

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari beberapa medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari masing-masing material pembentuk (Tjokrodimulyo 1992). Komposisi beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan rongga udara. Rongga udara mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton. Makin besar volume rongga udara yang terdapat dalam beton maka kuat tekan beton akan semakin menurun dan sebaliknya.

Dalam proses pembuatan beton dibentuk dari semen dan air yang menghasilkan pasta semen yang digunakan untuk mengikat agregat kasar dan agregat halus. Campuran bahan-bahan pembentuk beton ditetapkan sedemikian rupa, sehingga memenuhi beton segar yang mudah di kerjakan dan memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Hingga decade terakhir ini, beton telah menjadi salah satu bahan pilihan yang paling utama untuk digunakan dalam konstruksi bangunan.

Beton ringan didapat dari percampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, batu kerikil (batu apung) atau bahan semacam lainnya. Dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu, guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (durability) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai perbandingan dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperature dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tarik hanya berkisar 9%-15% saja dari kuat tekannya (Dipohusodo, Istimawan 1994).

Sekam padi adalah bagian dari terluar dari butiran padi yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Hingga saat ini padi masih merupakan produk utama di Negara agraris, termasuk Indonesia. Hal ini disebabkan oleh kenyataannya bahwa

beras merupakan bahan pokok. Sekam padi merupakan salah satu produk samping dari proses penggilingan padi, selama ini hanya menjadi limbah yang belum di manfaatkan secara optimal.

Pembakaran sekam padi memiliki unsur manfaat untuk peningkatan kekuatan beton, mempunyai sifat pozzolan dan mengandung silika yang sangat menonjol, bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan beton yang tinggi.

Dari pembakaran sekam padi menghasilkan abu sekam padi, abu sekam padi merupakan salah satu bahan yang potensial digunakan di Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Abu sekam padi yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai sifat pozzolan yang tinggi karena mengandung silika.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang akan dilihat terkait dengan sifat dan karakteristik campuran beton sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat beton segar untuk meningkatkan sifat mekanis yang di tambah abu sekam padi?
2. Bagaimana sifat kuat tekan beton dengan bahan tambah abu sekam padi?

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak terlalu luas, maka ruang lingkup pembahasannya dibatasi sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan type 1 merk semen padang.
2. Pasir diambil dari daerah binjai.
3. Agregat kasar yang digunakan berasal dari daerah binjai.
4. Sekam padi diambil dari daerah tembung.
5. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Hkbp Nommensen.
6. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
7. Mutu beton yang direncanakan $f_c' 25$ Mpa.
8. Pengujian sampel 7,14,21,28 hari.
9. Penambahan abu sekam padi 0%,3%,6%,9%.
10. Benda uji yang dihasilkan 48 buah.
11. Sekam padi di bakar dengan waktu pembakaran 15 menit.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi sebagai campuran terhadap kekuatan beton.
2. Membandingkan kekuatan beton biasa dengan beton campuran abu sekam padi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini bisa menjadi acuan untuk penelitian dan pengembangan variasi beton dengan menggunakan limbah abu sekam padi sebagai campuran beton.
2. Dengan penelitian ini kita dapat mengetahui fungsi lebih dari abu sekam padi.
3. Hasil penelitian ini bisa memanfaatkan limbah bekas penggilingan padi.
4. Memanfaatkan barang yang tidak terpakai menjadi terpakai.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental . Metode penelitian eksperimental merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan suatu percobaan untuk mendapatkan data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-variabel.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah tugas akhir ini, sistematika yang digunakan adalah dengan membagi kerangka dalam bab dan sub bab dengan maksud agar mudah di mengerti. Sistematika masing-masing bab adalah berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini mencakup latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang teori secara singkat mengenai karakteristik beton dan padi.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang tahapan, pengumpulan data, bahan-bahan penelitian, lokasi, dan pengujian sampel.

Bab IV Analisa Dan Hasil

Bab ini membahas tentang hasil penelitian dan menganalisis data yang diperoleh dari penelitian

Bab V Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan hasil-hasil yang di dapat dari penelitian dan memberikan saran untuk lebih lanjut.

1.8 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Hkbp Nommensen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton didapat dari pencampuran semen Portland, air, dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu.

(Tjokrodimuljo, 1996).

Bahan penyusun beton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan pasif. Kelompok bahan aktif yang disebut sebagai pengikat/perekat adalah semen dan air, sedangkan bahan yang pasif yang disebut sebagai bahan pengisi adalah pasir kerikil (disebut agregat halus dan agregat kasar) (Tjokrodinuljo, 1996).

Beton memiliki kelebihan dibandingkan dengan material lain, diantaranya :

1. Beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan atau pembusukkan dan terhadap kebakaran.
2. Harga relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari lokal, kecuali semen Portland.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk yang sesuai keinginan.
4. Kuat tekan yang tinggi apabila dikombinasikan dengan baja tulangan dapat digunakan untuk struktur berat.
5. Beton segar dapat disempurnakan pada permukaan beton lama yang retak, maupun diisikan kedalam cetakan beton pada saat perbaikan, dan memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat tempat yang posisinya sulit.
7. Beton termasuk tahan aus dan kebakaran, sehingga biaya perawatannya relatif rendah.

Beton juga memiliki beberapa kekurangan yaitu :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
2. Beton segar mengalami susut pada saat pengeringan, dan beton segar mengembang jika basah.
3. Beton keras mengeras dan menyusut apabila terjadi perubahan suhu.
4. Beton sulit kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasukkin air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak tulangan beton.
5. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil.

2.2. Material Penyusun

Komponen pembentuk beton adalah semen Portland, air, agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah lain nya.

2.2.1. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982, dalam Tjokrodimuljo, 1996). Fungsi semen adalah untuk merekat butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat. Selain itu semen juga berfungsi mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Material-material utama dari semen Portland adalah batu kapur yang mengandung komponen-komponen yang SiO_2 (silica), Al_2O_3 (alumina), Fe_2O_3 (oksida besi), MgO (Magnesium), SO_3 (sulfur) serta $\text{Na}+\text{K}_2\text{O}$ (soda/potash). Komposisi dari bahan utama pembuatan semen dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Bahan Utama Semen

Komposisi	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO_2)	17 - 25
Alumina (Al_2O_3)	3 – 8
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO_3)	1 – 2
Potash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 – 1

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo (1996)

Walaupun demikian pada dasarnya ada 4 unsur yang paling utama dari semen yaitu :

1. Dikalsium silikat (C_2S) atau $2\text{CaO}.\text{SiO}_2$

Unsur C_2S ini beraksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari. Unsur C_2S membuat semen tahan terhadap serangan kimia dan mengurangi besar susutan pengeringan. Kadar C_2S yang

lebih tinggi akan menghasilkan ketahanan terhadap agresi kimiawi yang relative tinggi, pengerasan yang lambat, dan panas hidrasi yang rendah.

2. Trikalsium silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$

Unsur C_3S ini beraksi dengan air lebih cepat sehingga berpengaruh terhadap pengerasan semen terutama sbelum mencapai 14 hari. Kadar C_3S yang lebih tinggi akan menghasilkan proses pengerasan yang cepat pada pembentukan kekuatan awalnya disertai suatu panas hidrasi yang tinggi.

3. Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$

Unsur ini bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan sesudah 24 jam. Jika kandungan unsure ini lebih besar dari 10% akan menyebabkan kurang tahan terhadap asam sulfat. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya terutama dalam 14 hari.

4. Tektrakalsium aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Senyawa ini kurang berpengaruh besar terhadap kekuatan dan kekerasan semen. C_4AF hanya berfungsi untuk menyempurnakan reaksi pada dapur pembakaran pembentukan semen.

Dua unsur pertama (1 dan 2) biasanya merupakan 70-80% dan kandungan berat semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen (*Tjokrodinuljo, 1996*).

Proses hidrasi pada semen Portland yang kompleks dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Hidrasi kalsium silikat (C_3S dan C_2S)

kalsium silikat akan terhidrasi menjadi kalsium hidroksida dan kalsium silikat hidrat



Terbentuknya kalsium hidrosida pada proses hidrasi diatas menyebabkan pasta semen bersifat basa, hal ini dapat mencegah korosi pada baja akan tetapi menyebabkan pasta semen cukup reaktif terhadap asam

2. Hidrasi Kalsium Aluminat (C_3A)

Proses hidrasi C_3A akan menghasilkan kalsium aluminat hidrat setelah semua kandungan gypsum ($CaO.SO_3.2H_2O$) habis bereaksi.

$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}\cdot\text{SO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}+10\text{H}_2\text{O}$ $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SO}_3\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (Kalsium sulpho aluminat).

$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Ca}(\text{OH})_2+12\text{H}_2\text{O}$ $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 13\text{H}_2\text{O}$ (kalsium aluminat hidrat)

3. Hidrasi Kalsium Aluminat Ferrite (C_4AF)

$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3+2\text{CaO}\cdot\text{SO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}+18\text{H}_2\text{O}$ $8\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SO}_3\cdot 24\text{HO}$.

Perubahan komposisi semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai jenis pemakainya. Jenis-jenis semen Portland yang sering digunakan dalam konstruksi serta penggunaannya dicantumkan dalam table 2.2.

Tabel 2.2. Jenis Semen Portland Di Indonesia

Jenis Semen	Karakteristik Umum
Jenis I	Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis jenis lain.
Jenis II	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
Jenis III	Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi
Jenis IV	Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
Jenis V	Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat

Sumber : Tjokrodilmujo (1996)

2.2.2 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang paling penting dan paling murah. Air berfungsi sebagai bahan pengikat (bahan penghidrasi semen) dan bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mempermudah proses pencampuran agregat dan semen serta mempermudah

pelaksanaan pengecoran beton (*workability*). Penggunaan air yang terlalu banyak dapat mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton. Selain sebagai bahan campuran beton, air digunakan pula untuk merawat beton dengan cara pembasahan setelah beton dicor.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. kandungan lumpur (benda melayang lainnya) maksimum 2 gram/liter.
- b. Kandungan garam-garam yang merusak beton (asam, Zat organik, dll) maksimum 15 gram/liter.
- c. Kandungan klorida (Cl) maksimum 0,5 gram/liter .
- d. Kandungan senyawa sulfat maksimum 1 gram/liter.

2.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati 70-75% dari total volume beton, maka kualitas agregat akan sangat mempengaruhi kualitas beton, tetapi sifat sifat ini lebih bergantung pada faktor-faktor, seperti bentuk, dan ukuran butiran pada jenis batumannya. Berdasarkan butiran, agregat dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

A. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat berbutir kecil dengan ukuran kurang dari 5 mm (*Tjokrodimuljo, 1996*) dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*) dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai bahan pembentuk mortar bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat.

Syarat-syarat agregat halus (pasir) sebagai bahan material pembuatan beton sesuai dengan ASTM C33 adalah :

- 1) Material dari bahan alami dengan kekasaran permukaan yang optimal sehingga kuat tekan beton besar.
- 2) Butiran tajam, keras, awet, (*durable*) dan tidak bereaksi dengan material beton lainnya.
- 3) Berat jenis agregat tinggi yang berarti agregat padat sehingga beton yang dihasilkan padat dan awet

- 4) Gradasi sesuai spesifikasi dan hindari gap graded aggregate karena akan membutuhkan semen lebih banyak untuk mengisi rongga
- 5) Bentuk yang baik adalah bulat karena akan saling mengisi rongga dan jika ada bentuk yang pipih dan lonjong dibatasi maksimal 15% berat total agregat.
- 6) Kadar lumpur agregat tidak lebih dari 5% terhadap berat kering karena akan berpengaruh pada kuat tekan beton.

Pasir didalam campuran beton sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), keawetan (*durability*), dan kekuatan (*strength*) dari beton yang dihasilkan. Untuk memperoleh hasil beton yang seragam, mutu pasir harus dikendalikan. Oleh karena itu, pasir sebagai agregat halus harus memenuhi gradasi dan persyaratan yang ditentukan. Batasan susunan butiran agregat halus dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3. Batasan Susunan Agregat Halus

Ukuran saringan (mm)	Persentase lolos saringan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10,00	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Kardiyono Tjokrodinuljo (1996)

Keterangan :

Daerah I : Pasir kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir Halus

Daerah II : Pasir agak kasar

B. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar besar (antara 5 mm dan 40 mm). sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar

mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen (Tjokrodimuljo,1996).

Ukuran saringan (mm)	Persentase lolos saringan	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	22-55
4,8	0-5	0-10

Sumber : Kardiyono Tjokrodimuljo (1996)

2.2.4 Bahan Tambah (Admixture)

2.2.4.1 Defenisi Bahan Tambah

Bahan tambah (*Admixture*) ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat halus) yang ditambahkan kedalam campuran saat atau selama pencampuran berlangsung. Penggunaan bahan tambah biasanya didasarkan pada alasan yang tepat, diantaranya perbaikan kelecakan dan dapat mengurangi penggunaan semen (Tjokrodimuljo,1996). Tujuan penambahan admixture ini adalah untuk mengubah satu atau sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras.

2.2.4.2. Tujuan Menggunakan Bahan Tambah

Penggunaan bahan tambah menurut manual of concrete practice dalam admixture and concrete adalah srbagai berikut:

a. Memodifikasi beton segar, mortar dan grouting

- Menambah sifat mudah pengerjaan tanpa menambah kandungan air
- Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal campuran beton
- Mengurangi atau mencegah penurunan atau perubahan volume
- Mengursngi segregasi
- Mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar
- Mengurangi kehilangan nilai slump

b. Memodifikasi beton keras,mortar dan grouting

- Menghambat dan mengurangi panas selama proses pengerasan awal(beton muda).

- Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda
- Menambah kekuatan beton.
- Menambah sifat keawetan beton, ketahanan dari gangguan luar termasuk serangan garam-garam sulfat.
- Mengurangi kapilaritas air.
- Mengurangi sifat permeabilisasi.
- Mengontrol pengembangan yang disebabkan oleh reaksi álcali dari álcali termasuk álcali dalam agregat.
- Menghasilkan struktur beton yang baik.
- Menghasilkan warna tertentu pada beton atau mortar.

2.2.4.3 Hal Yang Perlu Diperhatikan Ketika Menggunakan Bahan Tambah

Penggunaan bahan tambah harus dikonfirmasi dengan estándar yang berlaku, seperti SIN, ASTM atau ACI. Selain itu yang terpenting adalah memperhatikan petunjuk penggunaan bahan tambah tersebut, yang biasanya tertuang dalam manual bahannya.

Beberapa evaluasi yang perlu dilakukan jika menggunakan bahan tambah :

- Penggunaan semen dengan tipe khusus.

Penggantian tipe semen atau sumber dari semen atau jumlah dari semen yang digunakan atau memodifikasi gradasi agregat, atau proporsi campuran yang diharapkan.

- Penggunaan satu atau lebih bahan tambah

Banyak bahan tambah mengubah lebih dari sifat beton, sehingga justru merugikan.

- Efek bahan tambah sangat nyata untuk mengubah karakteristik beton misalnya FAS, tipe dan gradasi agregat, tipe dan lama pengadukan.

2.2.4.4 Jenis-Jenis Bahan Tambah Untuk Beton

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

Admixture ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*), sehingga lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Sedangkan *additive* bersifat mineral ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan, lebih bersifat penyemenan lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja kekuatannya.

1. Bahan Tambah Kimia (*Admixture*)

Menurut ASTM C.494 dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989, jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah. Pada dasarnya suatu bahan tambah harus mampu memperlihatkan komposisi dan unjuk kerja yang sama sepanjang waktu pengerjaan selama bahan tersebut digunakan dalam campuran beton sesuai dengan pemilihan proporsi betonnya (PB,1989 :12).

A. Tipe A “Water-Reducing Admixtures”

Water – Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Water – Reducing Admixture digunakan antara lain dengan tidak mengurangi kadar semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau ratio factor air semen (fas) yang rendah. Atau dengan tidak merubah kadar semen yang digunakan dengan factor air semen yang tetap maka nilai slump yang dihasilkan dapat lebih tinggi. Hal ini dimaksudkan dengan mengubah kadar semen tetapi tidak merubah fas dan slump. Pada kasus pertama dengan mengurangi fas secara tidak langsung akan meningkatkan kekuatan tekannya, karena dalam banyak kasus fas yang rendah meningkatkan kuat tekan beton. Pada kasus kedua, tingginya nilai slump yang didapat akan memudahkan penuangan adukan (*placing*) atau waktu penuangan adukan dapat diperlambat. Pada kasus ketiga dimaksudkan untuk mengurangi biaya karena penggunaan semen yang kecil (Marther, Bryant,1994)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan bahan tambah ini adalah air yang dibutuhkan, kandungan air,konsistensi, bleding dan kehilangan air pada saat beton segar, laju pengerasan, kuat tekan dan lentur, perubahan volume, susut pada saat pengeringan. Berdasarkan hal tersebut penting untuk melakukan pengujian sebelum pelaksanaan pencampuran terhadap bahan tambah tersebut.

B. Tipe B “Retarding Admixture”

Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton, misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau untuk memperpanjang waktu untuk pemadatan, untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar saat pelaksanaan pengecoran.

C. Tipe C “Accelerating Admixture”

Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton. *Accelerating Admixture* yang paling terkenal adalah kalsium klorida. Dosis maksimum adalah 2 % dari berat semen yang digunakan. Secara umum, kelompok.

bahan tambah ini dibagi tiga kelompok yaitu : Larutan garam organik, Larutan campuran organik dan Material *miscellaneous*.

D. Tipe D “Water Reducing and Retarding Admixtures”

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

Water Reducing and Retarding Admixtures yaitu pengurang air dan pengontrol pengeringan. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton. Bahan ini juga akan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air. Bahan ini hampir semuanya berwujud cair. Air yang terkandung dalam bahan akan menjadi bagian air campuran beton. Dalam perencanaan air ini harus ditambahkan sebagai berat air total dalam campuran beton. Perlu diingat, perbandingan antara mortar dengan agregat kasar tidak boleh berubah. Perubahan kandungan air, atau udara atau semen, harus diatasi dengan perubahan kandungan agregat halus sehingga volume tidak berubah.

E. Tipe E “Water Reducing and Accelerating Admixtures”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

F. Tipe F “Water Reducing, High Range Admixtures”

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

G. Tipe G “Water Reducing, High Range Retarding Admixtures”

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton disebabkan keterbatasan ruang kerja.

2. Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Pada saat ini, bahan tambah mineral lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kuat tekan beton. Beberapa bahan tambah mineral adalah *pozzollan*, *fly Ash*, *slag* dan *silica fume*. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral (Cain, 1994) :

- Memperbaiki kinerja workability
- Mengurangi panas hidrasi
- Mengurangi biaya pekerjaan beton
- Mengurangi daya tahan terhadap serangan sulfat
- Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika
- Mempertinggi usia beton
- Mempertinggi kuat tekan beton
- Mempertinggi keawetan beton
- Mengurangi penyusutan
- Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

A. Abu Terbang Batu Bara (*Fly Ash*)

Menurut ASTM C.168, abu terbang didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara. Abu terbang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu abu terbang yang normal yang dihasilkan dari pembakaran batu bara antrasit atau batu bara bitomius dan abu terbang kelas C yang dihasilkan dari batu bara kelas lignite atau subbitemius. Abu terbang kelas C kemungkinan mengandung kapur (lime) lebih dari 10% beratnya. Kandungan kimia abu terbang tercantum dalam table 3.3 (ASTM C.618-95).

B. Slag

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi. Definisi slag Menurut ASTM C.989 “*standard specification for ground granulated Blast Furnance slag for use in concrete*

and mortar” adalah produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalnya dengan mencelupkannya ke dalam air.

Keuntungan penggunaan slag dalam campuran beton adalah sebagai berikut (Levis, 1982) :

- Mempertinggi kekuatan beton, karena kecenderungan lambatnya kenaikan kuat tekan
- Menaikkan ratio antara kelenturan dan kuat tekan
- Mengurangi variasi kuat tekan
- Mempertinggi ketahanan terhadap sulfat dalam air laut
- Mengurangi serangan alkali silika
- Mengurangi panas hidrasi dan menurunkan suhu
- Memperbaiki penyelesaian akhir dan memberi warna cerah pada beton
- Memperbaiki keawetan karena pengaruh perubahan volume
- Mengurangi porositas dan serangan klorida

C. Silika Fume

Menurut ASTM C.1240-95 “*specification for silica Fume for Use in Hydraulic Cement concrete and Mortar*” , *silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silicon atau alloy besi silicon (dikenal dengan gabungan antara microsilika dengan silica fume).

Penggunaan silica fume dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan, beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Misalnya untuk Kolom struktur, dinding geser, pre-cast atau beton pra tegang dan beberapa keperluan lainnya. Kriteria beton berkekuatan tinggi sekitar 50 – 70 Mpa pada umur 28 hari. Penggunaan silica fume berkisar 0-30%, untuk memperbaiki karakteristik kekuatan dan keawetan beton dengan factor air semen sebesar 0.34 dab 0.28 dengan atau tanpa *superplastisizer* dan nilai slump 50 mm (Yogendran, et al, 1987).

D. Penghalus Gradasi (*Finely devided mineral admixtures*)

Bahan ini merupakan mineral yang dipakai untuk memperhalus perbedaan – perbedaan pada campuran beton dengan memberikan ukuran yang tidak ada atau kurang dalam agregat, selain itu juga dapat dipergunakan untuk menaikkan mutu beton yang akan dibuat. Kegunaan lainnya adalah mengurangi permeabilitas atau ekspansi dan juga mengurangi biaya produksi beton. Contoh bahan ini adalah kapur hidrolis, semen slag, fly ash pozzollan alam yang sudah menjadi kapur atau mentah.

3. Bahan Tambah Lainnya

A. Air Entraining

Bahan tambah ini membentuk gelembung udara berdiameter 1 mm atau lebih kecil, selama pencampuran beton atau mortar, dengan maksud mempermudah pengecoran beton pada saat pengecoran dan menambahkan ketahanan awal pada beton.

Hampir semua bahan air entraining admixture berbentuk cair, tetapi ada juga yang berbentuk serbuk, lapisan-lapisan dan gumpalan. Banyaknya bahan tambah yang digunakan tergantung pada gradasi agregat yang digunakan. Semakin halus ukuran agregat semakin besar prosentase bahan tambah yang digunakan.

B. Beton Tanpa Slump

Beton tanpa slump didefinisikan sebagai beton yang mempunyai slump sebesar 1 inci (25,4) atau kurang, sesaat setelah pencampuran. Pemilihan bahan tambah tergantung sifat-sifat beton yang diinginkan, seperti sifat plastisnya, waktu pengikatan dan pencapaian kekuatan, efek beku cair, kekuatan dan harga dari beton tersebut.

C. Polimer

Merupakan produk bahan tambah baru, yang dapat menghasilkan kuat tekan beton tinggi sekitar 15.000 Psi (1.000 psi = 6.9 Mpa) atau lebih, dan kekuatan belah tariknya sekitar 15.000 Psi atau lebih. Beton dengan kekuatan tinggi ini biasanya diproduksi dengan menggunakan polimer dengan cara :

- Memodifikasi Sifat beton dengan mengurangi air di lapangan.
- Menjenuhkan dan memancarkannya pada temperature yang sangat tinggi di laboratorium.

Beton dengan modifikasi polimer (PMC = Polimer Modified Concrete) adalah beton yang ditambah resin dan pengeras

Sebagai bahan tambahan. Prinsipnya menggantikan air pencampur dengan polimer sehingga dihasilkan beton yang berkekuatan tinggi dan mempunyai mutu yang baik. Faktor polimer beton yang optimum adalah berkisar 0.3 sampai 0.45 dalam perbandingan berat, untuk mencapai kekuatan tinggi tersebut.

D. Bahan Pembantu Untuk Mengeraskan Permukaan Semen (Hardener Concrete)

Permukaan beton yang selalu menanggung bebam hidup yang berat serta selalu dalam keadaan berputar dan berpindah-pindah, seperti lantai untuk bengkel-bengkel alat berat (*heavy equipment*) dan lainnya. Pembebanan ini akan mengakibatkan keausan pada permukaan beton.

Untuk Menghindari pengausan tersebut digunakan dua jenis bahan untuk mengeraskan permukaan beton :

- Agregat beton terbuat dari bahan kimia
- Agregat metalik, terdiri dari butiran-butiran halus.

Untuk memperkeras permukaan beton, dipilih salah satu campuran beton saat pengerjaan beton berlangsung.

E. Bahan Pembantu Kedap Air (Water Proofing)

Jika beton terletak dalam air atau dekat permukaan air tanah (misalnya untuk tunnel) , maka beton tersebut tidak boleh mengalami rembesan dan diusahakan kedap air. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah partikel-partikel halus atau gradasi yang menerus dalam campuran beton. Bahan-bahan semacam itu akan mengurangi permeabilitas pada beton.

F. Bahan Tambah Pemberi Warna

Beton yang diekspos permukaannya biasanya memerlukan keindahan. Bahan yang digunakan untuk pemberi warna pada permukaan beton ini cat (*coating*) yang dilapisi setelah pengerjaan beton. Cara lainnya adalah dengan menambahkan bahan warna, misalnya oker atau pewarna coklat, kedalam permukaan beton, selagi beton masih segar. Bahan-bahan ini biasanya dicampur dalam suatu adukan yang mutunya terjamin baik. Selain itu dapat pula dengan menaburkan pasir silika atau agregat metalik selagi permukaan beton masih dalam keadaan segar.

2.3 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan sisa pembakaran sekam padi, abu sekam padi merupakan salah satu bahan yang potensial yang digunakan di Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Bila abu sekam padi dibakar pada suhu terkontrol abu sekam yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai sifat pozzolan yang tinggi karena mengandung silika. Pada gambar diawah ini menunjukkan abu sekam padi dari hasil pembakaran sekam padi.



Pada pembakaran sekam padi, semua komponen organik diubah menjadi gas karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O) dan tinggal abu yang merupakan komponen anorganik.

Tabel. 2.4. Komposisi Senyawa Kimia Abu Sekam Padi.

Komposisi	Berat (%)
SiO_2	82,40 – 94,95
Al_2O_3	0,13 – 2,54
Fe_2O_3	0,03 – 0,67
CaO	0,54 – 2,42
Na_2O	0,25 – 0,77
K_2O	0,94 – 4,70
MnO	0,16 – 0,59
TiO_2	0,01 – 0,02
MgO	0,44 – 1,80
P_2O_5	0,74 – 3,30

(Sumber: *Habeeb and Mahmud, 2010*)

A. Proses Pembuatan Abu Sekam Padi

proses pembuatan abu sekam padi dilakukan melalui beberapa tahap dalam pembuatannya, adapun tahapan pembuatan abu sekam padi adalah :

- 1) pengambilan/pengumpulan sekam padi yang berada didaerah Tembung.
- 2) pembakaran sekam padi dilakukan di atas seng dan juga dilakukan didalam baja silinder.



- 3) pembakaran sekam padi dilakukan dengan cara menyiram sekam padi dengan bahan bakar minyak agar sekam padi dapat terbakar.
- 4) setelah selesai pembakaran sekam padi yang sudah dibakar kemudian dihaluskan dengan cara ditumbuk didalam wadah baja silinder.
- 5) setelah ditumbuk sekam padi berubah menjadi abu kemudian abu sekam padi di saringan menggunakan saringan no 100 dan 200.
- 6) setelah itu dilakukan pengujian kehalusan sekam padi.
- 7) setelah dilakukan pengujian abu yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton adalah abu sekam padi yang lolos saringan no 100.

Tabel. 2.5. Senyawa kimia semen dan abu sekam padi.

Komposisi kimia	Semen Portland	APD	Sifat Unsur Kimia
SiO ₂ (Silika)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan pengisi (Filler).
Al ₂ O ₃ (Alumina)	✓	✓	Berfungsi sebagai mempercepat proses pengerasan.
Fe ₂ O ₃ (Besi)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan penyempurnaan reaksi pembakaran pembentuk semen.
CaO (Kapur)	✓	✓	Berfungsi dalam proses perekatan/pengikatan.
SO ₃ (Sulfur)	✓		

Na ₂ O/K ₂ O(Soda)	✓	✓	Berfungsi sebagai penyerap air
MgO (Magnesia)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan pengisi (filler)

(Sumber : Hasil Penelitian)

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu;

- a) pasta semen,
- b) volume rongga,
- c) agregat, dan
- d) interface (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- Nilai faktor air semen. Untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan, diperlukan faktor air semen minimal 0,35. Jika terlalu banyak air yang digunakan, maka akan berakibat kualitas beton menjadi buruk. Jika nilai faktor air semen lebih dari 0,60, maka akan berakibat kualitas beton yang dihasilkan menjadi kurang baik.
- Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.
- Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan. Pemadatan di lapangan biasa dilakukan dengan potongan besi tulangan $\varnothing 16$ yang ditumpulkan, atau dengan alat bantu vibrator.
- Umur beton. Semakin bertambah umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.
- Cara perawatan. Beton dirawat di laboratorium dengan cara perendaman, sedangkan di lapangan dilakukan dengan cara perawatan lembab (menutup beton dengan karung basah) selama 7- 14 hari.
- Jenis semen. Semen tipe I cenderung bereaksi lebih cepat daripada PPC. Semen tipe I akan mencapai kekuatan 100% pada umur 28 hari, sedangkan PPC diasumsikan mencapai kekuatan 100% pada umur 90 hari.

- Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.

Kualitas agregat yang meliputi:

- gradasi,
- teksture permukaan,
- bentuk,
- kekuatan,
- kekakuan, dan
- ukuran maksimum agregat.

Prosedur pengujian kuat tekan beton di Indonesia dapat dilakukan dengan mengacu SNI : 03-1974-1990. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi:

- kondisi ujung benda uji,
- ukuran benda uji,
- rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat,
- rasio panjang terhadap diameter benda uji,
- kondisi kelembaban,
- suhu benda uji,
- arah pembebanan terhadap arah pengecoran,
- laju penambahan beban pada compression testing machine, dan
- bentuk geometri benda uji.

Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut persamaan berikut :

$$f'c = P/A \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan

- $f'c$ = Kuat tekan beton (Mpa)
- A = luas penampang benda uji (mm²)
- P = Beban tekan (N)

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian dan pembahasan mengenai beton normal yang dicampur dengan abu sekam padi telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya antara lain :

1. Hasil penelitian Samsudin, Sugeng Dwi Hartantyo “ Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton” bahwa penggunaan abu sekam padi pada campuran beton dengan variasi penambahan 8%, 10%, 12% dari berat semen berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton yang diperoleh yaitu 10.142 MPa, 9.527 MPa, dan 8.759 MPa. Maka dinyatakan semakin banyak persentase penambahan abu sekam padi maka semakin berkurang pula kuat tekan yang dihasilkan.
2. Hasil penelitian Khairul Laikum.C yang berjudul “Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Untuk Peningkatan Kekuatan Beton” adalah kuat tekan beton akan semakin berkurang seiring meningkatnya persen abu sekam padi yang digunakan. Penurunan terbesar kuat tekan beton terjadi pada campuran abu sekam padi lebih dari 10%.
3. Hasil penelitian Anas Puri yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Tambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton” menyatakan bahwa beton dengan kadar Abu Sekam Padi yang lebih besar hingga 15% akan menghasilkan kuat tekan beton yang rendah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu mengadakan suatu percobaan untuk mendapatkan data-data sebagai hasil penelitian. Penelitian ini dilakukan di dalam Laboratorium bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

Pengujian terhadap Beton yang menggunakan bahan tambah Limbah Abu Sekam Padi dilakukan dengan cara mengamati perubahan nilai kuat tekan beton pada benda uji berbentuk Silinder.

Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari 21 hari dan 28 hari. Data yang diperoleh berupa perbandingan kehalusan antara semen dan abu sekam padi, perbandingan nilai slump dan nilai kuat tekan beton yang menggunakan limbah abu sekam padi. Dari data tersebut dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh limbah abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan beton. Selanjutnya dibuat grafik perbandingan antara variasi penambahan limbah abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan beton yang diperoleh sehingga dapat diketahui seberapa besar kontribusi penggunaan variasi persentase penambahan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan beton.

3.2 Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini berupa silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan menggunakan mix design SK.SNI.T-15-1990-03. Bahan tambah yang digunakan adalah limbah abu sekam padi dengan kadar 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat semen yang digunakan. Jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 48 buah. Perincian benda uji dapat dilihat pada table 3.1 sedangkan gambar benda uji dapat dilihat pada gambar 3.1

Tabel 3.1 Perincian Benda Uji

Persentase penambahan Abu sekam padi terhadap berat semen (% volume)	Kode benda uji	Umur benda uji (hari)	Jumlah (sampel)
0%	BU	7	3
		14	3
		21	3
		28	3
3%		7	3
		14	3

	ASP 3%	21	3
		28	3
6%	ASP 6%	7	3
		14	3
		21	3
		28	3
9%	ASP 9%	7	3
		14	3
		21	3
		28	3
Jumlah			48

Sumber : Hasil Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Alat alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. Timbangan dengan kapasitas 3 kg dan 60 kg yang digunakan untuk mengukur berat bahan campuran beton
- b. Ayakan dengan ukuran diameter saringan 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; PAN dan mesin penggetar ayakan (vibrator) yang digunakan untuk pengujian gradasi agregat.
- c. Conical mould dengan ukuran diameter atas 3,8 cm, diameter bawah 8,9 cm, tinggi 7,6 cm, lengkap dengan alat penumbuk. Alat ini digunakan untuk mengukur SSD agregat halus
- d. Kerucut Abrams yang terbuat dari baja dengan ukuran diameter atas 10cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm, lengkap dengan tongkat baja penusuk yang ujungnya ditumpulkan dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm. alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump adukan beton.
- e. Cetakan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- f. Mesin adukan beton (molen) berkapasitas 0,25 m³ yang digunakan untuk mengaduk bahan-bahan pembentuk beton
- g. Alat kuat tekan beton yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton
- h. Alat bantu lain;

- 1) Gelas ukur 250 ml untuk pengujian kadar lumpur dan kandungan zat organik dalam pasir
 - 2) Gelas ukur 2000 ml untuk menakar air
 - 3) Cetok semen
 - 4) Ember
 - 5) Alat tulis
 - 6) Penggaris
 - 7) Buku tulis
 - 8) Kamera
 - 9) Stopwatch
- j. Agregat halus (pasir)
 - k. Agregat kasar (batu pecah)
 - l. Semen
 - m. Abu sekam padi.

3.4 Tahap Penelitian

Tahap-tahapan pelaksanaan penelitian selengkapnya adalah sebagai berikut :

a. Tahap I, persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar. Pengadaan atau pembuatan abu sekam padi juga dilakukan pada tahap ini.

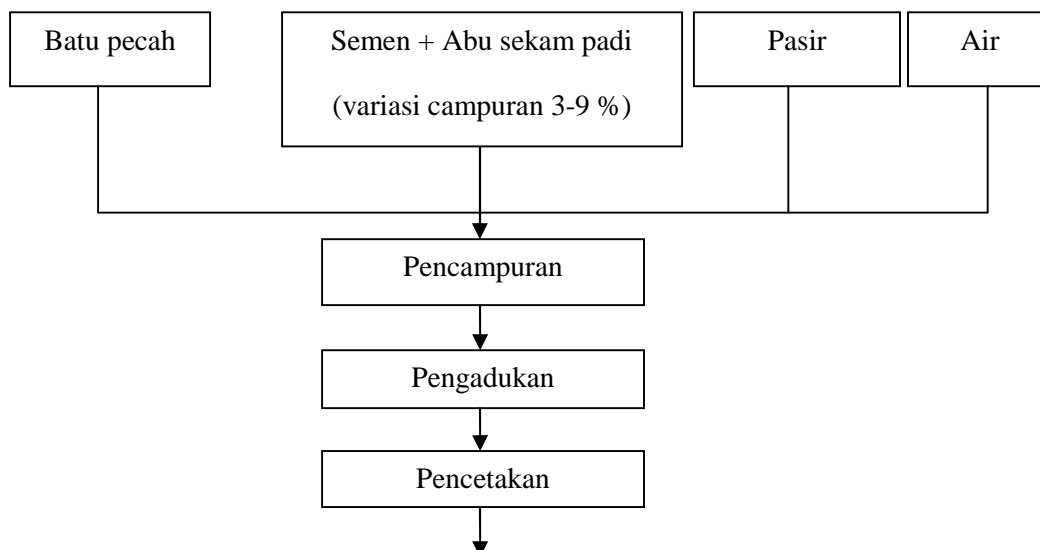
b. Tahap II, Pemeriksaan Bahan

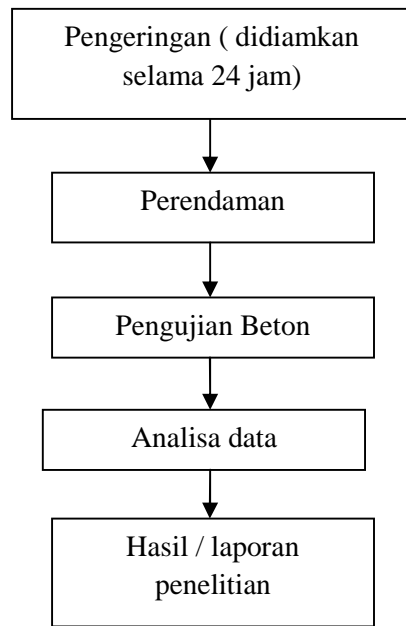
Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap bahan yang digunakan. Dari pemeriksaan-pemeriksaan tersebut dapat diketahui apakah bahan yang akan digunakan untuk penelitian tersebut memenuhi syarat atau tidak bila digunakan sebagai data rancangan campuran adukan beton. Tahap ini dilakukan pengujian terhadap :

1. Semen
2. Agregat halus (pasir)
3. Agregat kasar (batu pecah)
4. Abu sekam padi

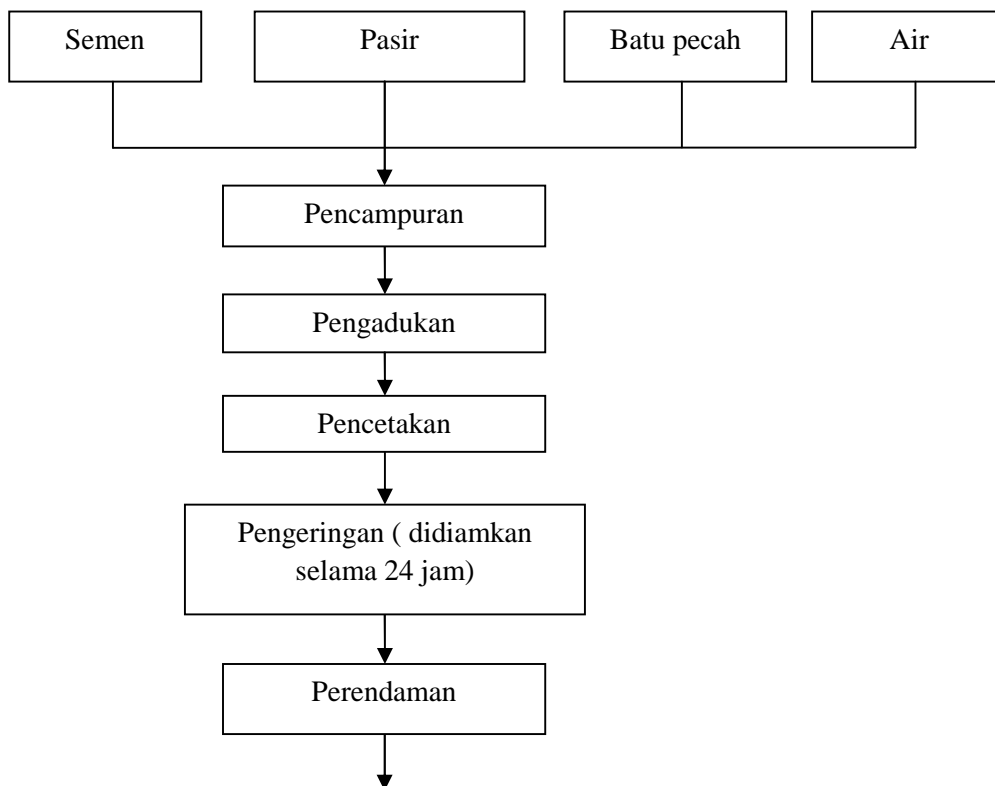
- c. Tahap III, pembuatan Mix design
 Pada tahap ini dilakukan pembuatan mix design dengan kuat tekan rencana 250 mpa. Hasil mix design tersebut dipakai untuk pembuatan benda uji silinder beton.
- d. Tahap IV, Pembuatan benda uji
 Pada tahap ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut :
 1. pembuatan benda uji.
 2. pengujian slump.
 3. perawatan benda uji.
- e. Tahap V, pengujian kuat tekan beton
 pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan cara mengamati perbandingan nilai kuat tekan beton dengan variasi penambahan abu sekam padi kedalam campuran adukan beton. Pengujian ini dilakukan di laboratrium bahan program studi teknik sipil fakultas teknik universitas HKBP Nommensen Medan.
- f. Tahap VI, Analisi data
 Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.
- g. Tahap VII, kesimpulan
 pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

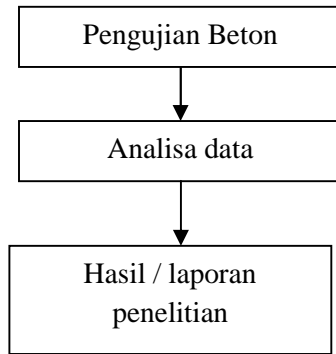
Gambar 3.1 Bagan Alir Pembuatan Beton Campuran Abu Sekam Padi





Gambar 3.2 Bagan Alir Pembuatan Beton Normal





3.5 Pengujian Bahan Dasar Beton

Pengujian bahan dasar beton sangat penting, hal ini untuk mengetahui kelayakan karakteristik bahan penyusun beton yang nantinya dipakai sebagai mix design dalam penentuan mutu beto. Pengujian bahan dasar beton dilakukan terhadap semen, agregat halus, agregat kasar, dan abu sekam padi.

3.5.1 Pengujian Kehalusan Semen

Kehalusan semen Portland adalah merupakan suatu faktor penting yang dapat mempengaruhi kecepatan reaksi antara partikel semen dengan air. Dengan semakin halus butiran semen Portland, maka reaksi hidrasi semen akan semakin cepat, karena hidrasi dimulai dari permukaan butir.

Untuk menentukan kehalusan semen maka dilakukan langkah langkah berikut

- a) Siapkan alat yang dipakai, timbang benda uji yang akan diperiksa
- b) Susun PAN yang paling bawah, diatas saringan No. 200 kemudian saringan No. 100 kemudian diletakkan diatas mesin penggetar dan dikunci lalu dihidupkan mesin penggetar dan dihidupkan selama 5 menit
- c) Setelah itu dikeluarkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan dengan kuas lalu di timbang dan dihitung

Perhitungan :

$$\text{Kehalusan (F)} = (A/B) \times 100\%$$

Dimana :

F = Kehalusan Semen Portland.

A = Berat Benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan No.100 dan No.200

B = Berat Benda uji semula.

3.5.2 Pengujian Kehalusan Abu sekam padi

Untuk menentukan kehalusan abu sekam padi dengan menggunakan saringan No.100 dan No. 200.

- a) Siapkan alat yang dipakai, timbang benda uji yang akan diperiksa.
- b) Susun PAN yang paling bawah, diatas saringan No. 200 kemudian saringan No. 100 kemudian diletakkan diatas mesin penggetar dan dikunci lalu dihidupkan mesin penggetar dan dihidupkan selama 5 menit.
- c) Setelah itu dikeluarkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan dengan kuas lalu di timbang.

Perhitungan

$$\text{Kehalusan (F)} = (A/B) \times 100\%$$

Dimana :

F = Kehalusan abu sekam padi

A = Berat Benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan No.100 dan No.200

B = Berat Benda uji semula

3.6 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton yang tepat dan sesuai dengan proporsi campuran adukan beton diperlukan untuk mendapatkan kualitas beton yang baik. Dalam penelitian ini digunakan rancangan campuran beton yang mengacu pada peraturan SK.SNI.T-15-1990-03. Kuat tekan ($f'c$) yang terjadi diharapkan memenuhi target 250 mpa.

Tabel 3.2 Hasil Perencanaan Campuran Beton (mix design)

No	Uraian	Tabel Grafik/	Nilai
----	--------	---------------	-------

		Perhitungan	
1	Kuat tekan yang direncanakan (benda uji silinder)	Ditetapkan	25 Mpa pada 28 hari bagian tak memenuhi syarat 5% ($k=1,64$)
2	Deviasi Standar	Diketahui	5,6 (cukup)
3	Nilai tambah (margin)		$1,64 \times 5,6 = 9,184$
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	$1 + 3$	$25 + 9,184 = 34,184$
5	Jenis semen	Ditetapkan	Semen Portland tipe 1
6	Jenis agregat : - kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	- halus	Ditetapkan	Alami
7	Faktor air semen :	Tabel 2, grafik 1	0,60 (ambil nilai yang terkecil)
8	- Cara 1	Ditetapkan	0,43
	- Cara 2	Ditetapkan	0,52
9	Faktor air semen dipakai		0,43
10	Slump	Ditetapkan	30 – 60 mm
11	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
12	Kadar air bebas	Tabel 3	170 kg/m ³
13	Kadar semen	Ditetapkan	$170 : 0,60 = 395,35$
14	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
15	Kadar semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
16	Faktor air semen yang disesuaikan	Tetap	0,43
17	Susunan besar butiran agregat halus	Ditetapkan	Daerah gradasi 2
18	Susunan agregat kasar	Table 7	

	atau gabungan					
19	Persen agregat halus	Grafik 13 sd 15			35 %	
20	Berat jenis relatif SSD				2,59 diketahui	
21	Berat isi beton	Grafik 16			2380 kg/m ³	
22	Kadar agregat gabungan	21-13-12			2380-395,35-170 = 1814,65 kg/m ³	
23	Kadar agregat halus	19 x 22			1814,65 x 35% = 635,1275	
24	Kadar agregat kasar	22 – 23			1814,65 – 635,1275 = 1179,5225	
25	Proporsi Campuran					
	Jumlah Bahan (Teoritis)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi SSD		Berat isi beton (Kg)
				Halus (kg)	Kasar (kg)	
	- Tiap m ³	395,35	170	635,1275	1179,5225	2380
	- Tiap benda uji 0,12 m ³	47,442	20,4	76,2153	141,5427	

(Sumber : Hasil Penelitian)

Didapat proporsi campuran dengan perbandingan :

S : A : AH : AK
1 : 0,4299 : 1,366 : 2,984

Penentuan Proporsi Campuran (Mix Design)

Menurut metode SNI 03-2834-1993

Pengecoran Silinder

Perhitungan Volume Pengecoran

1. Volume Silinder $= \frac{1}{4} \pi (d)^2 h$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Untuk 12 buah silinder

$$= 12 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 0,0636$$

Berat Isi Beton

$$= 2380 \text{ kg/m}^3$$

Berat 1 Silinder

$$= 2380 \times 0,0053$$

$$= 12,614 \text{ kg}$$

SF = 1,05 x 12,614

$$= 13,2447$$

Maka jumlah masing - masing berat material penyusun beton untuk 1 silinde:

Semen

$$= \frac{1}{(1+0,4299+1,366+2,984)} \times 13,2447 = 2,2915 \text{ kg}$$

Air

$$= \frac{0,4229}{(1+0,4299+1,366+2,984)} \times 13,2447 = 0,9851 \text{ kg}$$

Agregat Halus

$$= \frac{1,366}{(1+0,4299+1,366+2,984)} \times 13,2447 = 3,13 \text{ kg}$$

Agregat Kasar

$$= \frac{2,984}{(1+0,4299+1,366+2,984)} \times 13,2447 = \frac{6,8381}{\text{kg}} +$$

$$= 13,2447 \text{ kg}$$

Jadi jumlah masing-masing berat material penyusun beton untuk 12 silinder :

Semen

$$= 2,2915 \times 12 \text{ kg} = 27,498 \text{ kg}$$

Air

$$= 0,9851 \times 12 \text{ kg} = 11,812 \text{ kg}$$

Agregat Halus

$$= 3,13 \times 12 \text{ kg} = 37,56 \text{ kg}$$

Agregat Kasar

$$= 6,8381 \times 12 \text{ kg} = \frac{82,0572}{\text{kg}} +$$

$$= 158,9364 \text{ kg}$$

3.7 Perhitungan Jumlah Abu Sekam Padi Yang Dibutuhkan :

Berat Semen 1 Silinder = 2,2915

Jumlah Benda Uji pada Masing – masing Variasi penambahan abu = 12 buah

Jumlah Abu sekam padi yang dibutuhkan untuk campuran beton Dengan Variasi penambahan 0%, 3%, 6%, Dan 9% dari Berat Semen.

$$\begin{aligned}
 0\% &= 12 \times 2,915 \times 0 &= 0 & \text{ kg} \\
 3\% &= 12 \times 2,915 \times 0,03 &= 0,82494 & \text{ kg} \\
 6\% &= 12 \times 2,915 \times 0,06 &= 1,64988 & \text{ kg} \\
 9\% &= 12 \times 2,915 \times 0,09 &= 2,47482 & \text{ kg} \quad + \\
 \text{Total} & &= 4,94964 & \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.3 Pembuatan Benda Uji 12 Silinder

No	Semen (Kg)	Air (Kg)	Pasir (Kg)	Batu (Kg)	Abu Sekam Padi (Kg)				Berat Total (Kg/m ³)
					0%	3%	6%	9%	
1	27,498	11,82	37,56	82,05	0				158,9364
2						0,82494			159,76134
3							1,64988		160,58628
4						12			2,47482

(Sumber : Hasil Penelitian)

3.8 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- menyiapkan dan menimbang bahan-bahan campuran adukan beton sesuai dengan rancangan campuran adukan beton (mix design)
- mencampur dan mengaduk bahan-bahan campuran beton tersebut sampai benar benar homogen.
- Memasukkan adukan ke dalam cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm hingga penuh sambil diadatkan
- Setelah cetakan penuh dan padat, permukaannya diratakan dan diberi kode benda uji diatasnya, kemudian ditingkatkan selama 24 jam
- Bekisting atau cetakan dapat dibuka apabila benda uji telah berumur satu hari

3.9 Pengujian Nilai Slump

Slump beton adalah kekentalan (viscosity) plastisitas dan kohesif dari beton segar. Menurut SK-SNI M-12-1989-F, cara pengujian nilai slump adalah sebagai berikut :

- a) Membasahi cetakan dan pelat.
- b) Meletakkan cetakan diatas pelat dengan kokoh.
- c) Mengisi cetakan sampai penuh dengan 3 lapisan, tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan, kemudian setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata.
- d) Setelah selesai penusukan, meratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan menyingkirkan semua sisa benda uji yang ada disekitar cetakan.
- e) Mengangkat cetakan perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- f) Mengukur slump yang terjadi.

3.10 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh alat uji tekan. Peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan uji kuat tekan beton menurut SNI 03-1974-1990.

- a) Cetakan silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm.
- b) Tongkat pemadat terbuat dari baja yang bersih dan bebas karat, berdiameter 16 mm. panjang 600 mm.
- c) dan ujungnya dibulatkan.
- d) Mesin pengaduk (mixer).
- e) Timbangan.
- f) Mesin uji tekan (compression testing machine).
- g) Sendok cekung.
- h) Sarung tangan.

Untuk keperluan uji kuat tekan beton, perlu dipersiapkan adukan beton dengan volume 10% lebih banyak daripada volume yang dibutuhkan. Pengadukan campuran beton dapat dilakukan dengan mesin (mixer) ataupun secara manual dengan tangan. Perlu dicatat bahwa pengadukan dengan tangan akan menyebabkan hasil pekerjaan kurang baik. Menurut SNI 03-

2493-1991, pengadukan secara manual hanya diperbolehkan maksimal 7 liter adukan setiap kali dilakukan pengadukan.

Untuk membuat benda uji kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan perlakuan beton segar sebagai berikut:

- a) Mengisi cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, yang setiap lapisnya dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata.
- b) Meratakan permukaan beton.
- c) Menutup permukaan benda uji dengan bahan kedap air dan biarkan selama 24 jam.
- d) Membuka cetakan dan keluarkan benda uji.
- e) Merendam dalam bak perendam berisi air.

Pada tahapan persiapan pengujian, benda uji harus diperlakukan sebagai berikut:

- a) Mengambil benda uji dari bak perendam.
- b) Membersihkan kotoran yang menempel dengan kain basah.
- c) Menentukan berat dan ukuran benda uji.
- d) Melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang (capping) dengan cara sebagai berikut :
 - 1) Melelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh yang dinding dalamnya telah dilapisi tipis dengan lemak.
 - 2) Meletakkan benda uji tegak lurus pada cetakan.
 - 3) Angkat benda uji dari cetakan lalu angn-anginkan.
- e) benda uji siap diperiksa.



Gambar pelaksanaan uji kuat tekan beton

Pelaksanaan Uji Tekan Beton Setelah benda uji siap, prosedur pengujian dapat mulai dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
- 2) Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per-detik.
Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur.
- 3) Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- 4) Menggambar/mendokumentasikan bentuk kerusakan benda uji.
- 5) Mencatat keadaan benda uji.
- 6) Menghitung kuat tekan beton, yaitu besarnya beban persatuan luas.