaan konstruksi tepat waktu

6. DAFTAR PUSTAKA

- BSN, (RSNI T-14-2004) 2004, *Geometrik Jalan Perkotaan*
- Departemen Pekerjaan Umum (1978), *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, Yayasan Badan Penerbit pu, Jakarta
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd T-14-2003), 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*
- Nugraha, BA (2012). *Perencanaan Geometrik Tebal Perkerasan Dan Rencana Anggaran Biaya Ruasa Jalan Papahan-Kayangan*, Kabupaten Karanganyar
- Suryawan, Ari. 2009. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO*. Yogyakarta. Beta Ofsset
- Tenti, R (2016). *Perencanaan tebal perkerasan kaku (rigid pavement) studi kasus jalan jendral sudirman desa tenggayun*, Universitas Politeknik Negeri Bengkalis
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, *Tentang Jalan*