

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah hasil dari mencampurkan semen, air, agregat dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu yang panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya. (*Istimawan Dipohusodo, 1994*)

Hal penting dalam pelaksanaan pengecoran beton adalah pengikatan dan pengerasan, sebab semen bereaksi dengan air mulai dari periode (*set*) dan kemudian dilanjutkan pengerasan (*hardening*). Semen dan air akan bereaksi menghasilkan pasta semen yang plastis dan lecah (*workable*). Namun setelah selang beberapa waktu, pasta akan menjadi kaku dan mulai sukar dikerjakan. Proses ini disebut pengikatan awal (*initial set*). Selanjutnya pasta semen akan bertambah kekakuannya sehingga diperoleh padatan yang utuh. Proses ini disebut pengikatan akhir (*final set*). Selanjutnya proses berlanjut sampai pasta mempunyai kekuatan yang disebut pengerasan (*hardening*). Pada semen portland biasa waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 60 menit dan waktu pengikatan akhir tidak boleh lebih dari 8 jam. Reaksi antara semen dan air dimulai dari permukaan butir-butir semen, sehingga kehalusan partikel semen sangat berpengaruh, karena dengan semakin halus semen maka semakin luas permukaan spesifik semen dan akan menyebabkan kemungkinan terjadinya reaksi antara air dengan partikel semen persatuan waktu menjadi lebih besar, sehingga kecepatan reaksi bertambah besar.

2.2 Bahan Penyusun Beton

Dalam pembuatan beton, Kualitas beton dapat ditentukan antara lain dengan pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan dosis optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah untuk mendapatkan kualitas beton yang bagus.

2.2.1 Semen Portland

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen yang dimaksud didalam konstruksi beton ialah bahan yang akan mengeras jika bereaksi dengan air dan lazim dikenal dengan nama semen hidraulik (*hydraulic cement*). Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen portland (*portland cement*).

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oxid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (**Kardiyono**, 1989).

Tabel 2.1 Susunan unsur semen

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO ₂)	17-22
Alumina (Al ₂ O ₃)	3-8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0.5-6
Magnesia (MgO)	0.5-4
Sulfur (SO ₃)	1-2
Soda potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0.5-1

(Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1996)

Jenis-jens semen Portland menurut ASTM C.150 antara lain ;

- 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 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 masif seperti bendungan grafitasi yang besar. Pertumbuhan kekuatannya 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).

Tabel 2.2 Empat senyawa dari semen portland

Nama Senyawa	Rumus Oksida	Notasi	Kadar Rata-rata
Trikalsium Silikat	$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	50
Dikalsium Silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	25
Trikalsium Alumut	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	12
Tetrakalsium Aluminoforit	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}_3$	C4Af	8

(Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1996)

1. *Trikalsium Silikat* ($C3S$) = $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retakretak.
2. *Dikalsium Silikat* ($C2S$) = $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat melepaskan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, pada 14 hari pertama.
3. *Trikalsium Alumut* ($C3A$) = $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari.
4. *Tetrakalsium Aluminoforit* ($C4Af$) = $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}_3$
Adanya senyawa Aluminoforit kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh terhadap kekuatan dan sifat semen.

2.2.2 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, yang pertama adalah untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan antara pasta semen dengan agregrat pada saat terjadinya pengerasan, dan yang kedua adalah sebagai pelincir campuran kerikil, pasir, dan semen agar mudah dalam proses pencetakan beton. Air yang memenuhi syarat sebagai air minum, memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton. Tetapi tidak berarti air harus memenuhi persyaratan air minum. Jika diperoleh air dengan standar air

minum, maka dapat dilakukan pemeriksaan secara visual yang menyatakan bahwa air tidak berwarna, tidak berbau dan cukup jernih. Tetapi jika masih meragukan, dapat dilakukan uji laboratorium sehingga memenuhi persyaratan, yaitu :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Menurut Kardiyono Tjokrodimulyo (1996), kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal serta kekuatan beton setelah mengeras. Adanya lumpur dalam air diatas 2 gram/liter dapat mengurangi kekuatan beton. Air dapat memperlambat ikatan awal beton sehingga beton belum mempunyai kekuatan dalam umur 2-3 hari. *Sodium karbonat* dan *potassium* dapat menyebabkan ikatan awal sangat cepat konsentrasi yang besar akan mengurangi kekuatan beton.

2.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini 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 daripada jenis batunya. Akibatnya beton dalam jumlah besar dapat dibuat dari segala jenis batuan alamiah, bila jumlah material cukup dan kualitas seragam. Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

➤ Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5mm sampai 40mm (SNI 03-2847-2002). Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik. Syarat mutu agregat kasar menurut ASTM C 33 adalah sebagai berikut

1. Tidak boleh reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton basah
2. Susunan gradasi harus memenuhi syarat.
3. Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk pada beton.
4. Sifat fisika mencakup kekerasan butiran diuji dengan bejana los angles dan sifat kekal.

Tabel 2.3 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan	
	Berat butiran maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4.8	0-5	0-10

(Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992)

➤ Agregat Halus

Agregat halus dalam beton adalah pasir alam sebagai salah satu agregat yang lolos dari ayakan. dimana besar butirannya berkisar antara 0,15 sampai 5 mm. Pasir dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Pasir galian yang diperoleh dari permukaan tanah.
2. Pasir sungai yang diambil dari sungai.
3. Pasir laut yang diperoleh dari pantai.

Ukuran agregat mempunyai pengaruh yang penting terhadap jumlah semen dan air yang diperlukan untuk membuat satu-satuan beton. Ukuran agregat juga sangat mempengaruhi (*bleeding*), penyelesaian akhir, susut dan sifat dapat tembus (*permeability*). Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

Tabel 2.4 Gradasi pasir

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 : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992)

Keterangan:

Daerah I : Pasir kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah IV : Pasir halus

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir lumajang yang berasal dari daerah Lumajang, Jawa Timur yang termasuk dalam daerah III gradasi pasir agak halus.

2.3 Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa benda uji beton silinder untuk kuat tekan dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. terdapat 3 Prosentase penambahan zat adiktif *silica fume*, dan *superplatisizer* dengan 9 buah campuran bend uji. Benda uji yang sudah jadi akan diuji pada umur 28 hari di laboratorium ITS Surabaya. Total benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah 27 benda uji dengan perincian adalah sebanyak 3 benda uji untuk setiap variasi penambahan *silica fume*, dan *superplatisizer*. Pengelompokan benda uji untuk tiap variasi dapat ditabelkan seperti di bawah ini.

Tabel 2.5 Sampel benda uji beton

Sampel	Kadar Silica Fume (%)	Kadar Super plastisizer (%)	Umur Pengujian (hari)	Jumlah
SF0SP0	0%	0%	28	3
SF0SP1	0%	1 %	28	3
SF0SP2	0%	2 %	28	3
SF5SP0	5%	0%	28	3
SF5SP1	5%	1 %	28	3
SF5SP2	5%	2 %	28	3
SF10SP0	10%	0%	28	3
SF10SP1	10%	1 %	28	3
SF10SP2	10%	2 %	28	3
Jumlah benda uji				27

Kode variasi SFXSPX : SF = *Silicafume*
 X = persentase
 SP = *Superplastisizer*

2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain dari komposisi pokok perencanaan beton yaitu air, semen, dan agregat yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya

adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air. Pemberian bahan tambah ini perlu pengawasan dan ketelitian agar beton yang dihasilkan sesuai dengan rencana.

Menurut SK SNI S-18-1990-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, 1990), bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu:

1. Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan factor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.
2. Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
3. Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.
4. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
5. Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

2.4.1 Silica Fume

Silica Fume (SF) adalah hasil produksi sampingan dari reduksi kuarsa murni (SiO_2) dengan batu bara di tanur listrik tinggi dalam pembuatan campuran silikon atau ferro silikon. *Silica Fume* mengandung kadar SiO_2 yang tinggi dan merupakan bahan yang sangat halus, bentuk bulat dan berdiameter yang sangat kecil sekali yaitu 1/100 kali diameter semen (ACI, *Committee*, 1986 dan Modul Silica). *Silica fume* berwarna abu-abu, diameter butiran rata-rata 0,1 m, dengan specific surface 20000 m^2/kg , seperseratus kali lebih halus dari pada semen, berat jenis *silika fume* 2,2 dan berat volumenya sebesar 200-300 kg/m^3 (Burge, 1988). *Silica Fume* dalam jumlah tertentu dapat menggantikan jumlah semen, selain itu karena Silica Fume mempunyai diameter

sangat kecil, maka *Silika Fume* dapat juga berperan sebagai pengisi diantara partikel- partikel semen. karena secara mekanik *silika fume* akan mengisi rongga antara butiran semen dan secara kimiawi akan memberikan sifat hidrolik pada kapur mati yang dihasilkan dari proses hidrasi. Dengan adanya *Silika Fume* ini distribusi porositas beton menjadi lebih kecil karena peran Silika Fume disini selain sebagai penanggulangan terhadap serangan sulfat juga sebagai pengisi rongga- rongga partikel semen dan agregat sehingga dapat menambah kekedapan dan keawetan beton. Dalam adukan beton yang mengandung silika fume akan membutuhkan air yang lebih banyak diatas 5 persen daripada beton tanpa *Silika Fume*, adukan beton lebih kohesif, sehingga tidak menimbulkan segregasi dan secara signifikan mengurangi terjadinya *bleeding* (**ACI Committee 234**) maka dari itu untuk mengatasi masalah besarnya factor air semen dengan cara ditambahkan *High Range Water Reducer* (*Superplasticizer*).

ACI 363 menyarankan pemakaian silica fume maximum 15% dari total *binder material*, tetapi beberapa peneliti merekomendasikan 10% saja (Mehta, P.K. dan Aitcin, P.C., 1990, Winter). Penelitian yang pernah dilakukan Ziad Bayasi dan Jing Zhou (Bayasi, Z., Zhou, J., 1994) tentang pengaruh penambahan silica fume menyimpulkan bahwa Penambahan prosentase silica fume akan menurunkan permeabilitas, meningkatkan kekuatan dan mengurangi kandungan udara serta Semakin besar prosentase silica fume, semakin rendah kelecakan beton (slump semakin rendah).

2.4.2 Superplasticizer

Superplasticizer adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari *massamolecular* yang tinggi. Sifat dari Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Dengan kata lain superplasticizer mempunyai dua fungsi yaitu, mendispersikan partikel semen dari gumpalan partikel dan mencegah kohesi antar semen. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan *workability* yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi. Fenomena dispersi partikel semen dengan penambahan *Superplasticizer* dapat menurunkan viskositas pasta semen, sehingga pasta semen lebih fluid/alir. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air dapat diturunkan dengan penambahan *superplasticizer*.

2.5 Faktor air Semen

Faktor air semen merupakan hasil dari perbandingan antara berat air (W) dan berat semen (C) yang digunakan dalam proses mix desain. Faktor air semen merupakan salah satu faktor yang menentukan kuat tekan beton. Karena jika faktor air semen tinggi, maka kuat tekan yang dihasilkan adalah kuat tekan yang rendah dan sebaliknya. 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 desak maksimum. 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 (SNI 03-6468-2000). Perbandingan faktor air semen dengan kondisi lingkungan dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Faktor Air Semen Untuk Setiap Kondisi Lingkungan

Uraian	Kondisi Lingkungan		
	Kondisi Normal	Basah Kering berganti-ganti	Dibawah pengaruh sulfat
Koreksi langsing atau yang hanya mempunyai penutup tulangan < 25 mm.	0,53	0,49	0,40
Struktur dinding penahan tanah, pilar, balok, abutmen.	*	0,53	0,44
Beton yang tertanam dalam pilar, balok, kolom	-	0,44	0,44
Struktur lantai beton di atas tanah	*	-	-
Beton yang terlindung dari perubahan udara konstruksi interior bangunan).		-	

2.6 Slump

Slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji *slump* menunjukkan apakah

campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Namun, tapi jika menggunakan *superplasticizer* nilai *slump* dapat lebih tinggi, karena *superplasticizer* ini membantu memperbaiki *workability*.

Tabel 2.7 Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur

Uraian	Nilai Slump (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 : **Kardiyono Tjokrodimulyo**, 1992

beton kekuatan tinggi harus diproduksi dengan slump terkecil yang masih memungkinkan adukan beton di lapangan untuk dicor dan dipadatkan dengan baik. Slump yang digunakan umumnya sebesar 50-100 mm. Bila menggunakan Superplasticizer, nilai slump boleh lebih dari pada 200 mm.

2.7 Perawatan (Curing)

tujuan dari perawatan benda uji adalah mencegah pengeringan yang bisa menyebabkan kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan beton atau mengurangi kebutuhan air selama proses hidrasi semen. (Aman Subakti, 1994:248) Pencegahan ini terutama pada awal hari (umur awal) sampai beton berumur 14 hari (minimum moist curing). Perawatan yang biasa dilakukan pada beton untuk mempertahankan kelembabannya adalah:

- Menggenangi permukaan tanah atau pasir.
- Menutupi permukaan beton dengan air goni yang dibasahi air.
- Menutupi dengan tanah atau pasir.
- Menyirami beton secara kontinyu.
- Merendam beton dalam air.

Dalam peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971 pasal 6.4 halaman 58 menerangkan bagaimana seharusnya perawatan itu dilakukan. Untuk mencegah pengeringan bidang-bidang beton selama paling sedikit 2 minggu (14 hari) beton harus dibasahi terus-menerus, antara lain dengan menutupinya dengan karung-karung basah.

2.8 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada pengujian kuat tekan beton, nilai kuat tekan beton didapatkan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah atau jarum pada dial indicator berhenti. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm². Setelah hasil uji kuat tekan didapatkan lalu dilakukan perhitungan standar deviasi guna untuk mengetahui factor perbedaan nilai dari masing – masing sampel dalam satu campuran karena jika semakin besar penyimpangan (Sd) maka semakin kecil nilai kuat tekan beton yang didapat. Penentuan kondisi pekerjaan beton dapat dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 2.8 Klasifikasi Standar Deviasi untuk berbagai kondisi pekerjaan

Kondisi pekerjaan	Standar Deviasi (Mpa)	
	Lapangan	Laboratorium
Sempurna	<3	< 1,5
Sangat baik	3– 3,5	1,5 – 1,75
Baik	3,5 – 5	1,75 – 2
Cukup	3 – 5	2 – 2,5
Kurang baik	>5	>2,5

2.9 Metode DOE

Mix desain metode menurut cara Inggris (*"The British Mix Design Method"*) di Indonesia ini dikenal dengan cara DOE (*Department of Environment*) yang dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dalam SK.SNI. 03 – 2834 –2000 dengan judul “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal” pemakaian metode DOE dikarenakan metode ini, yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil yang akurat. diantaranya penggunaan rumus dan grafik yang simple dan kondisi agregat, waktu pencampuran beton pada kondisi yang SSD tanpa harus keadaan kering oven.

2.10 Tahap dan Prosedur Penelitian

Sebagai penelitian ilmiah maka penelitian harus dilaksanakan dalam sistematika atau urutan kerja yang jelas dan teratur sehingga akan didapat hasil yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tahap I

Tahap I adalah tahap persiapan. Pada tahap ini semua bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian disiapkan terlebih dahulu sehingga penelitian yang akan dilakukan dapat berjalan dengan lancar.

2. Tahap II

Tahap II adalah tahap uji bahan. Pada tahap ini dilakukan penelitian terhadap agregat kasar dan agregat halus. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Hasil dari pengujian ini nantinya juga digunakan sebagai data rencana campuran adukan beton.

3. Tahap III

Tahap III adalah tahap perencanaan *mix design* dan pembuatan benda uji yang meliputi pekerjaan sebagai berikut: pembuatan adukan beton, pemeriksaan nilai *slump*. pembuatan benda uji berupa silinder beton diameter 15 cm, tinggi 30 cm sebanyak 27 sampel.

4. Tahap IV

Tahap IV adalah tahap pencetakan dan perawatan (*curing*). Pada tahap ini dilakukan perawatan pada benda uji beton yang sudah jadi. Perawatan ini dilakukan dengan cara dibungkus karung goni yang setiap harinya disiram air (agar kondisi beton selalu lembab). Kemudian beton diangin-anginkan sampai benda uji berumur 28 hari dan pengujian beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

5. Tahap V

Tahap V adalah tahap pengujian. Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari yang dilanjutkan analisis data

6. Tahap VI

Tahap VI adalah tahap analisis data. Pada tahap ini data-data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan dianalisis dengan metode statistik dengan bantuan program *Microsoft Excel* untuk mendapatkan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.

7. Tahap VII

Tahap VII adalah tahap pengambilan kesimpulan. Pada tahap ini data yang telah dianalisis pada tahap sebelumnya dibuat kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah ilmu yang dalam cara berfikir menghasilkan kesimpulan berupa ilmu pengetahuan yang dapat diandalkan. Berikut adalah hasil dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan beton yang ditambahkan zat adiktif.

1. Menurut Krisman Aprieli Zai¹, Syahrizal² dan Rahmi Karolina³

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Kadar *silica fume* yang digunakan sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan *superplasticizer* sebanyak 2% dari berat semen untuk semua variasi. Mutu beton yang direncanakan $f'c$ 70 MPa yang diuji pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan *curing*. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran \varnothing 15 cm x 30 cm, sebanyak 100 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 20 benda uji. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada penambahan *silica fume* 10% dan *superplasticizer* 2% dari berat semen diperoleh kuat tekan beton optimum sebesar 84,93 MPa pada umur 28 hari dan mempunyai kuat tekan beton karakteristik sebesar 79,68 MPa.
2. Menurut Surya Sebayang
Penelitian ini menggunakan aditif sika viscocrete 1003 yang bertujuan untuk menambah nilai kuat tekan beton dari rancangan beton normal pada umur 28 hari. Untuk persentase aditif sika *viscocrete* 1003 ini bervariasi antara 0,2%, 0,4 %, 0,6% diambil dari berat semen, ditambah dengan komposisi campuran beton normal dibuat dalam benda uji silinder ukuran 10 x 30 dengan variasi umur 7, 14, dan 28 hari. Nilai dari kuat tekan yang didapat dari penambahan *superplasticizer* ini pada umur 28 hari semakin besar sejalan dengan semakin besar pula jumlah persentase penambahan yang diberikan. Nilai *slump* yang terjadi pada semua kadar silika fume lebih besar dari 190 mm kecuali pada kadar silika fume 15 %. Pada campuran 0,2 % didapat nilai kuat tekan sebesar 44.07 Mpa, campuran 0,4 % sebesar 49.84 Mpa dan campuran 0.6 % sebesar 51.96 %, dari kuat tekan beton normal dihasilkan sebesar 42.24.Mpa. Kuat tekan beton optimum sebesar 51,35 MPa dihasilkan pada umur 56 hari pada kadar silika fume sebesar 9 % sebagai bahan tambahan.
3. Menurut Tio Bagus Kurniawan
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kuat desak beton mutu tinggi dan penambahan *Superplasticizer* Nostalen type Sikament Ln (produk sika Indonesia) terhadap mutu kuat desak beton. Dengan tanpa *Superplasticizer* Nostalen type Sikament. Setelah dilakukan penelitian ternyata terdapat beberapa perbedaan pada beton Antara menggunakan *Superplasticizer* 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3% dengan tanpa *Superplasticizer*. baik ditinjau dari tinggi slump, berat jenis, kuat tekan pada beton. Semakin banyak *Superplasticizer* Nostalen type Sikament, maka Slump akan semakin berkurang. Semakin

banyak *Superplasticizer* Nostalen type Sikament, maka berat beton akan semakin bertambah, Semakin *Superplasticizer* Nostalen type Sikament, maka kuat tekan beton akan semakin bertambah.