



Evaluasi Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan Metode Bina Marga 2003 (Studi Kasus Peningkatan Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken)

Akhmad Basuki

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil FTSP Universitas Internasional Batam

[*abas_165@yahoo.co.id](mailto:abas_165@yahoo.co.id)

Abstract

Jalan Simpang Patung Kuda - Bengkong Seken intersection is a collector road section in Batam City, with the existing condition of the current road in the form of a single-lane road traversed by vehicles in the opposite direction undivided. by solid activity. The purpose of this study is to evaluate rigid pavement planning and analyze the causes of congestion Jalan Simpang Patung Kuda - Bengkong Seken intersection. The method used in this research is a quantitative method in which the researcher analyzes, calculates and evaluates rigid pavements based on the Pd T-14-2003 method of planning concrete pavement and the capacity of the road based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual. The results showed that there needs to be an increase in capacity at the Jalan Simpang Patung Kuda - Bengkong Seken intersection. Based on these results it can be concluded that the road segment has a degree of saturation of 1.94 so it is necessary to increase the capacity of the road using the type of rigid pavement. Rigid pavement structures are planned using thickness with 200 mm thick pavement, weaving reinforcement used are Ø8-200 mm, dowel reinforcement Ø33-300 mm length 450 mm, and tie bar reinforces Ø 16 mm - 750 mm at length 700 mm.

Keywords: rigid pavement, cbr, concrete.

Abstrak

Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken adalah ruas jalan kolektor yang berada di Kota Batam, dengan kondisi eksisting jalan yang ada berupa jalan dengan satu jalur yang dilalui oleh kendaraan dengan arah berlawanan tidak terbagi dengan aktivitas yang padat. Kepadatan pada jalur ini sering muncul akibat volume kendaraan yang melintas tidak bisa terlayani dengan baik oleh lebar jalan yang ada. Hal ini bisa dibuktikan bahwa berdasarkan survei lalu lintas terhadap jenis kendaraan arah Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken mencapai 3.680 kendaraan/hari dalam 1 jalur lalu lintas. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi perencanaan perkerasan kaku dan menganalisa penyebab kemacetan pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode kuantitatif dimana peneliti melakukan analisa, perhitungan dan evaluasi terhadap perkerasan kaku berdasarkan metode Pd T-14-2003 tentang perencanaan perkerasan jalan beton semen serta kapasitas ruas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlu adanya peningkatan kapasitas pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa ruas jalan tersebut memiliki derajat kejenuhan sebesar 1,94 sehingga perlu dilakukan peningkatan kapasitas jalan menggunakan jenis perkerasan kaku. Struktur perkerasan kaku direncanakan dengan menggunakan ketebalan 200 mm, mutu beton K-300, tulangan anyam Ø8-200 mm, tulangan dowel Ø33-300 mm panjang 450 mm, dan tulangan tie bars Ø 16 mm - 750 mm panjang 700 mm.

Kata kunci: perkerasan kaku, cbr, beton

1. Pendahuluan

Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken adalah ruas jalan kolektor yang berada di Kota Batam, dengan kondisi eksisting jalan yang ada berupa jalan dengan 1 jalur yang dilalui oleh kendaraan dengan arah berlawanan tidak terbagi dengan aktivitas yang padat, berdasarkan survei lalu lintas terhadap jenis kendaraan arah Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken mencapai 3.680 kendaraan/hari dalam 1 jalur lalu lintas. Kondisi awal struktur perkerasan jalan eksisting pada ruas Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken merupakan perkerasan lentur yang memiliki lebar 8 m untuk jalur lalu lintas 1 jalur 2 arah tidak terbagi. Struktur perkerasan ini akan dipertahankan dan akan dilaksanakan Peningkatan pada bagian sisi kiri dan kanan dengan menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) sehingga diharapkan lebar jalur ini menjadi lebar jalur yang ideal dan dapat

mengurangi beban volume kendaraan pada Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken.

Perkerasan beton/kaku merupakan perkerasan yang terbuat dari struktur beton dengan kekuatan dan mutu yang direncanakan [1]. Dalam merencanakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) hal utama yang menjadi dasar perencanaan adalah perkerasan beton yang direncanakan dapat bertahan sesuai dengan umur dan beban lalu lintas yang direncanakan. Penggunaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada peningkatan Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken dimaksudkan agar perkerasan tersebut secara umur rencana lebih lama yaitu 20 tahun sampai 40 tahun. Selain itu juga penggunaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) cenderung tidak ada perawatan/pemeliharaan selama pertumbuhan beban volume lalu-lintas kendaraan sesuai dengan yang direncanakan.

Penelitian ini bertujuan merencanakan dan mengevaluasi tebal perkerasan kaku pada peningkatan jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken yang mampu memikul beban lalu lintas dengan baik dan aman sesuai dengan umur rencana serta menganalisa penyebab kemacetan pada Ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perkerasan Kaku

Lapis perkerasan beton/kaku adalah sebuah lapis perkerasan jalan raya berupa struktur pelat beton dengan kekuatan dan mutu tertentu [1]. Pelat beton yang dipakai bisa berupa tipe pelat beton yang bersambung atau tidak bersambung, dengan atau tanpa tulangan yang terletak di atas lapis pondasi bawah atau struktur tanah dasar. Selain itu di atas lapis perkerasan beton juga bisa di *finishing* dengan lapis permukaan berupa aspal untuk menambah tingkat kenyamanan ketika berkendara. Persyaratan untuk merencanakan struktur perkerasan kaku adalah perkerasan yang mampu melayani jumlah lalu lintas yang direncanakan sebesar >1.000.000 sumbu kendaraan niaga. Dengan parameter-parameter antara lain:

- Perkiraan besarnya volume lalu lintas berdasarkan jenis dan golongan kendaraan sesuai umur rencana yang direncanakan.
- Kemampuan struktur tanah dasar yang sesuai dengan nilai CBR lapangan dan dinyatakan dalam satuan persen (%)
- Mutu beton sesuai dengan perencanaan.
- Ada atau tidaknya bahu jalan pada rencana perkerasan.
- Tipe perkerasan yang akan digunakan dengan lapis permukaan aspal atau tidak.
- Tipe penyaluran beban yang akan digunakan dalam pelat beton.

Secara garis besar persyaratan teknis yang harus dipenuhi dan diperhatikan dalam merencanakan lapis perkerasan beton dapat dijabarkan dalam beberapa aspek antara lain:

- Kondisi lapis tanah dasar dimana kekuatan struktur tanah dasar dapat dilakukan dengan pengujian CBR lapangan sepanjang ruas jalan yang akan direncanakan. Pengujian ini dilakukan terhadap perencanaan perkerasan jalan baru ataupun lama. Jika nilainya < 2 %, maka diatas lapis struktur tanah dasar harus dilapisi dengan lantai kerja setebal 150 mm. Dengan penambahan lantai kerja setebal 150 mm tersebut, diharapkan nilai CBR tanah dasar efektif sebesar 5% bisa terpenuhi.
- Lapis pondasi tanah dasar/*sub base* dimana penggunaan material lapis pondasi tanah dasar berupa bahan berbutir tanpa ikatan, material berbutir dengan ikatan, campuran beton lantai kerja, atau berupa material pemisah ikatan antara pondasi tanah dasar dengan pelat.
- Lapis perkerasan beton dimana beton harus memiliki kuat tarik lentur sebesar 30-50 kg/cm² atau 3–5 MPa untuk umur beton 28 hari dan 50-55 kg/cm² atau 5–5,5 MPa apabila ditambah campuran serat contohnya serat baja, atau serat karbon. Selain persyaratan tersebut di atas, beton yang digunakan juga harus kuat tarik lentur karakteristik sebesar 0,25 MPa.

- d. Komponen lalu lintas dimana tebal lapisan perkerasan jalan berbanding lurus dengan jenis kendaraan dan jumlah arus lalu lintas yang akan melintasi ruas jalan tersebut. Maka rencana perkerasan ditentukan berdasarkan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga yang ada berdasarkan berat minimal kendaraan niaga yang dihitung adalah 5 Ton konfigurasi sumbu dan umur rencana pada lajur tersebut. Dengan konfigurasi sumbu adalah sebagai berikut: jenis kelompok Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT), jenis kelompok Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG), jenis kelompok Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG), dan jenis kelompok Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG).
- e. Bahu jalan merupakan material berupa lapis pondasi yang strukturnya dapat dilapisi dengan lapisan penutup aspal atau lapisan beton. Jalur lalu lintas dengan bahu jalan akan memberikan pengaruh terhadap perkerasan beton. Akibat dari hal tersebut di atas maka pembuatan bahu beton akan mengurangi tebal pelat dan meningkatkan kinerja perkerasan beton dimana lebar bahu minimum 1500 mm, atau bahu jalan yang bersatu dengan lajur lalu lintas sebesar 600 mm berikut saluran dan kansteen.
- f. Sambungan diperlukan untuk meningkatkan kualitas beton semen yang bertujuan untuk mengendalikan *crack* dan meminimalisir tegangan yang disebabkan oleh reduksi, mengurangi/menghilangkan pengaruh membal beton samen akibat beban yang melintas, mempermudah pelaksanaan pekerjaan, serta mengakomodir aktivitas pelat apabila terjadi muai maupun pergeseran.
- g. Perencanaan tulangan pada pelat beton bertujuan untuk menambah kekuatan pelat beton sehingga lebar retakan dapat dikurangi, mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga akan lebih meningkatkan kenyamanan dan pelat beton yang digunakan bisa lebih panjang, serta meminimalisir biaya perawatan dan pemeliharaan.

2.1 Kriteria Teknis dalam Merencanakan Jalan

Dalam melaksanakan perencanaan jalan terdapat beberapa hal untuk dibutuhkan beberapa parameter/kriteria sebagai pertimbangan dalam hal mengoptimalkan *output* dalam perencanaan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Kriteria klasifikasi jalan yang tertuang dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Nomor 038/T/BM/1997 [2].
- b. Kriteria berdasarkan karakteristik jalan raya meliputi geometrik jalan, komposisi dan pembatas arus, aktivitas hambatan samping, populasi kendaraan dan karakter pengemudi, penggolongan kendaraan, dan satuan mobil penumpang (smp),
- c. Karakteristik arus lalu lintas meliputi kapasitas/daya tampung jalan (C) meliputi nilai kapasitas dasar (C_0), nilai penyesuaian lebar jalur lalu-lintas (FC_w), nilai penyesuaian pemisahan arah (FC_{sp}), nilai penyesuaian hambatan samping (FC_{sf}), dan faktor nilai penyesuaian ukuran kota (FC_c).
- d. Derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara nilai volume lalu lintas maksimal (Q) dengan nilai kapasitas jalan (C).

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken pada tahun 2020 dengan metodologi penelitian yang dilakukan peneliti pada penelitian ini adalah berupa penelitian kuantitatif dengan data yang diperlukan berupa nilai CBR tanah lapangan dan data lalu lintas harian (LHR) yang didapatkan dari observasi dan survei.

Analisa Perkerasan Kaku

Analisa dan evaluasi perkerasan kaku pada pelebaran Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken berdasarkan metode Pd T-14-2003[3] tentang perencanaan perkerasan jalan beton semen yang dikeluarkan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Berikut ini adalah beberapa tahapan-tahapan dalam merencanakan perkerasan kaku meliputi:

1. Menentukan *CBR Design* sebesar 75% lebih besar atau sama [4] untuk jalan perkotaan, kelas II dan kelas III;
2. Menentukan jumlah sumbu kendaraan niaga berdasarkan tipe dan bebannya (JKSNH) dengan menganalisa jumlah sumbu kendaraan niaga yang terjadi;
3. Menentukan pertumbuhan lalu lintas rencana (R);
4. Menentukan jumlah sumbu kendaraan niaga rencana (JSKN);
5. Menentukan jumlah repetisi sumbu yang terjadi;
6. Menentukan tebal lapis pondasi bawah;
7. Menentukan nilai *CBR* efektif;
8. Menentukan tebal perkerasan pelat beton;
9. Cek kekuatan tebal perkerasan pelat beton, setelah oke maka dilanjutkan dengan;
10. Analisa dan perhitungan tulangan meliputi :
 - a. Luas tulangan penampang pelat beton,
 - b. Tulangan untuk sambungan memanjang (*tie bars*)
 - c. Tulangan untuk sambungan batang susut melintang (*Dowel*)

Analisa Kapasitas Jalan

Kapasitas suatu jalan berbanding lurus dengan kinerja lalu lintas sehingga perlu dilakukan analisa dan evaluasi terhadap tingkat pelayanan dari jalan tersebut, serta melakukan penelitian apakah ruas jalan tersebut masih memiliki daya tampung yang sesuai bagi pengguna jalan. Secara garis besar dalam analisa atau evaluasi terhadap kinerja jalan, berikut ini adalah tahapan dalam menentukan nilai kapasitas jalan antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan data geometrik jalan seperti : tipe jalan, fungsi jalan, kelandaian jalan dan lebar efektif jalur rata-rata.
2. Menentukan besarnya arus lalu lintas total (Q) menjadi smp/jam sesuai dengan klasifikasi kendaraan.
3. Menentukan nilai kapasitas jalan.
4. Menentukan derajat kejenuhan dengan membandingkan antara jumlah volume kendaraan (smp/jam) dengan nilai kapasitas jalan.
5. Menghubungkan tingkat pelayanan dengan nilai derajat kejenuhan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisa Perkerasan Kaku (*Rigid pavement*)

Analisa dan pembahasan pada penelitian ini adalah merencanakan desain penulangan perkerasan kaku (*Rigid pavement*) berdasarkan metode Bina Marga Pd T-14-2003, dengan data dan analisa sebagai berikut:

4.1.1 Menentukan *CBR* rencana

dengan nilai dari *CBR* struktur tanah dasar terlampir pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Nilai *CBR* Struktur Tanah Dasar.

STA	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350
Nilai <i>CBR</i> (%)	5,35	5,21	4,37	4,23	4,39	4,37	4,37

Sumber: Data *CBR* Tanah dasar (*Batam Structural Engineering, 2018*)

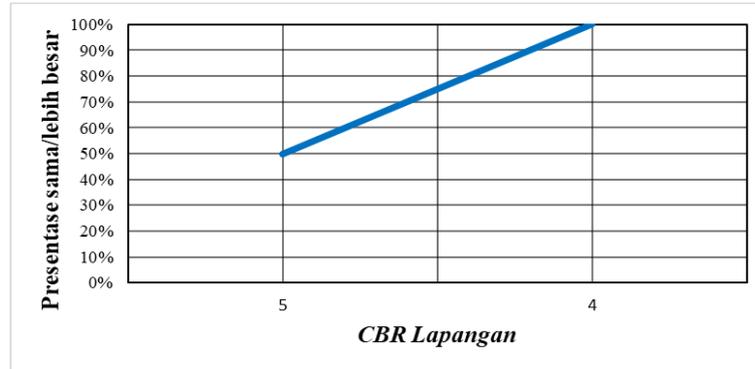
Berdasarkan tabel 4.1 maka penentuan *CBR Design* dengan perhitungan sebagai berikut

Tabel 4.2 Penentuan Nilai *CBR Design*

<i>CBR</i> Lapangan (%)	Jumlah lebih besar atau sama (buah)	Presentase lebih besar/sama (%)
5	2	50,00%
4	4	100,00%

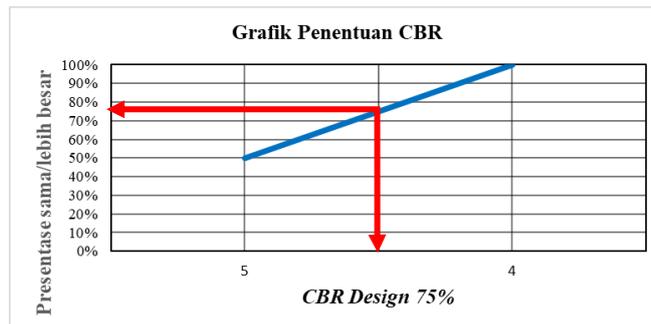
Sumber: Olah data, 2020

Berdasarkan Tabel 4.2, maka dibuat grafik yang menghubungkan antara nilai CBR lapangan (pada sumbu x) dan presentase sama atau lebih besar (pada sumbu y) seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Grafik hubungan CBR lapangan terhadap Presentase lebih besar atau sama

Berdasarkan gambar 4.1, maka pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken ditentukan melalui *CBR design* 75%. Penentuan CBR rencana adalah dengan menarik garis berwarna merah yang menghubungkan antara presentase sama/lebih besar dengan nilai 75% (pada sumbu y) dengan garis biru untuk kemudian ditarik tegak lurus ke bawah untuk mendapatkan nilai *CBR Design* (sumbu x), seperti terlampir dalam gambar di bawah ini :



Gambar 4.4 Grafik Penentuan *CBR Design*

4.1.2 Menentukan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Berdasarkan Tipe dan Bebannya (JKSNH)

a. Analisa Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Jumlah sumbu kendaraan didapatkan dari perkalian antara jumlah kendaraan dengan sumbu kendaraan sesuai dengan golongan atau jenis kendaraan. Dengan perhitungan nilai jumlah sumbu kendaraan seperti terlampir dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu				Jml Kend	Sumbu/ Kend	Jml sumbu
		RD	RB	RGD	RGB			
					(bh)	(bh)	(bh)	
1	Sedan, jeep, St. Wagon (Gol 2)	1,00	1,00		2783	2,00		
2	Pickup, Combi (Gol 3)	1,00	1,00		-	2,00		
3	Truck, micro truck, mobil hantaran (Gol 4)	1,00	1,00		-	2,00		
4	Bus Kecil (Gol 5A)	2,50	2,50		18	2,00	36,00	
5	Bus Besar (Gol 5B)	3,06	5,94		4	2,00	8,00	



No	Tipe Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu				Jml Kend	Sumbu/ Kend	Jml sumbu
		2,82	5,48					
6	Truck ringan 2 sumbu (Gol 6A)	2,82	5,48			117	2,00	234,00
7	Truck sedang 2 sumbu (Gol 6B)	6,19	12,01			59	2,00	118,00
8	Truk 3 sumbu (Gol 7A)	6,25	18,75			65	2,00	130,00
9	Truk Gandeng/Trailer (Gol 7B)	7,56	11,76	-	22,68	1	3,00	3,00
10	Truk Semi trailer (Gol 7C)	5,65	8,48	17,27	-	1	3,00	3,00
TOTAL								532,00

Sumber: Olah data, 2020

Sesuai dengan perhitungan pada tabel 4.3 di atas maka didapatkan nilai jumlah sumbu kendaraan pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken adalah 532 buah. Nilai jumlah sumbu kendaraan ini nantinya sebagai salah satu parameter dalam menentukan:

- sumbu kendaraan niaga rencana (JSKN)
- nilai repetisi beban sumbu pada tiap-tiap sumbu.
- jumlah sumbu kendaraan niaga rencana harian (JSKNH)

b. Analisa Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JKSNH)

Nilai kelompok sumbu kendaraan niaga harian (JKSNH) untuk masing-masing kelompok sumbu adalah sebagai berikut:

STRT = 265,00

STRG = 200,00

STdRG = 67,00

Tabel 4.4 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JKSNH)

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu				Jml Kend (bh)	Sumbu / Kend (bh)	Jml Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
		RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
		1	Sedan, jeep, St. Wagon (Gol 2)	1,00	1,00						2.783,00	2,00		
2	Pickup, Combi (Gol 3)	1,00	1,00			-	2,00							
3	Truk, micro truck, mobil hantaran (Gol 4)	1,00	1,00			-	2,00							
4	Bus Kecil (Gol 5 A)	2,50	2,50			18,00	2,00	36,00	2,50	18,00	2,50	18,00		
5	Bus Besar (Gol 5B)	3,06	5,94			4,00	2,00	8,00	3,06	4,00	5,94	4,00		
6	Truk ringan 2 sumbu (Gol 6A)	2,82	5,48			117,00	2,00	234,00	2,82	117,00	5,48	117,00		
7	Truk sedang 2 sumbu (Gol 6B)	6,19	12,01			59,00	2,00	118,00	6,19	59,00	12,01	59,00		
8	Truk 3 sumbu (Gol 7A)	6,25	18,75			65,00	2,00	130,00	6,25	65,00		18,75	65,00	
9	Truk Gandeng/Trailer (Gol 7B)	7,56	11,76	-	22,68	1,00	2,00	3,00	7,56	1,00	11,76	1,00	22,68	
10	Truk Semi trailer (Gol 7C)	5,65	8,48	17,27	-	1,00	2,00	3,00	5,65	1,00	8,48	1,00	17,27	
TOTAL								532,00	265,00	200,00	67,00	0		

Sumber: Olah Data, 2020

RD = roda bagian depan, RB = roda bagian belakang, RGD = roda gandeng bagian depan, RGB = roda gandeng bagian belakang, BS = beban sumbu kendaraan, JS = jumlah sumbu kendaraan, STRT = kendaraan dengan sumbu tunggal dengan roda tunggal, STRG = kendaraan dengan sumbu tunggal dengan roda ganda, STdRG = kendaraan dengan sumbu tandem dengan roda ganda.

4.1.3 Menentukan Pertumbuhan Lalu Lintas Rencana (R)

Untuk mencari pertumbuhan lalu lintas rencana (R) digunakan rencana umur lalu lintas rencana sebesar 20 tahun dan persen minimum pertumbuhan (i) lalu lintas rencana sebesar 5% dengan perhitungan sebagai berikut:

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

$$R = \frac{(1+5\%)^{20} - 1}{5\%}$$

$$= 33,07$$

Nilai pertumbuhan lalu lintas rencana pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken dengan umur rencana sebesar 20 tahun dan Persen minimum pertumbuhan (i) lalu lintas sebesar 5% adalah 33,07. Nilai pertumbuhan lalu lintas rencana ini nantinya digunakan sebagai salah satu parameter dalam menentukan JSKN.

4.1.4 Menentukan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Rencana (JSKN)

Dengan JSKNH sebesar 532 buah, umur rencana (R) sebesar 20 tahun dan koefisien distribusi kendaraan sebesar 0,475 maka nilai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Rencana (JSKN) adalah $3,049 \times 10^6$ Buah. nilai jumlah sumbu kendaraan niaga rencana (JSKN) nantinya akan dipakai sebagai salah satu parameter dalam menentukan nilai lalu lintas rencana dengan perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga rencana adalah:

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \times C$$

$$= 365 \times 532 \times 33,07 \times 0,475$$

$$= 3,049 \times 10^6 \text{ Buah}$$

4.1.5 Menentukan Jumlah Repetisi Sumbu yang Terjadi

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menentukan jumlah repetisi jumlah sumbu yang terjadi:

Tabel 4.5 Jumlah Repetisi Sumbu Kendaraan yang Terjadi

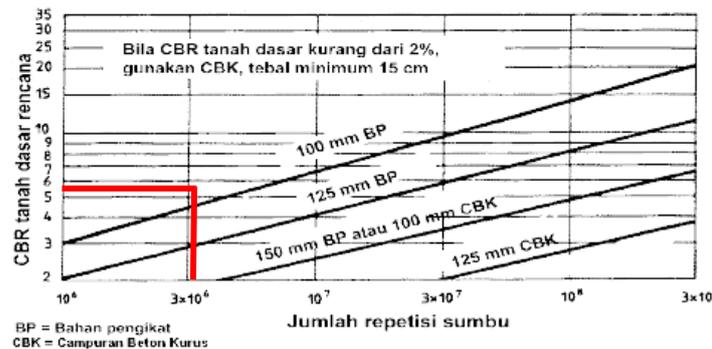
Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Jml Sumbu	Proporsi beban	Proporsi sumbu	Lalu lintas Rencana (bh)	Repetisi yang terjadi (4x5x6)
1	2	3	4	5	6	7
STRT 4	2,50	18,00	0,068	0,50	$3,049 \times 10^6$	103.190,58
STRT5	3,06	4,00	0,015	0,50	$3,049 \times 10^6$	22.931,24
STRT6	2,82	117,00	0,442	0,50	$3,049 \times 10^6$	670.738,75
STRT7	6,19	59,00	0,223	0,50	$3,049 \times 10^6$	338.235,78
STRT 8	6,25	65,00	0,245	0,50	$3,049 \times 10^6$	372.632,64
STRT 9	7,56	1,00	0,004	0,50	$3,049 \times 10^6$	5.732,81
STRT10	5,65	1,00	0,004	0,50	$3,049 \times 10^6$	5.732,81
TOTAL		265,00				
STRG4	2,50	18,00	0,090	0,38	$3,049 \times 10^6$	103.190,58
STRG 5	5,94	4,00	0,020	0,38	$3,049 \times 10^6$	22.931,24
STRG 6	5,48	117,00	0,585	0,38	$3,049 \times 10^6$	670.738,75
STRG 7	12,01	59,00	0,295	0,38	$3,049 \times 10^6$	338.235,78
STRG 9	11,76	1,00	0,005	0,38	$3,049 \times 10^6$	5.732,81
STRG 10	8,48	1,00	0,005	0,38	$3,049 \times 10^6$	5.732,81
TOTAL		200,00				
STdRG8	18,8	65,0	0,970	0,13	$3,049 \times 10^6$	372.632,64

Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Jml Sumbu	Proporsi beban	Proporsi sumbu	Lalu lintas Rencana (bh)	Repetisi yang terjadi (4x5x6)
STdRG9	22,7	1,0	0,015	0,13	$3,049 \times 10^6$	5.732,81
STdRG10	17,3	1,0	0,015	0,13	$3,049 \times 10^6$	5.732,81
TOTAL		67,00				
Jumlah Repetisi Sumbu yang Terjadi						3.049.855,00

Sumber: Olah data, 2020

Nilai jumlah repetisi sumbu yang terjadi untuk nilai proporsi beban pada masing-masing sumbu dengan nilai lalu lintas rencana sebesar $3,049 \times 10^6$ buah adalah $3,049 \times 10^6$ buah. Nilai jumlah repetisi yang terjadi akan digunakan sebagai salah satu komponen dalam menentukan dan nilai CBR efektif dan tebal lapis pondasi bawah.

4.1.6 Menentukan Tebal Lapis Pondasi Bawah



Gambar 4.2. Grafik Penentuan Tebal Lapis Pondasi Bawah

Dari gambar 4.2 diatas, nilai lapis pondasi bawah untuk nilai repetisi sumbu yang terjadi sebesar $3,049 \times 10^6$ buah dan CBR *Design* sebesar 5,5% adalah 100 mm BP (butiran pilihan).

4.1.7 Menentukan Nilai CBR Efektif



Gambar 4.3 CBR Tanah Efektif

Dari gambar 4.3 diatas, Nilai CBR tanah efektif pada untuk nilai lapis pondasi bawah sebesar 100 mm BP dan CBR tanah dasar rencana sebesar 5,5% adalah 15%. Nilai CBR efektif digunakan sebagai salah satu komponen dalam menentukan tegangan ekuivalen dan faktor erosi dalam perencanaan perkerasan kaku.

4.1.8 Menentukan Tebal Perkerasan Pelat Beton

Tebal pelat beton yang dipakai peneliti adalah tebal pelat beton dari perencanaan peningkatan ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken yaitu:

- a. CBR Efektif = 15%



- b. Bahun jalan = ada bahu jalan
- c. Ruji = dengan ruji/beton bertulang
- d. Nilai kuat tekan beton rencana (f_c') = 300 kg/cm²
- e. Nilai kuat tarik lentur (f_{cf}) = $3,13 \times 0,75 \times \sqrt{f_c'}$
= 4,065 Mpa \approx 4 Mpa
- f. Faktor keamanan beban (f_{kb}) = 1
- g. Taksiran tebal pelat beton = 200 mm

4.1.9 Cek Kekuatan Tebal Perkerasan Pelat Beton

Dengan menggunakan data/referensi parameter tersebut di atas, untuk kemudian dilakukan cek kekuatan plat beton dengan memperhitungkan nilai fatik dan erosi, dengan syarat keamanan kekuatan beton adalah jumlah fatik dan erosi yang terjadi kurang dari 100%.

Tabel 4.6 Nilai Faktor Erosi dan Tegangan Ekvivalen untuk Perkerasan dengan Bahu Beton CBR Eff =15%, Tebal Pelat beton = 20 cm

Tebal Slab (cm)	CBR Eff (%)	Faktor Erosi (FE)							
		Tegangan Setara/Ekivalen (TE)				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
20	15	0,87	1,35	1,15	0,9	1,77	2,37	2,43	2,49

Sumber: Buku PdT-14-2003

Tabel 4.7 Analisa Fatik dan Erosi

Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Jml Roda Sumbu	FKB =1	Beban Rencana Per Roda (KN) (2x4)/3	Repetisi Yang Terjadi	Faktor Rasio Tegangan = TE/Fcf	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
							Repetisi Ijin	Presentase Rusak % (6*100)/8	Repetisi Ijin	Presentase Rusak % (6*100)/10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
STRT 4	25,00	2,00	1,00	12,50	103.190,58	TE	TT	-	TT	-
STRT5	30,60	2,00	1,00	15,30	22.931,24	0,87	TT	-	TT	-
STRT6	28,22	2,00	1,00	14,11	670.738,75	FE	TT	-	TT	-
STRT7	61,88	2,00	1,00	30,94	338.235,78	1,77	TT	-	TT	-
STRT 8	62,50	2,00	1,00	31,25	372.632,64	FRT	TT	-	TT	-
STRT 9	75,60	2,00	1,00	37,80	5.732,81	0,22	TT	-	TT	-
STRT10	56,52	2,00	1,00	28,26	5.732,81	TT	TT	-	TT	-
STRG4	25,00	4,00	1,00	6,25	103.190,58	TE	TT	-	TT	-
STRG 5	59,40	4,00	1,00	14,85	22.931,24	1,35	TT	-	TT	-
STRG 6	54,78	4,00	1,00	13,70	670.738,75	FE	TT	-	TT	-
STRG 7	120,12	4,00	1,00	30,03	338.235,78	2,37	8X10 ⁵	42,28	8X10 ⁷	0,42
STRG 9	117,60	4,00	1,00	29,40	5.732,81	FRT	6X10 ⁵	0,96	TT	-
STRG 10	84,78	4,00	1,00	21,20	5.732,81	0,34	TT	-	TT	-
STdRG8	187,50	8,00	1,00	23,44	372.632,64	TE	TT	0,00	TT	-
STdRG9	226,80	8,00	1,00	28,35	5.732,81	1,15	TT	-	3X10 ⁷	0,02
STdRG10	172,70	8,00	1,00	21,59	5.732,81	FE	TT	-	TT	-
						2,43				
						FRT				
						0,29				
TOTAL								43,23 %		0,44 %

Sumber: Olah data, 2020

Berdasarkan tabel 4.7 di atas, maka tebal plat beton sudah sesuai dengan syarat keamanan kekuatan beton yaitu nilai erosi dan fatik yang terjadi kurang dari 100%, dengan Jumlah Persen



rusak pada Analisa Fatik = 43,23 % dan Jumlah Persen rusak pada Analisa Erosi = 0,44 % untuk itu dapat disimpulkan bahwa tebal pelat 20 cm aman untuk digunakan.

4.1.10 Analisa atau Perhitungan Tulangan

1. Data perencanaan

- a. Lebar pelat (L_p) = 4 meter
- b. Panjang Pelat beton (L) = 6,1 m
- c. Tebal pelat (T_p) = 0,2 m
- d. Nilai Koefisien Gesek = 1
- e. Berat Isi Beton (M) = 2400 Kg/m³
- f. Mutu baja (F_s) = U50 ($f_y = 5.000 \text{ Kg/cm}^2 \approx 500 \text{ Mpa}$)
= 0,6 x 500 Mpa
= 300 Mpa
- g. Gravitasi (g) = 9,81 m/dtk²

2. Analisa luas penampang tulangan pada pelat beton

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s}$$

$$A_s = \frac{1 \times 6,1 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2}{2 \times 300}$$

$$= 47,873 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 0,1\% \times T_p \times 1000 \\ &= 0,1\% \times 200 \times 1000 \\ &= 200 \text{ mm}^2/\text{m}' \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan luas penampang tulangan minimum ($A_{s \text{ min}}$) untuk lebar plat arah 6,1meter adalah 200 mm²/m' yang artinya bahwa luas penampang tulangan minimum pada pelat lantai sepanjang 1 m adalah 200 mm².

3. Sambungan memanjang (*tie bars*)

Panjang sambungan batang pengikat (*tie bars*) pada pelat beton tebal 200 mm adalah:

$$\begin{aligned} l &= (38,3 \times \phi) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} \approx 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pemilihan panjang batang pengikat (*tie bars*) sebesar 700 mm adalah untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Sehingga batang pengikat (*tie bars*) yang dipakai pada perkerasana beton ini adalah besi diamemer 16 mm jarak 750 mm dengan panjang 700 mm.

4. Sambungan Batang Susut Melintang (*Dowel*)

Dengan tebal plat beton 200 mm maka *Dowel* yang digunakan adalah:

- a. Diameter dowel = 33 mm
- b. Panjang dowel = 450 mm
- c. Jarak antar dowel = 300 mm

4.2 Analisa Kapasitas Jalan

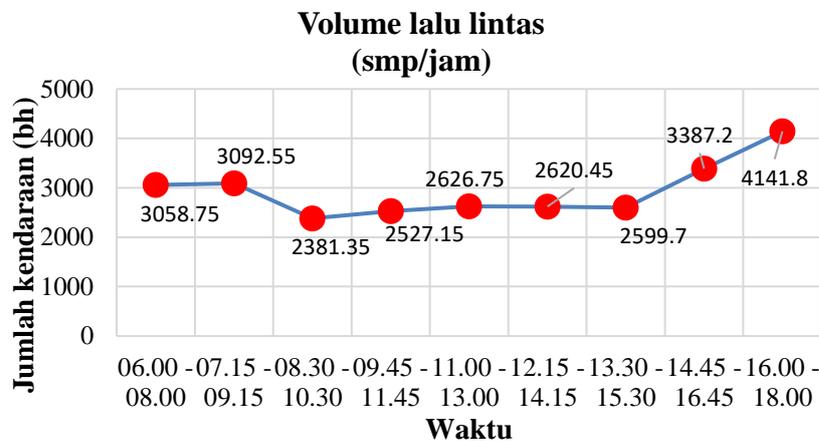
Analisa dan pembahasan pada penelitian ini adalah membahas mengenai kapasitas dan tingkat pelayanan jalan pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken berdasarkan MKJI 1997 [5] dengan menggunakan data survei lalu lintas yang tahun 2019. Berikut ini adalah tahapan dalam menentukan nilai kapasitas jalan dan tingkat pelayanan jalan.

4.2.1 Menentukan Data Geometrik Jalan

- a. Tipe jalan : 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB).
- b. Pembagian jalur : dua lajur 2/2 terbagi rata.
- c. Ukuran lebar jalur efektif : 6 m dengan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB)
- d. Kansteen / Kerb : merupakan kansteen type K-8 dengan ukuran tinggi 30 cm dan panjang 60 cm.
- e. Ukuran lebar bahu jalan : 1,5 m (berupa pedestrian).

4.2.2 Menentukan Nilai Arus Lalu Lintas Total

Pengamatan dan pencacahan volume lalu lintas dilakukan dalam 6 hari, yaitu pada tanggal 16 - 21 September 2019. Pencacahan dilakukan pada jam 07.00 - 08.00, 07.15 - 09.15, 08.30 - 10.30, 09.45 - 11.45, 11.00 - 13.00 12.15 - 14.15, 13.30 - 15.30, 14.45 - 16.45 16.00 - 18.00. Pencacahan dilakukan setiap 15 menit selama 1,5 jam pada tiap-tiap jam. Hasil pencacahan volume lalu lintas diambil masing-masing satu jam puncak dari setiap 1,5 jam pada pagi, siang, dan sore hari tersebut selama 6 hari dengan nilai arus lalu lintas puncak sebesar 4141,8 smp/jam.



Gambar 4.22 Nilai Arus lalu lintas (Q) Arah Bengkong-Simpang Kuda Hari Jumat, 20 September 2019

4.2.3 Menentukan Kapasitas Jalan

Berdasarkan faktor-faktor penentuan kapasitas jalan, maka untuk menentukan nilai kapasitas jalan adalah dengan mengkalikan faktor nilai kapasitas dari masing-masing faktor dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \text{ (bahu jalan)} \times FC_c \\
 &= 2900 \times 0,87 \times 1 \times 0,9 \times 1 \\
 &= 2270,7 \text{ smp/jam.}
 \end{aligned}$$

4.2.4 Menentukan Nilai Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken dapat diketahui dengan cara membagi nilai volume lalu lintas maksimal (Q) dengan nilai kapasitas jalan (C) yang telah didapat, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 DS &= Q/C \\
 &= 4418 / 2270,7 \\
 &= 1,940
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan derajat kejenuhan di atas diperoleh fakta bahwa nilai derajat kejenuhan pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken adalah 1,94. maka dapat disimpulkan bahwa derajat kejenuhan ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken sudah melewati nilai 1 (satu) yang artinya bahwa kondisi arus lalu lintas sudah mendekati titik jenuh.



5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisa data pada perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada Peningkatan Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken, peneliti memperoleh beberapa kesimpulan diantaranya adalah mutu beton yang digunakan pada perencanaan adalah beton dengan mutu K-350, sedangkan hasil evaluasi adalah beton dengan mutu K-300, lapis pondasi tidak digunakan pada perencanaan, sedangkan hasil evaluasi digunakan lapis pondasi berupa butiran pilihan dengan tebal 100 mm, besi dowel yang digunakan pada perencanaan adalah diameter 25 mm jarak 300 mm panjang 450 mm, sedangkan hasil evaluasi diameter 33 mm jarak 300 mm panjang 450 mm, tulangan anyam/*wire mash* yang digunakan pada perencanaan dan hasil evaluasi sama yaitu menggunakan *wire mash* A8-200, tulangan *tie bars* yang digunakan pada perencanaan adalah diamemer 16 mm, panjang 800 mm dan jarak 600 mm, sedangkan hasil evaluasi adalah diamemer 16 mm, panjang 750 mm dan jarak 700 mm, tebal pelat perkerasan kaku yang digunakan pada perencanaan dan hasil evaluasi sama yaitu menggunakan tebal pelat 200 mm, ruas Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken merupakan perkerasan lentur yang hanya memiliki lebar 8 m untuk jalur lalu lintas 1 jalur 2 arah tidak terbagi, tingginya nilai arus lalu lintas pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken sebesar 4418 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan pada ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken adalah 1,94 dimana ruas Jalan Simpang Patung Kuda – Simpang Bengkong Seken sudah melewati nilai 1 (satu) yang artinya bahwa kondisi arus lalu lintas sudah mendekati titik jenuh.

Daftar Pustaka

- [1] Shirley L Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung. Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2000.
- [2] Direktorat Jendral Bina Marga, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 038/T/BM/1997*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1997.
- [3] Departemen permukiman dan Prasarana Wilayah, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14-2003*. Jakarta: Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, 2003.
- [4] Erizal, DR, *Mata Kuliah Rekasaya Jalan Beton Asfalt*. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2010.
- [5] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)* Jakarta: Bina Karya, 1997.