

**ANALISIS KEKUATAN BETON DENGAN CAMPURAN
SCREENING UNTUK PEMBUATAN KUSEN BETON**

SKRIPSI

**RATIH WULANDARI
F14060878**



**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2012**

Hak Cipta: Pendaftar: Universitas
1. Dilindungi sebagai bagian dari koleksi perpustakaan IPB dan tidak diperjualbelikan.
2. Pengutipan harus menyebutkan sumbernya.
3. Tidak diperbolehkan untuk menyalin, menerjemahkan, atau mengutip sebagian atau seluruhnya.
4. Pengutipan harus menyebutkan sumbernya, nama penulis, dan judul karya.
5. Pengutipan tidak diperbolehkan untuk tujuan komersial.
6. Diperbolehkan untuk menyalin dan mengutip sebagian atau seluruhnya untuk tujuan pendidikan dan penelitian.

STRENGTH ANALYSIS OF CONCRETE WITH *SCREENING* COMPOUND FOR CONCRETE SILLS

Ratih Wulandari

Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Technology,
Bogor Agricultural University, IPB Dramaga Campus, PO Box 220, Bogor, West Java, Indonesia.
e-mail: ratih.kreasibeton@yahoo.com

ABSTRACT

Concrete is a construction material which almost used in all modern buildings. The main components of concrete are stuffing materials (coarse aggregate and fine aggregate), water, and cement. Strength of concrete depends on mix design, mix method, pouring, quality test and maintenance method. To make good concrete, mixture ratio should comply the standards. Concrete can be used as a substitute for timber in manufacturing sills because it has a high durability and anti-termite characteristic. Concrete do not change its dimensions over time. Through the strength analysis of concrete it is expected that a comparison of mixture between split and *screening* as the coarse aggregate could be obtained for mix design recommendation. Compressive strength of concrete has been tested through a load test by using Form Test Seidner (FTS) 2000 KN apparatus. Compressive strength of split mixture has a higher compressive strength value than that of *screening* mixture. However, *screening* mixture is good enough in accordance with K-175 mix design. Concrete with split mixture has the average press test value of 196 kg/cm² while the concrete with *screening* mix has the average press test value of 182.6 kg/cm². Both concrete with aggregate split mixture and *screening* aggregate meet the criteria for mix design in accordance with the K-175, because both of them have press test value more than 175 kg/cm². With press test results that appropriate with K-175 it is concluded that *screening* mixtures concrete are feasible to be used for concrete sills.

Key word: sills concrete, strength analysis, mix design

RINGKASAN

Kusen merupakan rangka pintu atau jendela yang berfungsi untuk menggantungkan (memasang) daun pintu / jendela dan biasanya jenis bahan kusen yang dipakai adalah kayu. Pada saat ini banyak jenis bahan bangunan seperti aluminium, *gypsum*, dan *Unplasticised Poly Vinyl Chloride* (UPVC) yang dikembangkan untuk menjadi bahan alternatif pengganti kayu. Beton dapat menjadi bahan pengganti kayu untuk pembuatan kusen, karena dibandingkan kayu, beton lebih tahan lama, anti rayap, dan tidak mengalami perubahan dimensi. Harga kayu yang semakin mahal serta proses, pengolahan, dan perawatan kayu yang lebih mahal menyebabkan kusen beton memiliki kelebihan. Dari aspek perawatan, kusen beton memiliki kelebihan karena bebas rayap dan tahan karat.

Mutu beton tergantung pada *mix design* dan kekuatannya menahan beban tekan tiap luas penampangnya. Mutu beton yang dibuat untuk kusen perlu diupayakan untuk memenuhi persyaratan kekuatan tekannya. Untuk itu, beton perlu dibuat dengan perbandingan campuran yang khusus dan *mix design* yang tepat untuk pembuatan kusen beton. Salah satu campuran yang digunakan dalam beton adalah *screening* yaitu bahan batuan yang berukuran 5-10 mm. *Screening* banyak digunakan untuk campuran dalam proses pengaspalan jalan, mulai dari jalan yang ringan sampai jalan berkelas satu, dapat mengikat campuran beton dan harganya pun lebih murah dibandingkan split. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *mix design* yang akan digunakan dalam campuran beton untuk pembuatan kusen beton, membandingkan mutu beton K-175 dengan melakukan uji kekuatan beton antara campuran *screening* dan campuran batu split dan merancang kusen beton yang sesuai sebagai pengganti kusen kayu. Melalui analisis kekuatan beton ini diharapkan dapat dihasilkan perbandingan campuran yang tepat guna memperoleh kuat tekan beton yang memenuhi syarat.

Split dan *screening* memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda, split memiliki ukuran 10-20 mm dan *screening* memiliki ukuran 5-10 mm, sehingga *screening* memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibanding split. Untuk *screening* didapatkan nilai berat jenis sebesar 2.21 g/cm^3 , absorpsi sebesar 1.25%, modulus kehalusan sebesar 5.03%, dan analisa gradasi yang sesuai dengan *American Standard Testing and Material* (ASTM). Berdasarkan spesifikasi *Cement and Concrete Association* didapatkan nilai split 80% campuran split ini termasuk grading 1-2 artinya termasuk agregat kasar dengan kebutuhan semen sedikit sedangkan untuk nilai *screening* didapatkan 63%, campuran *screening* ini termasuk grading 1-2 artinya termasuk agregat kasar dengan kebutuhan semen sedikit. Berdasarkan hal tersebut, kebutuhan agregat kasar *screening* lebih sedikit dibandingkan agregat kasar split.

Beton diuji kekuatan tekannya dengan menggunakan uji beban *Form Test Seidner* (FTS) 2000 KN standar uji Peraturan Beton Indonesia (PBI). Nilai kuat tekan bahwa campuran split memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi, namun campuran *screening* cukup sesuai dengan rancangan campuran K-175. Beton dengan campuran split memiliki nilai uji tekan rata-rata 196 kg/cm^2 sedangkan beton dengan campuran *screening* memiliki nilai uji tekan rata-rata 182.6 kg/cm^2 . Baik beton dengan campuran agregat batu split maupun *screening* sama-sama memenuhi kriteria perencanaan campuran (*mix design*) sesuai dengan K-175, yakni sama-sama memiliki nilai uji tekan lebih dari 175 kg/cm^2 . Dengan hasil uji tekan sesuai dengan K-175 maka beton campuran *screening* layak untuk digunakan.

Sebagai campuran beton komponen agregat, batu split memiliki gradasi bahan yang lebih baik dibandingkan dengan *screening*. Nilai *slump* beton campuran batu split dan *screening* yang diperoleh dari pengujian *slump* masing-masing adalah 6.8 untuk campuran split dan 6.2 untuk campuran *screening*. Berat beton campuran *screening* lebih ringan dibandingkan beton campuran split sehingga memudahkan dalam pemasangan kusen. Beton dengan campuran *screening* memiliki rongga lebih kecil dibandingkan beton dengan campuran split sehingga proses *finishing* yang harus dilakukan pada beton dengan campuran *screening* lebih sedikit dibandingkan pada beton dengan campuran split. Dalam pembuatan kusen dari beton perlu dicoba penggunaan sabut kelapa atau ijuk sebagai bahan tambahan yang berguna untuk memperkokoh campuran beton, karena semakin kecil rongga beton maka akan semakin jauh tingkat kerapuhan beton.

**ANALISIS KEKUATAN BETON DENGAN CAMPURAN SCREENING
UNTUK PEMBUATAN KUSEN BETON**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Departemen Teknik Mesin dan Biosistem
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh:
RATIH WULANDARI
F14060878

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2012**

Hak Cipta: Plagiarisme: Unsur yang dilarang
1. Diambil sebagian sebagai atau seluruhnya dari terjemahan, dan dipersempit, contoh:
a. Pengutipan tanpa atribusi sumber yang diterbitkan, misalnya, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan tesis atau proposal untuk masalah
b. Pengutipan tidak mengutip kepedulian yang wajar (IPB University)
2. Diambil sepenuhnya dan diterbitkan sebagai atau seluruhnya dari terjemahan, dan dipersempit, contoh (IPB University)

Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Beton dengan Campuran *Screening* untuk
Pembuatan Kusen Beton

Nama : Ratih Wulandari

NIM : F14060878

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Akademik

Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, M.Sc.
NIP 19590910 198503 1 003

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem

Dr. Ir. Desrial, M.Eng
(NIP. 19661201 199103 1 004)

Tanggal Ujian: 20 Januari 2012

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN
SUMBER INFORMASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul **Analisis Kekuatan Beton dengan Campuran *Screening* untuk Pembuatan Kusen Beton** adalah hasil karya saya dengan arahan Dosen Pembimbing Akademik, dan belum diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Bogor, Januari 2012
Yang membuat pernyataan

Ratih Wulandari
F 14060878

Halaman ini adalah bagian dari skripsi yang telah diproses secara otomatis oleh sistem IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web IPB University.

© Hak cipta milik Ratih Wulandari, tahun 2012
Hak cipta dilindungi

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari
Institut Pertanian Bogor, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun,
baik cetak, fotokopi, microfilm, dan sebagainya*

Hak Cipta Pendaftar: Unsur-unsur yang
1. Dianggap sebagai karya tulis yang memuat informasi dan pengetahuan umum
2. Berwujud sebagai bentuk komunikasi tertulis, elektronik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
3. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
4. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
5. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
6. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
7. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
8. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
9. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)
10. Berwujud sebagai bentuk komunikasi yang wajar (IPB University)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bogor, pada tanggal 22 Juni 1988 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara setelah Elang Gumilang dan sebelum Melati Mauludya dari pasangan Bapak Misbach dan Ibu Suanah Priyanti. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar pada tahun 2000 di SD Negeri Pengadilan IV Bogor, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SLTP Negeri 7 Bogor dan lulus pada tahun 2003. Penulis menamatkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Bogor dan lulus pada tahun 2006.

Pada tahun 2006 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI). Penulis memilih Program Studi Teknik Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian. Selama menuntut ilmu di IPB, penulis aktif di beberapa organisasi, di antaranya sebagai, Bendahara Umum Wadah Silaturahmi Alumni SMAN 2 Bogor (2007), Bendahara Divisi Moeslemah Center IPB (MOCI) Al-Huriyyah (2007), Sekretaris Divisi Publik Relation (HIMATETA) IPB (2008 dan 2009), dan Sekretaris Umum Wadah Silaturahmi Alumni SMAN 2 Bogor (2008 dan 2009). Penulis pernah pula mendapatkan hibah proposal di antaranya hibah Program Kreatifitas Mahasiswa Kewirausahaan dengan judul Yoghurt Ubi Jalar (2008), dan Program Kreatifitas Mahasiswa Kewirausahaan dengan judul Maket Bilbul Daur Ulang Kertas (2007).

Penulis melakukan Praktik Lapangan (PL) pada tahun 2009 dengan topik “TEKNOLOGI HIDROPONIK DAN RUMAH TANAMAN PADA BUDIDAYA MELON DI PT. MEKAR UNGGUL SARI”. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam kepanitiaan maupun sebagai peserta dalam kegiatan departemen, himpunan profesi maupun universitas dan seminar berskala nasional.

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian, penulis menyelesaikan skripsi dengan judul **Analisis Kekuatan Beton dengan Campuran *Screening* untuk Pembuatan Kusen Beton** di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, M.Sc.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahrabbi'l'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena dengan izin-Nya skripsi dengan judul “**Analisis Kekuatan Beton dengan Campuran Screening untuk Pembuatan Kusen Beton**” ini dapat selesai dengan baik. Penelitian ini telah berlangsung dari bulan Januari 2011 hingga Juli 2011.

Dengan telah selesainya penelitian hingga tersusunnya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Herry Suhardiyanto, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan, solusi dan rasa semangat kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Erizal, M.Agr dan Dr. Ir. Lilik selaku dosen penguji
3. Ayah, Ibu, Kakak dan Adik penulis tercinta yang banyak memberikan dukungan dan motivasi serta doa selama proses pembuatan skripsi ini
4. Staff Kreasi Beton selaku rekan yang selalu membantu dalam melaksanakan penelitian
5. Sahabat-sahabat terbaik yang selalu menyemangati penulis Farida, Dewi, Fatimah, dan Nanda.
6. Teman-teman seperjuangan di HIMATETA, Al-Huriyyah, WASILAS dan tentunya seluruh teman-teman TEP 43, yang akan tetap menjadi teman-teman terbaik sampai nanti
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

Kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar tulisan ini dapat lebih sempurna di kemudian hari. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi civitas akademika IPB serta masyarakat pada umumnya.

Bogor, Januari 2012

Penulis

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Unsur Pembentuk Beton	4
Tabel 2. Persentase Komposisi Semen Portland	5
Tabel 3. Persentase Hasil Pemeriksaan Pasir	12
Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir	12
Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir	13
Tabel 6. Analisa Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	13
Tabel 7. Persentase Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	14
Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	14
Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	15
Tabel 10. Analisa Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	16
Tabel 11. Hasil Uji Kekuatan Beton	17
Tabel 12. Tingkat Keawetan Kayu	21
Tabel 13. Kekuatan Jenis Kayu	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bagan Tahapan Penelitian	11
Gambar 2. Agregat Kasar	18
Gambar 3. Grafik Hasil Analisa Gradasi Agregat Halus.....	18
Gambar 4. Grafik Hasil Analisa Gradasi Agregat Kasar (Split)	18
Gambar 5. Grafik Hasil Analisa Gradasi <i>Screening</i>	19
Gambar 6. Grafik Hasil Analisa Campuran Split	19
Gambar 7. Grafik Hasil Analisa Campuran <i>Screening</i>	20
Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran Kuat Tekan Beton	20
Gambar 9. Perbandingan Hasil Campuran Beton dengan Agregat Kasar	21
Gambar 10. Cetakan Kusen Jendela Beton	22
Gambar 11. Cetakan Kusen Pintu Beton.....	22
Gambar 12. Hasil Pemasangan Kusen Beton Setelah Dicat.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pemeriksaan Bahan.....	26
Lampiran 2. Perhitungan Kebutuhan Bahan	29

Hal Cipta Mitra IPB University

1. Dihasilkan sebagai salah satu hasil karya dari kegiatan penelitian dan pengembangan

2. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

3. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

4. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

5. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

6. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

7. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

8. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

9. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

10. Pengujian hasil karya untuk mengetahui kemampuan, keandalan, dan kepraktisan

I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kusen merupakan rangka pintu atau jendela yang berfungsi untuk menggantungkan (memasang) daun pintu / jendela, maka konstruksi kusen harus kokoh (Supriatna, 2011). Pada saat ini banyak jenis bahan bangunan seperti aluminium, *gypsum*, dan *Unplasticised Poly Vinyl Chloride* (UPVC) yang dikembangkan untuk menjadi bahan alternatif pengganti kayu. Kusen UPVC dapat dibuat mendekati bentuk dan penampilan kayu untuk kusen pintu dan jendela. Sejak lama, kayu sering digunakan sebagai kusen karena memiliki keunggulan dibanding dengan material lainnya yaitu kuat dan tampilannya alami. Asalkan melalui proses pengeringan yang baik, berbagai jenis kayu seperti kayu jati, kamper, dan ulin memang sangat kuat. Kayu memang fleksibel untuk diubah bentuknya sesuai desain, seperti bentuk lurus atau melengkung. Kayu dapat menahan panas atau dingin dari luar ruangan. Tetapi, kayu memiliki kekurangan antara lain mudah dimakan rayap, menyerap air sehingga menyebabkan volume kayu dapat berubah-ubah, dan memerlukan perawatan secara berkala dengan cat atau *coating* agar tetap awet. Apabila terjadi perubahan kadar air maka terjadi perubahan dimensi kusen sehingga mengakibatkan pintu atau jendela sulit dibuka atau ditutup. Demikian pula bila dipakai untuk kuda-kuda, gording, usuk dan reng pada atap, kayu dapat mengalami puntir.

Beton dapat menjadi bahan pengganti kayu untuk pembuatan kusen, karena dibandingkan kayu, beton lebih tahan lama, anti rayap, dan tidak mengalami perubahan dimensi. Kusen beton dapat dicat atau dilapis dengan warna kayu bahkan motif kayu sehingga menyerupai kayu. Keunggulan kusen beton adalah mampu memikul beban berat, mudah dibentuknya sesuai kontruksi dan tahan terhadap temperatur tinggi. Perawatannya yang mudah dengan biaya kecil menjadikan beton memiliki keunggulan. Harga kayu yang semakin mahal serta proses, pengolahan, dan perawatan kayu yang lebih mahal menyebabkan kusen beton memiliki kelebihan. Dari aspek perawatan, kusen beton memiliki kelebihan karena bebas rayap dan tahan karat.

Beton adalah campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen dan air serta kadang-kadang ditambahkan *admixture* yang merupakan bahan tambah untuk mendapatkan campuran beton yang baik. Beton merupakan bahan struktur bangunan yang sangat populer karena penggunaannya yang sangat luas dalam bidang kontruksi bangunan sipil. Beton banyak digunakan dalam struktur bangunan karena dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan, bahan dasarnya banyak tersedia di permukaan bumi, awet dan tahan terhadap cuaca serta api, ekonomis (Mulyono, 2003). Dalam pengembangan teknologi beton, aspek-aspek yang menjadi pokok pembahasan adalah komponen utama pembentuk beton, bahan isian (agregat kasar dan agregat halus) dan air, rencana campuran (*mix design*), cara mencampur, menuang dan memelihara beton, serta pengujian kualitas beton. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang hampir selalu digunakan pada bangunan modern dewasa ini. Untuk membuat beton yang bermutu, perbandingan campuran bahan harus sesuai standar yang telah ditetapkan. Keseimbangan perbandingan agregat kasar dan agregat halus harus tepat sehingga campuran beton tidak terlalu kasar atau terlalu halus. Proses pengadukan dalam penyiapan beton harus dilakukan sampai campuran homogen. Mutu beton tergantung pada *mix design* dan kekuatannya menahan beban tekan tiap luas penampangnya.

Mutu beton yang dibuat untuk kusen perlu diupayakan untuk memenuhi persyaratan kekuatan tekannya. Untuk itu, beton perlu dibuat dengan perbandingan campuran yang khusus dan *mix design* yang tepat untuk pembuatan kusen beton. Salah satu campuran yang digunakan dalam beton adalah *screening* yaitu bahan batuan yang berukuran 5-10 mm. *Screening* banyak digunakan untuk campuran

dalam proses pengaspalan jalan, mulai dari jalan yang ringan sampai jalan berkelas satu, dapat mengikat campuran beton dan harganya pun lebih murah dibandingkan split.

Melalui analisis kekuatan beton dengan campuran *screening* untuk pembuatan kusen beton diharapkan dapat dihasilkan perbandingan campuran yang tepat guna memperoleh kuat tekan beton yang memenuhi syarat. Berdasarkan hal-hal tersebut di atas maka disusunlah skripsi yang berjudul Analisis Kekuatan Beton dengan Campuran *Screening* untuk Pembuatan Kusen Beton ini sebagai bagian dari hasil penelitian yang penulis lakukan.

1.2 TUJUAN

1. Menentukan *mix design* yang akan digunakan dalam campuran beton untuk pembuatan kusen beton.
2. Membandingkan antara campuran *screening* dan campuran split dengan melakukan uji kekuatan beton K-175.
3. Merancang kusen beton yang sesuai sebagai pengganti kusen kayu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 BETON

Pada beberapa tahun terakhir ini, bidang konstruksi di Indonesia pada umumnya tumbuh cukup pesat. Dalam pelaksanaan konstruksi, kurang lebih 60% bahan konstruksi yang digunakan adalah beton. Selain itu digunakan juga baja (*composite*) dan bahan konstruksi lainnya. Kontruksi beton dapat dijumpai dalam pembuatan gedung, jalan (*rigid pavement*), bendungan, saluran, dan sebagainya. Beton digunakan baik untuk kontruksi bawah (*under structure*) maupun konstruksi atas *upper structure* (Mulyono, 2003).

Menurut Pedoman Beton (1989) beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau menggunakan bahan tambahan. Jenis beton berdasarkan bahan pembentuknya dapat berupa beton normal, bertulang, pracetak, pratekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber, dan sebagainya.

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton, secara cepat kekuatan beton akan linier naiknya sampai umur 28 hari, setelah itu kenaikan kekuatan beton akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun berikutnya. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari, untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I atau *Ordinary Portland Cement* tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung kepada bahan penyusunnya. Diantara bahan penyusun beton, yang paling menentukan kekuatan beton adalah semen karena semen secara langsung berpengaruh terhadap kinerja tekannya (Mulyono, 2003).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton antara lain adalah proporsi bahan-bahannya penyusunnya, metode perancangan, perawatan, dan keadaan pada saat pengecoran. Kekuatan beton merupakan hasil gabungan tiga kekuatan, yaitu kekuatan dari mortar (semen, agregat halus, dan air), kekuatan ikatan antara mortar dan agregat kasar, dan kekuatan dari partikel agregat kasar (Walker and Bloem, 1956). Dengan demikian, kekuatan beton dapat ditingkatkan antara lain dengan cara:

1. Meningkatkan kekuatan pasta semen
Dengan perbandingan air dan semen yang tepat maka kekuatan pasta semen akan mencapai harapan. Semakin rendah *water cement ratio* akan menghasilkan mutu beton yang semakin tinggi.
2. Meningkatkan kekuatan lekatan antara pasta dan agregat
Bagian yang paling lemah dalam campuran beton adalah *interface zone* antara campuran semen dan agregat. Bagian yang lemah ini dapat diperkuat dengan cara pemilihan jenis dan bentuk agregat yang tepat. Selain itu, penguatan *interface zone* tersebut dapat juga dilakukan dengan penambahan zat aditif.
3. Pemilihan agregat yang berkualitas baik
Pemilihan agregat bertujuan untuk mendapatkan bahan campuran beton yang memenuhi syarat, sehingga beton yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

4. Penambahan bahan atau unsur tambahan pada campuran

Bahan yang ditambahkan pada campuran beton untuk mengubah sifat-sifat dan karakteristik dari beton. Sebagai pedoman umum, proporsi komposisi unsur pembentuk beton disebutkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komposisi Unsur Pembentuk Beton

Unsur	Proporsi (%)
Agregat kasar dan agregat halus	60 – 80
Semen	7 – 15
Air	14 – 21
Udara	1 – 8

Sumber : Mulyono (2003)

2.2 MATERIAL PEMBENTUK BETON

1. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah selesai pengadukan dan juga dapat memperbaiki keawetan dari beton yang dikerjakan (Mulyono, 2003).

Semen Portland adalah suatu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM tahun 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Fungsi utama semen adalah merekatkan/ mengikat butir-butir agregat-agregat agar membentuk suatu massa padat, dan untuk mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting. Perbedaan semen yang satu dengan yang lainnya dibedakan dari susunan kimianya maupun kehalusan butirnya. Perbandingan utama bahan-bahan penyusun semen Portland adalah kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silika (SiO₂) sekitar 20%-25% dan oksida besi (Fe₂O₃) serta alumina (Al₂O₃) sekitar 7%-12%.

Semen yang digunakan untuk pekerjaan harus sesuai dengan tipe yang dipilih untuk digunakan yang disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Berdasarkan Peraturan Beton tahun 1989, semen berdasarkan sifat terbagi menjadi lima jenis. Dari kelima jenis semen tersebut dapat terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Persentase Komposisi Semen Portland

Jenis Semen	Komposisi (%)							Karakteristik Umum
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CaO	MgO	
Tipe I (Normal)	49	25	12	8	2.9	0.8	2.4	Untuk semua tujuan
Tipe II (Modifikasi)	46	29	6	12	2.8	0.6	3	Untuk struktur besar
Tipe III (Kekuatan tinggi)	56	15	12	8	3.9	1.4	2.6	Untuk kekekuan tinggi
Tipe IV (Hidrasi rendah)	30	46	5	13	2.9	0.3	2.7	Untuk bendungan beton
Tipe V (Tahan sulfat)	43	36	4	12	2.7	0.4	1.6	Untuk tahan sulfat

Sumber : Nawy (1985)

2. Air

Air adalah salah satu bahan yang penting dalam pembuatan campuran beton. Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pelaksanaan pencampuran beton. Air yang dapat diminum dapat pula digunakan untuk air adukan beton, akan tetapi yang dapat digunakan untuk adukan beton tidak berarti dapat diminum (Mulyono, 2003).

Syarat-syarat air yang dapat dipakai untuk campuran beton sebagaimana dinyatakan dalam Standar Konsep Standar Nasional Indonesia tahun 1989 adalah *Pertama*, air harus bersih. *Kedua*, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual. *Ketiga*, tidak mengandung bahan-bahan yang dapat larut dan dapat merusak beton seperti kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, dan nitrat. *Keempat*, kandungan klorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm dan kandungan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO₃. Kelima, semua air yang meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya. Namun bila air yang digunakan sebagai campuran beton tidak memenuhi syarat maka dapat mengakibatkan rendahnya sifat kemandapan bentuk dari beton yang dihasilkan serta mudahnya beton pecah dan rebah setelah beberapa waktu kemudian atau pun kurangnya kekuatan beton karena pengikatan pengerasan dalam campuran beton terhalang.

3. Agregat

Agregat adalah merupakan bahan tambah atau pengisi yang tidak ikut aktif didalam pengikatan campuran beton. Ukuran maksimum yang lebih kecil pada umumnya akan memberikan kekuatan beton lebih besar. Hal ini karena pada proses pemecahan, agregat cenderung pecah melalui daerah yang paling lemah, sehingga pengurangan ukuran maksimum agregat berarti memperkecil daerah yang lemah pada agregat. Agregat yang dipakai untuk beton harus memenuhi syarat-syarat seperti agregat harus bersih, keras atau kuat, bebas dari sifat penyerapan secara kimia, tidak bercampur dengan tanah liat atau lumpur, dan distribusi atau gradasi ukuran butir agregatnya memenuhi ketentuan yang berlaku (Mulyono, 2003).

Agregat berdasarkan ukuran terbagi menjadi dua jenis yakni agregat halus dan agregat kasar. Syarat mutu agregat halus, menurut ASTM tahun 1995 tentang standar spesifik agregat beton adalah modulus halus butir 1.5% - 3.8%, kadar lumpurnya maksimum 5%. Sedangkan syarat mutu agregat kasar adalah modulus halus butir 5% - 8%, kadar lumpurnya maksimum 1%.

Pemeriksaan mutu agregat dimaksudkan untuk mendapatkan bahan campuran beton yang memenuhi syarat sehingga beton yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat, oleh karena itu sepanjang kekuatan tekan agregat lebih tinggi dari beton yang akan dibuat maka agregat tersebut masih cukup aman untuk digunakan sebagai campuran beton. Kekuatan dari agregat dapat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal yaitu pengikatan yang kurang baik karena butir-butir *granite* tidak terikat dan porositas yang besar karena pengaruh keuletan yang merupakan ketahanan terhadap beban kejut. (Mulyono, 2003)

2.3 KEKUATAN BETON

Kekuatan beton ditentukan oleh cara menghitung berapa beban maksimum yang dapat dipikul oleh suatu penampang beton. Penentuan kemampuan menerima beban tekan dilakukan dengan cara menguji benda uji yang berbentuk kubus atau silinder. Benda uji yang akan diperiksa harus direndam di dalam air hingga waktu pengujian dan baru dapat diangkat dan dikeluarkan ketika akan dilakukan pengujian. Benda uji harus segera diuji setelah dikeluarkan dari bak perendaman. Kekuatan merupakan sifat terpenting dari beton, meskipun demikian dalam beberapa hal lebih penting, yaitu sifat-sifat durabilitas atau ketahanan, impermeabilitas atau kedekatan, dan stabilitas volume. Kekuatan beton merupakan parameter yang dapat memberikan gambaran secara umum mengenai kualitas beton itu sendiri karena kekuatan berkaitan langsung dengan kondisi struktur dalam pasta semen (Mulyono, 2003).

Menurut Standar Kontruksi Bangunan Indonesia (SKBI) tahun 1989, kekuatan uji terdiri dari nilai kuat tekan, nilai kuat tarik dan nilai kuat lentur. Nilai kuat tekan beton dengan kuat tarik dan lenturnya tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu tekan hanya disertai dengan peningkatan yang kecil dari kuat tarik dan lenturnya. Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik berkisar antara 9%-15% kuat tekannya, nilai pastinya sulit diukur. Karena kecilnya kuat tarik dan lentur beton ini juga merupakan salah satu kelemahan dari beton biasa. Untuk mengatasinya beton tersebut biasanya dikombinasi dengan tulangan beton. Beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah yang tidak kurang dari jumlah minimum yang disyaratkan di dalam pedoman perencanaan, dengan atau tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja sama dalam menahan gaya yang bekerja.

Faktor utama yang berkaitan dengan kekuatan beton adalah porositas (*porosity*), yaitu volume relatif pori-pori atau rongga dalam pasta semen. Faktor kondisi agregat dapat menjadi pemicu timbulnya retak pada bidang kontak antara agregat dan pasta semen. Porositas dan retak semacam ini sulit diperhitungkan nilai aktual kekuatannya. Sifat alami kekuatan beton merupakan hal yang kompleks. Pada umumnya kekuatan beton ditentukan oleh perbandingan air dan semen yang digunakan. Campuran yang dibuat dengan perbandingan air dan semen yang rendah mempunyai kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan beton yang dibuat dengan perbandingan air dan semen yang tinggi. Karakteristik agregat juga memberikan pengaruh terhadap kekuatan beton. Keruntuhan dapat timbul pada agregat maupun pada adukan ketika proses kehancuran terjadi pada agregatnya. Agregat yang bersih memberikan daya lekatan antara agregat dan semen yang lebih baik bila dibandingkan dengan agregat yang kurang bersih. Pemeliharaan yang baik menyumbangkan kekuatan akhir yang baik, dengan demikian pelaksanaan pekerjaan juga sangat berperan dalam menciptakan beton yang berkualitas tinggi. Peralatan juga dapat menunjang upaya pembuatan beton dengan kekuatan tinggi. (Mulyono, 2003)

III. METODOLOGI

3.1 LOKASI DAN WAKTU

Kegiatan penelitian ini dilakukan di pabrik industri kusen beton Bubulak dan Laboratorium Kekuatan Bahan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Januari hingga Juli 2011.

3.2 ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set ayakan agregat, timbangan, oven, mesin siever, corong konik, loyang aluminium, gelas ukur, kerucut abram, cetok, cangkul, ember, mistar, plat dasar dan mesin *Form Test Seidner* (FTS) 2000 KN serta alat tulis dan seperangkat komputer. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah semen, air, pasir, split dan *screening*.

3.3 METODA PENELITIAN

Tahapan penelitian terdiri dari :

1. Persiapan bahan dan alat
 - a. Pemilihan Bahan
Pemilihan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian antara lain adalah bahan pengikat menggunakan Semen Tiga Roda, agregat halus menggunakan pasir beton, agregat kasar menggunakan split dari Bohlam, Bogor dan *screening* dari Cinangka, Bogor, serta air.
 - b. Alat yang digunakan
Alat-alat yang digunakan untuk uji bahan adalah
 - Pertama, satu set ayakan agregat halus dan agregat kasar untuk menyaring pasir, split dan *screening*.
 - Kedua, timbangan dengan kapasitas 500 gram dan ketelitian 0.1 gram untuk menimbang pasir, split, dan *screening*.
 - Ketiga, timbangan dengan kapasitas 45 kg untuk menimbang benda uji.
 - Keempat, mesin *siever* untuk mengayak agregat halus dan agregat kasar.
 - Kelima, corong konik dengan ukuran atas 3.8 cm, diameter bawah 2.9 cm, tinggi 7.8 cm dan tongkat baja sebagai alat tumbuk seberat 336 gram untuk mengukur keadaan *Saturated Surface Dry* (SSD) agregat halus.
 - Keenam, loyang aluminium untuk tempat agregat didalam oven.
 - Ketujuh, gelas kaca ukuran 1000 cc dan 500 cc untuk mengukur volume air yang digunakan.
 - Kedelapan, oven dengan kemampuan sampai 240°C untuk mengeringkan bahan agregat.
 - Kesembilan, kerucut Abram dari baja dengan ukuran diameter atas 16 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Alat ini digunakan untuk menentukan nilai *slump* adukan beton, yaitu dengan nilai *slump* < 15 mm.
 - Kesepuluh, cetok untuk mengisi adukan beton ke dalam cetakan beton dan kerucut Abram.
 - Kesebelas, cetakan benda uji terbuat dari besi yang berukuran 15 x 15 x 15 cm dan mesin uji kuat tekan beton.

2. Persiapan Pembuatan Sampel

Tahap pembuatan sampel kubus beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm meliputi :

a. Pemilihan Bahan

Jenis bahan yang akan digunakan seperti semen Tiga Roda, pasir beton, split dan *screening* serta air. Keberadaan atau asal bahan menjadi dasar pemilihan bahan dalam pembuatan sampel.

b. Pemeriksaan Bahan Agregat Halus

Diawali dengan pemeriksaan kandungan lumpur dalam agregat halus, tujuan pemeriksaan kandungan lumpur adalah untuk mengetahui banyaknya kadar lumpur dalam pasir yang diambil dari suatu daerah tertentu. Syarat pemeriksaan adalah pasir yang diuji harus memiliki kadar lumpur kurang dari 5%. Apabila syarat ini tidak terpenuhi maka pasir harus dicuci lebih dahulu hingga bersih. Kemudian pemeriksaan gradasi agregat halus, tujuan pemeriksaan gradasi agregat halus adalah untuk mengetahui variabel diameter butiran pasir. Syarat pemeriksaannya menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI) tahun 1971 adalah pasir untuk beton harus terdiri dari batuan beraneka ragam atau bergradasi baik sehingga pasir tersebut apabila disaring dengan susunan ayakan akan memenuhi *International Standard Organisation* (ISO). Kemudian pemeriksaan berat jenis agregat halus, tujuan pemeriksaan berat jenis pasir adalah untuk mengetahui kadar air kering tungku, kadar air jenuh kering permukaan, kadar air basah, dan absorpsi.

c. Pemeriksaan Bahan Agregat Kasar

Pemeriksaan gradasi kasar adalah untuk mengetahui dan menentukan variasi butir-butir. Syarat pemeriksaan menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971 adalah bahwa agregat kasar untuk beton harus terdiri dari batuan yang beraneka ragam atau bergradasi baik, sehingga split dan *screening* tersebut dapat disaring dengan susunan ayakan *International Standard Organization* (ISO). Kemudian pemeriksaan berat jenis agregat kasar, tujuan pemeriksaan berat jenis agregat kasar adalah untuk mengetahui kadar air kering tungku, kadar air jenuh kering permukaan, kadar air basah, dan absorpsi. Menurut Tjokrodimulyo (1996) rumus-rumus yang digunakan untuk penghitungan pemeriksaan bahan agregat adalah sebagai berikut :

a) Kadar air kering tungku

$$= \frac{D}{(C + A) - B} \dots\dots\dots(1)$$

b) Kadar air jenuh kering permukaan

$$= \frac{A}{A - (B - C)} \dots\dots\dots(2)$$

c) Kadar air basah

$$= \frac{A}{(C + D) - B} \dots\dots\dots(3)$$

dimana,

- A = Berat agregat kasar SSD (gram)
- B = Berat gelas ukur + air + pasir (gram)
- C = Berat gelas ukur + air (gram)
- D = Berat kerikil kering oven (gram)

c. Mencetak Benda Uji

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah cetakan kubus beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm, besi penusuk / perosok, baki besi, cangkul, sekop dan cetok. Pembuatan sampel sebanyak enam buah, tiga diantaranya campuran split dan sisinya campuran *screening*. Dalam pembuatan sampelnya dengan mencampurkan agregat kasar (split atau *screening*), pasir, dan semen yang telah ditimbang ke dalam baki besi. Mengaduknya secara kering hingga merata, kemudian menambahkan air sedikit demi sedikit hingga menjadi kental. Memasukkan adonan ke dalam cetakan yang telah disiapkan. Menambah adonan sampai penuh dan meratakan permukaan beton dalam cetakan dengan cetok

d. Perawatan Benda Uji.

Alat dan bahan yang digunakan untuk perawatan benda uji adalah bak dan air untuk merendam benda uji. Tahapan perawatan beton adalah membuka cetakan kubus beton setelah berumur 24 jam dan merawat benda uji selama 28 hari dengan cara merendamnya ke dalam bak yang berisi air. Pengujian sampel dilakukan untuk mengetahui nilai dari kuat tekan pada benda uji yang berupa kubus beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan jumlah 3 buah benda uji untuk setiap campuran. Alat yang dipakai dalam pengujian sampel adalah mesin uji tekan beton dengan spesifikasi mesin *Form Test Seidner* (FTS) 2000 KN standar uji Peraturan Beton Indonesia (PBI).

4. Tahapan penelitian

Bagan tahapan penelitian dapat terlihat pada Gambar 1. Adapun penjelasan tahapan penelitian sebagai berikut:

a. Tahap I

Tahap pertama meliputi persiapan dan pemeriksaan terhadap bahan pembentuk beton untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang digunakan. Bahan yang dipersiapkan adalah pasir, split dan *screening*. Pemeriksaan pasir diantaranya menyiapkan pasir kering oven seberat 500 gram sedangkan pasir dan *screening* 2000 gram, memasukkan pasir ke dalam ayakan, memasang ayakan pada mesin pengayak dan getarkan selama 5 menit, dan mengambil pasir, kemudian pasir yang lolos dari ayakan tersebut ditimbang beratnya.

b. Tahap II

Tahap kedua meliputi perencanaan campuran (*mix design*) berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian tahap pertama, diteruskan dengan pembuatan adukan beton, pengujian nilai *slump* dan pembuatan benda uji kubus beton sebagai dasar penentuan nilai kuat tekan kubus (f'c) dari beton yang dihasilkan. Pembuatan campuran beton menggunakan faktor air semen 0,5 untuk semua sampel.

c. Tahap III

Tahap ini meliputi pembuatan sampel untuk diuji dengan ukuran kubus 15x15x15 cm dan dibuat sebanyak 6 sampel dengan penamaan sampel B1 untuk campuran split ulangan pertama, sampel B2 untuk campuran split ulangan kedua, sampel B3 untuk campuran split ulangan ketiga, B4 untuk campuran *screening* ulangan pertama, B5 untuk campuran *screening* ulangan kedua, dan B5 untuk campuran *screening* ulangan ketiga.

d. Tahap IV

Tahap ini meliputi perawatan dari benda uji kubus beton dengan cara merendam benda uji dalam air selama 28 hari. Hal yang dilakukan dalam tahap ini adalah membasahi beton segar dalam rendaman air.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.4 PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS

Pemeriksaan agregat halus bertujuan untuk memeriksa kandungan lumpur, gradasi agregat halus dan berat jenis agregat halus agar mendapatkan nilai yang sesuai dengan syarat dan perancangan campuran beton (*mix design*). Komposisi yang baik yang direncanakan akan menghasilkan nilai kuat tekan yang baik. Adapun proporsi campuran untuk mutu beton K-175 menggunakan perbandingan campuran semen, agregat halus dan agregat kasar adalah 1: 2.5 : 3. Dengan perbandingan tersebut, maka diperlukan pemeriksaan agregat halus.

1. Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus adalah pasir dengan cara memeriksa kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui banyaknya kadar lumpur dalam pasir. Syarat pemeriksaan adalah pasir yang diuji harus memiliki kadar lumpur kurang dari 5 %. Apabila syarat ini tidak terpenuhi maka pasir harus dicuci lebih dahulu hingga bersih. Setelah dilaksanakan pemeriksaan terhadap didapat hasil pengukuran seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Hasil Pemeriksaan Pasir

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil (%)
1	Kadar lumpur pasir	2.57
2	Absorpsi pasir	8.132
3	Modulus kehalusan pasir	2.89

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1	Kadar air kering tungku	2.16
2	Kadar air jenuh kering permukaan	2.35
3	Kadar air basah	2.68

Dari hasil pemeriksaan pasir pada Tabel 3 pemeriksaan kandungan lumpur menunjukkan bahwa pasir ini mengandung lumpur kurang dari 5%, sehingga pasir ini dapat dipergunakan. Pemeriksaan berat jenis pasir pada Tabel 4 menggunakan metode perbandingan air dengan agregat sehingga didapatkan sebesar kadar air kering tungku sebesar 2.16, kadar air jenuh kering permukaan sebesar 2.35, dan kadar air basah sebesar 2.68. Hubungan berat jenis dengan absorpsi adalah berbanding terbalik, didapatkan nilai absorpsi pasir sebesar 8.132%. Nilai modulus kehalusan agregat sebesar 2.89% ini sesuai dengan nilai syarat modulus kehalusan agregat halus sekitar 1.5 - 3.8%.

2. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Ukuran dapat mempengaruhi kuat tekan beton, kekuatan tekan beton berkurang bila ukuran maksimum bertambah besar, dan akan menambah kesulitan dalam pengerjaannya. Ukuran agregat lebih banyak pula berpengaruh terhadap kemudahan pengerjaan. Ukuran dari susunan agregat tergantung dari kadar air kering tungku, kadar air jenuh kering permukaan, kadar air basah dan absorpsi. Pemeriksaan pasir selanjutnya adalah memeriksa gradasi halus bertujuan

untuk mengetahui dan menentukan variasi butir-butir Setelah dilaksanakan pemeriksaan terhadap pasir yang digunakan untuk pembuatan kubus beton, didapat hasil pengukuran seperti yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

No.	Nomor Saringan	Berat Pasir Tertinggal (gram)
1	1.5"	0
2	3/4"	0
3	3/8"	48
4	4	126
5	8	216
6	16	339
7	30	480
8	50	261
9	100	273
10	Pan	257
Σ Total		2000

Pasir seberat 2000 gram mengalami pengayakan dengan mesin penggetar selama lima menit didapatkan hasil berat pasir tertinggal. Adanya pasir yang tertinggal pada saringan terakhir ini dikarenakan terdapat ukuran butiran pasir kurang dari 0.15 mm.

3. Analisa Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan ukuran butiran agregat halus secara merata sesuai dengan syarat lolos kumulatif gradasi agregat halus yaitu lolos saringan ukuran 38 mm letak zonanya dapat diketahui dari prosentase agregat halus yang tertinggal pada masing-masing saringan.

Tabel 6. Analisa Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

No.	Nomor Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah		Lolos (%)	Syarat ASTM (%)
			Berat Tertahan (gram)	Tertahan (%)		
1	1.5"	0	0	0	100	100
2	3/4"	0	0	0	100	95-100
3	3/8"	48	48	2.4	97.6	95-100
4	4	126	174	8.7	91.3	90-100
5	8	216	390	19.5	80.5	80-100
6	16	339	729	36.45	63.55	50-80
7	30	480	1209	60.45	39.55	30-50
8	50	261	1470	73.5	26.5	15-30
9	100	273	1743	87.15	12.85	0-15
10	Pan	257	-	-	-	-
Σ Total		2000	2000		100	

Dari hasil pemeriksaan gradasi agregat halus pada Tabel 6, memenuhi syarat gradasi yang ditetapkan oleh *American Standard Testing and Material* (ASTM). Didapat modulus halus butirnya yaitu persentase kumulatif yang tertinggal pada satu set ayakan dibagi dengan seratus, didapatkan sebesar 2.89%.

3.5 PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

Pemeriksaan agregat kasar dimaksudkan untuk mendapatkan bahan campuran beton yang memenuhi syarat, sehingga beton yang memenuhi syarat sehingga beton yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Komposisi yang baik yang direncanakan akan menghasilkan nilai kuat tekan yang baik. Adapun proporsi campuran untuk mutu beton K-175 menggunakan perbandingan campuran semen, agregat halus dan agregat kasar adalah 1: 2.5 : 3. Dengan perbandingan tersebut, maka diperlukan pemeriksaan agregat kasar.

1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan split dan *screening* bertujuan untuk mengetahui dan menentukan variasi butir-butir. Setelah dilaksanakan pemeriksaan terhadap split dan screening yang digunakan untuk pembuatan kubus beton, didapat hasil pengukuran seperti yang tertera pada Tabel 7. Ukuran dapat mempengaruhi kuat tekan beton, kekuatan tekan beton berkurang bila ukuran maksimum bertambah besar, dan akan menambah kesulitan dalam pengerjaannya. Ukuran dari susunan agregat tergantung dari kadar air kering tungku, kadar air jenuh kering permukaan, kadar air basah, absorpsi, dan modulus kehalusan.

Tabel 7. Persentase Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	
		Split (%)	Screening (%)
1	Absorpsi	1.03	1.25
2	Modulus kehalusan	5.3	5.03

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	
		Split	Screening
1	Kadar air kering tungku	2.55	2.21
2	Kadar air jenuh kering permukaan	2.58	2.24
3	Kadar air basah	2.65	2.3

Pada saat terbentuknya agregat kemungkinan adanya udara yang terjebak dalam lapisan agregat karena dekomposisi mineral pembentuk akibat perubahan cuaca. maka terbentuklah lubang atau rongga kecil di dalam butiran agregat (pori). Pori-pori mungkin menjadi reservoir air bebas di dalam agregat. Persentase berat air yang mampu diserap agregat jika didalam air disebut dengan serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air. Pada Tabel 7 nilai modulus kehalusan split dan *screening* sesuai dengan syarat modulus kehalusan agregat kasar adalah 5% - 8% sehingga dari nilai modulus kehalusan disimpulkan bahwa split dan *screening* cocok untuk dijadikan agregat kasar. Berdasarkan Tabel 8 nilai kadar air split lebih tinggi dibandingkan kadar air *screening*, sehingga nilai absorpsi split lebih kecil dibandingkan absorpsi *screening* karena hubungan kadar air dan absorpsi berbanding terbalik, hal ini untuk menentukan berat jenis agregat dalam menentukan volume yang diisi agregat.

2. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

Pemeriksaan gradasi agregat kasar dapat terlihat pada Tabel 9 pemeriksaan ini dilakukan dengan cara mengayak split atau pun *screening* dengan mesin penggetar selama lima menit.

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

No.	Nomor Saringan	Berat Split Tertinggal (gram)	Berat <i>Screening</i> Tertinggal (gram)
1	1.5"	0	0
2	3/4"	66.54	336
3	3/8"	117.69	1446
4	4	551.19	187
5	8	858.53	2
6	16	406.05	1
7	30	0	-
8	50	0	-
9	100	0	2
10	Pan	0	26
Σ Total		2000	2000

Berat split sebanyak 2000 gram mengalami pengayakan dengan mesin penggetar selama lima menit didapatkan hasil berat pasir tertinggal. Ukuran pada no.saringan 1.5" sebesar 38 mm, no.saringan 3/4" sebesar 19 mm, no.saringan 3/8" sebesar 9.6 mm, no.saringan 4 sebesar 4.8 mm, no.saringan 8 sebesar 2.4 mm, no.saringan 16 sebesar 1.2 mm, no.saringan 30 sebesar 0.6 mm, no.saringan 50 sebesar 0.3 mm, dan no.saringan 100 sebesar 0.15 mm menurut *American Standard Testing and Material (ASTM)*. Hasil pemeriksaan gradasi didapatkan menurut Tabel 7 bahwa kedua agregat kasar yakni split dan *screening* lolos no.saringan 1.5" sebesar 38 mm.

Pada Tabel 9 terlihat hasil pemeriksaan agregat kasar, pada no.saringan 1.5" kedua agregat lolos, pada no.saringan 3/4" agregat split sebesar 66.54 gram sedangkan agregat *screening* sebesar 336 gram, pada saringan no.saringan 3/8" agregat split sebesar 117.69 gram sedangkan agregat *screening* sebesar 1446 gram, pada no.saringan 4 agregat split sebesar 551.19 gram sedangkan agregat *screening* sebesar 187 gram, pada no.saringan 8 agregat split sebesar 858.53 gram sedangkan agregat *screening* sebesar 2 gram, pada no.saringan 16 agregat split sebesar 406.05 gram sedangkan agregat *screening* sebesar 1 gram, pada no.saringan 30 dan 50 tidak ada yang tertinggal, pada no.saringan 100 agregat split tidak ada sedangkan agregat *screening* sebesar 2 gram, dan pada pan agregat *screening* tertinggal sebesar 26 gram. Nilai ini didapatkan karena *screening* memiliki butiran yang lebih kecil dibandingkan split sehingga pada no.saringan terkecil masih terdapat agregat yang tertinggal pada no.saringan 100 dan pan.

3. Analisa Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

Agregat kasar atau split untuk beton apabila disaring dengan susunan ayakan *American Standard Testing and Material (ASTM)* akan menghasilkan ketentuan-ketentuan diantaranya jumlah berat tertahan di atas ayakan no.saringan 30 harus minimum 0% berat dan jumlah berat tertahan di atas ayakan no.saringan 3/4" harus berkisar antara 90% sampai dengan 80% berat. Berikut Tabel 10 adalah hasil analisa pemeriksaan gradasi kasar.

Tabel 10. Analisa Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

No.	Nomor Saringan	Berat Tertahan (gram)		Jumlah				Analisa		Analisa	
		Split	Screening	Berat Tertahan (gram)		Tertahan (%)		Lolos Split	Syarat ASTM (%)	Lolos Screening	Syarat ASTM (%)
				Split	Screening	Split	Screening				
1	1.5"	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
2	3/4"	66.54	336	66.54	336	3,33	18.8	96,67	95 – 100	81.2	80-100
3	3/8"	117.69	1446	184.23	1782	5,88	89.15	90,79	90 – 100	10.85	10-40
4	4	551.19	187	735.42	1969	27,56	98.45	63,23	30 – 70	1.55	0-15
5	8	858.53	2	1593.95	1971	42,93	98.55	20,30	10 – 40	1.45	0-10
6	16	406.05	1	2000	1972	100	98.6	0	0 – 15	1.4	0-5
7	30	0	-	0	-	100	-	0	0 - 5	-	-
8	50	0	-	0	-	100	-	0	0	-	-
9	100	0	2	0	1974	100	98.7	0	0	1.3	0-5
10	Pan		26	-	-	-	-				-
Σ Total		2000	2000	2000	2000	100	100	100	100	100	100

Pada Tabel 10 terbukti bahwa gradasi split 3/4” bernilai diatas 90% sehingga gradasi agregat split ini cocok dengan *American Standard Testing and Material* (ASTM) dan gradasi *screening* 3/4” bernilai diatas 80% sehingga gradasi agregat *screening* ini cocok dengan *American Standard Testing and Material* (ASTM).

3.6 HASIL UJI BETON

Diperoleh dari pengujian tekan pada enam buah sampel benda uji kubus beton yang berukuran 15 x 15 x 15 cm setelah berumur 28 hari diperoleh. Terdiri dari tiga buah kubus dengan campuran split yakni B1, B2, dan B3 serta terdiri dari tiga buah kubus dengan campuran *screening* yakni B4, B5, dan B6. Data hasil uji beton dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Kekuatan Beton

Kode	Nilai Slump	Beban (gram)	Berat Jenis (gram/cm ³)	Beban (kN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
B1	6.9	8.229	2.715	440	199.34
B2	6.8	8.286	2.734	425	192.55
B3	6.9	8.229	2.715	435	197.08
B4	6	7.183	2.128	350	184.39
B5	6.3	7.115	2.108	320	168.58
B6	6.2	6.891	2.149	430	194.82

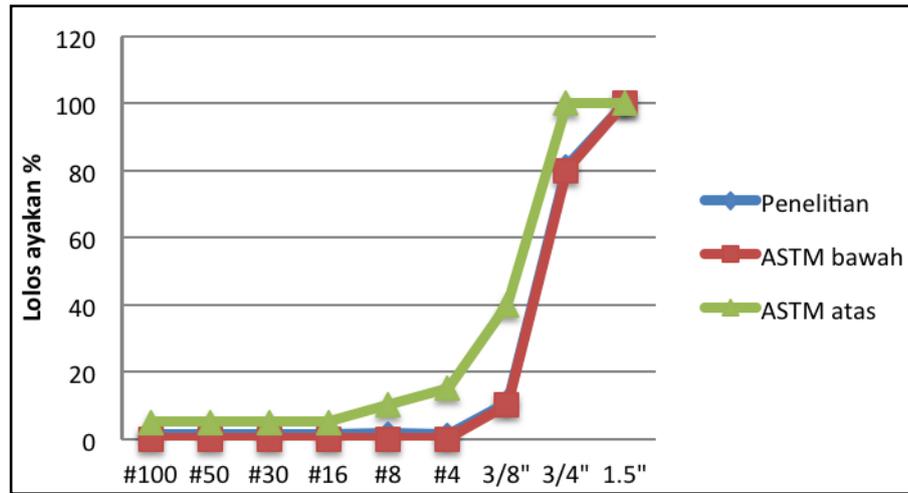
Dari Tabel 11 didapatkan hasil beban benda uji berkisar 6 kg - 8 kg dengan nilai kuat tekan bervariasi, nilai kuat tekan diatas 175 kg/cm² dapat dikatakan sesuai dengan perancangan K-175 karena nilainya sudah melampaui dengan nilai yang diharapkan. K-175 memiliki arti mampu menahan beban tekan 175 kg/cm².

3.7 PEMBAHASAN

Beton merupakan campuran berbagai material dimana material ini dapat mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Untuk itulah diperlukan rancangan campuran beton agar didapat mutu beton yang diinginkan. Perancangan campuran beton diawali dengan pemeriksaan bahan, terutama agregat halus dan agregat kasar. Bahan batuan yang diamati adalah split dan *screening* seperti disajikan pada Gambar 2. Terlihat bahwa split dan *screening* memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda, split memiliki ukuran 10-20 mm dan *screening* memiliki ukuran 5-10 mm, sehingga *screening* memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibanding split.

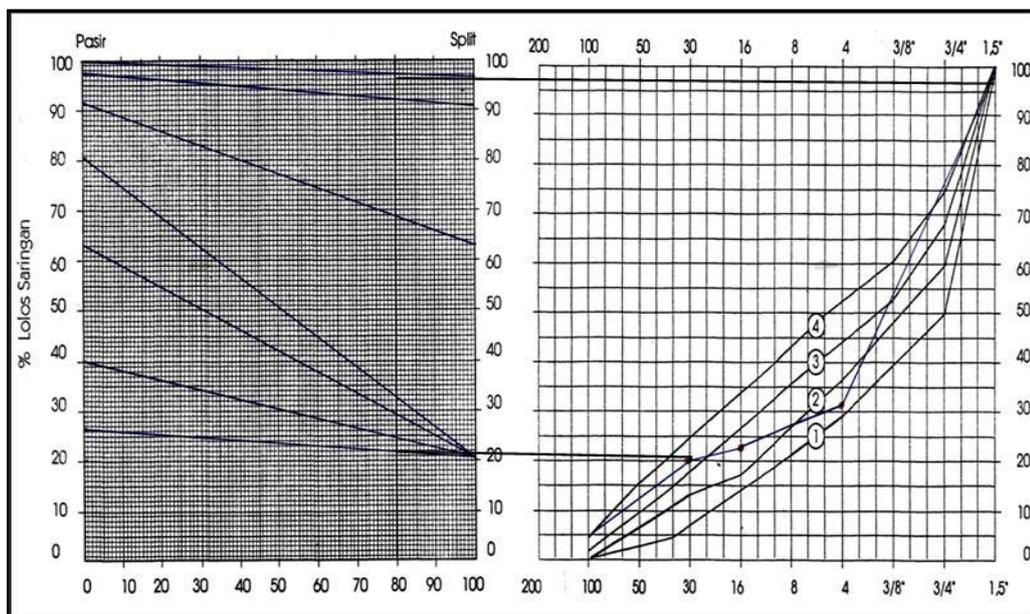
Dari hasil pemeriksaan didapatkan nilai berat jenis, absorpsi, modulus kehalusan, dan analisa gradasi. Gambar 3 di bawah ini menunjukkan gradasi campuran antara pasir dengan split dan campuran pasir dengan *screening*. Nilai gradasi agregat halus sesuai dengan rata-rata nilai *American Standard Testing and Material* (ASTM), terlihat nilai gradasi agregat halus berada diantara *American Standard Testing and Material* (ASTM) bawah dan *American Standard Testing and Material* (ASTM) atas. Pada Gambar 4 terlihat Nilai gradasi agregat halus sesuai dengan rata-rata nilai *American Standard Testing and Material* (ASTM), terlihat nilai gradasi agregat halus berada diantara *American Standard Testing and Material* (ASTM) bawah dan *American Standard Testing and Material* (ASTM) atas.

Pada Gambar 5 terlihat Nilai gradasi agregat halus sesuai dengan rata-rata nilai *American Standard Testing and Material (ASTM)*, hanya saja terlihat nilai gradasi agregat halus hampir berada di bawah *American Standard Testing and Material (ASTM)*.



Gambar 5. Grafik Hasil Analisa Gradasi Screening

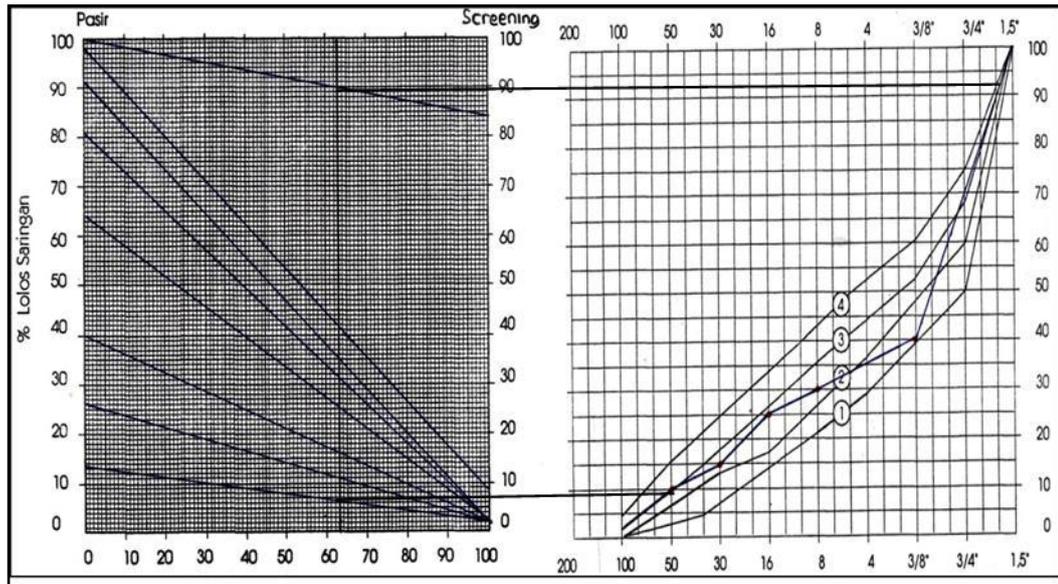
Pada Gambar 6 terlihat nilai campuran split 80% berdasarkan spesifikasi *Cement and Concrete Association* campuran split ini termasuk grading 1-2 artinya termasuk agregat kasar dengan kebutuhan semen sedikit.



Gambar 6. Grafik Hasil Analisa Campuran Split

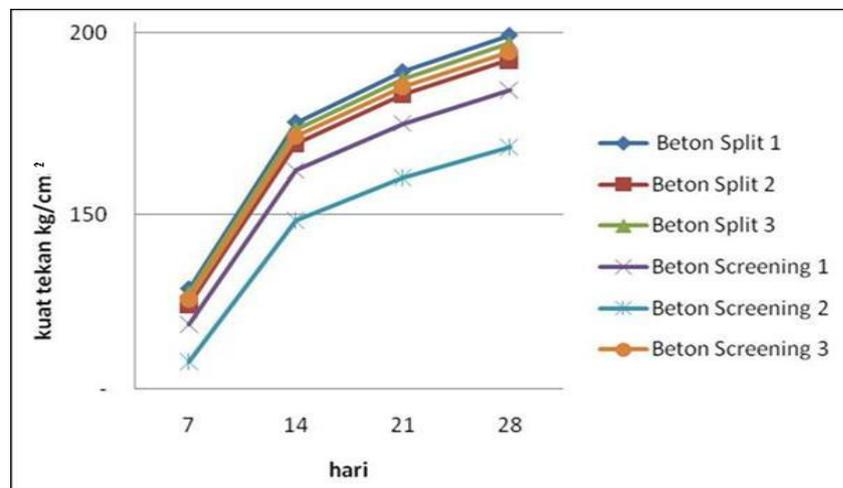
Pada Gambar 7 terlihat nilai campuran screening 63% berdasarkan spesifikasi *Cement and Concrete Association* campuran screening ini termasuk grading 1-2 artinya termasuk agregat kasar dengan kebutuhan semen sedikit. Pada Gambar 6 campuran split 80% dan 20% pasir dan pada gambar 7

campuran *screening* 63% dan 37% pasir. Maka, kebutuhan agregat kasar *screening* lebih sedikit dibandingkan agregat kasar split.



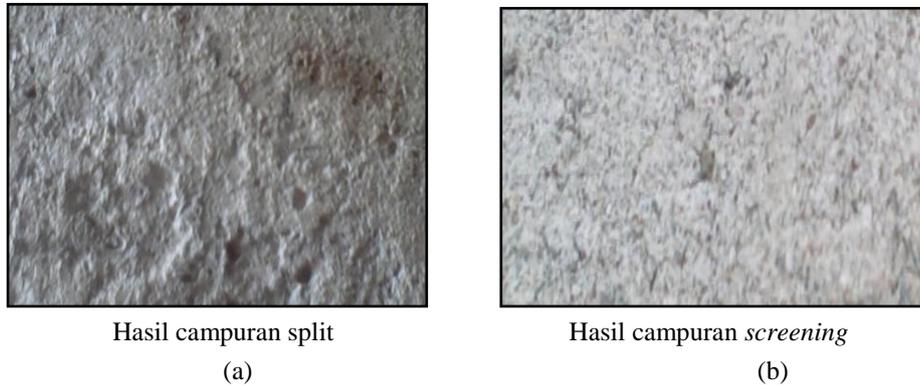
Gambar 7. Grafik Hasil Analisa Campuran *Screening*

Beton diuji kekuatan tekannya dengan menggunakan uji beban. Uji pembebanan adalah merupakan suatu metode pengujian yang bersifat setengah merusak atau merusak secara keseluruhan komponen-komponen bangunan yang diuji. Tujuan metode uji beban pada dasarnya adalah untuk membuktikan bahwa tingkat keamanan suatu struktur atau bagian struktur sudah memenuhi persyaratan peraturan bangunan yang ada, yang tujuannya untuk menjamin keselamatan umum. Oleh karena itu, biasanya hanya dipusatkan pada bagian-bagian struktur yang dicurigai tidak memenuhi persyaratan tingkat keamanan berdasarkan data hasil pengujian material dan hasil pengamatan. Dari Gambar 8 terlihat nilai kuat tekan yang membuktikan bahwa campuran split memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi, namun campuran *screening* cukup sesuai dengan rancangan campuran K-175.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran Kuat Tekan Beton

Hasil uji beban menunjukkan campuran split memiliki kekuatan tekan lebih tinggi daripada campuran *screening*. Namun, campuran *screening* memiliki rongga lebih rapat dibandingkan campuran split. Seperti yang terlihat pada Gambar 9 dibawah ini :



Gambar 9. Perbandingan Hasil Campuran Beton dengan Agregat Kasar

Dengan hasil uji tekan sesuai dengan K-175 maka beton campuran *screening* layak untuk digunakan. Setelah *mix design* dibuat, maka langkah selanjutnya adalah *mixing* atau pengadukan. Pengadukan yang dilakukan harus sesuai dengan *mix design* yang telah ditentukan. Beton yang dibuat biasanya mempunyai sifat yang homogen dan plastis. Selama proses pengadukan, kekentalan diawasi terus sesuai dengan cara memeriksa *slump*. Pada pengamatan sebelumnya, angka rata-rata *slump* yang diperoleh adalah 6 cm.

Proses selanjutnya adalah pengecoran campuran beton. Pengecoran dilakukan pada cetakan kusen jendela (Gambar 10) dan cetakan kusen pintu (Gambar 11) yang terbuat dari besi. Tulangan beton untuk meningkatkan kekokohan dan kekuatan tekan pada produk kusen beton maka diletakkan bambu di dalam cetakan beton pada posisi tengah sebagai tulangan kusen agar lebih kuat.

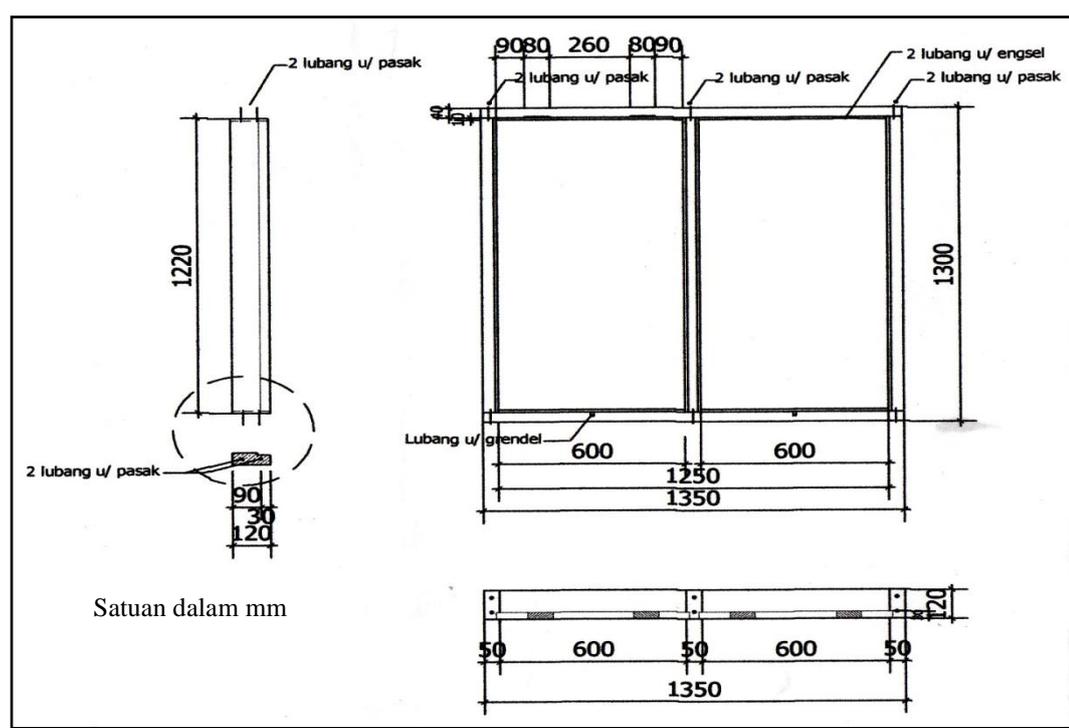
Pemadatan dilakukan setelah beton dituang, kebutuhan akan alat pemadat ini disesuaikan dengan kapasitas pengecoran. Pemadatan dilakukan sebelum terjadinya *initial setting time* pada beton. Proses terakhir adalah *finishing* yaitu tahapan penghalusan untuk mendapatkan sebuah permukaan beton yang rata dan mulus.

Kusen beton dapat menjadi pengganti kusen kayu karena kusen beton memiliki keunggulan dari kusen kayu diantaranya kusen beton semakin lama waktunya akan semakin kuat (awet dan kuat) sedangkan kayu tingkat keawetan berdasarkan waktu seperti yang terdapat pada Tabel 12.

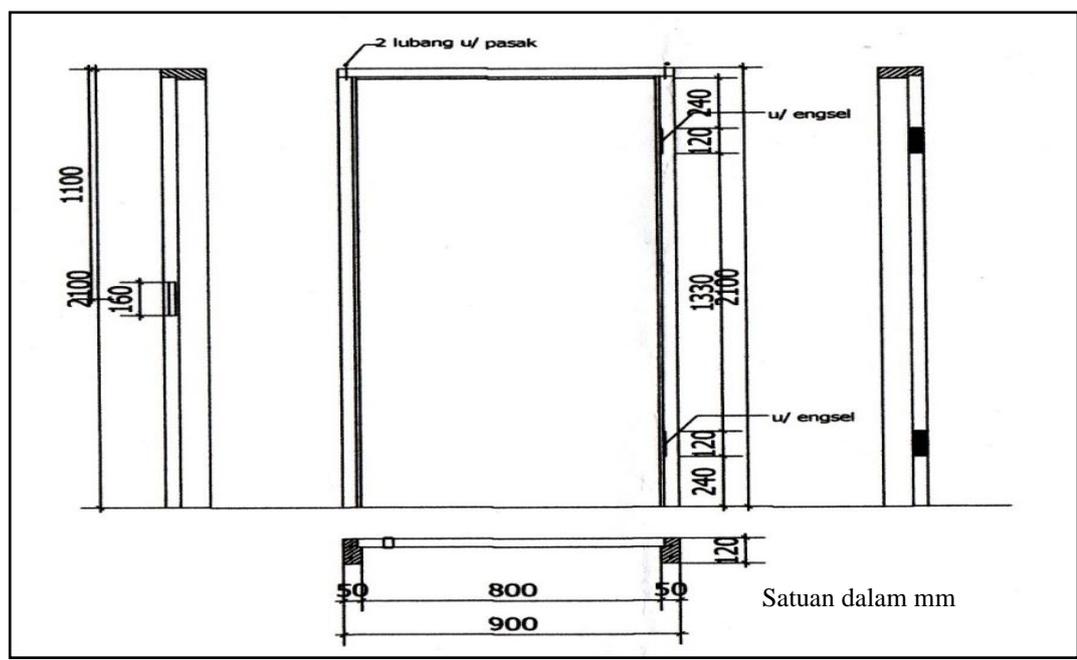
Tabel 12. Tingkat Keawetan Kayu

Tingkat Keadaan	I	II	III	IV	V
A	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Cepat sekali	Cepat sekali
B	20 tahun	15 tahun	10 tahun	Beberapa th	Cepat
C	Tak terbatas	Agak lama	10 - 20 th	20 tahun	20 tahun
Serangan rayap	Tak pernah	Jarang	Agak lekas	Lekas sekali	Lekas sekali
Serangan bubuk	Tak pernah	Tak pernah	Tak pernah	Mungkin	lekas

Sumber : Latifa (2003)



Gambar 10. Cetakan Kusen Jendela Beton



Gambar 11. Cetakan Kusen Pintu Beton

Proses *finishing* pada kusen beton campuran split dilakukan karena permukaan yang dihasilkan campuran split tidak rata (berlubang) sedangkan kusen beton campuran *screening* menghasilkan cetakan yang mulus tanpa melewati proses *finishing*. Sehingga kusen beton yang terbuat dari campuran *screening* dapat diproduksi dengan nilai kuat beton K-175.

Keunggulan yang lainnya adalah harga produksi kusen beton lebih murah dibanding harga kusen kayu, kusen beton mampu memikul berat seperti kusen kayu sebagaimana nilai dari uji kekuatan beton berdasarkan uji tekan didapatkan rata-rata 175 kg/cm² sedangkan kusen kayu bernilai 130 kg/cm² seperti yang terdapat pada Tabel 11. Sehingga kusen beton dapat menjadi pengganti kusen kayu karena keunggulan dan mampu dibentuk seperti kusen kayu. Adapun Hasil pemasangan kusen beton setelah dicat, dapat dilihat pada Gambar 13.

Tabel 13. Kekuatan Jenis Kayu

Sifat	Kelas Kekuatan Kayu				
	I	II	III	IV	V
a. Kuat lentur (kg/cm ²)	150	100	75	50	-
b. Kuat tekan sejajar serat (kg/cm ²)	130	85	60	45	-
c. Kuat tekan tegak lurus serat (kg/cm ²)	40	25	15	10	-
d. Kuat geser (kg/cm ²)	20	12	8	5	-

Sumber : Latifa (2003)



Gambar 12. Hasil Pemasangan Kusen Beton Setelah Dicat

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

1. Sebagai campuran beton komponen agregat, split memiliki gradasi bahan yang lebih baik dibandingkan dengan *screening*. Beton dengan campuran split memiliki nilai uji tekan rata-rata 196 kg/cm^2 sedangkan beton dengan campuran *screening* memiliki nilai uji tekan rata-rata 182.6 kg/cm^2 serta berdasarkan nilai *slump* beton campuran batu split dan *screening* yang diperoleh dari pengujian *slump* masing-masing adalah 6.8 untuk campuran split dan 6.2 untuk campuran *screening*. Ini berarti campuran *screening* lebih homogen sehingga memiliki nilai yang lebih baik untuk kemudahan pekerjaan.
2. Beton dengan campuran agregat batu split maupun *screening* sama-sama memenuhi kriteria perencanaan campuran (*mix design*) sesuai dengan K-175, yakni sama-sama memiliki nilai uji tekan lebih dari 175 kg/cm^2 .
3. *Screening* memiliki keunggulan diantaranya berat beton campuran *screening* lebih ringan dibandingkan beton campuran split sehingga memudahkan dalam pemasangan kusen dan beton dengan campuran *screening* memiliki rongga lebih kecil dibandingkan beton dengan campuran batu split sehingga proses *finishing* yang harus dilakukan pada beton dengan campuran *screening* lebih sedikit dibandingkan pada beton dengan campuran batu split.
4. Kusen beton memiliki keunggulan harga produksi yang lebih rendah, nilai kuat tekan yang lebih tinggi, keawetan yang lebih baik dibandingkan dengan kusen kayu. Hanya saja, nilai kuat lentur dan tarik sulit ditentukan sehingga kusen beton menggunakan tulangan untuk mengatasinya.

4.2 SARAN

Dalam pembuatan kusen dari beton perlu dicoba penggunaan sabut kelapa atau ijuk sebagai bahan tambahan yang berguna untuk memperkokoh campuran beton, karena semakin kecil rongga beton maka akan semakin jauh tingkat kerapuhan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- DPU, LPMB. 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. SK SNI S-08-1989-F. Bandung: Cetakan Pertama DPU.
- DPU, 1989. *Pedoman Beton*. SKBI-1.4.53.1989 (Draft Konsensus). Jakarta: DPU-Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- Latifa, E. 2003. *Teknologi Bahan 2*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Soehardono, J. 1999. *Rekayasa Beton*. Surakarta : UNS Press.
- Standar Industri Indonesia (SII) 0013-1981. 1981. *Mutu dan Cara Uji Baja Beton Pejal*. Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Standar Industri Indonesia (SII) 0052-1980. 1980. *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Supriatna, Nandan. 2011. *Pintu dan Jendela*. Bandung: Fakultas Pendidikan Teknologi Kejuruan. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1989. *Bahan Konstruksi Teknik*. Yogyakarta: Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil UGM.
- Walker, S and Bloem, D.L. 1956. Studies of flexural strength of concrete. Part 1 : Effects of different gavels and cements. *Nat. Ready Mixed Concr. Assoc. Joint Research Laboratory Publicn. No.3*. Washington D.C

Lampiran 1.

Pemeriksaan Bahan

A. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

1. Pasir

a. Pemeriksaan lumpur dalam pasir diperoleh data sebagai berikut :

- 1) Berat pasir kering Oven (A) = 500 gram
- 2) Berat pasir lolos ayakan 0,063 mm (B) = 12.85 gram

Prosentase kadar lumpur pasir :

$$\begin{aligned} &= \frac{B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{12.85}{500} \times 100\% \\ &= 2.57\% \end{aligned}$$

Pemeriksaan kandungan lumpur di atas menunjukkan bahwa pasir ini mengandung lumpur < 5 %, jadi pasir ini dapat dipergunakan.

b. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis pada pasir diperoleh data sebagai berikut :

- 1) Berat pasir kondisi JKP (A) = 500 gram
- 2) Berat piknometer + air + bahan (B) = 930.9 gram
- 3) Berat piknometer + air (C) = 643.13 gram
- 4) Berat kering oven (D) = 459.34 gram

Perhitungan data :

$$\begin{aligned} 1) \text{ Kadar air tungku} &= \frac{D}{(C + A) - B} \\ &= \frac{459.34}{643.13 + 500 - 930.9} \\ &= 2.16 \\ 2) \text{ Kadar air jenuh kering permukaan} &= \frac{A}{A - (B - C)} \\ &= \frac{500}{500 - (930.9 - 643.13)} \\ &= 2.35 \\ 3) \text{ Kadar air basah} &= \frac{A}{C + D - B} \\ &= \frac{459.34}{643.13 + 459.34 - 930.9} \\ &= 2.68 \\ 4) \text{ Absorpsi} &= \frac{A - B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 459.34}{500} \times 100\% \\ &= 8.132\% \end{aligned}$$

c. Modulus Kehalusan Pasir

Didapat data sebagai berikut :

- 1) Persen kumulatif yang tertahan = 288.15 %
- 2) Persen berat tertahan = 100 %

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Pasir} &= \frac{288.15}{100} \\ &= 2.89\% \end{aligned}$$

B. Pemeriksaan Agregat Kasar (Split)

1. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis agregat kasar diperoleh data sebagai berikut :

- a. Berat split kondisi JKP (A) = 2,000 gram
- b. Berat split + air + gelas ukur (B) = 1,398.8 gram
- c. Berat gelas ukur + air (C) = 175 gram
- d. Berat kering oven (D) = 1,979.4 gram

Perhitungan data :

a. Kadar air tungku

$$\begin{aligned} &= \frac{A}{(C + A) - B} \\ &= \frac{1979.4}{(175 + 2,000) - 1,398.8} \\ &= 2.55 \end{aligned}$$

b. Kadar air jenuh kering permukaan

$$\begin{aligned} &= \frac{A}{A - (B - C)} \\ &= \frac{2,000}{2,000 - (1,398.8 - 175)} \\ &= 2.58 \end{aligned}$$

c. Kadar air basah

$$\begin{aligned} &= \frac{A}{(C + D) - B} \\ &= \frac{2,000}{175 + 1,979.4 - 1,398.8} \\ &= 2.65 \end{aligned}$$

d. Absorpsi

$$\begin{aligned} &= \frac{A - D}{A} \times 100\% \\ &= \frac{2,000 - 1,979.4}{2,000} \times 100\% \\ &= 1.03\% \end{aligned}$$

2. Modulus Kehalusan Split

Didapat data sebagai berikut :

- a. Persen kumulatif yang tertahan = 529.01
- b. Persen berat tertahan = 100

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Split} &= \frac{529.01}{100} \% \\ &= 5.3\% \end{aligned}$$

Halaman 10 dari 10
 1. Dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 a. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 b. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 c. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 d. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 e. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 f. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 g. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 h. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 i. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 j. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 k. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 l. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 m. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 n. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 o. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 p. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 q. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 r. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 s. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 t. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 u. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 v. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 w. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 x. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 y. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 z. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

C. Pemeriksaan Agregat Kasar (*Screening*)

1. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis agregat kasar diperoleh data sebagai berikut :

- Berat *screening* kondisi JKP (A) = 2,000 gram
- Berat *screening* + air + gelas ukur (B) = 1,281 gram
- Berat gelas ukur + air (C) = 175 gram
- Berat kering oven (D) = 1,975 gram

Perhitungan data :

- Kadar air tungku
$$= \frac{A}{(C + A) - B}$$
$$= \frac{1,975}{(175 + 2,000) - 1,281}$$
$$= 2.21$$
- Kadar air jenuh kering permukaan
$$= \frac{A}{A - (B - C)}$$
$$= \frac{2,000}{2,000 - (1,281 - 175)}$$
$$= 2.24$$
- Kadar air basah
$$= \frac{A}{(C + D) - B}$$
$$= \frac{2,000}{(175 + 1,975) - 1,281}$$
$$= 2.30$$
- Absorpsi
$$= \frac{A - D}{A} \times 100\%$$
$$= \frac{2,000 - 1,975}{2,000} \times 100 \%$$
$$= 1.25 \%$$

3. Modulus Kehalusan *Screening*

Didapat data sebagai berikut :

- Persen kumulatif yang tertahan = 502.69
- Persen berat tertahan = 100

$$\text{Modulus Halus } \textit{screening} = \frac{502.69}{100} \%$$
$$= 5.03 \%$$

Lampiran 2.

Perhitungan Kebutuhan Bahan

Perencanaan campuran beton pada penelitian ini, digunakan untuk mutu beton K_{175} dengan perbandingan campuran 1 PC : 2,5 Ps : 3 Kr atau 1 PC : 2,5 Ps : 3 Sc. dimana,

- Berat jenis semen = 3.15
- Berat jenis pasir = 2.16
- Berat jenis split = 2.55
- Berat jenis *Screening* = 2.21
- Faktor air semen = 0.5
- Cetakan kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm

Perhitungan kebutuhan bahan dengan cara menggunakan perbandingan berat.

Perhitungan :

a. Untuk Beton Normal (Campuran split) :

- Isi padat 1 ton PC = $\frac{1}{3,15}$ = 0.32 m³
- Isi padat 2.5 ton Ps = $\frac{2.5}{2,16}$ = 1.16 m³
- Isi padat 3 ton Kr = $\frac{3}{2,55}$ = 1,18 m³
- Faktor air semen (fas) = 0,5 x 1 = 0,50 m³ +
-
- 3.16m³
- Kandungan udara = $\frac{1}{100} \times 3.16$ = 0.032 m³
-
- Jumlah total = 3.192 m³ +

Kebutuhan bahan perbenda uji :

- Volume kubus = s^3
= 15³
= 3375 cm³
= 0.003375 m³
- Semen = $\frac{1 \times 0.003375}{3.192}$ = 0.0010573 ton = 1.057 kg
 - Pasir = $\frac{2.5 \times 0.003375}{3.192}$ = 0.0026433 ton = 2.643 kg
 - Split = $\frac{3 \times 0.003375}{3.192}$ = 0.003172 ton = 3.172 kg
 - Air = 0.5 x 0.0010573 = 0,0005286 ton = 0.529 kg = 529 cc

Kebutuhan bahan total untuk 3 buah sampel :

- Semen = 1.057 x 3 = 3.171 kg
- Pasir = 2.643 x 3 = 7.929 kg
- Split = 3.171 x 3 = 9.513 kg
- Air = 529 x 3 = 3294 cc

b. Untuk Beton Campuran *Screening* :

- Isi padat 1 ton PC	$= \frac{1}{3.15}$	$= 0.32 \text{ m}^3$
- Isi padat 2.5 ton Ps	$= \frac{2.5}{2.16}$	$= 1.16 \text{ m}^3$
- Isi padat 3 ton Sc	$= \frac{3}{2.21}$	$= 1.36 \text{ m}^3$
- Faktor air semen (fas)	$= 0.5 \times 1$	$= 0.50 \text{ m}^3$
		3.34 m^3
		+
- Kandungan udara	$= \frac{1}{100} \times 3.34$	$= 0.034 \text{ m}^3$
		3.374 m^3
		+
Jumlah total		$= 3.374 \text{ m}^3$

Kebutuhan bahan perbenda uji :

$$\begin{aligned} \text{Volume kubus} &= s^3 \\ &= 15^3 \\ &= 3375 \text{ cm}^3 \\ &= 0.003375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Semen	$= \frac{1 \times 0.003375}{3.374}$	$= 0.0010003 \text{ ton} = 1.0003 \text{ kg}$
- Pasir	$= \frac{2.5 \times 0.003375}{3.374}$	$= 0.0025007 \text{ ton} = 2.5007 \text{ kg}$
- <i>Screening</i>	$= \frac{3 \times 0.003375}{3.374}$	$= 0.0030009 \text{ ton} = 3.001 \text{ kg}$
- Air	$= 0.5 \times 0.0010003$	$= 0.0005001 \text{ ton} = 0.5001 \text{ kg} = 500 \text{ cc}$

Kebutuhan bahan total untuk 3 buah sampel :

- Semen	$= 1.0003 \times 3$	$= 3 \text{ kg}$
- Pasir	$= 2.5007 \times 3$	$= 7.502 \text{ kg}$
- <i>Screening</i>	$= 3.001 \times 3$	$= 9.003 \text{ kg}$
- Air	$= 500 \times 3$	$= 1500 \text{ cc}$