

JURNAL TEKNOLOGI

(Journal of Technology)

JURNAL ILMU TEKNIK DAN SAINS

Daftar Isi

MESIN

Analisa Getaran *Inline Plunger* Pada Pompa Injeksi Bahan Bakar Motor Diesel

Benjamin, G. Tentua

Analisa Pengaruh Ketebalan *Orifice* Terhadap *Discharge* Dan *Dynamic Loss Coefficient* Aliran Udara Pada System *Contraction*

Abdul Hadi, Benjamin.G. Tentua,

Mendesain Sistem Informasi Pada Program Kerja Komputer

A.H. Latupeirissa.Halomoan marthin muskita

SIPIL

Estimasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Konstruksi Dengan Model *Path Analysis* (Studi Kasus Pembangunan Gedung Di Kota Makassar)

Imran Opier

Studi Mekanisme Transfer Beban Pada Tiang Bor Berinstrumen Berdasarkan Uji Laboratorium Dan Data Lapangan

Mansye Ronal Ayal

Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (Smk3) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Merah Putih Ambon Pendekat Hative Kecil

Ruben Kumbangsila

Analisa karakteristik Agregat Halus (limbah Stone Crusher) bahan campuran beton

Musper David Soumokil

MANAJEMEN PANTAI DAN PERENCANAAN WILAYAH

Kajian Penyimpangan Tata Bangunan Terhadap Tata Ruang Pada Satuan Wilayah Pengembangan Amahusu dan Pusat Kota Ambon

Willem D Nanlohy

ANALISA KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS (LIMBAH *STONE CRUSHER*) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN BETON

Musper David Soumokil^{*)}

Abstrack

Abu batu (Limbah *Stone Crusher*) tergolong limbah biasa yang tidak beracun bentuknya butiran halus seperti pasir namun kadar lumpurnya cukup tinggi sehingga tidak selamanya memenuhi syarat untuk pasir campuran beton, mengingat jumlahnya yang cukup besar maka upaya memanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomis serta mengatasi masalah pencemaran lingkungan layak di upayakan. Penelitian untuk melihat proporsi optimum potensi bahan buangan berupa Limbah *Stone Crusher* sebagai bahan bangunan, sampai sejauh mana bahan ini dapat dimanfaatkan yang akhirnya akan mengatasi masalah pencemaran dan mendapatkan nilai tambah yang bermanfaat untuk meningkatkan pendapatan. Hasil pengujian karakteristik material abu batu didapat, untuk gradasi masuk pada zona I dengan modulus kehalusan 3.465, berat jenis 2.58, penyerapan 3.71, berat volume lepas 1.11, berat volume padat 1.45, kadar air 3.15% dan kadar lumpur 3.17%. Secara umum material abu batu memenuhi seluruh syarat pengujian karakteristik material di laboratorium. Hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh, kuat tekan beton rata-rata $f'c = 236.82 \text{ kg/cm}^2$, lebih tinggi dari kuat tekan rencana $f'cr = 225 \text{ kg/m}^2$, tetapi lebih rendah dari kuat tekan yang ditargetkan $f'c = 340 \text{ kg/m}^2$. Hasil evaluasi diperoleh beton memenuhi kedua syarat yang ditentukan.

Kata Kunci : Analisis Limbah *Stone Crusher*, Kuat Tekan Beton.

1. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan. Dalam bidang Teknik Sipil dikenal dua macam agregat sebagai bahan pengisi yaitu agregat kasar (kerikil/batu pecah), agregat halus (pasir), air dan semen (bahan pengikat). Selain itu, pelaksanaan pekerjaan beton pun harus diperhatikan agar kekuatan mutu beton yang ditentukan untuk pembangunan tersebut memperoleh kelayakan sesuai dengan persyaratannya.

Untuk mendapatkan agregat kasar berupa batu pecah, harus menggunakan mesin pemecah batu *Stone Crusher*. *Stone Crusher* akan menghasilkan ukuran agregat kasar sesuai dengan kebutuhan suatu pekerjaan. Selain agregat kasar yg dihasilkan, *Stone Crusher* juga meninggalkan limbah atau yang sering disebut abu batu berupa ukuran butiran yang kecil.

Abu batu (Limbah *Stone Crusher*) tergolong limbah biasa yang tidak beracun bentuknya butiran halus seperti pasir namun kadar lumpurnya cukup tinggi sehingga tidak selamanya memenuhi syarat untuk pasir campuran beton, mengingat jumlahnya yang cukup besar maka upaya memanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomis serta mengatasi masalah pencemaran lingkungan layak di upayakan. Penelitian untuk melihat proporsi optimum potensi bahan buangan berupa Limbah *Stone Crusher* sebagai bahan bangunan, sampai sejauh mana bahan ini dapat dimanfaatkan yang akhirnya akan mengatasi masalah pencemaran dan mendapatkan nilai

tambah yang bermanfaat untuk meningkatkan pendapatan.

Abu batu ini sulit dipasarkan mengingat kualitasnya terutama kadar lumpurnya tinggi (lebih besar 5%), kadar Lumpur maksimum untuk Beton adalah 5% (PBI, 71) maka tidak dapat dijual pada industri beton atau *Concrete Ready Mix*, sehingga banyak menumpuk sebagai limbah. Abu batu yang diteliti berfungsi sebagai agregat halus pengganti pasir sebagai material campuran beton.

1,2 Rumusan Masalah.

Dari uraian diatas, maka permasalahan yang ada, dapat dirumuskan sebagai berikut :

Apakah Agregat halus (Limbah *Stone Crusher*) layak di pakai sebagai bahan campuran beton mutu K-225.

II TINJAUAN PUSTAKA

1. Defenisi Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. (MULYONO, 2004)

Dalam usaha untuk memahami karakteristik bahan penyusun campuran beton sebagai dasar perencanaan beton, Departemen Pekerjaan Umum melalui LPMB banyak mempublikasikan standar-standar yang berlaku. DPU-LPMB memberikan defenisi tentang beton sebagai campuran antara

^{*)} Musper David Soumokil : Dosen Jurusan Teknim Sipil Politeknik Negeri Ambon

semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan berupa masa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1). Dengan melihat besarnya volume pemakaian bahan beton dalam industri konstruksi, terutama yang digunakan pada pembangunan perumahan, pabrik, transportasi, perkantoran dan sarana pelengkap lainnya, tentu ada alasan mengapa konsumen menjatuhkan pilihannya pada bahan ini sebagai alternatif akhir bila dibandingkan dengan bahan bangunan lain.

Dari pemakaiannya yang begitu luas dapat diduga mengapa bahan beton dipilih sebagai bahan dasar konstruksi. Tetapi tentunya harus diperhitungkan segi keuntungan dan kerugian beton dibandingkan bahan lain. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah :

1. Kelebihan Beton
 - a. Ketersediaan (*availability*) material dasar.
 - b. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*).
 - c. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*) atau dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - d. Mampu memikul beban berat.
 - e. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
 - f. Biaya pemeliharaan yang minimal.
2. Kekurangan Beton
 - a. Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2.400 kg/m^3 .
 - b. Kekuatan tarik rendah meskipun kekuatan tekannya besar.
 - c. Beton cenderung untuk retak karena semennya hidraulis.
 - d. Kualitas sangat tergantung cara pelaksanaan di lapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama.
 - f. Struktur beton sulit untuk dipindahkan. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis. (NUGRAHA,2007)

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah material lokal (kecuali semen Portland dan bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencana tidak memahami sifat-sifat atau karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Untuk dapat mengetahui sifat-sifat dari masing-masing bahan perlu dilakukan pengujian atau pemeriksaan yang saksama dilaboratorium atau dilapangan.

2.2 Sifat dan Karakteristik Beton

A. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Kekuatan beton bila menggunakan benda uji kubus atau silinder akan berbeda, dimana kekuatan benda uji silinder adalah antara 70-90%

dari kekuatan pada benda uji kubus. Kekuatan tekan karakteristik beton dapat ditentukan dengan persamaan :

$$f_{ck} = \frac{Q}{A} = (\text{kg/cm}^2) \dots\dots\dots 1$$

dengan; Q = beban aksial yang bekerja (kg)
A = Luas penampang yang memikul (cm^2)

Untuk tujuan pengendalian mutu pekerjaan dilapangan sering diperlukan data kuat tekan yang diperoleh pada usia awal, dimana apabila pengujian baru diketahui setelah umur 28 hari, terjadinya penyimpangan terhadap kuat tekan rencana tidak dapat segera diambil tindakan perbaikan. Untuk tujuan ini, beberapa peraturan telah memberikan perkiraan kuat tekan pada berbagai umur beton sejak campuran beton di cor. (AMRI, SJAFEI, 1991)

Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part. 116 pada umur 28 hari.

B. Kemudahan Pengerjaan

Kemudahan pengerjaan beton merupakan kinerja utama yang dibutuhkan. Walaupun suatu struktur beton dirancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi, tetapi jika rancangan tersebut tidak dapat diimplementasikan dilapangan karena sulit untuk dikerjakan maka rancangan tersebut menjadi percuma.

C. Rangkak dan Susut

Rangkak (*creep*) atau lateral material flow didefinisikan sebagai penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja. (Nawy 1985 : 49). Deformasi awal akibat pembebanan disebut sebagai regangan elastis, sedangkan regangan tambahan akibat beban yang sama disebut regangan rangkak. Anggapan praktis ini cukup diterima karena deformasi awal pada beton hampir tidak dipengaruhi oleh waktu. Nilai rangkak untuk beton mutu tinggi lebih kecil dibandingkan dengan beton mutu rendah. Proses rangkak selalu dihubungkan dengan susut karena keduanya terjadi bersamaan dan seringkali memberikan pengaruh yang sama terhadap deformasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya rangkak dan susut sebagai berikut:

1. Sifat bahan dasar beton (komposisi dan kehalusan semen, kualitas adukan dan kandungan mineral dalam agregat).
2. Rasio air terhadap jumlah semen.
3. Suhu pada saat pengerasan.
4. Kelembaban nisbi pada saat proses penggunaan

5. Umur beton pada saat beban bekerja.
6. Nilai Slump
7. Lama pembebanan.
8. Nilai tegangan
9. Nilai rasio permukaan komponen struktur.²
(MULYONO, 2004)

2.3 . Karakteristik Bahan Pembentuk Beton

Beton adalah beban yang diperoleh dengan cara mencampurkan agregat, semen Portland, air dan kadang-kadang tambahan. Dengan demikian sifat beton akan sangat bergantung dari sifat-sifat material asal yang membentuknya.

A, Agregat

Agregat mempunyai peranan yang sangat penting, baik terhadap harga beton maupun kualitasnya. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70%. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat tahan lama (*durable*) dan ekonomis.

Agregat memiliki sifat kekerasan, kepadatan dan keawetan yang tinggi, akan menghasilkan beton berkualitas tinggi. Sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia serta ketahanan terhadap penyusutan. (NUGRAHA, 2007)

1. Jenis Agregat

Secara umum agregat dapat dibedakan menurut asal perolehannya :

- a). Agregat alam, agregat yang langsung diperoleh dari alam maupun diperoleh melalui proses pemecahan batuan alam tersebut.
- b). Agregat buatan, agregat yang dibuat untuk menggantikan fungsi agregat alam, misalnya agregat lempung bekan, bermis, perlit.

Secara lebih spesifik agregat dapat dibedakan berdasarkan jenisnya antara lain :

1. Jenis Agregat berdasarkan Berat

Agregat dapat dibedakan berdasarkan beratnya. Ada tiga jenis agregat berdasarkan beratnya, yaitu agregat normal, agregat ringan dan agregat berat. Namun tidak ada batasan yang jelas antara ketiga jenis agregat ini. Agregat ringan digunakan untuk menghasilkan beton yang ringan dalam sebuah bangunan yang memperhitungkan berat dirinya. Agregat ini paling banyak digunakan untuk beton-beton pracetak. Berat isi agregat ringan berkisar antara 300-1800 kg/m³. Agregat normal dihasilkan dari pemecahan batuan dengan quarry atau langsung dari sumber alam

berat jenis rata-ratanya 2.4- 2.7 yang berat isinya berkisar antara 2200-3000 kg/m³. Agregat berat mempunyai berat isi lebih besar dari 4.000 kg/m³.

Jenis Agregat berdasarkan Bentuk.

Bentuk agregat belum terdefiniskan secara jelas, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik. Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Test standar yang digunakan dalam menentukan bentuk agregat ini adalah ASTM D-3398. Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya sebagai berikut :

1. Agregat Bulat (*rounded*)
2. Agregat berbentuk tidak beraturan (*irregular*)
3. Agregat persegi nyata (*angular*)
 1. Agregat bundar memanjang (*elongated*)
 2. Agregat pipih (*flaky*), dan
 1. Agregat pipih dan panjang. (*flaky and elongated*)

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. Umumnya jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai. Agregat berdasarkan tekstur permukaan dapat dibedakan sebagai berikut :

3. Agregat licin/halus (*glassy*)
4. Berbutir (*granular*)
5. Kasar
6. Kristalin (*Cristalline*)
7. Berbentuk sarang labah (*honeycombs*)

(4). Jenis Agregat berdasarkan Ukuran Butir Nominal.

Ukuran agregat dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Untuk perbandingan bahan-bahan campuran tertentu, kekuatan tekan beton berkurang bila ukuran maksimum bertambah besar, dan juga akan menambah kesulitan dalam pengerjaannya. Ukuran dan bentuknya harus disesuaikan dengan syarat yang diberikan oleh ASTM, BS ataupun SNI/SII. Sebagai dasar perencanaan campuran beton besar butir maksimum agregat, (ACI 318, 1989 : 2 - 1) dan (PB, 1989 : 9), memberkan batasan sebagai berikut :

1. Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).
2. Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).

(5). Jenis Agregat berdasarkan Gradasi.

Gradasi agregat ialah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Gradasi sela (*gapgrade*).
2. Gradasi menerus (*continous grade*).
3. Gradasi seragam (*uniform grade*).

Untuk mengetahui gradasi tersebut dilakukan pengujian melalui analisa ayakan sesuai dengan standar dari BS 812, ASTM C-33, C 136, ASHTO T.27 ataupun standar Indonesia. Beberapa ukuran saringan yang digunakan untuk mengetahui gradasi agregat dapat dilihat pada Tabel 2.4. (MULYONO, 2004)

Tabel 2.4 Ukuran Saringan Standar Agregat Untuk Campuran Beton.

STANDAR ISO	ASTM E11	BRITISH STANDARD BS-812 (BS.410,1976)	STANDAR JERMAN
128 mm	100 mm	-	-
64 mm	90 mm	-	-
-	75 mm	75 mm	-
-	63 mm	63 mm	63 mm
-	50 mm	50 mm	-
32 mm	37.5 mm	37.5 mm	31.5 mm
-	25 mm	28 mm	-
16 mm	19 mm	20 mm	16 mm
-	12.5 mm	14 mm	-
8 mm	9.5 mm	10 mm	8 mm
4 mm	4.75 mm	5.0 mm	4 mm
2 mm	2.36 mm	2.36 mm	2 mm
1 mm	1.18 mm	1.18 mm	1 mm
500 µm	600 µm	600 µm	500 µm
250 µm	300 µm	300 µm	250 µm
125 µm	150 µm	150 µm	-
62 µm	75 µm	75 µm	-

Sumber : Teknologi Beton, 2004

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Kualitas suatu beton ditentukan dari sifat-sifat material pembentuknya, salah satunya agregat

2.4 Sifat-Sifat Agregat Dalam Campuran Beton

A. Agregat Kasar (Batu pecah)

Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butiran yang lebih besar dari 5.0 mm. Batu pecah merupakan hasil pengolahan batu dengan stone crusher. Butiran yang dihasilkan berbentuk tajam sehingga dapat memperkuat mortal. Batu pecah ini paling sering digunakan untuk pekerjaan struktural. Ukuran yang dikenal dalam pekerjaan beton adalah kurun 10/20 dan 20/30.

Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton maka agregat kasar harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut :

- a). Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1

- b). Kadar Lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 micron (0.074 mm) maksimum 1%.
- c). Kadar bagian yang lemah di uji dengan goresan batang tembaga, maksimum 5%.
- d). Kekalan jika diuji dengan NaSO₄ bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai MgSO₄ bagian yang hancur maksimum 18%.
- e). Tidak megandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%
- f). Kekerasan agregat harus memenuhi syarat

B Agregat Halus

Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton maka agregat halus harus memenuhi beberapa syarat menurut SII .0052 sebagai berikut :

- a). Modulus halus butir 1.5 sampai 3.8
- b). Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 micron (0.074 mm) maksimum 5%.
- c). Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrum sulfat (NaSO₄) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/ pembeding tidak lebih tua dari pada warna standar.
- d). Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembeding yang berasal dari pasir kuarsa bangka memberikan angka tidak lebih dari 2.20.
- e). Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%).

Tabel 2.9 Macam Pemeriksaan dan Persyaratan untuk Agregat Campuran Beton (Mulyono, 2004)

MACAM PEMERIKSAAN	PERSYARATAN		STANDAR ACUAN
	AGREGAT HALUS	AGREGAT KASAR	
1. Analisa Saringan Zona Gradasi	Zona 1,2,3,4	40, 20, 10 mm	SKSNI T-15-1990-03
Modulus	1.5 – 3.8 %	6.0 – 7.1 %	SII 0052-80
Kehalusan	2.4 – 2.9 gr/cm ³	2.4 – 2.9 gr/cm ³	BS 812 : 1975
2. Berat Jenis	< 5 %	< 5 %	PB-0203-36
3. Penyerapan Berat Volume	1.2 – 1.75 gr/cm ³	1.2 – 1.75 gr/cm ³	ASTM C 29
4. Kadar Air	< 5 %	< 3 %	SII 0052-80
5. Kadar Lumpur	< 5 %	< 5 %	ASTM C 33 SII 0052-80

Sumber : Teknologi Beton, 2004

2.5. Perencanaan Campuran Beton

Campuran beton merupakan perpaduan dari komposit material penyusunnya. Untuk mendapatkan campuran beton yang memenuhi persyaratan tersebut, maka harus dilakukan beberapa percobaan campuran sehingga memenuhi syarat spesifikasi beton sebagai berikut:

1. Kekuatan minimum
2. Pemakaian semen minimum

3. Faktor air semen (f.a.s) maksimum

Ada beberapa metode perencanaan campuran beton normal (mix design) yang umum digunakan untuk mendapat proposi campuran yang tepat, tergantung pada material yang dipakai dan tujuan struktur beton tersebut. Perlu ditambahkan bahwa penggunaan metode standar internasional disesuaikan dengan material dan kondisi kerja di Indonesia. Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode SK. SNI. T-15-1990-03 (Indonesia).

2.6 Perencanaan Menurut Metode SK. SNI. T-15-1990-03

Dalam pemelitan ini metode rancangan campuran beton yang dipakai adalah metode SKSNI, yaitu suatu standar perencanaan campuran beton yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Uum Indonesia yang prinsip perencanaan diadopsi dari perancangan cara Inggris yaitu DOE. Langkah-langkah perancangan ini adalah:

1. Syarat Perencanaan

1. Kuat Tekan Rencana (MPa)

Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuta tekan rata-rata, yang memenuhi syarat berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan yang lalu (umur 28 hari) untuk jenis dan konstruksi yang sama. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan silinder. Jika menggunakan kuat tekan dengan hasil uji kubus bersisi 150 mm, maka hasilnya harus dikonversi menggunakan persamaan :

$$f'_c = [0.76 + 0.2\text{Log}(f'_{ck}/15)] f'_{ck}, \dots\dots\dots 2$$

dimana : f'_c = Kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
 f'_{ck} = Kuat tekan beton, MPa, dari uji kubus beton bersisi 150 mm

Data kuat tekan sebagai dasar perancangan dapat menggunakan hasil uji kurang dari 28 hari berdasarkan data rekaman yang lalu untuk kondisi pekerjaan yang sama.

Tabel 2.10 Perkembangan Kuat Tekan untuk Semen Portland Tipe I (Mulyono, 2004)

Umur Beton	3	7	14	21	28
Semen Portland Tipe I	0.46	0.70	0.88	0.96	1.00

Sumber : Teknologi Beton, 2004

2. Pemilihan Proporsi Campuran

Rencana kekuatan beton didasarkan pada hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen. Pemilihan proporsi campuran beton

harus memenuhi syarat atau ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- 1) Untuk beton dengan kuat tekan f'_c lebih dari 20 MPa, proporsi campuran percobaan harus didasarkan pada campuran berat (*weight batching*), (PB,1989 : 17)
- 2) Untuk beton dengan kuat tekan f'_c hingga 20 MPa, proporsi campuran percobaan boleh didasarkan pada campuran volume (*volume batching* – ASTM C.685).
- 3) Khusus untuk beton yang direncanakan mempunyai kekuatan sebesar 10 MPa, bila dipertimbangkan praktis dan kondisi setempat tidak memungkinkan pelaksanaan beton dengan mengikuti prosedur perancangan proporsi campuran (PB, 1989 : 17), dapat digunakan perbandingan 1PC : 2 Agregat Halus : 3 Agregat Kasar, dengan nilai slump beton tidak boleh melebihi 100 mm.

3. Bahan Campuran

Bahan yang digunakan dalam campuran harus memenuhi syarat standar yaitu :

- 1) Air harus memenuhi syarat yang berlaku, dalam hal ini tertuang dalam SK.SNI. S-04-1989-F tentang spesifikasi air sebagai bahan bangunan. Air yang dapat diminum dapat langsung digunakan, jika tak memenuhi syarat atau tak dapat diminum, air yang digunakan harus memenuhi syarat uji perbandingan kekuatan tekan dengan menggunakan bahan dari air standar, minimal memenuhi syarat 90% kuat tekannya.
- 2) Semen harus memenuhi syarat SII-0013-81, tentang “Mutu dan Cara Uji Semen Portland” atau SK.SNI.S-04-1989-F “Spesifikasi bahan perekat Hidrolis Sebagai Bahan Bangunan”.
- 3) Agregat harus memenuhi syarat SII-0052-80 tentang “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” atau SK.SNI-S-04-1989-F, “Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan”.

1. Perhitungan Proporsi Campuran

1. Kuat Tekan Rata-rata yang direncanakan

Nilai standar deviasi didapat dari hasil pengujian yang lalu untuk kondisi pekerjaan dan lingkungan yang sama dengan benda uji yang lebih besar dari 30 benda uji berpasangan. Jika jumlah beda uji lebih kecil dari 30, harus dilakukan koreksi dan apabila tidak ada sama sekali

maka diambil nilai tambahnya sebesar 12 MPa.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

- Dengan : S = Standar deviasi
 x_i = Kuat tekan beton yang didapat dari hasil pengujian untuk masing-masing benda uji
 \bar{x} = Kuat tekan rata-rata
 n = Jumlah data

2. Nilai tambah atau margin

Nilai tambah atau margin dihitung menurut rumus :

$$m = K \times s$$

- Dengan : m = Nilai tambah
 K = Tetapan statistik yang nilainya tergantung pada presentase hasil uji yang lebih rendah dari f^c
 S = Standar Deviasi

Rumus diatas dapat ditulis kembali menjadi $m=1.64s$. jadi kuat tekan rencana yang ditargetkan $f^c_{cr} = f^c_c + 1.64s$

3. Pemilihan Faktor Air semen

Faktor air semen yang diperklukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan pada hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari hasil penelitian lapangan sesuai dengan bahan.

4. Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat workability.

5. Besar Butir Agregat maksimum

Besar butir agregat maksimum dihitung berdasarkan ketentuan berikut :

- 1) 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan
- 2) 1/3 dari tebal plat
- 3) 3/4 dari jarak bersih maksimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

6. Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut. Agregat yang dipecah atau agregat yang tidak dipecah (alami). Menggunakan Tabel.2.22 dan agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

- Dengan :
 W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus
 W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

7. Susunan Gradasi Agregat Halus

Susunan gradasi agregat halus yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi syarat gradasi. Dalam syarat gradasi menurut SK.SNI.T-15-1990-03 dibagi menjadi 4 zona yaitu zona 1,2,3 dan 4. dan untuk agregat gabungan dibagi menjadi 3 yaitu butir maksimum 40,20 dan 10.

8. Proporsi Agregat Halus

Proporsi agregat halus ditentukan berdasarkan nilai ukuran butir maksimum yang dipakai, faktor air semen, dan nilai slump yang digunakan serta zona gradasi agregat halus.

9. Berat Jenis Relatif Agregat

Berat jenis relatif agregat diambil berdasarkan data hasil pengujian laboratorium. Jika data tersebut tidak ada, untuk agregat kasar diambil nilai 2.6 gram/cm³ dan untuk agregat halus diambil nilai 2.7 gram/m³. berat jenis agregat gabungan dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis (BJ) Agregat Gabungan} = \frac{[\% \text{ Agregat Halus} \times \text{BJ. Ag. Halus}] + [\% \text{ Agregat Kasar} \times \text{BJ. Ag. Kasar}]}{100}$$

2.8. Perancangan Campuran Beton.

A Data-data Pendahuluan

Data-data pendahuluan yang diperlukan berupa hasil analisa atau pemeriksaan awal terhadap agregat yang dipakai dan parameter-parameter yang harus ditentukan terlebih dahulu berdasarkan ketentuan/acuan dari peraturan-peraturan perancangan beton yang ada. Data yang diperlukan adalah :

1. Kuat tekan.
2. Jenis agregat yang dipakai :
 1. Agregat kasar adalah agregat batu pecah (batu sungai)
 2. Agregat halus (Limbah Stone Crusher)
3. Ukuran diameter maksimum agregat adalah 40 mm
4. Semen yang dipakai adalah Semen Portland Tipe I. (Merek Tonasa)

B Perhitungan Rencana Campuran Beton

Rencana Campuran Dihitung dengan menggunakan Metode SK.SNI.T-15-1990-03.

1. METEODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi/Objek Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kota Ambon. Objek penelitian yang ditinjau adalah abu batu (Limbah Stone Crusher) sebagai pengganti pasir pada PT. ESER, dengan penelitian sifat-sifat fisis dan karakteristik beton dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon dengan waktu pelaksanaan 2 (dua) bulan.

2. Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Data primer

Data primer yang digunakan :

1. Sampel agregat kasar
2. Sampel agregat halus
3. Karakteristik agregat
4. Pembuatan dan pengujian beton

5. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan :

6. Perancangan campuran beton
7. Perhitungan rencana campuran beton

IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat dan Pembahasan

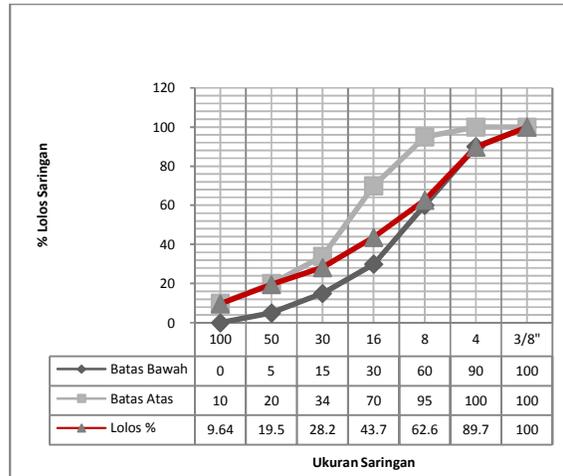
1. Analisa Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus (Limbah Stone Crusher)

1. Limbah Stone Crusher

Analisa saringan agregat yang digunakan berada pada zona 1, sesuai standar SK.SNI T-15-1990-03. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 5.1. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus (Limbah Stone Crusher).

No.	Berat Ayakan	Berat Ayakan + Material Tertahan	Berat Tertahan	Berat Kumulatif	Persentase	
					Tertahan	Lolos
3/8"	334.4	334.4	-	-	-	100
No. 4	414.1	619.3	205.2	205.2	10.26	89.74
8	429.2	970.7	541.5	746.7	37.33	62.67
16	401.9	781.2	379.3	1,126.0	56.29	43.71
30	410.0	718.7	308.7	1,434.7	71.73	28.27
50	386.2	561.3	175.1	1,609.8	80.48	19.52
100	267.6	465.1	197.5	1,807.3	90.36	9.64
200	401.2	454.4	53.2	1,860.5	93.02	6.98
Pan	468.0	607.7	139.7	2.000	100	0.00
Modulus Kehalusan (MK)					: 346.450/100 = 3.465	



Gambar 5.1. Grafik Daerah Gradasi Pasir Kasar (Limbah Stone Crusher) Zona 1

Tabel. 5.2 Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (Limbah Stone Crusher).

Jenis Sampel		Agregat Halus (Limbah Stone Crusher)		
Sumber Sampel		PT. ESER		
No	Uraian Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Ket. Lolos
1	- Zona Gradasi	Zona 1	Zona 1 – 4	Lolos
	- Modulus Kehalusan (%)	3.465	1,5 - 3,8	Lolos
2	Berat Volume (gr/cm ³)		1,2 - 1,75	
	- Lepas	1.11		Lolos
	- Padat	1.45		Lolos
3	Berat Jenis (gr/m ³)		2,4 - 2,9	
	- Berat Jenis Bulk	2.48		Lolos
	- Berat Jenis SSD	2.58		Lolos
	- Berat Jenis Semu	2.74		Lolos
	- Penyerapan/Absorpsi (%)	3.71	< 5 %	Lolos
4	Kadar Air (%)	3.15	< 5 %	Lolos
5	Kadar Lumpur (%)	3.17	< 5 %	Lolos

Sumber : Hasil analisa data

Dari hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa secara umum agregat halus baik untuk digunakan karena memenuhi hampir semua syarat yang ditentukan oleh SII, BS, maupun ASTM. Analisa pemeriksaan karakteristik agregat halus (Limbah Stone Crusher).

2. Analisa Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

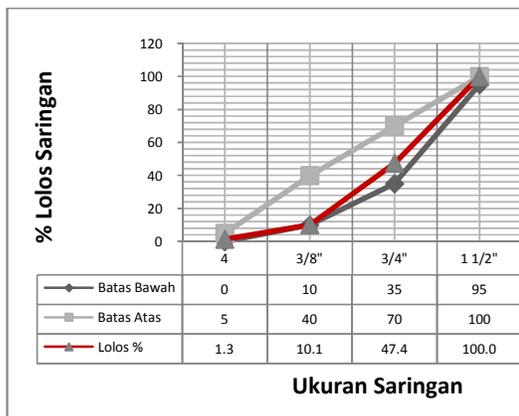
Berdasarkan analisa saringan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.3, agregat kasar tidak memenuhi BS

Musper David Soumokil; Analisa karakteristik Agregat Halus (limbah Stone Crushe.

Tabel. 5.3. Hasil pemeriksaan analisa

saringan agregat kasar

No.	Berat Ayakan	Berat Ayakan + Material Tertahan	Berat Tertahan	Berat Kumulatif	Persentase	
					Tertahan	Lolos
3"	430.3	430.3	-	-	-	100
1 1/2"	576.1	576.1	-	-	-	100.00
3/4"	558.5	2,089.2	1,530.7	1,530.7	52.60	47.40
3/8"	334.4	1,506.0	1,171.6	2,702.3	92.86	7.14
No. 4	414.1	582.8	168.7	2,871.0	98.66	1.34
8	429.2	434.4	5.2	2,876.2	98.84	1.16
16	401.9	403.2	1.3	2,877.5	98.88	1.12
30	410.0	412.2	2.2	2,879.7	98.96	1.04
50	386.2	391.2	5.0	2,884.7	99.13	0.87
100	267.6	276.4	8.8	2,893.5	99.43	0.57
200	401.2	404.0	2.8	2,896.3	99.53	0.47
Pan	468.0	481.7	13.7	2,910.00		0.00
Modulus Kehalusan (MK)		739.368/100 = 7.394				



Gambar 5.2. Grafik Batas Gradasi Kerikil atau Koral ukuran maksimum 40 m

Tabel 5.4. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

Jenis Sampel		Batu Pecah		
Sumber Sampel		Wai Sekula		
No	Uraian Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Ket. Lolos
1	- Zona Gradasi	Termasuk	Uk. Max 40 mm	Lolos
	- Modulus Kehalusan (%)	7.394	5-8	Lolos
2	Berat Volume (gr/cm ³)		1,2 - 1,75	
	- Lepas	1.25		Lolos
	- Padat	1.67		Lolos
3	Berat Jenis (gr/m ³)		2,4 - 2,9	
	- Berat Jenis Bulk	2.57		Lolos
	- Berat Jenis SSD	2.63		Lolos
	- Berat Jenis Semu	2.75		Lolos
4	- Penyerapan/Absorpsi (%)	2.62	< 5 %	Lolos
	Kadar Air (%)	2.35	< 5 %	Lolos
5	Kadar Lumpur (%)	3.17	< 5 %	Lolos

Sumber : Hasil analisa data

Dari hasil pemeriksaan secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa secara umum agregat kasar baik untuk digunakan karena memenuhi semua syarat yang ditentukan oleh SII, BS, maupun ASTM.

B. Perancangan Campuran Beton.

Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proposi bahan-bahan penyusun beton. Proposi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*).

Berdasarkan hasil pemeriksaan serta analisa karakteristik dari masing-masing agregat maka dapat dibuat perancangan beton yang sesuai dengan karakteristik agregat tersebut. Dalam perancangan ini digunakan metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI. T.15-1990-03. Dari hasil perhitungan perancangan campuran beton (*mix design*), diperoleh proposi bahan-bahan pokok untuk membuat 1 m³ campuran beton untuk agregat halus (**Limbah Stone Crusher**) dengan kuat tekan rencana $f'c = 225 \text{ kg/cm}^2$.

RANCANGAN CAMPURAN BETON (K-225)

Sumber sampel : Quarry PT. ESER – Kota Ambon

Jenis sampel : Agregat Halus (Limbah Stone Crusher)

Agregat kasar (Batu Pecah Wae Sekula)

TABEL ISIAN MIX DESIGN			
NO	URAIAN	KETERANGAN	NILAI
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditentukan	225 kg/cm ² atau 22.5 Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui PBI	7 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	P1	11.5 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	P2	34.0 Mpa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Type 1
6	Jenis agregat : kasar		Pecah
	Jenis agregat : halus		Pecah (Limbah Stone Crusher)
7	Faktor Air semen bebas	Tabel	0.48
8	Faktor Air semen max		0.6
9	Slump	Ditetapkan	100 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel	205 kg/m ³
12	Jumlah semen	P3	427 kg/m ³
13	Jumlah semen minimum		275 kg/m ³
14	Faktor air semen yang disesuaikan		-
15	Susunan besar butir agregat halus		ZONA 1
16	Persen agregat halus		43%
17	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)		2.6
18	Berat jenis beton	Grafik	2350 kg/m ³
19	Kadar agregat gabungan	P4	1718 kg
20	Kadar agregat halus		739 kg
21	Kadar agregat kasar		979 kg

KWANTITAS	SEMEN	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
	(Kg)	(Ltr)	(Kg)	(Kg)
Per m ³	472	205	739	979
Perbandingan Komposisi	1	0.5	1.7	2.3

Dari hasil perhitungan perancangan campuran beton (*mix design*), diperoleh proposi bahan-bahan pokok untuk membuat 1 m³ campuran beton untuk agregat halus (Limbah Stone Crusher) dengan target kuat tekan rencana $f'c = 225 \text{ kg/cm}^2$ adalah :

1. Semen = 427 kg
2. Air = 205 ltr
3. Agregat Halus = 739 kg
4. Agregat Kasar = 979 kg

Dari data hasil perhitungan proposi campuran bahan dasar tersebut diperoleh perbandingan/proporsi campuran sebagai berikut :

$$1 \text{ PC} : 1.7 \text{ Ps} : 2.3 \text{ Krkl} : 0.5 \text{ Air}$$

5. Pembuatan dan Pengujian Beton

Setelah melakukan perancangan campuran (*mix design*), maka dari hasil yang diperoleh di buat sampel pengujian sesuai kebutuhan. Sampel yang dibuat sebanyak 30 benda uji.

Dari hasil *mix design* maka keseluruhan material ditimbang sesuai kebutuhan benda uji yang akan dibuat. Setelah penimbangan maka langkah selanjutnya adalah pencampuran seluruh material selama kurang dari 1.5 – 3 menit barulah dituang didalam wadah untuk selanjutnya dibuat benda uji.

1. Hasil Pemeriksaan Slump Beton.

Pengujian slump (*Slump Test*) ialah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton yaitu workability/kepadatan adukan yang dibutuhkan dalam pengerjaan beton. Berdasarkan nilai slump yang direncanakan sesuai SK.SNI T-15-30-1991 yaitu antara 60 – 100 mm, maka dari hasil pemeriksaan slump untuk masing-masing campuran rata-rata diperoleh sebesar 85 mm.

2. Pencetakan Benda Uji

Pencetakan benda uji dilakukan dengan menggunakan cetakan benda uji kubus dengan dimensi 150 x 150 mm sebanyak 6 buah tiap kali pembuatan benda uji. Hal ini dilakukan karena disesuaikan dengan kapasitas molen yang kecil. Kemudian dibiarkan kurang lebih 24 jam. Setelah itu baru cetakan dibuka.

3. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam seluruh benda uji dalam air. Hal ini

dilakukan untuk menghindarkan beton dari kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama, dan perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar yang dapat menyebabkan susut yang terlalu cepat pada beton.

4. Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.

Hasil kuat tekan beton yang dihasilkan untuk agregat halus (Limbah Stone Crusher) sebesar **236.82 kg/cm²** atau lebih besar dari kuat tekan rencana, tetapi lebih kecil dari kuat tekan rata-rata yang ditargetkan.

2. Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari hasil perhitungan 9actor9ic standar deviasi menunjukkan hasil yang baik karena mutu standar deviasi pelaksanaan lebih kecil dari standar deviasi yang direncanakan ($Sr > S$).

Dari pengujian kuat tekan beton, hasil yang diperoleh cukup bervariasi pada setiap umur beton. Hal ini disebabkan oleh beberapa 9actor yaitu :

1. Gradasi agregat kasar/besar dan seragam mudah mengalami proses segregasi yang terjadi akibat mudahnya partikel agregat halus untuk naik kepermukaan. Karena banyaknya rongga-rongga yang terbuka. Agregat ini akan menghasilkan kepadatan beton yang rendah sehingga mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan.
2. Proses pemadatan yang tidak sempurna.
3. Faktor ketelitian dalam pelaksanaan.

Tabel 5.5. Perhitungan Standard Deviasi

No. Benda Uji	Kuat Tekan (Xi) 28 Hari	Xi - X	(Xi - X) ²	Keterangan
	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²) ²	
1	224.79	-2.86	8.20	$\sum Xi = 6829.4$ $n = 30$ $\sum (Xi - X)^2 = 907.38$ Kuat Tekan Rata-rata : $X = \frac{\sum Xi}{n} = 227.65$
2	224.79	-2.86	8.20	
3	219.86	-7.79	60.72	
4	223.80	-3.85	14.81	
5	219.86	-7.79	60.72	
6	221.83	-5.82	33.88	
7	222.87	-4.78	22.83	
8	220.28	-7.37	54.32	
9	225.46	-2.19	4.78	
10	224.81	-2.83	8.04	
11	226.11	-1.54	2.37	
12	226.76	-0.89	0.79	
13	220.57	-7.08	50.06	
14	222.63	-5.01	25.14	
15	223.15	-4.50	20.24	
16	223.67	-3.98	15.87	
17	226.24	-1.41	1.98	
18	226.76	-0.89	0.79	

20	231.48	3.83	14.69
21	231.48	3.83	14.69
22	231.48	3.83	14.69
23	232.43	4.78	22.83
24	231.48	3.83	14.69
25	235.83	8.18	66.90
26	234.47	6.82	46.49
27	237.19	9.54	91.00
28	236.73	9.09	82.56
29	235.83	8.18	66.90
30	235.83	8.18	66.90
Σ	6829.46		907.38

Standar Deviasi (s) =

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{907.38}{30 - 1}} = 5.59 \text{ Kg/cm}^2$$

Kuat tekan yang diperoleh (fc) =

$$f_c = X + 1,64 \times s$$

$$f_c = 236.82 \text{ Kg/cm}^2$$

Evaluasi hitung kuat tekan di dasarkan pada pedoman Beton 1989. Pasal 4.7 yang menjelaskan bahwa, pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan betonnya memenuhi dua syarat yang diberikan yaitu :

1. Nilai rata rata dari semua pasangan hasil uji (terdiri dari 4 pasangan benda uji) kurang dari $f'c + 0.82$, dengan S adalah standar deviasi.
2. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0.85 f'c$.

Tabel 5.6. Evaluasi Kuat Tekan Kubus

No. Benda Uji	Kuat Tekan (Xi) 28 Hari	Rata-rata 4 Benda Uji Berpasangan	Syarat I	Syarat II
	(Kg/cm ²)		$\geq f'c + 0.82 Sd$	$\geq 0.85 f'c$
1	224.79	-	-	Memenuhi Syarat
2	224.79	-	-	Memenuhi Syarat
3	219.86	-	-	Memenuhi Syarat
4	223.80	223.31	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
5	219.86	222.07	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
6	221.83	221.33	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
7	222.87	222.09	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
8	220.28	221.21	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
9	225.46	222.61	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
10	224.81	223.36	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
11	226.11	224.17	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat

				Syarat
13	220.57	224.56	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
14	222.63	224.02	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
15	223.15	223.28	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
16	223.67	222.51	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
17	226.24	223.92	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
18	226.76	224.95	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
19	231.01	226.92	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
20	231.48	228.87	Tak Memenuhi	Memenuhi Syarat
21	231.48	230.18	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
22	231.48	231.36	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
23	232.43	231.72	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
24	231.48	231.72	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
25	235.83	232.80	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
26	234.47	233.55	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
27	237.19	234.74	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
28	236.73	236.05	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
29	235.83	236.05	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat
30	235.83	236.39	Memenuhi Syarat	Memenuhi Syarat

Data Statistik :

Kuat Tekan Rencana (fc) = 225 Kg/cm²

Kuat Tekan Rata-rata = 227.65 Kg/cm²

Standar Deviasi (s) = 5.59 Kg/cm²

Syarat I = (fc + 0,82 Sd) = 229.6 Kg/cm²

Syarat II = (0,85 fc) = 191.3 Kg/cm²

Dari hasil evaluasi kuat tekan kubus sesuai syarat I (229.6 Kg/cm²) dan syarat II (191.3 Kg/cm²) diperoleh, beton pada usia 3 dan 7 hari tidak memenuhi syarat I tetapi pada usi 14, 21 dan 28 hari memenuhi syarat I, sedangkan untuk syarat II seluruh hasil pengujian kuat tekan memenuhi syarat. Sehingga untuk seluruh analisis kelayakan agregat halus (limbah Stone Crusher) pada Quarry PT. ESER dinyatakan layak untuk dipakai sebagai material campuran beton Mutu K-225.

VI. PENUTUP

VI.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemeriksaan material di laboratorium dan pengujian kuat tekan bekan beton maka diperoleh :

1. Hasil pengujian karakteristik material abu batu (limbah Stone Cruser) memenuhi seluruh syarat sebagai pengganti pasir (agregat halus) sebagai bahan campuran beton dengan komposisi campuran /m³ beton : Semen = 427 kg, agregat halus = 739 kg, agregat kasar = 979 kg dan air = 205 liter.
2. Hasil pengujian kuat tekan beton didapat kuat tekan beton yang diperoleh f'c = 236.82

tekan = 225 Kg/cm², tetapi lebih kecil dari kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (factor keaman) $f'c = 340 \text{ Kg/cm}^2$.

3. Hasil evaluasi kuat tekan didapat beton pada umur 28 hari memenuhi kedua syarat yang ditentukan yaitu syarat I (229.6 Kg/cm²) dan syarat II (191.3 Kg/cm²), sehingga dapat disimpulkan bahwa, material abu batu (limbah Stone Crusher) sebagai pengganti pasir (agregat halus) layak dipakai sebagai bahan campuran beton Mutu K-225.

VI.2.Saran

Dari kesimpulan yang diperoleh, maka disarankan material abu batu (limbah Stone Crusher) sebaik digunakan sebagai bahan campuran beton untuk bangunan non struktur, karena kuat tekan beton yang dihasil walaupun memenuhi kuat tekan rencana tetapi memiliki kuat tekan yang ditergetkan (faktor keamanan) rendah. Penggunaan abu batu juga sebaiknya dicuci untuk mengurangi kandungan kadar lumpur sebelum digunakan.

Daftar Pustaka

- Aji, P. Purwanto, 2004. **"Teknologi Beton"**, Andy, Yogyakarta
- Amri, Sjafei, 1991, **"Pengantar Teknologi Beton"**, Edisi Pertama Seri Teknologi Bahan
- Andoyo **"Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Mortar"**. Semarang : Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, 2006.
- Dinas Pekerjaan Umum, **"Perencanaan Campuran Beton Normal SK.SNI T-15-01-1991"**.
- Hidayat Arifal, Juli 2011, **Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton K-225"**, Vol. 3 No. <http://kuattekanbeton.net/jurnal/aptek.htm>, 10 Agustus 2010
- Mulyono, Tri, 2004, **"Teknologi Beton"**, Andi Yogyakarta, Jakarta
- Nugraha, Paul dan Anthoni, 2007, **"Teknologi Beton"**, Andi, Yogyakarta
- Rara Dewi, 2013, **"Pembuatan Beton Normal Dengan Fly Ash Menggunakan Mix Desain Yang Dimodifikasi"**, Jawa Barat : Jurnal Teknik Sipil Universitas Jember
- Tjokrodinuljo, Kardiyo, 1996, **"Teknologi Beton"**, Nafiri, Yogyakarta