

## Perencanaan, Pelaksanaan dan Evaluasi Mutu Beton Perkerasan Kaku

Suhendra\*, Fadlan

Fakultas Teknik Universitas Batanghari

\*Correspondence email: domas573@gmail.com

**Abstrak.** Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen saat ini sudah banyak digunakan baik untuk jalan di perkotaan ataupun jalan yang cukup jauh dari pusat keramaian. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi mutu kuat lentur beton perkerasan kaku pada suatu proyek jalan di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Penelitian ini merupakan gabungan antara perencanaan mutu di laboratorium, hasil pelaksanaan rencana mutu di lapangan. Evaluasi mutu dilakukan untuk hasil pelaksanaan lapangan terhadap perencanaan berdasarkan spesifikasi umum binamarga tahun 2018 revisi 2 yang menjadi acuan pekerjaan tersebut. Peneliti melaksanakan perencanaan mutu beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat yang digunakan tidak sepenuhnya memenuhi spesifikasi standar. Kuat lentur rencana diperoleh dengan penambahan aditif 1% dari berat semen. Trial mix di lapangan menghasilkan mutu sesuai rencana dengan penyesuaian jumlah agregat serta aditif yang berbeda merknya dengan perencanaan dan banyaknya 0,8% dari berat semen yang digunakan. Secara visual hasil pelaksanaan lapangan cukup baik dan benda uji berupa balok lentur dibuat, namun tidak ada benda uji silinder beton. Uji kuat lentur dilakukan pada umur yang berbeda-beda dan tidak satupun dilakukan pada umur 28hari. Hasil evaluasi terhadap data uji kuat lentur benda uji lapangan, diperoleh kuat lentur pada umur 28 hari 4,68MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa secara mutu kuat lentur, hasil pekerjaan bisa diterima 100%.

**Kata kunci :** Perencanaan, Design Mix Formula, Evaluasi mutu, Perkerasan Kaku.

### PENDAHULUAN

Perkerasan kaku menggunakan bahan baku agregat dan semen sebagai bahan pengikatnya dengan mutu beton cukup tinggi yaitu kuat tekan sekitar 400 kg/cm<sup>2</sup>, umumnya mutu beton untuk perencanaan perkerasan jalan dinyatakan dengan kuat tarik lenturnya (*Flexural Strength*,  $F_s$ ) sebesar 40 – 45 kg / cm<sup>2</sup>. Perkerasan kaku mempunyai modulus elastisitas yang besar untuk mendistribusikan beban yang berasal dari bagian atas menuju ke bidang tanah dasar yang cukup luas. Berbeda dengan perkerasan lentur yang kekuatannya didapat dari tingkat ketebalan antara lapis pondasi bawah, lapis pondasi, dan lapis permukaan, pada perkerasan kaku yang memiliki andil terbesar datang dari kapasitas struktur perkerasan yang diperoleh dari plat beton itu sendiri. Plat beton akan menyebarkan beban dari roda kendaraan ke bidang di bawahnya yang lebih luas, sehingga tegangan yang terjadi pada lapisan pondasi menjadi kecil.

Disebutkan dalam spesifikasi umum bina marga tahun 2018 kekuatan beton perkerasan kaku pada umur 28 hari kuat lentur ( $F_s$ ) minimum adalah 4,5 MPa untuk pengendalian produksi, sedangkan untuk beton percobaan campuran adalah 4,7 MPa. Pada spesifikasi ini tidak lagi mencantumkan kuat tekan beton minimum sebagaimana tercantum pada buku spesifikasi umum 2010, hal ini menjadikan pengujian kuat lentur beton sebagai persyaratan dalam penerimaan hasil pekerjaan.

Perencanaan campuran beton tidak ada mengatur tata cara perencanaan campuran beton untuk kuat lentur. SNI 7656:2012, SNI 2834-2000 maupun *euro code* hanya mengatur tata cara perencanaan campuran beton dengan kekuatan tekan. Oleh karna itu penelitian perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi mutu beton perkerasan kaku ini dilakukan dengan:

1. Merencanakan kuat tekan beton perkerasan kaku yang setara dengan kuat tarik lentur (*Flexural Strength*) 45 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Menguji kuat tekan dan kuat lentur beton selama pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku.
3. Mengevaluasi mutu beton selama pelaksanaan perkerasan kaku

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexible pavements*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3 – 5 MPa (30 – 50 kg/cm<sup>2</sup>). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat beton, harus mencapai kuat tarik lentur 5 – 5,5

MPa (50 – 55 kg/cm<sup>2</sup>). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm<sup>2</sup>) terdekat.

### **Penentuan proporsi bahan (*mix design*)**

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain :

1. Metode *American Concrete Institute*
2. *Portland Cement Association*
3. *Road note no.4*
4. *British standard department of engineering*
5. Departemen pekerjaan umum
6. Cara coba-coba

### **Kuat Lentur Beton**

Kuat lentur beton adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang benda uji. Kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan kepadanya sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-44313-2011). Metode pengujian kuat lentur di laboratorium dengan menggunakan balok uji yaitu balok beton yang berpenampang bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali lebar penampangnya.

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena bahan penyusun tersebut akan menyebabkan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Kriteria dasar perancangan beton adalah kekuatan tekan dan hubungannya dengan faktor air semen yang digunakan. Kriteria ini sebenarnya kontradiktif dengan kemudahan pengerjaan karena menurut Abram, 1920 (Neville, 1981) untuk menghasilkan kekuatan yang tinggi penggunaan air yang digunakan sedikit, akan timbul kesulitan dalam pengerjaan.

Penelitian ini bertujuan:

1. Merencanakan kuat tekan beton perkerasan kaku yang setara dengan kuat tarik lentur (*Flexural Strength*) 4,5 MPa.
2. Menguji kuat tekan dan kuat lentur beton selama pelaksanaan pekerjaan lapangan perkerasan kaku.
3. Mengevaluasi mutu beton selama pelaksanaan perkerasan kaku

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai informasi dalam menentukan mutu beton perkerasan kaku dan informasi mengenai control pelaksanaan perkerasan kaku di salah satu proyek di kabupaten Tanjung Jabung Timur provinsi Jambi.

### **METODE**

Tahapan penelitian dimulai dari tahapan perencanaan mutu beton kuat tekan  $f_c' 30$  MPa untuk kuat lentur  $F_s 4,5$  MPa, percobaan campuran uji kuat tekan dan kuat lentur skala laboratorium, skala *batching plant*, uji kuat lentur sampel beton pelaksanaan, dan evaluasi mutu beton pelaksanaan.

Agregat yang dipakai dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, dan semen dari *batching plant* PT. X lokasi kecamatan Geragai kab. Tanjung Jabung Timur Provinsi Jambi. Sampel uji kuat lentur berupa balok beton dimensi 15x15x50 cm juga dibuat oleh PT. X selaku pelaksana pekerjaan perkerasan kaku pada proyek *Lump Sum Services Development Concrete Acces Road Parit Slamet Simpang Tabu*. Sampel balok lentur tersebut diuji secara berkala di laboratorium fakultas Teknik Universitas Batanghari.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Pemeriksaan Agregat**

Pemeriksaan agregat adalah langkah awal yang dilakukan sebelum menentukan proporsi campuran kuat lentur  $F_s 4,5$  MPa. Hasil pemeriksaan agregat dibandingkan dengan beberapa standar

yaitu standar ASTM dan spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 untuk mengetahui apakah agregat yang digunakan memenuhi standar atau tidak. Dari hasil pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Ringkasan hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Macam Pengujian	Hasil Uji	Syarat Mutu
1	Berat Jenis Gr/cc		
	- BJ Kering / Oven Dry	2,600 gr/cc	Min. 2,1
	- BJ JKP / SSD	2,632 gr/cc	
	- BJ Semu/Apparent	2,685 gr/cc	
	- Peresapan / Absorption (%)	1,215 %	Maks. 2,5
2	Ketahanan Agregat thdp Keausan / Abrasi Test	20,00 %	Maks. 40 %
3	Berat Isi / Unit Weight :		
	- Lepas / Gembur (Kg/Liter)	1,444 Kg/L	Min. 1,2
	- Padat	1,584 Kg/L	
4	Analisa Saringan(% Lolos)		
	1 1/2"	100,00 %	100
	1 "	97,61 %	95-100
	1/2"	19,53 %	25-60
	No. 4	0,05 %	0-10
	8	0,00 %	0-5
	Modulus Kehalusan	5,83	5-7

Dari hasil pemeriksaan, gradasi agregat kasar di saringan no 1/2" tidak memenuhi persyaratan menurut ASTM C-33-03.

Agregat halus terdiri dari 2 macam pasir sungai disebut Pasir I (Pasir Kasar) dan Pasir II (Pasir Agak halus) dengan hasil pemeriksaan sebagai berikut :

Tabel 2. Ringkasan hasil Pengujian Agregat Halus

No	Macam Pengujian	Hasil Uji Pasir I (PK)	Hasil Uji Pasir II (PH)	Kombinasi 60%:40%	Syarat Mutu
1	Berat Jenis				
	- Over Dry	2,560 gr/cc	2,530 gr/cc	-	
	- SSD	2,591 gr/cc	2,597 gr/cc	-	
	- Semu/Apparent	2,642 gr/cc	2,713 gr/cc	-	
	- Absorption	1,215 %	2,669 %	-	Maks. 5%
2	Berat Isi				
	- Gembur	1,560 Kg/L	1,332 Kg/L	-	Min. 1,2
	- Padat	1,634 Kg/L	1,453 Kg/L	-	
					Standar
3	Organic Impurities	No.3	No.4	-	No.3
4	Kadar Lumpur	0,19%	7,69%	-	Maks3% Persen
5	Analisa Saringan / Gradasi	% Lolos			Lolos
	3/8 "	100,00	100,00	100,00 %	100,00
	N0. 4	100,00	100,00	100,00 %	95-100
	N0. 8	89,00	99,42	93,17 %	80-100
	N0. 16	46,91	98,49	67,55 %	50-85
	N0. 30	8,52	93,04	42,33 %	25-60
	N0. 50	0,23	65,31	26,26 %	5-30
	N0. 100	0,00	0,00	0,00 %	0-10
	Modulus Kehalusan (MK)	3,55	1,44	2,707	2,4 - 3,0

Dari hasil pada table 5.2, beberapa hasil pemeriksaan menunjukkan kadar lumpur pasir II (Pasir halus) tidak memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2018. Kadar lumpur melebihi batas maksimum yang disyaratkan. Nilai Modulus kehalusan pada pasir II kurang dari batasan minimum menurut ASTM C33-03, tergolong pasir halus menurut SNI-2834-2000. Untuk memperbaiki gradasi dan menaikkan nilai modulus kehalusan yang terlalu rendah pasir II dikombinasikan dengan pasir I dengan perbandingan 60:40 (60% pasir I, 40% pasir II) sehingga modulus kehalusan naik menjadi 2,707 dan tergolong pasir sedang menurut SNI-2834:2000.

### Proporsi Campuran Beton Perkerasan Kaku

Proporsi campuran berdasarkan metode SNI 7656:2012 dimana pada SNI ini perencanaan kuat tekan beton berdasarkan hasil uji pada umur 28 hari. Proporsi Campuran di rencanakan untuk beton dengan mutu beton  $f_c'$  30 MPa, Sampel uji yang dibuat dari proporsi campuran  $f_c'$  30 MPa terdiri dari silinder beton dan balok beton. Silinder beton untuk pengujian kuat tekan beton dan balok lentur untuk pengujian kuat lentur beton. Proporsi campuran  $f_c'$  30 MPa yang dibuat dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 3. Proporsi Campuran Fs 4,5 MPa di Laboratorium

Deskripsi	Komposisi Campuran Untuk 1 M <sup>3</sup>	
Komposisi Dalam Berat :		
Semen	(kg)	460
Agregat Halus :		
Pasir Kasar	(kg)	368,71
Pasir Halus	(kg)	246,45
Batu Pecah	(kg)	1076,09
Air Pencampur	(Kg)	193,0
Additive (Sikacim 1 % dari Berat Semen)	(L)	4,60

Untuk menambah *workability*, dan mengurangi pemakaian air yang otomatis juga mengurangi penggunaan semen pada percobaan campuran di laboratorium digunakan bahan tambah (*additive*) merk sika tipe Sikacim.

Dari percobaan campuran/*Trial mix* komposisi di atas diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil percobaan campuran laboratorium

Deskripsi		Hasil
Berat Isi Beton Segar	(t/m <sup>3</sup> )	2,368
Slump	(Cm)	10
Nilai Kuat Tekan 28 Hari	(MPa)	37,9
Nilai Kuat Lentur 28 Hari	(MPa)	4,52

### Proporsi Campuran Percobaan di lapangan

Percobaan di lapangan dilaksanakan di *batching plant* PT. X lokasi Blok D Kecamatan Geragai Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Pada percobaan di lapangan ini agregat ditakar juga menurut berat sama halnya percobaan di laboratorium, sedangkan bahan tambah (*additive*) yang digunakan berbeda dengan *trial mix* laboratorium, yaitu merk Ligno Tipe C-491 dengan dosis 0,8% dari berat semen.

Kondisi agregat di lapangan sangat dipengaruhi oleh perubahan cuaca, kadar air tinggi jika musim hujan dan kering saat musim kemarau oleh karena itu maka proporsi campuran pada tabel 5.3 di atas dikoreksi menjadi sebagai berikut :

Tabel 5. Proporsi Campuran Fs 4,5 MPa Percobaan di *Batching Plant*

Material/ hasil uji	Komposisi Campuran Untuk 1 M <sup>3</sup>	
Semen	(kg)	460
Pasir Kasar	(kg)	253,37
Pasir Halus	(kg)	382,37
Batu Pecah	(kg)	1092,7

Air Pencampur	(Kg)	155,9
Additive (Ligno C-497 0,8 % dari Berat Semen)	(Kg)	4,60
Kuat Lentur 28 Hari	(MPa)	4,91

**Pengujian beton perkerasan Kaku.**

Merujuk pada spesifikasi Bina marga Tahun 2018 pembuatan benda uji harus terdiri 1 lot untuk setiap 50 m<sup>3</sup>. Untuk satu lot harus dicetak 2 pasang benda uji, sepasang yang pertama untuk pengujian 7 hari dan sepasang lainnya untuk pengujian 28 hari. Pelaksana pekerjaan melaksanakan pembuatan benda uji, namun pelaksanaan pengujiannya tidak sesuai dengan waktu yang disarankan. Hal ini dikarenakan lokasi pekerjaan yang cukup jauh dari laboratorium penguji kuat lentur serta tenggat waktu pelaksanaan lapangan. Sehingga, pengujian kuat lentur benda uji dilakukan paling cepat saat benda uji berumur 18 hari dan paling telat saat benda uji berumur 41 hari. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 64 balok.

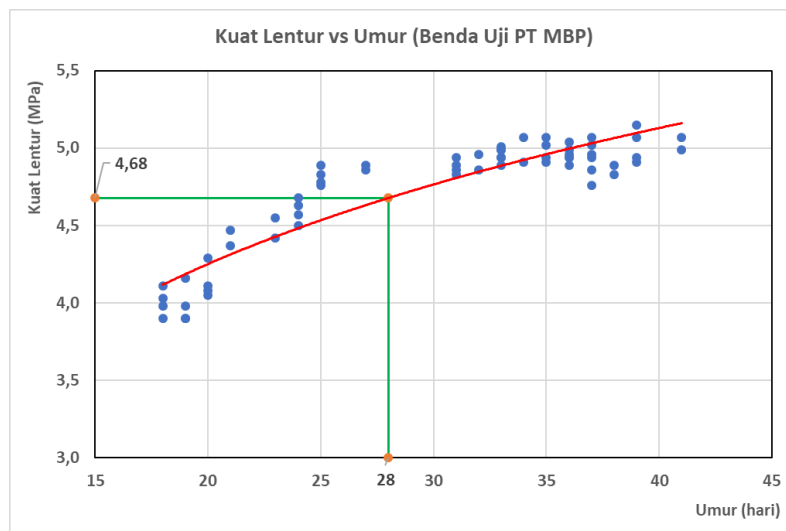
Tabel 6. Hasil Uji Kuat Lentur benda uji Pelaksanaan

Umur (hari)	Kuat Lentur rata-rata (MPa)	Jumlah Benda Uji	Umur (hari)	Kuat Lentur rata-rata (MPa)	Jumlah Benda Uji
18	4,01	4	32	4,91	2
19	3,99	4	33	4,96	6
20	4,13	4	34	4,99	2
21	4,42	2	35	4,99	4
23	4,49	2	36	4,96	6
24	4,60	4	37	4,94	6
25	4,82	4	38	4,86	2
27	4,88	2	39	5,02	4
31	4,88	4	41	5,03	2

**Evaluasi mutu beton kuat lentur**

Dalam pelaksanaan pekerjaan, pihak pelaksana hanya membuat benda uji berupa balok lentur. Pelaksana tidak membuat benda uji silinder beton, Benda uji silinder beton ini diperlukan apabila hasil uji kuat lentur pada umur 28hari kurang dari 90% syarat mutu.

Data hasil pengujian kuat lentur diperoleh dari PT. X yang telah melakukan pengujian kuat lentur di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari. Umur pengujian balok lentur bervariasi mulai dari umur 18 hari sampai 41 hari. Evaluasi dilakukan terhadap sebaran data kuat lentur dan dilakukan pendekatan kuat lentur umur 28 hari sesuai aturan di spesifikasi bina marga tahun 2018



Gambar 1. Grafik Hasil Uji kuat lentur

Gambar 1 menunjukkan bahwa kuat lentur semakin meningkat seiring bertambahnya umur beton. Terlihat bahwa tidak ada satupun benda uji yang dilakukan pemeriksaan mutunya pada umur 28 hari. Berdasarkan sebaran umur dan kuat lentur yang diperoleh, bisa didekati nilai kuat lentur untuk umur 28 hari.

Dari grafik di atas, kuat lentur pada umur 28 hari diperoleh 4,68MPa. Hasil ini memperlihatkan bahwa mutu pekerjaan bisa diterima 100%.

### **SIMPULAN**

1. Agregat memenuhi sebagian syarat ASTM C-33-03 dan syarat spesifikasi Bina Marga Tahun 2018. Bagian yang tidak memenuhi adalah pada susunan butir agregat kasar maupun agregat halus.
2. Berdasarkan hasil penelitian ini untuk mendapatkan target kuat lentur FS 4,5 MPa bisa menggunakan proporsi campuran kuat tekan  $f_c'$  30 MPa.
3. Pembuatan sampel uji pada pelaksanaan perkerasan kaku memenuhi ketentuan spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yaitu satu lot harus dicetak 2 pasang benda uji. Namun pelaksanaan uji kuat lenturnya tidak sesuai dengan waktu yang disarankan.

### **Saran**

1. Pengujian Kuat lentur hendaknya dilakukan pada umur benda uji tepat di umur 7 hari dan 28 hari.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan evaluasi mutu beton perkerasan kaku dari data hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur

### **Ucapan Terimakasih**

Terimakasih disampaikan kepada kepada Kontraktor pelaksana pembuatan jalan perkerasan kaku Blok D Kecamatan Geragai Kabupaten Tanjung Jabung Timur tahun 2021 atas kerjasama dalam pelaksanaan penelitian ini serta LPPM Universitas Batanghari atas bantuan pembiayaan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- ACI Manual of Concrete Practice Part 1, 1995
- ASTM. Concrete and Aggregates. Annual Book of ASTM Standard Vol. 04.02. American Society for Testing and Agregats. Philadelphia. 1993
- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton. Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan. Bandung.
- Mulyono Tri. 2003. Teknologi Beton. Penerbit Andi Offset. Jakarta.
- SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton
- SNI 7656:2012. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton
- SNI 03-2834-2000. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal
- Suhendra. 2017. Kajian Hubungan Kuat Lentur dan Kuat Tekan. Jambi.
- .