

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan bahan yang sangat populer di dunia konstruksi terutama dalam pembuatan struktur bangunan karena sifat beton yang mudah dibentuk dan material beton yang mudah didapatkan.

Berdasarkan SNI-03-2847-2002 definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat.

Menurut Tjokromuljo (1996), beton merupakan hasil pencampuran *portland cement*, air dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah, *fiber*, sampai bahan buangan non kimia. Sifat-sifat beton pada umumnya diperengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan dan cara perawatannya.

Menurut Nawy (1998) ada beberapa parameter yang dapat menentukan kekuatan beton, yaitu:

1. kualitas semen,
2. proporsi semen terhadap air dalam campuran,
3. kekuatan dan kebersihan agregat,
4. interaksi atau adhesi antara pasta semen dan agregat,
5. pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,

6. penempatan yang benar, penyelesaian dan kompaksi beton segar,
7. perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 500 F pada saat beton hendak mencapai kekuatannya,
8. kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1% untuk beton berlindung.

Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai keunggulan dan kelemahan
keunggulan beton antara lain:

1. harganya relatif murah,
2. mampu memikul beban yang berat,
3. mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi,
4. biaya pemeliharaan/perawatannya kecil.

Kelemahan beton antara lain:

1. beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan,
2. beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton,
3. bentuk yang telah dibuat sulit diubah,
4. berat,
5. daya pantul suara yang besar,
6. pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

2.2. Bahan Penyusun Beton

2.2.1. Semen Portland

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, terutama semen yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI, 1982). Semen merupakan bahan perekat yang berfungsi mengikat antara suatu massa yang padat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat.

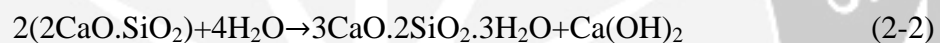
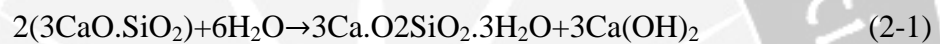
Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lainnya (Tjokrodimuljo, 1992).

Semen *portland* di Indonesia (PUBI-1982) dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan penggunaannya. Jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut ini.

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lain.
2. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

4. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.
5. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi terhadap sulfat (Tjokrodimuljo, 1992).

Semen tidak dapat bereaksi tanpa adanya air sebagai pereaksinya. Menurut Tjokrodimuljo (2003), semen dan air termasuk dalam bahan perekat dimana setelah dicampurkan mengalami reaksi kimia menjadi pasta dan dalam beberapa jam mulai merekat dan dalam beberapa hari menjadi keras. Reaksi kimia antara semen dan air dapat dilihat pada persamaan (2-1) dan (2-2)



Keterangan:

CaO.SiO ₂	= Unsur dalam semen (kalsium <i>silikat</i>)
H ₂ O	= Air
CaO.SiO ₂ .H ₂ O	= <i>Calcium Silicate Hidrat</i> , hasil utama hidrasi
Ca(OH) ₂	= Kapur bebas, hasil sampingan hidrasi

2.2.2. Agregat Kasar

Agregat Kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butir besar (antara 5 mm hingga 40 mm). Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek perusak lainnya. Agregat adalah butiran mineral alamani yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan harus bersih dari bahan organik, serta harus memiliki ikatan yang baik dengan semen (Tjokrodimuljo, 2007).

Batasan-batas gradasi agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Batas-batas agregat kasar

Ukuran saringan (mm)	Persentase lolos (%)		
	Gradasi agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100		
38	95-100	100	
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

(Sumber: Mulyono, 2005)

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar menurut spesifikasi bahan bangunan bagian A (SK SNI S-04-1989-F) adalah sebagai berikut:

1. butir keras dan tidak berpori,
2. jumlah butir pipih dan panjang dapat dipakai jika kurang dari 20% berat keseluruhan,
3. bersifat kekal,
4. tidak mengandung zat-zat alkali,
5. kandungan lumpur kurang dari 1%,
6. ukuran butir beraneka ragam.

2.2.3. Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Walau hanya bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat

berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian terpenting dalam pembuatan beton (Tjokrodimuljo, 1992).

Menurut Mulyono (2005) Agregat halus adalah agregat dengan ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat halus dapat berupa pasir alam (hasil pembentukan alami dari batuan-batuan) atau pasir buatan (dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu). Fungsi utama agregat halus dalam campuran beton adalah mengisi ruang antara butiran agregat kasar. Batas-batas gradasi agregat halus dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Batas-batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	101	102	103
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	11-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : Mulyono, 2005)

2.2.4. Air

Air adalah bahan yang diperlukan pada campuran beton agar bereaksi dengan semen dan menjadi pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang dibutuhkan untuk mereaksi semen hanya sekitar 30% dari berat semen (Tjokodimuljo, 1992).

Syarat air yang baik untuk dapat bereaksi dalam pembuatan beton menurut PUBLI 1982 adalah :

1. air harus bersih,
2. tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata,
3. tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lit,
4. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 5 gr/lit.

2.2.5. Abu Batu

Abu batu merupakan hasil sampingan dari produksi batu pecah. Abu batu merupakan abu yang mengandung banyak silika, alumina dan mengandung senyawa alkali, besi, kapur walaupun dalam kadar yang rendah. Dari setiap daerah, komposisi abu batu digunakan dalam adukan beton terutama untuk memperbaiki sifat dari beton. Pemakaian abu batu dapat menghemat pemakaian semen. Abu batu mengandung senyawa silika yang sangat halus yang bersifat amorf sehingga mampu mengeras bila dicampur dengan semen. Senyawa yang terjadi antara silika amorf dan kapur adalah senyawa kalsium silikat yang sukar larut dalam air. Kemampuan pengerasan dari abu batu karena adanya bagian-bagian silika amorf yang halus. (sumber : Wikipedia)

2.3. Beberapa Penelitian Mengenai Topik Filler

Trinugroho dan Widjaya (2012) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Bahan Tambah *Filler* Abu Ampas Tebu dan Abu Arang *Briket* dengan FAS 0,4 Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. Perancangan adukan beton menggunakan rancangan SK.SNI.T-15-1990-03, variasi bahan tambah abu ampas tebu sebesar 7,5%, 10%, 12,5% dari berat semen. Dari hasil pengujian kuat tekan optimum diperoleh pada variasi abu ampas tebu 12,5% dan abu arang *briket* 10% adalah 39,046 MPa dengan hasil peningkatan 27,78% dari kuat tekan beton normal dan dari pengujian kuat tarik rata-rata optimum diperoleh pada variasi abu ampas tebu 7,5% dan abu arang *briket* 12,5%, sebesar 14,70% dari kuat tarik beton normal. Berdasarkan pengujian kuat tekan dan tarik untuk silinder beton, semakin besar presentase abu *briket* dan abu ampas tebu pada adukan beton maka nilai slump semakin kecil. Berat jenis beton akan menurun seiring dengan penambahan abu arang *briket* dan abu ampas tebu.

Hardagung dkk. (2014) melakukan penelitian dengan judul Kajian Nilai *Slump*, Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Bahan Tambah *Filler* Abu Batu Paras. Dari hasil penelitian tersebut kuat tekan pada umur 28 hari dengan variasi penambahan *filler* 0 %, 5 %, 10%, 15%, 20% dari berat semen didapatkan 38,46 MPa, 40,54 MPa, 31,68 MPa, 26,77 MPa, 21,31 MPa. Dapat dilihat bahwa kuat tekan mengalami kenaikan sampai variasi penambahan *filler* abu batu Paras sebesar 5% dari berat semen. Pada pengujian modulus elastisitas diperoleh 24867,33 MPa, 27438,00 MPa, 22450,33 MPa, 20048,00 MPa, 17960,67 MPa. Dari penelitian diperoleh nilai slump pada

variasi penambahan *filler* 5% dari berat semen masih masuk dalam *slump* yang direncanakan yaitu, *slump* yang direncanakan untuk pekerjaan pembeconan plat, balok, kolom dan dinding dengan nilai 7,50 cm sampai dengan 15,00 cm.

Widodo dkk. (2006) melakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Produksi *Self-Compacting Concrete* dengan variasi penambahan *filler* (limbah abu batu) 0%, 12,5%, 25%, dan 37,5% dari berat semen yang diperlukan dan penambahan *hyperplasticizer*. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton pada umur 56 hari. Pada penggunaan abu batu dengan cara penambahan terlihat kuat tekan beton meningkat sampai kadar optimum sebesar 25% kemudian menurun lagi, sedangkan pada pemanfaatan abu batu sebagai bahan substitusi semen dapat diketahui bahwa terjadi penurunan tekan beton saat dilakukan substitusi semen dengan abu batu, semakin besar kadar substitusi semakin kecil kuat tekan beton. Peningkatan kuat tekan beton SCC dalam kasus penambahan abu dapat terjadi karena abu batu yang berukuran sangat kecil (lolos saringan 0,075mm) mampu berperan sebagai *filler* yang mengisi kekosongan rongga-rongga yang terdapat di antara agregat dan pasta semen, sehingga beton keras yang dihasilkan dapat membentuk massa yang lebih kompak dan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi.

Wikana dan Wantutrianus (2014) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Pemakaian *Fly Ash* dan Abu batu Sebagai Pengganti Sebagian Semen pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Dari hasil pengujian nilai kuat tekan beton semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya persentase *fly ash* sampai 22,5% dan abu batu 12,5%. Pemakaian *fly ash* 22,5% dan abu batu 12,5%

sebagai pengganti semen pada adukan campuran beton menghasilkan kuat tekan 48,30 MPa. Adapun penggantian semen dengan *fly ash* di atas 22,5% kuat tekan beton mengalami penurunan.

Siregar (2014) melakukan penelitian dengan judul Kajian Penambahan Metakaolin Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Pada Beton Mutu Tinggi dengan *Silica Fume*, *Superplasticizer* dan *Filler* Pasir Kwarsa. Dari hasil penelitian tersebut kuat tekan pada umur 28 hari dengan penambahan variasi kadar metakaolin sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% serta penambahan *silica fume* 10%, *Superplasticizer* 2% dan *filler* pasir kwarsa *mesh* 200 sebanyak 10% dan dari berat semen didapatkan 37,6547 MPa, 35,9104 MPa, 58,6384 MPa, 34,9274 MPa, 48,8576 MPa, 49,0534 MPa, sehingga beton dengan campuran tambahan metakaolin 10% memiliki kuat tekan terbesar. Nilai modulus elastisitas rata-rata pada umur 28 hari untuk BMT, BMTM 5%, BMTM 10%, BMTM 15%, BMTM 20%, BMTM 25% berturut-turut adalah 32.030,67 MPa, 30.147,33 MPa, 28.869,33 MPa, 27.755 MPa, 27.227,67 MPa, dan 33.878,67 MPa. Dapat dilihat bahwa modulus elastisitas beton umur 28 hari tertinggi adalah dengan penambahan metakaolin 25% yaitu BMTM 25%. Sedangkan untuk berat jenis metakalaolin meningkatkan berat jenis beton 2.4392, 2.4249, 2,3682, 2,2926, 2,4337, 2,4511.

Setiawan (2015) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Komposisi Glenium Ace 8590 dengan *Fly Ash* dan *Filler* Pasir Kuarsa Terhadap Sifat Mekanik Beton Mutu Tinggi. Dari hasil penelitian tersebut kuat tekan pada umur 28 hari dengan variasi kadar Glenium 8590 0 %, 0,5 %, 1%, 1,5% serta

penambahan *filler* pasir kuarsa dan *fly ash* 10 % dari berat semen. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada 7 hari BN, BG 0,5%, BG 1%, BG 1,5% mengalami kenaikan berturut-turut 28,5437 MPa, 38,2489 MPa, 42,3262 MPa, 44,2765 MPa, sehingga beton dengan campuran tambahan Glenium 1,5% memiliki kuat tekan terbesar. Pengujian tarik belah diperoleh 2,9427 MPa, 4,2457 MPa, 3,4805 MPa, 4,4461 MPa. Nilai modulus elastisitas beton rerata berturut-turut 26168,753 MPa, 32567,053 MPa, 44080,386 MPa, dan 39133,548 MPa.

Danasi (2014) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Pada Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi dengan *Silica Fume*, *Superplasticizer* dan *Filler* Pasir Kuarsa. Dari hasil penelitian pada umur 28 hari dengan variasi (*fly ash*) 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, dan 25 % dari berat semen serta penambahan Kadar *filler* pasir kuarsa dan *Superplasticizer* 10 % dari berat semen diperoleh nilai kuat tekan 37,69 MPa, 75,06 MPa, 64,30 MPa, 60,92 MPa, 58,32 MPa, 66,11 MPa. Kekuatan beton tertinggi pada saat umur beton 28 hari terjadi pada variasi *fly ash* 5% dengan kuat tekan beton rerata sebesar 75,06 MPa yang meningkatkan kuat tekan beton hingga 99,15% dari beton tanpa *fly ash*. Sedangkan pengujian modulus elastisitas beton rerata 32059,9294 MPa, 36204,1322 MPa, 35510,8152 MPa, 34969,4492 MPa, 33276,9639 MPa, 36893,6286 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi terjadi pada variasi *fly ash* 25% sebesar 36893,6286 MPa yang meningkatkan nilai modulus elastisitas hingga 15,08% dari beton tanpa *fly ash*.

Mahanani (2015) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus dan Sebagai *Filler* Terhadap Sifat Mekanik Beton Dengan Tambahkan *Superplasticizer*. Dari hasil penelitian pada umur 28 hari dengan variasi butiran kaca 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, penambahan *filler* serbuk kaca 10%, dan superplasticizer 1% dari berat semen, diperoleh nilai kuat tekan 34,99 MPa, 39,18 MPa, 38,59 MPa, 37,49 MPa, 34,92 MPa, untuk rerata nilai pengujian modulus elastisitas 27205,57, 33051,62, 27784,34 26080,14, 23965,83, sedangkan pengujian kuat tarik belah didapatkan 3,43 MPa, 4,04 MPa, 3,87 MPa, 3,27 MPa, 2,70 MPa dan pengujian penyerapan air pada beton dapat dilihat bahwa nilai penyerapan air terhadap beton serbuk kaca mengalami kenaikan dibanding dengan beton normal tanpa substitusi serbuk kaca, sehingga diperoleh nilai kenaikan tertinggi pada beton 10% substitusi serbuk kaca.

Wijaya (2015) melakukan penelitian tentang “Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus dan Sebagai *Filler* Terhadap Sifat Mekanik Beton”. Dari hasil penelitian pada umur 28 hari dengan variasi butiran kaca sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%, penambah limbah serbuk kaca sebagai pengisi 3% dari berat diperoleh nilai kuat tekan 14,55 MPa, 30,35 MPa, 20,44 MPa, 34,79 MPa, 23,47 MPa.