

KAJIAN KARAKTERISTIK MEKANIK ROLLER COMPACTED CONCRETE (RCC) SEBAGAI BAHAN PERKERASAN JALAN

Sukmawan Hendriyanto¹

Abstract

RCC concrete pavement is concrete pavement that has durability, economic value, long life and low maintenance service life. In this study conducted in the field compaction with baby roller more or less as much as 3-5 times the trajectory, and retrieval of test specimen cubes (10x10x10) and beam (10x10x30), with a concrete cutting tools. Taking a test specimen in the laboratory of conventional concrete cubes (15x15x15). The composition of mixtures used were water: sand: split: cement is 108:811:1217:300 (kg/m³). Variations in the age of treatment (7,14,21 and 28 days), and performed two tests, namely: the testing of compressive strength and lentur. Hasil tensile strength showed that the mixture of the same compressive strength and flexural strength RCC is higher than conventional concrete., more economical, faster utilization after the implementation of the work. Compressive strength obtained at 28 days was 29.25 MPa and 5.14 MPa flexural tensile strength, is still included in the range required by the ACI (American Concrete Institute) that the range of tensile strength for RCC split between 400 (2.75 MPa) and 600 psi (4.13 MPa) at 28 days, for compressive strength are eligible for RCC mixtures where, according to the specifications for RCC of the PCA (Portland Cement Association) where the requirements are between 28 MPa - 69 MPa.

Keywords: RCC, baby roller, kuat tekan, kuat tarik lentur belah.

Abstrak

Perkerasan beton RCC merupakan perkerasan beton yang mempunyai daya tahan, bernilai ekonomis, umur layan panjang dan pemeliharaan rendah. Pada penelitian ini pemasangan dilakukan di lapangan dengan baby roller sebanyak lebih kurang 3-5 kali lintasan, dan pengambilan benda uji bentuk kubus (10x10x10) dan balok (10x10x30), dengan alat pemotong beton. Pengambilan benda uji beton konvensional di laboratorium bentuk kubus (15x15x15). Komposisi campuran yang digunakan adalah air:pasir:split:semen adalah 108:811:1217:300 (kg/m³). Variasi umur perawatan (7,14,21 dan 28 hari), dan dilakukan dua pengujian, yaitu : pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada campuran yang sama kuat tekan dan kuat lentur RCC lebih tinggi daripada beton konvensional., lebih ekonomis, lebih cepat pemanfaatannya setelah pelaksanaan pekerjaan. Kuat tekan yang didapat pada umur 28 hari adalah 29,25Mpa dan kuat tarik lentur 5,14 MPa, masih masuk dalam kisaran yang disyaratkan oleh ACI (American Concrete institute) bahwa kisaran kuat tarik belah untuk RCC antara 400 (2,75 MPa) dan 600 psi (4,13 MPa) pada 28 hari, untuk kuat tekan sudah memenuhi syarat untuk campuran RCC dimana menurut spesifikasi untuk RCC dari PCA (Portland Cement Association) dimana persyaratannya antara 28 MPa – 69 MPa.

¹ Kepala Bidang Bina Marga Kabupaten Lampung Barat
Email : myzahraku@yahoo.co.id

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis perkerasan jalan kaku yang mulai dikembangkan adalah jenis perkerasan *Roller Compacted Concrete* (RCC), yaitu perkerasan beton yang dibuat dengan cara digilas dengan menggunakan alat pematat dan campuran beton dengan slump nol (*zero slum*). Pada perkerasan beton jenis *Roller Compacted Concrete*, hasil pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dapat dipergunakan dibandingkan dengan perkerasan beton konvensional, tidak memerlukan tulangan untuk sambungan-sambungan perkerasan dan tidak memerlukan bekisting (*formwork*) maupun penyelesaian akhir (*finishing*).

Perkerasan beton *Roller Compacted Concrete* merupakan perkerasan beton yang mempunyai daya tahan, bernilai ekonomis umur layan panjang dan tingkat pemeliharaan rendah.

Penggunaan teknologi *Roller Compacted Concrete* sebagai bahan perkerasan jalan di Indonesia hingga saat ini masih sangat minim dibandingkan dengan perkerasan beton konvensional yang mulai banyak diterapkan. Padahal teknologi ini cukup menjanjikan untuk dapat mengatasi berbagai kendala dari perkerasan aspal. Namun demikian, untuk menghasilkan beton yang mempunyai sifat-sifat dan kekuatan yang sesuai standar hingga saat ini data karakteristik dan komposisi yang dipakai pada RCC belum banyak dikembangkan dan diaplikasikan secara luas di Indonesia.

Tabel 1. Perbandingan Perkerasan Beton Semen dan Perkerasan Aspal

No	Uraian	Perkerasan Aspal	Perkerasan Beton Semen
1	Konstruksi	multilayer	single layer
2	Kekakuan	rendah	Tinggi
3	Tekstur	halus	Kasar
4	Peranan tanah dasar	besar	Kecil
5	Penyebaran beban	sempit	Lebar
6	Umur	< 20 tahun	> 20 tahun
7	Proses pelapukan (weathering)	cepat	Lambat

Sumber : Sudjono, 2005.

Banyak perkerasan RCC yang telah dilaksanakan di berbagai belahan dunia. Penggunaan RCC di Amerika Utara dimulai pada awal tahun 1940 an. Salah satu pelopor perkerasan RCC di Amerika adalah The Army Corps of Engineers (USACE). Mereka menggunakan RCC sebagai pengujian perkerasan jalan untuk tank dan peralatan berat lainnya, diantaranya untuk Pelabuhan Kontainer (Conley Terminal, Boston, MA, USA, 1986), Fasilitas Multimoda (Intermodal Terminal, Burlington Northern Santa Fe Railroad, Denver, CO, USA, 1986), Fasilitas Industri Berat, seperti industri perkayuan dan fabrikasi otomotif. (Log sorting yard, Port McNeill, Vancouver Island, B. C., Canada, 1978 dan Internal roads at an automobile plant, Spring Hill, TN, USA, 1988).

Pada tahun 1980, The U.S Army Corps of Engineers (USACE) melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan perkerasan RCC untuk pekerjaan yang lebih besar. Wilayah Fort Lewis untuk rocket dan kendaraan panjang dibangun pada tahun 1985 setelah dilaksanakan beberapa percobaan dan evaluasi.

Karakteristik Mekanik Beton

A. Kuat Tekan

Kuat tekan beton normal antara 20 – 40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh : faktor air semen (water cement ratio = w/c), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecahan (workability), perawatan (curing) beton dan umur beton.

Untuk mengetahui kuat tekan beton perlu adanya uji tekan yang dilakukan terhadap benda uji tersebut hingga mengalami kehancuran. Besarnya kuat tekan dari tiap benda uji dapat dicari dengan rumus :

$$f_{c'} = \frac{P}{A} \quad [1]$$

dengan :

$f_{c'}$ = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = gaya tekan beton (kg)

A = luas penampang hancur benda uji (cm²)

B. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik di dalam lentur, yang dikenal sebagai modulus runtuh (*modulus of rupture*) adalah kekuatan beton yang mengakibatkan terjadinya keruntuhan akibat dicapainya regangan runtuh.

Untuk mengetahui kuat tarik lentur benda uji digunakan rumus :

$$f_{cb} = \frac{PL}{bd^2} \quad [2]$$

dengan :

f_{cb} : tegangan lentur (kg/cm²)

P : beban maksimum yang mampu ditahan (kg)

L : panjang bentang (cm)

b : lebar balok (cm)

d : tinggi balok (cm)

Tabel 2. Hasil-hasil penelitian lain yang mendukung

No	Peneliti	Penggunaan Material	Hasil
1	O J (John) Lane dari Iowa Departement of Transportation (1989)	Semen : 7% Fly Ash :7% Perbandingan Agregat kasar dan halus : 60 : 40	Kuat tekan : 20,95 Mpa
2	Tennessee Ready Mixed Concrete Association	Semen : 400 lb faktor air semen: 28-33	Kuat tekan : 21,13 Mpa
3	Sasana Putra, ST.MT dan Ir. Ahmad Lianurzen, MT	Rasio agregat: 50:50 Faktor air semen: 0,3	Kuat tekan : 34,37 Mpa Kuat tarik lentur : 3,89 Mpa.
4	Nader Havest Amer, 2007	Semen 350 kg/m ³ (11%) Fly ash : 30 kg/m ³ air : 94,8 ltr (4,1%) Agregat : 66%: 34% Persentase agregat total : 86 % Faktor air semen : 0,45	Kuat tekan : 45,9 Mpa

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Liwa untuk pembuatan bahan uji dan di Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung untuk analisis material dan pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur beton. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2011.

Bahan-bahan yang dipergunakan pada penelitian ini adalah bahan-bahan untuk membuat campuran beton yaitu semen, pasir, batu pecah dan air.

Peralatan yang dipakai untuk pembuatan benda uji, berupa mesin gilas mini (baby roller) dengan spesifikasi operating weight 810 kg, total force 2,1 ton, drum width 650 mm, drum diameter 420 mm, concrete cutter, beton molen, mold beton kubus, vibrator, alat slump test, peralatan pertukangan lainnya (ember, dolak, plastik dan lain-lain).

Peralatan yang dipakai pada pengujian benda uji berupa satu set ayakan dengan motorized dynamic sieve shaker, third point loading test, mesin uji tekan (compression testing machine), timbangan.

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian atas benda uji-benda uji yang telah dibuat dengan mempergunakan alat uji kuat tekan (Compression Testing Machine) untuk menghasilkan nilai kuat tekan dan uji third point loading untuk menghasilkan nilai modulus runtuh dari tiap-tiap benda uji. Dari hasil percobaan peneliti akan melihat bagaimana karakteristik mekanik RCC terhadap nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur serta karakteristik beton tanpa dilakukan pemanjangan (konvensional) dengan takaran campuran yang sama.

Pengujian dilakukan berdasarkan umur masing-masing jenis benda uji yaitu umur 7, 14,21 dan 28 hari untuk melihat perkembangan kenaikan nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur yang dihasilkan.

2.2 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

Komposisi RCC yang pergunakan dalam penelitian ini mengadopsi komposisi yang dipergunakan oleh SAVKO, sebuah perusahaan konstruksi yang berpengalaman dalam pelaksanaan perkerasan jalan RCC (Nader H. Amer, 2007, hal 17).

Tabel 3. Komposisi Campuran yang digunakan

Material	Kg/m3
Air	108
Pasir	811
Split	1217
Semen	300

Ket : Komposisi berdasar komposisi SAVKO

Setelah semua bahan dan peralatan siap serta proporsi masing bahan yang akan menjadi campuran ditetapkan maka dilaksanakan pembuatan benda uji yang dilakukan di Liwa.

Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan alat beton molen sebanyak 2 buah. Setelah campuran beton tercampur, dilaksanakan uji slump test untuk memastikan bahwa campuran bernilai slump nol kemudian dilaksanakan penuangan ke lokasi pembuatan benda uji dan dituangkan juga ke cetakan kubus. Setelah dituangkan ke lokasi sampai dengan ketebalan yang cukup dilakukan pemandatan dengan menggunakan alat pemandat baby roller. Pemandatan dilakukan lebih kurang 5 sampai dengan 10 menit setelah penghamparan. Pada pemandatan awal dilakukan 3 lintasan dengan baby roller dan dilakukan pemeriksaan kemiringan atau kerataan permukaan. Segera setelah pemandatan awal dilakukan pemandatan kedua dengan 2 kali lintasan serta memastikan ketebalan yang dikehendaki. Pengambilan benda uji dilakukan dengan memotong benda uji sesuai dengan menggunakan alat pemotong beton (concrete cutter).

Bentuk dan jumlah benda uji yang akan dibuat untuk penelitian ini adalah seperti pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Rencana Pembuatan Benda uji

RCC	Bentuk benda uji (Kode)	Pengujian (hari)								Jumlah	Ukuran (Cm)		
		Kuat Tekan				Kuat Tarik Lentur							
		7	14	21	28	7	14	21	28				
Dengan Pemandatan (Baby Roller)	Kubus (KR)	3	3	3	3					12	10x10x10		
	Balok (BR)					3	3	3	3	12	10x10x30		
Beton Konvensional	Kubus (KK)	3	3	3	3					12	15x15x15		

Keterangan :

KR : Kubus Rolled (3 benda uji per hari pengujian, KR.1, KR.2 dan KR.3)

BR : Balok Rolled (3 benda uji per hari pengujian, BR .1, BR.2 dan BR.3)

KK : Kubus Konvensional (3 benda uji per hari pengujian, KK .1, KK.2 dan KK.3)

2.3 Pemeriksaan Benda Uji Di Laboratorium

Benda uji yang telah dipotong dan yang ada di cetakan balok dan kubus dibawa ke laboratorium Universitas Lampung untuk selanjutnya di uji kuat tekan dan kuat lenturnya berdasarkan umur benda uji yaitu 7, 14, 21 dan 28 hari.

Pengujian kuat tekan RCC dilakukan dengan alat uji kuat tekan (Compression Testing Machine) dengan benda uji berbentuk kubus berukuran 10x10 cm dengan jumlah benda uji masing-masing hari sebanyak 3 buah.

Pengujian kuat lentur RCC dilakukan dengan alat uji third point loading dengan sampel berbentuk balok berukuran 10x10x30 cm dengan jumlah benda uji masing-masing hari sebanyak 3 buah.

Pengujian kuat tekan beton konvensional dilakukan dengan alat uji kuat tekan (Compression Testing Machine) dengan benda uji berbentuk kubus berukuran 15x15 cm dengan jumlah benda uji masing-masing hari sebanyak 3 buah.

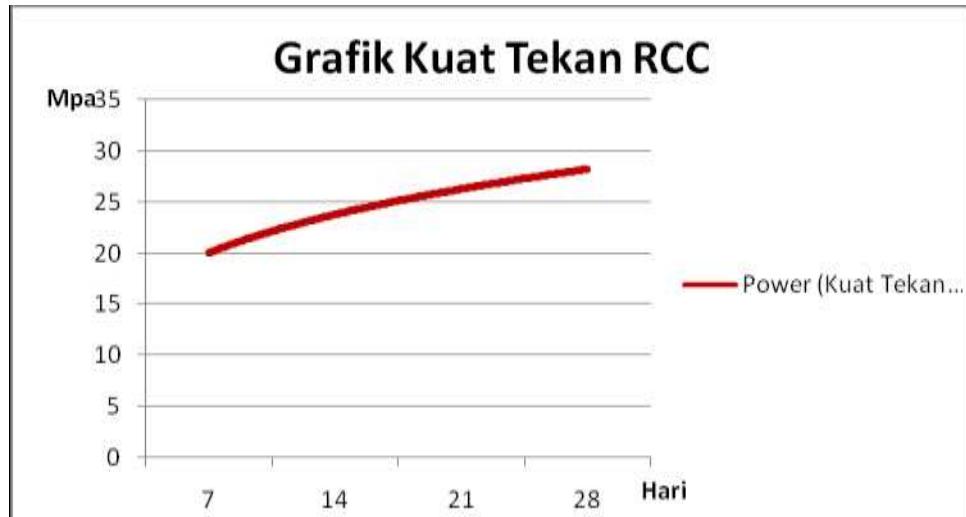
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Kuat Tekan Beton RCC

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton keras atau benda uji 7,14,21 dan 28 hari masing-masing sebanyak 3 benda uji dengan alat uji tekan di laboratorium Teknik Sipil Unila. Benda uji terdiri dari benda uji kubus untuk jenis beton konvensional dan beton RCC.

Tabel 5. Nilai Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Kubus RCC

Kode Benda uji	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
Umur 7 hari	20,547
Umur 14 hari	22,659
Umur 21 hari	25,997
Umur 28 hari	29,247



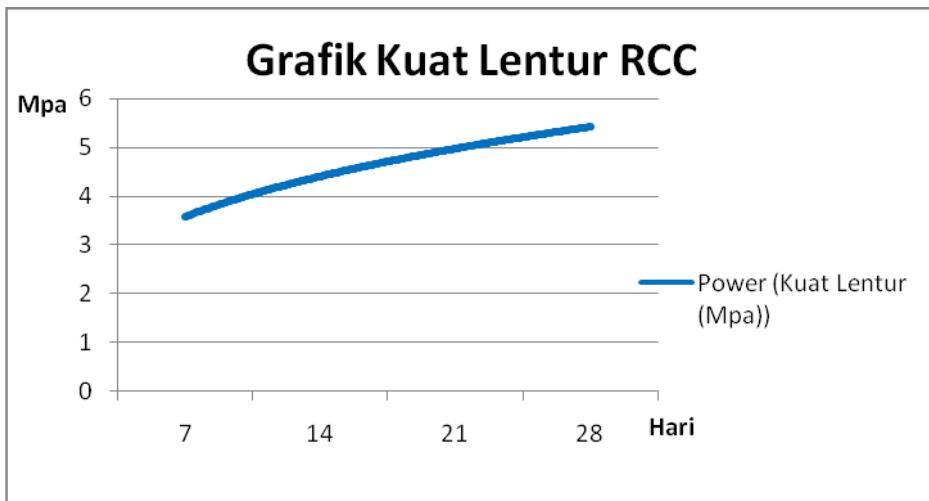
Gambar .1 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Kubus RCC

3.2 Pengujian kuat tarik lentur beton RCC

Pengujian kuat tarik lentur yang dikenal sebagai modulus runtuh (modulus of rupture) dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton yang mengakibatkan terjadinya keruntuhan akibat dicapainya regangan runtuh. Pengujian kuat tarik lentur beton dilakukan pada umur beton atau benda uji 7,14,21 dan 28 hari sebanyak 3 benda uji dengan alat uji tekan di laboratorium Teknik Sipil Unila. Benda uji adalah benda uji balok dari beton RCC.

Tabel 6. Nilai Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok RCC

Kode Benda uji	Kuat Lentur Rata-rata (Mpa)
Umur 7 hari	3,43
Umur 14 hari	4,68
Umur 21 hari	5,12
Umur 28 hari	5,14



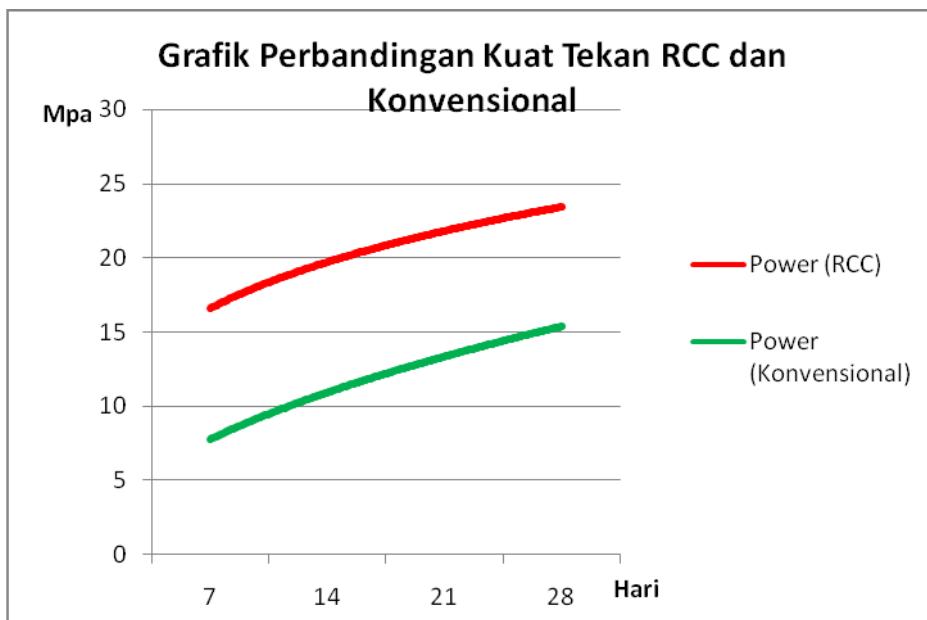
Gambar 2. Grafik Nilai Hasil Pengujian Kuat Lentur RCC

3.3 Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Konvensional

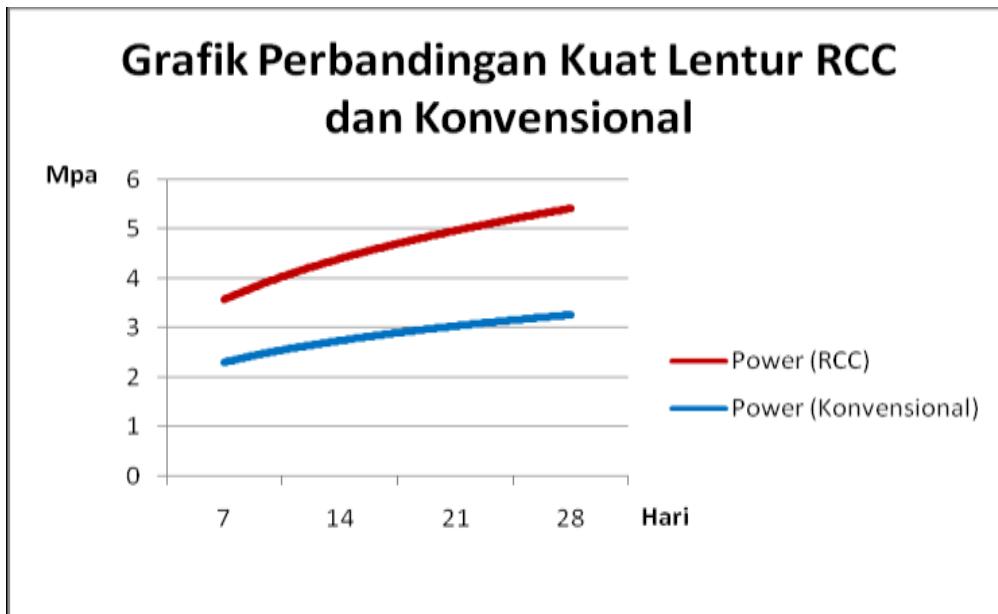
Pengujian kuat tekan beton konvensional dihitung berdasarkan rumus-rumus sama dengan perhitungan kuat tekan RCC di atas dan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 7. Nilai Kuat Lentur Beton Konvensional

Umur	Kuat Tekan (Kg/cm ²) (fc)	Kuat Lentur (Mpa) $0,75\sqrt{fc}$
7 hari	9,461	2,31
14 hari	15,474	2,95
21 hari	10,417	2,42
28 hari	24,918	3,74



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Kubus Konvensional



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Hasil Pengujian Kuat Lentur RCC dan Beton Konvensional

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sesuai dengan beberapa penelitian terdahulu dan beberapa literatur yang telah ada bahwa untuk membuat beton dengan slump nol dibutuhkan unit berat air sekitar 100 kg/m³ dan unit berat semen 250-300 kg/m³ untuk mendapatkan kuat lentur minimal 5,0 Mpa pada umur beton 28 hari. Dalam penelitian ini, kuat lentur (*flexural strength*) yang didapat adalah 5,141 Mpa pada umur beton 28 hari dengan unit berat semen 300 kg/m³. Dengan demikian pelaksanaan pembuatan RCC yang telah dilakukan peneliti telah memenuhi standar dan dapat diterapkan di lapangan.
2. Kuat tekan (compressive strength) yang di dapat dalam penelitian ini adalah 29,247 Mpa pada umur beton 28 hari. Jika diperbandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu dengan perbandingan campuran yang hampir sama maka kuat tekan yang dipersyaratkan telah memenuhi yaitu antara 20 – 35 Mpa.
3. Apabila dibandingkan dengan perkerasan beton konvensional maka kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan untuk RCC mempunyai nilai yang lebih tinggi.
4. Dengan slump nol yang digunakan dalam RCC maka workability beton segarnya sangat rendah, untuk itu diperlukan pemanasan agar mendapatkan mutu beton yang baik.
5. Berdasarkan unit berat semen per m³ beton, perkerasan RCC akan lebih ekonomis dibandingkan beton konvensional untuk menghasilkan kuat tekan yang setara.
6. Kekuatan awal perkerasan RCC lebih lebih tinggi dibandingkan dengan perkerasan beton konvensional, sehingga perkerasan dapat lebih cepat dimanfaatkan.
7. Perkerasan RCC dapat diterapkan dilapangan dengan kontrol material campuran yang lebih cermat dibandingkan dengan beton konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lane, O.J. and Callahan Mark (1989), Final report for Iowa Highway Research Board Project HR-300, Iowa Development of Roller Compacted Concrete.
2. Nader Havez Amer, (2007), Laboratory Evaluation of Fatigue Behaviour of Thin Bonded Overlays on Roller Compacted Concrete Pavement, Disertasi Cleveland State University.
3. Putra, Sasana and A. Lianurzen (2008), *The Potency of Dry Concrete Use as Alternative Material for Road Pavement*, Proceeding of 10th Regional Road Engineering Conference, Surabaya – Indonesia, November 11 – 12, 2008
4. Sudjono, A.S. (2005), Beton slump nol sebagai perkerasan jalan, Majalah Warta Semen dan Beton Indonesia, Jakarta.
5. Tennessee Ready Mix Concrete Association. 1995. Suggested Specification for Roller Compacted Concrete Paving for Municipal and Industrial Applications, Tennessee Departement of Transportasion.