

Analisis Penyebab Kerusakan Jalan Serta Desain Ulang Tebal Perkerasan Kaku Dengan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (Studi Kasus : Jalan Jenderal Sudirman, Desa Api-Api, Kec. Bandar Laksamana)

Hendra Saputra¹, Vera Riyani²
Dosen Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis¹
Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis²
hendrasaputra@polbeng.ac.id¹, rianivera6@gmail.com²

Abstract

Pavement layer serves to receive and spread the burden of traffic without causing significant damage, where the pavement must have quality and thickness that can reduce damage due to vehicle loads. At present, the pavement conditions of Jalan Jendral Sudirman, precisely in Api-Api Village, Bandar Laksamana Subdistrict have been damaged, so it is necessary to evaluate the existing pavement conditions and to re-design the rigid pavement thickness to replace the existing flexible pavement thickness so that it can serve heavy traffic loads. This research aims to analyze the causes of pavement damage, identify the type and extent of existing pavement damage and redesign the thickness of the rigid pavement. The method to redesign the pavement thickness is using the Manual Desain Perkerasan Revisi September 2017, while to identify the type and level of pavement damage using the Pavement Condition Index (PCI) method. The results of this research indicate that the pavement damage that occurs on the sections of the roads is caused by the overload of vehicles (MST > 8 tons) which on the road is a collector road that can only be traversed by a maximum axle load (MST) of 8 tons. The level of damage that occurs is dominated by hole damage, longitudinal/transverse cracks and crocodile cracks. After analyzing the calculations using the PCI method, the PCI value obtained for bad conditions at STA 500-600 is 33.33 and for good conditions at STA 600-700 is 79. Based on the CBR value the field obtained by aggregate foundation A class thickness is 125 mm and 200 mm thick rigid pavement with K-300 kg / cm² concrete quality.

Keywords : PCI, CBR, Pavement

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertambahan kepemilikan kendaraan, diiringi dengan kemajuan dibidang industri dan perdagangan, serta distribusi barang dan jasa menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas. Peningkatan volume lalu lintas ini menyebabkan terjadinya pendistribusian beban berlebih (*overload*) kendaraan pada jalan sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan- kerusakan pada ruas maupun badan jalan yang mengurangi kenyamanan saat berkendara. Peningkatan status atau fungsi jalan juga tidak diiringi dengan pengawasan oleh pihak terkait yang menyebabkan kendaraan yang melewati ruas jalan tidak sesuai dengan spesifikasi kelas jalan tersebut.

Kondisi perkerasan Jalan Jendral Sudirman Desa Api-Api kecamatan Bandar Laksamana sering dilalui oleh kendaraan bermuatan berlebih (*overload*), hal ini disebabkan karna ruas jalan tersebut merupakan jalan lintas menuju kota Dumai yang merupakan kota industri. Untuk mengatasi kondisi yang terjadi perlu dilakukan analisa penyebab kerusakan jalan serta melakukan desain ulang tebal perkerasan dengan menggunakan Metode Manual Perkerasan Jalan Revisi September 2017 agar mampu memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman untuk kondisi sekarang dan masa yang akan datang, dimana selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dimana Misriani, (2018) dengan judul perencanaan tebal perkerasan jalan beton semen menggunakan metode Binamarga 2003 (pd T-14-2003) dan Bina Marga 2017 (revisi Juni 2017) (studi kasus jalan H.Ilyas, Kecamatan Bengkalis). Perencanaan tersebut menggunakan Metode Bina Marga 2003 dan Bina Marga terbaru (Bina Marga 2017) namun pada penelitian belum menjelaskan secara spesifik penyebab terjadinya kerusakan jalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

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 kaku dan modulus elastisitas yang tinggi, yang akan mendistribusikan beban ke tanah dasar sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari pelat beton sendiri (Suryawan, 2009). Fungsi utama perkerasan kaku adalah untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, dimana selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk itu perkerasan kaku harus mampu :

- a. Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (sebagai akibat dari beban lalu lintas) sampai batas-batas yang mampu dipikul tanah dasar tanpa menimbulkan lendutan atau penurunan yang dapat merusak perkerasan sendiri.
 - b. Direncanakan dan dibangun sedemikian rupa sehingga mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan tanah dasar serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan
- Perencanaan teknis dalam perencanaan Perkerasan Kaku menurut Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen sesuai dengan Metode Manual Perkerasan Jalan Revisi September 2017 Nomor 02/M/BM/2017 sebagai berikut:

- a. Umur Rencana
Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan yang mengacu pada Manual Perkerasan Jalan.

Tabel 1. Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan. <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis fondasi beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

- b. Pemilihan Jenis Perkerasan
Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada Tabel 1 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

Tabel 2. Pemilihan jenis perkerasan (UR)

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 fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1.2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1.2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Pengujian CBR laboratorium dilakukan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar fondasi bawah dan fondasi atas, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan.

a. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan diantaranya cetakan-cetakan berupa silinder dari logam dengan ukuran diameter bagian dalam ($152,40 \pm 0,66$) mm dan tinggi ($177,80 \pm 0,46$) mm, keeping pemisah dari logam, penumbuk, arloji ukur berkapasitas 25 mm, Piston penetrasi dari logam berpenampang lingkaran dengan diameter ($49,63 \pm 0,13$) mm, peralatan pembebanan dan bak ukur.

b. CBR pada kadar air optimum

Tiga contoh benda uji dipadatkan sedemikian rupa sehingga densitas kering berkisar antara 95% (atau lebih kecil) sampai 100% (atau lebih besar) dari densitas kering maksimum yang ditentukan.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Studi kasus penelitian ditetapkan pada akses Jalan Jendral Sudirman Desa Api- Api – Desa Parit 1 Api-Api kecamatan bandar laksamana. Pada penelitian ini, panjang jalan yang diteliti yaitu dimulai dari STA 0+000 + 1+000.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

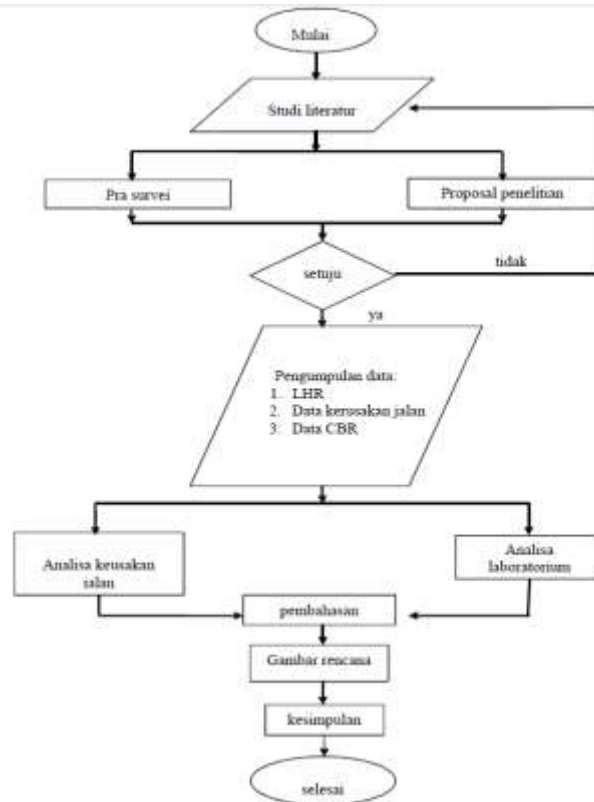
Alat dan Bahan

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 pilox.

Tahapan Penelitian

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

- a. 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
- b. Penentuan Lokasi
Penentuan lokasi sebagai aspek penting agar diperoleh data yang dibutuhkan merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Jendral Sudirman Desa Api- Api – Desa Parit 1 Api-Api kecamatan bandar laksamana, dimulai dari STA 0+000 s/d STA 1+000.
- c. Pengumpulan Data
Data yang dikumpulkan merupakan data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian. Adapun data-data yang diperoleh dari lapangan yaitu data CBR eksisting lapangan, Lintas Harian Rata-Rata (LHR), data geometric jalan dan data kerusakan jalan.
- d. Tahap Perencanaan
Metode penelitian ini menggunakan beberapa pendekatan diantaranya:
 - Perencanaan tebal perkerasan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017.
 - Pengambilan sampel data CBR lapangan menggunakan alat DCP, sedangkan pengambilan sampel data CBR dilaboratorium adalah sampel tanah yang di ambil dilapangan kemudian dilakukan pengujian di laboratorium tanah teknik sipil, Politeknik Negeri Bengkalis
 - Penentuan jenis kerusakan jalan menggunakan metode Bina Marga



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

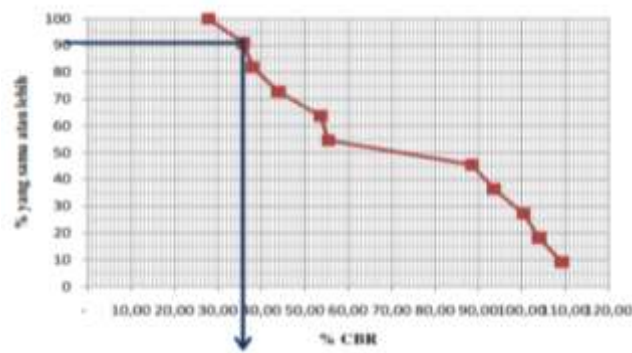
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian CBR lapangan dengan menggunakan alat DCP

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Lapangan

Rekapitulasi Nilai CBR	
STA	CBR %
0+000	100,39
0+100	43,96
0+200	93,57
0+300	37,99
0+400	88,47
0+500	27,83
0+600	55,43
0+700	35,89
0+800	109,20
0+900	104,03
1+000	53,70

No	CBR %	Nilai Yang Sama Atau Lebih Besar	Persen Yang Sama Atau Lebih Besar
1	27,83	11	100%
2	35,89	10	94%
3	37,99	9	88%
4	43,96	8	81%
5	53,70	7	75%
6	55,43	6	69%
7	88,47	5	63%
8	93,57	4	56%
9	100,43	3	50%
10	104,03	2	44%
11	109,20	1	38%



Gambar 3. Penentuan CBR Lapangan Dengan Metode Grafis

Dari Gambar 3, diperoleh CBR 90% adalah 36 %. Nilai CBR desain dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai CBR desain} &= \text{CBR}_{\text{hasil pengujian DCP}} \times \text{faktor penyesuaian} \\ &= 3,76 \% \times 0,90 = 32,4 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan Bagan Desain 2-Desain Fondasi Jalan Minimum pada Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017, maka struktur fondasi jalan yaitu agregat base A dengan tebal 125 mm.

Hasil pengujian nilai CBR Laboratorium

Analisa data yang diperoleh dari pengujian CBR laboratorium dapat dilihat tabel berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil CBR Laboratorium

Jumlah Pukulan	Nilai CBR
10 Pukulan	103,72
15 Pukulan	53,65
56 Pukulan	55,8

(Sumber : pengolahan data di Laboratorium Tanah Teknik Sipil)

Tabel 5. Kriteria Kerusakan Berdasarkan Nilai CBR

CBR (%)	KETERANGAN
0 – 3	sangat buruk
3 – 7	Buruk
7 – 20	Sedang
20 – 50	Baik
> 50	sangat baik

(sumber : wesley)

Berdasarkan hasil pengujian nilai CBR Laboratorium yang disajikan pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tanah pada lokasi penelitian dikategorikan sangat baik.

Analisa Kerusakan Jalan

Analisa kerusakan jalan dilakukan dengan cara identifikasi jenis kerusakan di lapangan sesuai dengan panduan Bina Marga. Data analisa kerusakan diambil dengan jarak per STA 100 m. Hasil analisa kerusakan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Berdasarkan hasil analisa kerusakan jalan yang disajikan pada Tabel 6 bahwa kondisi perkerasan pada lokasi penelitian adalah fair. Hasil ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan rehabilitasi/perbaikan untuk kenyamanan pengendara.

Tabel 6. Hasil Analisa Kerusakan Ruas Jalan

No.	STA	PCI	Keterangan
1	0+000 - 0+100	44	Fair
2	0+100 - 0+200	51,75	Fair
3	0+300 - 0+400	39	Poor
4	0+400 - 0+500	43	Fair
5	0+500 - 0+600	33,33333	Poor
6	0+600 - 0+700	79	Very Good
7	0+700 - 0+800	64	Good
8	0+800 - 0+900	51,00	Fair
9	0+900 - 1+000	35,75	Poor

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

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

Tabel 7. Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

No	Uraian	Ket.
1	CBR	32,4 %
2	Kelas Jalan	Kolektor
3	Umur Rencana (UR)	40 Tahun
4	Tingkat Pertumbuhan tahunan	3.5%
5	Lebar Jalur Perkerasan	3,75x2= 7 m
6	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	0,5
7	Faktor Keamanan Beban (Fkb)	1
8	Kuat Tekan Beton K-300	24,9 Mpa
9	Kuat Tarik Lentur Beton (fcf)	3,75 Mpa
10	Perkiraan LHR 2 Lajur 2 Arah	
	Mobil pribadi, Pick Up	1860 kend
	Truk 2 as 4R(6A)	34 kend
	Truk 2 as 6R(6B)	70 kend
	Bus Besar	10 kend
	Truck 3 as	16 kend
	Truk 6 sumbu – trailer	10 kend

Analisa Beban Lalu Lintas

Perhitungan pembebanan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Analisa Pembebanan Lalu Lintas

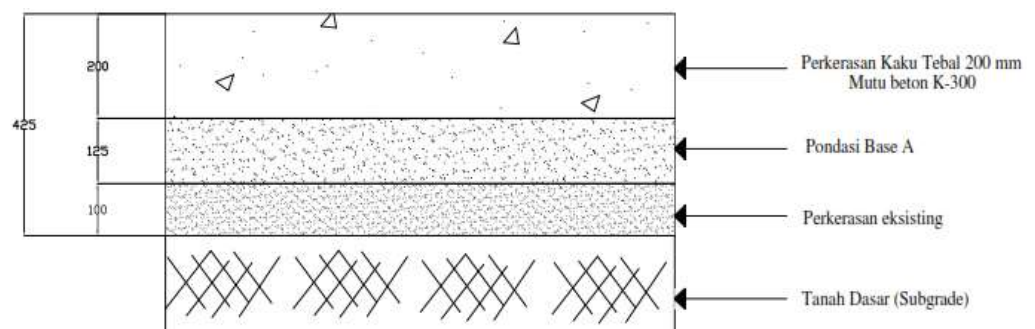
Jenis Kendaraan	LHR rata-rata 2 arah thn 2019	LHR 2020	Jenis Kel. Sumbu	Kelompok Sumbu 2020	Jumlah Kelompok Sumbu 2020-2060
Mobil Penumpang, pick up	1860	1926	-	-	-
Truk 2 as 4R(6A)	34	36	2	72	1.110.987,00
Truk 2 as 6R(6B)	70	73	2	146	2.252.834,75
Bus Besar	10	11	2	22	339.468,25
Truck 3as	16	17	3	51	786.949,13
Truk 6 sumbu – trailer	10	17	6	102	1.573.898,25
jumlah	2000	154		393	6.064.137,38

Struktur Perkerasan Pada Lajur Utama

Tabel 9. Pemilihan Struktur Perkerasan

	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		ya		
LMC		Tidak dibutuhkan		
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)		125 mm		
Jarak sambungan melintang		4 m		

Struktur Perkerasan



Gambar 4. Struktur Perkerasan Hasil Perencanaan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian CBR lapangan, CBR laboratorium, analisa kerusakan perkerasan serta perhitungan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan Manual Perkerasan Jalan revisi September 2017 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan dari hasil pemantaun lapangan bahwa kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut melebihi muatan sumbu 8 ton. Ruas jalan api-api adalah termasuk jalan kolektor yang mana muatan sumbu kendaraan yang diijinkan maksimal 8 ton, hal inilah yang menyebabkan terjadinya kerusakan jalan tersebut.
- 2) Dari hasil pengujian CBR di lapangan dengan menggunakan alat DCP dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tanah dasar disekitar lokasi penelitian adalah 36%, ini menunjukkan bahwa kondisi tanah dasar baik dan memenuhi ambang batas nilai CBR tanah dasar untuk perkerasan kaku minimal 6%.
- 3) Kerusakan yang terjadi didominasi oleh kerusakan lubang, retak memanjang/melintang dan retak buaya. Setelah dilakukan analisa perhitungan menggunakan metode PCI, didapat nilai PCI untuk kondisi buruk pada STA 500-600 sebesar 33,33 dan untuk kondisi baik pada STA 600-700 sebesar 79

- 4) Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 diperoleh tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 125 mm dan tebal perkerasan kaku sebesar 200 mm dengan mutu beton K-300 kg/cm².
- 5) Direncanakan menggunakan Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) anyaman *welded wiremesh*, tulangan memanjang menggunakan diameter 8 mm dengan jarak 200 mm, tulangan melintang menggunakan diameter 8 mm dengan jarak 250 mm, batang pengikat (*tie bar*) diameter 12 mm dengan panjang 600 mm, jarak antar *tie bar* 750 mm dan tulangan Ruji (*dowel*) berdiameter 25 mm dengan panjang 450 mm dan jarak 300 mm.

Saran

Perlu dilakukan pengujian lendutan balik dengan menggunakan alat *Benkelmen Beam/Falling Weight Deflector* (FWD) untuk mendapatkan ketebalan lapisan overlay serta evaluasi kondisi eksisting struktur perkerasan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Binamarga, (2003) *Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Tahun 2003.
- Binamarga, (2017) *Manual Desain Perkerasan Perkerasan Jalan 2017 Revisi September 2017*, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat.
- Indonesia Integrated Road Management Systems (IIRMS), (2005) *Panduan Penetapan CBR Lapangan Melalui Pengujian Dengan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer)*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Peraturan Daerah Kabupaten Bengkalis, (2016) *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Bengkalis Tahun 2016-2021*, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bengkalis
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum, (2010) *Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Principles of pavement design by Yoder & Witczak*, (1975)
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum, (2010) *Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, Kementerian Pekerjaan Umum