

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Beton

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara dan kadang-kadang campuran tambahan lainnya. Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam perancah dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen dan air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kuat tekan yang tinggi dan ketahanan terhadap tarik rendah (Nawy, 1990:3-4).

Menurut Dr. Ir. F.X Supartono, DEA (2001), secara umum ada tiga aspek utama yang menentukan kekuatan beton, yaitu:

1. Kekuatan pasta semen.
2. Kualitas agregat yang digunakan.
3. Daya lekat antara pasta semen dengan agregat.

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh peraturan dari perbandingan air, agregat kasar dan agregat halus serta berbagai jenis campuran. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah f.a.s semakin tinggi kuat tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi didalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan (mudah beton untuk dicor) akan tetapi menurunkan kekuatan, suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan *slump* (Chu Kia Wang, 1993).

2.2 Material Penyusun Beton

1. Semen Portland (PC)

Semen merupakan bahan perekat bagi bahan-bahan penyusun beton yang menduduki peran penting dalam pembentukan beton. Semen yang digunakan untuk campuran adukan beton adalah semen portland. Semen portland merupakan bahan hidrolik yang dihasilkan dengan cara pembakaran bahan-bahan dasar yang terdiri dari batu kapur (CaO), tanah geluh atau serpih yang mengandung silica

oksida (SiO_2), alumina oksida (Al_2O_3) dan besi oksida (Fe_2O_3), disamping itu ada bahan-bahan tambahan lainnya yang sesuai dengan semen yang diinginkan. Campuran dari bahan tersebut selanjutnya dibakar dalam tanur baker dengan temperatur 1300°C - 1400°C hingga menjadi butiran (*clinker*). Kemudian, butiran tersebut digiling secara mekanis sambil ditambahkan dengan gips tak terbakar dengan fungsi sebagai pengontrol waktu ikat. Hasilnya berbentuk tepung kering yang dimasukkan dalam kantong-kantong semen yang berat umumnya 40 kg-50 kg.

Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang diperlukan waktu proses hidrasi berlangsung. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25% dari berat semennya, penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan setelah mengeras. Kelebihan air yang diperlukan untuk proses hidrasi pada umumnya memang diperlukan pada pembuatan beton, agar adukan beton dapat dicampur dengan baik, diangkut dengan mudah dan dapat dicetak tanpa rongga-rongga yang besar (tidak keropos). Akan tetapi, hendaknya selalu diusahakan jumlah air sesedikit mungkin agar kekuatan beton tidak terlalu rendah. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh besarnya pori-pori pada beton. Kelebihan air akan mengakibatkan beton berpori banyak sehingga hasil kurang kuat dan juga lebih *porous* (berpori) (Tjokrodimulyo, 1996).

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa tipe semen yang sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut:

- a. Jenis I adalah semua semen portland untuk tujuan umum, biasa tidak memerlukan sifat-sifat khusus misalnya, gedung, trotoar, jembatan dan lain-lain.
- b. Jenis II adalah semen portland yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang dan ketahanan terhadap sulfat lebih baik, penggunaannya pada pir (tembok di laut dermaga), dinding tahan tanah tebal dan lain-lain.
- c. Jenis III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan dicapai umumnya dalam satu minggu. Umumnya dipakai ketika acuan harus dibongkar

secepat mungkin atau ketika struktur harus cepat dipakai.

- d. Jenis IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah. Dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan massif seperti bendungan grafitasi yang besar. Pertumbuhannya lebih lambat daripada kelas I.
- e. Jenis V adalah semen portland tahan sulfat, dipakai untuk beton dimana menghadapi aksi sulfat yang panas. Umumnya dimana tanah atau air tanah mengandung kandungan sulfat yang tinggi (Tjokrodimulyo, 1995).

2. Air

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam dunia konstruksi, berbagai kegunaan dari air misalnya untuk pembuatan beton, pemadatan kapur, perawatan beton, dan sebagai campuran untuk adukan pasangan dan plesteran. Di dalam adukan beton, air mempunyai dua fungsi, yaitu untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan antara pasta semen dengan agregat pada saat berlangsungnya pengerasan dan sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar mudah dalam proses pencetakan beton. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung lumpur dan senyawa-senyawa yang berbahaya misalnya sulfat, klorida, garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, apabila dipakai untuk campuran adukan beton akan sangat menurunkan kekuatan beton dan dapat mengubah sifat semen.

Jumlah air yang dipakai untuk produksi beton harus diusahakan secermat-cermatnya dan setepat-tepatnya dengan sudah memperhitungkan semua koreksi yang perlu dilakukan akibat kadar air dan kemampuan penyerapan yang berbeda yang dikandung agregat di lapangan (Dr. Ir. F.X. Supartono, DEA, 2001).

3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-

sifat beton sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton. Agregat terdiri dari dua jenis yaitu:

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 5 mm atau bahan batuan yang berukuran kecil (0,15 - 5 mm). Agregat halus dapat berasal dari pelapukan alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau merupakan pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah beton (*artificial sand*).

Menurut Dr. Ir. F.X Supartono, DEA (2001) agregat halus paling tidak harus memenuhi persyaratan:

- 1) Keras dan tidak mudah lapuk.
- 2) Berbentuk cenderung bulat.
- 3) Bersih dari lumpur.
- 4) Tekstur halus (*smooth texture*).
- 5) Modulus kehalusan yang memadai.
- 6) Gradasi yang baik, teratur (diambil dari sumber material yang sama) dan memenuhi syarat seperti Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan(mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
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	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: (SNI 03-2834-1993)

- 8) Keausan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin Los Angeles dengan syarat-syarat tertentu.
- 9) Agregat kasar terdiri dari butir-butir beraneka ragam besarnya dan tidak melewati saringan 4,75 mm.
- 10) Agregat kasar juga harus memenuhi persyaratan gradasi agregat kasar yang telah ditentukan, persyaratan gradasi agregat kasar tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19,6	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber: (SNI 03-2834-1993)

2.3 Bahan Tambah *Conplast SP420*

SP420 adalah *Conplast* klorida aditif bebas yang mempertahankan *workability* dan didasarkan pada polimer organik yang dipilih. *Conplast SP420* merupakan partikel halus yang tersebar di dalam campuran beton, sehingga pekerjaan beton lebih efektif dan berfungsi untuk meningkatkan mutu beton dengan mengurangi kadar air tanpa harus mempersulit *workability*, dapat meninggikan nilai *slump* dan membuat beton tahan air.

Bahan campuran tambahan (*admixture*) adalah bahan yang bukan air, agregat, maupun semen yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pengerjaan tertentu, ekonomis, atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi (Nawy, 1990).

Dosis *Conplast SP420* yang ditentukan berkisar antara 0,35-1ltr/100 kg semen

dan berdasarkan persentase dari kebutuhan air yang dipakai di dalam campuran. Karena bentuknya cairan, maka dalam pencampurannya dilakukan bersamaan pada saat dimasukkan air ke dalam adukan beton. Dosis yang digunakan adalah 0,2lt, 0,4lt, 0,6lt, 0,8lt, 1lt, 2lt dari 100 kg semen.

2.4 Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik (Tjokrodimulyo, 1995). Kekuatan tekan beton dapat mencapai 1000 kg/cm² atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200kg/cm² sampai 500kg/cm². Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm².

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

σ = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

2.5 *Workability*

Workability sulit untuk didefinisikan dengan tepat, namun sering diartikan sebagai tingkat kemudahan pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton, makin banyak air yang dipakai, makin mudah beton segar itu dikerjakan. Tetapi pemakaian air juga tidak boleh terlalu berlebihan.
2. Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan betonnya, karena pasti juga diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil, jika campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butiran yang bulat memudahkan cara pengerjaan.
5. Pemakaian butiran maksimum kerikil yang dipakai berpengaruh terhadap cara pengerjaan.
6. Cara pemadatan beton menentukan sifat pekerjaan yang berbeda.
7. Selain itu, beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah kadar udara yang terdapat di dalam beton dan penggunaan bahan tambah dalam campuran beton.

2.6 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen maka kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat tekan maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2003). Perbandingan FAS dengan kondisi terdapat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Faktor Air Semen Untuk Setiap Kondisi Lingkungan

	Kondisi Lingkungan		
	Kondisi Normal	Basah Kering Berganti-Ganti	Dibawah pengaruh sulfat/air laut
Koreksi langsing atau yang hanya mempunyai penutup tulangan kurang dari 25 mm	0,53	0,49	0,40
Struktur dinding penahan tanah, pilar, balok, abutmen	*	0,53	0,44
Beton tertanam dalam pilar, balok, kolom	-	0,44	0,44
Struktur lantai beton diatas tanah	*	-	-
Beton yang terlindung dari perubahan udara (konstruksi interior bangunan)	*	-	-

* Rasio air semen ditentukan berdasarkan persyaratan kekuatan tekan rencana

Sumber: (Tim Penyusun Beton, 1999)

Dengan demikian, semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat tekan betonnya, walaupun apabila dilihat dari rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekan beton, tetapi nilai f_{as} yang rendah akan menyulitkan pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat. Dapat disimpulkan bahwa hamper untuk semua tujuan beton yang mempunyai f_{as} minimal dan cukup untuk memberikan workability tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang baik.

Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, faktor air semen dapat diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen dan additive cementious yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi (Supartono, 1998). Pada beton mutu tinggi nilai faktor air semen ada dalam rentang 0,2 – 0,5 (ACI 211.1 .89).

Nilai faktor air semen pada mutu beton tinggi termasuk berat air yang terkandung dalam agregat. Faktor air semen pada kondisi agregat kering oven.

2.7 Nilai *Slump*

Slump merupakan tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. *Slump* merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai *workability* tinggi). Nilai *slump* berbagai macam struktur diperlihatkan pada Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Nilai *Slump* Untuk Berbagai Macam Struktur

URAIAN	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi di bawah tanah	80	25
Pelat, balok, kolom dan dinding	100	25
Perkerasan Jalan	80	25
Pembetonan Missal	50	25

Sumber: (Tjokrodimulyo, 1992)

2.8 Jumlah dan Identitas Benda Uji

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah berbentuk kubus 15 x15 x15 cm. Sampel diuji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Jumlah sampel sebanyak 84 sampel, terdiri dari 7 variasi dan dibagi menjadi 2 model, model 1 yaitu beton yang mempertahankan nilai *slump* yang ditetapkan yaitu sekitar 30-60 mm dan model 2 yaitu beton yang tidak mempertahankan nilai *slump* seperti pada Tabel 2.5 berikut :

Tabel. 2.5 Campuran Beton dengan Bahan Tambah *Conplast SP420*

No	Kode Benda Uji	<i>Conplast SP420</i> (ltr)	Umur Pengujian (Hari)				Jumlah Sampel (Buah)
			3	7	14	28	
1	BN	-	3	3	3	3	12
Model 1							
2	BC 0,2	0,2	3	3	3	3	12
3	BC 0,4	0,4	3	3	3	3	12
4	BC 0,6	0,6	3	3	3	3	12
5	BC 0,8	0,8	3	3	3	3	12
Model 2							
6	BC-1	1	3	3	3	3	12
7	BC-2	2	3	3	3	3	12
TOTAL							84

Keterangan:

BN : Beton normal.

Model 1 (Beton Yang Mempertahankan Nilai Slump)

BC-0,2 : Beton dengan kadar *Conplast SP420* 0,2ltr dari 100 kg semen.

BC-0,4 : Beton dengan kadar *Conplast SP420* 0,4ltr dari 100 kg semen.

BC-0,6 : Beton dengan kadar *Conplast SP420* 0,6ltr dari 100 kg semen.

BC-0,8 : Beton dengan kadar *Conplast SP420* 0,8ltr dari 100 kg semen.

Model 2 (Beton Yang Tidak Mempertahankan Nilai Slump)

BC-1 : Beton dengan kadar *Conplast SP420* 1ltr dari 100 kg semen.

BC-2 : Beton dengan kadar *Conplast SP420* 2ltr dari 100 kg semen.

2.9 Regresi Polinomial

Regresi dilakukan untuk menentukan grafik pendekatan untuk mencari nilai optimum dari suatu data. Untuk kurva lengkung persamaannya dapat diturunkan dengan melakukan transformasi data asli ke bentuk lain yang sesuai. Analisis regresi *polynomial fungsi kuadrat* dilakukan untuk memperoleh suatu model regresi yang menggambarkan pengaruh antara satu variabel bebas (X) yaitu variasi kadar *additive Conplast SP420* dan satu variabel terikat (Y) yaitu nilai kuat tekan beton. Keselarasan model regresi dapat diterangkan dengan menggunakan R^2 semakin besar nilai tersebut maka model semakin baik. Nilai R^2 mempunyai karakteristik diantaranya selalu positif dan R^2 maksimal sebesar 1. Jika nilai R^2 sebesar 1 akan mempunyai arti kesesuaian yang sempurna. Sebaliknya jika R^2 sama dengan 0, maka tidak ada hubungan antara X dan Y.