BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Beton

Beton terbuat dari campuran homogen dengan perbandingan tertentu yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air serta dapat ditambahkan pula dengan bahan campuran tambahan lainnya jika dianggap perlu. Sebelum mengeras beton semula berbentuk seperti pasta/bubur sehingga memudahkan dalam pengerjaan dan pengangkutan. Setelah dituang dalam cetakan, beton harus dipadatkan agar setelah mengering dan terjadi pengerasan beton tidak terjadi keropos serta mempunyai karakteristik kekuatan dan keawetan seperti yang direncanakan.

Material ini telah digunakan sebagai bahan konstruksi sejak lama dan merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai bahan konstruksi karena berbagai keuntungannya. Nilai kekuatan setara dengan daya tahan beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, cuaca, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200 – 2500 kg/m^3 menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintregrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran terbesar 0,5 mm. Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintregrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah

batu dan mempunyai ukuran 5-40 mm. Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas.

2.1.1 **Semen**

Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah Semen Portland, berupa semen hidraulik yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton.

Semen Portland yang dipakai harus memenuhi syarat SII 0013-81 dan Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI), sementara Semen Portland Pozzolan harus memenuhi syarat SII0132-75. Ada beberapa tipe Semen Portland antara lain, Semen Portland tipe I, II, III, IV, V.

- Semen Portland tipe I adalah semen sebaguna yang digunakan pada pekerjaan konstruksi biasa.
- Semen Portland tipe II adalah semen modifikasi yang mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah daripada semen tipe I dan memiliki ketahanan terhadap sulfat yang cukup tinggi.
- Semen Portland tipe III adalah semen dengan kekuatan awal yang tinggi akan menghasilkan, dalam waktu 24 jam, beton dengan dua kali kekuatan semen tipe I. Semen jenis ini memiliki panas hidrasi yang lebih tinggi.
- Semen Portland tipe IV adalah semen dengan panas hidrasi yang rendah yang menghasilkan beton yang melepaskan panas dengan sangat lambat. Semen jenis ini digunakan untuk struktur-struktur beton yang sangat besar.
- Semen Portland tipe V adalah semen untuk beton-beton yang akan ditempatkan dilingkungan dengan konsentrasi sulfat yang tinggi.

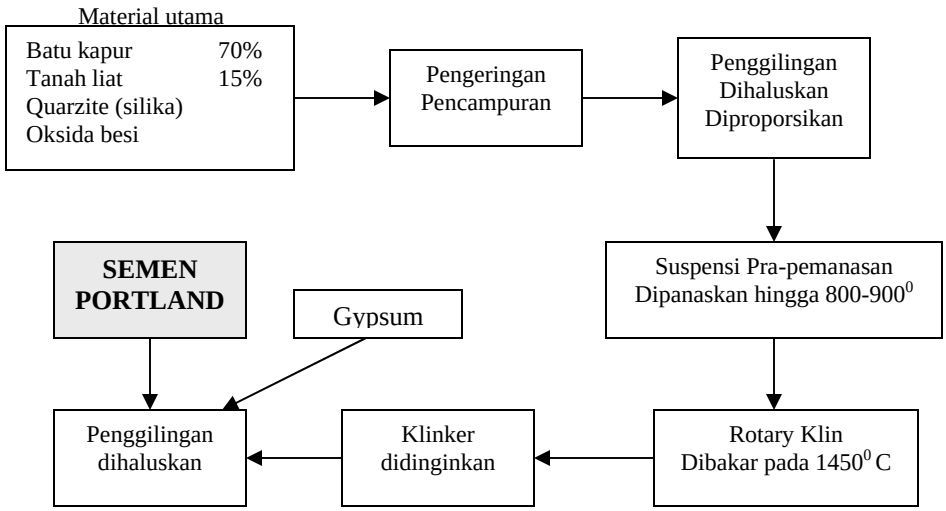
Semen Portland terutama mengandung kalsium dan almunium silika.

Empat senyawa dasar pembentuk semen Portland.

Nama senyawa	Rumus kimai	Singkatan dalam idustri	% berat dalam PC
Lime (kapur)	CaO	C	60 – 66
Alumina	(Al2O3)	A	3 – 8
Silica	(FeO2)	S	19 – 25
Iron (besi)	(SiO2)	F	1- 5

Proses pembuatan semen portland ditunjukkan pada gambar 2.1. secara detail proses tersebut meliputi ;

Bahan mentah dari *quarri* dihaluskan hingga dapat diaduk dengan rata. Gunungan batu dimasukkan ke dalam *crusher* dan mengalami penggilingan pertama menghasilkan batu menjadi sebesar 15 cm. kemudian batu dimasukkan kedalam *hammer mill* sehingga menghasilkan batu berukuran 7.5 cm. bahan mentah dicampur sehingga menghasilkan bahan mentah yang seragam komposisi kimianya. Bahan mentah dimasukkan ke dalam kiln dan dipanaskan hingga semua kelengasan keluar sebagai uap air. Bahan kering dipanaskan sampai temperatur dekarbonasi (pelepasan CO_2 dari material) dan kalsinasi (mengoksidasi material sebelum temperatur leleh), sekitar 800^0 C. kalsium terurai menjadi kalsium oksida dan CO_2 yang keluar sebagai gas.



Gambar 2.1 Proses pembuatan semen portland

2.1.2 Kapur

Kapur atau *hydraulic lime* merupakan material konstruksi tradisional yang merupakan perekat hidraulik utama yang digunakan pada mortar sebelum dikembangkannya semen portland pada tahun 1824. Bahan ini telah digunakan sejak lama setidaknya mulai dari zaman Romawi. Istilah hidraulik digunakan untuk menggambarkan bahan yang akan mengeras di dalam air akibat hidrasi kimia antara kalsiun hidroksida dengan alimuna yang menghasilkan senyawa-senyawa pembentuk kekuatan bahan ini.

Selain *hydraulic lime* (HL) dikenal juga *natural hydraulic lime* (NHL) yang merupakan bahan yang terdapat di alam yang mengandung kapur berlempung atau silika. HL maupun NHL sekarang telah diklasifikasikan menurut pertumbuhan kekuatan yang dicapai pada umur 28 hari seperti material yang berbahan dasar semen. BS EN 459-1:2001 mengidentifikasi 3 klasifikasi NHL dan HL seperti pada **Tabel 2.1**. dapat diketahui juga bahwa NHL dan HL akan terus mengalami pertambahan kekuatan setelah umur 28 hari yang biasa digunakan dalam standar.

Tabel 2.1 Klasifikasi NHL dan HL menurut BS EN 459-1:2001

Klasifikasi Hydraulic Lime	Kekuatan pada 7 hari (Mpa)	Kekuatan pada 28 hari (Mpa)
NHL 2, HL 2	-	≥2 to ≤7
NHL 3.5, HL 3.5	-	≥3.5 to ≤10
NHL 5, HL 5	-	≥5 to ≤15

Di Indonesia, cadangan kapur terdapat cukup bayak. Cadangan kapur di Jawa Barat menurut Dinas Pertambangan dan Energi adalah sebesar 1.22.400.323 m^3 yang tersebar di beberapa kabupaten di Jawa Barat, seperti Kabupaten Bandung, Kabupaten Majalengka, Kabupaten Cirebon, dan lain-lain. Kandungan kimia yang terdapat dalam **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Bahan Kapur

Parameter	Kadar (%)
Na_2O	0.095
Fe_2O_3	0.41
MgO	2.72
K_2O	0.32
CaO	50.84
Al_2O_3	0.682
SiO_2	0.00

Jenis kapur yang dipergunakan untuk percobaan ini adalah Kapur Tohor yakni kapur yang berasal dari pembakaran batuan kapur.

2.1.3 Agregat

Kandungan agregat dalam beton mencapai 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualiltas beton. Agregat terbagi atas agregat halus dan kasar. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintregrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran terbesar 0,5 mm. Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintregrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran 5-40 mm.

Agregat untuk beton harus memenuhi ketentuan dari “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” dalam SII 0052-80 , dan PBI 89 menyebutkan ASTM C330 tentang *“Standar specification for Concrete Agregate”*.

Untuk mencapai kekuatan beton yang baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan masanya, karena pada umumnya semakin keras massa agregat maka semakin tinggi kekuatan dan *durability*-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca). untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik. Disamping bahan agregat harus mempunyai kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali, dan tidak mengandung bagian-bagian kecil (< 70 micron) atau lumpur. Nilai kekuatan beton yang dicapai sangat ditentukan oleh mutu bahan agregat ini.

2.1.4 Air

Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang bersifat merusak beton. Air yang sebaiknya dipakai air tawar bersih yang bisa diminum. selain itu proporsi air yang digunakan akan mempengaruhi kekuatan beton dan proses pengerjaannya.

Peraturan penggunaan air dalam pembuatan beton terdapat dalam SNI-03-2847-2002 dalam pasal 5.4 ayat 1 s/d 3 mensyaratkan sebagai berikut :

1. *Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang meruksak yang mengandung oli, asam alkali, garam, dan bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.*

2. *Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam alumunium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan. [pasal 6.4 (1) SNI-03-2847-2002]*
3. *Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :*
    1) *Pemilihan proporsi campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama*
    2) *Hasil pengujian pada umur 7 hari dan 28 haru pada uji kubus uji mortar yang dibuat dari adukan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dari air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur yang dibuat dan diuji dengan "metoda uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis"*

2.2 Karakteristik material dalam proses pencampuran beton.

Dalam melakukan penelitian ini kita perlu mengetahui karakteristik dari kapur yang akan digunakan sebagai pengganti semen. Untuk mengetahui karakteristik kapur meliputi hal-hal sebagai berikut:

a. Menyiapkan kapur.
b. Ukuran awal kapur (yang ada di pasaran).
c. Ukuran kapur yang digunakan di laboraturium beton.

a. Menyiapkan kapur

Untuk mendapatkan kapur kita dapat mendapatkannya dengan mudah dipasaran.

b. Ukuran awal dari kapur.
c. Ukuran kapur yang ada di pasaran biasanya sudah berbentuk serbuk jadi tidak perlu melakukan penghalusan.
d. Ukuran kapur yang digunakan di laboraturium beton.

Kapur yang akan dipakai dalam penelitian ini tidak perlu dihaluskan terlebih dahulu, karena kapur yang dipakai untuk penelitian beton sudah berukuran mendekati ukuran semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton.

2.3 Sifat – Sifat Beton Segar

Ada beberapa sifat-sifat beton yang perlu diketahui secara detail antara lain: kemudahan pengerjaan / *workability* pada beton segar, homogenitas, kekuatan beton, keawetan beton, dan stabilitas bentuk beton.

Seperti yang telah diketahui sifat-sifat beton keras seperti : kekakuan *(strength),* stabilitas volume *(volume stability),* durabilitas *(durability)* sangat dipengaruhi oleh derajat pemadatan beton.

Oleh karena itu, beton segar harus mempunyai sifat-sifat konsistensi dan kelecakan yang sedemikian rupa agar beton dapat dipadatkan, diangkut, ditempatkan dan diselesaikan *(finishing)* dengan cukup mudah tanpa mengalami segregasi.

2.4 Kekuatan Beton

Kekuatan beton ditentukan dengan cara menghitung berapa beban maksimum yamg dapat dipikul oleh suatu penampang beton. Penentuan kemampuan menerima beban tarik, tekan

atau momen dilakukan dengan cara menguji benda uji yang berbentuk kubus atau silinder. Benda uji yang akan diperiksa harus direndam di dalam air hingga saat waktu pengujian, dan baru dapat diangkat dan dikeluarkan ketika akan dilakukan pengujian. Benda uji harus segera diuji setelah dikeluarkan dari bak perendaman.

Kekuatan merupakan sifat terpenting dari beton, meskipun demikian dalam beberapa hal sifat-sifat durabilitas/ketahanan, impermeabilitas/kekedapan, dan stabilitas volume lebih penting. Kekuatan beton merupakan parameter yang dapat memberikan gambaran secara umum mengenai kualitas beton itu sendiri, karena kekuatan berkaitan langsung dengan kondisi struktur dalam pasta semen.

Faktor utama yang berkaitan dengan kekuatan beton adalah porositas *(porosity)*, yaitu volume relatif pori-pori atau rongga dalam pasta semen. Faktor lain dapat berasal dari agregat yang dapat mengandung cacat dan dapat menjadi pemicu timbulnya retak pada bidang kontak antara agregat dan pasta semen. Perhitungan nilai aktual porositas dan retak sulit untuk dilakukan. Dari segi praktis, studi empiris (pendekatan) pada faktor-faktor / unsur-unsur yang mempunyai efek terhadap kekuatan beton lebih diperlukan.

2.4.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton

Sifat alami kekuatan beton merupakan hal yang kompleks, pada umumnya kekuatan beton ditentukan oleh perbandingan air semen yang digunakan. Campuran yang dibuat dengan perbandingan air-semen yang rendah mempunyai kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan beton yang dibuat dengan perbandingan air-semen tinggi. Karakteristik agregat juga memberikan pengaruh terhadap kekuatan beton. Keruntuhan dapat timbul pada

agregat maupun pada adukan ketika proses kehancuran akan terjadi pada agregatnya. Agregat yang bersih akan memberikan daya lekatan antara agregat dan semen yang lebih baik bila dibandingkan dengan agregat yang kurang bersih.

Pemeliharaan yang baik akan menyumbangkan kekuatan akhir yang baik, dengan demikian peran pelaksanaan pekerjaan juga sangat berperan dalam menciptakan beton yang berkualitas tinggi. Demikian juga halnya peralatan, dapat menunjang upaya pembuatan beton dengan kekuatan tinggi.

Keawetan beton akan berkurang apabila terjadi korosi pada tulangan, terjadi pengerutan, serangan kimiawi, pukulan / benturan pada beton serta tidak stabilnya agregat sehingga menimbulkan retakan pada beton. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah :

1. Faktor lingkungan
   - Kondisi beton tersebut akan ditempatkan
   - Temperature dan kelembaban
   - Gas-gas hasil pembuangan pabrik seperti CO2, CO3
   - Kimiawi seperti, sulfat dalam air tanah, air laut, air asam, alkali
2. Faktor komposisi dari bahan pembentuknya
   - Tipe semen dan jenis agregat yangdigunakan
   - Perbandingan air / semen
   - Iteraksi antara semen dan agregat
   - Tebal selimut beton.

2.4.2 Perawatan beton

Perawatan beton / *curring* bertujuan agar mendapatkan suatu benda uji yang memiliki kekuatan tekan, karakteristik yang sesuai dengan yang telah ditentukan dalam mix desain. Perawatan beton adalah memelihara kelembaban dan suhu beton selama masa tertentu segera setelah beton selesai di cor sehingga sifat-sifat beton yang diinginkan dapat berkembang dengan baik. Perawatan beton sangat berpengaruh pada sifat-sifat beton keras seperti keawetan, kekuatan, sifat rapat air, ketahanan abrasi, stabilitas volume dan ketahanan terhadap pembentukan serta pencairan dan terhadap garam-garam pencair es.

Supaya perawatan beton dapat dilakukan dengan baik, harus diperhatikan dua hal berikut:

- Mencegah kehilangan kelembaban (air) dari adukan
- Memelihara temperatur untuk jangka waktu tertentu

Beberapa metode untuk perawatan beton antara lain:

1. Perawatan basah

   Metode ini menggunakan penggenangan air diatas permukaan beton / direndam untuk di laboraturium, melapisi permukaan beton dengan plastik, karung basah, terpal, jerami, atau serbuk gergaji dan kertas kedap air. metode ini bertujuan untuk memberikan kelembaban pada beton selama proses hidarsi berlangsung. Umumnya jenis ini berlangsung dilapangan.

2. Perawatan kering

   Metode ini bertujuan untuk membentuk selaput tipis pada permukaan beton sehingga dapat mencegah hilangnya air. Selaput yang terbentuk diperoleh dari campuran bahan kimia. perbedaan metode kering dengan metode basah adalah pada metode kering tidak menggunakan air.

3. Metode dengan memberikan panas dan kelembaban didalam beton (steam)

Metode ini diberikan dengan memberikan uap panas (steam) atau mengguanakan bekisting yang dipanaskan. tujuan utama dari metode ini adalah memperoleh kuat tekan yang tinggi pada usia awal agar beton dapat segera digunakan, terutama untuk beton prategang, juga biasa digunakan di pabrik pembuat elemen pracetak, panel beton dan tiang pancang. Pada saat ini sudah banyak pembuatan beton dengan menambahkan zat aditif pada campuran beton agar cepat kering dan mengeras zat tersebut biasa disebut calbound.

2.5 Metode perhitungan dan langkah Mix design

Penelitian ini menggunakan metode perhitungan berdasarkan (SK SNI – 15 – 1990 – 30)

1. Menentukan nilai kuat tekan beton yang direncanakan pada umur tertentu
2. Menentukan nilai deviasi standar
3. Menentukan nilai tambah
4. Menentukan kuat tekan beton rata-rata yang akan dicapai
5. Menentukan jenis semen yang akan digunakan
6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus
7. Menentukan faktor air semen
8. Menentukan faktor air semen maksimum
9. Menentukan nilai slump
10. Menentukan ukuran agregat maksimum
11. Menentukan kadar air bebas
12. Menentukan kadar semen

13. Menentukan kadar semen maksimum
14. Menentukan kadar semen minimum
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan
16. Menentukan zona susunan gradasi agregat halus
17. Menentukan persentase pasir
18. Menentukan berat jenis relatif agregat
19. Menentukan berat jenis beton
20. Menentukan kadar agregat gabungan
21. Menentukan kadar agregat halus
22. Menentukan kadar agregat kasar
23. Koreksi proporsi campuran
24. Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya.

Langkah-langkah dalam pembuatan mix design

1. Analis saringan agragat halus
2. Analisa saringan agregat kasar
3. Analisa saringan serbuk kapur
4. Penentuan bobot isi gembur agregat halus
5. Penentuan bobot isi gembur agregat kasar
6. Penentuan bobot isi padat agregat halus
7. Penentuan bobot isi padat agregat kasar
8. Penentuan berat jenis dan kadar air agregat halus

9. Penentuan berat jenis dan kadar air agregat kasar
10. Penentuan kadar lumpur agregat kasar
11. Penentuan kadar lumpur agregat halus
12. Pembuatan benda uji
13. Pengujian kuat tekan

Pengerjaan campuran beton sendiri meliputi:

1. Persiapan alat dan bahan

2. Membuat adukan kering yang terdiri atas campuran semen, pasir dan kerikil sesuan perbandingan berat dan volume yang dibutuhkan untuk mendisain beton.
3. Masukan adukan kering tersebut kedalam mesin pengaduk (mixer), kemudia tambahkan air dengan volume yang sesuai dengan hasil perhitungan mix desain, aduk hingga tercampur rata.
4. Kemudian menentukan slump untuk melihat kehomogenan dari agregat yang telah diaduk.
5. Jika slump test sesuai dengan yang disayaratkan dalam perencanaan. Maka masukan adukan pada cetakan benda uji sedikit demi sedikit, untuk mendapatkan hasil yang baik.
6. Kemudian padatkan cetakan tersebut dengan menggunakan meja penggetar agar mendapat hasil cetakan yang baik.
7. Setelah sampel tersebut selesai dibuat, langkah selanjutnya melakukan pemeliharaan selama waktu yang telah ditentukan sampai benda uji akan diuji.

8. Setelah selesai masa pemeliharaan dilakukan pengujian terhadap benda uji sesuai dengan perencanaan yaitu uji tekan yang dilakukan pada hari ke-3, 7, 14, 28 sehingga diperoleh data-data hasil pengujian kuat tekan.