

STONE DUSH SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT TERHADAP BETON NORMAL

Imam Al Huda¹⁾, Andry Alim Lingga²⁾, Gatot Setya Budi²⁾

imambaong97@gmail.com

ABSTRAK

Construction of the structure and infrastructure in Indonesia began to rapidly return. Civil buildings are usually constructed using a base material in the form of concrete and steel. Concrete used is usually a mixing between the coarse aggregate (gravel), fine aggregate (sand), cement, and water. The material used in the manufacture of concrete are materials culled from nature so that it can be called as natural resources. Makers of concrete material is largely natural resources that cannot be renewed. Natural resources that cannot be renewed will gradually run out, it needs to be searched then need to look for a successor. Grey is a by-product of the stone-breaking machine in the process of solving the stone to stone broke the aggregate replacement materials could be made smooth. However grey had many disadvantages such as water absorption greater than natural sand. In the writing of this blending of gray stone with fine aggregate in this case in the form of grey concrete planning quality $f'c$ 25 MPa. In this case is expected to come by a good proportion so that the blending is obtained strong press optimum

Keywords: grey, concrete Aggregate, fine, normal quality $f'c$ 25 MPa, robust press.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Agregat adalah adalah sekumpulan butir – butir batu pecah, kerikil, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No.:1737-1989-F). Agregat kasar yang dihasilkan oleh perusahaan batu pecah pada umumnya digunakan sebagai bahan konstruksi, disamping itu juga dihasilkan agregat halus atau sering disebut sebagai abu batu (*stone dush*). Menurut Nevil (1997), agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir buatan yang di hasilkan oleh pemecah batuan. Agregat halus merupakan material utama sebagai bahan pengisi

campuran semen, tetapi agregat halus yang sering lebih digunakan adalah pasir. Hal ini dikarenakan pasir merupakan sumber daya alam yang banyak terdapat didaerah sungai besar, harga pasir yang relatif murah, dan pasir tidak perlu proses pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan (*praktis*). Batu pecah merupakan material utama dari bahan konstruksi. Batu pecah berasal dari batuan gunung yang kemudian diolah menggunakan *stone crusher* untuk menghasilkan produk dengan ukuran tertentu sesuai dengan peruntukannya.

Pengolahan batu pecah umumnya untuk menghasilkan agregat kasar, agregat halus yang dihasilkan biasanya hanya sebagai produk sampingan dari batu pecah disebut dengan abu batu (*stone dush*). Abu batu (*stone dush*)

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT Untan

merupakan hasil sampingan dalam produksi batu pecah. Menurut Celik dan Marar (1996), agregat halus yang dihasilkan dari lokasi stone crusher mengandung kurang lebih 17% sampai 25% fraksi abu batu, sehingga abu batu (*stone dust*) memiliki volume produksi yang cukup potensial untuk dimanfaatkan lebih lanjut penggunaannya. Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pengisi campuran semen memiliki kriteria atau syarat – syarat tertentu.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil kuat tekan beton dengan penggunaan stone dust sebagai pengganti agregat halus.

1.3. Pembatasan Masalah

- a. Semen yang digunakan adalah semen *Portland Composite Cement (PCC)*
- b. Benda uji yang digunakan adalah Silinder dengan $f'c$ 25 Mpa
- c. Pengujian benda uji dilakukan dengan pengujian hasil kuat tekan

1.4. Ruang lingkup Penelitian

- a. Mutu beton yang direncanakan $f'c$ 25 MPa
- b. Campuran beton menggunakan *stone dust*
- c. Slump 7 – 10 cm.
- d. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement (PCC)* bermerek Semen Holcim yang digunakan untuk semua benda uji.
- e. Benda uji yang digunakan cetakan silinder Ø 15 cm tinggi 30 cm
- f. Penelitian menggunakan metode ACI.
- g. Pengujian kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Beton adalah suatu campuran antara semen, agregat mineral dan air, yang

menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut. Bahan air dan semen menimbulkan hidrasi yang kemudian mengikat butiran-butiran agregat menjadi satu. ^(2.1) Bahan dasar pembentuk beton yaitu semen, agregat dan air, setelah dicampur merata menghasilkan suatu campuran plastis (antara cair dan padat) dimana sifat dari campuran yang plastis ini akan menjadi keras karena proses kimia antara semen dan air. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat dan karakteristik bahan dasar, nilai perbandingan bahan dasar, cara pengerjaan, pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan selama proses pengerasan.

Untuk dapat menghasilkan beton yang baik, setiap agregat baik agregat kasar maupun agregat halus haruslah terbungkus seluruhnya oleh pasta semen dan tidak ada rongga diantara partikel-partikel, sehingga menimbulkan ikatan yang kuat diantara material pembentuk beton tersebut. Beton dapat juga disebut sebagai batuan buatan (*artificial stone*), dan agregat dianggap sebagai bahan *inert* (tidak bereaksi). Sedangkan pasta, yaitu campuran semen dan air, merupakan media pengikat yang mengikat partikel-partikel agregat menjadi suatu massa yang padat. Sebab itu mudah dimengerti bahwa kualitas dari beton sangat tergantung dari kualitas pastinya. Pasta tersebut harus mempunyai kekuatan, keawetan, dan tahan terhadap kikisan air.

2.2. Jenis Beton

Beton terdiri dari beberapa jenis, untuk membedakan jenisnya dapat dilihat berdasarkan:

Berat Volume

Untuk beton jenis ini ditentukan oleh agregat yang dipakai, beton jenis ini dibagi menjadi:

Beton Berat; yaitu beton yang mempunyai berat volume lebih besar dari 2800 kg/m^3 , dipakai untuk massa yang lebih berat dan dipakai untuk pelindung terhadap sinar gamma. Beton ini bisa digunakan untuk reactor.

Beton Normal; yaitu beton yang mempunyai volume $2200 - 2800 \text{ kg/m}^3$, menggunakan agregat alam yang dipecah tanpa menggunakan bahan tambahan.

1. Beton Ringan; yaitu beton yang menggunakan agregat ringan dengan berat volume kurang dari 2200 kg/m^3 .

Teknik Pembuatan

2. Beton Polos; yaitu beton yang dibuat tanpa adanya tulangan dan bisa digunakan untuk lantai kerja.
3. Beton Bertulang; yaitu beton yang menggunakan tulangan untuk memikul gaya tarik.
4. Beton Pracetak; yaitu beton dengan tulangan maupun tanpa tulangan yang dicor terlebih dahulu di dalam acuan beton kemudian dipasang pada bangunan sesuai dengan fungsinya masing-masing.
5. Beton Prategang; yaitu beton bertulang dengan tulangan (biasa disebut tendon) yang ditarik terhadap beton sehingga beton mengalami tegangan internal yang besar dan dengan distribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi tegangan sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat external. ^(2.2)

3.1 METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Adapun cara ilmiah yang dimaksud adalah kegiatan penelitian yang didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, yaitu rasional, empiris dan sistematis.

Dalam studi ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali” (Sugiyono, 2008).

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui *Stone Dush* sebagai pengganti agregat terhadap beton normal dengan slump 7 – 10 cm yang menggunakan semen PCC.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak dengan menggunakan fasilitas dan alat-alat dari laboratorium tersebut.

Secara umum penelitian dan analisa yang dilakukan pada penelitian ini antara lain :

1. Analisa Bahan

Analisa bahan meliputi penelitian tentang pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar :

- a. Kadar zat organik agregat.
 - b. Kadar lumpur agregat.
 - c. Kadar air agregat.
 - d. Gradasi agregat.
 - e. Berat jenis dan peyerapan air agregat.
 - f. Berat volume agregat.
2. Pembuatan benda uji
Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan ukuran $\varnothing 15 \text{ cm}$ dan tinggi 30 cm.

3. Pengujian/Pengetestan

Pengujian/Pengetesan kuat tekan benda uji dilakukan sebanyak 30 (tiga puluh) sampel.

3.3 Populasi dan Sampel

Yang dimaksud dengan populasi adalah seluruh elemen/objek yang akan diteliti dalam penelitian ini. Sedangkan benda uji yang mewakili anggota-anggota populasi disebut sampel.

Pada penelitian ini jumlah sampel beton untuk uji kuat tekan dengan yang dibuat masing-masing sebanyak 30 (tiga puluh) sampel (umur 3, 7, 14, 21, dan umur 28 hari @ sebanyak 6 sampel) berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm dengan kuat tekan $f'_c = 25$ MPa dan menggunakan semen Holcim (PCC).

Jadi total keseluruhan sampel yang akan dibuat sebanyak 30 sampel berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm.

3.4 Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

3.5 Analisis Bahan

Untuk mengetahui sifat-sifat dari material yang digunakan dalam merancang campuran beton, maka diadakan penelitian yang khusus mengenai eksistensi dari material tersebut. Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan masukan yang diperlukan dalam perhitungan profesional rancangan untuk campuran beton. Lebih khusus lagi dapat dikatakan bahwa analisis bahan dilakukan dalam upaya untuk menentukan besaran-besaran yang diperlukan dalam merancang campuran, dalam penelitian ini untuk analisis bahan digunakan metode ASTM C-33 dan dalam perhitungan rancangan campuran menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI) dimana metode

ini dalam perhitungan langsung menggunakan besaran hasil dari : berat volume, berat jenis, gradasi dan kadar air dari agregat. Adapun bahan-bahan yang dianalisis antara lain : agregat halus (*stone dush*), agregat kasar (batu Pecah), semen.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan dari benda uji yang dibuat. Material yang digunakan sebagai bahan penyusun beton sebelumnya telah dilakukan pengujian sesuai prosedur yang berlaku. Pengujian dilakukan pada benda uji dengan umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

Setelah dilakukan mix design, beton kemudian dilakukan pencampuran material untuk selanjutnya dimasukkan dalam cetakan silinder. Pengecoran dilakukan dilaboratorium dengan menempatkan cetakan silinder. Sebelum melakukan pengecoran Pada saat pengecoran kedalam silinder, adukan beton dilakukan penumbukan sebanyak 25 (dua puluh lima) kali per 3 lapisan sampai beton sudah terisi penuh dalam mold, dengan harapan agar padat dan tidak terjadi keropos pada beton yang dihasilkan.

Setelah dilakukan pengecoran, kurang lebih satu hari benda uji beton yang sudah dicor cetakannya dibuka. Beton dilepaskan dari cetakan untuk selanjutnya dilakukan perawatan. Perawatan dilakukan dengan cara perendaman menggunakan air yang ada dilaboratorium. Berikutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan untuk Agregat

4.2.1 Analisis Agregat Halus (*Stone Dush*)

a. Kadar Organik

Hasil yang didapat adalah warna benda uji sama dengan warna standar *organic plate* nomor 1 yang berwarna kecoklat-coklatan. Sehingga berdasarkan SNI. 0052 pasir memenuhi syarat dan dapat langsung digunakan dalam campuran beton.

b. Kadar Lumpur

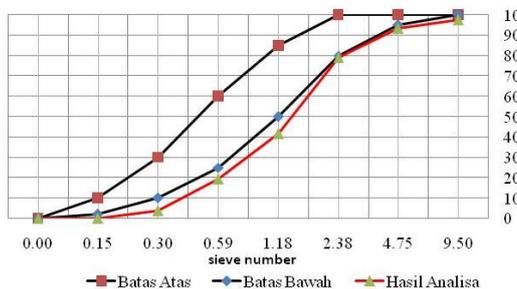
Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kadar lumpur yang terkandung didalam *stone dush* sebesar 0,06 %. Karena nilai tersebut memenuhi syarat ASTM C-33 yang berlaku yaitu $\leq 5\%$, maka *stone dush* dapat digunakan untuk campuran beton.

c. Kadar Air

Adapun kadar air *stone dush* yang dihasilkan dari analisa bahan yaitu sebesar 1,988%.

d. Gradasi

Dari pemeriksaan gradasi *stone dush* diperoleh modulus kehalusan butir sebesar 3,66. Hasil dari pemeriksaan gradasi pasir tersebut dapat dilihat pada grafik di bawah ini :

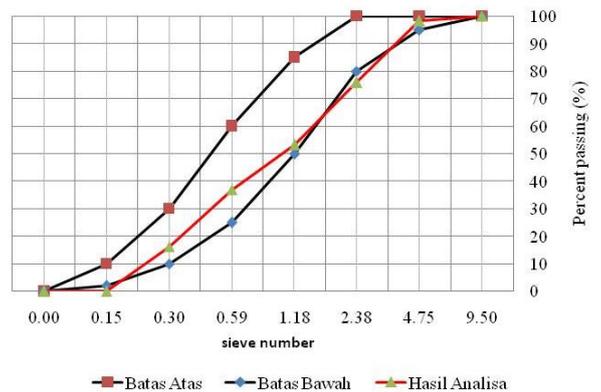


Gambar 1. Grafik analisis gradasi agregat halus (*stone dush*) (ASTM)

Dilapangan, mesin pemecah batu (*Crusher*) terdapat adanya perbedaan hasil pecahan, ada yang berupa pecahan kasar berukuran 9.5 dengan persentase 2.48% dan ada yang berupa pecahan halus. Gradasi yang pertama didapatkan hasil kehalusan butir sebesar 3.66

sehingga tidak memenuhi syarat gradasi pada ASTM.

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan dilapangan pengambilan *stone dush* berada di lokasi yang sama tetapi pada tempat penyimpanan yang berbeda dengan adanya perubahan data. Untuk hasil pengujian sample yang di lakukan pada laboratorium beton di ambil yang lebih baik sehingga memenuhi standar ASTM dengan Fine modulus 3.20.



Gambar 2. Grafik analisis gradasi agregat halus (*stone dush*) (ASTM)

Dapat dilihat pada grafik hasil analisa bahan, bahwa gradasi agregat halus yang digunakan pada saringan 0.15 dan 2.38 keluar dari atas dan bawah.

e . Berat Jenis dan Kadar Air

Hasil yang diperoleh untuk berat jenis curah (kondisi kering) rata-rata adalah 2,579, sedangkan untuk berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata-rata sebesar 2,604. penyerapan (*absorpsi*) rata-rata sebesar 0,99 %. Hasil selengkapnya pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan agragat halus (*stone dush*) dapat dilihat pada Lampiran A. Analisis Bahan, A-4.

f. Berat Volume

Adapun berat volume gembur yang dihasilkan dari analisa bahan yaitu sebesar 1,500 kg/liter atau 1500 kg/m³ sedangkan berat volume padat didapat sebesar 1,653 kg/liter atau 1653 kg/m³. Dalam penelitian ini digunakan berat volume rata-rata yaitu 1,5765 kg/liter atau 1576,5 kg/m³. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A. Analisis Bahan, A-4.

Tabel 1. Perbandingan Gradasi, Kadar lumpur, Kadar organik, Berat jenis, Berat volume dan Kadar air agregat halus

| | Normal | Stone dush | Keterangan |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------|
| Fine Modus Agregat Halus | 2.4 – 3.0 | 3.2 | OK |
| Kadar lumpur agregat halus | tidak boleh > 5 % | 0.06 % | OK |
| Kadar organik agregat halus | warna larutan no 3 untuk beton normal | warna larutan no 1 | OK |
| Berat jenis agregat halus | 2.5 – 2.7 | 2.604 | OK |
| Berat volume agregat halus | 1 – 2 kg/ liter | 1,5765 kg/liter | OK |
| Kadar air agregat halus | tidak boleh > 5 % | 1,988%. | OK |

Dari tabel 1 di peroleh *Fine Modulus*, Kadar Lumpur, Kadar organik, berat jenis, berat volume dan kadar air untuk *stone dush* sebagai pengganti agregat halus telah memenuhi standar ASTM.

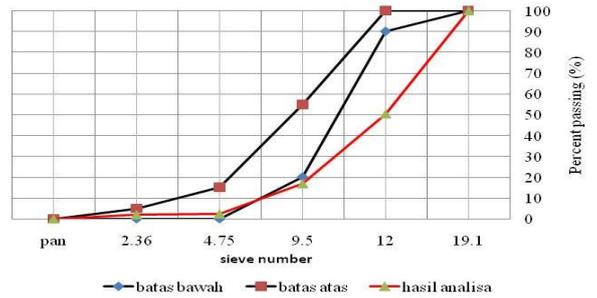
4.2.2 Analisis Agregat Kasar (Batu)

a) Kadar Air

Adapun kadar air agregat kasar yang dihasilkan dari analisis bahan yaitu sebesar 0,220%. Selengkapnya hasil analisis kadar air tersebut dapat dilihat dalam Lampiran A. Analisis Bahan, A-5.

b) Gradasi

Dari hasil analisis gradasi agregat kasar (batu) diperoleh modulus kehalusan butir sebesar 3,285. Berikut Hasil pemeriksaan gradasi batu dapat dilihat pada grafik di bawah ini :

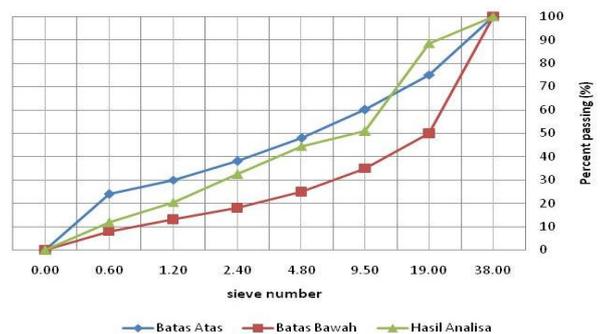


Gambar 3. Grafik analisis gradasi agregat kasar (batu) (ASTM)

Dapat dilihat pada grafik yang didapat dari hasil analisa bahan, bahwa gradasi agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berada di antara batas atas dan bawah.

c) Gradasi

Dari hasil analisis gradasi gabungan antara agregat kasar (batu) dan agregat halus (*stone dush*) diperoleh modulus kehalusan butir sebesar 5,50. Berikut Hasil pemeriksaan gradasi batu dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 4. Grafik analisis gradasi agregat Gabungan (ASTM)

d) Berat Jenis dan Kadar Air

Hasil yang diperoleh untuk berat jenis curah (kondisi kering) rata-rata adalah 2,783, sedangkan untuk berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata-rata sebesar 2,784. Penyerapan (*absorpsi*) rata-rata sebesar 0,038%. Hasil selengkapnya pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan agramat

kasar (batu) dapat dilihat pada Lampiran A. Analisis Bahan, A-7.

e) Berat Volume

Adapun berat volume gembur yang dihasilkan dari analisa bahan yaitu sebesar 1,500 kg/liter atau 1500 kg/m³ sedangkan berat volume padat didapat sebesar 1,618 kg/liter atau 1618 kg/m³. Dalam penelitian ini digunakan berat volume rata-rata yaitu 1,559 kg/liter atau 1559 kg/m³. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A. Analisis Bahan, A-7.

Tabel 2. Perbandingan Berat jenis, Berat volume dan Kadar air gabungan

| | Normal | Gabungan | Keterangan |
|-------------------------------|------------------|---------------|------------|
| Berat jenis agregat gabungan | 2.5 – 2.8 | 2.784 | OK |
| Berat volume agregat gabungan | >1.445kg/liter | 3.13 kg/liter | OK |
| Kadar air agregat gabungan | Tidak boleh > 5% | 2.208 % | OK |

Dari tabel 2. didapat hasil Berat jenis agregat gabungan 2.784 memenuhi persyaratan, Berat jenis agregat normal 2.5 – 2.8, Berat volume agregat gabungan 3.13 kg/liter memenuhi persyaratan, berat volume agregat normal > 1.445kg/liter, Kadar air agregat gabungan 2.208%, kadar air agregat normal tidak boleh > 5%

4.3 Pembuatan Dan Pengujian Benda Uji

4.3.1 Pembuatan

Pembuatan benda uji ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Tabel 3. Jumlah Pembuatan Sampel Dan Pengujian Benda Uji

| Beton Stone Dush | Pengetesan Kuat Tekan Beton | | | | | Jumlah |
|------------------------|-----------------------------|---------|----------|----------|----------|--------|
| | Kuat Tekan Hari Ke | | | | | |
| | 3(Hari) | 7(Hari) | 14(Hari) | 21(Hari) | 28(Hari) | |
| | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 |

4.3.2 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Adapun data dan hasil analisa pengujian kuat tekan tersebut adalah sebagai berikut :

Rumus Kuat Tekan Beton :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Luas penampang silinder (A) = 17662,500 mm²

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan karakteristik Beton Stone Dush

| No. | UMUR (HARI) | BERAT (kg) | LUAS TEKAN (mm ²) | BEBAN P (KN) | BEBAN Load (N) | KUAT TEKAN (N/mm ²) | Kuat Tekan Rata | Korelasi 28 Hari | KUAT TEKAN 28 HARI (N/mm ²) | (f _c) (N/mm ²) | (f _c / f _p) (N/mm ²) | Berat jenis | |
|-----|-------------|------------|-------------------------------|--------------|----------------|---------------------------------|-----------------|------------------|---|--|---|-------------|---------|
| 1 | 12.40 | 17662.5 | 272.65 | 272650.00 | 15.44 | | | | 25.59 | -3.58 | 12.43 | 2433.96 | |
| 2 | 12.79 | 17662.5 | 313.2 | 313200.00 | 17.73 | | | | 29.40 | 0.23 | 0.05 | 2413.96 | |
| 3 | 12.91 | 17662.5 | 314.02 | 314020.00 | 17.78 | | 17.36 | 0.60 | 29.47 | 0.30 | 0.09 | 2435.85 | |
| 4 | 12.75 | 17662.5 | 315.52 | 315520.00 | 17.86 | | | | 29.61 | 0.44 | 0.20 | 2405.28 | |
| 5 | 12.62 | 17662.5 | 317.79 | 317790.00 | 17.99 | | | | 29.85 | 0.66 | 0.43 | 2380.19 | |
| 1 | 12.68 | 17662.5 | 328.13 | 328130.00 | 18.58 | | | | 28.10 | -1.07 | 1.14 | 2392.45 | |
| 2 | 12.89 | 17662.5 | 331.48 | 331480.00 | 18.77 | | | | 28.39 | -0.78 | 0.41 | 2452.08 | |
| 3 | 12.50 | 17662.5 | 333.1 | 333100.00 | 18.86 | | 19.03 | 0.66 | 28.53 | -0.64 | 0.41 | 2358.49 | |
| 4 | 12.50 | 17662.5 | 342.01 | 342010.00 | 19.36 | | | | 29.29 | 0.12 | 0.01 | 2358.49 | |
| 5 | 12.70 | 17662.5 | 345.47 | 345470.00 | 19.56 | | | | 29.59 | 0.42 | 0.17 | 2396.23 | |
| 1 | 12.42 | 17662.5 | 347.96 | 347960.00 | 19.70 | | | | 27.48 | -1.69 | 2.84 | 2381.13 | |
| 2 | 12.83 | 17662.5 | 357.91 | 357910.00 | 20.26 | | | | 28.27 | -0.90 | 0.81 | 2424.75 | |
| 3 | 12.56 | 17662.5 | 365.79 | 365790.00 | 20.71 | | 20.63 | 0.72 | 28.89 | -0.28 | 0.08 | 2369.81 | |
| 4 | 12.56 | 17662.5 | 373.08 | 373080.00 | 21.12 | | | | 29.47 | 0.30 | 0.09 | 2369.81 | |
| 5 | 12.46 | 17662.5 | 377.12 | 377120.00 | 21.35 | | | | 29.79 | 0.62 | 0.38 | 2350.94 | |
| 1 | 12.76 | 17662.5 | 457.24 | 457240.00 | 25.89 | | | | 28.14 | -1.03 | 1.06 | 2407.55 | |
| 2 | 13.33 | 17662.5 | 477.48 | 477480.00 | 27.07 | | | | 29.38 | 0.21 | 0.05 | 2515.09 | |
| 3 | 13.10 | 17662.5 | 479.97 | 479970.00 | 27.17 | | | | 29.54 | 0.37 | 0.13 | 2471.70 | |
| 4 | 13.06 | 17662.5 | 465.43 | 465430.00 | 26.24 | | | | 28.52 | -0.65 | 0.42 | 2464.15 | |
| 5 | 13.16 | 17662.5 | 449.76 | 449760.00 | 25.46 | | | | 27.68 | -1.49 | 2.23 | 2483.02 | |
| 1 | 13.13 | 17662.5 | 507.02 | 507020.00 | 28.71 | | | | 31.20 | 2.03 | 4.13 | 2477.36 | |
| 2 | 12.88 | 17662.5 | 504.17 | 504170.00 | 28.54 | | | | 31.05 | 1.86 | 3.45 | 2430.19 | |
| 3 | 12.70 | 17662.5 | 502.3 | 502300.00 | 28.44 | | | | 30.91 | 1.74 | 3.05 | 2396.22 | |
| 4 | 13.02 | 17662.5 | 519.75 | 519750.00 | 29.43 | | | | 31.98 | 2.82 | 7.93 | 2456.60 | |
| | | | | | | | | | Σ | | Σ | 43.58 | 2416.72 |

Contoh Perhitungan :

Kuat Tekan Rata-rata Beton (f'c) pada Beton Stone Dush umur beton 28 hari:

$$\frac{\sum_1^n f_c}{n} = \frac{28.71+28.54+28.44+29.43}{4} = 28,78 \text{ MPa}$$

Kuat Tekan rata-rata Beton pada Beton *Stone Dush* korelasi umur beton 28 hari:

$$\frac{\sum_1^n f_c}{n} = 28,78 \text{ MPa}$$

Kuat Tekan Karakteristik Beton (f'_c) pada Beton *Stone Dush* umur beton 28 hari:

Standar Deviasi :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_c - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{42.58}{24-1}} = 1,99 \text{ N/mm}^2$$

Kuat Tekan Karakteristik Beton (f'_c) pada Beton *Stone Dush* umur beton 28 hari:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_c - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{42.58}{24-1}} = 1,99 \text{ N/mm}^2$$

1,99 N/mm²

Standar deviasi asumsi awal = 2 > 1,99

Kuat Tekan Karakteristik Beton :

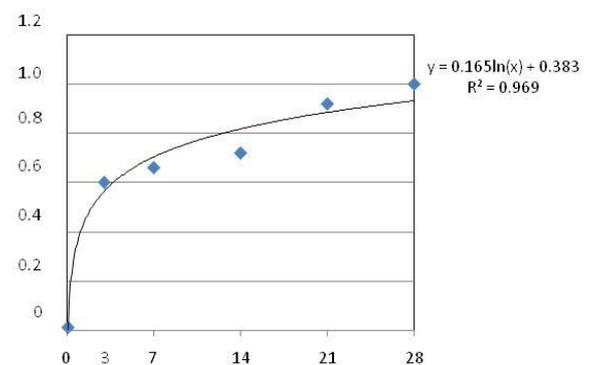
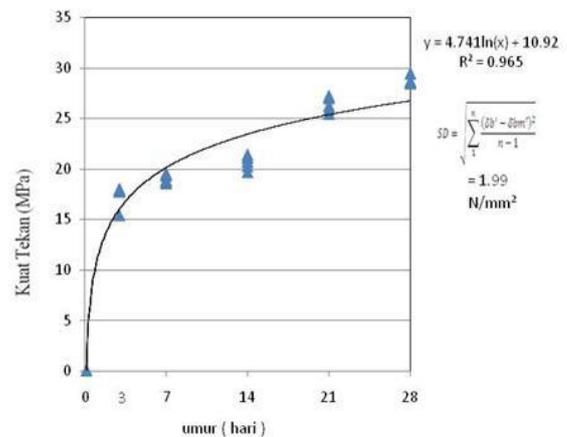
$$f'_c = f'_{cr} - 1,64 \times Sd =$$

$$28,78 - (1,64 \times 1,99) = 25,51 \text{ MPa}$$

Pada pengujian diatas dapat dilihat kuat tekan rata – rata beton (f'_c) pada beton *stone dush* 28.78 MPa, f'_{cr} umur 28 hari *stone dush* sebesar 28.78 MPa sedangkan kuat tekan karakteristik sebesar 25.51 MPa lebih besar dari mutu rencana yang direncanakan diawal sebesar 25 MPa.

Tabel 5. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton (*Stone Dush*)

| Umur beton (Hari) | Kuat Tekan Beton (Mpa) | Konversi |
|-------------------|------------------------|----------|
| 3 | 17.36 | 0.6 |
| 7 | 19.03 | 0.66 |
| 14 | 20.63 | 0.72 |
| 21 | 26.48 | 0.92 |
| 28 | 28.78 | 1 |

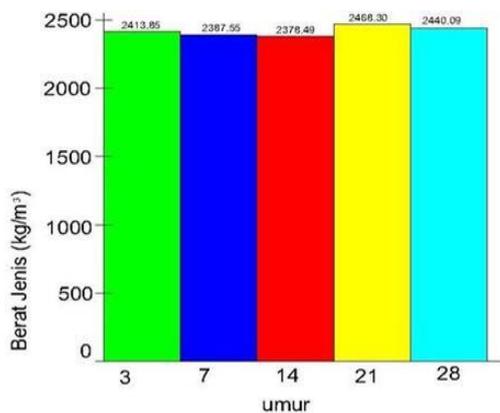


Gambar 5. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton

Dari gambar 5 didapat bahwa perubahan kenaikan kuat tekan beton berdasarkan hari terus meningkat dari umur 3 hari sampai dengan 28 hari dan memenuhi target yang telah ditentukan.

Tabel 6. Hasil Berat jenis beton *Stone dush*

| No. | UMUR (HARI) | BERAT (Kg) | Volume (m ³) | Berat Jenis (kg/m ³) | Berat jenis rata - rata (kg/m ³) |
|-----|-------------|------------|---------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | 3 | 12.90 | 0.0053 | 2433.96 | 2413.85 |
| 2 | | 12.79 | 0.0053 | 2413.96 | |
| 3 | | 12.91 | 0.0053 | 2435.85 | |
| 4 | | 12.75 | 0.0053 | 2405.28 | |
| 5 | | 12.62 | 0.0053 | 2380.19 | |
| 1 | 7 | 12.68 | 0.0053 | 2392.45 | 2387.55 |
| 2 | | 12.89 | 0.0053 | 2432.08 | |
| 3 | | 12.50 | 0.0053 | 2358.49 | |
| 4 | | 12.50 | 0.0053 | 2358.49 | |
| 5 | | 12.70 | 0.0053 | 2396.23 | |
| 1 | 14 | 12.62 | 0.0053 | 2381.13 | 2378.49 |
| 2 | | 12.83 | 0.0053 | 2420.75 | |
| 3 | | 12.56 | 0.0053 | 2369.81 | |
| 4 | | 12.56 | 0.0053 | 2369.81 | |
| 5 | | 12.46 | 0.0053 | 2350.94 | |
| 1 | 21 | 12.76 | 0.0053 | 2407.55 | 2468.30 |
| 2 | | 13.33 | 0.0053 | 2515.09 | |
| 3 | | 13.10 | 0.0053 | 2471.70 | |
| 4 | | 13.06 | 0.0053 | 2464.15 | |
| 5 | | 13.16 | 0.0053 | 2483.02 | |
| 1 | 28 | 13.13 | 0.0053 | 2477.36 | 2440.09 |
| 2 | | 12.88 | 0.0053 | 2430.19 | |
| 3 | | 12.70 | 0.0053 | 2396.23 | |
| 4 | | 13.02 | 0.0053 | 2456.60 | |



Gambar 7. Grafik Hubungan antara umur beton dan Berat jenis beton

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dari *stone dush*

sebagai pengganti agregat terhadap beton normal pada saat pengecoran dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan meliputi fine modulus *stone dush* 3.20, kadar lumpur *stone dush* 0.06 %, kadar lumpur organik *stone dush* warna larutan nomor 1, berat jenis agregat halus 2.604, berat volume agregat halus 1.5765 kg/liter, kadar air 1.988 % memenuhi syarat sebagai bahan komposisi beton pengganti agregat halus.
2. Dari hasil pemeriksaan dan perhitungan kuat tekan beton *stone dush* sebagai pengganti agregat halus terhadap beton normal menghasilkan kuat tekan karakteristik beton pada umur 28 hari yaitu 28.78 MPa sedangkan berat jenis menggunakan *stone dush* sebagai pengganti agregat terhadap beton normal yaitu 2416 kg/m³ sehingga dapat disimpulkan bahwa *stone dush* sebagai pengganti agregat terhadap beton normal memenuhi persyaratan .
3. Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan *stone dush* sebagai pengganti agregat halus terhadap beton normal dan hasil yang didapat menunjukkan bahwa sesuai dengan perencanaan kuat tekan yang telah ditargetkan
4. Jarum pada mesin alat kuat tekan beton akan berhenti saat beton mencapai kekuatan maksimum saat dilakukan penekanan terhadap beton tersebut.

5.2 Saran

1. Pada saat pengambilan sampel sebaiknya pada saat kondisi cuaca cerah karena pada saat kondisi hujan kadar air material lebih tinggi karena mempengaruhi komposisi beton.

DAFTAR PUSTAKA

- 2002. *Pedoman Pelaksanaan Pratikum Beton*. Pontianak: Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Sipil UNTAN Pontianak.
- ASTM C33. 1993. “ *Standard Spesification For Concrete Aggregates* ”, Annual Books of ASTM standard, USA
- Djaja Mungok, Chrisna, 2003. *Buku Ajar Struktur Beton Bertulang I*, Pontianak: Fakultas Teknik Untan.
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Surabaya: Penerbit Andi Yogyakarta Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Nawy, E.G. 2010. *Beton Bertulang*. Diterjemahkan oleh : Bambang Suryoatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.
- SNI 03-2834-1993, *Tata Cara Pencampuran Beton*, 1993
- SNI 15-0302-2004, *Semen Portland Pozolan*, 2004