

PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN AGREGAT KASAR BATA RINGAN (Variasi Faktor Air Semen 0,4, 0,5 dan 0,6)

Rony Wahyu Widyanto, As'at Pujianto, Restu Faizah
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhamadiyah Yogyakarta

ABSTRAK . Beton merupakan salah satu bahan gabungan dari suatu material-material diantaranya semen *Portland*, agregat (agregat kasar dan agregat halus), air dan terkadang ditambah dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serat sampai dengan bahan buangan non kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo, 2007). Pada penelitian ini agregat kasar digantikan menggunakan bata ringan, penelitian bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton dengan campuran bata ringan sebagai agregat kasar, mengetahui nilai faktor air semen yang baik untuk campuran beton dengan variasi 0.4, 0.5, dan 0.6. Benda uji yang dibuat adalah silinder yang berukuran 30x15 cm dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0.4,0.5, dan 0.6. Komposisi campuran beton fas 0,4 terdiri dari 1,09 liter/m³ air, 2,71 kg/m³ semen, 3,32 kg/m³ agregat halus, 5,65 kg/m³ agregat kasar. Komposisi campuran beton fas 0,5 terdiri dari 1,09 liter/m³ air, 2,17 kg/m³ semen, 3,71 kg/m³ agregat halus, 5,805779266 kg/m³ agregat kasar. Komposisi campuran beton fas 0,6 terdiri dari 1,09 liter/m³ air, 1,81 kg/m³ semen, 4,15 kg/m³ agregat halus, 5,73 kg/m³ agregat kasar. Benda uji silinder diuji kuat tekan pada saat berumur 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor Air Semen (FAS) optimum berada pada FAS 0,4 yaitu sebesar 7,3183 MPa. Pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan beton dengan agregat kasar bata ringan yang menjelaskan bahwa semakin besar nilai faktor air semen maka kuat tekan beton semakin menurun, hal tersebut sesuai dengan teori dalam ilmu beton.

Kata kunci: beton, bata ringan, kuat tekan, faktor air semen

PENDAHULUAN

Beton adalah suatu bahan struktur yang diperoleh dari campuran air, pasir, krikil, dan semen yang dapat mengeras menyerupai batu. Beton merupakan struktur bangunan yang paling banyak digunakan selain struktur baja dan kayu. Penggunaan beton yang banyak dipakai sebagai salah satu bahan struktur dikarenakan mudahnya pembuatan dan biaya relatif murah. Keunggulan lain dari penggunaan bahan struktur beton adalah dapat dikerjakan di pabrik ataupun dibuat ditempat yang disesuaikan dengan ketersediaan material setempat. Beton sendiri dapat digolongkan menjadi berbagai jenis, seperti beton mutu rendah (*low strength concrete*), beton mutu sedang (*medium strength concrete*), beton mutu tinggi (*hight strenght concrete*). Mutu beton biasanya ditentukan oleh kekuatan beton. Kekuatan beton sangat dipengaruhi faktor air semen, semakin kecil nilai faktor air semen maka kuat tekan beton akan

semakin besar. Tapi terlalu kecilnya fas juga dapat mempengaruhi kekuatan beton, sebab fas terlalu kecil pengadukannya susah jadi pencampuran tidak bisa merata.(Tjokrodinuljo, 2007).

Dalam dunia arsitektur teknologi bahan material semakin banyak dikembangkan, salah satunya penggunaan bata ringan hal ini biasanya menghasilkan limbah dari pemakaian bata ringan semakin banyak. Pemanfaatan limbah bata ringan dengan mengganti agregat kasar (kerikil) dengan menggunakan pecahan bata ringan, sebagai memanfaatkan limbah untuk menjadi beton yang dapat digunakan dalam konstruksi beton nonstructural (bata estetika, dinding skat, dinding pagar, dll).

Keunggulan beton adalah dapat menyesuaikan ketersediaan material setempat sebagai bahan susun beton, sehingga diharapkan bata ringan dapat digunakan sebagai bahan agregat kasar. Umumnya beton dibuat dengan agregat kasar batu *split*, dan pada beton normal kuat

tekan beton semakin bertambah faktor air semen semakin menurun, mengacu pada keunggulan dan sifat beton diatas mendorong penulis melakukan penelitian tentang penggunaan bata ringan sebagai pengganti agregat dengan anggapan beton normal, yang diuji beton dengan faktor air semen 0,4, 0,5, dan 0,6.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kekuatan beton dengan campuran bata ringan sebagai agregat kasar
2. Bagaimana nilai faktor air semen yang baik untuk campuran beton dengan variasi 0,4, 0,5, 0,6

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kekuatan beton dengan campuran bata ringan sebagai agregat kasar
2. Mengetahui nilai faktor air semen yang baik untuk campuran beton dengan variasi 0,4, 0,5, 0,6

Manfaat penelitian

Hasil kajian dan analisis dari penelitian ini diharapkan :

1. Dapat memberikan informasi tentang pengaruh-pengaruh yang terjadi akibat pemakaian bata ringan sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh penambahan bata ringan pada pembuatan beton untuk mendukung kebutuhan masyarakat dengan memanfaatkan limbah.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh variasi faktor air semen terhadap kuat tekan beton pada umur 7 hari.

Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi lebih sederhana, tetapi memenuhi persyaratan teknis maka perlu diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pasir yang digunakan berupa agregat halus pasir Merapi

2. Digunakan semen *Portland* (Tipe I) merek Tiga Roda kemasan 40 kg.
3. Bata ringan berasal dari limbah Pesona Hotel Yogyakarta digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar
4. Faktor air semen yang digunakan 0,4, 0,5, 0,6
5. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 3 buah sampel per variasi
6. Air yang digunakan berasal dari laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
7. Metode perancangan beton (*mix design*) menggunakan metode SK.SNI 03-2834-2002 (Tjokodimuljo, 2007)
8. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari.

LANDASAN TEORI

Pengertian Beton

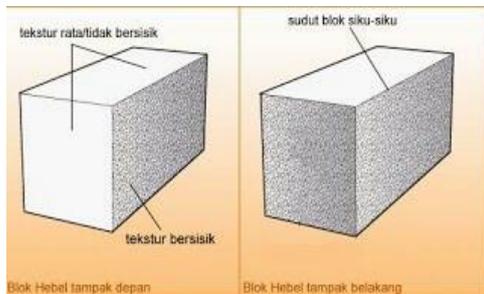
Beton merupakan salah satu bahan gabungan dari suatu material-material diantaranya semen *Portland*, agregat (agregat kasar dan agregat halus), air dan terkadang ditambah dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serat sampai dengan bahan buangan non kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodimuljo, 2007). Nilai kuat tekan beton relatif tinggi. Beton merupakan material yang bersifat getas. Menurut Mulyono (2005), beton didefinisikan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Bata Ringan

Bata ringan adalah beton seluler dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, adonan bata ringan umumnya terdiri dari pasir kwarsa, semen, kapur, sedikit gypsum, air, dan alimunium pasta sebagai bahan pengembang (pengisi udara secara kimiawi). struktur bata ringan dapat dilihat pada Gambar 1

Setelah adonan tercampur sempurna, nantinya akan mengembang selama 7-8 jam. Alumunium pasta yang akan digunakan dalam adonan tadi, selain berfungsi sebagai pengembang ia berperan

dalam mempengaruhi kekerasan beton. Volume aluminium pasta ini berkisar 5-8 persen dari adonan yang dibuat, tergantung kepadatan yang diinginkan.



Gambar 1 Struktur Bata ringan

Adonan beton aerasi ini lantas dipotong sesuai ukuran. Adonan beton aerasi yang masih mentah ini, kemudian dimasukan ke *autoclave chamber* atau diberi uap panas dan diberi tekanan tinggi. Suhu didalam *autoclave* sekitar 183 derajat celsius. Hal ini dilakukan sebagai proses pengeringan atau pematangan.

Saat pencampuran pasir kwarsa, semen, kapur, gypsum, air, dan aluminium pasta, pasti reaksi kimia. Bubuk aluminium bereaksi dengan kalsium hidroksida yang ada didalam pasir kwarsa dan air sehingga membentuk hidrogen. Gas hidrogen ini membentuk gelembung-gelembung udara didalam campuran beton tadi gelembung-gelembung udara ini menjadikan volumenya menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Diakhir proses pengembangan atau pembusaan, hidrogen akan terlepas dari atmosfer dan akan langsung digantikan oleh udara. Rongga-rongga udara yang terbentuk ini yang akan membuat beton ini menjadi ringan. (Sumber :http://id.m.wikipedia.org/wiki/Bata_ringan).

Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau water cement ratio (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan,

Fungsi FAS, yaitu:

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Peningkatan jumlah air akan meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan, tetapi akan mereduksi kekuatan beton, menimbulkan segregasi dan bleeding. Pada umumnya tiap partikel membutuhkan air supaya plastis sehingga dapat dengan mudah dikerjakan. Harus ada cukup air terserap pada permukaan partikel, yang kemudian air tersebut akan mengisi ruang antar partikel. Partikel halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga butuh air yang banyak. Dilain pihak tanpa partikel halus beton tidak akan mencapai plastisitas. Jadi faktor air semen (FAS) tidak dapat dipisahkan dengan grading agregat.

Faktor Air Semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan beton seperti yang dijelaskan oleh L. J. Murdock dan K. M. Brook (1986, Hal. 97), bahwa pada bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Menurut Tjokrodimulyo (2007) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min. 0,4 dan max. 0,65.

Talbot dan Richard mengatakan bahwa pada rasio air semen 0.2 sampai dengan 0.5, kekuatan beton akan mengalami kenaikan. Akan tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Duff Abrams menunjukkan semakin bertambahnya nilai FAS hingga lebih dari

0.6 akan menurunkan kekuatan beton sampai nol pada nilai FAS 4,0 untuk beton yang berumur 28 hari.

Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis menurut Duff Abrams (1919, dalam Shetty, 1997) sebagai berikut (lihat pula gambar 2)

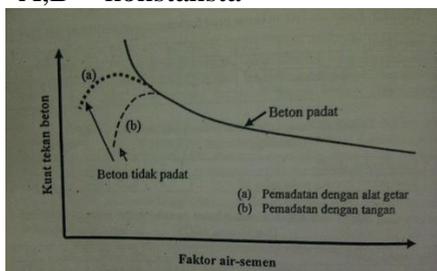
$$f_c = \frac{A}{B^x}$$

Dengan :

f_c = kuat tekan beton

X = perbandingan volume antara air dan semen (faktor air semen)

A, B = konstansta



Gambar 2 hubungan antara faktor air semen terhadap kuat tekan beton

Menurut S. Mindess, Young dan D. Darwin, (2003), bila faktor air semen terlalu rendah, maka adukan beton sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum. Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton setelah mengeras. Adanya udara sebanyak 5% dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 35% dan pori-pori sebanyak 10% dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 60%.

Kuat Tekan

Kuat tekan beton yang diisyaratkan f_c'' adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk silinder ukuran (15x30 cm), dipakai dalam perencanaan struktur beton, dan dinyatakan dalam Mega Pascal atau MPa (SK SNI-T-15-1991-03).

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji tekan dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji berbentuk silinder ukuran 30x15 cm sampai hancur.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, yaitu :

1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan Beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik.
2. Umur beton Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur dibahas dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. Kecepatan bertambahnya kuat tekan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: FAS dan suhu perawatan. Semakin tinggi nilai FAS semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya (Tjokrodinuljo 1996).
3. Jenis semen Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuannya.
4. Jumlah Semen Menurut Tjokrodinuljo (1996) jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Jika nilai FAS sama (nilai slump berubah), Beton dengan jumlah kandungan semen yang lebih sedikit akan mempunyai kuat tekan tertinggi.
5. Sifat agregat Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah :

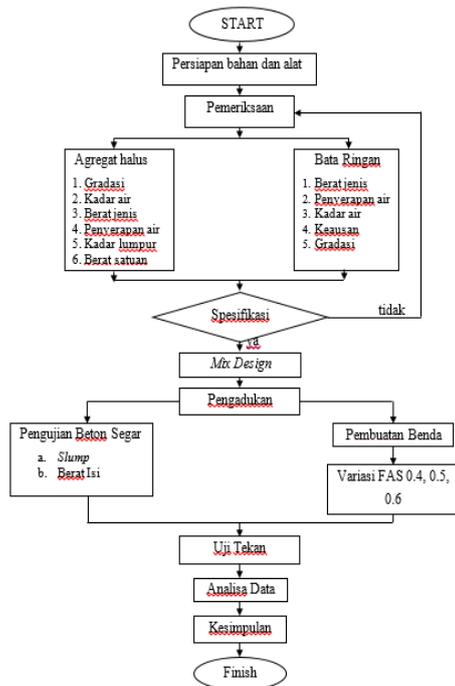
- Kekasaran permukaan
Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut
- Kekerasan agregat kasar
- Gradasi agregat

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan material, pemeriksaan bahan, rencana campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap

kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Pemeriksaan material dibatasi hanya pada material tertentu yang penting dalam perhitungan campuran.

Bagan alir penelitian disajikan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaan. Adapun bagan alir tersebut dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dalam penelitian merupakan langkah awal dalam memulai suatu percobaan yang akan dilakukan. Pemilihan dan pengambilan material sebagai bahan pembuat beton dipertimbangkan berdasarkan sifat fisik yang baik dan memenuhi standar.

Pengujian Karakteristik Bahan

Dalam Penelitian ini pengujian dan pemeriksaan sifat fisik agregat mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Perencanaan Campuran Beton

Rancangan campuran beton yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

- Menggunakan cetakan silinder berukuran 15x30cm.
- Ukuran agregat kasar 16 mm,
- Faktor air semen 0.40,0.50,0.6.

Pembuatan benda uji

Sebelum dilakukan pembuatan benda uji yaitu mempersiapkan bahan-bahan sesuai takaran yang ditentukan di dalam *mix design concrete*. Metode pembuatan beton yaitu sebagai berikut:

- Agregat kasar bata ringan dan agregat halus dicampur ke dalam *Concrete Mixer*,
- Setelah agregat kasar bata ringan dan agregat halus sudah tercampur rata masukan semen beserta air ke dalam *Concrete Mixer*,
- Kemudian campuran beton segar, keluarkan dari *Concrete Mixer* lalu di lakukan pemeriksaan *slump*,
- Kemudian campuran beton segar dicetak kedalam cetakan silinder dengan tinggi 30 cm, diameter 15 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

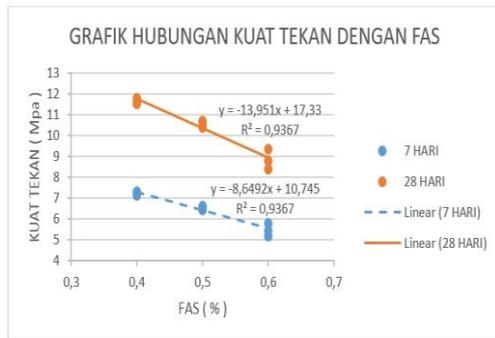
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari hasil pemeriksaan kuat tekan beton, diperoleh kuat tekan rata-rata untuk setiap jenis campuran. Berikut ini adalah tabel nilai kuat tekan serta grafik hubungan antara nilai kuat tekan beton dan nilai fas. hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 1 hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada gambar4

Tabel 1 Hasil uji kuat tekan beton dengan agregat kasar bata ringan

FAS	Kuat tekan umur 7 hari	Kuat tekan umur 28 hari
0,4	7,1907	11,5979
0,4	7,3183	11,8037
0,4	7,1417	11,5189
0,5	6,6316	10,6961
0,5	6,5825	10,6169
0,5	6,4549	10,4111
0,6	5,1993	8,3859
0,6	5,8075	9,3669
0,6	5,4544	8,7974

Sumber : Hasil penelitian, 2016



Dapat dihitung dengan rumus :

$$F_c \text{ 28 hari} = \frac{f_c \text{ 7 hari}}{\text{angka konversi}}$$

Tabel konversi dapat dilihat pada Tabel 2
Tabel 2 tabel konversi umur beton

umur 3 hari	0,57
umur 7 hari	0,62
umur 14 hari	0,72
umur 21 hari	0,85
umur 28 hari	1,00

Sumber : Hasil penelitian

Contoh hitungan :

Fas 0,4

$$7,1907/0,62 = 11,5979$$

$$7,3183/0,62 = 11,8037$$

$$7,1417/0,62 = 11,5189$$

Fas 0,5

$$6,6316/0,62 = 10,6961$$

$$6,5825/0,62 = 10,6169$$

$$6,4549/0,62 = 10,4111$$

Fas 0,6

$$5,1993/0,62 = 8,3859$$

$$5,8075/0,62 = 9,3669$$

$$5,4544/0,62 = 8,7974$$

Berdasarkan Gambar 4 nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan seiring dengan kecilnya nilai faktor air semen, hal ini disebabkan karena semakin kecil nilai faktor air semen maka pori semakin kecil, sedangkan semakin besar nilai faktor air semen maka pori semakin besar. Jadi semakin besar faktor air semen maka daya ikatnya semakin kecil. Hasil kuat tekan beton dengan agregat kasar bata ringan dengan variasi nilai faktor air semen 0,4,0,5,0,6 pada umur 28 hari, didapat hasil optimum sebesar 11,8037 Mpa.

Dari grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan beton di dapat rumus :

Umur 7 hari

$$y = -8,6492x + 10,745$$

$$R^2 = 0,9367$$

Hitungan :

Fas 0,4

$$y = -8,6492 (0,4) + 10,745 = 7,2853$$

Fas 0,5

$$y = -8,6492 (0,5) + 10,745 = 6,4204$$

Fas 0,6

$$y = -8,6492 (0,6) + 10,745 = 5,5555$$

Umur 28 hari

$$y = -13,951x + 17,33$$

$$R^2 = 0,9367$$

Hitungan :

Fas 0,4

$$y = -13,951 (0,4) + 17,33 = 11,7496$$

Fas 0,5

$$y = -13,951 (0,5) + 17,33 = 10,3545$$

Fas 0,6

$$y = -13,951 (0,6) + 17,33 = 8,9594$$

Hal ini sesuai karakteristik sifat beton yaitu semakin kecil nilai faktor air semen maka semakin besar kuat tekannya. Tapi terlalu kecilnya fas juga dapat mempengaruhi kekuatan beton, sebab fas terlalu kecil pengadukannya susah jadi pencampuran tidak bisa merata. (Tjokrodimuljo, 2007).

Dari hasil pengujian tidak sesuai dengan kuat tekan rencana 27 Mpa pada *mix design*, disebabkan oleh butir agregat kasar yang bersifat kurang kuat.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan :

1. Hasil kuat tekan beton dengan agregat bata ringan dengan variasi nilai faktor air semen 0,4,0,5,0,6 pada umur 28 hari, didapat hasil optimum sebesar 11,8037 Mpa.
2. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai faktor air semen maka kuat tekan beton semakin menurun, hal tersebut sesuai dengan teori dalam ilmu beton.

Saran

Dari uraian di atas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari

penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut:

1. Dalam pengerjaan sebuah campuran beton sebaiknya memperhatikan keadaan material campuran beton, agar diperoleh

mutu campuran beton sesuai dengan target *mix design*.

2. Perlu melakukan pengujian kadar air, berat jenis, keausan, berat satuan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam campuran beton sehingga dapat mengetahui karakteristik dan kandungan pada bata ringan.

DAFTAR PUSTAKA

Nugroho, 2013. *pengaruh perbedaan faktor air semen terhadap kuat tekan beton ringan agregat breksi batu apung*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Suparjo, 2005. *pengaruh faktor air semen terhadap komposisi campuran beton ringan tanpa pasir dengan agregat limbah batu apung*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Saputra, 2011. *pengaruh variasi nilai faktor air semen terhadap kuat tekan beton dengan campuran fly ash 10% sebagai pengganti sebagian semen dengan agregat kasar maksimum 10 mm*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta

Sari, 2015. *pengaruh jumlah semen dan fas terhadap kuat tekan beton dengan agregat yang berasal dari sungai*, Tugas Akhir, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Panjaitan, 2015. *pengaruh faktor air semen (FAS) terhadap kuat tekan beton dengan penambahan serat tebu*, Tugas Akhir, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Tjokrodinuljo, K. 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

Mulyono, T. 2005, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta

http://id.m.wikipedia.org/wiki/Bata_ringan

Murdock, L. J., Brook, K. M., 1986. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.

SK SNI : 03-1970-2008:”*Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*”.

SK SNI 03-1968-1990:”*Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*”.

SK SNI 03-1974-1990 :”*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*”.

SNI 03-1970-1990 : “*Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*”.

SNI 03-1971-1990 : “*Metode Pengujian Kadar Air Agregat*”.