

ANALISA PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI (*HIGH STRENGTH CONCRETE*) DENGAN SEMEN HOLCIM

Husnah ¹⁾

¹⁾ Teknik Sipil Universitas Abdurrah
Jalan Riau Ujung No.73 Pekanbaru Indonesia
Email: husnah@univrab.ac.id

ABSTRACT

Various researches in the field of concrete is done as an effort to improve the quality and strength of the concrete. Technology of the materials or implementation techniques that are obtained from results of the researches are intended to answer the higher demands on the application of the concrete and to answer the problems that often occur at field work. The objective of this study was to determine the quality and strength of the concrete that are using Holcim cement PCC type II at 7, 14, 21, and 28 days after concrete mixture. The concrete specimen is concrete cube with the dimension of 15 x 15 x 15 cm³. From the experiment, the compressive strength of concrete with holcim PCC cement type II are 53.3 MPa, 53.4 MPa, 53.6MPa and 54 Mpa at 7, 14, 21, and 28 days after concrete mixture, respectively. Compressive strength of the concrete at 28 days after concrete mixture did not reach the planned compressive strength of 80 Mpa.

Keywords: high strength concrete, holcim cement, concrete compressive strength

ABSTRAK

Berbagai penelitian telah dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kekuatan beton. Berbagai teknologi bahan maupun teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap penggunaan beton dan untuk mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan lapangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas dan kuat tekan beton yang menggunakan semen Holcim PCC tipe II pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Benda uji beton yang gunakan adalah spesimen beton berbentuk kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm³. Dari penelitian ini, kuat tekan beton yang menggunakan semen Holcim PCC tipe II holcim adalah 53.3 Mpa, 53.4 Mpa, 53.6 dan 54 Mpa, pada umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari secara berurutan. Kuat tekan beton pada umur beton 28 hari tidak mencapai kuat tekan rencana 80 Mpa.

Kata kunci: beton mutu tinggi, semen holcim, kuat tekan beton

1. Pendahuluan

Beton adalah campuran antara semen Portland (PC) atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton mutu tinggi adalah merupakan pilihan yang paling tepat dan pembangunan gedung–gedung bertingkat tinggi dan pembangunan masal lainnya yang di butuhkan dalam pembangunan. Beton harus direncanakan sebaik mungkin dengan memilih material yang berkualitas supaya dapat berfungsi dengan semestinya dan mampu melayani kebutuhan pembangunan gedung, jembatan, jalan raya, atau yang berhubungan dengan beton agar sesuai dengan yang telah direncanakan.

Perencanaan campuran beton harus dipenuhi persyaratan perhitungan campuran beton harus di dasarkan pada sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton dan susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat menemui kekuatan beton yang diisyaratkan. Daya dukung beton perkerasan ditentukan oleh sifat butir-butir agregat dari hasil gradiasi agregat dan desainnya. Secara umum gradiasi agregat merupakan salah satu sifat yang menentukan kinerja desain beton. Komposisi dalam campuran beton terlebih dahulu harus direncanakan untuk mendapatkan penggabungan gradiasi yang ekonomis, tetapi harus tetap masuk dalam batas spesifikasi, dengan sasaran butimen yang cukup untuk menjamin kuat tekan beton. Stabilitas yang kuat, durabilitas yang cukup, tahan terhadap retak (*fatigue*) dan kemudahan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kualitas dan kuat tekan beton yang menggunakan semen PCC (*Portland Cement Composite*) tipe II holcim untuk beton mutu tinggi. Penggunaan semen PCC tipe II holcim diharapkan untuk menganalisa beton mutu tinggi tersebut perlu atau tidak adanya tambahan (*admixtures*), mengganti semen atau agregat halus dan agregat kasar dengan jenis yang lain.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Beton

Beton merupakan satu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu [1]. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk [2]. Nilai beton relatif tinggi di banding kuat tekannya. Karena beton merupakan material yang bersifat getas, Nawy [3] mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Agar hasil kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogeny dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

Syarat-syarat yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- a. Kualitas semen,
- b. Proporsi terhadap campuran,
- c. Mutu dan kebersihan agregat,
- d. Interaksi atau adhesi antar pasta dan semen dengan agregat,
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
- f. Penempatan yang benar dan Penyelesaian pematatan beton,
- g. Perawatan beton yang benar.

Semen dan air dalam adukan beton membuat pasta yang disebut pasta semen. Adapun pasta semen ini yang berfungsi untuk mengisi pori-pori antara butiran agregat halus dan agregat kasar juga mempunyai fungsi sebagai pengikat hingga terbentuk suatu masa yang kompak dan kuat. Ruang yang tidak ditempati oleh butiran semen, merupakan rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan yang disebut *kapiler*. *Kapiler* yang terbentuk akan tetap tinggal ketika beton sudah mengeras, hingga beton akan mempunyai sifat tembus air yang besar, akibatnya kekuatan beton akan berkurang. Rongga ini dapat dikurangi dengan bahan tambah meskipun bahan penambah ini akan menambah biaya pelaksanaan. Bahan tambahan ini merupakan bahan tambahan khusus yang ditambah dalam campuran beton sebagai pengisi dan pada umumnya merupakan bahan kimia organik dan bubuk mineral aktif.

Untuk mengetahui dan memahami seluruh perilaku elemen-elemen campuran dalam beton, diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen bahan campuran beton. Dengan demikian perencanaan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak serta komposisi yang tepat dan baik, sehingga diperoleh mutu beton yang sesuai dengan perencanaannya. Perencanaan desain campuran beton dimaksudkan untuk mendapat beton yang baik, yaitu kesesuaian campuran, kuat tekan yang tinggi sesuai dengan yang direncanakan.

Perencanaan desain beton yang efektif dan baik dapat dicapai dengan pemilihan, pengontrolan, perbandingan dan pengecekan material atau semua bahan yang ingin di gunakan untuk mendesain beton mutu tinggi, Untuk perencanaan campuran beton mutu tinggi ini lebih banyak bandingkan dengan perencanaan campuran beton normal,

karena didalamnya banyak parameter yang harus diperhitungkan, misalnya: mempertimbangkan karakteristik semen Holcim, kualitas agregat kasar dan halus, kandungan air pada agregat serta faktor air semen yang harus terjaga, proporsi pasta, interaksi agregat pasta, macam dan jumlah bahan campuran tambahan, dan pelaksanaan pencampuran (pengadukan) beton.

2.2 Material Penyusun Beton Mutu Tinggi

Pada dasarnya material penyusun beton mutu tinggi sama dengan beton normal. Material ini terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air.

2.2.1 Semen PCC Tipe II

Semen PCC Tipe II adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C 33 [4] Semen PCC didefinisikan sebagai bahan hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik yang umumnya mengandung satu atau lebih banyak kalsium sulfat sebagai bahan tambah.

Menurut Nawy [3] pada bahan pembentuk semen terdiri dari empat unsur penting yaitu:

- a. Trikalsium silikat (C3S)
- b. Dikalsium silikat (C2S)
- c. Trikalsium aluminat (C3A)
- d. Tetrakalsium aluminoforit (C4af)

2.2.2 Agregat

Agregat merupakan bahan utama pembentuk beton disamping pasta semen. Kadar agregat dalam campuran berkisar 60–80% dari volume total beton. Oleh karena itu kualitas agregat berpengaruh terhadap kualitas beton [5]. Agregat yang dipakai dalam campuran beton dibedakan menjadi dua jenis yaitu agregat kasar dan agregat halus.

a. Agregat kasar (batu pecah)

Agregat kasar adalah butiran mineral keras yang sebagian besar butirannya berukuran antara 5 mm–40 mm, dan kasar butirannya maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud dan pemakaian [4] Agregat kasar yang akan dicampurkan sebagai adukan beton harus mempunyai syarat dan mutu yang ditetapkan meliputi:

1. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil bidang–bidang samping dari cetakan, $\frac{1}{3}$ tebal plat atau $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum tulangan.
2. Kekerasan yang ditentukan dengan menggunakan bejana Rudellof tidak boleh mengandung bagian hancur yang tembus ayakan 2 mm lebih dari 16 % berat.
3. Bagian yang hancur bila diuji dengan menggunakan los Angeles, tidak boleh lebih dari 27 % berat.
4. Kadar lumpur maksimal 1 %.
5. Bagian butir panjang dan pipih maksimum 20 % berat, terutama untuk beton mutu tinggi.

Pada beton mutu tinggi, kadar semen yang dibutuhkan juga cukup tinggi. Keadaan ini menyebabkan gradasi agregat relatif tidak dipentingkan bila dibandingkan dengan beton normal.

b. Agregat halus

Agregat halus merupakan butiran–butiran mineral keras dan halus yang bentuknya mendekati bulat, yang ukuran butirannya sebagian besar terletak antara 0,075 mm sampai 5 mm, dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5 %. Agregat halus berupa pasir alami, sebagai disintegrasi alami atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat–alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat– syarat pengawasan mutu pada departemen pekerjaan umum 1982, maka agregat halus harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Agregat halus terdiri dari butir–butir yang tajam dan keras. Butir agregat halus tidak boleh pecah dan hancur oleh pengaruh cuaca,
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, jika melebihi 5 % pasir harus dicuci,
3. Agregat halus harus terdiri dari butir– butiran ragam besarnya, apabila di ayak harus memenuhi syarat–syarat sebagai berikut:
 1. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2 %,
 2. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus berkisar antara 10 % berat,
 3. Sisa pasir diatas 0,25 mm, harus berkisar antara 80 % sampai 90 %.

Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat untuk semua mutu beton, Kecuali dengan petunjuk dari lembaga bahan–bahan yang diakui.

2.2.3 Air

Air merupakan bahan pembuat yang sangat penting namun harganya murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga menjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir–agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25 % dari berat semen saja. Selain itu air juga digunakan untuk merawat beton dengan cara pembasahan setelah dicor [2]. Ada beberapa persyaratan yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

- a. Air tidak boleh mengandung lumpur (benda–benda melayang lain) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Air tidak boleh mengandung garam yang dapat merusak beton (asam,zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Air tidak boleh mengandung *klorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

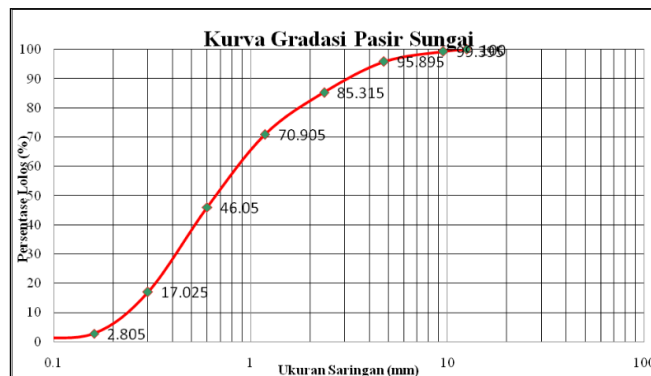
Tujuan utama dari penggunaan air ialah agar tidak terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak kira–kira 20% dari berat semen, tapi kita tambahkan air untuk tujuan ekonomi. Dengan menambah lebih banyak air harus di batasi, sebab dengan pemakaian air yang terlalu banyak akan menimbulkan gelembung air sehingga beton menjadi *poreus*. Selain itu dapat menurunkan kekuatan beton, kelebihan air juga dapat memberikan penyusutan besar pada beton.

3. Metode Penelitian

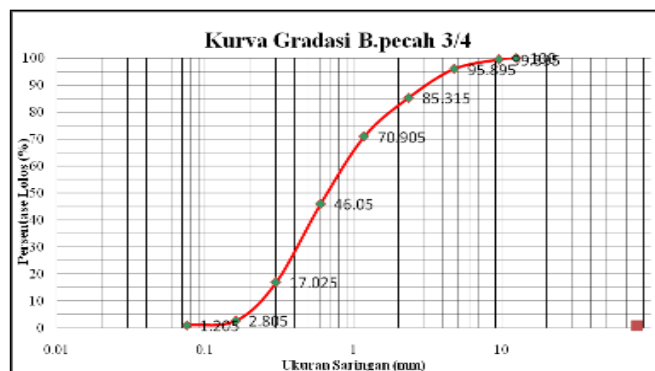
Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium, dalam pelaksanaan eksperimen ini penelitian menggunakan laboratorium PT. HASRAT TATA JAYA. Pelaksanaan penelitian di mulai dari persiapan material spesimen beton hingga pengujian kuat tekan spesimen beton. Secara garis besar penelitian meliputi:

1. Persiapan material spesimen beton

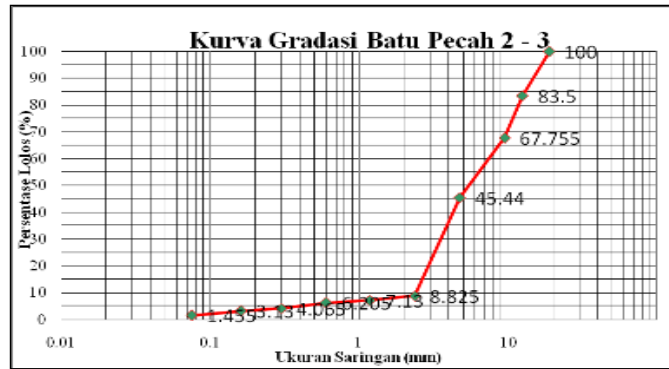
Material specimen beton yaitu semen PCC tipe II Holcim, batu pecah (kerikil) berbentuk bulat-bulat dari sungai kampar, pasir dari sungai kampar dan air. Terdapat pengujian yang dilakukan di laboratorium pada persiapan material specimen beton meliputi analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. Analisa saringan dilakukan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan. Dari analisis saringan di peroleh modulus halus agregat halus. Modulus halus di peroleh dari jumlah persen kumulatif butiran yang tertinggal diatas satu set ayakan kemudian di bagi 100. Semakin besar nilai modulus halur butir (Mhb), maka semakin besar butiran agregatnya.



Gambar 1. Analisa saringan agregat halus



(a)



(b)

Gambar 2. Analisa saringan agregat kasar

2. Pembuatan spesimen beton

Spesimen beton dibuat dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm³. Sebelum dimasukkan ke cetakan kubus beton campuran beton segar dilakukan pengujian terlebih dahulu yaitu pengujian *slump*.

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pengujiannya dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah di buat. Tabung kerucut *Abrams* yang bagian dalamnya di basahi dengan air dan di siapkan diatas plat baja. Beton segar dimasukkan dalam tabung kerucut 1/3 volumenya dan di tusuk–tusuk 25 kali dengan penumbuk yang terbuat dari baja sampai isi kerucut *Abrams* penuh. Lalu di ratakan permukaannya dan didiamkan selama 0.5 menit, selanjutnya corong kerucut di angkat pelan–pelan secara vertikal tanpa adanya horizontal. Tabung kerucut diletakkan di sebelah beton segar yang kerucutnya sudah diangkat secara terbalik, yang bagian bawahnya menjadi di atas. Pengukuran *slump* di lakukan dari bagian tertinggi beton yang tidak mengalami kelongsoran (hancur) sampai ujung atas kerucut *Abrams*. Nilai tinggi yang di dapat merupakan nilai *slump*. Dalam penelitian ini campuran beton mempunyai nilai *slump* rata-rata 12.23 cm dari *slump* rencana 7.5-14 cm

3. Pengujian spesimen beton

Pengujian spesimen beton meliputi kuat tekan spesimen beton berupa kubus beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mesin, sampai kondisi kubus beton hancur.

Berdasarkan ASTM C 33 [4], besar kuat tekan beton dapat dirumuskan dengan:

$$F_c = \frac{Kb}{Lb} \quad (1)$$

Dimana:

F_c = Kuat tekan beton (KN)

Kb = Beban tekan maksimum

Lb = Luas permukaan benda uji

Kuat tekan rata-rata yang di targetkan f_{cr} dapat di tentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{cr} = (K_t \times 102) / L_k \quad (2)$$

Dimana:

F_{cr} = Kuat tekan rata - rata

F_c = Kuat tekan

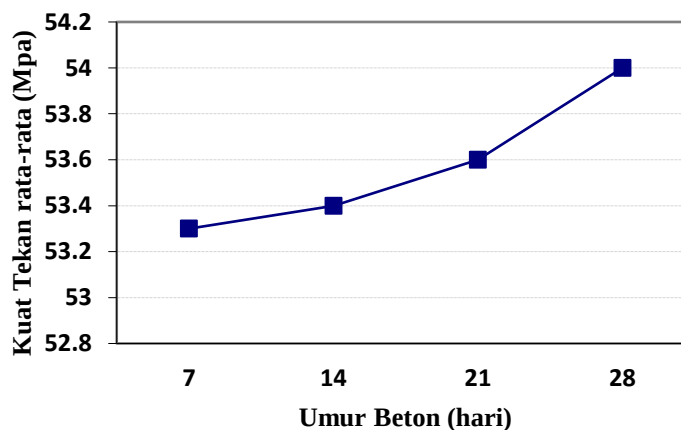
L_k = Luas kubus

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemeriksaan berat uji beton berupa kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm³ yaitu 8.37 kg/m³ pada umur beton 14, 21 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji kuat tekan kubus mencapai nilai kuat tekan beton (f'_c) 54,0 Mpa pada umur beton 28 hari seperti pada Table 5 dan Gambar 3. Hasil uji kuat tekan beton (f'_c) ini menunjukkan bahwa mutu beton tidak mencapai f'_c yang direncanakan yaitu 80 Mpa dengan nilai perbandingannya ketidakcapaiannya 26%. Hal ini dikarenakan kadar lumpur dalam air mencapai 1,8%.

Tabel 5. Kuat tekan rata-rata

Hari	Rata-rata kuat tekan (Mpa)
7	53.3
14	53.4
21	53.6
28	54.0



Gambar 3. Grafik kuat tekan beton

5. Kesimpulan

Setelah diadakan tahap benda uji, perendaman benda uji di dalam air, pengujian kuat tekan beton untuk kubus dengan dimensi $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$, serta analisis yang telah dilakukan akhirnya penelitian ini dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan benda uji yang direndam selama 28 hari adalah sebesar 54 Mpa.
2. Mutu beton yang direncanakan dengan bahan semen holcim tersebut secara keseluruhan tidak mencapai kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 80 Mpa, hanya mencapai kuat tekan beton sebesar 54 Mpa. Dikarenakan kadar lumpur dalam air terlalu tinggi yaitu 1.8% dan semen yang digunakan jenis semen PCC tipe II.
3. Selain itu, kekuatan agregat kasar (kerikil) tidak dapat menahan beban kuat tekan, karena dalam penelitian ini agregat kasar semuanya belah yang terlepas.

6. Saran

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan beton dengan mutu tinggi diperlukan material campuran yang berkualitas, bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik, di samping itu ketelitian dan perencanaan campuran (*mix design*) serta ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan.
2. Pada saat akan dilakukan pencampuran atau pengecoran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan secara alami harus benar-benar dalam keadaan SSD sehingga kandungan air dalam agregat dapat stabil.
3. Dalam pembuatan benda uji, setelah dilakukan pencampuran material harus segera dimasukkan kedalam cetakan karena adukan beton akan segera lengket dan mengental, sehingga sulit dipadatkan.
4. Pada saat pengujian kuat tekan beton, benda uji harus dalam keadaan kering baik bagian luar maupun dalam, karena benda uji yang masih basah mempunyai kuat tekan lebih rendah jika dibandingkan dengan benda uji yang sudah kering. Selain itu, bagian atas dan bawah benda uji diusahakan benar-benar rata agar pada waktu pengujian kuat tekan seluruh permukaan benda uji mendapat tekanan yang sama untuk memperoleh hasil yang maksimal.
5. Dalam pelaksanaan/pembuatan benda uji harus sesuai dengan prosedur dan dalam pengawasan dari yang berpengalaman dibidangnya.
6. Material yang digunakan yaitu agregat kasar (batu atau kerikil) yang dipakai batu pecah yang mempunyai struktur permukaan tidak bulat.
7. Semen yang harus digunakan adalah semen PC (*portland cement*).
8. Dalam perencanaan beton disarankan menggunakan zat aditif (*admixtures*) supaya dapat meningkatkan kuat tekan dari beton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 03-6468-2000 Pd T-18-1998-03 fly ash 2002, Departemen pekerjaan umum,. *Tata cara camputan beton berkekuatan tinggi dengan bahan tambah.*
- [2] Tjokrodimulyo, 1992. *Tentang kualitas material pembentuk beton.*
- [3] Nawy, 1985. *Beton yang bersifat getas.*
- [4] ASTM C 33-97, 1989 Departemen Pekerjaan Umum, *Peraturan Beton bertulang Indonesia.*
- [5] Nugroho, 1983. *Pengaruh beton terhadap agregat penyusun.*