



PENGUJIAN 2 TIPE *SUPERPLASTISIZER* SEBAGAI *WATER REDUCER* PADA KUAT TEKAN BETON NORMAL

SKRIPSI

Oleh

Iwan Wahyudi

NIM 041910301092

**PROGRAM STUDY STRATA 1 (S1) TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010**



PENGUJIAN 2 TIPE *SUPERPLASTISIZER* SEBAGAI *WATER REDUCER* PADA KUAT TEKAN BETON NORMAL

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Iwan Wahyudi

NIM 041910301092

**PROGRAM STRATA 1 (S1) TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT.
2. Orang tuaku tercinta, Ayahanda Slamet Bunari dan Ibunda Siti Naisa.
3. Istriku tercinta Nova Awalina Moha.
4. Saudara-saudara ku yang tercinta: Ispurwanto, Farida dan Sriwahyuni.
5. Teman-temanku : Fird N Eidos, Hendro Supriono dan Oland Abdul Fadi.
6. Guru – guruku sejak SD sampai PT terhormat.
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

”Hidup tidak boleh sederhana tetapi harus Besar, Kuat, Luas dan Bermanfaat.
Yang sederhana itu Sikapnya.”

(Mario Teguh)

”Jika anda ingin kehidupan berlaku jujur pada anda maka
jujurlah kepada kehidupan anda”

(Mario Teguh)

”Cara orang menghebatkan dirinya sendiri adalah tetap menjaga impiannya utuh
waktu dia telah bangun dan bekerja”

(Mario Teguh)

”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Iwan Wahyudi

NIM : 041910301092

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Pengujian 2 Tipe *Superplastisizer* sebagai *Water Reducer* pada Kuat Tekan Beton Normal adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juni 2010

Yang menyatakan,

Iwan Wahyudi
NIM 041910301092

SKRIPSI

PENGUJIAN 2 TIPE *SUPERPLASTISIZER* SEBAGAI *WATER REDUCER* PADA KUAT TEKAN BETON NORMAL

Oleh :

Iwan Wahyudi

NIM 041910301092

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ketut Aswatama, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Krisnamurti, MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul : Pengujian 2 Tipe *Superplastisizer* sebagai *Water Reducer* pada Kuat Tekan Beton Normal telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari : Selasa

tanggal: 1 Juni 2010

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim penguji:

Ketua,

Ketut Aswatama, ST., MT..
NIP. 19700713 200012 1 001

Anggota I,

Ahmad Hassanuddin, ST., MT.
NIP. 19710327 199803 1 003

Sekretaris,

Ir. Krisnamurti, MT.
NIP. 19661228 199903 1 002

Anggota II,

Dewi Junita K., ST., MT.
NIP. 19710610 199903 2 001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengujian 2 Tipe Superplastisizer sebagai Water Reducer pada Kuat Tekan Beton Normal; Iwan Wahyudi, 041910301092; 2010; 104 halaman; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus dan kadang-kadang ditambahkan dengan *additive* atau *admixture* bila diperlukan. *Viscocrete 7060 HE* dan *Viscocrete 10* merupakan *Water Reducing* dan *High Range Strength Concrete Admixture* berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Secara umum tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh yang terjadi akibat penambahan *Viscocrete 7060 HE* dan *Viscocrete 10* terhadap kuat tekan beton.

Pembuatan benda uji dilakukan sebanyak 5 perlakuan, yaitu campuran normal (0% *Viscocrete 7060 HE* dan *Viscocrete 10*) pada FAS 0,6 dan campuran 0,2 % *Viscocrete* pada FAS 0,55; 0,5; 0,45 dan 0,4. Sedangkan pengujian yang dilakukan meliputi pengujian slump test, berat beton dan kuat tekan beton.

Hasil pengujian untuk beton normal diperoleh berat beton = 8358 gram, nilai Slump = 10 cm; $f_c'r = 30,07$ MPa. Beton dengan campuran *Viscocrete 7060 HE* FAS 0,55 diperoleh berat beton = 8307 gram, nilai Slump 18 cm; $f_c'r = 32,17$ Mpa. Beton dengan campuran *Viscocrete 7060 HE* FAS 0,50 diperoleh berat beton = 8226 gram, nilai Slump 16 cm; $f_c'r = 32,94$ Mpa. Beton dengan campuran *Viscocrete 7060 HE* FAS 0,45 diperoleh berat beton = 8260 gram, nilai Slump 7 cm; $f_c'r = 35,93$ Mpa. Beton dengan campuran *Viscocrete 7060 HE* FAS 0,40 diperoleh berat beton = 8225 gram, nilai Slump 4 cm; $f_c'r = 39,64$ Mpa. Beton dengan campuran *Viscocrete 10* FAS 0,55 diperoleh berat beton = 8242 gram, nilai Slump 19 cm; $f_c'r = 31,37$ Mpa.

Beton dengan campuran *Viscocrete 10 FAS 0,50* diperoleh berat beton = 8309 gram, nilai Slump 16 cm; $f_c'r = 32,83$ Mpa. Beton dengan campuran *Viscocrete 10 FAS 0,45* diperoleh berat beton = 8204 gram, nilai Slump 8 cm; $f_c'r = 36,10$ Mpa. Beton dengan campuran *Viscocrete 10 FAS 0,40* diperoleh berat beton = 8193 gram, nilai Slump 4 cm; $f_c'r = 39,13$ Mpa.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan masing-masing perlakuan pada kedua tipe *superplastisizer*, nilai kuat tekan optimum terjadi pada *Viscocrete 7060 HE FAS 0,4* sebesar 39,64 Mpa.

Laju pengerasan untuk beton normal pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari adalah 60,08 %; 78,61 %; 88,49 %; 96,29 %; 100 %. Laju pengerasan rata-rata untuk beton dengan *Sika Viscocrete 7060 HE* pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari adalah 64,36 %; 83,24 %; 89,17 %; 96,08 %; 100 %. Laju pengerasan untuk beton dengan *Sika Viscocrete 10* pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari adalah 57,57 %; 73,07 %; 89,37 %; 95,16 %; 100 %. Berdasarkan perbandingan kecepatan laju pengerasan beton pada umur 3 hari dan 7 hari antara *Sika Viscocrete 7060 HE* dan beton normal diketahui bahwa *Sika Viscocrete 7060 HE* lebih cepat mengeras daripada beton normal. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *Sika Viscocrete 7060 HE* termasuk dalam *Superplastisizer* tipe E sebagai *Water Reducing* dan *Accelerating* yang cocok digunakan untuk beton *precast* yang membutuhkan laju pengerasan awal yang tinggi. Berdasarkan perbandingan kecepatan laju pengerasan beton pada umur 3 hari dan 7 hari antara *Sika Viscocrete 10* dan beton normal diketahui bahwa *Sika Viscocrete 10* lebih lambat mengeras daripada beton normal. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *Sika Viscocrete 10* termasuk dalam *Superplastisizer* tipe D sebagai *Water Reducing* dan *Retarding* yang cocok digunakan untuk bahan campuran beton yang membutuhkan pengerasan yang agak lama. Contohnya adalah pembetonan massal dan *Ready mix* yang membutuhkan waktu dalam pengirimannya.

SUMMARY

The Examination of 2 Type Superplasticizer as Water Reducer at Strength Depress of Normal Concrete; Iwan Wahyudi, 041910301092; 2010; 104 page; Faculty Of Technique of University Jember

Concrete are the merger substance consisted of gravel and sand which mixed with a water and cement, sometime enhanced by additive or admixture if needed. Viscocrete 7060 HE and Viscocrete 10 are Water Reducing and High Range Strength Concrete Admixture function to reduce needed to results the concrete with the certain consistency and can improve the strength depress

Generally, the experiment target to know the influence that happened effect of addition Viscocrete 7060 HE and Viscocrete 10 to strength depress concrete

Object of making test are 5 treatment. They are normal mixture (0% Viscocrete 7060 HE and Viscocrete 10) at FAS 0,6 and mixture 0,2 % Viscocrete at FAS 0,55; 0,5; 0,45 and 0,4. While examination done are the examination of slump test, heavy of concrete and strong depress the concrete.

The Result of examination for the normal concrete of are concrete weight = 8358 gram, value of Slump = 10 cm; $f_c'r = 30,07$ MPA. Concrete with the mixture Viscocrete 7060 HE FAS 0,55 are concrete weight = 8307 gram, value of Slump 18 cm; $f_c'r = 32,17$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 7060 HE FAS 0,50 are concrete weight = 8226 gram, value of Slump 16 cm; $f_c'r = 32.94$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 7060 HE FAS 0,45 are concrete weight = 8260 gram, value of Slump 7 cm; $f_c'r = 35,93$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 7060 HE FAS 0,40 are concrete weight = 8225 gram, value of Slump 4 cm; $f_c'r = 39,64$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 10 FAS 0,55 are concrete weight = 8242 gram, value of Slump 19 cm; $f_c'r = 31,37$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 10 FAS 0,50 are concrete weight = 8309 gram, value of Slump 16 cm; $f_c'r = 32,83$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 10 FAS 0,45 are concrete weight = 8204 gram,

value of Slump 8 cm; $f_c'r = 36,10$ Mpa. Concrete with the mixture Viscocrete 10 FAS 0,40 are concrete weight = 8193 gram, value of Slump 4 cm; $f_c'r = 39,13$ Mpa

According to examination result depress each treatment at superplasticizers, the optimum value depress is Viscocrete 7060 HE FAS 0,4 equal to 39,64 Mpa.

Rate of hardener of normal concrete at age 3, 7, 14, 21 and 28 day are 60,08 %; 78,61 %; 88,49 %; 96,29 %; 100 %. Rate of hardener of concrete by Sika Viscocrete 7060 HE at age 3, 7, 14, 21 and 28 day are 64,36 %; 83,24 %; 89,17 %; 96,08 %; 100 %. Rate of hardener of concrete Viscocrete 10 at age 3, 7, 14, 21 and 28 day are 57,57 %; 73,07 %; 89,37 %; 95,16 %; 100 %. According to rate of hardener comparison between Sika Viscocrete 7060 HE and normal concrete at 3 day and 7 day than Sika Viscocrete 7060 quicker than normal concrete. Inferential thereby that Sika Viscocrete 7060 HE is Superplasticizer of type E as compatible Water Reducing and Accelerating used for the concrete of precast requiring fast hardener early high. According to rate of hardener comparison between Sika Viscocrete 10 than normal concrete Sika Viscocrete 10 slower ossify than normal concrete. Inferential thereby that Sika Viscocrete 10 included in Superplasticizer of type D as compatible Water Reducing and Retarding used for the substance of mix concrete requiring rather old ossification. The example mass concrete and Ready mix requiring time in its delivery

PRAKATA

Puji syukur atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengujian 2 Tipe *Superplastisizer* sebagai *Water Reducer* pada Kuat Tekan Beton Normal. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Erno Widayanto, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
3. Ketut Aswatama, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Ir. Krisnamurti, MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota
5. Ahmad Hassanuddin, ST., MT selaku dosen penguji I
6. Dewi Junita K., ST., MT selaku dosen penguji II
7. Bapak Akir yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian dan seluruh Dosen Teknik Sipil yang dengan senang hati telah banyak membimbing selama perkuliahan berlangsung.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Beton	4
2.2 Semen	5
2.3 Agregat	9

2.3.1 Agregat kasar.....	10
2.3.2 Agregat halus.....	13
2.4 Air.....	14
2.5 Bahan Tambah.....	15
2.5.1 <i>Viscocrete</i> 7060 HE dan <i>Viscocrete</i> 10	17
2.5.2 Penelitian Superplastisizer	18
2.6 Standart Deviasi dan Variasi	20
2.7 Kuat Tekan Beton	22
2.7.1 Kuat Tekan Rata-rata	23
2.7.2 Kuat Tekan Karakteristik	23
2.8 Analisis Statistik.....	24
2.8.1 Uji normalitas data.....	26
2.8.2 Paired sample test	28
2.8.3 Korelasi.....	30
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Waktu dan tempat Penelitian	33
3.3 Identifikasi Variabel	33
3.3.1 Variabel Bebas	33
3.3.2 Variabel Terikat	33
3.4 Defenisi Operasional.....	34
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.5.1 Alat Penelitian.....	34
3.5.2 Bahan Penelitian.....	35
3.6 Prosedur Penelitian.....	35
3.6.1 Pengujian Material	35
a. Pengujian Agregat Kasar.....	35
b. Pengujian Agregat Halus	36
c. Pengujian Semen PC	37

3.6.2 Perencanaan Campuran Beton	38
3.6.3 Pembuatan Benda Uji	44
3.6.4 Perawatan Beton	46
3.6.5 Pengujian Beton	46
3.7 Analisis Data	46
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	48
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Data Laboratorium	50
4.1.1 Semen	50
4.1.2 Agregat Halus	51
4.1.3 Agregat Kasar	53
4.2 Rancangan Adukan Beton dengan Metode DOE	54
4.2.1 Data hasil uji bahan	54
4.2.2 Kebutuhan bahan dalam rencana campuran.....	68
4.3 Pembuatan rencana adukan	59
4.3.1 Pembuatan campuran adukan beton.....	59
4.3.2 Perawatan beton	59
4.4 Pengujian beton.....	60
4.4.1 Slump test	60
a. Hubungan antara nilai FAS dengan slump test	61
b. Perbandingan nilai slump test antara beton <i>Viscocrete</i> <i>7060 HE</i> dan <i>Viscocrete 10</i>	62
4.4.2 Berat beton rata-rata	63
a. Hubungan antara nilai FAS dengan berat beton.....	65
4.4.3 Pengujian kuat tekan beton	66
a. Laju pengerasan beton <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i>	69
b. Laju pengerasan beton <i>Sika Viscocrete 10</i>	71
4.4.4 Kontrol kualitas beton beton	72

- a. Hubungan kuat tekan *Sika Viscocrete 7060 HE* dengan *Sika Viscocrete 10*.....73

BAB 5 PENUTUP	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN-LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Persentase Komposisi dan Kadar Senyawa Semen Portland	7
2.2 Presentase Tembus Kumulatif (ASTM C33 – 74).....	11
2.3 Persen lolos kumulatif (ASTM C 33 – 86)	14
2.4 Nilai Standart Deviasi untuk Berbagai Tingkat pengendalian Mutu Pekerjaan.....	20
2.5 Harga Koreksi Standart Deviasi.....	21
2.6 Tampilan hasil uji normalitas.....	27
2.7 Hasil Uji <i>Paired Sampel Test</i>	29
2.8 Hasil Uji <i>Paired Sampel Test</i>	31
3.1 Persyaratan fas Maksimum untuk Berbagai Pembetonan.....	40
3.2 Penetapan Nilai Slump.....	40
3.3 Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik beton.....	41
3.4 Kebutuhan Semen Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.....	42
3.5 Batas Gradasi Pasir	43
3.6 Jumlah benda uji	45
4.1 Analisa Pengujian Semen PPC.....	50

4.2 Analisa Pengujian Agregat Halus	51
4.3 Pengujian Agregat Kasar.....	53
4.4 Formulir Rancangan Beton Metode DOE.....	55
4.5 Kebutuhan Adukan Beton $f_c' 35$ Mpa	56
4.6 P ebutuhan bahan dalam campuran beton normal (pelaksanaan).....	57
4.7 Perhitungan kebutuhan agregat kasar.....	57
4.8 Kebutuhan agregat kasar	58
4.9 kebutuhan bahan dalam <i>mix design</i> (15 kubus)	58
4.10 Slump Test tiap-tiap FAS pada Beton <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i> dan Beton <i>SikaViscocrete 10</i>	60
4.11 Korelasi antara FAS dengan nilai <i>slump test Sika Viscocrete 7060</i> <i>HE</i>	61
4.12 Korelasi antara FAS dengan nilai <i>slump test</i> beton <i>Sika Viscocrete</i> <i>10</i>	61
4.13 Uji normalitas nilai slump <i>Viscocrete 7060 HE</i> dan <i>Viscocrete 10</i>	62
4.14 Hasil uji <i>Paired Sample Test</i> Perbandingan nilai slump <i>Viscocrete 7060 HE</i> dan <i>Viscocrete 10</i>	63
4.15 Hubungan antara FAS dengan berat rata-rata beton	63
4.16 Korelasi antara FAS dengan berat beton <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i>	65
4.17 Korelasi antara FAS dengan berat beton <i>Sika Viscocrete 10</i>	65
4.18 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan VC 7060 HE.....	66
4.19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan VC 10.....	68
4.20 Uji normalitas laju pengerasan antara beton <i>Viscocrete 7060 HE</i> dan beton normal	69
4.21 Hasil uji <i>Paired Sampel Test</i> perbandingan laju pengerasan antara beton <i>Viscocrete 7060 HE</i> dengan beton normal	70
4.22 Uji normalitas laju pengerasan antara beton <i>Viscocrete 10</i> dan beton normal	71

4.23 Hasil uji Paired Sampel Test perbandingan laju pengerasan antara beton <i>Viscocrete</i> 10 dengan beton normal	71
4.24 Kuat tekan rata-rata , <i>Deviiasi standard</i> dan Variasi beton dengan campuran <i>Sika Viscocrete 10</i>	72
4.25 Kuat tekan rata-rata , <i>Deviiasi standard</i> dan Variasi beton dengan campuran <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i>	72
4.26 Uji normalitas kuat tekan rata-rata antara beton <i>Viscocrete 7060 HE</i> dan beton <i>Viscocrete 10</i>	73
4.27 Hasil uji Paired Sampel Test perbandingan kuat tekan rata-rata antara beton <i>Viscocrete 7060 HE</i> dengan beton <i>Viscocrete 10</i>	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses penguraian gumpalan semen akibat hidrasi.....	17
2.2 Tampilan Window Program SPSS.....	24
2.3 Tampilan <i>Data View</i> Program SPSS.....	25
2.4 Tampilan <i>Variabel View</i> Program SPSS	25
2.5 Tampilan Menu <i>Description Statistics</i> Program SPSS	26
2.6 Tampilan Menu <i>Explore</i> Program SPSS	27
2.7 Tampilan Menu <i>Compare Means</i> Program SPSS	28
2.8 Tampilan Menu <i>Paired Samples T-Test</i> Program SPSS	29
2.9 Tampilan Menu <i>correlate</i> Program SPSS	30
2.10 Tampilan Menu <i>bivariate correlations</i> Program SPSS.....	31
2.11 Hubungan Korelasi....	32
3.1 Diagram alir penelitian.....	49

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
4.1 Hubungan FAS dengan jumlah air untuk 15 benda uji kubus	58
4.2 Hubungan FAS dengan <i>Slump Test</i> pada Beton <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i> dan Beton <i>Sika Viscocrete 10</i>	60
4.3 Grafik hubungan antara FAS dengan berat beton campuran <i>Viscocrete 10</i>	64
4.4 Grafik hubungan antara FAS dengan berat beton campuran <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i>	64
4.5 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton pada beton campuran <i>Sika Viscocrete 7060 HE</i>	67
4.6 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton dengan campuran <i>Sika Viscocrete 10</i>	68

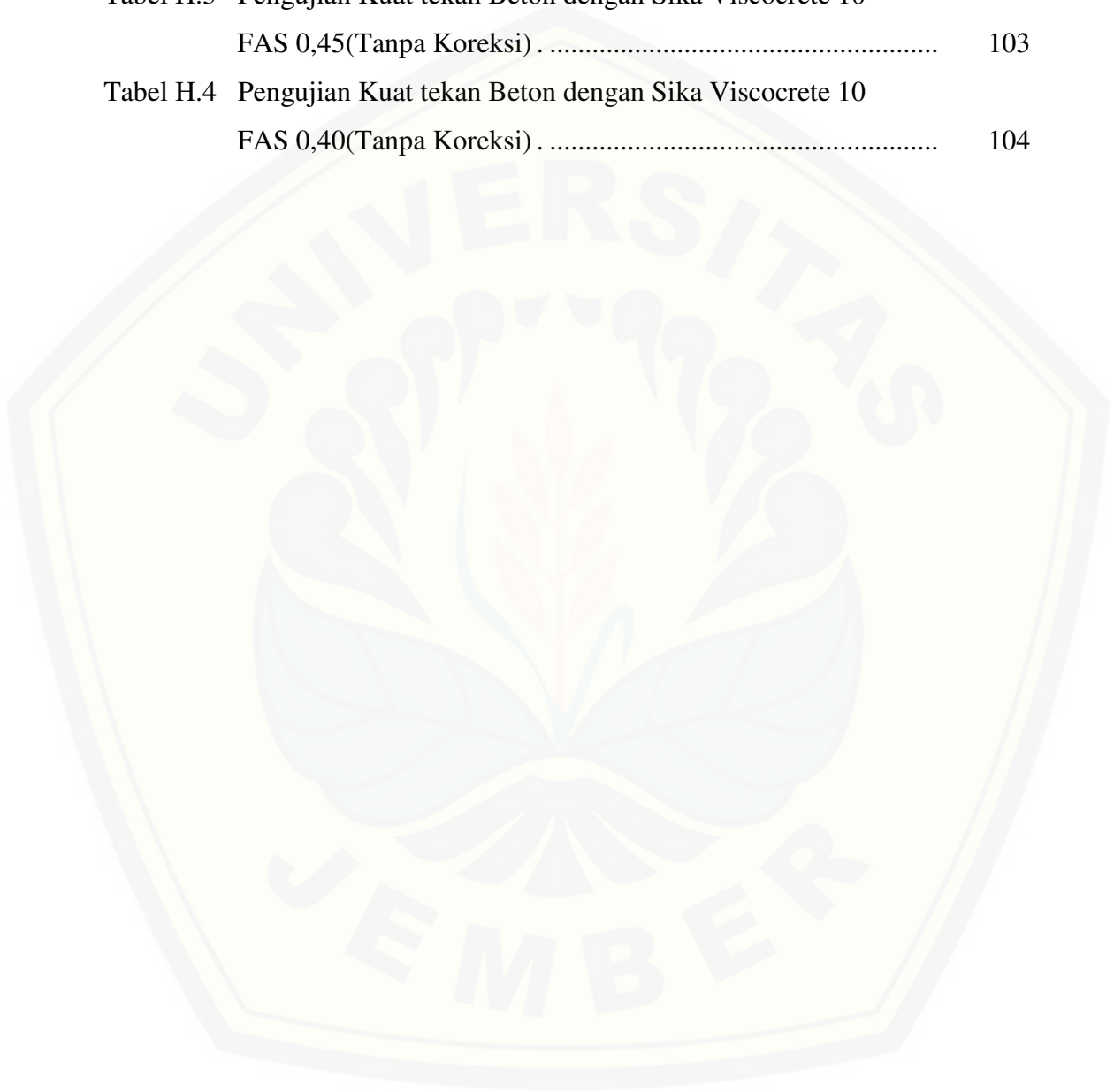
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A : DATA PENGUJIAN SEMEN PPC	78
Tabel A.1 Menentukan Berat Jenis Semen PPC	78
Tabel A.2 Menentukan Berat Volume Semen PPC	78
LAMPIRAN B : DATA PENGUJIAN AGREGAT HALUS	79
Tabel B.1 Menentukan Kelembaban Pasir.....	79
Tabel B.2 Menentukan Air Resapan Pasir	79
Tabel B.3 Menentukan Berat Volume Pasir	79
Tabel B.4 Menentukan Berat Jenis Pasir	80
Tabel B.5 Analisa Saringan Pasir.....	80
LAMPIRAN C : DATA PENGUJIAN AGREGAT KERIKIL	81
Tabel C.1 Menentukan Kelembaban Pasir.....	81
Tabel C.2 Menentukan Air Resapan Pasir	81

Tabel C.3 Menentukan Berat Volume Pasir	81
Tabel C.4 Menentukan Berat Jenis Pasir	82
Tabel C.5 Analisa Saringan Pasir.....	82
LAMPIRAN D : TABEL DAN GRAFIK KEPERLUAN	
MIX DESAIN	
Tabel D.1 Kebutuhan Semen Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.....	83
Tabel D.2 Persen lolos kumulatif.....	83
Tabel D.3 Batas Gradasi Pasir	83
Tabel D.4 Penetapan Nilai Slump	84
Tabel D.5 Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik beton.....	84
Tabel D.6 Persyaratan fas Maksimum untuk Berbagai Pembetonan.....	84
Gambar D.1 Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Campuran untuk Ukuran Butiran Maksimum 20 mm.....	85
Gambar D.2 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	85
Gambar D.3 Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Beton.....	86
LAMPIRAN E : DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN RATA-RATA BETON	
VISCOCRETE 7060 HE	
Tabel E.1 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE Campuran normal	87
Tabel E.2 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,55.....	88
Tabel E.3 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,50	89
Tabel E.4 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,45.....	90
Tabel E.5 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE	

FAS 0,40.....	91
LAMPIRAN F : DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN RATA-RATA BETON	
VISCOCRETE 10.....	92
Tabel F.1 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10	
FAS 0,55	92
Tabel F.2 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10	
FAS 0,50	93
Tabel F.3 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10	
FAS 0,45.....	94
Tabel F.4 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10	
FAS 0,40.....	95
LAMPIRAN G : DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN RATA-RATA BETON	
VISCOCRETE 7060 HE(TANPA KOREKSI)	96
Tabel G.1 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE Campuran normal (Tanpa Koreksi).....	
	96
Tabel G.2 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,55(Tanpa Koreksi).....	
	97
Tabel G.3 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,50(Tanpa Koreksi).....	
	98
Tabel G.4 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,45(Tanpa Koreksi)	
	99
Tabel G.5 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 7060 HE FAS 0,40(Tanpa Koreksi)	
	100
LAMPIRAN H : DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN RATA-RATA BETON	
VISCOCRETE 10(TANPA KOREKSI).....	101
Tabel F.1 Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10 FAS 0,55(Tanpa Koreksi).....	
	101

Tabel H.2	Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10 FAS 0,50(Tanpa Koreksi).....	102
Tabel H.3	Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10 FAS 0,45(Tanpa Koreksi)	103
Tabel H.4	Pengujian Kuat tekan Beton dengan Sika Viscocrete 10 FAS 0,40(Tanpa Koreksi)	104



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus dan kadang-kadang ditambahkan dengan *additive* atau *admixture* bila diperlukan.

Penambahan bahan tambah merupakan teknologi yang sering dilakukan. Hal ini disebabkan kemudahan dalam pemakaian bahan tambah dan banyaknya pilihan bahan tambah yang tersedia di pasar sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang diperlukan oleh pemakai teknologi beton atau kontraktor.

Salah satu contoh bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) adalah *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10*. *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* merupakan *Water Reducing* dan *High Range Strength Concrete Admixture* produk sika yang bersifat plastis yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air sampai 30 %,

Penelitian ini adalah lanjutan dari penelitian sebelumnya oleh Gomgom Gultom dengan judul "PENGUJIAN *VISCOCRETE 7060 HE* TERHADAP KUAT TEKAN BENDA UJI BETON DENGAN 2 (DUA) TIPE SEMEN".(2008)

Pada penelitian sebelumnya kadar campuran *Viscocrete 7060 HE* yang dipakai adalah 0 %; 0,25 %; 0,5 %; 0,75 %; 1,0 %; 1,25 %. Hasil dari penelitian sebelumnya adalah kuat tekan beton pada kadar 0,5 % sampai 1,25 % menurun dan nilai slump tidak terbaca. Penelitian ulang ini menggunakan kadar *Superplastisizer* 0,2 % dengan FAS yang bervariasi antara 0,55; 0,5; 0,45 dan 0,4 dan sebagai pembanding adalah fas 0,6 tanpa campuran *Sika Viscocrete*. Penelitian ini memakai 2 tipe bahan *admixture* yaitu *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* yang memiliki kesamaan sebagai *water reducer* (sampai 30 %).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pencampuran *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* terhadap kuat tekan beton normal?
2. Bagaimana perbedaan karakteristik antara beton dengan campuran *Sika Viscocrete 7060 HE* dan beton dengan campuran *Sika Viscocrete 10*?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan hubungan yang terjadi akibat penambahan *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* pada beton normal.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi tentang pengaruh *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* kadar 0.2 % dengan Faktor Air Semen yang bervariasi antara 0,60; 0,55; 0,5; 0,45 dan 0,4 terhadap kuat tekan beton.
2. Sebagai masukan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi konstruksi terutama di bidang struktur beton.
3. Sebagai penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya dan dasar untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah di atas penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Mutu beton acuan $f_c' = 22,5$ Mpa.
2. Menggunakan semen Gersik PPC tipe I
3. Agregat kasar menggunakan batu pecah dari daerah Jember dengan ukuran maksimal 20 mm.
4. Agregat halus menggunakan pasir dari daerah Lumajang.

5. Bahan kimia pembantu *Water Reducing and High Range Strength Concrete Admixture Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* produksi PT Sika berupa cair dengan kadar 0,2 % . Faktor Air Semen (FAS) bervariasi antara 0,60; 0,55; 0,5; 0,45 dan 0,4
6. Mix desain menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*) SKSNI-T-15-1990-3.
7. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, 28 hari masing-masing 15 benda uji untuk tiap perlakuan.
8. Sampel benda uji menggunakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm.
9. Hanya menguji kuat tekan beton dan menghitung berat beton.
10. Tidak melakukan pengujian fisik pada bahan *Admixture*.
11. Tidak mengkaji reaksi, sifat dan kandungan kimia bahan *Admixture* yang terjadi pada pembetonan.
12. Untuk laju pengerasan beton, nilai 100 % dipakai untuk umur beton 28 hari.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran antara semen, air, agregat halus dan agregat kasar serta bahan tambah yang nantinya akan mengeras menyerupai batu. Beton adalah salah satu bahan bangunan yang paling banyak pemakaiannya di seluruh dunia selain baja dan kayu. Beton digunakan di hampir disemua tempat, diatas tanah seperti: gedung dan jembatan, di bawah tanah seperti: pondasi dan terowongan, di dasar laut seperti: pipa minyak dan anjungan lepas pantai, di atas air seperti: kapal-kapal fero semen. Hal ini karena mudahnya memperoleh bahan penyusun beton dan kesederhanaan pembuatan struktur beton.

Sebagaimana yang kita ketahui, pada saat ini pertumbuhan dan perkembangan dibidang konstruksi cukup pesat. Semua itu ditandai dengan material yang digunakan untuk membentuk pekerjaan hampir 60% menggunakan beton (*concrete*). Untuk memenuhi kriteria beton yang bermutu tinggi dan bernilai ekonomi maka seorang perancang beton harus mampu merancang campuran beton yang dapat memenuhi kriteria tersebut.

Beton yang sudah mengeras mempunyai kekuatan yang sangat tinggi. Beberapa faktor yang mempengaruhi mutu beton.

1. Umur beton
2. Faktor Air Semen (*water cement ratio*)
3. Proporsi campuran bahan penyusun dan bahan tambah
4. Sifat mudah dikerjakan (*workability*)
5. Perawatan beton (*curing*)

Parameter-parameter yang mempengaruhi kekuatan beton adalah

1. Kualitas semen.
2. Proporsi semen terhadap campuran.
3. Kekuatan dan kebersihan agregat.
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat.

5. Pencampuran yang cukup dan proporsional dari bahan-bahan pembentuk beton.
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.
7. Perawatan beton.

2.2 Semen

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air yang disebut dengan hidrasi, sehingga membentuk batu padat. Pada umumnya, semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen Portland (karena menyerupai batu Portland di Inggris Selatan). Semen ini dibuat dengan cara menghaluskan silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan dicampur bahan gips.

Ketika semen dicampur dengan air, timbullah reaksi kimia antara campuran-campurannya dengan air. Pada tingkatan awal sejumlah kecil dari “retarder” (gips) cepat terlarut dan dapat berpengaruh terhadap reaksi-reaksi kimia lain. Reaksi-reaksi ini menghasilkan senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan (L.J.Murdock, 1997)

Proses hidrasi semen: Pembentukan *Calcium Silicate Hydrate* (C3S2H3) dari *Tricalcium Silicate* dengan air:



Pemilihan semen Portland untuk beton mutu tinggi sangat penting, apabila kekuatan awal tinggi menjadi tujuan. Dengan tipe semen yang diberikan, perbedaan merek akan memberikan karakteristik perkembangan kekuatan yang berbeda karena variasi komposisi kandungan dan kehalusan.

Semen Portland adalah perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang kandungan utamanya kalsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (Subakti, A. 1994)

Komponen utama dari semen portland adalah

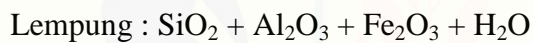
1. Batu kapur yang mengandung komponen CaO (kapur, lime)
2. Lempung yang mengandung komponen SiO₂ (silika), Al₂O₃(Oksida Alumina), Fe₂O₃ (Oksida besi). (Subakti, A. 1994).

Bahan-bahan ini dengan pengawasan yang ketat, digiling dan dicampur menurut suatu proses tertentu. Campuran ini dipanaskan dalam oven suhu 1450 °C sampai menjadi klinker. Klinker ini dipindahkan, digiling sampai halus disertai penambahan 3-5% gips untuk mengendalikan waktu pengikatan semen supaya tidak berlangsung terlalu cepat.

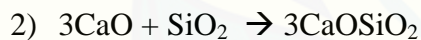
Reaksi-reaksi yang terjadi waktu proses pembuatan semen adalah sebagai berikut :



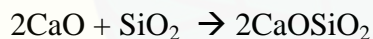
Kapur karbondioksida



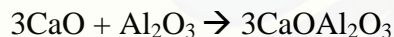
Silika aluminium oksida besi air



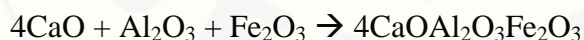
Trikalsium silikat (C₃S)



Dikalsium silikat (C₂S)



Trikalsium Aluminat (C₃A)



Tetrakalsium Aluminoforit (C₄AF)

Trikalsium silikat (C₃S), Dikalsium silikat (C₂S), Trikalsium Aluminat (C₃A) dan Tetrakalsium Aluminoforit (C₄AF) merupakan komponen karakteristik dari semen portland. Apabila dilakukan analisa kimia mengenai semen portland, maka dapat diketahui komposisinya. Sebagai contoh dibawah ini hasil analisa suatu jenis semen portland.

Tabel 2.1 Persentase Komposisi dan Kadar Senyawa Semen Portland

	Pengerasan			Tahan sulfat
	Biasa	cepat	Kadar rendah	
Analisa				
Kapur	63,1	4,5	60	64
Sulfat	20	20,7	22,5	24,4
Alumina	6,3	5,2	5,2	3,7
Besi oksida	3,6	2,9	4,6	3
Senyawa kimia				
Trikalسيوم silikat	40	50	25	40
Pikalسيوم silikat	30	21	45	40
Trikalسيوم alumina	11	9	6	2
Senyawa besi	11	9	14	9

Sumber: L.J.Murdock, 1999

Berikut ini adalah jenis-jenis dan kegunaan dari semen portland (*L.J.Murdock, 1999*).

1. Semen Portland Tipe I

Semen portland jenis ini digunakan untuk konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,0%-0,10%, semen jenis ini banyak digunakan pada bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat dan lain-lain.

2. Semen Portland Tipe II

Semen jenis ini banyak digunakan pada tanah dan air yang mengandung ketahanan sulfat antara 0,10%-0,20% dan panas hidrasi sedang, misalkan bangunan dipinggir laut, bangunan di bekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa, dam dan landasan jembatan.

3. Semen Portland Tipe III

Semen jenis ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan yang memerlukan kekuatan tekan yang tinggi pada awal pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan tingkat tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

4. Semen Portland Tipe IV

Semen portland tipe IV ini menimbulkan panas hidrasi rendah dengan persentasi maximum untuk C_3S sebesar 35%, untuk C_4S sebesar 7% dan untuk C_2S persentase minimum sebesar 40%. Tipe IV ini tidak lagi diproduksi dalam jumlah besar seperti pada waktu pembuatan Hoover Dam, akan tetapi telah diganti dengan tipe II yang disebut "*modified portland cement*"

5. Semen Portland Tipe V

Dipakai untuk konstruksi bangunan pada tanah/air yang mengandung sulfat melebihi 0,20% dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir.

6. Super Masonry Cement

Semen ini dapat digunakan untuk konstruksi perumahan gedung, jalan dan irigasi yang struktur betonnya maksimal K 255. Dapat juga digunakan untuk bahan baku pembuatan Genteng Beton, *Hollow Brick*, *Paving Block*, Tegel dan bahan bangunan lainnya.

7. Super "Portland Pozzolan Cement" (PPC)

Semen yang memenuhi persyaratan mutu Semen Portland Pozzolan SNI 15-0302-1994 dan ASTM C 595 M-95 a dapat digunakan secara luas seperti:

- a. Konstruksi beton massa (bendungan, dan dan irigasi)
- b. Konstruksi beton yang memerlukan ketahan terhadap serangan sulfat (bangunan tepi pantai, tanah rawa)
- c. Bangunan/instalasi yang memerlukan kekedapan yang lebih tinggi.
- d. Pekerjaan pasangan dan plesteran.
- e.

8. Oil Well Cement, Class G-HSR (High Sulfate Resistant)

Merupakan semen khusus yang digunakan untuk pembuatan sumur minyak dan gas alam di bawah permukaan laut dan daratan. OWC yang telah diproduksi adalah Class G - HSR (High Sulfate Resistant) atau disebut juga sebagai "Basic

OWC". Additif dapat ditambahkan untuk pemakaian pada berbagai kedalaman dan temperatur.

2.3 Agregat

Agregat dengan ukuran lebih kecil dapat digunakan untuk memproduksi beton mutu lebih tinggi, karena kurangnya sejumlah konsentrasi tegangan disekitar partikel yang menyebabkan perbedaan antara modulus elastik dari pasta dan agregat.

Karakteristik material batuan, terutama dari jenis batu pecah (*crused stone*), cukup memegang peranan sangat penting dalam penggunaannya sebagai agregat beton. Hampir 75% dari volume beton terdiri atas agregat. Dengan demikian maka sifat-sifat dan perilaku agregat akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Kekuatan batu pecah untuk agregat beton umumnya berkisar antara 700 dan 3000 kg/m² (*Imam A.Sadisun, 2006*).

Beton memerlukan agregat yang berkekuatan tinggi, namun yang paling penting adalah bagaimana mendapatkan batas lekatan potensial yang terbaik dari kombinasi agregat semen.

Penggunaan agregat dalam beton adalah untuk.

1. Menghemat penggunaan semen.
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton.
3. Mengurangi susut pengerasan pada beton.
4. Mencapai susunan yang padat pada beton (dengan gradasi agregat yang baik maka akan didapatkan beton yang padat).
5. Mengontrol *workability* dengan gradasi agregat yang baik maka akan didapatkan beton yang mudah dikerjakan atau memiliki *workability* yang baik.

Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat (*Rani N, et al., 2006*):

1. Pebandingan agregat dan semen campuran.
2. Kekuatan agregat.
3. Bentuk dan ukuran.
4. Tekstur permukaan.
5. Gradasi.
6. Reaksi kimia.
7. Ketahanan terhadap panas.

Jenis agregat berdasarkan bentuknya adalah:

1. Agregat bulat
Rongga udara min 33%, rasio luas permukaan kecil jika untuk kekuatan tinggi karna ikatan antar agregat kurang.
2. Agregat bulat sebagian
Rongga udara sekitar 35% - 38%, membutuhkan lebih banyak pasta semen tetapi belum cukup sebagai bahan beton dengan kekuatan tinggi.
3. Agregat bersudut
Rongga udara sekitar 38% - 40%, cocok untuk beton mutu tinggi.
4. Agregat panjang
Jika ukuran terbesar $> 9/5$ dari ukuran rata-rata.
5. Agregat pipih
Dinamakan pipih jika ukuran terkecilnya kurang dari $3/5$ ukuran rata-ratanya
6. Agregat pipih dan panjang
Agregat jenis ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar dari pada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

2.3.1 Agregat kasar

Agregat kasar meliputi kerikil, batu pecah dimana agregat tersebut merupakan butiran-butiran yang tertinggal di atas ayakan dengan lubang 4,8 mm tapi lolos

ayakan 40 mm. Agregat kasar harus bersih dari bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik.

Syarat mutu agregat kasar menurut ASTM C 33 adalah sebagai berikut:

1. Jika dipakai untuk beton basah tidak boleh reaktif terhadap alkali atau bahan yang reaktif terhadap alkali semen, dengan penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak melebihi 0,6%.
2. Susunan gradasi harus memenuhi syarat.
3. Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk pada beton
4. Sifat fisika dan sifat kekal, mencakup kekerasan butiran yang diuji dengan bejana los angeles.

Tabel 2.2 Presentase Tembus Kumulatif (ASTM C33 – 74)

Lubang ayakan (mm)	Presentase Tembus Komulatif Ukuran Butir nominal (mm)			
	37,5 – 4,75	25 - 4,75	19 – 4,75	12 – 4,75
50	100	-	-	-
37.5	95 – 100	100	-	-
25	-	95 – 100	100	-
19	35 – 70	-	90 - 100	100
12.5	-	25 – 60	-	90 - 100
9.5	10 – 30	-	20 - 55	40 - 70
4.75	0 – 5	0 – 10	0 – 10	0 - 15
2.3	-	0 - 5	0 - 5	0 - 5

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

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) (*Samekto dan Rahmadiyanto, 2001*).

Untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari agregat kasar yang dibutuhkan untuk pencampuran dilakukan pengujian agregat kasar, pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisa saringan kerikil (ASTM C 136 – 76)

Untuk mengukur distribusi ukuran butiran atau gradasi kerikil sehingga dapat diketahui butir maksimum kerikil dan modulus kehalusannya.

2. Kelembaban kerikil (ASTM C 556 – 72)

Bertujuan untuk mengukur kelembaban kerikil dengan cara kering. Perhitungan pengujian ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$kelembabankerikil = \frac{w1 - w2}{w2} \times 100\% \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan: w1 = berat kerikil asli (gr)

w2 = berat kerikil oven (gr)

3. Berat jenis kerikil (ASTM C 128 – 73)

Bertujuan untuk mengukur berat jenis kerikil dalam kondisi SSD. Perhitungan pengujian ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BJ\ kerikil = \frac{w1}{w1 - w2} \dots\dots\dots 2.2$$

Dengan : w1 = Berat kerikil di udara (gr)

w2 = Berat kerikil dalam air (gr)

4. Air resapan kerikil (ASTM C 127 – 77)

Untuk mengukur kadar air resapan kerikil. Perhitungan pengujian ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$KAR = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.3$$

Dengan : w_1 = Berat kerikil kering (gr)

w_2 = Berat kerikil bersih kering (gr)

5. Berat volume kerikil (ASTM C 29 – 78)

Untuk mengukur berat volume kerikil baik dalam keadaan lepas maupun padat. Perhitungan ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BV \text{ kerikil} = \frac{w_2 - w_1}{V} \quad \dots\dots\dots 2.4$$

Dengan : w_1 = Berat silinder (gr)

w_2 = Berat silinder + kerikil (gr)

V = Volume silinder (cm^3)

2.3.2 Agregat Halus

Menurut SK SNI T – 15 – 1990 -03 bahwa kekasaran pasir dibagi menjadi 4 (empat) kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

Gradasi optimum dari agregat halus ditentukan oleh efek kebutuhan air dari pada penataan fisik. Modulus kehalusan di bawah 2,5 menjadikan beton yang lengket, sehingga sulit untuk dipadatkan. Pasir dengan modulus kehalusan 3,0 memberikan workability dan kekuatan tekan yang baik.

Syarat mutu agregat halus menurut ASTM C 33-86 adalah.

1. Kadar lumpur atau bagian butir kecil dari 75 mikron (ayakan no 200) dalam persen berat maksimal:
 - a. Untuk beton mengalami abrasi 3,0
 - b. Untuk jenis beton yang lain 5,0
2. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah diserpihkan maksimal 3,0 %.

3. Kandungan arang dan lignit:
 - a. Bila tampak permukaan beton dipandang penting, kandungan maksimal 0,5%.
 - b. Untuk beton jenis lainnya, maksimal 10%.
4. Tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan didalam beton.
5. Sifat kekal diuji dengan larutan garam sulfat.
 - a. Jika dipakai Natrium-sulfat, bagian hancur maks 10 %]
 - b. Jika dipakai Magnesium sulfat bagian hancur maksimum 15 %
6. Agregat halus harus mempunyai susunan besar butir dalam batas-batas berikut:

Tabel.2.3 Persen Lolos Kumulatif (ASTM C 33 – 86)

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Komulatif (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36	80 - 100
1,18	50 - 45
0,6	25 - 60
0,3	10 - 30
0,15	2-10

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

2.4 Air

Seperti yang kita ketahui, air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton. Peranan air sebagai material beton dapat menentukan mutu dalam campuran beton. Air yang dipergunakan dalam campuran beton harus bersih dan tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton dan atau baja tulangan. Air tawar yang biasanya

diminum, baik air yang telah di olah diperusahaan air minum maupun tanpa diolah dapat dipakai untuk pembuatan beton.

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antar semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang di butuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak, kira-kira 20% dari berat semen, tetapi kita tambahkan air dengan tujuan ekonomi. Dengan menambahkan lebih banyak air harus dibatasi sebab penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.

Proses hidrasi akan berlangsung baik apabila dipakai air tawar serta murni. Disamping digunakan sebagai bahan campuran untuk beton. Air digunakan pula untuk merawat beton dengan cara pembasahan setelah di cor dan untuk membasahi atau membersihkan. Air untuk perawatan dan pembuatan tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton dan atau baja tulangan. Sebaiknya digunakan air bersih, tidak berasa, tidak berbau dan dapat diminum (*Aman Subakti, 1994*)

2.5 Bahan Tambah

Amixture atau bahan tambah didefinisikan sebagai material selain air, agregat dan semen yang dicampurkan dalam beton yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti menaikkan kuat tekan beton.

Pemberian bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak merubah komposisi yang besar dari bahan yang lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau merubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

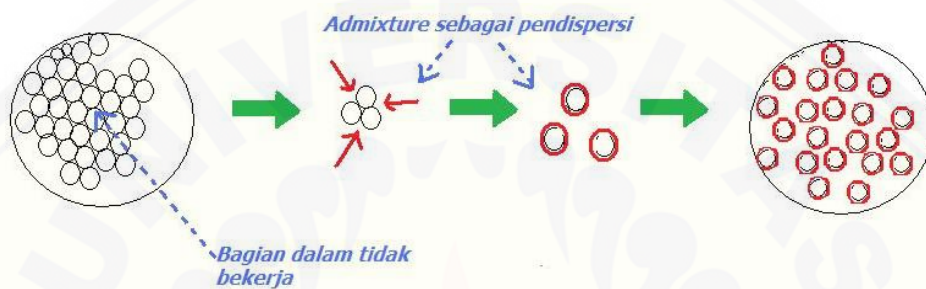
Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

Salah satu contoh bahan tambah admixture adalah Water-reducing Admixture. Klasifikasi Water-reducing Admixture menurut ASTM C 494 adalah:

1. Tipe A sebagai *Water-reducing*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat mengurangi jumlah kadar air dalam campuran beton.
2. Tipe B sebagai *Retarding*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat memperlambat laju pengerasan beton.
3. Tipe C sebagai *Accelerating*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat mempercepat laju pengerasan beton.
4. Tipe D sebagai *Water-reducing* dan *Retarding*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus memperlambat laju pengerasan beton.
5. Tipe E sebagai *Water-reducing* dan *Accelerating*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus mempercepat laju pengerasan beton.
6. Tipe F sebagai *Water-reducing* dan *High-Range*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat mengurangi jumlah kadar air sekaligus menaikkan kuat tekan beton.
7. Tipe G sebagai *Water-reducing*, *High-Range* dan *Retarding*
Tipe ini berfungsi sebagai bahan tambah *Admixture* yang dapat mengurangi jumlah kadar air, menaikkan kuat tekan beton sekaligus memperlambat laju pengerasan beton.

Fungsi dari *Admixture Superplastisizer* adalah sebagai pengurai (*dispersant*) terhadap penggumpalan semen karena hidrasi. Penggumpalan ini menyebabkan partikel-partikel didalam inti dari gumpalan tersebut tidak ikut mengalami hidrasi.

Peran dari *Admixture Superplastisizer* adalah menguraikan gumpalan tersebut menjadi partikel-partikel terpisah yang mendorong optimalisasi dari proses hidrasi dari campuran beton tersebut.



Gambar 2.1 Proses Penguraian Gumpalan Semen akibat Hidrasi

2.5.1 *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10*

Sika Viscocrete 7060 HE dan *Sika Viscocrete 10* merupakan teknologi campuran beton terbaru yang dikeluarkan Sika sebagai salah satu produsen bahan pencampur beton. *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* adalah generasi ketiga dari superplasticiser yang digunakan pada campuran beton dan mortar. Sebelumnya Sika telah memproduksi *Sikament-NN* sebagai generasi pertama *superplastisizer* yang kemudian disusul dengan *Sikament-LN* sebagai generasi kedua.

Superplastisizer ini merupakan *Water Reducing* dan *High Range Strength Concrete Admixture* berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Akan tetapi antar generasi pertama, kedua dan ketiga mempunyai sedikit perbedaan. Salah satu perbedaannya ada pada pengurangan kadar air. Pada *Sikament-NN* pengurangan air yang dihasilkan 12%, *Sikament-LN* dapat mengurangi penggunaan air sebanyak 20%, sedangkan pada *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10*, pengurangan air mencapai 30% atau lebih, dan juga bisa digunakan untuk *Self Compacting Concrete*.

Pengurangan kadar air dilakukan agar kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi. Dengan air yang sedikit tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi.

Sika Viscocrete 7060 HE dan *Sika Viscocrete 10* dapat digunakan pada beton precast dan *Ready mix Concrete*. *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* dapat memfasilitasi pengurangan penggunaan air dalam jumlah yang besar, *flowability* yang baik dengan mengoptimalkan waktu pengikatan yang baik dan sifat *Self Compacting* yang baik juga. Dosis yang digunakan adalah 0,2%-0,6% dari berat semen yang digunakan dan 0,5%-1,8% dari berat semen yang digunakan untuk *Self Compacting Concrete* (Sika, 2010).

2.5.2 Penelitian-penelitian *Superplastisizer*

Sudah banyak penelitian tentang beton yang menggunakan *admixture Superplastisizer* produk Sika. Berikut ini beberapa penelitian tentang *Superplastisizer*:

1. Studi Eksperimental Pengaruh Sikament-NN Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Beton Mutu $F_c' = 45$ Mpa oleh Indra Gunawan.
Dari penelitian ini dapat diketahui terjadinya peningkatan kuat tekan karakteristik beton sebesar 4,50% pada kadar 1% *Sikament-NN* dengan pengurangan 20% kadar air, 7,88% pada kadar 2% *Sikament-NN* dengan pengurangan 20% kadar air, 1,24% pada kadar 3% *Sikament-NN* dengan pengurangan 20% kadar air. Kadar optimum penggunaan *Sikament-NN* untuk penelitian ini adalah sebesar 1,63%.
2. Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Dan Variasi Kadar *Superplastisizer* (Sikament-LN) Terhadap Kekuatan Dan Kemudahan Pengerjaan Beton Mutu Tinggi oleh David. Hasil akhir penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *Superplastisizer* yang semakin banyak dalam campuran beton dengan nilai faktor air semen yang besar meningkatkan nilai slump. Untuk nilai Faktor Air Semen 0.4 dan kadar

sikament-LN 1.5% nilai slumpnya mencapai 100 mm dimana campurannya sangat encer.

Pengurangan nilai faktor air semen dalam campuran ternyata meningkatkan kuat tekan karakteristik maksimum beton. Untuk Faktor Air Semen 0.4, kuat tekan karakteristik maksimumnya 45.2881 MPa dan kadar optimum *Superplasticizer* nya 1.09%. untuk factor air semen 0.3 kuat tekan karakteristik maksimumnya 47.3437 MPa dan kadar optimum *superplasticizernya* 0.98%. untuk factor air semen 0,2 kuat tekan karakteristik maksimumnya 50.2847 MPa dan kadar optimumnya 0.87%. Ternyata penambahan *Superplasticizer* dalam campuran selain mempermudah pengerjaan beton, dapat meningkatkan kekuatan awal beton yang cukup tinggi yaitu pada umur 3 hari dengan kadar sikament-LN 1.5% dengan perubahan factor air semen dari menjadi 0.2 sebesar 77.01%.

3. Pengaruh kadar *Sika Viscocrete 7060 HE* terhadap kuat tekan benda uji beton dengan 2 (dua) tipe semen oleh Gomgom gultom(2008)

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian:

1. Penambahan *Sika Viscocrete 7060 HE* pada beton mengalami kenaikan kuat tekan pada pemakaian kadar 0,25% *Sika Viscocrete 7060 HE* dari berat semen yang digunakan dan mulai mengalami penurunan pada kadar 0,50%-1,00% *Sika Viscocrete 7060 HE* dari berat semen yang digunakan. Hal ini terjadi pada kedua jenis semen.
2. Pada umur 28 hari nilai kuat tekan optimum terjadi pada kadar 0,25% *Sika Viscocrete 7060 HE* dari berat semen yang digunakan. Nilai kuat tekan optimum beton semen PPC sebesar 47,75Mpa dengan berat beton 12830 gram dan nilai kuat tekan optimum beton semen OPC didapat sebesar 48,50 Mpa dengan berat beton 12997 gram.
3. Nilai slump mulai tidak terbaca pada kadar 0,50% *Sika Viscocrete 7060 HE* dan nilai fas 0,41.

2.6 Standart Deviasi dan Variasi

Standart deviasi merupakan bentuk simpangan rata-rata yang diperbaharui dan juga merupakan ukuran dispersi yang lebih umum dipergunakan. Dalam kenyataannya, standart deviasi menjadi standart ukuran dispersi.

Penetapan nilai standart deviasi menurut DOE (*Departmen of Environment*) berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan mutu betonnya. Makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai standart deviasinya.

Penetapan nilai standart deviasi ini berdasarkan pada hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada pengujian sebelumnya, untuk pembuatan mutu beton yang sama dan menggunakan bahan dasar yang sama pula. Jika pelaksana mempunyai data hasil pembuatan beton serupa pada pengujian sebelumnya, maka persyaratan jumlah data hasil uji minimum sebanyak 30 buah. Jika jumlah data hasil uji kurang dari 30 buah, maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standart dengan suatu faktor pengali. Untuk benda uji kurang dari 15 buah tidak diperkenankan menggunakan faktor pengali.

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan atau data hasil pengujian beton pada pengujian sebelumnya yang memenuhi persyaratan tersebut, maka nilai margin langsung diambil sebesar 12 Mpa. Untuk memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan beton, berikut ini adalah pedoman dengan menggunakan tabel.

Tabel 2.4 Nilai Standart Deviasi untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalaian Mutu Pekerjaan	Standart Deviasi (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Sumber: Konstruksi Beton Bertulang (1996)

Apabila sejumlah benda uji diperiksa kekuatannya, maka hasilnya akan menyebar sekitar suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebaran ini tergantung pada tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya. Ukuran dari besar kecilnya penyebaran tersebut disebut standart deviasi (*Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03*).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (fc - fcr)^2}{n - 1}} \dots\dots\dots 2.5$$

- Dengan : S = standart deviasi (Mpa)
 fc = Kuat tekan beton karakteristik (Mpa)
 fcr = Ket. Tekan beton rata-rata (Mpa)
 n = Jumlah benda uji

Tabel 2.5 Harga Koreksi Standart Deviasi

Σ Benda Uji (n)	Konstanta (K)	Σ Benda uji (n)	Konstanta (K)
8	1.37	15	1.07
9	1.29	16	1.06
10	1.23	17	1.04
11	1.19	18	1.03
12	1.15	19	1.01
13	1.13	20	1.00
14	1.10		

Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03

Bahan beton merupakan bahan yang mempunyai sifat fisik dan mekanik yang bervariasi. Varian menunjukkan mutu pelaksanaan dilihat dari pengujian, diperoleh dengan persamaan berikut ini (*Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03*):

$$\text{Variasi (V)} = \frac{Sd}{fc'm \times 100\%} \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan : fc'm = kuat tekan rata-rata (kg/cm²)

Sd = Standart deviasi (kg/cm²)

Nilai V < 10% menunjukkan mutu amat baik, mutu baik jika 10% < V < 15%, mutu cukup jika 15% < V < 20%, dan mutu kurang jika V > 20 %.

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan kimia pembantu. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton.

Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan beton. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan reaksi kimiawi didalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan (*service ability*) akan tetapi mempengaruhi kekuatan. Suatu ukuran dari pengerjaan beton diperoleh dengan percobaan slump.

Kuat tekan beton didapat dari uji tekan beton yang disesuaikan dengan waktu pengerasan beton. Didalam peraturan, uji tekan beton dapat dilakukan untuk waktu 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Kuat tekan beton adalah kemampuan benda uji untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimum benda uji dalam menahan gaya tersebut yang menyebabkan kehancuran. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (*Samekto, 2001*):

1. Jenis dan kualitas semen.
2. Jenis dan tekstur permukaan agregat.
3. Perawatan.
4. Suhu.

Pengujian kuat tekan dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan cara memberikan beban terhadap beton sampai beton tersebut tidak kuat lagi menahan beban yang diterimanya (retak) dengan ditunjukkan berhenti naiknya jarum penunjuk beban yang diterima beton. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat *Compression Strenght*. Besar kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (*Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03*):

$$f_c = \frac{\text{pembacaandal} \times 100}{A \times \text{kalibrasi}} \times 0,83 \quad \dots\dots\dots 2.7$$

Dengan : f_c = Kuat tekan beton (Mpa)

A = Luas benda uji (cm^2)

Kalibrasi : Beton umur 3 hari = 0,40

Beton umur 7 hari = 0,65

Beton umur 14 hari = 0,88

Beton umur 21 hari = 0,95

Beton umur 28 hari = 1,00

2.7.1 Kuat Tekan Rata-rata

Kuat tekan rata-rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya. Besar kuat tekan rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (*Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03*):

$$f_{cr} = \frac{\sum f_c}{n} \dots\dots\dots 2.8$$

Dengan : f_{cr} = Kuat tekan rata-rata (Mpa)

$\sum f_c$ = Jumlah nilai kuat tekan (Mpa)

n = Jumlah benda uji untuk satu jenis perlakuan

2.7.2 Kuat Tekan Karakteristik

Kuat tekan karakteristik beton adalah kuat tekan yang dari sejumlah pemeriksaan ada kemungkinan kuat tekannya kurang dari persyaratan kuat tekan sampai batas 5% (samekto, 2001). Besar kuat tekan karakteristik dapat dihitung dengan menggunakan rumus (*Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03*):

$$f'c_k = f_{cr} - 1.64S \dots\dots\dots 2.9$$

Dengan : $f'c_k$ = kuat tekan karakteristik (Mpa)

f_{cr} = kuat tekan rata-rata (Mpa)

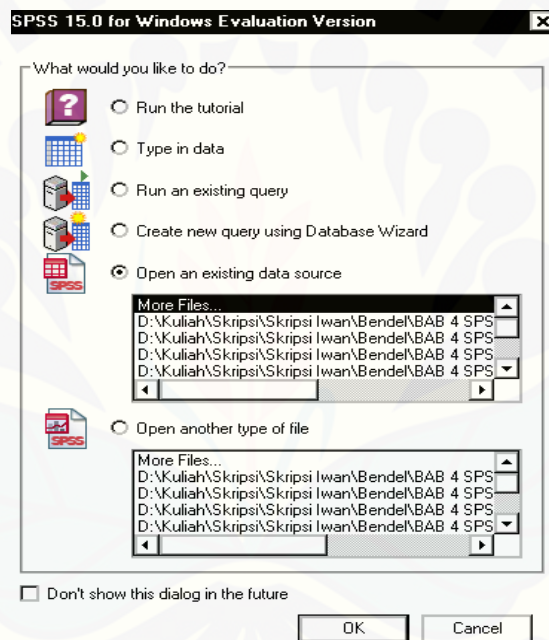
S = standart deviasi (Mpa)

2.8 Analisis Statistik

Analisis data menggunakan aplikasi statistika dengan SPSS (*Statistical Product and Service Solution*). SPSS adalah *software* yang dirancang untuk membantu pengolahan data secara statistik

Cara kerja SPSS:

1. Pada saat SPSS pertama kali dibuka, selalu tampil tampilan pertama sebagai berikut:

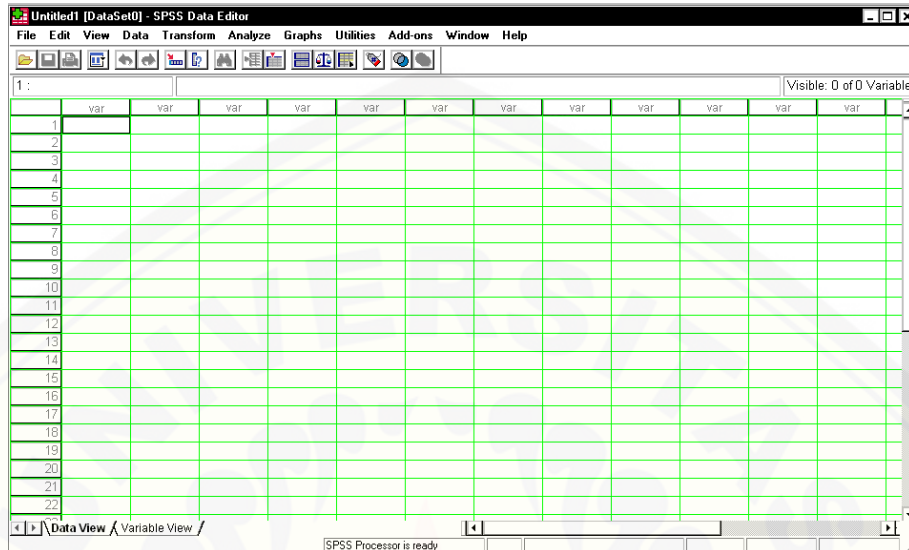


Gambar 2.2 Tampilan Window Program SPSS

2. Jika data sudah tersedia, maka kita bisa langsung membuka data tersebut. Jika tidak ada, bisa klik cancel.

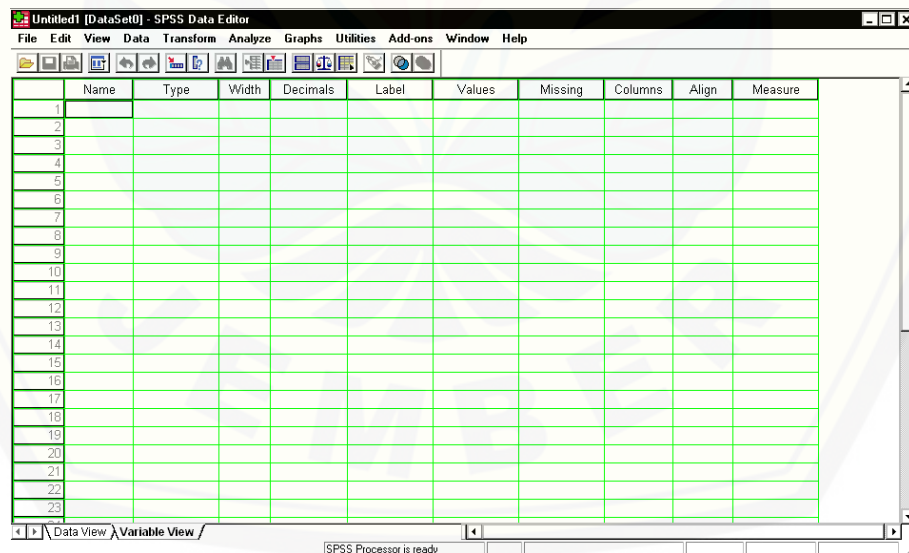
SPSS Data editor mempunyai 2 bagian, yaitu:

1. *Data View*, tempat untuk menginput data statistic.



Gambar 2.3 Tampilan *Data View* Program SPSS

2. *Variable View*, tempat untuk menginput variable statistik



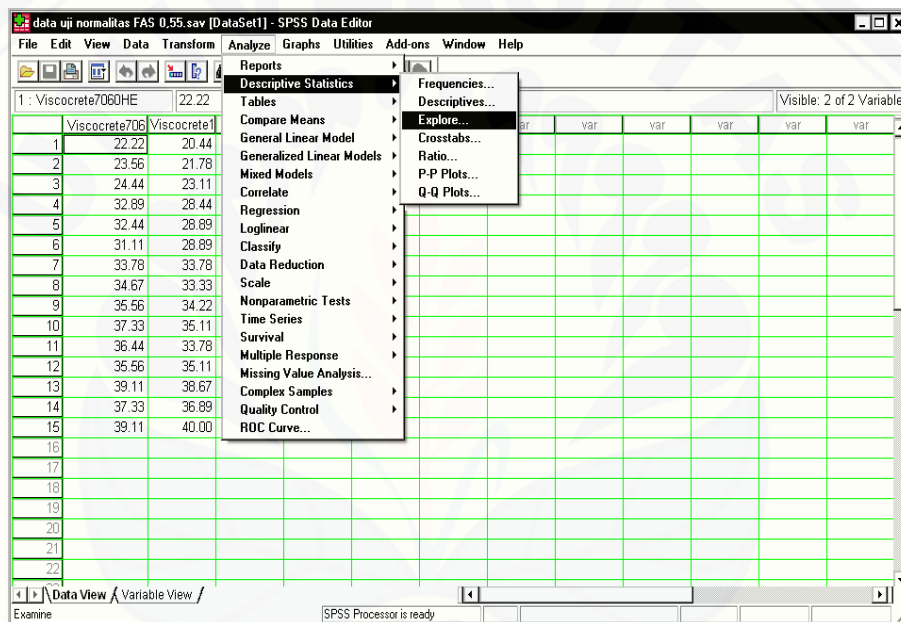
Gambar 2.4 Tampilan *Variabel View* Program SPSS

2.8.1 Uji Normalitas Data

Asumsi normalitas merupakan prasyarat kebanyakan prosedur statistika inferensial. Ada beberapa cara untuk mengeksplorasi asumsi normalitas ini antara lain Uji Normalitas *Shapiro-Wilk* dan Uji Normalitas *Kolmogorof-Smirnov*.

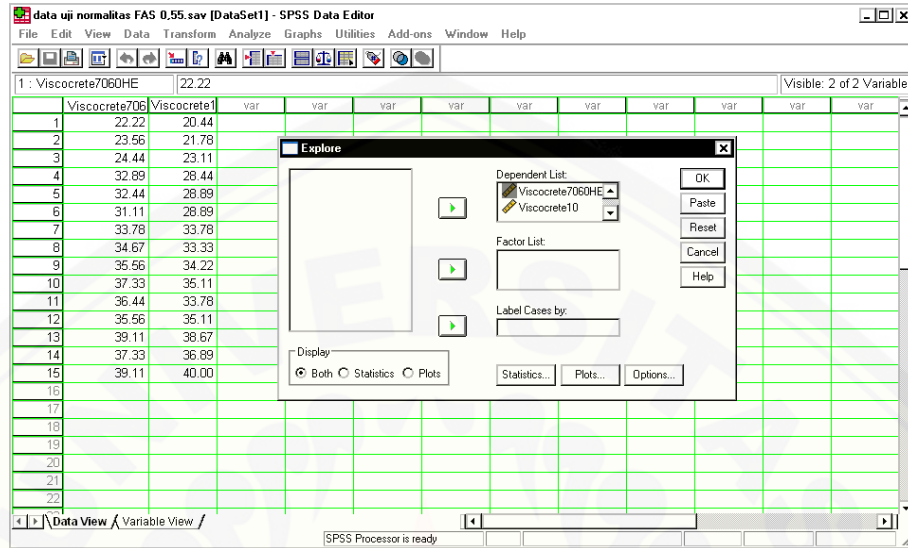
Langkah-langkah pengerjaan uji normalitas:

1. Buka SPSS, input data.
2. Pilih *Analyze – Descriptive Statistics- Explore*



Gambar 2.5 Tampilan Menu *Description Statistics* Program SPSS

3. Akan muncul *windows Explore*



Gambar 2.6 Tampilan Menu *Explore* Program SPSS

4. Kemudian masukkan data kuat tekan beton *Sika Viscocrete 7060 HE* dan beton *Sika Viscocrete 10* ke *Dependent list*. Kemudian klik Ok.
5. Hasil output uji normalitas

Tabel 2.6 Tampilan hasil uji normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Viscocrete7060HE	.179	15	.200*	.875	15	.040
Viscocrete10	.179	15	.200*	.892	15	.073

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Keterangan :

- a. Jika angka signifikansi Uji Kolmogorov-Smirnov Sig > 0.05 maka data terdistribusi normal
- b. Jika angka signifikansi Uji Kolmogorov-Smirnov Sig < 0.05 , maka data tidak terdistribusi normal.

2.8.2 Paired Sample t-Test

Paired sample t-test (uji t untuk dua sampel yang berpasangan) adalah analisa statistik untuk menguji dua sampel berpasangan yang mempunyai perbedaan satu sama lain. Sampel berpasangan (*paired sample*) adalah sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda.

Langkah-langkah mencari hubungan antar variabel menggunakan uji-t berpasangan:

1. Menentukan hipotesa:

H_0 : Variabel 1 = Variabel 2

H_1 : Variabel 1 > Variabel 2

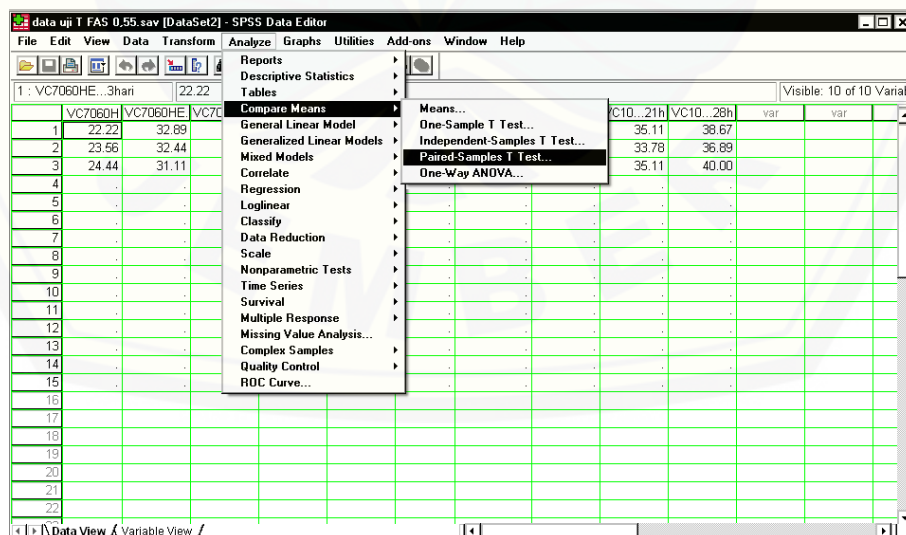
Hipotesa seperti diatas dikategorikan sebagai hipotesa satu sisi (*one-tailed test*) sehingga nilai p-value (*sig*) harus dibagi 2.

2. Pilih tingkat signifikansi : α (misal 5%)
3. Ambil keputusan ;jika p-value < α maka H_0 ditolak dan memakai H_1 sebaliknya jika p-value > α maka H_0 diterima.

Langkah-langkah Paired Sample t-Test dengan menggunakan program SPSS :

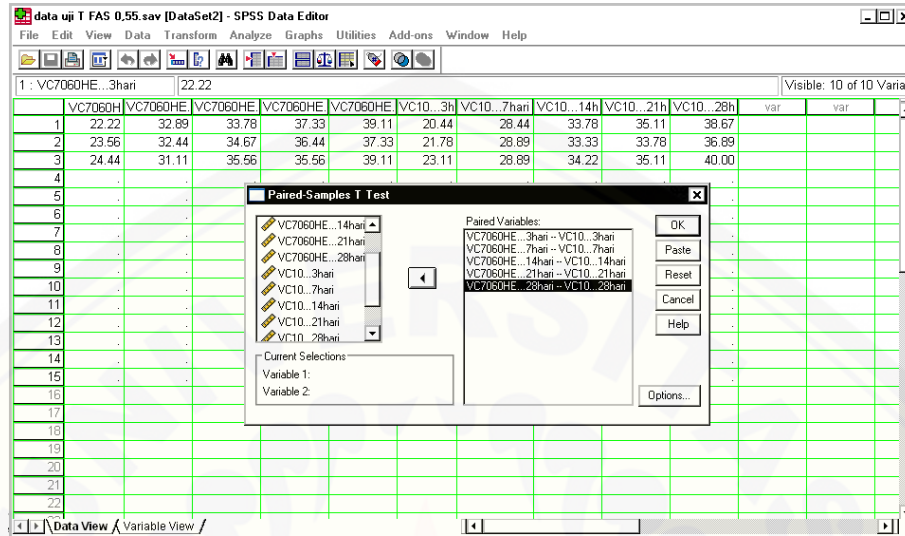
Buka SPSS, input data.

1. Pilih *Analyze – Compare Means – Paired Samples T-Test*



Gambar 2.7 Tampilan Menu *Compare Means* Program SPSS

2. Akan muncul window *Paired Samples T-Test*



Gambar 2.8 Tampilan Menu *Paired Samples T-Test* Program SPSS

3. Pindahkan variable-variable yang akan dibandingkan ke kolom *Paired-variables* kemudian klik Ok.
4. Hasil uji *Paired Samples T-Test*

Tabel 2.7 Hasil Uji *Paired Sampel Test*

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Pair	Viscocrete7060HE - Viscocrete10							Lower	Upper
1	Viscocrete7060HE - Viscocrete10	.31250	.42836	.21418	-.36912	.99412	1.459	3	.241

Keterangan:

- a. *Mean* menunjukkan nilai selisih rata-rata antara dua variabel
- b. *Std. Deviation* adalah simpangan baku dari selisih rata-rata
- c. *Std. Error Mean* kesalahan baku
- d. *95% Confidence Interval of the Difference* adalah interval yang menunjukkan wilayah adanya perbedaan kemandirian pada taraf kepercayaan 95 %.

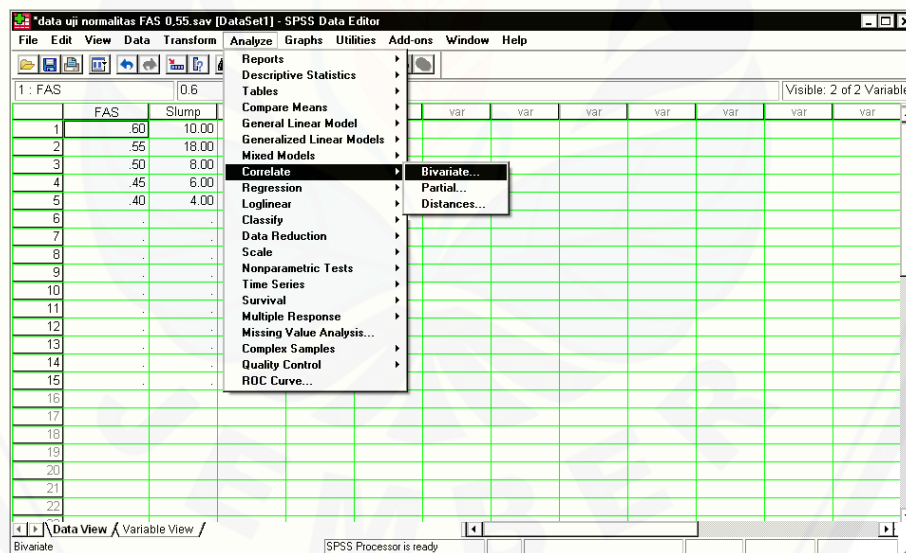
- e. *T-value* adalah hasil uji t. Jika nilai t hitung < t tabel maka berlaku hipotesa H₀. Jika nilai t hitung > t tabel maka berlaku hipotesa H₁.
- f. Df adalah derajat bebas yaitu jumlah sampel dikurangi 1. Df dipakai untuk mencari nilai t pada tabel.
- g. Sig. (2-tailed) adalah taraf signifikan. Jika *sig* < α maka kita memakai hipotesa H₁. Jika *sig* > α maka kita memakai hipotesa H₀

2.8.3 Kolerasi

Untuk mengetahui besar/derajat hubungan dua variabel digunakan koefesien korelasi *Pearson Product Moment*.

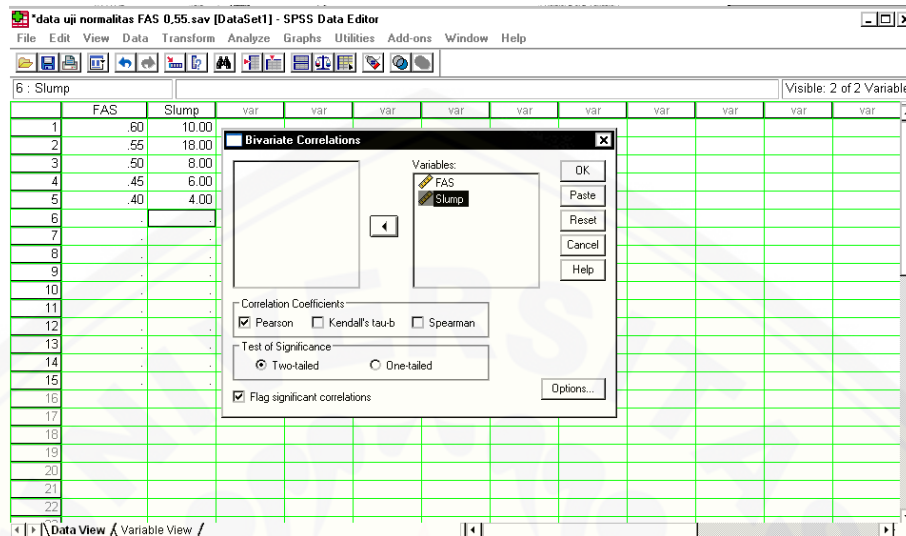
Langkah-langkah uji korelasi *Pearson Product Moment*:

1. Buka SPSS, input data.
2. Pilih *Analyze – correlate- bivariate*



Gambar 2.9 Tampilan Menu *correlate* Program SPSS

3. Akan muncul window *bivariate correlations*.



Gambar 2.10 Tampilan Menu *bivariate correlations* Program SPSS

4. Kemudian masukkan variabel 1 dan variabel 2 ke kolom *Variables*. Centang *Pearson* pada *correlation coefficients* dan centang *two-tailed* pada *test of significance*. Kemudian klik Ok.
5. Hasil uji kolerasi

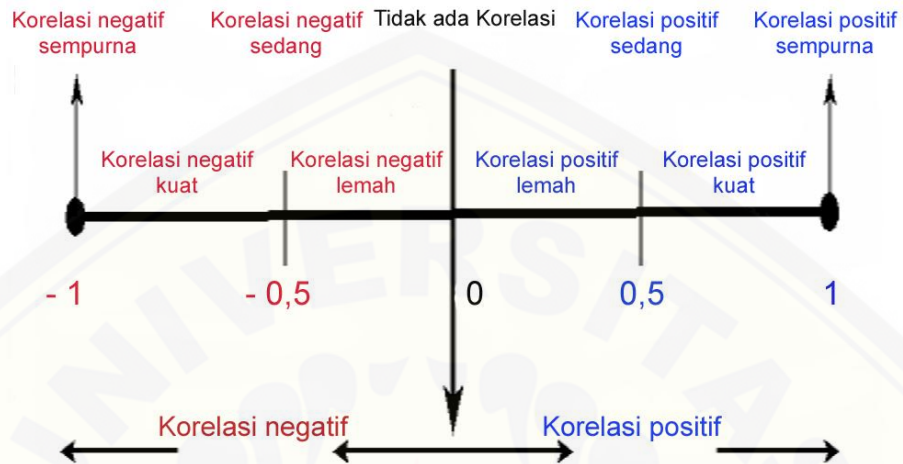
Tabel 2.8 Hasil Uji *Paired Sampel Test*

		FAS	Viscocrete10
FAS	Pearson Correlation	1	.985
	Sig. (2-tailed)		.015
	N	4	4
Viscocrete10	Pearson Correlation	.985	1
	Sig. (2-tailed)	.015	
	N	4	4

Keterangan:

- a. Jika nilai *sig* < 0,05 maka ada hubungan antara variabel 1 dan variabel 2 . Jika nilai *sig* > 0,05 maka tidak ada hubungan antara variabel 1 dan variabel 2.

- b. Kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif dapat dibagi sebagai berikut:



Gambar : 2.11 Hubungan Korelasi

Keterangan :

$r =$ positif

Hubungan positif terjadi bila kenaikan satu variabel diikuti kenaikan variabel yang lain.

$r =$ negatif

Hubungan negatif terjadi bila kenaikan satu variabel diikuti penurunan variabel yang lain.

$r = 0$

Tidak ada hubungan linier antara variabel 1 dan variabel 2

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan campuran *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* sebagai sampel untuk mengetahui pengaruh kadar *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* sebagai *water reducer* pada kuat tekan pada benda uji beton dengan mutu beton acuan $f_c' 22.5$ Mpa.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat

Lokasi penelitian di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2009 sampai selesai

3.3 Identifikasi Variabel

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Faktor Air Semen yang berbeda-beda. Besar Faktor Air Semen berkisar antara 0,60; 0,55; 0,5; 0,45 dan 0,4.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel Terikat dalam penelitian ini adalah :

1. Kuat tekan beton yang digunakan $f_c' 22.5$ Mpa.
2. Kadar *Viscocrete 7060 HE* dan *Viscocrete 10* yang digunakan adalah 0,2% dari berat semen. Nilai ini diambil dari kadar minimal *Viscocrete* untuk campuran beton normal.

3.4 Defenisi Operasional

1. Kadar *Sika Viscocrete Sika 7060 HE* dan *Viscocrete 10*

Banyaknya *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* dapat diketahui dari berat semen yang telah ditentukan berdasarkan perhitungan yang dilakukan dan berdasarkan mutu beton yang di rencanakan.

2. Kuat tekan beton

Kuat tekan beton adalah perhitungan yang didapatkan dari pengujian beton dengan menggunakan *Compression Test*. Kuat tekan beton dapat ditentukan dari perbandingan air, semen, agregat kasar, agregat halus dan bahan kimia pembantu.

3. Faktor Air Semen

Faktor Air Semen adalah perbandingan banyaknya air bebas kecuali yang terserap oleh agregat terhadap banyaknya semen dalam adukan beton.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Alat Penelitian

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Satu set saringan ASTM
2. Shive shaker
3. Timbangan analitis 2600 gr
4. Timbangan analitis 25 kg
5. Silinder volume 3 lt
6. Mold standart
7. Mesin molen kapasitas $\frac{1}{2} m^3$
8. *Scoop*
9. Gerobak dorong
10. Besi perojok berdiameter 1,6 cm engan panjang 60 cm
11. Satu set alat slump test
12. Mesin uji kuat tekan kapasitas 1200 Mpa

13. Cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm
14. Stopwatch
15. *Picnometer*
16. *Oven*
17. Dan alat bantu lainnya.

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Air
2. Semen PC tipe I Gersik
3. Agregat kasar menggunakan batu pecah dari daerah jember
4. Agregat halus menggunakan pasir dari daerah lumajang
5. *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete 10* produksi Sika

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pengujian material

Material yang akan diuji dibagi menjadi 4 (empat) macam, diantaranya adalah:

- a. Pengujian agregat kasar (kerikil)
 1. Analisa saringan kerikil (ASTM C 136 – 76)

Alat dan bahan:

 - a. Timbangan 10 kg
 - b. Satu set ayakan 3", 1½", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100, pan
 - c. Shive shaker
 - d. Kerikil/batu pecah dalam keadaan kering
 2. Kelembaban kerikil (ASTM C 556 – 72)

Alat dan bahan yang digunakan:

 - a. Timbangan analitis 2600 gr

- b. Oven
 - c. Pan
 - d. Kerikil/batu pecah dalam keadaan asli
3. Berat jenis kerikil (ASTM C 128 – 73)
- Alat dan bahan yang digunakan:
- a. Timbangan 25 kg
 - b. Kontainer
 - c. Mounting table
 - d. Keranjang sample
 - e. Kerikil dalam kondisi SSD
 - f. Air suling
4. Air resapan kerikil (ASTM C 127 – 77)
- Alat dan bahan yang digunakan:
- a. Timbangan analitis 25 kg
 - b. Oven
 - c. Kerikil dalam kondisi SSD
5. Berat volume kerikil (ASTM C 29 – 78)
- Alat dan bahan yang digunakan:
- a. Timbangan analitis 25 kg
 - b. Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 lt
 - c. Alat perojok dari besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm
 - d. Kerikil kering
- b. Pengujian agregat halus (pasir)
1. Analisa saringan pasir (ASTM C 136-76)
- Alat dan bahan:
- a. Timbangan analitis 2600 gr
 - b. Satu set ayakan ASTM #4, #8, #16, #30, #50, #100, pan
 - c. Shive shaker
 - d. Pasir dalam keadaan kering oven

2. Kelembaban pasir (ASTM C 556-72)

Alat dan bahan yang digunakan:

- a. Timbangan analitis 2600 gr
- b. Oven
- c. Pan
- d. Pasir dalam keadaan asli

3. Berat Jenis pasir (ASTM C128-78)

Alat dan bahan yang digunakan:

- a. Timbangan analitis 2600 gr
- b. Picnometer 100 cc
- c. Oven
- d. Pasir kondisi SSD

4. Air resapan pasir (ASTM C 128)

Alat dan bahan yang digunakan:

- a. Timbangan analitis 2600
- b. Oven
- c. Pasir dalam kondisi SSD

5. Berat volume pasir (ASTM C 29-78)

Alat dan bahan yang digunakan:

- a. Timbangan analitis 2600 gr
- b. Takaran berbentuk silinder
- c. Alat perojok dari besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm
- d. Pasir kering

c. Pengujian semen PC

1. Berat jenis semen (ASTM C 188-78)

Alat dan bahan yang digunakan:

- a. Timbangan analitis 2600 gr
- b. Picnometer

- c. Funnel
- d. Thin box
- e. Semen PC tipe I
- f. Minyak tanah

2. Berat volume semen

Alat dan bahan yang digunakan:

- a. Timbangan analitis 2600 gr
- b. Takaran berbentuk silinder dengan volume 3 lt
- c. Alat perojok dari besi dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm

Pengujian material ini dilakukan untuk memperoleh data-data spesifikasi material yang nantinya akan diperlukan dalam merancang adukan beton.

3.6.2 Perencanaan Campuran Beton

Dalam merencanakan campuran beton ada beberapa tahapan dalam pembuatan benda uji setelah didapatkan data-data dari pengujian material. Tahapan dan perhitungan proporsi campuran tersebut dirancang dengan menggunakan SKSNI S-04-1991. Tahapan-tahapan dalam perancangan campuran beton adalah sebagai berikut:

- 1. Penentuan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
- 2. Penetapan nilai deviasi standart (s)
- 3. Perhitungan nilai tambah (margin)

Nilai tambah hitung berdasarkan nilai deviasi standart, dengan menggunakan rumus:

$$M = k \times sd \dots\dots\dots 3.1$$

Dengan : M = nilai tambah (Mpa)

$$k = 1.64$$

sd = standard deviasi (Mpa)

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots 3.2$$

Dengan : f'_{cr} = kuat tekan rata-rata (Mpa)

f'_c = kuata tekan yang disyaratkan (Mpa)

M = nilai tambah (Mpa)

5. Menetapkan jenis semen yang akan digunakan untuk pengujian.
6. Menetapkan jenis agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan untuk pengujian
7. Menetapkan Faktor Air Semen

Cara menetapkan faktor air semen berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder/kubus beton yang akan direncanakan pada umur tertentu.

8. Menetapkan Faktor Air Semen maksimum

Penetapan nilai faktor air semen maksimum perlu dilakukan dengan tujuan, misalnya agar beton tidak cepat rusak. Penetapan nilai FAS maksimum dilakukan dengan menggunakan tabel 3.1.

Jika nilai fas maksimum ini lebih rendah dari pada nilai FAS dari langkah 7, maka nilai FAS maksimum ini dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 3.1 Persyaratan fas Maksimum untuk Berbagai Pembetonan

Jenis Pembetonan	fas maks
Beton didalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non korosif	0,60
b. keadaan keliling non korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton diluar ruang bangunan	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah	
a. mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0,52

Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03

9. Penetapan nilai slump

Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dari tabel 3.2.

Tabel 3.2 Penetapan Nilai Slump (cm).

Pemakaian Beton	Max	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan dalam	7,5	15,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03

10. Penetapan besar butir agregat maksimum (kerikil)

11. Menetapkan kebutuhan air yang diperlukan per meter kubik beton berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan

Tabel 3.3 Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik beton (liter).

Besarnya ukuran maks.kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03

Apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan dapat diperbaiki dengan rumus:

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \dots\dots\dots 3.3$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

12. Menghitung berat semen yang diperlukan

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah 11) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah 7 dan 8.

13. Kebutuhan semen minimum.

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau, air laut. Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kebutuhan Semen Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Semen minimum (kg/m ³)
Beton didalam ruang bangunan:	
a. keadaan keliling non korosif	275
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton diluar ruang bangunan	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk kedalam tanah:	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	375
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar, payau dan laut.	375

Sumber : SK SNI T – 15 – 1990 – 03

14. Penyesuaian kebutuhan semen.

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh dari langkah 12 ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum pada langkah 13 maka kebutuhan semen harus dipakai yang minimum (yang nilainya lebih besar).

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah 14 maka nilai faktor air semen berubah, dapat dilakukan dengan:

- a. Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
- b. Jumlah air disesuaikan dengan mengendalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

Catatan: cara pertama akan menurunkan faktor air semen, sedangkan cara kedua akan menaikkan jumlah air yang diperlukan.

16. Penentuan daerah gradasi agregat halus.

Berdasarkan gradasinya (hasil analisa ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi empat daerah. Penentuan daerah gradasi itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel 3.5

Tabel 3.5 Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Yang Lewat Ayakan			
	1	2	3	4
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	34 – 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 : SK SNI T – 15 – 1990 – 03

17. Menentukan perbandingan agregat halus dan agregat kasar.

Perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan agregat campuran. Penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh persentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran.

18. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus:

$$BJc = \frac{P}{100} x bjH + \frac{Ka}{100} x bjK \dots\dots\dots 3.4$$

Dengan : Bjc = berat jenis agregat campuran

bj H = berat jenis agregat halus

- bj K = berat jenis agregat kasar
- P = persentase agregat halus terhadap agregat campuran
- Ka = persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

19. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah 18 dan kebutuhan air tiap meter kubik betonnya maka dengan grafik pada gambar ,dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

20. Menentukan kebutuhan agregat campuran

$$Agc = P - (a + s) \dots \dots \dots 3.5$$

Dengan: Agc = agregat campuran

- P = berat beton per m³
- a = kebutuhan air
- s = Semen

21. Menentukan kebutuhan pasir

$$Ag H = ag c \times PH \dots \dots \dots 3.6$$

Dengan : Ag H = agregat halus

- ag c = agregat campuran
- PH = persentase agregat halus terhadap agregat

22. Menentukan kebutuhan kerikil

$$Ag.K = agc - ag.H \dots \dots \dots 3.6$$

Dengan : Ag.K = kebutuhan agregat kasar

- Agc = agregat campuran
- Ag.H = agregat halus

3.6.3 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini, benda uji yang dibuat adalah berbentuk kubus dengan tinggi 15 cm, lebar 15 cm dan panjang 15 cm sesuai dengan standar pengujian yang sudah umum digunakan sebagai benda uji beton. Pembuatan benda uji menggunakan

rancangan campuran seperti yang sudah dihitung pada tahap sebelumnya. Tahap pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan dalam pengecoran
2. Menyiapkan bahan, masing-masing sesuai ukuran yang ditentukan.
3. Memasukkan kerikil ditambah air ke dalam mesin pengaduk, aduk sampai merata.
4. Memasukkan semen ditambah air ke dalam mesin pengaduk, aduk sampai merata.
5. Kemudian masukkan pasir ditambah air, sampai hanya tersisa 20%- 25% air, aduk hingga merata
6. Berikutnya masukkan *admixture* . Aduk, dan tambahkan air sedikit demi sedikit hingga habis. Minimal waktu pengadukan setelah ditambahkan *Admixture* adalah 3 menit.
7. Pengadukan dilakukan sampai adukan merata / homogen, untuk menghindari terjadinya segregasi.
8. Setelah semuanya tercampur dengan merata/homogen lakukan pengujian slump dengan menggunakan kerucut Abrams.
9. Tuangkan adukan beton segar kedalam cetakan secara bertahap.
10. Diamkan cetakan beton selama 18 jam atau 24 jam ditempat yang aman.
11. Setelah beton mengeras keluarkan beton dari cetakan dan masukkan kedalam bak rendaman.

Tabel 3.6. Jumlah benda uji tiap-tiap FAS

FAS	Jumlah benda uji	
	<i>Sika Viscocrete 7060 HE</i>	<i>Sika Viscocrete 10</i>
0,60	15	15
0,55	15	15
0,50	15	15
0,45	15	15
0,40	15	15
jumlah benda uji	75	75

Sumber : Hasil penelitian (2010)

3.6.4 Perawatan Beton

Beton yang sudah dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam. Perendaman ini adalah salah satu cara untuk perawatan beton agar beton terhindar dari pengaruh cuaca karena beton dalam proses pengerasan dan juga dapat mempengaruhi kekuatan beton, perendaman ini dilakukan sesuai dengan umur yang sudah direncanakan.

3.6.5 Pengujian Kuat tekan

Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada saat beton berumur 1, 3, 7, 14, 21, 28 hari, pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui besar kuat tekan beton akibat pengaruh pemberian bahan tambah *Admixture*.

Alat dan Bahan :

1. Timbangan analitis 25 kg
2. Mesin *Compression Strength Test*
3. Benda uji beton

Langkah-langkah dalam pengujian beton adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan beton dari tempat perendaman
2. Timbang beton dengan menggunakan timbangan yang ketelitiannya sampai 0,005 kg.
3. Lakukan pengujian dengan menggunakan mesin kuat tekan yang sudah disediakan.
4. Catat besar kuat tekan beton yang diperoleh.

3.7 Analisis Data

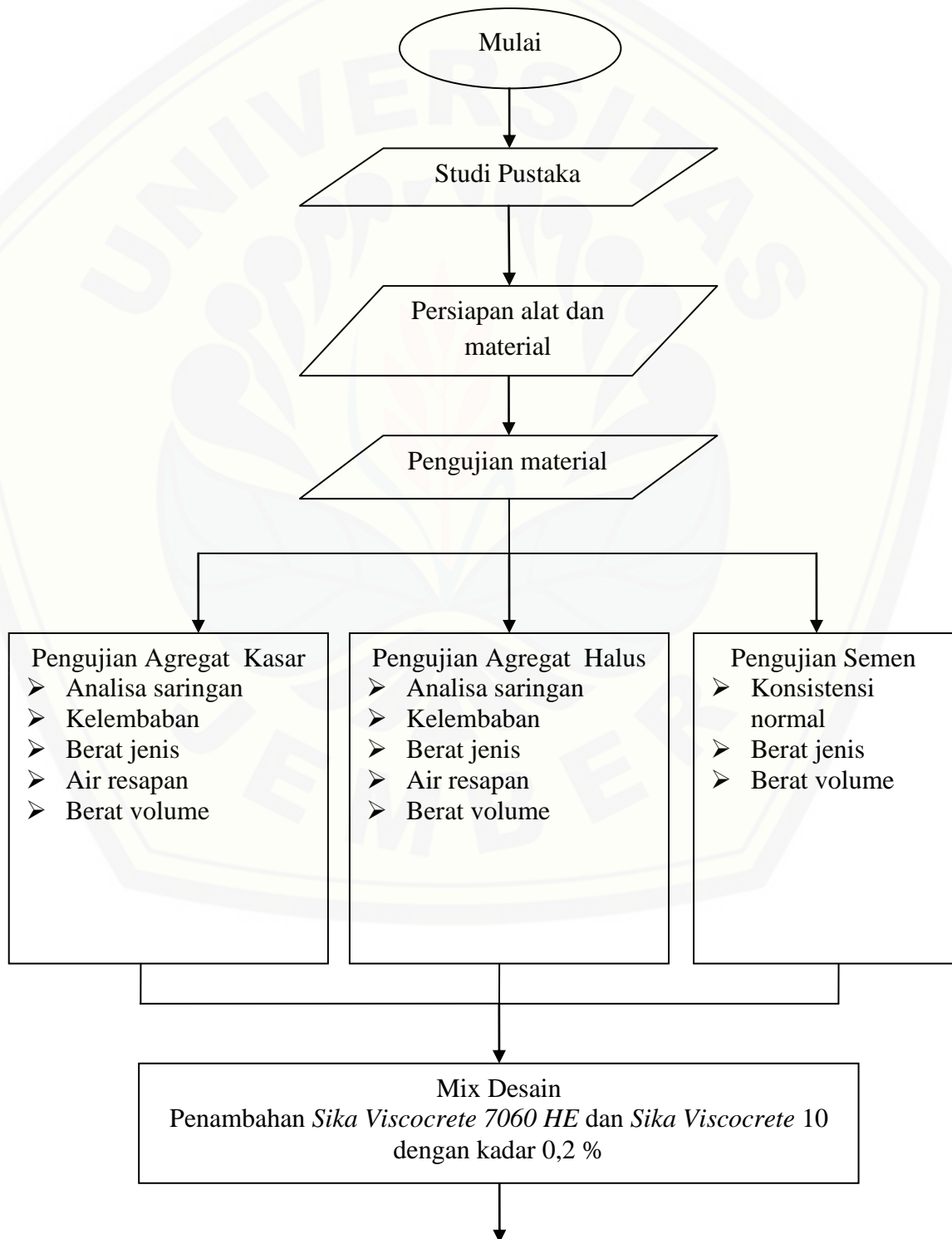
Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa analisa dan pembahasan, diantaranya adalah sebagai berikut:

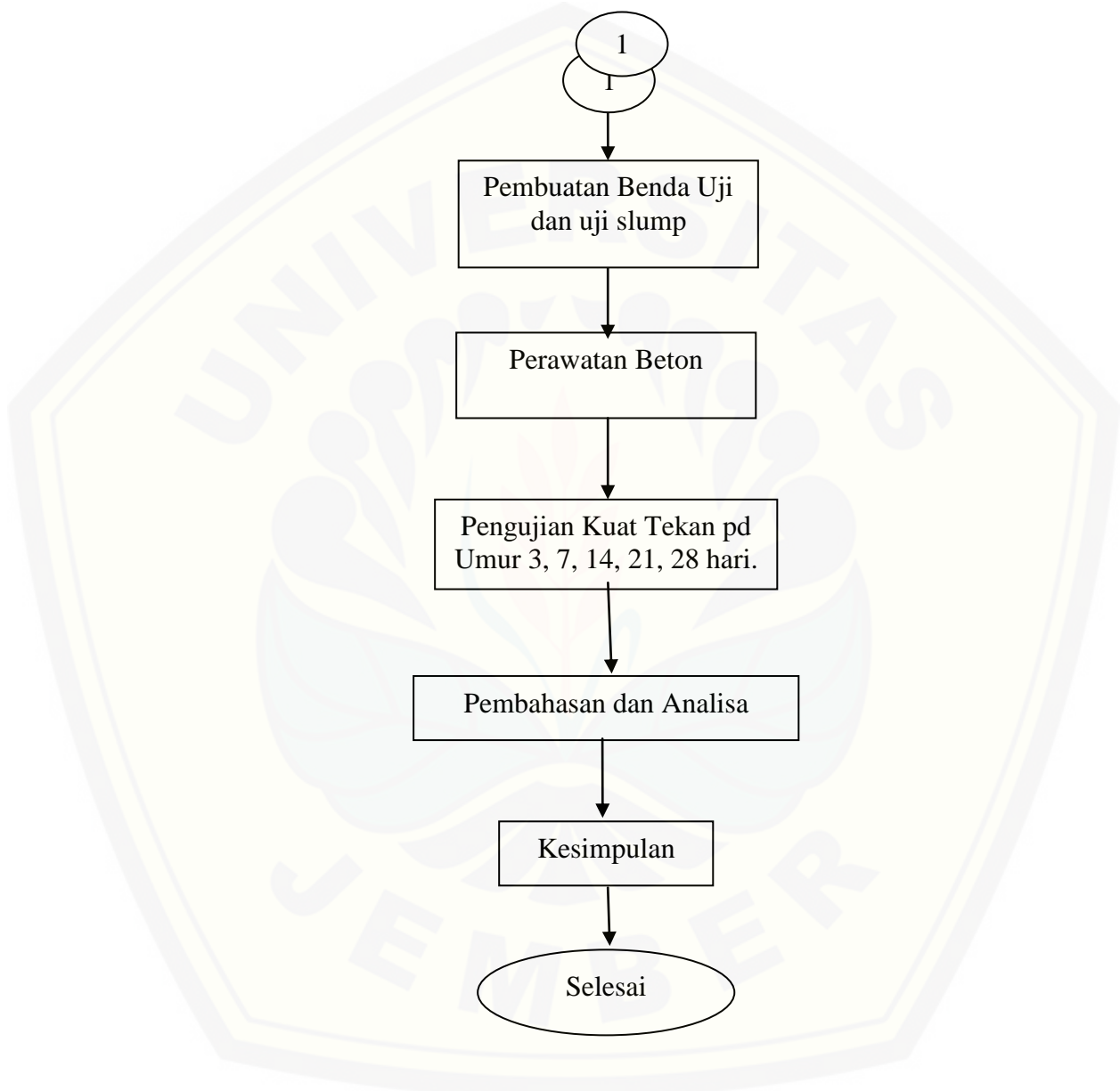
1. Analisa hasil pengujian material (semen, pasir, dan kerikil)
2. Analisa hasil pengujian *Slump Test* untuk beton segar.
3. Analisa pengujian kuat tekan beton.
4. Perhitungan kuat tekan rata-rata.
5. Perhitungan standart deviasi.

6. Perhitungan variasi.
7. Analisa pengaruh kadar *Sika Viscocrete 7060 HE* dan *Sika Viscocrete*

10

3.8 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian