

Teknosia



**Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin**

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. 2, No.12. tahun VII, September 2013

- | | |
|--|----|
| •The Influence of Surface Cruduity Value of Coarse Aggregater to Concrete Strength
<i>Oleh Mawardi, Teknik Sipil UNIB</i> | 1 |
| •Pengaruh Kerenggangan Celah Katup Terhadap Performa Motor Bakar Empat Langkah
<i>Oleh Agus Nuramal, Yovan Witanto, Teknik Mesin UNIB</i> | 10 |
| •Analisa Kegagalan Proses Face Milling Crank Case Pada Rotary Milling Machine
<i>Oleh Hendri Van Hoten, Teknik Mesin UNIB</i> | 15 |
| •Studi Pengaruh Fraksi Volume dan Susunan Serat terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer Berpenguat Serat Pandan Laut (Pandanus Tectorius)
<i>Oleh Hendri Hestiawan, Dwi Kurniawanto, Teknik Mesin UNIB</i> | 25 |
| •Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Danau Kota Bengkulu
<i>Oleh Samsul Bahri, Mawardi, Lestarida, Teknik Sipil UNIB</i> | 32 |
| •Perancangan Alat Pendeteksi Dan Peringatan Gempa Berpotensi Tsunami Dengan Transmisi Sinyal Audiov Melalui Media Jala-Jala Listrik
<i>Oleh Irnanda Priyadi, Meiky EndaWijaya, Teknik Elektro UNIB</i> | 41 |
| •Experimenttal Studies System Of Refrigeration Using By 134a Refrigerant Type
<i>Oleh Angky Puspawan, Teknik Mesin UNIB</i> | 54 |

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123

Telp. : (0736) 21170, 344067 Fax. : (0736) 22105 E-mail: teknosia@yahoo.com

Teknosia



ISSN : 1978 - 8819

Vol, 2, No. 12, tahun VII, September 2013

Jurnal Teknosia mempublikasikan karya tulis di bidang Sain – Teknologi, Murni Disiplin dan Antar Disiplin, berupa penelitian dasar, perancangan dan studi pengembangan teknologi. Jurnal terbit berkala enam bulanan (Maret dan September).

Pelindung

Prof. Dr. Ir. Muhammad Syaiful, M.S

Penyunting Ahli (Mitra Bestari)

DR. Eddy Hermansyah, S.Si., M.Sc (UNIB)

Dr. Ir. Syafrin Tiaif, M.Sc (UNIB)

Dr. Ir. Febrin Anas Ismail, M.Eng (UNAND)

Prof. Mulyadi Bur, Dr-Ing. (UNAND)

Redaktur

Nurul Iman Supardi, ST.,M.P.

Redaktur Pelaksana

Zuliantoni, ST.MT

Dewan Redaksi

Drs. Boko Susilo., M.Kom.
Muhammad Fauzi, ST., MT

Irnanda Priyadi, ST., MT.
Drs. Asahar Johan T., M.Si

Penerbit

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS BENGKULU

Sekretariat Redaksi

Gedung Fakultas Teknik – Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123
Telp. : (0736) 21170, 344067 Fax. : (0736) 22105 E-mail: teknosia@yahoo.com

The Influence of Surface Cruduity Value of Coarse Aggregate to Concrete Strength

Mawardi

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp (0736)344087, Ext. 337
E-mail : mawardi001@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research was to find out the influence of surface cruduity value of coarse aggregater to pressure strength of concrete. The water ratio that aplicated was 0,5. The percentation of surface cruduity value were 100%, 50%, and 0% of the specimen. 9 cylinders of 150 x 300 mm specimens had been tested. It was showed the surface cruduity value to the concrete cause the strengths gettinglower as the percentation getting smaller (average 12 %).

Keywords: surface cruduity value, concrete presure strength

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sudah umum dan banyak digunakan dalam dunia struktur bangunan. Beton merupakan campuran dari air, agregat halus, agregat kasar dan semen yang mengalami proses hidrasi. Material beton mempunyai banyak keunggulan, antara lain kuat tekan beton tinggi, bahannya mudah diperoleh baik dipasar maupun pada alam, mudah dicetak, tahan terhadap karat, terhadap aus, terhadap kebakaran. Beton juga mempunyai kelemahan, kelemahan beton adalah beton mempunyai kuat tarik yang rendah, nilai kuat tariknya 9%-15% dari kuat tekannya (Mulyono, 2003).

Pada sungai-sungai di Provinsi Bengkulu mempunyai potensi yang cukup besar kandungan kerikil bulat, potensi ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Secara umum agregat kasar untuk pembuatan beton dibuat dari batu yang dipecah/split, namun demikian di Bengkulu pada umumnya karena kurangnya mesin pemecah batu, dan

sulitnya mencari tenaga kerja sebagai pemecah batu, maka biasanya agregat kasar untuk pembuatan beton digunakan kerikil bulat yang diambil langsung dari sungai dan tanpa dipecah.

Berbagai usaha dilakukan untuk meneliti agregat halus dan agregat kasar pada beton, sehingga dapat diperoleh beton dengan kualitas baik namun material penyusun beton tersebut harganya murah. Karena kekuatan beton tergantung pada kekuatan agregat halus dan agregat kasarnya.

Mengingat potensi kerikil bulat yang cukup besar di provinsi Bengkulu maka, pemanfaatan kerikil bulat secara langsung sebagai agregat kasar pada campuran beton diharapkan memperoleh harga beton yang murah. Pada penelitian ini diteliti model kuat tekan beton: beton menggunakan split dengan bidang pecah penuh, beton dengan agragat kasar satu bidang pecah, beton dengan menggunakan aregat kasar berupa kerikil bulat. Split dengan bidang pecah seluruh

permukaanya diasumsikan kekasaran agregat 100%, Split dengan satu bidang pecah diasumsikan kekasaran 50%, dan kerikil bulat diasumsikan kekasarannya 0%.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah material yang dibuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah lain (SK.SNI T-15-1990-03:1). Bila adukan campuran beton dituangkan ke dalam cetakan dan kemudian didiamkan, maka adukan beton tersebut akan menjadi keras seperti batuan. Proses pengerasan ini terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang terus berlangsung dari waktu ke waktu. Hal ini yang menyebabkan kekerasan beton terus bertambah sejalan dengan bertambahnya waktu (Tjokrodinuljo, 1996).

2.1 Agregat halus dan agregat kasar

Agregat dapat dibedakan menurut ukuran butirnya dan terbagi menjadi agregat kasar/kerikil (*coarse aggregate*) dan agregat halus/pasir (*fine aggregate*). Analisa saringan dilakukan dengan melewati agregat yang telah dikeringkan melewati sederetan susunan ayakan/satu set saringan standar ASTM-79 yang disesuaikan dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971 NI-2), dengan ukuran ayakan sebagai berikut : 31,5 ; 19,1 ; 9,52 ; 4,76 ;

2,38 ; 1,19 ; 0,59 ; 0,29 ; dan 0,149 mm. Metode yang digunakan ASTM C-136-76.

Agregat halus dan agregat kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya. Agregat menempati 70% sampai dengan 75% dari volume beton, sehingga karakteristik dan sifat dari agregat memiliki pengaruh langsung terhadap kualitas dan sifat-sifat beton (Nugraha, 2007).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain sebagainya) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

Jenis Agregat

Hampir semua faktor yang berkenaan dengan kelayakan suatu agregat endapan (*quarry*) berhubungan dengan sejarah geologi dari daerah sekitarnya. Proses geologis yang membentuk suatu *quarry* atau modifikasi yang berurutan, menentukan ukuran,

bentuk, lokasi, jenis, keadaan dari batuan, serta gradasi, dan sejumlah faktor lainnya. Agregat dapat dibedakan atas dua jenis yaitu: agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan buatan inipun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi) dan tekstur permukaannya.

Menurut Dipohusodo, 1999, Jenis Agregat Berdasarkan Bentuknya, secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Setelah dilakukan penambangan, bentuk agregat dipengaruhi oleh teknik penambangan yang dilakukan, dapat berupa dengan cara peledakan ataupun dengan mesin pemecah batu. Jika dikonsolidasikan butiran yang berat akan menghasilkan campuran beton yang lebih baik jika dibandingkan dengan butiran yang pipih. Penggunaan pasata semennya akan lebih ekonomis. Bentuk-bentuk agregat ini lebih banyak berpengaruh terhadap sifat pengerjaan pada beton secara (*fresh concrete*). Test standar yang dapat dipergunakan dalam menentukan bentuk agregat ini adalah ASTM D-3398.

Menurut Nugroho, 2007, Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut: Jenis Agregat Berdasarkan Tekstur Permukaan. Ukuran susunan agregat tergantung dari kekerasan, ukuran molekul, tekstur

batuan dan besarnya gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang telah membuat licin atau kasar permukaan tersebut. Secara umum susunan permukaan ini sangat berpengaruh pada kemudahan pekerjaan. Semakin licin permukaan agregat akan semakin sulit beton untuk dikerjakan. Umumnya jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai.

Jenis agragat berdasarkan tekstur permukaannya dapat dibedakan sebagai berikut: Agregat licin / halus (*glassy*). Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat dengan permukaan kasar. Dari hasil penelitian, kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butiran agregat sehingga beton yang menggunakan agragat ini cenderung mutunya lebih rendah. Agregat licin terbentuk dari akbat pengikisan oleh air, atau akibat patahnya batuan (*rocks*) berbutir halus atau batuan yang berlapis - lapis.

- a. Berbutir (*granular*), pecahan agregat jenis ini berbentuk bulat dan seragam.
- b. Kasar, pecahannya kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan - bahan berkristal yang tidak dapat terlihat dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

- c. Kristalin (Cristalline), agregat jenis ini mengandung Kristal-kristal yang tampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual.
- d. Berbentuk sarang lebah (*honey combs*), Tampak dengan jelas pori-porinya dan rongga-rongganya. Melalui pemeriksaan visual kita dapat melihat lubang-lubang pada batuananya (Nugraha, 2003)

2.2 Kuat Tekan Beton

Dipohusodo (1999) menyebutkan bahwa ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton seperti: ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (*curing*), usia beton, ukuran dan bentuk sampel. Penghitungan kuat tekan beton menurut ASTM C 293-02. kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan formula :

$$f_c' = P/A.....(2.1)$$

dimana :

f_c' : kekuatan tekan (kg/cm²)

P : beban tekan (kg)

A : luas permukaan benda uji (cm²)

1.4 Pola retak balok beton

Menurut Ujjianto (2008), retak-retak struktur pada balok memiliki pola vertikal atau diagonal, selain itu terdapat juga pola retak-retak rambut. Keretakan balok beton dapat dikategorikan menjadi retak struktur yang terdiri dari : retak lentur, retak geser dan

retak rambut. Jenis retak dapat diketahui dari pola retaknya sebagai berikut

- a. Retak lentur adalah retak yang memiliki pola vertikal/tegak yang disebabkan karena tidak kuat menahan momen lentur
- b. Retak geser adalah retak yang memiliki pola diagonal/miring yang disebabkan karena tidak kuat menahan gaya geser.
- c. Retak rambut/retak-retak kecil, banyak disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Umumnya terjadi karena balok mengalami pengeringan yang cepat, (balok terkena sinar matahari dan hujan).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini membuat model dan meneliti model kuat tekan beton. Model beton sebagai berikut : beton menggunakan split dengan bidang pecah penuh (*full* bidang pecah), beton dengan agregat kasar satu bidang pecah, beton dengan menggunakan agregat kasar berupa kerikil bulat. Split dengan bidang pecah seluruh permukaannya diasumsikan kekasaran agregat 100%, Split dengan satu bidang pecah diasumsikan kekasaran 50%, dan kerikil bulat diasumsikan kekasarannya 0%.

Perencanaan campuran adukan beton dilakukan mengikuti standar SK SNI-T-15-1990-03 dengan faktor air semen (FAS) 0,5 berdasarkan SNI-03-2847-2002 dan nilai *slump* 30-60 mm. Pengujian dan penghitungan kuat tekan beton disesuaikan dengan ASTM C 293-02.

Benda uji yang digunakan untuk uji kuat lentur adalah 9 buah silinder berukuran tinggi 150 x 300 mm. Penelitian dilakukan di

Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

3.1 Material penelitian

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji:

1. Agregat kasar 3 macam : kerikil pecah (*split*) full bidang pecah, kerikil pecah dengan satu bidang pecah, dan kerikil bulat langsung dari sungai tanpa proses pemecahan, asal material ini dari daerah Bengkulu Utara.

2. Agregat halus (pasir) dari daerah Curup Bengkulu.
3. Air bersih dan layak minum dari Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu.
4. Semen tipe I, merk Semen Padang.

Seluruh material yang digunakan dalam pembuatan benda uji, diuji terlebih dahulu berdasarkan persyaratan yang tercantum dalam SNI 03-1969-1990. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui layak atau tidaknya material tersebut digunakan sebagai bahan pembuat beton. Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Agregat kasar/*Split full* bidang pecah



Agregat halus/pasir



Air



Job mix: Air, pasir, kerikil dan semen,

Gambar 3.1 Bahan adukan beton

3.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji dibuat sejumlah 9 buah untuk masing-masing pengujian. Sebaran benda uji dan jenis benda uji yang digunakan disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel benda uji

Jenis Pengujian (Benda Uji)	Nilai kekasaran agregat kasar (%)			Jumlah sampel
	100	50	0	
Kuat tekan (silinder 150x300 mm)	3	3	3	9

Perencanaan campuran beton dilakukan menurut standar SK SNI-T-15-1990-03 dengan faktor air semen (FAS) 0,5 dan nilai *slump* 30-60 mm. *Slump test* dilakukan menggunakan kerucut Abrams.

Benda uji tersebut dicetak dengan cara menuang adukan beton segar ke dalam cetakan silinder. Benda uji silinder dibagi dalam 3 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan

dengan cara ditusuk sebanyak 25 kali. Benda uji yang sudah dicetak didiamkan selama 24 jam dan diletakkan di tempat yang terlindung. Setelah 24 jam benda uji dilepas dari cetakan, diberi identitas dengan spidol kemudian direndam dalam air sampai sehari sebelum dilakukan pengujian.

3.3 Pengujian kuat tarik beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap 9 benda uji silinder beton pada umur 28 hari. Benda uji terdiri dari 3 buah untuk setiap komposisi. Pengujian ini menggunakan mesin uji tekan *Universal Compression Testing Machine*. Pengujian dilakukan dengan menekan benda uji yang diletakkan tepat di tengah plat penekan. Mesin uji tekan dinaikkan secara berangsur-angsur sampai benda uji retak atau hancur.



Proses pencetakan beton



Pemeliharaan sampel



Sampel beton yang sudah dicetak



Set-up pengujian tekan beton

Gambar 3.1 Bahan adukan beton

3.5 Pengolahan Data

Data penelitian ini dianalisa berdasarkan kuat tekan beton rata-rata. Data hasil pengujian kuat tekan beton dihitung berdasarkan pada rumus 2.1. Pengolahan data menggunakan statistik rata-rata, dan standar deviasi, analisis regresi linier.

4. Hasil dan Pembahasan

Seluruh bahan yang digunakan memenuhi peraturan yang berlaku. Uraian sifat dan karakteristik agregat yang digunakan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Sifat dan karakteristik bahan penyusun beton

No	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Berat jenis ssd (kg/m ³)	2,578	2,685
2	Berat jenis od (kg/m ³)	2,524	2,675
3	Absorpsi (%)	2,160	0,368
4	Kadar air (%)	0,980	1,905

3.3 Kuat Tekan Beton

Hasil kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 4.2,

Tabel 4.2. Tabel kuat tekan beton umur 28 hari

Kuat Tekan Beton (MPa) Umur 28 Hari							
No	Kode	Sampel			Jumlah (Σf _c)	Rata-rata (Σf _{crt})	Standar Deviasi S
		1	2	3			
1	Beton dengan kekasaran agregat 100%	31,7056	32,8379	30,5732	95,1168	31,7056	2,6690
2	Beton dengan kekasaran agregat 50%	27,7424	27,6858	27,7990	83,2272	27,7424	0,1334
3	Beton dengan kekasaran agregat 0%	24,2887	24,3454	24,4020	73,0361	24,3454	2,5355

Tabel 4.2 memperlihatkan terjadi penurunan nilai kuat tekan beton seiring penggantian agregat kasar dari beton dengan kekasaran agregatnya 100%, ke-beton dengan

5	Kadar lumpur (%)	1,323	0,385
6	MHB	1,918	6,876
7	Berat isi (kg/m ³)	1432,266	1568,966

Mix Design

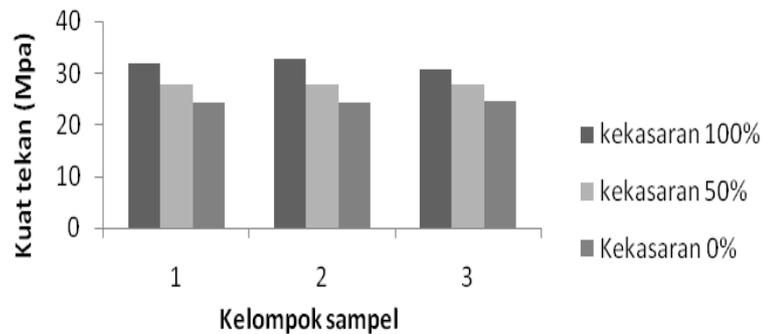
Perhitungan *mix design* dilakukan mengikuti standar SK. SNI T-15-1990-03 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton dengan agregat kasar split (full bidang pecah). Campuran beton dengan agregat kasar split (full bidang pecah) dengan fas 0,5 dan slump rencana 30-60 mm diperoleh dengan perbandingan berat semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (split) sebesar 1 : 1,454 : 3,488. *Mix design* beton ini digunakan untuk seluruh benda uji : beton dengan 3 jenis agregat kasar: agregat kasar dengan kekasaran 100%, 50%, dan 0%. seluruh benda uji.

kekasaran agregatnya 50%, dan ke-beton dengan kekasaran agregatnya 0%.

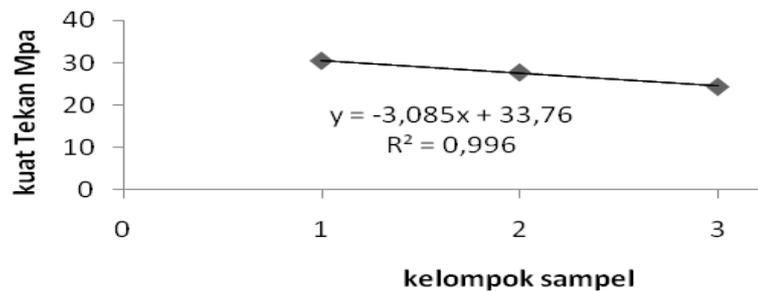
Penurunan kuat tekan beton terhadap beton dengan kekasaran agregatnya 100%,

rata-rata penurunan mencapai 12,37%. Hubungan kuat tekan dengan kekasaran permukaan agregat kasar, disajikan dalam

bentuk grafik pada Gambar 4.1. Trend dari Hubungan kuat tekan dengan kekasaran permukaan agregat kasar pada Gambar 4.2



Gambar 4.1 Grafik hubungan kuat tekan dengan kekasaran permukaan agregat kasar beton.



Gambar 4.2 Regresi linier dari Hubungan kuat tekan dengan kekasaran permukaan agregat kasar

Berdasarkan gambar 4.1 dan gambar 4.2 diperoleh :

1. Beton dengan agregat kasar dengan kekasaran permukaan agregat kasar 100% mempunyai kuat tekan yang lebih besar dari model beton dengan agregat kasar dengan kekasaran permukaan agregat kasar 50% dan 0%
2. Model beton dengan agregat kasar dengan kekasaran permukaan agregat kasar 50% mempunyai kuat tekan yang lebih besar dari model beton dengan agregat kasar dengan kekasaran permukaan agregat kasar 0%
3. Hasil pengujian kuat tekan beton sampel : beton normal kekasaran permukaan agregat kasar 100% rata-rata = 31,70 Mpa, beton dengan kekasaran agregat kasar 50% rata-rata = 27,74 Mpa, sampel beton dengan kekasaran agregat kasar 0% rata-rata = 24,36 Mpa. Tren penurunan kuat tekan rata-rata = 12,37%, Persamaan regresi $y = -3,085x + 33,76$, dengan $R^2=0,996$. Trend penurunan kuat tekan pada beton yang menggunakan agregat kasar berupa kerikil bulat, hal ini dikarenakan kuat geser betonnya turun, kuat geser turun disebabkan ikatan adukan beton (pasir,

semen, air) dengan permukaan kerikil bulat kurang kuat (permukaan agregat kasar = licin)

4.4 Pola retak beton

Pengamatan yang dilakukan terhadap pola retak yang terjadi pada sampel beton, memperlihatkan kecenderungan retak diagonal/miring retak geser.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan :

Kesimpulan : Kerikil bulat yang digunakan untuk sebagai agregat kasar pada beton dapat menurunkan kuat tekan beton 12 %. Untuk menggunakan kerikil bulat sebagai agregat kasar harus dilakukan pembuatan job mix ulang. Saran : Perlunya penelitian selanjutnya dengan FAS yang berbeda sehingga dapat di peroleh FAS yang optimum pada beton dengan agregat kerikil bulat/tanpa dipecah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 1971, Peraturan Beton bertulang Indonesia 1971 NI-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Jakarta.
- [2] Annual Book of American Society for Testing of Material Standars, 2002, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)*¹, New York.
- [3] Annual Book of American Society for Testing of Material Standars, 2003, *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*¹, New York.
- [4] Anonim, 1989, *Standar SK SNI M-12-1989-F, Metode Pengujian Slump Beton*. LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- [5] Anonim, 1989, *Standar SK SNI M-14-1989-F, Metode Pengujian Kuat Tekan*, LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- [6] Anonim, 1990, *Standar SK SNI T-15-1990-0, Pembuatan Campuran Beton Normal*, LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- [7] Dipohusodo, I., 1999, *Struktur Beton Bertulang*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [8] Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, FT. Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- [9] Nugraha, P., 2007, *Teknologi Beton*, CV Andi Offset: Yogyakarta.
- [10] SNI 1972:2008, *Cara Uji Slump Beton*, BSN.
- [11] SNI 03-2847:2002, *Pembuatan Campuran Beton Normal*, BSN.
- [12] Tjokrodinuljo, K., 1996., *Analisis Struktur*, FT. UGM, Yogyakarta.