

# JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

P-ISSN NO. 2598-9758 E-ISSN NO. 2598-8581

VOL. 2, NO. 2, DESEMBER 2018



Diterbitkan oleh  
Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
Politeknik Negeri Banjarmasin  
bekerjasama dengan  
Jurusan Teknik Sipil - Politeknik Negeri Banjarmasin

# **JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN**

Jurnal Gradasi Teknik Sipil diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Banjarmasin. Ruang lingkup makalah meliputi Bidang Teknik dan Manajemen dengan konsentrasi Bidang Transportasi, Geoteknik, Struktur, Keairan dan Manajemen Konstruksi. Isi makalah dapat berupa penyajian isu aktual di bidang Teknik Sipil, review terhadap perkembangan penelitian, pemaparan hasil penelitian, dan pengembangan metode, aplikasi, dan prosedur di bidang Teknik Sipil. Makalah ditulis mengikuti panduan penulisan.

## **Penanggung Jawab**

Nurmahaludin, ST, MT.

## **Dewan Redaksi**

Ketua : Dr. Fitriani Hayati, ST, M.Si.  
Anggota : Riska Hawinuti, ST, MT.  
Nurfitriah, S.Pd, MA.  
Ir. Rusliansyah, M.Sc.

## **Reviewer**

Dr. Ir. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS. (Institut Pertanian Bogor)  
Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, MT. (Universitas Lambung Mangkurat)  
Dr. Ir. M. Azhar, M. Sc. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)  
Dr. Ir. Endang Widjajanti, MT. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)  
Joni Irawan, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)  
Yusti Yudiawati, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)

## **Editing dan Tata Bahasa**

Nurfitriah, S.Pd., MA.

## **Desain dan Tata Letak**

Abdul Hafizh Ihsani

## **Alamat Redaksi**

Jurusan Gradasi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri 70123  
Banjarmasin Telp/Fax 0511-3307757; Email: gradasi.tekniksipil@poliban.ac.id

## JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

### DAFTAR ISI

Perencanaan Struktur Atas Jembatan Komposit Sungai Nipah Desa Darul Aman Kecamatan Rupert ... ( 1 - 9 )

*Nur Aspaliza, Indriyani Puluhulawa, Armada*

Perencanaan Jembatan Rangka Baja Pelengkung Sungai Liong ... ( 10 - 21 )

*Febry Suhendra, Faisal Ananda, Alamsyah*

Pengaruh Agregat Setempat Terhadap Nilai Indeks dan Biaya pada Analisa Satuan Pekerjaan Beton f'c 20 MPa ... ( 22 – 29 )

*Muhammad Humaidi, Khairil Yanuar, Aunur Rafik*

Pengaruh Posisi, Jumlah Layer Dan Mutu Kayu Terhadap Balok Laminasi Kayu Mahang Dan Kayu Meranti ... ( 30 - 35 )

*Indriyani Puluhulawa*

Pengaruh Supeltas Terhadap Tingkat Pelayanan Simpang Jalan Trans Kalimantan-Komplek Griya Permata ... ( 36 – 44 )

*Riska Hawinuti*

Perancangan Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal Gradasi Batas Tengah Menggunakan *Claystone* ... ( 45 - 54 )

*Ahmad Norhadi, H. Muhammad Fauzi, Akhmad Marzuki, Zuraida*

# Pengaruh Agregat Setempat Terhadap Nilai Indeks dan Biaya pada Analisa Satuan Pekerjaan Beton $f'c$ 20 MPa

Muhammad Humaidi<sup>1</sup>, Khairil Yanuar<sup>2</sup>, Aunur Rafik<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

e-mail: \*<sup>1</sup> [humai\\_d@poliban.ac.id](mailto:humai_d@poliban.ac.id) (corresponding author), <sup>2</sup> [xxx@xxx.xxx](mailto:xxx@xxx.xxx), <sup>3</sup> [rafik@poliban.ac.id](mailto:rafik@poliban.ac.id)

## Abstrak

Pemanfaatan bahan/material lokal atau setempat berupa agregat kasar (coarse aggregate) dan agregat halus (fine aggregate) pada pembuatan beton mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah kemudahan dalam mendapatkan bahan tersebut, harga yang lebih murah dan biaya distribusi yang juga lebih rendah. Bahan lokal memiliki biaya distribusi yang lebih rendah karena dipengaruhi oleh jarak dan besarnya energi yang digunakan untuk distribusi tersebut. Bahan setempat bisa dianggap sebagai green material karena proses distribusinya yang tidak banyak memerlukan energi. Kontraktor dalam menyusun biaya konstruksi (building cost) selain memperhatikan harga satuan juga harus memperhatikan indeks (index) yang sesuai apabila menggunakan material setempat. Hal ini dilakukan agar biaya konstruksi yang ditawarkan kompetitif dan tetap memberikan keuntungan (profit) yang wajar.

Untuk mendapatkan index material setempat untuk beton perlu dilakukan concrete mix design, yaitu dengan melakukan pemeriksaan laboratorium untuk coarse aggregate dan fine aggregate. Selanjutnya dengan mengacu pada SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, dilakukan perancangan proporsi campuran beton. Hasil proporsi dan campuran beton adalah index campuran dalam satu meter kubik beton. Index yang diperoleh dari penggunaan bahan local selanjutnya dibandingkan dengan index pada SNI 7394:2008. Hal ini dilakukan karena besaran index akan mempengaruhi biaya satuan pekerjaan beton. Selanjutnya benda uji untuk uji tekan beton dibuat dari proporsi yang diperoleh. Untuk mengetahui apakah proporsi tersebut sudah memenuhi persyaratan perlu dilakukan uji tekan beton. Dari perkalian antara harga satuan bahan pembuat beton dengan index bahannya diperoleh biaya satuan pekerjaan beton.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa index semen dan coarse aggregate dari perancangan campuran beton dengan bahan local lebih besar 57 kg dan 60 kg. Sementara itu index fine aggregate dan air lebih kecil 4 kg dan 30 liter dibandingkan index pada SNI 7394:2008. Biaya yang diperlukan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton dengan agregat lokal sebesar Rp978.094,80, angka ini lebih besar dari menggunakan index SNI yang sebesar Rp. 877.918,40 atau dengan selisih 11,4%.

**Kata kunci**— harga, index, material, beton.

## Abstract

The use of local materials namely coarse aggregates and fine aggregates in the manufacture of concrete has several advantages, namely the ease of the material, lower prices and cheaper distribution costs. Distribution costs are influenced by the distance and how much energy is used. Local material can be considered as a green material because the distribution process does not require much energy. In compiling the construction cost (building cost), the contractor, besides paying attention to the unit price, must also pay attention to the appropriate index when using local materials. This is done so that the offered construction costs are competitive and still provide reasonable profits.

To get the index of local material for concrete, a concrete mix design needs to be done, namely by conducting laboratory tests for coarse aggregates and fine aggregates and performing concrete mix proportions based on SNI 03-2834-2000 Procedures for Making a Normal Concrete Mixture Plan. The proportion of concrete mixture obtained is a mixed index in one cubic meter of concrete. The index obtained using local materials is then compared with the index found in SNI 7394: 2008. This is done because the index size will affect the cost of the concrete work unit. The proportion obtained is then made in the form of specimens for concrete compression test.

*Concrete compression test is used to determine whether the proportion has met the required compressive strength. The unit cost of concrete work is obtained by multiplying the unit price of the concrete making material with its material index.*

*From the results of the study, it was found that the cement index and coarse aggregate from the results of concrete mix design with local materials were greater namely 57 kg and 60 kg, while the fine aggregate and water index were smaller 4 kg and 30 litres compared to the index in SNI 7394: 2008. The cost required to make 1 m<sup>3</sup> of concrete with local aggregate is Rp. 978,094.80 greater than using the SNI index of Rp. 877,918.40 or with a difference of 11.4%.*

**Keywords**— price, index, material, concrete.

## I. PENDAHULUAN

Agar barang/jasa bisa didapatkan, *owner* melakukan pengadaan (*procurement*). Pengadaan barang dan jasa wajib dilakukan apabila proyek tersebut menggunakan dana dari pemerintah pusat, daerah maupun hibah. Seleksi ini wajib pada tahapan pengadaan barang/jasa.

Menurut Perpres no 54 tahun 2010, evaluasi terhadap penawaran menggunakan penilaian teknik eliminasi. Pada penilaian ini untuk pengadaan penyedia Pekerjaan Konstruksi memiliki tahapan berikut; pertama akan dilakukan penilaian terhadap Kemampuan Dasar (KD), apabila KD tidak memenuhi maka penawaran akan dieliminasi; untuk yang KDnya memenuhi maka akan dilakukan penilaian teknis, apabila tidak memenuhi persyaratan teknis maka penawaran akan dieliminasi; para penawar yang teknisnya memenuhi persyaratan maka akan dilakukan penilaian terhadap harga penawaran yang telah dikoreksi. Kemudian pemenang ditetapkan dari penawar harga terendah.

Para kontraktor yang mengikuti lelang dengan penilaian teknik eliminasi harus dapat mengajukan harga kompetitif dengan tetap memperhatikan spesifikasi dan kuantitas pekerjaan. Contoh untuk pekerjaan beton, kualitas beton ditentukan berdasarkan kuat tekan beton ( $f'c$ ), misalnya  $f'c = 24$  MPa,  $f'c = 26,4$  MPa, dan seterusnya, sedangkan volume beton tergantung gambar kerja (dalam m<sup>3</sup>). Pada pekerjaan bangunan perumahan, gedung bertingkat dan bangunan sipil yang menggunakan beton sebagai bahan strukturnya, maka volume biaya satuan untuk pekerjaan beton memakan biaya terbanyak.

Analisa Biaya Konstruksi untuk pekerjaan konstruksi beton pada konstruksi gedung dapat mengacu pada standar. Pada Analisa Satuan Pekerjaan Beton kita dapat menentukan biaya yang diperlukan untuk membuat satu m<sup>3</sup> beton sesuai dengan kuat tekan beton yang disyaratkan, yaitu dengan mengalikan antara Harga Satuan dengan *Index* masing-masing material maupun upah yang ada pada SNI. Penentuan harga didapat dari Daftar dari lembaga yang berwenang menetapkan nilai harga atau dari hasil survey lapangan.

*Index* pekerjaan bidang konstruksi beton yang terdapat dalam SNI adalah *index* bahan bangunan (material) dan *index* pekerja. Material untuk beton berupa semen, *coarse aggregate*, *fine aggregate*, serta air, sedangkan pekerjaannya meliputi mandor, kepala tukang, tukang batu dan pembantu tukang. *Index* tersebut diasumsikan berlaku umum untuk seluruh wilayah Indonesia, oleh karena itu *index* tersebut dianggap cukup tinggi. Faktanya karakteristik material pasti berbeda di setiap lokasi pekerjaan.

Pemanfaatan material setempat adalah konsep yang populer saat ini dengan nama *green building concept*, dimana material setempat dapat dianggap sebagai *green material*. Menurut Yodi Danusastro, *green material* dapat diidentifikasi dari: sumber material yang berkelanjutan, proses produksi yang ramah lingkungan, jarak distribusinya tidak banyak membuang karbon (jaraknya dekat), proses pemasangannya tidak menghasilkan banyak sampah dan mendukung penghematan energi. Material setempat untuk membuat beton dapat berupa *coarse aggregate* dan *fine aggregate* yang banyak terdapat di wilayah Banjarmasin dan sekitarnya. Dengan

penggunaan material lokal maka energi terpakai akan berkurang. Berkurangnya energi terpakai diharapkan mengurangi *building cost*.

Kontraktor dalam menyusun *building cost* (biaya konstruksi) selain memperhatikan harga satuan juga harus memperhatikan *index* yang sesuai apabila menggunakan material setempat. Hal ini dilakukan agar biaya konstruksi yang ditawarkan kompetitif dan tetap memberikan keuntungan (profit) yang wajar. Untuk mendapatkan *index* material setempat untuk beton perlu dilakukan *concrete mix design*, yaitu dengan melakukan pemeriksaan laboratorium untuk *coarse aggregate* dan *fine aggregate* juga melakukan perancangan proporsi campuran untuk beton berdasarkan pada SNI.

Berdasarkan pengalaman, bangunan gedung ≤ tiga tingkat maupun konstruksi perumahan,  $f'c$ -nya sekitar 20 MPa sampai 25 MPa cukup lazim digunakan. Bangunan seperti ruko maupun gedung pemerintah di daerah kebanyakan tidak lebih dari tiga tingkat. Oleh karena itu penelitian ini akan fokus pada kuat tekan beton 20 MPa agar hasil penelitiannya dapat benar-benar dapat dirasakan oleh masyarakat banyak.

## II. METODE PENELITIAN

### Pengujian Untuk Agregat

Pengujian untuk agregat dilaksanakan di laboratorium dengan metode SNI. Pengujian terdiri : pengujian untuk agregat, baik kasar dan halus. Pengujian pada agregat terdiri: pengujian karakteristik fisik yaitu analisa saringan, pemeriksaan berat jenis (BJ), pemeriksaan *moisture content*, kadar lumpur, kandungan organik dan berat isi. Pengujian sifat mekanik yaitu abrasi menggunakan mesin untuk abrasi.

### Perancangan Untuk Proporsi

Berdasarkan pada SNI dilakukan perancangan untuk proporsi dari unsur penyusun beton. Dari perancangan ini akan didapat proporsi bahan penyusun beton berupa berat semen, berat *coarse aggregate*, berat *fine aggregate* dan berat air dalam satu m<sup>3</sup> beton. Proporsi bahan penyusun beton tersebut kemudian menjadi *Index Material Beton*

### Pembuatan Benda Uji dan Perawatan.

Untuk mengetahui apakah proporsi sudah memenuhi kuat tekan yang disyaratkan maka dilakukan pengujian kuat tekan beton. Dalam pengujian kuat tekan diperlukan benda yang diuji sebanyak 30 buah dalam bentuk silinder dimana diameternya adalah 150 mm dan tingginya 300 mm. *Slump Test* pada mortar dilakukan sebelum pencetakan. Uji tekan dilakukan setelah sebelumnya perendaman untuk keperluan perawatan diberikan sampai satu hari sebelum waktu pengujian.

### Pengujian Benda Uji Beton

Saat umur 1,2,3 dan 4 minggu dilakukan pengujian. Benda uji yang akan diuji harus diangkat dari bak perendaman minimal satu hari sebelum pengujian dan dibiarkan dalam suhu ruang selama minimal 24 jam.

### Jenis dan Sumber Material

Sumber bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

1. *Coarse aggregate* batu koral berasal dari desa Awang Bangkal.
2. Pasir Barito
3. Semen Abu-abu dengan tipe 1
4. Air dari PDAM

### Metode Pengujian Material

Metode Pengujian untuk Agregat menggunakan SNI. Adapun penggunaan SNI untuk uji ini terlihat di tabel I berikut:

Tabel I  
 Metode Pengujian Agregat.

Jenis Pengujian	Metode
Analisa Saringan	(SNI 03-1968-1990)
Berat Jenis dan Penyerapan Air <i>Fine aggregate</i>	(SNI 1970 : 2008)
Berat Jenis dan Penyerapan Air	(SNI 1969 : 2008)

<i>Coarse aggregate</i>	
Abrasi dengan Mesin Los Angeles	(SNI 2417 : 2008)
Pemeriksaan Kadar Air	(SNI03-1971-1990)
Kadar Lumpur	(SNI 03-4142-1996)
Berat Isi	(SNI 03-1973-1990)
Kekerasan ( <i>Impact Test</i> )	(PACT-012.79) BS.882
Kandungan Organik <i>Fine aggregate</i>	(SNI 03-2816-1992)

Metode Pengujian Beton

Metode pengujian beton berdasarkan SNI seperti yang disajikan di tabel II.

Tabel II  
Metode Pengujian Agregat

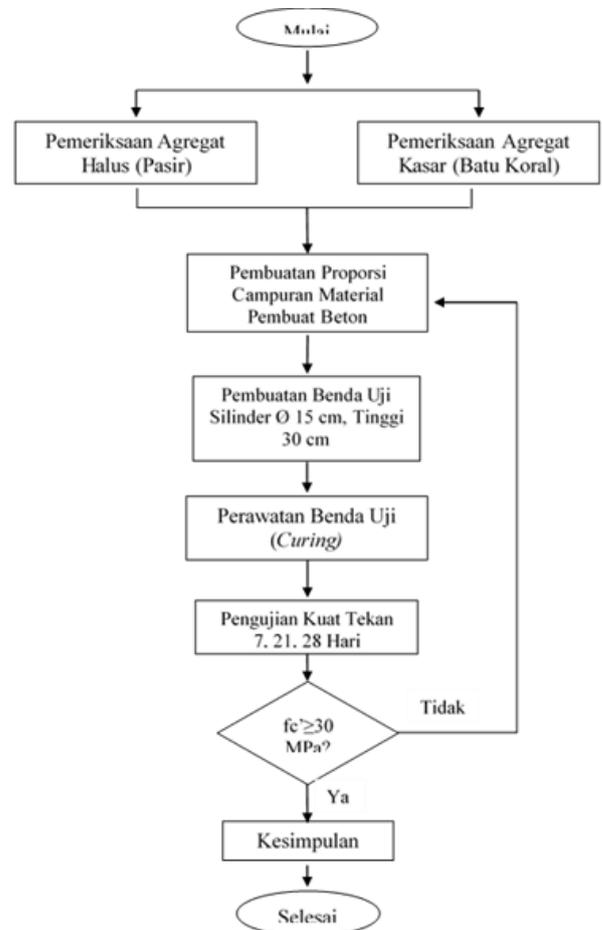
Jenis Pengujian	Metode
Pengujian <i>Slump</i> Beton	(SNI 1972 : 2008)
Pengujian Kuat Tekan Beton	(SNI 1974 : 2011)
Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium	(SNI 2493-2011)
Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal	(SNI 03-2834-2000)

Perhitungan Biaya

Biaya satuan pelaksanaan pekerjaan beton didapat dengan mengalikan *index* masing-masing material penyusun beton dengan harga satuan bahan yang didapat dari Daftar untuk Harga Satuan Upah dan Bahan yang diterbitkan oleh Pemko Banjarmasin pada tahun 2017.

Diagram Alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Hasil Pemeriksaan Agregat

Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), pengujian di laboratorium terhadap *fine aggregate* dan *coarse aggregate* 1/2 dan *coarse aggregate* 2/3 dilakukan. Hasil dari pengujian yang merujuk pada spesifikasi SII 0052-80 dapat dilihat di tabel-tabel berikut.

Tabel III

Hasil Pemeriksaan *Fine aggregate* ex Pasir Barito.

No	Macam Pemeriksaan	Pasir Ex. Barito		Spesifikasi SII 0052-80
		Standar Rujukan	Hasil	
1	<b>Kekerasan Keausan</b> - <b>Bejana Rudeloff</b> % - Los Angeles %	BS 812: Part 3 :75 SNI 03-2417-1991	- -	- -
2	Kadar Lumpur %	SNI 03-4142-1996	0,590	Max. 5 %
3	Kadar Zat Organik	SNI 03-2816-1992	Lebih Muda	Standar Warna No. 3
4	Berat Jenis Ssd	SNI-03-1970-1990	2,621	Min. 2,5
5	Penyerapan %	SNI-03-1970-1990	0,725	Max. 3 %
6	Berat Isi Kg/lt	SNI-03-4804-1998	1,645	-
7	Modulus Kehulusan %	SNI-03-1968-1990	3,28	1,5 - 3,8
8	<b>Sifat Kekal terhadap larutan</b> - <b>Natrium Sulfat</b> % - <b>Magnesium Sulfat</b> %	SNI-03-3407-1994 SNI-03-3407-1994	- -	Max. 10 % Max. 15 %
9	Kadar Air %	SNI-03-1971-1990	2,634	-
10	<b>Susunan Grading Agregat</b> 1 1/2" 3/4" 3/8" No.4 No.8 No.16 No.30 No.50 No.100	SNI-03-1968-1990	100,00 99,60 91,40 58,45 15,01 5,71 1,58	100 90-100 60-95 30-70 15-34 5-20 0-10

(Sumber: Hasil uji laboratorium Struktur Politeknik Negeri Banjarmasin)

6	Berat Isi	Kg/lt	SNI-03-4804-1998	1,442	-
7	Modulus Kehulusan	%	SNI-03-1968-1990	7,00	6,0 - 7,1
8	<b>Sifat Kekal terhadap larutan</b> - <b>Natrium Sulfat</b> % - <b>Magnesium Sulfat</b> %	% %	SNI-03-3407-1994 SNI-03-3407-1994	- -	Max. 12 % Max. 18 %
9	Kadar Air	%	SNI-03-1971-1990	2,184	-
10	<b>Susunan Grading Agregat</b> 1 1/2" 3/4" 3/8" No.4 No.8 No.16 No.30 No.50 No.100		SNI-03-1968-1990	100,00 87,47 19,76 0,39 0,35 0,32 0,31 0,24 0,18	

(Sumber: Hasil uji laboratorium Struktur Politeknik Negeri Banjarmasin)

Hasil dari Tabel V menunjukkan bahwa *coarse aggregate 1/2* dapat dipergunakan untuk campuran beton sesuai dengan spesifikasi.

Tabel IV

Hasil Pemeriksaan *Coarse aggregate 2/3 ex CV AL*

No	Macam Pemeriksaan	Batu Pecah 2/3 Ex. CV. AL		Spesifikasi SII 0052-80
		Standar Rujukan	Hasil	
1	<b>Kekerasan Keausan</b> - <b>Bejana Rudeloff</b> % - Los Angeles %	BS 812: Part 3 :75 SNI 03-2417-1991	- 13,95	- Max 40%
2	Kadar Lumpur %	SNI 03-4142-1996	0,134	Max. 1 %
3	Kadar Zat Organik	SNI 03-2816-1992	Lebih Muda	Standar Warna No. 3
4	Berat Jenis Ssd	SNI-03-1970-1990	2,734	Min. 2,5
5	Penyerapan %	SNI-03-1970-1990	0,479	Max. 3 %
6	Berat Isi Kg/lt	SNI-03-4804-1998	1,765	-
7	Modulus Kehulusan %	SNI-03-1968-1990	7,99	6,0 - 7,1
8	<b>Sifat Kekal terhadap larutan</b> - <b>Natrium Sulfat</b> % - <b>Magnesium Sulfat</b> %	SNI-03-3407-1994 SNI-03-3407-1994	- -	Max. 12 % Max. 18 %
9	Kadar Air %	SNI-03-1971-1990	2,174	-
10	<b>Susunan Grading Agregat</b> 1 1/2" 3/4" 3/8" No.4 No.8 No.16 No.30 No.50 No.100	SNI-03-1968-1990	100,00 0,59 0,08 0,07 0,06 0,05 0,04 0,03 0,02	

(Sumber: Hasil uji laboratorium Struktur Politeknik Negeri Banjarmasin)

Hasil dari Tabel IV menunjukkan bahwa *coarse aggregate 2/3* dapat dipergunakan untuk campuran beton sesuai dengan ketentuan.

Tabel V

Hasil Pemeriksaan *Coarse aggregate 1/2 ex CV AL*

No	Macam Pemeriksaan	Batu Pecah 1/2 Ex CV. AL		Spesifikasi SII 0052-80
		Standar Rujukan	Hasil	
1	<b>Kekerasan Keausan</b> - <b>Bejana Rudeloff</b> % - Los Angeles %	BS 812: Part 3 :75 SNI 03-2417-1991	- 13,95	- Max 40%
2	Kadar Lumpur %	SNI 03-4142-1996	0,315	Max. 1 %
3	Kadar Zat Organik	SNI 03-2816-1992	-	Standar Warna No. 2
4	Berat Jenis Ssd	SNI-03-1970-1990	2,771	Min. 2,5
5	Penyerapan %	SNI-03-1970-1990	0,662	Max. 3 %

### Perencanaan Campuran Beton

*Design of concrete mix* atau perencanaan campuran beton dikerjakan agar bisa mendapatkan proporsi campuran beton atau disebut juga berupa *index material* pembuat beton untuk setiap 1 (satu) m<sup>3</sup> beton. Prosedur dan hasil perencanaan dapat dilihat pada tabel VI dan tabel VII berikut:

Tabel VI  
Perencanaan Campuran Beton

NO	URAIAN	NILAI
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	: 20 Mpa, Umur 28 Hari Bagian cacat 5%
2	Deviasi Standar	: 6 Mpa atau tanpa data
3	Nilai Tambah (Margin)	: 1,64 X 6 = 9,84 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	: 20 + 9,84 = 29,84 Mpa
5	Jenis Semen	: Gresik
6	Jenis Agregat : -kasar -halus	: Pecah (1/2 dan 2/3 Ex. CV. AL) : Alami (Ex. Barito)
7	Faktor Air Semen Bebas	: 0,42
8	Faktor Air Semen Maksimum	: 0,55
9	Slump	: 30 - 100 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum	: 30/40 mm
11	Kadar Air Bebas	: 185 Kg/m <sup>3</sup>
12	Jumlah Semen	: 440,48 Kg/m <sup>3</sup>
13	Jumlah Semen Maksimum	: -
14	Jumlah Semen Minimum	: 425
15	Faktor Air Semen yang disesuaikan	: 0,42
16	Susunan Besar Butir Agregat Halus	: Daerah Gradasi susunan butir 2
17	Pesen, Agregat Halus	: 38,5 Persen
18	Berat Jenis Relatif, Agregat (SSD)	: 2,706
19	Berat Jenis Beton Basah	: 2412,5 Kg/m <sup>3</sup>
20	Kadar Agregat Gabungan	: 1787,0 Kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar Agregat Halus	: 688,0 Kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar Agregat Kasar	: 1099,02 Kg/m <sup>3</sup>

Tabel VI menunjukkan hasil dari perencanaan campuran sehingga diperoleh komposisi (Proporsi) material per M<sup>3</sup>.

Tabel VII  
Proporsi Campuran Beton

Proporsi campuran	Semen : (Kg)	Air (Kg atau Lt)	Ag. Halus (Kg)	Ag. Kasar (Kg)	
				1/2	2/3
Tiap M3	440,8	185	688,00	770,21	328,81
Per Trial Mix 0,053 M3	23,26	9,77	36,33	40,67	17,36

Tabel VII menunjukkan proporsi campuran beton material per M3 dan per *trial mix* yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji (sampel).

Pemeriksaan *Slump* Beton

Pemeriksaan dilaksanakan untuk mencari tahu kelecakan (*consistency*) *fresh concrete* apakah sudah konsisten dengan *slump* rencana yang dibuat di perencanaan. Hasil pemeriksaan *slump* beton dapat dilihat pada tabel VIII berikut:

Tabel VIII  
Hasil Pemeriksaan *Slump*

UKURAN	h1 atas	h2 tengah	h3 bawah
Tinggi (cm)	9	9,5	10
Rata-rata (cm)	9,5		

(Sumber: Hasil uji laboratorium Struktur Politeknik Negeri Banjarmasin)

Tabel VIII menunjukkan hasil dari pemeriksaan *slump* yang dilakukan memenuhi persyaratan dari *slump* rencana.

Evaluasi Mutu Beton

Setelah dilakukan pencampuran dan pemeriksaan *slump* maka dibuat benda uji sebanyak 13 buah. Benda uji tersebut kemudian diuji kuat tekannya saat usia atau umur tertentu untuk selanjutnya dikonversi ke umur dua puluh delapan hari. Kemudian dievaluasi apakah kuat tekan karakteristiknya sesuai persyaratan rencana.

Tabel IX  
Evaluasi Mutu Beton

NO	KUAT TEKAN 28 HARI (X)	(X - $\bar{X}$ )	(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	29,23	2,19	4,80

2	28,66	1,62	2,64
3	30,36	3,33	11,07
4	27,25	0,21	0,04
5	28,59	1,55	2,41
6	28,50	1,47	2,16
7	25,79	-1,24	1,54
8	24,84	-2,19	4,80
9	26,31	-0,73	0,53
10	26,12	-0,91	0,84
11	25,76	-1,28	1,64
12	24,84	-2,19	4,80
13	25,21	-1,83	3,34
<b>TOTAL</b>	351,46	40,62	

Rata – rata X = 27,04Mpa  
 Standar deviasi (S) = 1,84 Mpa  
 Tegangan Karakteristik X<sup>-</sup> – (1.64 x S) = 21,5 Mpa

Tabel IX menunjukkan hasil evaluasi mutu beton tegangan karakteristik yang diperoleh memenuhi syarat dari mutu beton yang direncanakan.

Analisa Biaya

Setelah diketahui hasil rencana campuran beton (*concrete mix design*) telah memenuhi kuat tekan rencana  $f_c'$  20 MPa, maka *index* bahan penyusun beton tersebut dibandingkan dengan *index* dari Standar Nasional Indonesia 7394:2008. Harga satuan diambil harga tertinggi dari Standar Satuan Harga Barang dan Jasa Kota Banjarmasin tahun 2017 dan kemudian dikonversi dari satuan m3 ke satuan kg. Perbandingan *index* dan *cost*/biaya disajikan di tabel X berikut:

Tabel X  
Perbandingan *Index* dan Biaya Material Penyusun Beton per 1m3 Beton

Material	Satuan	Mutu Beton $f_c'$ 20 MPa (K-250)					
		SNI No 7394:2008			Concrete Mix Design		
		Indeks	Harga Satuan	Total	Indeks	Harga Satuan	Total
Semen	Kg	384	Rp.1.590,00	Rp.610.560,00	441	Rp.1.590,00	Rp.701.190,00
Agregat Kasar	Kg	1039	Rp.172,40	Rp.179.123,60	1099	Rp.172,40	Rp.189.467,60
Agregat Halus	Kg	692	Rp.124,40	Rp.86.084,80	688	Rp.124,40	Rp.85.587,20
Air	Liter	215	Rp.10,00	Rp.2.150,00	185	Rp.10,00	Rp.1.850,00
		<b>Jumlah</b>		<b>Rp.877.918,40</b>		<b>Jumlah</b>	<b>Rp.978.094,80</b>

Dari tabel X, *index* semen dan *index coarse aggregate* dari hasil *CMD* dengan menggunakan agregat lokal lebih besar dari *index* yang ada pada SNI 7394:2008. *Index* semen lebih tinggi 57 kg, *index coarse aggregate* lebih tinggi 60 kg. *Index* dari *fine aggregate* dan *index* air dari *CMD* lebih rendah dari SNI 7394:2008, dimana *index fine aggregate* lebih rendah

sebesar 4 kg dan *index* air lebih kecil sebesar 30 liter. Adanya perbedaan *index* tersebut maka akan mempengaruhi biaya pembuatannya.

Biaya untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton berdasarkan *CMD* yaitu harga semen sebesar Rp. 701.190,00 lebih besar 14,8% dari SNI, harga *coarse aggregate* sebesar Rp. 189.467,00 lebih besar 5,8% dari SNI. Sedangkan untuk harga *fine aggregate* Rp.85.587,20 lebih kecil 0,57% dari SNI dan harga air sebesar Rp. 1.850,00 lebih kecil 0,35% dari SNI. Total biaya yang diperlukan untuk membuat 1m<sup>3</sup> beton dengan agregat lokal sebesar Rp978.094,80 lebih besar dari SNI sebesar Rp. 877.918,40 atau memiliki beda sebesar 11,4%.

Besarnya selisih *index* semen sebesar 14,8% berpengaruh secara signifikan terhadap total biaya pembuatan 1 m<sup>3</sup> beton fc'20 MPa dengan menggunakan agregat lokal. Biaya pembuatan 1 meter kubik beton itu lebih tinggi sebesar 11,4%. Penggunaan agregat non lokal belum tentu lebih murah, hal ini karena harga satuannya pasti berbeda dengan diperhitungkannya biaya angkut material yang lebih jauh.

#### IV KESIMPULAN

*Index* material pembuat beton dari *CMD* dengan agregat lokal untuk beton dengan kuat tekan fc' 20 MPa lebih besar untuk material semen sebesar 57 kg dan material *coarse aggregate* lebih besar 60 kg dibanding *index* dari SNI 7394:2008. Sedangkan untuk material *fine aggregate* lebih rendah 4 kg dan bahan air lebih rendah 30 liter. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel XI berikut:

Tabel XI  
 Perbandingan *Index* Material Pembuat Beton dengan Menggunakan Agregat Lokal

Material	Satuan	Mutu Beton fc' 20 MPa (K-250)		Selisih	Keterangan
		SNI No 7394:2008	Concrete Mix Design		
		Indeks	Indeks		
Semen	Kg	384	441	57.0	Lebih besar
Agregat Kasar	Kg	1039	1099	60.0	Lebih besar
Agregat Halus	Kg	692	688	-4.0	Lebih Kecil
Air	Liter	215	185	-30.0	Lebih Kecil

Biaya yang diperlukan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton dengan agregat lokal sebesar Rp978.094,80, angka ini lebih besar dari SNI yang sebesar Rp. 877.918,40 atau dengan selisih 11,4%.

Dapat dilihat pada tabel XI, *index* material semen mempunyai pengaruh terbesar dalam menentukan perbedaan biaya yaitu sebesar Rp 90.630,00 per 1m<sup>3</sup> beton, diikuti *coarse aggregate* sebesar Rp. 10.464,00, *fine aggregate* Rp. 497,60, dan air Rp.300,00. Hal ini disebabkan selisih *index* yang besar serta harga satuan masing-masing material, dimana harga satuan material semen adalah yang tertinggi yaitu sebesar Rp. 1.590,00 per kg.

Walaupun biaya pembuatan beton dengan agregat lokal lebih besar 11,4% namun disarankan tetap menggunakan agregat lokal karena perbedaan tersebut hanya didasarkan pada *index* materialnya saja terutama semen dan belum memperhitungkan biaya angkut agregat non lokal yang jauh. Gunakan semen lokal yang harganya lebih rendah untuk menghemat biaya.

Karena *index* material semen mempunyai pengaruh yang besar dalam menentukan perbedaan biaya, maka sebaiknya gunakan semen yang harganya lebih murah untuk mengurangi biaya.

Penelitian ini masih bisa terus dilakukan untuk mengurangi selisih biaya, misalnya dengan melakukan rekayasa terhadap *CMD* agar jumlah semen dalam proporsi beton dapat dikurangi.

#### REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03 1973-1990 Metode Pengujian Berat Isi Beton*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1971-1990 Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. *SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No 200*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 1969: 2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 1970: 2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 1972-2008 Cara Uji Slump Beton*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 2417:2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 7394:2008, Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 2493-2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. *SNI 2816-2014 Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. *SNI 03-3976-1995, Tata cara pengadukan pengecoran beton*. Jakarta.
- British Standard International. 1990. BS 812-110:1990. *Testing aggregates. Methods for determination of aggregate crushing value (ACV)*. “....”
- Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2016. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/Prt/M/2016 Tentang*
- Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta.
- Pustran-Balitbang PU. 1990. *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Bandung.
- BS 812-112:1990. *Testing aggregates. Method for determination of aggregate impact value (AIV)*.