

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas akhir. Shalawat beriring salam penyusun sampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam*, semoga kita semua bisa mendapatkan syafa'at Beliau di akhirat kelak dan kita tetap istiqomah dengan ajaran yang telah dibawa beliau dan para sahabat.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan akademik bagi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. .

Selama melaksanakan Tugas Akhir dan menyusun laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Unversitas Islam Indonesia periode 2006-2010
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS. Selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Unversitas Islam Indonesia periode 2006-2010
3. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.

DAFTAR SIMBOL

A	=	Luas
D	=	Diameter
f_c	=	Kuat Desak Beton
f_{cr}	=	Kuat Desak Beton rata-rata
k	=	Konstanta (1,64)
L	=	Panjang Silinder
m	=	Nilai Tambah (Margin)
n	=	Jumlah Data
P	=	Beban
Sd	=	Standar Deviasi
FAS	=	Faktor Air Semen
W_a	=	Berat Air
W_s	=	Berat Semen
ε	=	Regangan
σ	=	Tegangan
E_c	=	Modulus Elastisitas
A_h	=	Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat halusnya
A_k	=	Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya
B_j	=	Berat Jenis
V	=	Volume
W	=	Berat

kuat tekan betonnya dengan mengurangi kandungan air. Workabilitas dari beton akan berkurang apabila terjadi pengurangan air, oleh sebab itu maka agar workabilitas tetap dapat terjaga maka perlu ditambahkan *superplasticizer*. Pengurangan jumlah air dan penambahan *superplasticizer*, akan mengakibatkan kinerja beton meningkat.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat diambil beberapa rumusan masalah yaitu:

1. berapa besar peningkatan kekuatan beton pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari dengan pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* untuk menjaga workabilitas,
2. seberapa besar pengurangan jumlah air campuran beton normal agar dapat menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi dengan mempertahankan kelecakan beton segar yang tinggi (dengan penambahan *superplasticizer*),
3. seberapa besar penambahan *superplasticizer* untuk menghasilkan kelecakan beton segar lebih besar dari 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi,
4. apakah workabilitas dengan nilai *slump* lebih besar dari 150 mm dapat dicapai oleh beton segar ketika kandungan air dikurangi secara gradual setiap 5% dari kondisi normal dan dengan penambahan *superplasticizer* .

Kekuatan beton juga dipengaruhi oleh kandungan senyawa kimia dalam semen. Kuat desak beton dipengaruhi oleh porositas yang terdiri dari pori gel, pori kapiler, dan pori udara, semakin besar porositas semakin kecil kuat desak beton yang terjadi. (Popovics, 1998).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sifat agregat yaitu kekasaran dan ukuran maksimum agregat tersebut, pada pemakaian ukuran butiran maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirnya, berarti semakin sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar didalam pasta, tidak didalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi. (Kardiyono, 1992).

Ketahanan dari struktur beton mempunyai dua kriteria pokok yaitu mempunyai ketahanan terhadap reaksi kimia dan mempunyai kepadatan yang tinggi. Jadi pada beton yang mempunyai porositas dapat mengakibatkan penurunan kualitas beton. (Gambhir, 1986).

Kekerasan campuran beton merupakan fungsi semi logaritma dari faktor air semen, dengan asumsi campuran biasanya padat. Jika tidak padat akan terbentuk pori-pori yang menyebabkan kekuatannya menurun. Porositas dari campuran beton menentukan kekuatannya, jika porositas berkurang maka kekuatannya meningkat. (Meyer, 1996).

Penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadinya pemisahan yang tidak diinginkan, dan umumnya terjadi dalam beton jumlah air yang besar. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama. (Murdock & Brook, 1991)

2.3 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

Penelitian Syafruddin dan Hastoro (2005) yang menggunakan bahan tambah *superplasticizer* merk sikament NN, pada beton normal dilakukan pengurangan air setiap 10 % sampai 40 %. Pada penelitian ini diantara kesimpulannya adalah nilai slump rencana > 180 mm dapat tercapai. Untuk kuat tekan rencana 30 MPa, kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 54 MPa dicapai oleh kombinasi pengurangan air 30 % dan penambahan SP 1,83 %.

Penelitian Richard G, dkk menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa penambahan *superplasticizer* antara 0,9 % sampai 1,14 % berat semen berpengaruh pada peningkatan nilai *slump* antara 80-240 mm dan dapat meningkatkan workabilitas, kuat tekan yang dihasilkan mencapai 60 – 100 Mpa atau setara dengan 600 – 1000 kg/cm²

mortar yang jika digabungkan dengan agerigat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Semen yang satu dapat dibedakan dengan semen yang lainnya berdasarkan susunan kimianya dan kehalusan butirnya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen portland adalah seperti tabel berikut

Tabel 3.1 Persentase bahan penyusun semen portland

Unsur	Simbol	Kandungan (%)
Kapur	CaO	60-65
Silika	SiO ₂	20-25
Oksida besi	Fe ₂ O ₃	7-12
alumina	Al ₂ O ₃	7-12

(*Ir. Trimulyono, MT, 2004:27-41*)

Sifat-sifat semen portland dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

1. Sifat Fisika

Sifat-sifat fisika semen meliputi kehalusan butir, waktu pengikatan, kekuatan tekan, pengikatan semu, panas hidrasi, kekalan (perubahan volume), dan hilang pijar.

2. Sifat dan karakteristik kimia semen portland

Secara garis besar ada empat senyawa kimia utama yang menyusun semen portlad, yaitu seperti pada tabel berikut:

agresi kimia yang relative tinggi dan penyusutan kering yang relative rendah.

c. Trikalsium Aluminat, $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C3A)

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai dengan pelepasan panas yang besar, menyebabkan pengereasan awal tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas, kurang ketahanan terhadap agresi kimiawi, paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah dan sangat besar untuk retak oleh perubahan volume.

d. Tetrakalsium Aluminoferit, $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C4AF)

Senyawa ini tidak tampak berpengaruh terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lain.

Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang dipakai waktu proses hidrasi berlangsung. pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25% dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25%, maka kelecakan atau kemudahan dalam pengerjaan tidak akan tercapai.

3.2.2 Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar antara 60%-70% dari berat campuran beton. Karena komposisi agregat yang cukup besar, maka agregat menjadi penting. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificila agregat*).

Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berbeda-beda. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM).

Agregat kasar adalah batuan yang ukurannya butirannya lebih besar dari 4.8 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.8 mm (4.75 mm). Agregat dengan ukuran yang lebih besar dari 4.80 mm dibagi lagi menjadi dua yaitu yang berdiameter antara 4.80-40 mm disebut kerikil beton dan yang lebih besar dari 40 mm disebut kerikil kasar (*Tri Mulyono, 2004*).

3.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air

yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (*Tri Mulyono, 2004*).

Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan (airnya banyak) akan menyebabkan butir-butir semen berjarak semakin jauh satu sama lain sehingga daya ikatannya akan menjadi lebih kecil dan kekuatan betonnya akan menjadi berkurang (*Lucio Canonica 1991*).

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelemasan beton atau daya kerjanya akan berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan pengecoran, tetapi kekuatan hancur beton menjadi rendah (*L. Wahyudi, 1997*).

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berta campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut dengan faktor semen (*fas*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu,

Bilamana ditambahkan pada beton, *superplasticizer* mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan-bahan ini pada kenyatannya digolongkan pada sarana untuk menghasilkan beton "mengalir" tanpa terjadinya pemisahan yang tak di inginkan, dan umumnya terjadi pada beton yang jumlah airnya besar. Pada alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama (Murdock dan K. M. brook, 1999).

Superplasticizer adalah bahan yang mudah larut dalam air atau agen penyebar polimer buatan dan bahan utamanya *formaldehyde condensate salts of melamine* atau *naphthaline sulphonic acid*. SP disebut juga sebagai pengurang air jumlah tinggi, karena dapat mengurangi jumlah air campuran beton sebanyak 15 sampai 30 persen tanpa mempengaruhi kelecakannya (Singh dkk., 1992).

Superplasticizer bertindak memisahkan butir-butir semen yang menggumpal dalam campuran air rendah. Ini berarti melepaskan air untuk memperbaiki kelecakan, karena dapat memberikan keleluasaan Bergeraknya air lebih baik di antara butir-butir semen, serta menghasilkan derajat hidrasi lebih besar dan kekuatan lebih tinggi. Pasta semen dengan campuran *superplasticizer* dapat memiliki kekuatan yang rendah apabila tingkat kecairan adukannya terlalu tinggi yang disertai segregasi dan *bleeding* pada adonan tersebut (Cong dkk. 1992). *Superplasticizer* dapat menghasilkan beton kuat tekan tinggi, apabila

fas yang rendah menyebabkan air yang berada di antara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya masa semen lebih menunjukkan keterkaitannya (kekuatan lebih berpengaruh). Batuan semen mencapai kepadatan yang tinggi dan kekuatan tekannya menjadi lebih tinggi (normal ratio sebesar 0,25-0,65). Duf dan Abrams (1919) meneliti hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton pada umur 28 hari dengan uji silinder. Jika faktor air semen semakin besar, kekuatan tekan menurun (Tri Mulyono, 2004).

3.6 Slump

Keleccakan beton segar pada beton normal baik metode DOE (*development of environmental*) maupun SK SNI T-15-1990-03 (1990) antara 0 sampai 180 mm yang disediakan dalam empat interval, yaitu 0 -10 mm, 10 – 30 mm, 30 – 60 mm, dan 60 – 180 mm. Keleccakan dengan nilai slump antara 0 – 60 mm sangat rendah, dengan nilai slump sebesar itu memerlukan jumlah air dalam jumlah minimal. Apabila dikehendaki slump lebih besar atau sama dengan 150 mm, maka akan dibutuhkan jumlah air dan semen yang lebih besar

Pengujian beton segar dimaksudkan untuk mengetahui *workability* atau kemudahan dalam pengerjaan. Indikator kemudahan dalam pengerjaan ini dapat dilihat dari nilai slump beton, yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur-unsur yang

3.8 Perencanaan Adukan Beton

Dalam peneliian ini metode yang digunakan yaitu metode “*The British Mix Design Method*” atau lebih dikenal di Indonesia sebagai metode DOE (*Departement Of Environment*) Langkah-langlahnya adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan 28 hari.

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat dilapangan. Kuat tekan beton yang disyaratkan adalah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah hanya 5% dari nilai tersebut.

2. Menetapkan nilai deviasi standar (sd).

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standar.

- a) Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan dibawah ini