

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan yang dapat dijadikan literatur untuk penyusunan penelitian ini adalah ;

No	Judul / Penelitian	Penulis	Variable & Metode	Hasil
1	Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Komposisi Pasir dari Sungai Serayu Banyumas dan Adipala.	Anwar Susilo Riyadi	Metode : Rencana campuran untuk beberapa agregat halus untuk kuat tekan beton. Variabel : Pasir Serayu Adipala dan Serayu Banyumas.	Hasil penelitian kuat tekan beton menggunakan pasir Serayu Banyumas dengan umur 7 hari sebesar 14,225 Mpa, maka perkiraan umur 28 hari sebesar 20,321 Mpa dan pada umur 14 hari sebesar 17,965 Mpa, maka maka perkiraan pada umur 28 hari sebesar 20,415 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton menggunakan pasir Serayu Adipala dengan umur 1 hari sebesar 11,988 Mpa dan pada umur 14 hari sebesar 15,667 Mpa, maka perkiraan pada umur 28 hari sebesar 17,804 Mpa dari hasil tersebut dapat di ketahui bahwa beton menggunakan pasir dari sungai Serayu Banyumas memiliki kuat tekan lebih tinggi di bandingkan dengan Sungai Adipala.
2	Analisi Pengaruh cara Pengadukan Beton dengan	Gana Putra Wardana	Metode : Molen (<i>Concrete</i>)	Kuat tekan beton dengan cara pengadukan menggunakan molen rata - rata sebesar 20,273 Mpa pada beton usia 28 hari. Di

	Menggunakan Molen (<i>Concrete Mixer</i>) dan Cara Manual Terhadap Kuat Tekan Beton.		<i>Mixer</i>) dan Manual Variabel : Eksperimen dan Analisis.	dapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 19,803 Mpa. Kuat tekan beton dengan pengadukan molen menghasilkan kuat tekan yang lebih baik ,di banding dengan cara pengadukan manual.
3	Perbandingan Penggunaan Dua Merk Semen PCC Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Pasir Sungai Pemali Serta Penambaha Serat Limbah Kain Perca.	Chaulia Nurrizki	Metode : Perbandingan Dengan menggunakan dua merk semen PCC serta menggunakan tambahan kain perca Variabel : Penambahan kair perca sebanyak 0%, 3%, dan 5%.	Hasil penelitian : dengan menggunakan semen PCC merk Hippo dengan penambahan kain perca 0% kuat tekan rata-rata sebesar 14,993 Mpa, penambahan 1% kuat tekan sebesar 12,307Mpa, penambahan 3% kuat tekam sebesar 11,860 Mpa, Penambahan 5% kuat tekan sebesar 11,636 Mpa dan yang menggunakan semen PCC merk Merah Putih penambahan kain perca 0% hasil rata-rata kuat tekan sebesar 17,230 Mpa, penambahan 1% kuat tekan sebesar 17,007 Mpa, penambahan 3% kuat tekan sebesar 13,650 Mpa, dan penambaha 5% kuat tekan sebesar 13,426 Mpa.

B. UMUM

Beton merupakan suatu matrial yang menyerupai batu yang di peroleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari

semen, pasir, dan koral atau agregat lainnya, dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan. Kumpulan material tersebut terdiri dari agregat yang halus dan kasar. Semen dan air berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat tersebut menjadi suatu masa yang padat. Beton dalam berbagai variasi sifat kekuatan dapat diperoleh dengan pengaturan yang sesuai dari perbandingan jumlah material pembentuknya. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih., untuk berbagai tujuan. Dalam adukan beton, campuran air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini, selain mengisi rongga diantara butiran agregat halus, juga berfungsi sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan sehingga butir-butiran agregat saling terkait dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang padat (Wuryati Samekto dan Candra Rahmadiyanto, 2001)

C. Sifat – Sifat Umum Beton

Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, dan selebihnya agregat kasar dan agregat halus. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda tergantung pada cara pembuatan, perbandingan campuran, cara mencampur, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, cara merawat, dan sebagainya, akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

Sifat-sifat beton yang diuraikan tidak selalu sama semua harus dimiliki oleh setiap konstruksi beton, dan sifat-sifat tersebut juga relatif ditinjau dari sudut pemakaian beton itu sendiri. Yang penting beton harus memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan tujuan pemakaian beton. Misalnya suatu kolom bangunan, yang terpenting harus memiliki kuat tekan yang tinggi yang cukup kuat untuk menahan beban bangunan itu, sedang sifat kerapatan air tidak penting untuk diperhatikan, sebaliknya suatu bak air harus memiliki sifat rapat air. (Samekto dan Rahmadiyanto, 2001)

Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat beton setelah mengeras perlu diketahui, sifat-sifat tersebut antara lain:

1. Tahan lama (*Durrability*)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen maksimum maupun pembatasan dosis semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan. Sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut :

- a. Tahan terhadap pengaruh cuaca Pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- b. Tahan terhadap zat kimia Daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa, dan limbah, zat kimia hasil industry, buangan air kotor dari kota, dan sebagainya perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
- c. Tahan terhadap erosi Beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan gerakan lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut, atau oleh partikel yang terbawa oleh air laut atau angin laut.

2. DuCOM (Durability Beton Model)

Dalam tulisan ini, Durabilitas Model beton (DuCOM) digunakan dalam analisis. DuCOM adalah model tujuan multi komposit yang memprediksi sifat-sifat beton dari awal hidrasi. Sistem komputasi ini mampu mengevaluasi tahap awal pembangunan awal bahan semen dan proses kerusakan produk terhidrasi bawah tindakan lingkungan hidup jangka panjang (Maekawa et al. 1999, 2008)

3. Kuat tekan

Kuat tekan ditentukan berdasarkan pembebanan *unaksial bend* uni silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan satuan MPa (N/mm²) untuk SKSNI 1991.

a. Kuat tarik

Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari kuat tekannya, yaitu sekitar 10%-15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton merupakan sifat yang penting untuk untuk memprediksi retak dan defleksi balok.

b. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas beton adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton biasanya ditentukan pada 25% - 50% dari kuat tekan beton.

c. Rangkak (*creep*)

Merupakan salah satu sifat dimana beton mengalami deformasi terus menerus menurut waktu dibawah beban yang dipikul.

d. Susut (*shrinkage*)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

e. Kemampuan dikerjakan (*Workability*)

Workability adalah kemampuan untuk dilaksanakan atau dikerjakan, yang meliputi bagaimana beton itu mudah untuk dibawa dan ditempatkan di mana-mana, mudah dikerjakan, mudah dipadatkan, dan mudah untuk dilakukan finishing. Beton yang cenderung “kering” alias kekurangan air tentu saja agak susah dibentuk, susah dipindahkan, bahkan nantinya susah difinishing. Kalo tidak dibangun dengan benar, beton tersebut tidak akan kuat dan tahan lama.

Workability beton dapat diuji dengan melakukan slump test. Pengujian ini akan dibahas di bagian ke-3.

Hal-hal yang mempengaruhi *workability*:

- a) Jumlah semen pasta (adukan semen). Semen pasta adalah campuran semen dan air. Semakin banyak pasta semen yang dicampur dengan agregat kasar dan halus, maka semakin besar *workability*-nya.

- b) Tingkat gradasi agregat. *Well-graded* (tergradasi dengan baik), permukaan halus, dan bentuk cenderung bulat cenderung meningkatkan workability dari campuran beton.

Untuk meningkatkan workability, dapat dilakukan dengan

- a) Menambah pasta semen (air + semen)
- b) Menggunakan *well-graded* agregat
- c) Menggunakan *admixture*

D. Bahan Pembuat Beton

Beton yang baik diperlukan bahan-bahan dengan persyaratan khusus dan perhitungan yang tepat. Material pembentuk beton terdiri atas : semen, agregat (agregat halus dan agregat kasar) dan air. Material tersebut apabila dicampur secara baik akan menghasilkan campuran yang homogen dan bersifat plastis sehingga mudah dituang ke dalam cetakan dan kemudian akan mengalami proses kimia sehingga menjadi keras. Bahan-bahan tersebut antara lain.

E. Semen Portland

Semen merupakan bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* (bahan ini terutama terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan.

1. Bahan baku semen dan senyawa-senyawa semen.

Jika bahan semen itu diuraikan susunan senyawanya secara kimia akan terlihat jumlah oksida yang membentuk bahan semen itu. Semen dibuat dari bahan-bahan yang banyak mengandung oksida. Unsur-unsur pembentuk semen antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komponen bahan baku semen

Oksida	Persen (%)
Kapur, (CaO)	60-65

Silica, (SiO ₂)	17-25
Alumina, (Al ₂ O ₃)	3-8
Besi, (Fe ₂ O ₃)	0,5-8
Magnesia, (MgO)	0,5-4
Sulfur, (SO ₃)	1-2
Soda, (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5-1

Sumber : Tjokrodinuljo, 1995

Semua biasanya masih ditambah unsur-unsur lain sebagai berikut :

- a. Trikalium silikat (C₃S)
- b. Dikalium silikat(C₂S)
- c. Trikalium aluminat (Ca)
- d. Tetrakalium aluminoforit (C₄Af)

Disamping senyawa-senyawa di atas, di dalam semen Portland juga masih terdapat beberapa senyawa lain yang dapat mempengaruhi senyawa lain . senyawa ini berasal dari hasil bawaan bahan dasarnya atau bahan tambahan dalam proses pembuatan semen. Senyawa tersebut antara lain :

- a. MgO

Senyawa ini adalah hasil pembawaan dari bahan dasar kapur yang digunakan. Jumlah MgO dalam semen Portland dibatasi maksimum 4%. Jika kadarnya melebihi jumlah ini akan mengakibatkan semen menjadi tidak kekal (berubah bentuk) setelah pengerasan terjadibeberapa lama (setelah sekian bulan atau tahun). Perubahan bentuk mengembangnya MgO dari oksida membentuk MgO(OH)₂.

- b. Kapur bebas (CaO)

Karena susunan kimia ini yang kurang tepat pada waktu pembuatannya , atau pembakaran yang kurang sempurna, dapat

terjadi kapur kotor sehinggatidak terikat kedalam empat senyawa semen.

c. Bagian tidak larut

Zat ini merupakan zat yang tidak larut dalam HCl. Umumnya zat tersebut adalah senyawa tanah atau silikat yang tidak berubah menjadi empat senyawa semen. Kadar bagian ini yang terlalu tinggi pada semen (maksimum 3%) menunjukkan bahwa pembakaran atau penyusutan senyawa semen kurang baik, atau terdapat kemungkinan bahwa semen tadi telah sengaja dibubuhi benda lain setelah penggilingan selesai. Meskipun akibat penambahan ini tidak membahayakan sifat semennya, tetapi semen yang mengandung terlalu banyak bahan itu akan berkurang dayaikatnya karena tercampur benda yang tidak berguna.

d. Kadar alkali

Didalam semen Portland, kadar alkali biasanya rendah (kurang dari 1%). Kadar alkali dalam semen mempengaruhi waktu pengerasan. pemakaian kadar alkali yang lebih dari 0,6 % dapat mengakibatkan reaksi pengembangan bila semen dicampur dengan agregat yang bersifat agregat reaktif yaitu agregat yang mengandung silica amorf.

e. Kadar hilang pada pemijaran

Zat ini adalah dari benda-benda yang terbang pada suhu 88°C , biasanya air atau CO_2 . Semen yang kadar hilang pijarnya tinggi, adalah semen yang telah mengandung bagian-bagian yang mengeras. Kadar bagian ini dibatasi maksimum 3%-4%.

f. Kadar gips

Gips dalam semen yang ditambahkan untuk memperlambat pengerasan klinker semen. Jika klinker semen digiling tanpa penambahan gips, bubuk halus klinker akan segera bersenyawa dengan air dan adonan itu akan mengeras dalam waktu kurang lebih 10 menit. Hal ini akan menyulitkan dalam pemakaian semen.

Dengan demikian untuk dapat memperlambat pengerasan bubuk klinker dicampur gips. Penambahan bahan ini dalam semen adalah maksimum 4% dari berat klinker. Dalam analisis ini gips akan terlihat sebagai senyawa SO₃ dan dibatasi jumlahnya sampai kurang lebih 2,5% -3 %.

2. Panas hidrasi

Persenyawaan semen dengan air akan mengeluarkan panas. Jumlah panas yang dibebaskan ini tergantung dari kadar susunan senyawa semen dan kehalusan butirannya. Senyawa semen yang paling besar mengeluarkan panas adalah C3A kemudian C4AF dan yang terendah adalah C2S. Adanya pembebasan panas ini mempercepat pengerasan dari senyawa-senyawa itu. Tetapi setelah pengerasan terjadi, bagian yang telah mengeras mempunyai sifat lambat menyalurkan panas. Jika suatu masa yang terbuat dari semen terlalu tebal, panas hidrasi didalam benda itu akan tinggi sehingga dapat mengakibatkan retak, susut, dan dan lain-lain. Bahkan mungkin dapat berakibat fatal.

3. Sifat-sifat semen Portland

Semen Portland memiliki beberapa sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Kehalusan butir
- b. Berat jenis dan berat isi
- c. Waktu pengerasan semen
- d. Kekekalan bentuk
- e. Kekuatan semen
- f. Pengerasan awal palsu
- g. Pengaruh suhu.

4. Semen Portland di Indonesia dibagi menjadi lima jenis antara lain :

- a. Semen Portland tipe I untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.
- b. Semen Portland tipe II yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

- c. Semen Portland tipe III yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi.
- d. Semen Portland tipe IV yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
- e. Semen Portland tipe V yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

5. Bahan tambah semen

Penambahan 2% NaOH meningkatkan kekuatan pengikat. Pengikat yang dibuat dengan 50% CKD-50% FA-2% NaOH dan disembuhkan pada 38 ° C memiliki kekuatan tertinggi dari semua sampel, perkiraan 27 MPa (4000 psi) pada usia 56 hari. Selain dari 5% NaOH cenderung meningkatkan kekuatan pengikat pada usia dini (sebelum 7 hari); tapi menurun kekuatan pengikat pada usia nanti. Sebagai penelitian sebelumnya menunjukkan, penambahan NaOH yang berlebihan dapat mengakibatkan morfologi yang tidak diinginkan dan keseragaman non produk hidrasi. (Babaian, PM, K. Wang, A. Mishulovich, S. Bhattacharja, dan SP Shah. 1992)

F. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 78% dari volume beton, maka pemilihan agregat pun harus diperhatikan. Ada 2 jenis agregat, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

1. Agregat Halus

Agregat Halus (pasir) adalah butiran-butiran mineral keras dan halus yang bentuknya mendekati bulat, ukuran butirannya sebagian besar terletak antara 0,075 mm sampai 5 mm, dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5 % (Departemen Pekerjaan Umum, 1982). Agregat halus beton dapat berupa pasir alami, sebagai disintegrasi alami atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat – alat pemecah batu.

2. Agregat Kasar

Agregat Kasar (batu pecah) adalah butiran mineral keras yang sebagian besar butirannya berukuran antara 5 mm sampai 40 mm, dan besar butiran maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud dan pemakaian (Departemen Pekerjaan Umum, 1982). Agregat kasar yang akan dicampurkan sebagai adukan beton harus mempunyai syarat mutu yang ditetapkan. Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM (*American Society for Testing and Material*). Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik.

Fungsi agregat dalam beton :

- a. Menghemat penggunaan semen Portland.
- b. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
- c. Mengurangi susut pengerasan beton.
- d. Mencapai susunan yang padat pada beton. Dengan gradasi agregat yang baik maka akan didapatkan beton yang padat.
- e. Mengontrol “*workability*” atau sifat dapat dikerjakan aduk beton. Dengan gradasi agregat yang baik, maka akan didapatkan beton yang mudah dikerjakan.

3. Pasir

Pasir pada umumnya terdapat disungai-sungai yang besar. Akan tetapi pasir yang digunakan untuk bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat yang ditentukan, syarat-syarat tersebut antara lain :

- a. Butir-butir pasir harus berukuran antara 0,15 mm sampai 5 mm.
- b. Harus keras, berbentuk tajam, dan tidak mudah hancur karena pengaruh perubahan cuaca atau iklim.
- c. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (presentase berat dalam keadaan kering).
- d. Bila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
- e. Tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak dan sebagainya.

Pasir untuk pembuatan adukan beton harus memenuhi syarat diatas, selain pasir alam (dari sungai atau galian dalam tanah), terdapat pula pasir buatan yang dihasilkan dari batu yang duhaluskan dengan mesin pemecah batu, dari terak dapur tinggi yang dipecah-pecah dengan suatu proses. (Daryanto, 1994).
Pembagian pasir menurut tempat pengambilannya:

1. Pasir galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai yang pada umumnya berbutir halus, dan bulat akibat dari proses gesekan. Daya lekat antar butir agak kurang karena bentuknya bulat. Karena ukuran butirannya kecil, maka baik dipakai untuk plesteran tembok juga untuk keperluan yang lain.

3. Pasir laut

Pasir laut ialah pasir yang diambil dari pantai. Butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan yang paling jelek karena banyak mengandung garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara, dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Karena itu sebaiknya pasir laut tidak dipakai dalam campuran beton.

G. Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Penggunaan Air harus memenuhi syarat yang telah ditentukan tidak mengandung lumpur .

H. Alat

Beton yang baik diperlukan alat dengan persyaratan khusus dan perhitungan yang tepat. Alat pembentuk beton terdiri atas : timbangan, *Universal Testing Machine* (UTM), saringan, molen, *slump test*, *California Testing Machine* (CTM), dan begisting. Alat tersebut merupakan peralatan yang biasa dipakai dalam pembuatan beton. Alat-alat tersebut antara lain :

1. Timbangan

Timbangan merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur beban suatu muatan. Timbangan dapat bermacam-macam jenisnya, pada umumnya timbangan di klasifikasikan menjadi timbangan manual dan digital.

2. *Universal Testing Machine* (UTM)

Universal Testing Machine (UTM), juga dikenal universal tester, *materials testing machine* atau *materials test frame*, yang dapat digunakan digunakan untuk menguji tegangan tarik dan kekuatan tekan bahan. Pengujian tegangan tarik dan tekan dapat dilakukan dengan berbagai standar pada berbagai bahan, komponen, dan struktur.

3. Saringan

Saringan adalah alat yang digunakan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan ukuran-ukuran saringan standard tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm). Dengan saringan ini akan didapat juga ukuran agregat yang diinginkan sebagai material campuran pembuatan beton atau material lainnya.

4. Molen (*Concrete Mixer*)

Concrete Mixer adalah perangkat yang menghomogenkan antara semen, agregat seperti pasir atau kerikil, dan air untuk membentuk beton. *Concrete Mixer* memiliki drum yang berputar untuk mencampur komponen. Untuk

volume yang lebih kecil digunakan portable concretemixer dalam pembuatan beton langsung di lokasi konstruksi, hal ini berguna dalam memberikan waktu bagi para pekerja dalam mengolah beton sebelum mengeras.

5. Waktu pengadukan

Pengadukan beton dapat dilakukan dengan 2 cara ,yaitu secara manual dan mesin. Dengan cara manual beton di aduk menggunakan peralatan sederhana menggunakan manusia sebagai tenaga penggerakannya. Akan tetapi pengadukan secara manual hanya dapat dilakukan untuk pembuatan beton dengan mutu < Bo dan volume beton yang kecil. Untuk pengadukan dengan maksimal dilakukan dengan mesin pengaduk (molen) hasil pengadukanya lebih baik dan lebih homogeny di banding secara manual, dengan nilai kekuatan beton yang di hasilkan 20-50% lebih tinggi.

Waktu pengadukan secara maksimal sangatlah tergantung dari jenis mesin, kapasitas aduk. Sedang menurut ACI dan ASTM C.14 – 78a lama waktu pengadukan di tentukan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Frekuensi waktu pengadukan

Volume Beton (m ³)	Waktu Pengadukan (menit)
0.8	1.0
1.5	1.3
2.3	1.5
3.8	1.8
4.6	2.0
7.6	2.3

Sumber: SK SNI T-15-1990-03,1991

Di dalam PBI 71-6.2.3. di sebutkan lama waktu pengadukan paling sedikit 1,5 menit, setelah semua bahan di masukan kedalam drum pengaduk, sementra oleh Soetjibto (1987), Murdock (1981) dan Sumardi (1998) menyatakan bahwa lama pengadukan tidak perlu lebih dari 2,5 – 3,5 menit.

Karena lama waktu pengadukan beton menjadi acuan secara teoritis untuk menentukan nilai kuat tekan pada mutu kualitas beton tertentu.

6. Slump Test

Slump Test adalah alat yang digunakan untuk memeriksa kekonsistenan beton yang baru saja dibuat. Alat uji ini berguna menentukan kelayakan dari sebuah beton untuk dapat digunakan dalam sebuah konstruksi atau tidak. Test kemerosotan ini tidak berlaku untuk beton dengan ukuran agregat maksimum kasar lebih besar dari 1,5 inci. Meskipun beton memiliki tingkat kemerosotan yang sama namun tidak menjamin memiliki perilaku yang sama ketika diketuk dengan batang tamping. Kemerosotan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu: tegangan luluh dan viskositas plastik.

Penetapan nilai slump ini dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan, pembuatan, penuangan, pemadatan. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel berikut.

Tabel 2.3 Penetapan nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
-Dinding ,plat pondasi dan, pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
- Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
-Plat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
-Pengerasan jalan	7,5	5,0
-Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : SNI-03-2834-2000

Penentuan jumlah air yang digunakan berdasarkan ukuran maksimum agregat, dan slump yang digunakan. Berikut ini tabelnya:

Tabel 2.4 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton

	Jenis batuan	Slump (mm)

Ukuran maks kerikil (mm)		0-10	10-30	30-60	60-80
10	Alami	150	180	205	225
	Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Pecah	170	190	210	255
40	Alami	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI-03-2834-2000

Dalam tabel apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai jenis yang berbeda (alami dan pecahan) maka jumlah air yang diperlukan menggunakan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

A = Jumlah air yang diperlukan (liter/m³)

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya (liter)

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya (liter)

7. Bekisting (Cetakan Beton)

Bekisting atau cetakan beton adalah sebuah konstruksi khusus untuk menjadikan beton mempunyai bentuk sesuai yang diinginkan, dimana setelah beton mengeras konstruksi tersebut dilepas. Bekisting menjadi bagian yang sangat menentukan terhadap penampilan beton terutama bentuk. Selain itu, bekisting juga berperan terhadap hasil akhir dari permukaan beton. Hal ini dikarenakan tekstur beton dipengaruhi oleh tekstur permukaan bekisting yang kontak dengan beton.

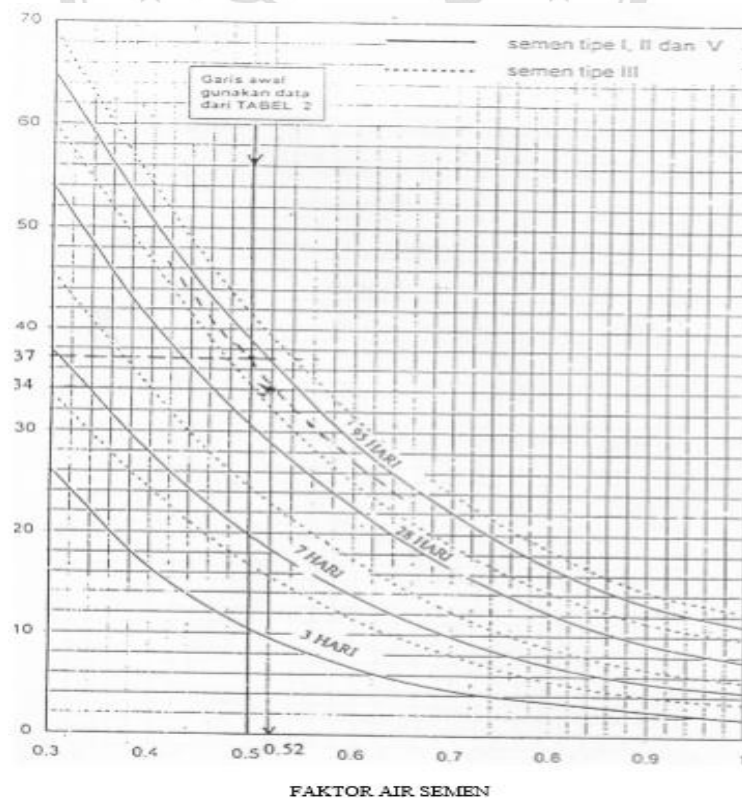
8. Mix design beton

Proses memilih bahan-bahan pembetonan yang tepat dan memutuskan jumlah/kuantitas ketergantungan dari bahan-bahan tersebut dengan mempertimbangkan syarat mutu beton, kekuatan (*strength*), ketahanan (*durability*) dan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta nilai ekonomisnya. (Anonim, 1991)

Setelah dilakukan pemeriksaan bahan, maka dilakukan perhitungan campuran beton berdasarkan metode DoE:

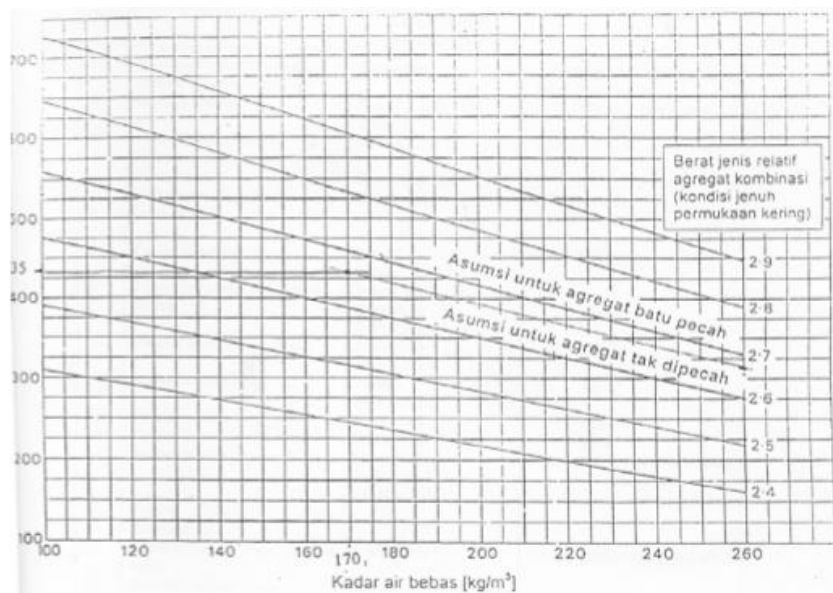
- Menentukan Faktor Air Semen (FAS) rencana.
- Menentukan kadar air bebas.
- Menghitung kadar semen yang dibutuhkan dengan cara kadar air dibagi Faktor Air Semen (FAS).
- Menentukan kadar agregat.
- Menentukan kadar agregat halus dan agregat kasar.

Berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, *mix design* beton normal dapat diringkas dalam langkah - langkah seperti dibawah ini:



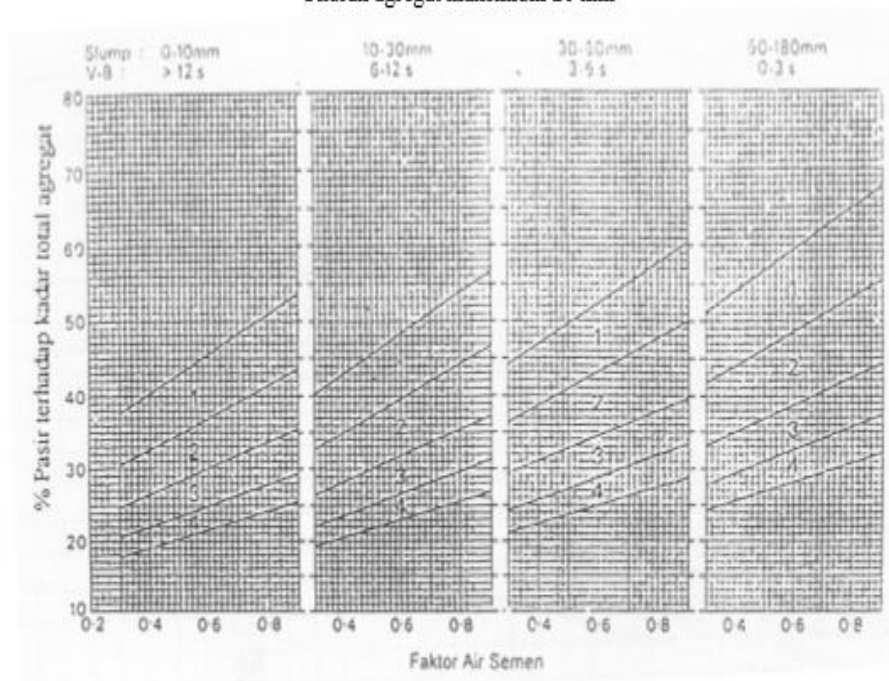
Gambar 2.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150mm tinggi 300mm)

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.2 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

Ukuran agregat maksimum 20 mm



Gambar 2.3 Grafik prosentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk butiran maksimum 20 mm.

Sumber : SNI 03-2834-2000

Tabel 2.5 Notasi kuat tekan beton

Notasi	Bentuk benda uji	Ukuran	Umur
K	Kubus	15x15x15 cm	28 hari
f ^c	Silinder	D 15 cm, tinggi 30 cm	28 hari

Sumber: Tjokrodimuljo, 1995

Jika umur beton yang dikehendaki saat diuji belum mencapai 28 hari maka harus dikonversi sebagai berikut :

Tabel 2.6 konversi umur uji kuat tekan beton

Umur	Perbandingan kuat tekan beton
3	0.46
7	0.7
14	0.88
21	0.96
28	1

Sumber : SNI 03-1974,1990

I. Perawatan beton

Sejak campuran beton yang diletakkan dalam cetakan hingga beton dinyatakan mengeras dan kuat, harus dilakukan perawatan. Pekerjaan perawatan ini salah satunya adalah dengan menjaga agar permukaan selalu basah. Selama proses pengerasan, beton akan mengalami reaksi kimia yaitu, proses hidrasi membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga dihindari terjadinya penguapan, sebab akan menghentikan proses hidrasi akibat kehilangan air. Penguapan selain menghentikan proses hidrasi juga

menyebabkan penyusutan kering secara cepat, yang mengakibatkan beton menjadi retak. Agar proses hidrasi dapat terjadi secara baik diperlukan kelembaban permukaan beton yang tetap dan tidak boleh kering. Kelembaban permukaan beton dapat mendorong proses hidrasi berjalan dengan sempurna, sehingga beton menjadi tahan terhadap cuaca dan lebih kedap air. Perawatan beton yang perlu dilakukan adalah menjaga kelembaban beton agar terus menerus dalam keadaan basah selama beberapa hari dan mencegah penguapan dan penyusutan awal. Perawatan yang teratur dan terjaga akan memperbaiki kualitas beton itu sendiri yaitu membuat beton tahan terhadap agresi kimia menurut (Sutanto, 2001).

J. Kuat tekan beton

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, susut kecil, tahan atas pengaruh cuaca, tahan terhadap zat kimia dan mempunyai elastisitas tinggi, maka sifat-sifat beton yang lain cenderung baik sehingga perencanaan campuran dengan target utama yang dicapai adalah kuat tekan beton yang tinggi. Untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras yang disyaratkan, dilakukan pengujian kuat tekan beton. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 1974:2011. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
2. Benda uji diletakan pada mesin penekan dan posisinya diatur agar supaya tepat berada ditengah-tengah plat penekan.
3. Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan secara *continue* dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami kehancuran.

Beban maksimum akan langsung tersimpan secara otomatis. Kuat tekan beton antara lain tergantung pada : faktor air semen, gradasi batuan, bentuk batuan, ukuran maksimum batuan, cara pengerjaan (campuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) dan umur beton (Tjokrodimuljo, 1995).

Menurut Murdock dan Brook (1991), beton dapat mencapai kuat tekan 80 Mpa atau lebih, bergantung pada perbandingan air dan semen dan tingkat pemadatannya. Di samping dipengaruhi oleh perbandingan air dan semen kuat

tekan beton juga dipengaruhi oleh faktor lainnya, yaitu : jenis semen, kualitas agregat, efisiensi perawatan, umur beton dan jenis bahan *admixture*.

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$F_c' = P/A \text{ dengan:}$$

F_c' = kuat tekan beton

P = beban tekan maksimum

A = luas permukaan benda uji

K. Kekentalan adukan

Kekentalan adukan beton segar dapat diketahui dengan melalui percobaan slump yaitu suatu cara untuk mengetahui keleyakan adukan beton, hal ini penting untuk menghindari beton yang kurang baik akibat kelebihan atau kekurangan air sehingga pemadatan kurang sempurna.

L. Pemadatan adukan beton

Pemadatan beton dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin. Pemadatan manual dilakukan dengan tongkat kayu atau baja. Adukan yang telah dituang harus segera dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk atau ditumbuk dengan tongkat tersebut, penusukan dengan tongkat dilakukan beberapa kali sampai adukan padat dan tampak lapisan mortar di atas permukaan beton yang dipadatkan. Pemadatan yang kurang sempurna akan menghasilkan beton yang kurang baik mutunya karena berongga dan kemampatannya kurang.

M. Kekuatan beton

Pengujian beton sangat penting mengingat bahwa data hasil pengujian kuat tekan beton merupakan besaran yang digunakan sebagai pengontrol perencanaan konstruksi beton.

Pada perencanaan konstruksi beton sederhana atau umum, biasanya cukup digunakan data dari hasil pengujian kuat tekan beton karakteristiknya saja. Dasar yang digunakan adalah nilai kekuatan beton karakteristik yang pada hakekatnya adalah hasil pengujian tekan.

Pada penelitian ini mengingat keterbatasan bahan dan alat penguji, maka hanya di lakukan pengujian kuat tekan betonnya saja.