PENGARUH PENGGUNAAN TERAK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT LENTUR DAN BERAT JENIS BETON NORMAL DENGAN METODE *MIX DESIGN*

Dewi Susilowati, Ida Nugroho Saputro, Aryanti Nurhidayati

Prodi.Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknik dan kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan, Jl.Ahmad Yani 200,Surakarta, Tlp/Fax 0271 7184419
Email: Dheaweysusilowatie@ymail.com

ABSTRAK

Dewi Susilowati. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta, Oktober 2013

Beton merupakan perkerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil). Penggunaan beton sebagai bahan bangunan yang meningkat dilapangan memicu adanya bahan alternatif yang digunakan sebagai bahan pengganti kerikil dalam campuran pembuatan beton. Penggunaan terak yang bentuknya seperti batu pecah diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti kerikil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat lentur dan berat jenis pada beton normal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Benda uji yang digunakan berbentuk balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Pengujian ini menggunakan terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan variasi 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Jumlah benda uji yang dibuat untuk tiap-tiap variasi penggantian terak adalah 6 buah sehingga total benda uji sebanyak 36 buah. Pengujian yang diterapkan pada benda uji ini adalah pengujian kuat lentur menggunakan dua titik pembebanan dengan jarak 1/3L dan pengujian berat jenis beton normal.

Hasil penelitian menunjukkan variasi penggantian terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar menyebabkan kuat lentur beton menurun serta diperoleh berat jenis beton normal pada variasi penggantian terak 80%. Penggantian terak 100% tidak menghasilkan beton normal karena berat jenis yang dihasilkan > 2500 kg/m^3.

Kata Kunci: terak, kuat lentur, berat jenis, beton

ABSTRACT

Dewi Susilowati. Research paper, Faculty of Teaching Training And Education Sebelas Maret University, Oktober 2013

Concrete pavement is a mixture of cement, water, fine aggregate (sand), coarse aggregate (gravel). The use of concrete as a building material that increases in field will trigger the alternative materials are used as a substitute for gravel in making of concrete mixed. The use of slag that looks like crushed stone are expected as a substitute for gravel. The purpose of this research is to know the effect of slag as subtitution coarse aggregate for flexural strength and density of the normal concrete.

The method used in this research is the experimental in the laboratory. Specimens used are shaped beam with a size of 15 cm x 15 cm x 60 cm . This test using slag as a coarse aggregate replacement with variation 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100%. Number of specimens were made for each variation of slag replacement are 6 pieces for a total 36 pieces of the tested specimen. Tests were applied in the object is flexural strength tested with using a two- point loading at 1/3L distance and density of normal concrete tested.

The results of the research showed variations replacement of slag coarse aggregate concrete cause flexural strength decreased as well as the density of normal concrete obtained on the variation of 80% slag replacement. At 100% slag replacement didn’t produce normal concrete because the resulting speciments density more than 2500 kg/m^3.

Keywords : slag, flexural strength, density, concrete

PENDAHULUAN

Bangunan merupakan salah satu bagian lingkungan binaan yang terdiri dari berbagai komponen. Bangunan digunakan untuk melakukan semua aktivitas manusia.

Adanya aktivitas masyarakat yang selalu meningkat maka pembangunan di Indonesia juga akan meningkat, hal itu terbukti dengan adanya proses pembangunan yang dilaksanakan di negara ini, misalnya pembangunan gedung, pembangunan jembatan maupun pembangunan konstruksi yang lain.

Bangunan yang didirikan umumnya menggunakan material beton. Banyaknya penggunaan beton dalam bidang konstruksi bangunan mengakibatkan peningkatan kebutuhan material penyusun beton yang berupa kerikil dan pasir.

Kebutuhan kerikil sebagai agregat kasar dalam campuran beton sangatlah banyak, sehingga memicu bahan alternatif pengganti kerikil dalam pembuatan beton.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat menuntut adanya alternatif pengganti kerikil yang terlahir dari beberapa penelitian.

Suatu penelitian dapat menciptakan penemuan baru atau paling tidak dapat mengembangkan penelitian yang telah dilakukan oleh orang lain, sehingga diharapkan menghasilkan produk teknologi beton yang semakin bermutu dan efisien.

Munculnya terak yang bentuknya seperti batu pecah (*split*) diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti kerikil dalam pembuatan beton. Salah satu industri pengecoran logam yang menghasilkan limbah terak berada di desa Batur Kecamatan Ceper, Klaten. Terak bentuknya menyudut, tajam, padat seperti batu dan warnanya hitam mengkilap. Mengingat kebutuhan beton dimasyarakat meningkat sehingga memicu penggunaan terak sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton. Dilihat dari bentuknya yang menyerupai batu diharapkan kualitas beton yang menggunakan terak sebagai pengganti kerikil tidak jauh beda dengan kualitas beton dengan menggunakan kerikil.

KAJIAN PUSTAKA

Beton

Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan *additive* (Tjokrodimuljo, 2004). Sifat-sifat beton segar setelah mengeras sangat penting untuk diketahui sehingga dapat digunakan dalam perencanaan yang diinginkan (Amri, 2005).

Kuat lentur beton merupakan salah satu parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang sifat-sifat mekanis yang lain pada beton

Keunggulan beton antara lain : Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, beton sangat kokoh dan kuat terhadap beban gempa bumi, gearan maupun beban angin, berbagai bentuk konstruksi dapat dibuat dari bahan beton menurut selera perancang atau pemakai, biaya pemeliharaan atau perawatan sangat sedikit (tidak ada) (Asroni, 2010).

Selain itu beton juga mempunyai beberapa kekurangan antara lain : bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, berat, daya pantul suara yang besar (Mulyono, 2004: 4-5)

Pengertian beton normal dan berat jenis beton normal

Sesuai dengan SNI 03-2834-1992, beton normal adalah beton yang mempunyai berat sisi antara 2200 sampai dengan 2500 kg/m^3 dengan bahan penyusun air, pasir, semen Portland dan batu alam baik yang dipecah atau tidak, tanpa menggunakan bahan tambahan.

Kuat lentur beton

Kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. Kuat lentur beton merupakan salah satu parameter utama yang harus diketahui. Pengujian kuat lentur dilakukan supaya dapat mengetahui sifat-sifat mekanis yang lain pada beton tersebut.

Terak

Terak baja (slag) adalah hasil sampingan dari pembakaran bijih besi pada tanur tinggi yang didinginkan pelan-pelan di udara terbuka. Terak mempunyai butiran partikel berpori pada permukaannya. Terak merupakan material yang mempunyai ukuran yang bervariasi. Terak dapat dijadikan agregat kasar pada beton dengan cara melalui proses pemecahan terlebih dahulu. Proses ini dilakukan supaya mendapatkan diameter yang seragam pada terak.

Komposisi kimia terak terdiri dari silika 41,47%, Ferri Oksida 3044%, Alumina 2,58% yang bereaksi pada suhu ±1500^{o}C dan berbentuk cairan.

Tabel 1 Kandungan yang ada dalam terak.

Senyawa	Jumlah (%)
Silika (SiO_2)	41,47
Alumina (Al_2O_3)	2,58
Ferro oksida (Fe_2O_3)	30,44
Magnesia (MgO)	22,75
Alkalis($Na_2O + K_2O$)	0,68

Sumber: Sugiri, 2005

Perencanaan campuran beton (Mix design)

Perencanaan campuran beton (*Mix design*) dimaksudkan untuk mendapatkan beton dengan mutu sebaik-baiknya yaitu kekuatan beton yang tinggi dan mudah dikerjakan.

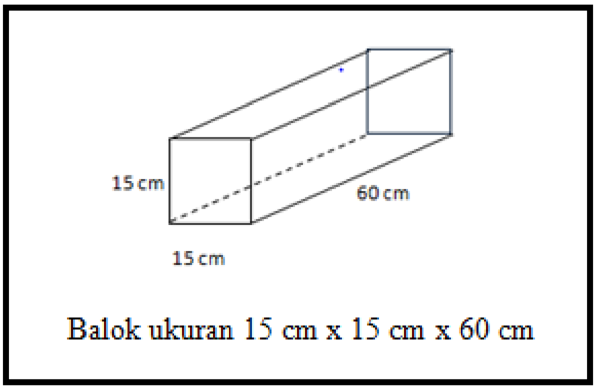
METODE PENELITIAN

Secara umum proses penelitian ini dimulai dari persipan yaitu menyiapkan bahan penelitian yang berupa semen, pasir, kerikil, dan terak. Dalam tahapan ini dilakukan pengujian bahan-bahan penyusun beton. Pengujian bahan berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A).

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah menghitung kebutuhan bahan yang digunakan dalam adukan beton. Perhitungan kebutuhan bahan menggunakan metode *mix design* dengan mutu beton 20 Mpa. Benda uji yang digunakan berbentuk balok degan ukuran 15cm x 15cm x 60cm sejumlah 6 setiap variasi penggantian terak. Kadar penggantian terak yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar adalah 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Jumlah keseluruhan sampel dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2.Jumlah Sampel Beton

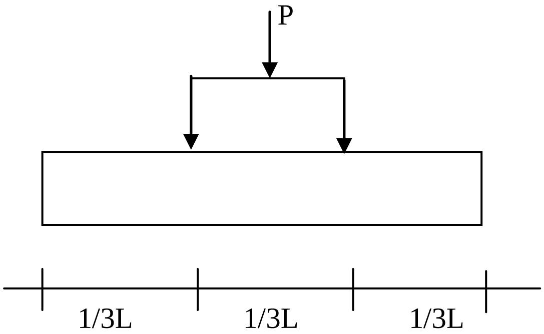
No	Prosentase Terak	Jumlah Sampel Beton
1	0%	6 beton
2	20%	6 beton
3	40%	6 beton
4	60%	6 beton
5	80%	6 beton
6	100%	6 beton
Total Sampel		36 beton



Gambar 1. Ukuran benda uji

Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan terak sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada kuat lentur beton. Adapun gambar pengujian dapat dilihat dalam Gambar 3.2. di bawah ini:



Gambar 2. Uji kuat lentur pada balok beton

Gambar 3 *Milano Italy* (alat untuk menguji kuat lentur)

Kuat lentur beton (*modulus of rupture*) dihitung dengan persamaan:

1. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari beton, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:
   $$\sigma 1 = \frac{P.L}{bh^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
2. Untuk Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:
   $$\sigma 1 = \frac{3Pa}{bh^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$
   Dengan:
   σ1= Kuat lentur benda uji (MPa)
   P = Beban tertinggi yang dilanjutkan oleh mesin uji (ton)
   L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
   B = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
   H = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
   a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, (m).
3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.

Berat jenis beton

Pengujian berat jenis beton dilakukan untuk mengetahui berapa besarkah pengaruh penggantian sebagian agregat kasar dengan terak bila ditinjau dari berat jenisnya. Berat jenis beton dapat dihitung dengan persamaan sebai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Dengan :
ρ = berat jenis beton (kg/m^3)
m = berat beton (kg)
V = volume beton (m^3)

HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN

A. Pengujian bahan

1. Pengujian agregat halus

   Pengujian agregat halus yang dilaksanakan meliputi: pengujian kadar lumpur 2,54%, kadar air 2,06%, kadar zat organik 0-10%, *bulk spesific gravity SSD* 2,47, pengujian gradasi termasuk daerah II. Hasil pengujian agregat halus sudah sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A).

2. Pengujian agregat kasar

   Hasil pengujian agregat kasar meliputi: pengujian abrasi kerikil 62%, abrasi terak 47,5%, *bulk spesific gravity SSD* kerikil 2,45, *bulk spesific gravity SSD* terak 2,9.

B. Hasil Pengujian Hipotesis

1. Hipotesis pertama

   Hipotesis pertama yaitu untuk mengetahui pengaruh penggantian terak terhadap kuat lentur beton normal. Pengujian hipotesis ini menggunakan program SPSS 16 dengan metode *Curve Estimation*. Pengambilan keputusan yaitu jika signifikansi (Sig.) < 0,05 maka data dinyatakan signifikan dan jika signifikansi (Sign.) > 0,05 maka data dinyatakan tidak signifikan. Selain itu pengambilan keputusan dengan taraf signifikansi 5% yaitu sebagai berikut: (Trihendradi, 2011)

   Ho = tidak ada pengaruh penggantian terak terhadap kuat lentur beton normal

   Hi = ada pengaruh penggantian terak terhadap kuat lentur beton normal.

   Jika F hitung > F tabel maka Ho ditolak

   Jika F hitung < F tabel maka Ho diterima.

   Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dinyatakan bahwa tingkat hubungan antar variabel dilihat pula dari besarnya nilai R.

   Tabel 4.11 Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	**Tingkat Hubungan**
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

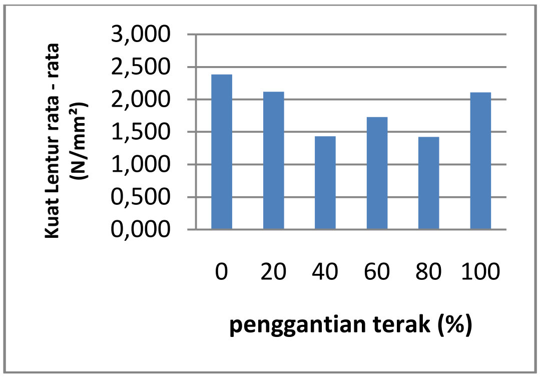
   Sumber : Sugiyono (2010 : 184)

   Dari Tabel 4.11 di atas dapat di jelaskan bahwa pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat adalah sebagai berikut:

   Pengaruh penggantian sebagian agregat kasar terhadap kuat lentur beton diuji dengan menggunakan analisis regresi. Hasil analisis regresi pada penggantian terak terhadap kuat lentur beton tidak berbentuk linier sehingga menggunakan analisis regresi yang berbentuk non linier (*quadratic*).

   Hasil pengaruh penggunaan terak sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat lentur beton menunjukkan nilai R *square* sebesar 0,417 maka didapat R sebesar 0,646, jadi dapat disimpulkan bahwa terak berpengaruh kuat terhadap kuat lentur beton, sesuai dengan ketentuan koefisien korelasi dalam tabel 4.11.

   Selain itu, berdasarkan tabel 4.12 diperoleh nilai signifikansi 0,001 (< 0,05) dan terlihat bahwa F hitung = 9,301, sedangkan F_{tabel} = 4,20 pada a=5% d_{f1}=2 d_{f2}=24. F_{hitung} > F_{tabel} (9,301> 3,37) maka dapat diartikan bahwa pengaruh penggantian terak terhadap kuat lentur beton berpengaruh signifikan dan persamaan regresi yang berbentuk non linier (*quadratic*) dapat digunakan.



Gambar.4 rata-rata kuat lentur beton

2. Hipotesis Kedua

   Hipotesis kedua yaitu untuk mengetahui pengaruh penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap berat jenis beton normal. Pengujian hipotesis ini menggunakan program SPSS 16 dengan metode *Curve Estimation*. Pengambilan keputusan yaitu jika signifikansi (Sig.) < 0,05 maka data dinyatakan signifikan dan jika signifikansi (Sign.) > 0,05 maka data dinyatakan tidak signifikan. Selain itu pengambilan

keputusan dengan taraf signifikansi 5%. (C. Trihendradi, 2011)

Ho = tidak ada pengaruh penggantian terak terhadap berat jenis beton normal.

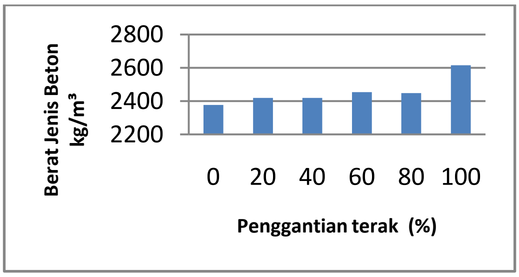
Hi = ada pengaruh penggantian terak terhadap berat jenis beton normal.

Jika F hitung > F tabel maka Ho ditolak

Jika F hitung < F tabel maka Ho diterima

Pengaruh penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap berat jenis beton diuji dengan menggunakan analisis regresi. Analisis regresi yang digunakan berbentuk linier. Hasil analisis regresi pengaruh penggunaan terak sebagai pengganti agregat kasar terhadap berat jenis beton menunjukan nilai R *square* sebesar 0,667, maka didapat R sebesar 0,817 jadi dapat disimpulkan bahwa terak berpengaruh sangat kuat terhadap berat jenis beton, sesuai dengan ketentuan koefisien korelasi dalam tabel 4.11.

Selain itu, berdasarkan tabel 4.13 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05) dan terlihat bahwa F hitung = 44,165 sedangkan F_{tabel} = 4,30 pada a=5% df_1=1 df_2=22. F_{hitung} > F_{tabel} (44,145 > 4,30) maka dapat diartikan bahwa terak memiliki tingkat pengaruh yang signifikan terhadap berat jenis beton, sehingga persamaan regresi yang di peroleh dapat di gunakan.

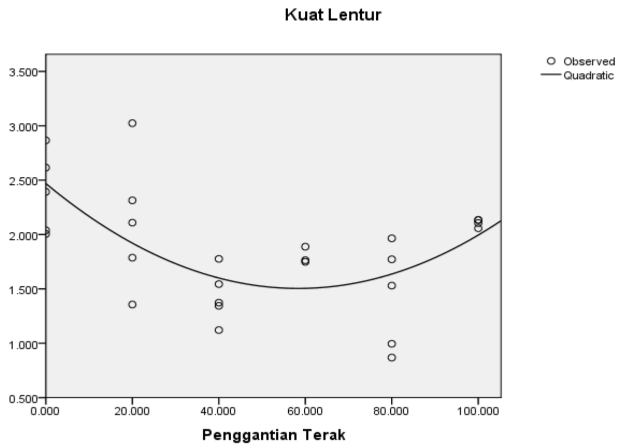


Gambar 5. Diagram batang

3. Hipotesis Ketiga

Hipotesis ketiga untuk mengetahui berapa persentase optimal penggantian terak yang menghasilkan kuat lentur beton maksimal, diuji dengan menggunakan persamaan regresi dan harus dicari terlebih dahulu persamaan garis regresinya.

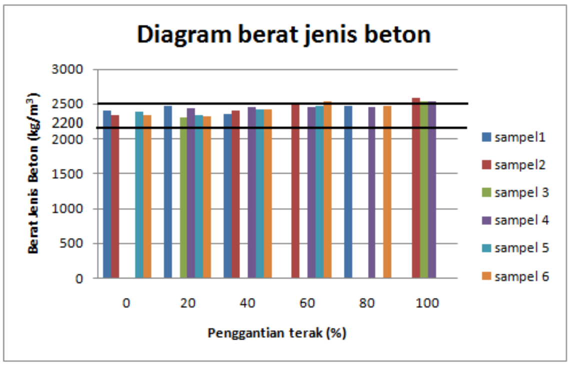
Pada penelitian ini, penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat lentur beton tidak didapatkan nilai optimal karena kuat lentur beton semakin menuru. Penambahan terak berpengaruh negatif terhadap kuat lentur beton sehingga terak tidak dapat digunakan sebagai pengganti kerikil. Berikut ini adalah grafik pengaruh penggantian terak terhadap kuat lentur beton.



Gambar 6. Grafik hubungan variasi penggantian terak terhadap kuat lentur beton

4. **Hipotesis Keempat**

Hipotesis keempat untuk mengetahui berapa persentase optimal penggantian terak yang menghasilkan berat jenis beton normal. Hasil pengujian berat jenis beton normal adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Diagram batang berat jenis beton

Dari hasil uji tersebut diperoleh persentase optimal yang masih menghasilkan berat jenis beton normal adalah pada 80% yaitu 2463,81 kg/m^3. Berdasarkan SNI-03-2847-2002, beton normal adalah beton yang mempunyai berat jenis antara 2200 kg/m^3 – 2500 kg/m^3. Sedangkan pada penggantian terak 100% berat jenis yang dihasilkan 2552,397 kg/m^3, sehingga pada penggantian terak 100% tidak dihasilkan beton normal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat lentur beton berpengaruh kuat terhadap kuat lentur beton. Pengaruh yang terjadi bersifat negatif, dimana penggantian terak sebagai agregat kasar akan mengakibatkan penurunan kuat lentur beton.
2. Variasi penggantian terak sebagai agregat kasar berpengaruh secara signifikan terhadap berat jenis beton. Pengaruh yang terjadi bersifat positif, dimana penggantian terak sebagai agregat kasar akan mengakibatkan peningkatan berat jenis beton.
3. Penggunaan terak yang semakin banyak, mengakibatkan semakin tinggi berat jenis beton. Variasi penggantian terak yang memenuhi syarat sebagai beton normal adalah 0%, 205, 40%, 60%, 80%, sedangkan untuk prosentase 100% tidak masuk dalam kategori beton normal (> 2500kg/m^3)

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, (Ali.2010). Balok Dan Plat Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu

Amri, S. (2005). *Teknologi Beton A-Z.* Jakarta : Yayasan John Hi-Tech Idetama

Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.

Pedoman Penulisan Skripsi. (2012). Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Pusjatan-balitbang PU. (1997). SNI 03-4431-1997

Pusjatan-balitbang PU. (1998). SNI 03-4810-1998

Pusjatan-balitbang PU. (2000). SNI 03-2834-2000

Pusjatan-balitbang PU. (2002). SNI 03-2847-2002

Sugiri.(2005). Penggunaan Terak Nikel sebagai Agragat dan Campuran Semen untuk Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan*. Vol. I No. 1, Juni 2005

Tjokrodimuljo, K. (2004). *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Trihendardi.(2012).*Step by Step SPSS 20 Analisis Data Statistik*. Yogyakarta : Andi