

TUGAS AKHIR

**Pengaruh Variasi Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Beton dengan
Menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) Sebesar 5% Sebagai Bahan
Pengganti sebagian Semen**



Disusun oleh :

SAPTA CHRISTIADI

20070110070

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2014**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**Pengaruh Variasi Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Beton dengan
Menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) Sebesar 5% Sebagai Bahan
Pengganti sebagian Semen**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Ir. As'at Pujiyanto, M.T.

Dosen Pembimbing I/Ketua Tim Penguji

Tanggal :

Ir. Hj. Anita Widianti, M.T.

Dosen Pembimbing II/Anggota Tim Penguji

Tanggal :

Guntur Nugroho, ST., M.Eng.

Anggota Tim Penguji/Sekretaris

Tanggal :

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum melainkan kaum itu sendiri yang merubahnya”
(Q.S. Ar-Ra’du 11)

“Perjuangan bukan melalui tulisan, puisi, buku, apalagi setajuk proposal!
Perjuangan butuh keringat, pekikan suara dan dentuman kata-kata”
(CHE GUEVARA)

“Tujuan pendidikan itu untuk mempertajam kecerdasan, memperkuat kemauan serta memperhalus perasaan”
(TAN MALAKA)

“Saat kamu terjatuh dalam pergulatan logika dan hati, ingatlah senyum kedua orang tuamu”
(NAHCRONI RIDWAN)

“Kumpulkan keyakinan dan terus berjalanlah karena keyakinan akan menuntunmu pada tujuanmu”
(SAPTA CHRISTIADI)

“Puncak sudah di depan mata, apa kau mau kembali kebelakang melewati rintangan yang sudah kau lalui, sedangkan untuk kembali itu sudah terlalu jauh.”
(ANGGA YUNIZAR)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terima kasih ku panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan hidayahnya sehingga diberikan kekuatan dan kesabaran untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Untuk Kedua orang tuaku terima kasih telah memberikan kasih sayangnya, doa dan dukungannya serta moral atau materil yang diberikan.

Untuk Kakak-kakakku yang selalu membagi getaran semangatnya, tak pernah lelah dan selalu sabar menghadapi sibungsu yang sering merepotkan kalian.

Untuk Alm Yuk Mugi S sekarang biarkan adikmu yang melanjutkan mimpi-mimpimu yang sempat terhenti.

Untuk Keponakan- keponakanku cepet gede yah biar cepat jadi Bangsa yang cerdas, bangsa yang kuat dan ban

Untuk Perempuan yang mengisi hari-hariku berbagi cerita dan selalu hadir menghantui malam-malamku hingga memutarbalikkan logika, membuat hukum gravitasi tak bekerja didalamnya, terima kasih Dhea Mustika N.

Saudara-saudara SEKEF, Acong, Bonte, Bedju, Mat kyai, Ncos, Bimbo, Jentok, Law dan semuanya tanpa terkecuali, terima kasih kalian sudah menjadi keluarga kecilku.

Teman – teman dalam penelitianku di Lab Beton (Adhie naon, Afrizal S, Yayan, Alim, Husein, Budi, Irawan, Faisal, Acul dan Ojan) terimakasih atas bantuannya.

Sahabat – sahabatku Dyon, Om Ao, Gib, Ivan, Bang Voy, Ze, Bas, Arief, Abel, Bang Fe, Abe, F Kean, Reza kribo, Badrol, adik Angga, Julian Arief dan Obin-obin Hood. Terima kasih kalian telah menjadikanku bagian dari kehidupan kalian

Teman – teman sipil 07 terima kasih atas kebersamaan yang pernah kau tuliskan.

Seluruh keluarga besar Teknik sipil Umy.

Teman-teman kost An-nafi Junet, Fahmi, Raja hasibuan, Wempi, Amar tongky, Mantap, Imin dan adik kecil Andri.

Untuk Maryjane, Mbah Kardy, Mas Kaloa, Laptop dan kopi legend yang telah memberikan ruang imaginasi untuk masa depan.

Untuk Jogjakarta yang telah melahirkan manusia-manusia cerdas, manusia-manusia yang berkarakter.

Terimakasih yang sebesar – besarnya untuk Almamater tercinta Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

KATA PENGANTAR



السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Alhamdulillahirabbal'alamin segala puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **Pengaruh Variasi Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) Sebesar 5% Sebagai Bahan Pengganti sebagian Semen.**

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa selesainya Tugas Akhir ini tidaklah terlepas dari kerjasama, bantuan, bimbingan, pengarahan, petunjuk dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Jazaul Ikhsan, ST, M.T, PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Hj. Anita Widianti., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. As'at Pujianto., M.T., selaku dosen pembimbing I atas segala bimbingan, arahan dan bantuannya sehingga dapat terselesaikan penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Hj. Anita Widianti., M.T., selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, arahan dan bantuannya sehingga dapat terselesaikan penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Guntur Nugroho, ST., M.Eng. selaku dosen penguji tugas akhir.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah diberikan kepada penyusun.

7. Seluruh staf karyawan dan karyawan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas bantuannya.
8. Ayah, Ibu, Kakak-kakak dan keponakan-keponakan tercinta atas segala kasih sayang, perhatian, do'a dan motivasinya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Tim tugas akhir ampas tebu (Adi Kriswiandi dan Afrizal syafitra) atas kerjasama dan kekompakan yang baik sehingga terselesaikannya penelitian ini.
10. Teman-teman Teknik Sipil 2007, keluarga besar Teknik Sipil dan semua sahabat-sahabat yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penyusun ungkapkan satu persatu, terima kasih atas bantuan, dukungan dan do'anya.
11. Kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penyusun ungkapkan satu persatu.

Penyusun berharap semoga amal baik yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Disadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, sehingga masih perlu adanya perbaikan dan saran dari pembaca. Penyusun juga berharap semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi kita semua, Amin Ya Rabbal Alamin.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Oktober 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah	3
F. Keaslian Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Beton	4
B. Beton Mutu Tinggi	4
C. Kelebihan dan Kekurangan Beton	4

D. Faktor - Faktor yang Berpengaruh terhadap Mutu dan Keawetan Beton	5
E. Bahan Penyusun Beton	5
1. Semen Portland	5
2. Agregat	7
3. Air	7
4. Pozzolan	8
5. Bahan Tambah	8
F. Abu Ampas Tebu	9
G. Beton dengan Bahan Tambah Abu Ampas Tebu.....	10
BAB III	11
LANDASAN TEORI	11
A. Kuat Tekan Beton	11
B. Faktor Air Semen (FAS)	12
C. Umur Beton	14
D. Perencanaan Campuran Beton	15
E. Perawatan Beton	16
BAB IV	18
METODE PENELITIAN	18
A. Alat-alat	18
B. Bahan atau Material Penelitian	19
C. Metode Pelaksanaan	19
1. Pemeriksaan Bahan Susun Beton	19
2. Perancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	21
3. Pengadukan Beton	22
4. Pembuatan Benda Uji	22
5. Perawatan Benda Uji	22
6. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji	22
D. Analisis Data	23

BAB V	24
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun	24
1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Halus (Pasir Sungai Krasak) ..	24
2. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Kasar (Split)	25
B. Hasil Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	26
C. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	27
D. Faktor Pengali Terhadap Umur Beton 40 Hari	30
BAB VI	32
KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan	
.....	32
B. Saran	
.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 2. 1 Komposisi kimia abu ampas tebu	9
Tabel 3. 1 Jenis beton menurut kuat tekan	12
Tabel 3. 2 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur	14
Tabel 3.3 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur	15
Tabel 3.4 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur	15
Tabel 5. 1 Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 m ³ adukan beton normal	27
Tabel 5. 2 Kebutuhan bahan susun beton untuk 3 benda uji pada umur yang bervariasi dengan bahan tambah AAT.	27
Tabel 5. 3 Hasil uji kuat tekan beton	28
Tabel 5.4. Faktor pengali terhadap umur 40 hari	30

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 3. 1 Hubungan antara kuat tekan dan fas (w/c) (Tjokrodimuljo, 2007)	13
Gambar 3.2 Hubungan antara kuat tekan dan umur beton (Suryamir 2013)	15
Gambar 4.1 Bagan alir pelaksanaan penelitian	20
Gambar 5 1 Hasil pemeriksaan gradasi pasir Sungai Krasak	24
Gambar 5 2 Grafik Hubungan antara variasi umur dengan kuat tekan beton	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Agregat Halus (Pasir).....	35
1. Pemeriksaan gradasi pasir.....	35
2. Pemeriksaan kadar air pasir	36
3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus	36
4. Pemeriksaan berat satuan agregat halus.....	37
5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.....	37
B. Agregat Kasar (Kerikil)	38
1. Pemeriksaan kadar air kerikil.....	38
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	38
3. Pemeriksaan keausan agregat kasar	39
4. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar	39
5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.....	40
C. Perencanaan Campuran Beton	42
D. Perhitungan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	43
E. Langkah-Langkah Perencanaan Campuran Beton Berdasarkan SK SNI 03-2847-2002	44
F. Lembar Konsultasi Tugas Akhir.....	52

INTISARI

Beton merupakan campuran dari semen portland, air, agregat halus, agregat kasar dan dengan atau tidak menggunakan bahan tambah lain, tanpa disadari produksi semen dapat menimbulkan emisi gas karbondioksida CO₂ keudara yang besarnya sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi. harga semen yang semakin mahal mengakibatkan biaya pembuatan beton yang semakin mahal pula. Alternatif lain adalah dengan memanfaatkan bahan alam yaitu AAT (abu ampas tebu). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemakaian Abu Ampas Tebu (AAT) sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton terhadap nilai kuat tekan beton.

Dalam penelitian ini menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) sebesar 5% sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap variasi umur dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 40 hari untuk mengetahui kenaikan uji kuat tekan beton. Dalam perancangan campuran beton (Mix Design) ini digunakan SK SNI : 03-2847-2002 (Tjokrodimuljo, 2007).

Pada penelitian ini, didapatkan hasil uji kuat tekan masing-masing variasi umur dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 5% pada umur 3 hari dengan kuat tekan rata-rata sebesar 19,677 MPa, pada umur 7 hari sebesar 23,720 MPa, pada umur 14 hari sebesar 26,063 MPa, pada umur 21 hari sebesar 28,013 MPa, pada umur 28 hari sebesar 31,838 MPa, dan pada umur 40 hari sebesar 33,838 MPa.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pembangunan yang senantiasa dilaksanakan berakibat pada meningkatnya kebutuhan akan konstruksi, seperti jalan dan jembatan, perumahan atau gedung. Dalam bidang konstruksi, material konstruksi yang paling disukai dan sering dipakai adalah beton. Kelebihan dari beton adalah mudah dicetak dalam bentuk dan ukuran yang dikehendaki.

Dalam pekerjaan struktur untuk menghasilkan suatu konstruksi beton yang sesuai dengan kebutuhan, perlu diteliti dan diketahui kualitas bahan-bahan yang digunakan serta dosis pemakaian bahan tambah. Bahan tambah beton adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum ataupun sesudah pengadukan beton. Bahan tambah untuk beton dapat berupa bahan kimia (*chemical admixture*) atau bahan mineral (*mineral admixtures*) yang dicampurkan ke dalam adukan beton untuk memperoleh bahan dan sifat-sifat khusus dari beton seperti kemudahan pengerjaan, waktu pengikatan, pencampuran, peningkatan keawetan dan sifat-sifat lainnya.

Harga semen yang semakin mahal mengakibatkan biaya pembuatan beton yang semakin mahal pula. Alternatif lain adalah dengan memanfaatkan bahan alam atau limbah industri, seperti kapur, abu terbang (*fly ash*), pasir besi, bubuk kaca, abu ampas tebu dan sebagainya. Penggunaan limbah industri merupakan alternatif yang baik, karena akan terjadi proses pemanfaatan sehingga limbah dapat dikurangi. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dicoba menambah abu ampas tebu dan akan dikaji terhadap kuat tekan beton. Abu ampas tebu (AAT) adalah sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu sendiri merupakan limbah hasil buangan dari proses pembuatan gula. Dari uji porositas pada penelitian beton telah terbukti bahwa AAT dapat berfungsi sebagai *pozzolan*. AAT mempunyai kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O , MgO , dan P_2O_5 yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen dan

diharapkan menambah kuat tekan beton karena butirannya yang sangat kecil dan mampu mengisi lubang pori pada beton.

Pemanfaatan AAT sebagai bahan tambah beton memungkinkan untuk menghasilkan beton bermutu tinggi dengan tidak mengesampingkan segi ekonomisnya. Usaha penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton, dengan menggunakan semen seefisien mungkin.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti, yaitu seberapa besar pengaruh pemakaian AAT sebagai pengganti semen sebesar 5% terhadap nilai kuat tekan beton pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari, dan 40 hari.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. untuk mengkaji pengaruh pemakaian AAT sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton terhadap nilai kuat tekan beton dengan variasi umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 40 hari.
2. Untuk mengetahui factor pengali dari umur beton campuran abu ampas tebu

D. Manfaat Penelitian

Hasil kajian dan analisis dari penelitian ini diharapkan :

3. dapat memberikan informasi tentang pengaruh yang terjadi akibat dari pemakaian AAT sebagai pengganti sebagian semen terhadap campuran beton
4. dapat memberikan alternatif bahan pengganti semen untuk pembuatan beton dan diharapkan dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan jasa konstruksi.
5. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh penambahan abu ampas tebu pada pembuatan campuran beton untuk mendukung kebutuhan masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang melimpah.

E. Batasan Masalah

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

1. FAS (faktor air semen) ditetapkan sebesar 0,35
2. Digunakan semen Portland (Tipe I) merek Holcim kemasan 40 kg.
3. Abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen berasal dari pabrik gula di Yogyakarta, yang lolos saringan no. 100 (0,15 mm).
4. Proporsi abu ampas tebu yang digunakan sebagai bahan pengganti semen sebesar 5%, dari berat semen.
5. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm. Semua benda uji berjumlah 18 buah dan setiap variasi umur dibuat sebanyak 3 sampel.
6. Metode perancangan beton (mix design) menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SK.SNI 03-2847-2002).
7. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 40 hari.

F. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang pengaruh penambahan abu ampas tebu pada beton sudah pernah diteliti sebelumnya oleh Ghazi (2001) yang menggunakan AAT dengan komposisi AAT 0%, AAT 10%, dan AAT 20% sebagai bahan pengganti semen. Penelitian difokuskan pada uji tekan, uji tarik, dan uji porositas. Penelitian tentang “Pengaruh variasi umur terhadap nilai kuat tekan beton dengan menggunakan abu ampas tebu (AAT) sebesar 5% sebagai bahan pengganti sebagian semen” belum ada yang meneliti sebelumnya, sehingga keaslian penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi baru yang bermanfaat bagi semuanya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan hasil dari pencampuran semen portlan, air, agregat, dan ada yang menambahkan bahan tambah, seperti pozolan, bahan kimia, serat dan bahan non-kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo, 2007). Nawy (1985, dalam Mulyono, 2004) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

B. Beton Mutu Tinggi

Menurut Supartono (1998, dalam Mulyono, 2004) sesuai dengan perkembangan teknologi beton yang demikian pesat, ternyata kriteria beton tinggi juga berubah sesuai dengan perkembangan jaman dan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950an, beton dikategorikan mempunyai mutu tinggi jika kekuatan tekannya 30 MPa. Tahun 1960 – 1970an, kriterianya naik menjadi 40 MPa. Saat ini beton dikatakan sebagai beton mutu tinggi jika kekuatan tekannya di atas 50 MPa dan di atas 80 MPa adalah beton mutu sangat tinggi.

Beton mutu tinggi dengan kuat tekan 55 – 70 MPa telah dapat dibuat oleh produsen ready-mix. Kuat tekan lebih dari 100 MPa sudah biasa dibuat di laboratorium. Beton mutu tinggi bermanfaat pada pracetak dan pratekan. Pada bangunan tinggi mengurangi beban mati. Kelemahannya adalah kegetasannya (Nugraha dan Antoni, 2007).

C. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton yang sudah mengeras mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Sedangkan beton yang dalam keadaan segar mudah dibentuk sesuai dengan keinginan perencana (*engineer*). Selain itu beton juga tahan terhadap serangan api dan serangan korosi. Menurut Mulyono (2004), secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah

1. Kelebihan

- a. Dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

- b. Mampu memikul beban yang berat.
 - c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
 - d. Biaya pemeliharaan yang kecil.
2. Kekurangan
- a. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
 - b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
 - c. Berat jenis lebih tinggi.
 - d. Daya pantul suara yang besar.

D. Faktor - Faktor yang Berpengaruh terhadap Mutu dan Keawetan Beton

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan yang tinggi diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi (Mulyono, 2004), diantaranya adalah :

1. Proporsi bahan – bahan penyusunnya.
2. Metode perancangan
3. Perawatan.
4. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

E. Bahan Penyusun Beton

Beton adalah suatu bahan elemen struktur yang memiliki suatu karakteristik yang spesifiknya terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

1. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan, yaitu gypsum (SII 0013-1981, dalam Nugraha dan Antoni, 2007).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Fungsi utama semen adalah

mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan 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 (Mulyono, 2004)

Menurut Mulyono (2004), secara garis besar, ada 4 (empat) senyawa kimia utama yang menyusun semen Portland, yaitu :

- a. Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_3S .
- b. Dikalsium Silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_2S .
- c. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_3A .
- d. Tertrakalsium Aluminoferrit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_4AF .

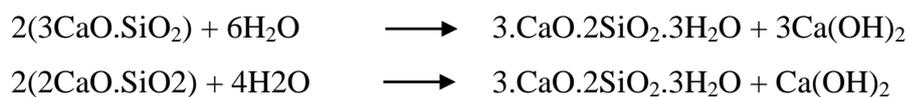
Unsur C_3S dan C_2S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dari semen, sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodimuljo, 2007). Bila semen terkena air, C_3S segera mulai berhidrasi dan memberikan pengaruh yang besar dalam proses pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Unsur C_2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh setelah beton berumur 7 hari. Unsur C_3A bereaksi sangat cepat dan memberikan kekuatan setelah 24 jam, semen yang mengandung unsur C_3A lebih dari 10% akan berakibat kurang tahan terhadap serangan asam sulfat. Unsur yang keempat dan yang paling sedikit kandungannya dalam semen adalah C_4AF sehingga kurang begitu berpengaruh terhadap kekerasan semen atau beton.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland dibagi menjadi 5 jenis (Tjokrodimuljo, 2007) yaitu sebagai berikut :

- a. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- b. Jenis II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.

- d. Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Proses hidrasi yang terjadi pada semen portland dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut :



Hasil utama yang terjadi pada semen Portland adalah $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ (*tobermorite*) yang berbentuk gel dan panas hidrasi selama reaksi berlangsung. Hasil yang lain berupa kapur bebas $\text{Ca}(\text{OH})_2$ merupakan sisa dari reaksi antara C_3S dan C_2S dengan air. Kapur bebas ini dalam jangka panjang cenderung melemahkan beton karena dapat bereaksi dengan zat asam maupun sulfat yang ada di lingkungan sekitar sehingga menimbulkan proses korosi pada beton.

2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar/beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/beton sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton (Tjokrodinuljo, 2007). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan pada ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, batu pecah atau split. Agregat halus di sebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (Tjokrodinuljo, 2007).

3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton, namun harganya paling murah. Fungsi air dalam campuran beton adalah untuk reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan dan pengerasan pada beton, serta sebagai menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar agregat mudah dikerjakan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25%-30% saja dari berat semen. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan di cor setelah (Tjokrodimuljo, 2007). Air yang digunakan untuk pengadukan beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air harus bersih.
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
- c. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- d. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

4. Pozzolan

Pozzolan adalah bahan alami atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika (SiO_2) dan atau aluminat (Al_2O_3) yang reaktif. Pozzolan tidak bersifat seperti semen, namun dalam bentuknya yang halus jika dicampur dengan kapur padam aktif dan air pada suhu kamar akan mengeras dalam beberapa waktu, sehingga membentuk masa yang padat dan sukar larut dalam air (Tjokrodimuljo, 2007).

5. Bahan Tambah

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang dicampurkan pada adukan beton, Bahan tersebut berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya baik pada saat beton segar maupun pada beton yang telah mengeras (Tjokrodimuljo, 2007). Fungsi dari

bahan tambah ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (Mulyono, 2004).

Fungsi-fungsi dari bahan tambah menurut Tjokrodimuljo (2007) antara lain adalah :

- a. Mempercepat pengerasan.
- b. Menambah encer adukan.
- c. Menambah kuat tekan pada beton.
- d. Menambah daktilitas (mengurangi sifat getas).
- e. Mengurangi retak-retak pengerasan.

F. Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu itu sendiri merupakan hasil dari limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan ($\pm 30\%$ dari kapasitas giling).

Abu ampas tebu merupakan pembakaran dari limbah ampas tebu. Abu ampas tebu asal memiliki kandungan silikat dan kandungan lainnya yang belum memenuhi syarat sebagai pozolan, sehingga perlu diolah agar bermanfaat sebagai bahan tambah beton mutu tinggi.

Komposisi kimia abu ampas tebu dapat dilihat dari tabel 2.1

Tabel 2. 1 Komposisi kimia abu ampas tebu

No	Senyawa	% Jumlah
1	SiO ₂	46-81
2	Al ₂ O ₃	1-19
3	Fe ₂ O ₃	2-21
4	CaO	2-4
5	K ₂ O	0,2-1,8
6	MgO	1-4
7	Na ₂ O	0,2-4
8	P ₂ O ₅	0,5-4

Sumber : Team aflansi dan konsultasi Industri ITS Surabaya, 1999

Dari table 2.1 dapat dilihat bahwa kandungan atau komposisi senyawa kimia yang dominan adalah SiO₂ (silika) sebesar 46-81%. Komposisi tersebut menguntungkan ampas tebu bila bahan ini digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton.

G. Beton dengan Bahan Tambah Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu yang dahulunya hanya digunakan sebagai abu gosok, sudah mulai dimanfaatkan dalam industri bahan bangunan, seperti :

1. Di Mesir telah diadakan penelitian bahwa abu ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai komponen penyusun dalam pembuatan keramik (Elkader, 1986).
2. Telah dicobakan pemanfaatan abu ampas tebu sebagai campuran semen dengan perbandingan 1 semen : 12 abu ampas tebu, dan ternyata memberi hasil yang lebih kuat, ringan dan tahan terhadap kondisi agresif, dan tentu saja biaya lebih ekonomis (Wahid, 2002).
3. Telah dicoba dalam pembuatan panil gypsum, dimana abu ampas tebu dipakai sebagai bahan tambah mampu menghasilkan panil gypsum yang memiliki kuat lentur yang baik (Sri Murni, 1998).
4. Penelitian dilakukan pada campuran beton dengan komposisi AAT 0%, AAT 10%, AAT 20% sebagai pengganti semen. Hasil Tes Tekan, Tes Tarik, dan Uji Porositas pada penelitian beton telah membuktikan bahwa AAT telah berfungsi sebagai pozzolan dengan kuat tekan terbesar, kuat tarik terbesar dan porositas terkecil ada pada beton dengan 10% AAT (Ghozi, 2001)
5. Penelitian tentang pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan variasi 5%, 15%, 25% dan 35% terhadap kuat tekan dan nilai slump (Adi, K. 2014)
6. Penelitian Pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen sebesar 5%, dengan variasi FAS 0,30, 0,35, 0,40. Terhadap kuat tekan dan nilai slump (Afrizal, S. 2014)

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton seringkali menjadi parameter utama mengenal kinerja utama beton, karena kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum f'_c dengan satuan N/mm^2 atau MPa (*Mega Pascal*).

Menurut Tjokrodimuljo (2007) kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut :

1. Umur beton

Kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksud umur disini adalah umur beton dihitung sejak beton dicetak. Kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat dan lama-lama laju kenaikan itu akan semakin melambat.

2. Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan berat antara air dan semen di dalam campuran adukan beton.

3. Kepadatan

Kekuatan beton akan berkurang jika kepadatan beton kurang. Beton yang kurang padat berarti berongga sehingga kuat tekannya berkurang.

4. Jumlah pasta semen

Jumlah pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Jika pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh permukaan butir agregat terselimuti oleh pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat dan berakibat kuat tekan beton menjadi rendah. Akan tetapi jumlah pasta semen juga tidak boleh terlalu banyak karena kuat tekan pasta semen lebih rendah dibandingkan

dengan agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton akan menjadi rendah.

5. Jenis semen

Semen portland untuk pembuatan beton terdiri dari beberapa jenis, masing-masing jenis semen portland mempunyai sifat tertentu, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan beton.

6. Sifat agregat

Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan yang rendah maka akan diperoleh kuat tekan beton yang rendah pula. Hal ini disebabkan karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat.

Menurut Asroni (2010) kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan Persamaan 3.1.

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan: $f'c$ = Kuat tekan silinder beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi beberapa jenis sebagaimana terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Jenis beton menurut kuat tekan

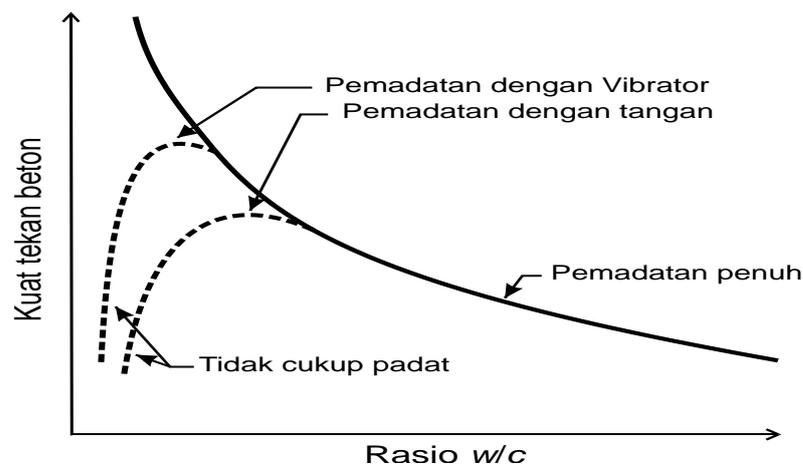
Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton Sederhana (<i>plain concrete</i>)	0 – 10
Beton Normal	10 – 30
Beton pra-tegang	30 – 40
Beton tinggi	40 – 80
Beton sangat tinggi	> 80

Sumber : Tjokrodimuljo, 2007

B. Faktor Air Semen (FAS)

Secara umum sudah diketahui bahwa semakin tinggi nilai fas, maka semakin rendah nilai kuat tekan beton yang didapatkan. Dan jika nilai fas semakin kecil, maka nilai kuat tekan beton yang didapatkan akan semakin tinggi seperti yang

terlihat pada Gambar 3.1. Idealnya semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka di bawah fas tertentu (sekitar 0,30) kekuatan beton menjadi lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat kesulitan pemadatan. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat digunakan alat getar (*vibrator*) atau dengan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (Tjokrodinuljo, 2007).



Gambar 3. 1 Hubungan antara kuat tekan dan fas (w/c) (Tjokrodinuljo, 2007)

Faktor air semen (fas, w/c) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara berat air dan berat semen. Pada beton mutu tinggi dan sangat tinggi, pengertian w/c bisa diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap berat total semen dan aditif *cementious* yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi (Supartono, 1998 dalam Mulyono, 2004).

Hubungan antara fas dan kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan persamaan Abrams yaitu (Tjokrodinuljo, 2007) :

$$f_c = \frac{A}{B^x} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan : f_c = Kuat tekan silinder beton
 A, B = Konstanta
 X = FAS (faktor air semen)

C. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya relatif kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun ke depan. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal yang tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-1). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya. Yang paling utama adalah penggunaan bahan semen, karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Mulyono, 2004).

Menurut Tjokrodinuljo (2007), kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksud umur disini adalah dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Secara umum kekuatan beton tidak naik lagi setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari, hubungan antara kuat tekan dan umur beton dapat di lihat pada Gambar 3.2 (Suryamir,2013)

Laju kenaikan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis semen portland, suhu sekeliling beton, faktor air-semen dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Hubungan antara umur dan kuat tekan beton dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : PBI 1971, NI-2, dalam Tjokrodinuljo, 2007

Beberapa hasil penelitian (dan pedoman) tentang hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton dapat dibaca pada table 3.3 dan 3.4

Tabel 3.3 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur .

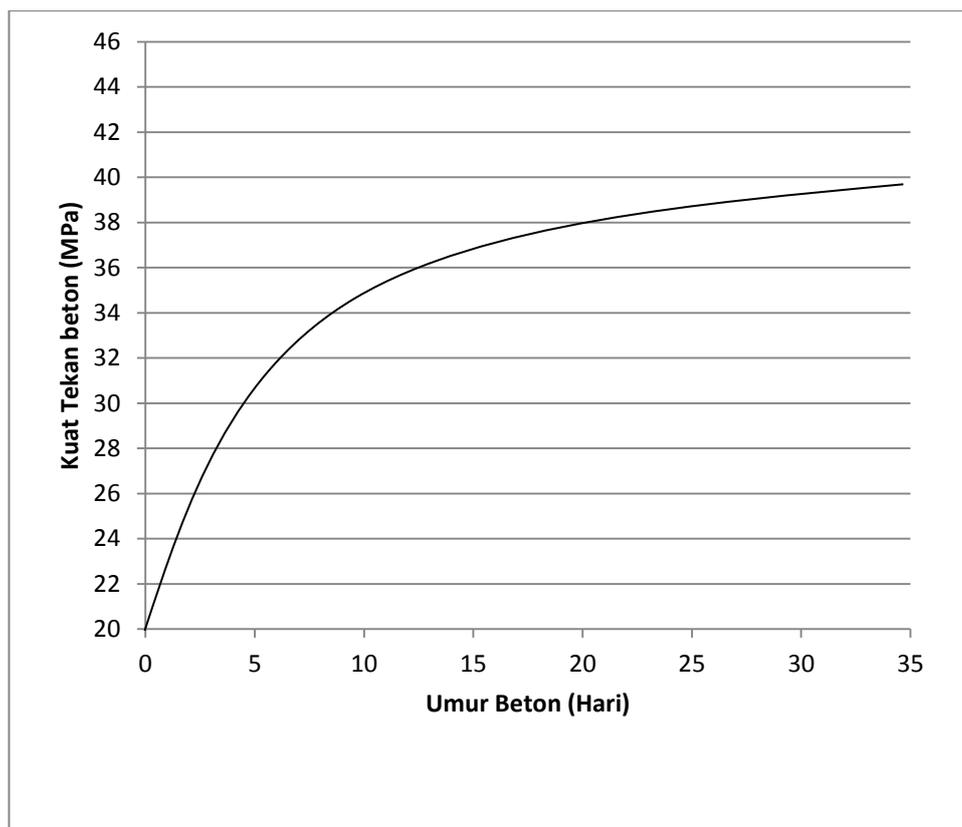
Umur Beton (hari)	3	7	21	28
Kuat tekan Beton (pada suhu 17-23°C)	0,40	0,65	0,95	1,00

Sumber : Randing, dan Lasino, 1987

Tabel 3.4 Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90
Kuat tekan Beton (pada suhu 28°C)	0,49	0,68	0,84	0,93	1,00	1,27

Sumber : Suroso,H.,dan Kardiyono, 2003



Gambar 3.2 Hubungan antara kuat tekan dan umur beton (Suryamir 2013)

D. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya, karena bahan penyusun tersebut akan menyebabkan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum (Mulyono, 2004).

Menurut Tjokrodimuljo (2007), perancangan adukan beton bertujuan untuk mendapatkan beton yang baik sesuai dengan bahan dasar yang tersedia. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Kuat tekan sesuai yang disyaratkan
2. Mudah dikerjakan (*workability*)
3. Awet
4. Ekonomis

Untuk menghasilkan campuran beton yang diinginkan, diperlukan agregat yang baik mutunya. Proses pencampuran agregat halus dan agregat kasar harus dilakukan dengan benar dan tepat, sehingga diperoleh beton dengan mutu yang tinggi.

Dalam perancangan campuran beton (*Mix Design*) ini menggunakan SK SNI : 03-2847-2002 (Tjokrodimuljo, 2007). Langkah-langkah pokok cara perancangan campuran beton (*Mix Design*) menurut standar ini dapat dilihat pada Lampiran 6.

E. Perawatan Beton

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini dilakukan minimal selama 7 hari dan untuk beton berkekuatan awal tinggi minimal 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas dari dimensi struktur. Perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004) :

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab,
2. Menaruh beton segar dalam genangan air,
3. Menaruh beton segar dalam air,
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air,
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah,
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu,
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*.

Fungsi utama dari perawatan beton adalah untuk menghindarkan beton dari :

1. Kehilangan air-semen yang banyak pada saat-saat *setting time concrete*,
2. Kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama,
3. Perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan sampai dengan pengujian benda uji adalah sebagai berikut :

1. Saringan standar ASTM dengan ukuran 19,52 mm ; 12,5 mm ; 9,52 mm ; 4,75 mm ; 2,36 mm ; 1,18 mm ; 0,60 mm ; 0,30 mm ; 0,15 mm.
2. *Shave shaker machine*, digunakan untuk mengayak agregat halus dan abu ampas tebu.
3. Cawan, digunakan untuk wadah sampel dalam pemeriksaan bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
4. *Oven*, digunakan untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
5. *Desikator*, digunakan untuk menjaga sampel supaya tetap kering.
6. Gelas ukur dan *piknometer*, digunakan untuk mengukur berat jenis.
7. Timbangan, digunakan untuk mengetahui berat bahan penyusun pada campuran beton.
8. Kerucut *konus* dan batang penumbuk, digunakan untuk pengujian pasir dalam kondisi jenuh kering muka (*Saturated Surface Dry*).
9. Mesin Los Angeles, digunakan untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
10. Mistar dan kaliper, digunakan untuk mengukur *slump* dan dimensi alat serta benda uji yang digunakan.
11. *Concrete mixer*/Molen, digunakan untuk mengaduk dan mencampur bahan-bahan penyusun beton.
12. Kerucut Abrams, digunakan untuk pengujian *slump* beton segar dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, tinggi 30 cm dan batang baja penumbuk untuk memadatkan beton.
13. Sekop, cetok dan nampan, digunakan untuk menuangkan dan menampung adukan beton ke dalam cetakan.
14. Cetakan beton berbentuk silinder dengan diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm.

15. Mesin uji tekan beton merk GTM dengan kapasitas tekan 3000 KN.

B. Bahan atau Material Penelitian

Bahan-bahan penyusun campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen *portland* normal (Tipe I) merek holcim kapasitas 40 kg.
2. Agregat kasar berupa agregat yang dipecah (*split*) yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.
3. Agregat halus berupa agregat alami yang berasal dari Sungai Krasak, Magelang, Jawa Tengah.
4. Air diambil dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Abu ampas tebu berasal dari limbah pabrik gula Madukismo, Yogyakarta.

C. Metode Pelaksanaan

Bagan alir penelitian ini disajikan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya. Adapun bagan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.

1. Pemeriksaan Bahan Susun Beton

Pemeriksaan bahan susun beton meliputi pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar.

a. Pemeriksaan agregat halus (pasir)

Pemeriksaan agregat halus bahan susun beton dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir)

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan SK SNI : 03-1968-1990. Analisis gradasi ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan/ayakan standar ASTM.

- 2) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir)

Pemeriksaan dilakukan berdasarkan SK SNI : 03-1970-1990.

- 3) Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (pasir)

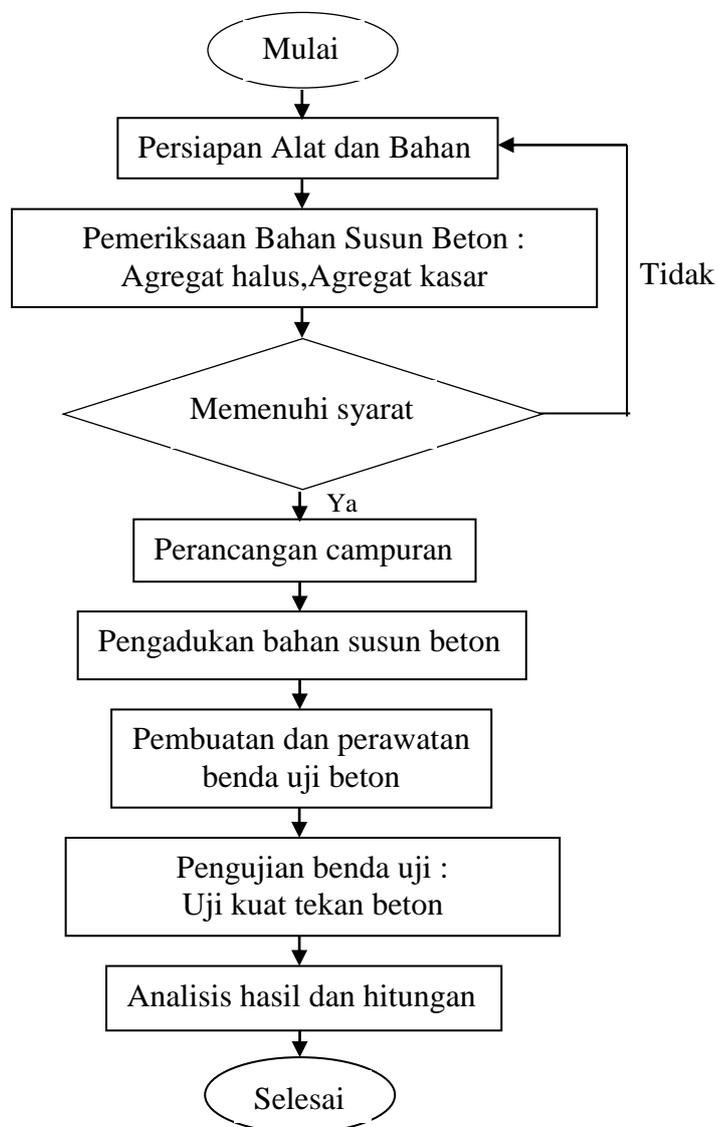
Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat dalam agregat halus (pasir Sungai Krasak).

4) Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir)

Pemeriksaan kadar air dilakukan berdasarkan SK SNI : 03-1971-1990.

5) Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir)

Berat satuan agregat yaitu perbandingan antara berat dan volume agregat termasuk pori-pori antar butirannya.



Gambar 4.1 Bagan alir pelaksanaan penelitian

b. Pemeriksaan agregat kasar (kerikil)

Pemeriksaan agregat kasar bahan susun beton yang dilakukan sama dengan pada pemeriksaan agregat halus, yaitu sebagai berikut :

1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar berdasarkan SK SNI : 03-1968-1990.

2) Pemeriksaan keausan agregat kasar (kerikil)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan agregat kasar (split/kerikil), dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Pemeriksaan keausan agregat kasar ini berdasarkan SK SNI : 03-2417-1991.

3) Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat dalam agregat kasar.

4) Pemeriksaan kadar air agregat kasar

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada agregat kasar. Pemeriksaan ini berdasarkan SK SNI : 03-1971-1990.

5) Pemeriksaan berat satuan agregat kasar

Berat satuan adalah berat agregat dalam satuan volume.

2. Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton pada penelitian ini dilakukan dengan nilai f_{as} 0,35. Jumlah AAT yang ditambahkan dalam adukan beton disesuaikan dengan kadar yang direncanakan. Untuk kadar AAT yang digunakan adalah sebesar 5% terhadap berat semen. Untuk tiap sampel digunakan 3 buah benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Untuk menghasilkan campuran beton yang diinginkan, diperlukan agregat yang baik mutunya. Proses pencampuran agregat halus dan agregat kasar

harus dilakukan dengan benar dan tepat, sehingga diperoleh beton dengan mutu yang tinggi.

Dalam perancangan campuran beton (*Mix Design*) ini digunakan SK SNI : 03-2847-2002 (Tjokrodimuljo, 2007). Langkah-langkah cara perancangan campuran beton (*Mix Design*) menurut standar ini dapat dilihat pada Lampiran 12-19.

3. Pengadukan Beton

Pengadukan beton adalah proses pencampuran antara bahan-bahan dasar, yaitu semen, pasir, kerikil dan air dalam perbandingan yang telah ditentukan. Pengadukan beton ini dilakukan berdasarkan SK.SNI.T-28-1991-03.

4. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji di laboratorium menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan jumlah total benda uji berdasarkan variasi campuran betonnya adalah 18 buah. Bahan-bahan yang sudah disiapkan dan ditakar dimasukkan ke dalam mesin pengaduk (molen), mulai dari kerikil dan pasir. Setelah kerikil dan pasir tercampur ditambahkan semen dan abu ampas tebu, kemudian setelah semuanya tercampur merata air dimasukkan sedikit demi sedikit sampai dengan habis sesuai takaran yang ditetapkan. Proses pengadukan dilakukan selama ± 10 menit hingga diperoleh campuran yang homogen.

5. Perawatan Benda Uji

Benda uji dilepas dari cetakan silinder setelah berumur 1 hari, perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji di bak perendaman selama 3, 7, 14, 21, 28 dan 40 hari sesuai dengan rencana yang ditetapkan untuk pengujian tekannya.

6. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mesin uji tekan merk Control (Milan-Italy) dengan kapasitas beban maksimum 2000 KN, yang secara langsung dapat memberikan nilai kuat tekan pada benda uji dengan beban yang dapat dibaca pada skala pembebanan. Pengujian dilakukan di

Laboratorium Struktur dan Bahan Kontruksi, Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 3, 7, 14, 21, 28 dan 40 hari.

Beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji dapat diketahui pada saat jarum penunjuk tekanan mencapai nilai tertinggi yang diikuti dengan hancur atau retaknya benda uji setelah menerima beban maksimum.

D. Analisis Data

Setelah didapatkan data dari hasil penelitian, maka data-data tersebut diolah dan dianalisis dengan memperhatikan persamaan-persamaan yang ada. Data-data yang didapatkan dari hasil penelitian adalah data hasil pengujian bahan-bahan penyusun beton dan data hasil kuat tekan beton.

Agar tujuan penelitian ini tercapai, maka data-data tersebut dibuat grafik pengaruh pemakaian abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan beton.

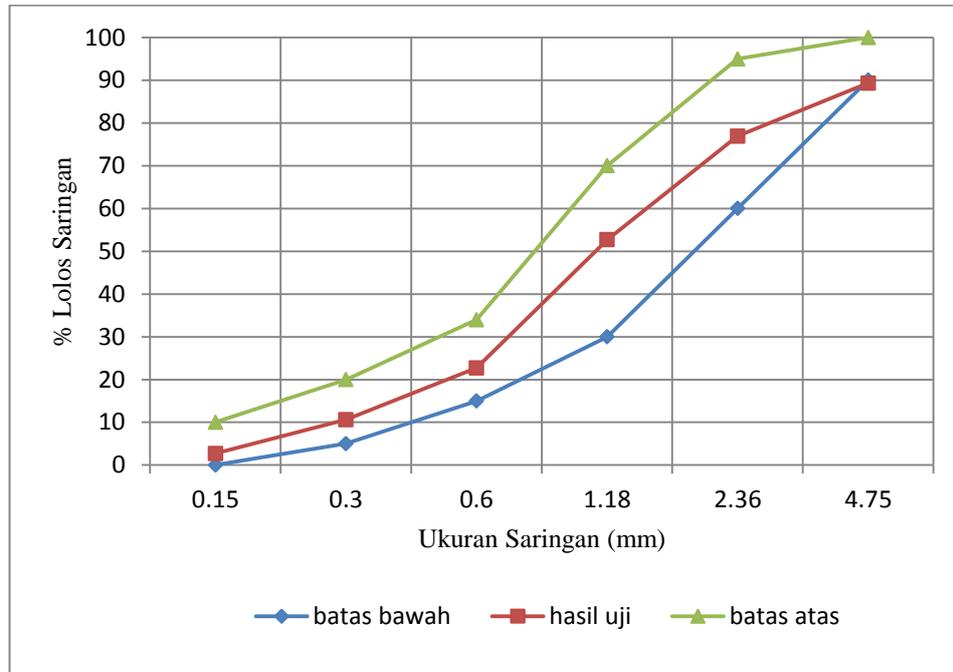
BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Halus (Pasir Sungai Krasak)

a. Gradasi Agregat Halus (Pasir Sungai Krasak).

Dari hasil pemeriksaan gradasi yang dilakukan, agregat halus (pasir dari Sungai Krasak) termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir (MHB) sebesar 2,549 seperti yang terlihat pada Gambar 5.1. Hasil dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 5 1 Hasil pemeriksaan gradasi pasir Sungai Krasak

b. Kadar Air Agregat Halus

Kadar air rata-rata yang didapat dari hasil pemeriksaan sebesar 2,45%. Kadar air dalam pasir ini menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat yang normal, Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis pasir jenuh kering muka diperoleh sebesar 2,55. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

d. Berat Satuan Agregat Halus

Berat satuan pasir *SSD* yaitu $1,528 \text{ gr/cm}^3$. Berat satuan ini berfungsi untuk mengidentifikasi apakah agregat ini porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya *porous* maka bisa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3.

e. Kadar Lumpur Agregat Halus

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin. Karena hal tersebut akan mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Kadar lumpur agregat halus diperoleh sebesar 2,4%. Lebih kecil dari batas yang ditetapkan (5%) untuk beton normal. Sehingga pasir tidak perlu di cuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3

2. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Agregat Kasar (Split).

a. Kadar Air

Kadar air rata-rata yang terdapat dalam batu pecah yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah 1,21%. Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 4.

b. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,57 sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodinuljo,

2007). Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 0,02%. Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 5.

c. Keausan agregat kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 13,44% lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu 40% yang digunakan untuk pembuatan beton dengan mutu K125 – K225 atau kelas mutu II. Hasil pemeriksaannya dapat dilihat pada Lampiran 5.

d. Berat satuan agregat kasar

Berat satuan agregat kasar yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah sebesar $1,431 \text{ gr/cm}^3$. Berat satuan ini berfungsi untuk mengidentifikasi apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Untuk berat satuan di atas $1,2 \text{ gram/cm}^3$ agregat dikatakan masuk dalam jenis agregat normal dan untuk berat di atas $2,8 \text{ gram/cm}^3$ termasuk agregat untuk beton mutu tinggi (Tjokrodimuljo, 2007). Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 5.

e. Kadar lumpur agregat kasar

Batu pecah pada pengujian ini langsung dari lapangan, tanpa proses pencucian terlebih dahulu. Hasil pengujian didapat kadar lumpur pada batu pecah sebesar 0,6%. Hasil pengujian kadar lumpur ini lebih kecil dari batas yang ditentukan yaitu 1%, sehingga agregat ini tidak perlu dicuci terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

B. Hasil Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Rencana kebutuhan bahan untuk tiap adukan beton dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan 5.2. Perhitungan perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI 03-2847-2002 (Tjokrodimuljo, 2007) selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 5. 1 Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 m³ adukan beton normal

Kebutuhan bahan dasar beton					
Berat (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Abu ampas tebu (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)
2249	204,9	585,43	-	612,6414	846,0286

Sumber : Hasil Penelitian, 2014

Tabel 5. 2 Kebutuhan bahan susun beton untuk 3 benda uji pada umur yang bervariasi dengan bahan tambah AAT.

Umur (hari)	Persentase AAT	Air (liter)	Semen (kg)	AAT (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
3	5%	0,67617	1,835	0,096	2,022	2,792
7	5%	0,67617	1,835	0,096	2,022	2,792
14	5%	0,67617	1,835	0,096	2,022	2,792
21	5%	0,67617	1,835	0,096	2,022	2,792
28	5%	0,67617	1,835	0,096	2,022	2,792
40	5%	0,67617	1,835	0,096	2,022	2,792
Total		4,057	11,01	0,576	12,132	16,752

Sumber : Hasil penelitian, 2014

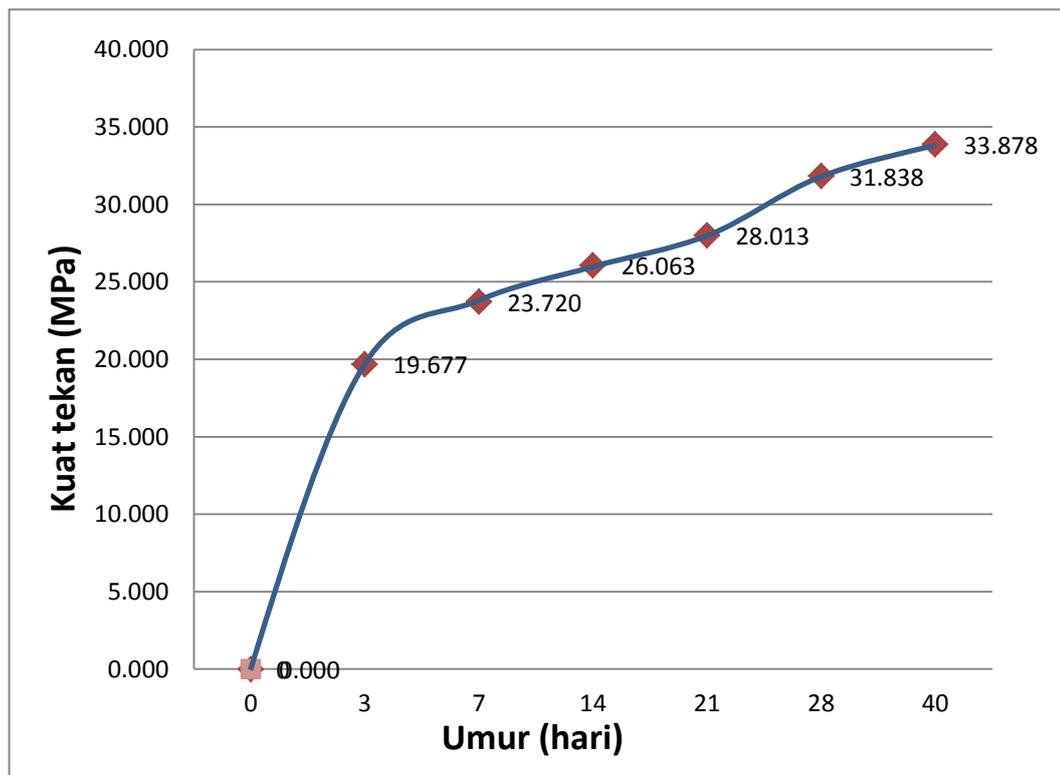
C. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton yang bervariasi. Pengujian dilakukan pada 3 buah benda uji berbentuk silinder dengan diameter \pm 7,5 cm dan tinggi \pm 15 cm. Hasil uji kuat tekan beton selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.2.

Tabel 5. 3 Hasil uji kuat tekan beton

Variasi Umur	Kuat tekan beton (MPa)				Faktor pengali
	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata	
3	19,870	19,531	19,629	19,677	1,721
7	24,409	24,853	21,898	23,720	1,428
14	24,371	24,211	29,607	26,063	1,299
21	30,623	25,760	27,658	28,013	1,209
28	26,973	43,495	25,045	31,838	1,064
40	51,061	25,583	24,990	33,878	1,000

Sumber : Hasil penelitian, 2014



Gambar 5.2 Grafik Hubungan antara variasi umur dengan kuat tekan beton

Berdasarkan Tabel 5.3 Dan Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan AAT sebagai bahan pengganti semen sebesar 5% dengan variasi umur 3, 7, 14, 21, 28, 40 hari didapatkan hasil berturut-turut sebesar 19,677 Mpa, 23,720 Mpa, 26,063 Mpa, 28,013Mpa, 31,838 Mpa, 33,878 Mpa. Pada variasi umur 3 sampai 7 hari, kuat tekan meningkat secara signifikan, dan pada variasi 14 sampai 40 hari kuat tekan mengalami peningkatan yang tidak terlalu besar, laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh faktor penambahan AAT sebagai bahan pengganti sebagian semen sebesar 5%, dimana AAT mempunyai sifat pozzolan yang menghasilkan panas hidrasi yang lebih sedikit dari semen biasa. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gozi (2001) yang menyantakan bahwa abu ampas tebu mempunyai kandungan silika 70 % sifat pozzolan dan dapat berfungsi sebagai pengganti bahan sebagian semen, *filler* dan juga dapat mengubah karakteristik beton itu sendiri. Kenaikan f_c' pada umur 40 hari juga dapat diketahui dengan mengetahui factor pengalinya.

Kuat tekan yang didapat pada 28 hari sebesar 31,838 Mpa dengan kuat tekan rencana pada mix desain sebesar 40 Mpa. Adanya penyimpangan kuat tekan disebabkan banyak factor diantaranya pada proses pengerjaan pada beton tersebut. Akan tetapi proses penyimpangan kuat tekan ini masih memasuki batas toleran. Karena digunakan nilai margin 10 Mpa , dengan pengertian batas toleran dari beton diperbolehkan adalah lebih dari 40 Mpa dengan bertambah menjadi 10 Mpa. Atau terjadi penurunan dengan besar penyimpangan yang sama yaitu 30 Mpa Oleh karena itu bisa dikatakan bahwa hasil kuat tekan yang direncanakan sebesar 31,838 Mpa masih masuk dalam toleransi penyimpangan. Hal ini dikarenakan kurangnya pengalaman penelitian dalam proses pembuatan beton.

Kenaikan pada umur 40 hari diakibatkan masih bereaksinya proses pengerasan atau proses hidrasi dari kapur yang terlepas, sehingga dalam hal ini kenaikan pada umur 40 hari sebesar 33,878 Mpa sangatlah dipengaruhi kinerja kimiawi dari bahan abu ampas tebu yang menyusun beton tersebut. Sehingga adanya penelitian tentang abu ampas tebu sebagai bahan tambah perlu adanya pengkajian lagi yang lebih mendalam.

D. Faktor Pengali Terhadap Umur Beton 40 Hari

Faktor pengali adalah suatu factor untuk memprediksi kuat tekan beton pada umur tertentu. Dengan semakin banyaknya pemakaian beton di dalam industry konstruksi, maka semakin banyak pula usaha untuk membuatnya semakin canggih dan semakin ekonomis. Salah satu upaya untuk penghematan dalam pembuatan beton dalam jumlah cukup besar ialah dengan penghitungan factor pengali. Tujuannya adalah untuk memprediksi kuat tekan beton pada umur tertentu agar tidak terjadi kerugian yang cukup besar, apabila dalam pelaksanaan pembuatan beton itu tidak sesuai dengan kuat tekan rencana yang telah ditetapkan.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton didapatkan factor pengali seperti terlihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4. Faktor pengali terhadap umur 40 hari

No	Terhadap Umur	Faktor Pengali
1	3 hari	1,721
2	7 hari	1,428
3	14 hari	1,299
4	21 hari	1,209
5	28 hari	1,064
6	40 hari	1,000

Sumber : Hasil penelitian, 2014

Dari table 5.4. Hasil pengujian kuat tekan beton didapatkan hasil factor pengali beton dengan menggunakan abu ampas tebu sebesar 5% sebagai bahan pengganti sebagian semen. Dapat dilihat factor pengali dari f_c' pada umur tertentu, missal telah diketahui kuat tekan beton pada umur 3 hari maka dapat di prediksi kuat tekan beton pada umur 40 hari dengan cara mengalikan kuat tekan beton pada umur 3 hari dengan factor pengalinya sebesar 1,721.

Penelitian untuk pengaruh variasi umur pada kuat tekan beton sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Ghozali (2013) tentang pengaruh variasi umur terhadap nilai kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambah bubuk lumpur Lapindo 10% sebagai bahan pengganti sebagian dari semen. Dalam penelitian ini

serupa, namun dengan menggunakan abu ampas tebu sebesar 5% sebagai bahan pengganti sebagian semen. Variasi umur yang ditinjau adalah 3, 7, 14, 21, 28 dan 40 hari.

Berdasarkan hasil dan data-data mengenai beton yang diperoleh selama penelitian ini, bahwa beton menggunakan campuran abu ampas tebu 5% dengan fas 0,35 dapat dikatakan beton

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai variasi umur terhadap kuat tekan beton dengan Abu Ampas Tebu sebagai pengganti sebagian semen sebesar 5% dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan beton dengan menggunakan pemakaian AAT sebagai pengganti sebagian semen sebesar 5% didapatkan pada variasi umur 3, 7, 14, 21, 28, 40 hari berturut-turut sebesar 19,677 MPa, 23,720 MPa, 26,063 MPa, 28,013MPa, 31,838 MPa, 33,878 MPa.
2. Berdasarkan penelitian yang saya lakukan di dapatkan factor pengali pada umur 3 hari sebesar 1,721, umur 7 hari sebesar 1,428, umur 14 hari sebesar 1,299, umur 21 hari sebesar 1,209, umur 28 hari sebesar 1,064 dan umur 40 hari sebesar 1,000.

B. Saran

1. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan tentang variasi umur 40 sampai 90 hari untuk mendapatkan nilai kuat tekan optimum.
2. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan tentang penambahan *zat additive (super plasticizer)*, agar didapat mutu beton yang lebih baik dengan asumsi karena dalam pengerjaan beton didapatkan tingkat pengerjaan dan pemadatan yang sulit yang mengakibatkan adanya *porous* pada beton.
3. Perlu dilakukannya ketelitian dalam pengerjaan pembuatan beton itu sendiri.
4. Perlu dilakukan penambahan sampel agar di dapatkan data yang lebih *valid*.
5. Perlunya kajian kimiawi tentang kinerja beton.
6. Dibutuhkan variasi FAS pada masing-masing umur beton agar dapat mengetahui keefektifan kinerja mekanik beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, S. 2014, *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Semen Sebesar 5%, dengan Variasi FAS 0,35, 0,40 dan 0,45 Terhadap Kuat Tekan dan Nilai Slump*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Elkader. 1986, *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Komponen Penyusun dalam Pembuatan Keramik*. Wikipedia
- Ghozi. 2001, *Komposisi AAt 0% - 20% Sebagai Bahan Pengganti Semen*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Kriswiandi, A, 2014, *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dengan Variasi 5%, 15%,25% dan 35% Terhadap Kuat Tekan dan Nilai Slump*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muahamadyah Yogyakarta.
- Mulyono, T. (2005), *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Murni, S. 1998, *Penambahan Abu Ampas Tebu dalam Pembuatan Panil Gypsum dalam Mencari Kuat lentur*, Wikipedia.
- Nawy, E.G., 1990, *Beton Bertulang*, Edisi Pertama, PT ERESCO, Bandung
- Nugraha, Antoni. (2007), *Kelemahan Beton Mutu tinggi*, Jurusan Teknik sipil Universitas Muhamadyah Yogyakarta.
- SK SNI-S-04-1989-F, *Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat*, Pustran Balitbang PU, Jakarta.
- SK SNI S-04-1989-F, *Spesifikasi Bahan Bangunan*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- SK SNI-03-1968, 1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Pustran Balitbang PU, Jakarta.
- SK SNI-03-1971, 1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Pustran Balitbang PU, Jakarta.
- SK SNI-03-1974, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standar Nasional, Jakarta.

- SK SNI-03-2834, 2002, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Pustran Balitbang PU, Jakarta.
- SKSNI-15-2049, 2004, *Portland Cement*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- SK SNI-03-1970, 2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- SK SNI-03-1969, 2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- SK SNI-03-2417, 2008, *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Team Afliansi dan Konsultasi Industri ITS Surabaya. 1999. *Penelitian Komposisi Kimia Abu ampas Tebu*.
- Tjokrodimuljo, K, 2007, *Teknologi Beton*, Edisi Pertama, KMTS FT UGM, Yogyakarta
- Wahid. 2002, *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai campuran semen dengan perbandingan 1 Semen : 12 Abu Ampas Tebu*, Wikipedia.

PENGUJIAN PADA PENELITIAN TUGAS AKHIR

A. Agregat Halus (Pasir)

1. Pemeriksaan gradasi pasir

- a. Berat cawan kosong = 193 gram
- b. Berat pasir SSD = 1000 gram
- c. Berat pasir + cawan = 1193 gram
- d. Berat pasir + cawan setelah di oven 24 jam = 1155 gram

Tabel 1. Hasil analisis gradasi pasir

Saringan No.	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat Tertahan Komulatif (%)	Berat lolos Komulatif (%)
3/8 (4,75 mm)	27	2,7	2,7	97,3
8 (2,36 mm)	79	7,9	10,6	89,4
16 (1,18 mm)	121	12,1	22,7	67,3
30 (0,6mm)	300	30	52,7	47,3
50 (0,3mm)	242	24,2	76,9	23,1
100 (0,15mm)	124	12,4	89,3	10,7
Pan	107	10,7	-	0
Total	1000	100	254,9	Daerah II (pasir kasar)

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\text{jumlah berat tertahan kumulatif (\%)}}{\text{jumlah berat tertahan (\%)}} \\
 &= \frac{254,9}{100} \\
 &= 2,549
 \end{aligned}$$

2. Pemeriksaan kadar air pasir

Tabel 2. Hasil analisis kadar air pasir

Uraian	Berat
Pasir jenuh kering muka (B_1)	500 gr
Pasir setelah keluar oven (B_2)	488 gr
Kandungan air (B_1-B_2)	12
Kadar air $\{(B_1-B_2)/B_2\} \times 100\%$	2,45 %

a. Kandungan air

$$\begin{aligned}
 &= \text{Berat pasir jenuh kering muka} - \text{berat pasir kering tungku} \\
 &= 500 - 488 \\
 &= 12 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

b. Kadar air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Kandungan air}}{\text{berat kering}} \times 100\% \\
 &= \frac{12}{488} \times 100\% \\
 &= 2,45 \%
 \end{aligned}$$

3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir)

Tabel 3. Hasil analisis berat jenis pasir

Uraian	Berat
Berat piknometer berisi pasir dan air (B_t)	956 gr
Berat pasir setelah kering (B_k)	461 gr
Berat piknometer berisi air (B)	652 gr
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)	500 gr
Berat piknometer	166 gr

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B + SSD - B_t} = \frac{461}{652 + 500 - 956} = 2,35$$

b. Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{SSD}{B + SSD - B_t} = \frac{500}{652 + 500 - 956} = 2,55$$

Lampiran 3

c. Berat jenis tampak (*apparent specific gravity*)

$$= \frac{Bk}{B + Bk - Bt} = \frac{461}{652 + 461 - 956} = 2,93$$

d. Penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{500 - 461}{461} \times 100\% = 8,46\%$$

4. Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir)

a. Berat satuan

- bejana : d = 15 cm

$$h = 30 \text{ cm}$$

- berat bejana kosong (B_1) = 10.691 gram

- berat bejana berisi pasir SSD (B_2) = 18.796 gram

- volume bejana kosong (V) = $1/4 \times \pi \times d^2 \times h$
= $1/4 \times \pi \times (15^2) \times 30$
= 5301,44 cm³

$$\begin{aligned} \text{Berat satuan} &= \frac{B_2 - B_1}{v} \\ &= \frac{18.796 - 10.691}{5301,44} \\ &= 1,528 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Tabel 4. Hasil analisis kadar lumpur agregat halus

Uraian	Berat
Pasir jenuh kering muka (SSD) (B_1)	500 gr
Pasir setelah keluar oven (B_2)	488 gr
Kandungan air ($B_1 - B_2$)	12 gr
$\text{Kadarlumpur} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	2,4 %

B. Agregat Kasar (Kerikil)

1. Pemeriksaan kadar air kerikil

Tabel 5. Hasil analisis kadar air kerikil

Uraian	Berat
Berat kerikil kering Jenuh (B_1)	1000 gr
Berat kerikil setelah keluar oven (B_2)	988 gr
Kandungan air ($B_1 - B_2$)	12 gr
Kadar air = $\frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\%$	1,21 %

a. Kandungan air

$$= \text{Berat kerikil jenuh kering muka} - \text{berat kerikil kering tungku}$$

$$= 1000 - 988 = 12 \text{ gram}$$

b. Kadar air

$$= \frac{\text{kandungan air}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{12}{988} \times 100\%$$

$$= 1,21 \%$$

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (kerikil)

Tabel 6. Hasil analisis berat jenis kerikil

Uraian	Berat
Berat kerikil setelah dikeringkan (B_k)	5000 gr
Berat kerikil dibawah air (B_a)	3108 gr
Berat kerikil keadaan jenuh kering muka (B_j)	5085 gr

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} = \frac{5000}{5085 - 3108} = 2,53$$

b. Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} = \frac{5085}{5085 - 3108} = 2,57$$

- c. Berat jenis tampak (*apparent specific gravity*)

$$\frac{B_k}{B_k - B_a} = \frac{5000}{5000 - 3108} = 2,66$$

- d. Penyerapan air agregat kasar (kerikil)

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% = \frac{5085 - 5000}{5000} \times 100\% = 0,02\%$$

3. Pemeriksaan keausan agregat kasar

Tabel 7. Hasil analisis keausan agregat kasar

Jenis Pengukuran	Berat
Berat sebelum masuk mesin Los Angeles (B ₁)	5000 gr
Berat setelah masuk mesin Los Angeles	4559 gr
Berat tertahan saringan no. 16 (setelah dicuci dan dikeringkan dalam oven) (B ₂)	4328 gr
Keausan = $\frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\%$	13,44 %

$$\begin{aligned} \text{Keausan agregat kasar} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4328}{5000} \times 100\% \\ &= 13,44 \% \end{aligned}$$

4. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar (kerikil)

- a. Berat satuan

- bejana : d = 15 cm

$$h = 30 \text{ cm}$$

- berat bejana kosong (B₁) = 10.691 gram
- berat bejana berisi kerikil SSD (B₂) = 18.277 gram
- volume bejana kosong (V) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$
= $\frac{1}{4} \times \pi \times (15^2) \times 30$
= 5301,44 cm³

$$\text{Berat satuan} = \frac{B_2 - B_1}{v}$$

Lampiran 6

$$= \frac{18.277 - 10.691}{5301,44}$$

$$= 1,431 \text{ gr/cm}^3$$

5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Tabel 8. Hasil analisis kadar lumpur agregat kasar

Uraian	Berat
Kerikil jenuh kering muka (B_1)	500 gr
Kerikil setelah keluar oven (B_2)	497 gr
Kandungan air ($B_1 - B_2$)	3 gr
$Kadarlumpur = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	0,6 %

- a. Kandungan air $= B_1 - B_2$
 $= 500 - 497$
 $= 3 \text{ gram}$
- b. Kadar Lumpur $= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$
 $= \frac{500 - 497}{500} \times 100\% = 0,6\%$

Tabel 13. Kebutuhan bahan susun beton tiap 1 m³ adukan beton

Kebutuhan bahan dasar beton					
Berat (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Abu ampas tebu (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)
2250	204,5	401	-	690,67	953,81

Tabel 14. Kebutuhan bahan susun beton untuk tiap 3 benda uji Untuk Beton Normal 0%

Umur	Tambahan	Air	Semen	AAT	Agregat Halus	Agregat Kasar
7	0%	0,613	1,203	0	2,072	2,861

Lampiran 7

Tabel 15. Kebutuhan bahan susun beton untuk tiap 3 benda uji untuk beton dengan Variasi Umur dan bahan tambah AAT.

Umur	Tambahan	Air	Semen	AAT	Agregat Halus	Agregat Kasar
3	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
7	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
14	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
21	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
28	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
40	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
Total		3,678	6,138	1,08	12,432	17,166

1. Contoh perhitungan kebutuhan campuran untuk 3 benda uji sebagai berikut:

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= 1/4 \times \pi \times d^2 \times h \\ &= 662,946 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Maka volume untuk 3 benda uji silinder :

$$\begin{aligned} &= 662,946 \times 3 \\ &= 3314,73 \text{ cm}^3 \\ &= 0,0033 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Contoh perhitungan untuk 3 benda uji beton normal (0%) :

a. Air	= 204,9	x 0,0033	= 0,6762 Liter
b. Semen	= 585,43	x 0,0033	= 1,932 Kg
c. Agregat halus	= 612,6414	x 0,0033	= 2,022 Kg
d. Agregat kasar	= 846,0286	x 0,0033	= 2,792 Kg
e. Berat beton	= 2249	x 0,0033	= 7,4217 Kg

Sehingga perbandingan Air : Semen : Pasir : Kerikil = 1 : 2,857 : 2,990 : 4,128

Lampiran 8

Contoh perhitungan pengurangan semen untuk 3 benda uji beton variasi abu ampas tebu :

1) Variasi abu ampas tebu 5%

$$\text{Semen} = 1,932 \times 5\% = 0,096 \text{ Kg}$$

$$\text{Maka kebutuhan semen} = 1,932 - 0,096 = 1,836 \text{ Kg}$$

C. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

1. Menghitung nilai deviasi standar (S),
2. Menghitung nilai tambah atau margin (m),
3. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu,
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata (f_{cr}),
5. Menetapkan jenis semen portland,
6. Menetapkan jenis agregat,
7. Menetapkan nilai faktor air semen,
8. Menetapkan besar butir agregat maksimum,
9. Menetapkan air yang diperlukan per meter kubik beton,
10. Menghitung berat semen yang diperlukan,
11. Menetapkan jenis agregat halus,
12. Menetapkan proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran,
13. Menghitung berat jenis campuran,
14. Memperkirakan berat beton,
15. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran,
16. Menghitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah 13 dan 16.
17. Menghitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah 13 dan 16.

D. Perhitungan Campuran Beton

Tabel 16. Perhitungan campuran beton

1	Kuat tekan pada umur 28 hari	40	MPa
2	Deviasi Standar (sd)	-	
3	Nilai tambah (M)	10	MPa
4	Kuat tekan Rata-rata rencana ($f'_{cr} = f'_c + M$)	50	MPa
5	No.	Keterangan	Nilai
6	Jenis Agregat Halus (alami/pecahan)	Alami	
7	Jenis Agregat Kasar (alami/batu pecah)	Batu pecah	
8	Faktor Air semen	0,35	
9	FAS maksimum	0,6	
10	Di pakai FAS terkecil antara point 8 & 9	0,35	
11	Nilai Slump	7,5-15	cm
12	Ukuran maks agregat kasar	20	mm
13	Kebutuhan air	204,9	liter/m ³
14	Kebutuhan semen ($w_s = \text{point}13/\text{FAS}$)	585,43	kg/m ³
15	Kebutuhan semen minimum	275	kg/m ³
16	Dipakai kebutuhan semen (terbesar point 14&15)	585,43	kg/m ³
17	Penyesuaian jumlah air atau FAS	Tidak ada	
18	Daerah gradasi agregat halus	Daerah II	
19	Perb.agregat halus dan kasar	42% dan 58%	%
20	Bj agregat camp ($P/100*B_j \text{ ag. hls} + k/100*B_j \text{ ag. kasar}$)	2,45	
21	Berat Beton	2249	kg/m ³
22	Kebutuhan Agregat camp (21-13-14)	1458,67	kg/m ³
23	Keb. Agregat halus (Point 22*19)	612,6414	kg/m ³
24	Keb.agregat kasar (point 22-23)	846,0286	kg/m ³
25	Kesimpulan:	1 adukan	
26	Air	204,9	Liter/m ³
27	Semen	585,43	kg/m ³
28	Agg.Halus	612,6414	kg/m ³
29	Agg.Kasar	846,0286	kg/m ³
30	Total	2249	kg/m ³

Satuan

Lampiran 10

Lampiran 11

Lampiran 12

E. Langkah-langkah perencanaan campuran beton normal menurut tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI 03-2847-2002 dalam Tjokrodinuljo, 2007)

1. Ambil kuat tekan beton yang direncanakan (f'_{cr}) pada umur tertentu.
2. Hitung deviasi standar menurut ketentuan berikut :
 - a. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman hasil pengujian contoh beton pada masa lalu, maka nilai deviasi standar S tidak dapat dihitung.
 - b. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa yang mempunyai 15 buah sampai 29 buah dan dari pengujian yang berurutan dalam periode waktu tidak kurang dari 45 hari kalender, maka nilai deviasi standar harus dikalikan faktor pengali yang tercantum dalam Tabel 17.

Tabel 17. Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Contoh	Faktor Pengali
< 15	Tidak ada
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau >30	1,00

3. Menghitung nilai tambah (M) dihitung dengan cara berikut :
 - a. Jika pelaksana mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar) :

$$M = 1,34 \cdot S \text{ atau } M = 2,33 S - 3,5$$
 - b. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai M diambil dari Tabel 18.

Tabel 18. Nilai tambah M

Kuat tekan, f_c' (MPa)	Nilai Tambah (MPa)
Kurang dari 21	7,0
21 s.d. 35	8,5
Lebih dari 35	10,0

4. Menetapkan kuat tekan beton (f_c') rata-rata menurut rumus :

$$f_{cr}' = f_c' + M$$

dengan : f_c' = Kuat tekan beton, MPa

f_{cr}' = Kuat tekan rata-rata, MPa

M = Nilai tambah, MPa

5. Menetapkan jenis semen Portland.

6. Menetapkan jenis agregat halus.

7. Menetapkan jenis agregat kasar.

8. Menetapkan faktor air semen, untuk benda uji silinder dipergunakan Gambar 1.

9. Menetapkan faktor air semen maksimum dipergunakan Tabel 21.

10. Menetapkan nilai faktor air semen yang dipakai yaitu yang terkecil.

11. Menetapkan nilai *slump* dipergunakan Tabel 19.

Tabel 19. Penetapan Nilai *Slump* adukan beton

Pemakaian Beton	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat fondasi, fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur di bawah ini	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

12. Menetapkan ukuran agregat maksimum

13. Menetapkan kebutuhan kadar air, dipergunakan Tabel 20.

Tabel 20. Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Per Meter Kubik Beton

Ukuran Besar Butir Agregat Maks (mm)	Jenis Agregat	<i>Slump</i> (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

dimana :

A = Jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya

14. Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen yaitu kadar air dibagi dengan faktor air semen.
15. Tentukan jumlah semen semimum mungkin, dapat dilihat pada Tabel 21.
16. Tentukan jumlah semen yaitu yang dipakai yang terbesar.
17. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.
18. Menentukan golongan pasir.
19. Perbandingan pasir dan kerikil (pasir terhadap campuran) dipergunakan Gambar 2.
20. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil.
21. Menentukan berat jenis beton, dapat dilihat Gambar 3.
22. Menentukan kebutuhan agregat campuran.
23. Menentukan kebutuhan pasir.
24. Menentukan kebutuhan kerikil.

Tabel 21. Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum Per M ³ Beton (Kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensai atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,62
Beton yang masuk ke dalam air :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 22
Beton yang kontinue berhubungan :		
a. Air tawar		Lihat Tabel 23
b. Air laut		

Tabel 22. Ketentuan Untuk Beton Yang Berhubungan Dengan Air, Tanah Yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi Sulfat Dalam Bentuk SO ₃			Tipe Semen	Tipe Semen Minimum (kg/m ³) Ukuran Agregat Maksimum			Faktor Air Semen
Dalam Tanah		Sulfat (SO ₃) Dalam air tanah (gr/lt)		40 mm	20 mm	10 mm	
Total SO ₃	SO ₃ Campuran (air : tanah = 2 : 1) (gr/lt)						
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa pozolan (15 - 40)%	80	300	350	0,50
0,2 - 0,5	1,0 - 1,9	0,3 - 1,2	Tipe I dengan atau tanpa pozolan (15 - 40)%	290	330	380	0,50
			Tipe I + pozolan (15 - 40)% atau semen portland pozolan	270	310	360	0,55
			Tipe II atau tipe V	250	290	340	0,55
0,5 - 1,0	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	Tipe I + pozolan (15 - 40)% atau semen portland pozolan	340	380	430	0,45
			Tipe II atau tipe V	290	330	380	0,50
1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	Tipe II atau tipe V	330	370	420	0,45
> 0,2	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau tipe V + lapisan pelindung	330	370	420	0,45

Tabel 23. Ketentuan Minimum Untuk Beton Bertulang Kedap Air

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan Berhubungan Dengan	Faktor Air Semen Maksimum	Tipe Semen	Tipe Semen Minimum (kg/m ³)	
				Ukuran Agregat Maksimum	
				40 mm	20 mm
Bertulang atau pratenggang	Air Tawar	0,50	Tipe I - V	280	300
	Air Payau	0,45	Tipe I + pozolan (15 - 40)% atau semen portland pozolan	340	380
		0,50	Tipe II atau tipe V	290	330
	Air Laut	0,45	Tipe II atau tipe V	330	370

Tabel 24. Batas Gradasi Pasir

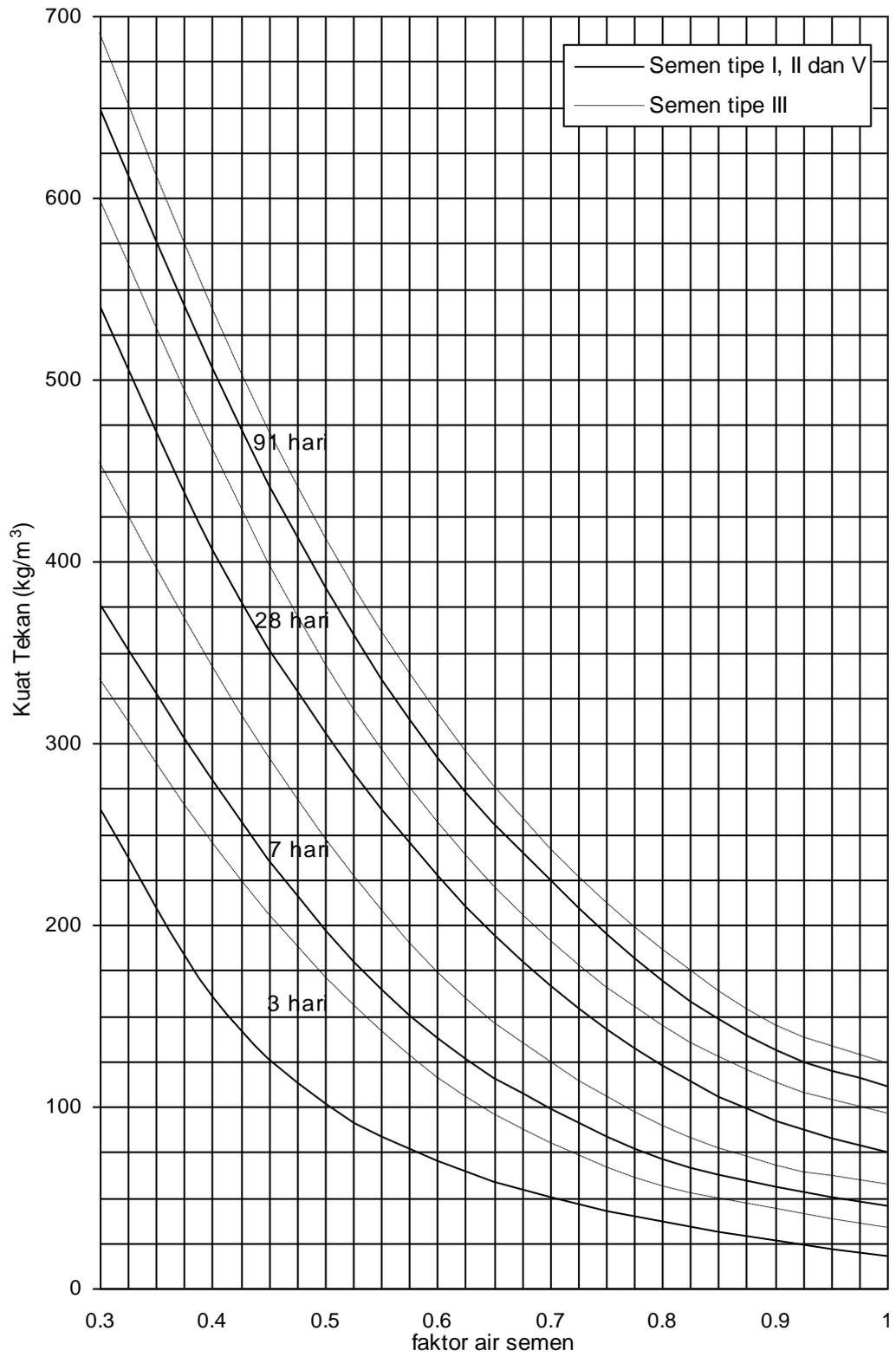
Lubang Ayakan		% Berat Butir Yang Terlewat Ayakan			
Britis (mm)	ASTM (No)	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
4,75	3/16 inc	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,36	8	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,18	16	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	30	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	50	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	100	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Keterangan : Daerah 1 = Pasir kasar

Daerah 2 = Pasir agak kasar

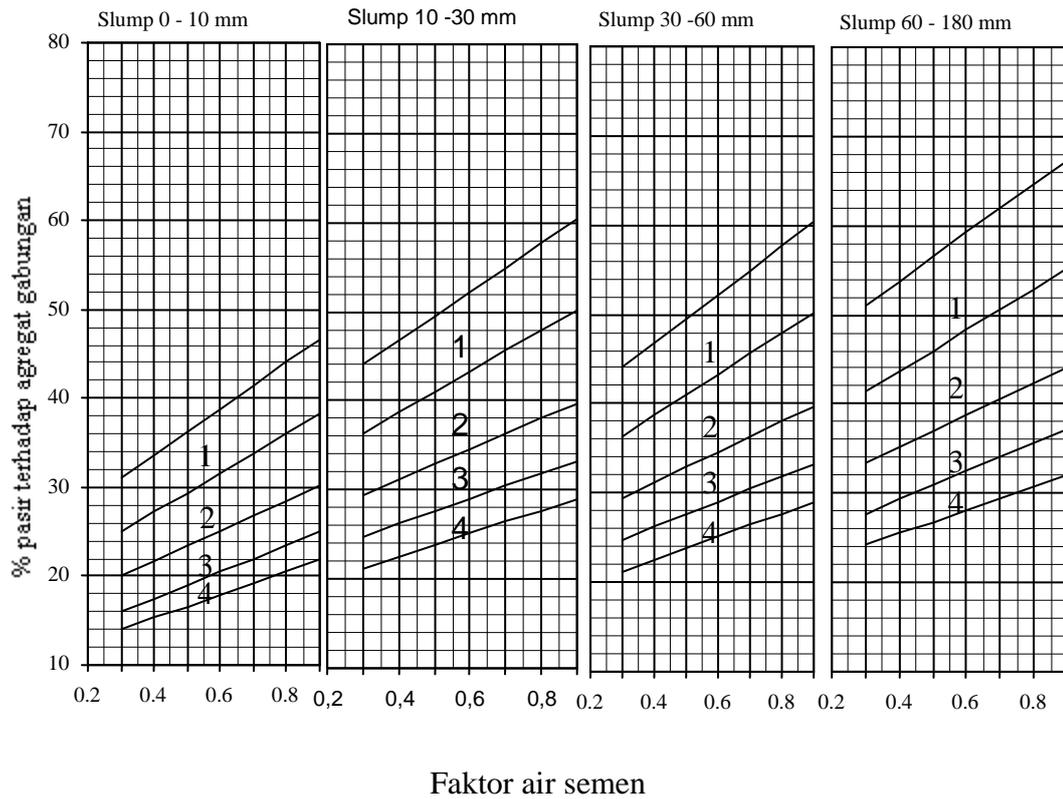
Daerah 3 = Pasir agak halus

Daerah 4 = Pasir halus

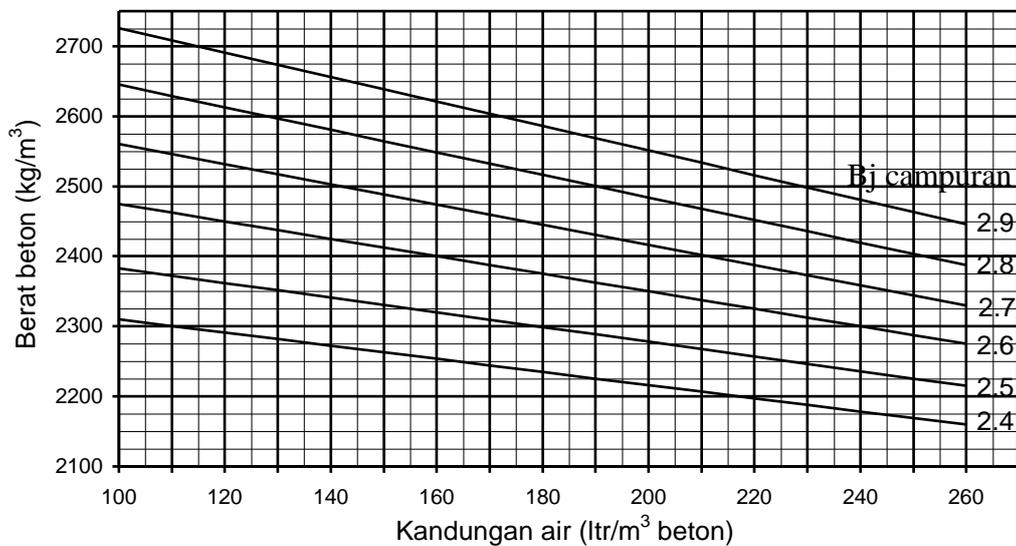


Gambar 1. Hubungan Faktor Air Semen Dan Kuat Tekan Silinder Beton

Lampiran 17



Gambar 2. Persentase Jumlah Pasir Daerah 1, 2, 3, 4 Dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm



Gambar 3. Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran Dan Berat Beton