

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KADAR SILICA FUME DAN SEMEN DENGAN
PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN**

BETON YANG MENGGUNAKAN PASIR LAUT

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Mencapai Gelar Sarjana S-1



Disusun Oleh :

AHMAD AKBAR

4513041057

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2020

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. 771 / JS-FT / UNIBOS / VIII / 2019, Tanggal 22 Agustus 2019, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Kamis / 29 Agustus 2019
Nama : AHMAD AKBAR
Nomor Stambuk : 45 13 041 057
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS KADAR SILICA FUME DAN SEMEN DENGAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN PASIR LAUT"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan Tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua/ Ex Officio : Ir. A. Rumpang Yusuf, MT (.....)
Sekertaris/Ex Officio : Eka Yuniarto, ST., MT (.....)
Anggota : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT (.....)
Ir. Hj. Satriawati Cangara, Msp (.....)

Makassar, 12 November 2019

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Sipil



**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**
BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK

(Dr. Ridwan, ST., M.Si)
NIDN. 09 101271 01



**UNIVERSITAS
BOSOWA**
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

(Nurbahyah Yuniarti, ST., MT)
NIDN. : 09 160682 01

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

"ANALISIS KADAR SILICA FUME DAN SEMEN DENGAN PENAMBAHAN
SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN
PASIR LAUT"

Disusun dan diajukan oleh :

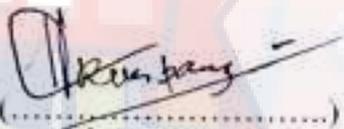
Nama Mahasiswa : AHMAD AKBAR

No. Stambuk : 45 13 041 057

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil /
Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. A. Rumpang Yusuf, MT



(.....)

Pembimbing II : Eka Yuniarto, ST., MT

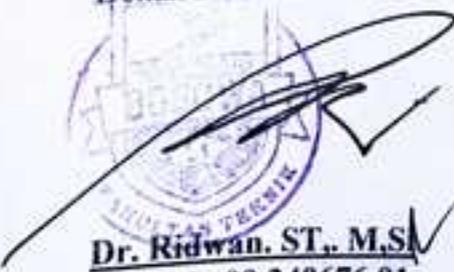


(.....)

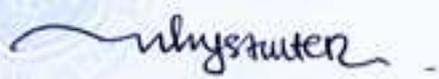
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN : 09 240676 01



Nurhadijah Yuniarti, ST., MT
NIDN : 09 160682 01

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **AHMAD AKBAR**
Nomor Stambuk : **45 13 041 057**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS KADAR SILICA FUME DAN SEMEN DENGAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZIER TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN PASIR LAUT**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkanya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, September 2019
Yang Menyatakan

AHMAD AKBAR

P R A K A T A

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Kadar Silica Fume dan Semen dengan Penambahan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Pasir Laut* yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam tugas akhir ini banyak kendala yang dihadapi serta memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tanggungan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terima kasih. Penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu Ayahanda Bahar Reuk dan ibunda Syamsurya atas segala kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang selama ini diberikan, baik spiritual maupun materil.
2. Kepada seluruh saudara-saudara Rahmadian, Dewi Chantika dan Azmin serta seluruh keluarga besar atas segala semangat dan dorongan motivasi yang selalu diberikan.
3. Bapak Dr. Ridwan, ST, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa
4. Ibu Nurhadijah Yunianti, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa
5. Bapak Ir. A. Rumpang Yusuf, MT selaku dosen pembimbing I atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkannya senantiasa selalu memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.

6. Bapak, Eka Yuniarto, ST,. MT selaku dosen pembimbing II, atas segala keikhlasannya untuk selalu memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, MT selaku penasehat akademik, yang senantiasa menerima dan memberi solusi kepada penulis dalam berbagai kendala selama ini.
8. Seluruh dosen, asisten lab dan asisten tugas besar serta staf Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.
9. Fitriyanti Arifin yang selalu memberi dorongan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Melkior, Alam Perdana, Multasam, Salmiah Akbar, Agung serta saudara-saudariku angkatan 2013 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Serta seluruh saudara-saudaraku di Bijomut yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak pernah luput dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang keteknik sipilan.

Makassar, Desember 2018

Ahmad Akbar

ABSTRAK

Pasir pantai umumnya memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman klorida (Cl) dan sulfat (SO₄) yang tidak menguntungkan bagi beton. Sifat beton sendiri akan mengalami penurunan kekuatan akibat adanya bahan tambah semen, agregat, dan adanya pori-pori. Pengurangan faktor air semen (fas) dan penambahan *additive* seperti *silica fume* sering digunakan untuk memodifikasi komposisi beton dan mengurangi porositas. Pengurangan fas mengakibatkan menurunnya porositas beton dan pori-pori, namun kecacakan beton juga akan berkurang sehingga sulit dikerjakan. Agar mudah dikerjakan maka perlu digunakan *superplasticizer* dengan dosis tertentu terhadap berat semen sehingga akan meningkatkan kecacakan pasta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan yang menggunakan pasir laut. Kadar *silica fume* yang digunakan sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan *superplasticizer* sebanyak 1% dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan $f'c20$ MPa yang diuji pada umur 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan *curing*. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran Ø 15 cm x 30 cm, sebanyak 18 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 3 benda uji. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada beton normal pasir laut dengan penambahan *superplasticizer* 1% dari berat semen diperoleh kuat tekan beton optimum sebesar 23,18 MPa

Kata kunci : beton, pasir laut, silica fume, superplasticizer, kuat tekan

DAFTAR ISI

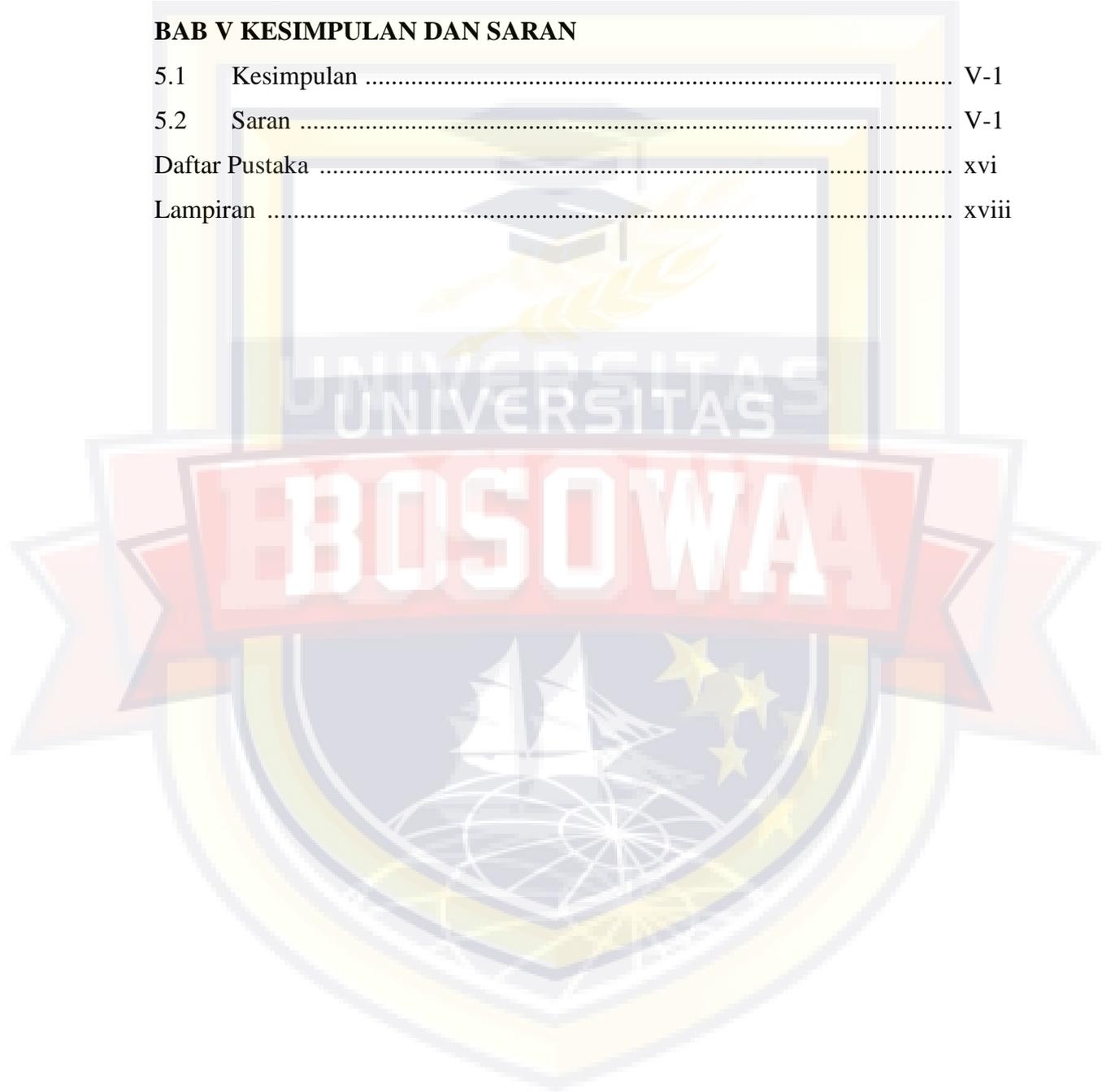
	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan.....	iii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iv
Prakata.....	v
Abstrak	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Notasi	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-3
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-4
1.5. Sistematika Penulisan	I-4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Beton	II-1
2.1.1. Beton Ringan	II-4
2.2. Material Penyusun Beton Normal	II-7
2.2.1. Semen Portland	II-7
2.2.2. Agregat	II-11
2.2.3. Air	II-14
2.3. Bahan Tambahan	II-15
2.3.1. Silica Fume	II-15
2.3.2. Superplasticizier	II-24

2.4.	Kekuatan Beton	II-32
2.4.1.	Kuat Tekan Beton	II-32
2.5.	Tahapan Perencanaan Campuran	II-34
2.5.1.	Persyaratan - Persyaratan	II-34
2.5.2.	Perencanaan Campuran	II-35
2.5.3.	Persiapan Alat dan Bahan Penelitian	II-36
2.5.4.	Proses Pengujian dan Pembuatan Beton	II-39
2.6.	Penelitian Terdahulu	II-47
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1.	Bagan Penelitian	III-1
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian	III-3
3.3.	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	III-3
3.4.	Variabel Penelitian	III-4
3.5.	Variasi dan Jumlah Benda Uji.....	III-4
3.6.	Metode Analisis.....	III-5
3.6.1	Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat	III-5
3.6.2	Analisis Nilai Kuat Tekan	III-5
3.6.3	Hubungan Kuat Tekan dan Variabel yang Digunakan.....	III-6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian	IV-1
4.1.1	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	IV-1
4.1.2	<i>Mix Design</i>	IV-4
4.1.3	Hasil Pengujian Beton Normal	IV-5
4.1.4	Beton Variasi	IV-6
4.1.5	Hasil Pengujian Beton Variasi	IV-8
4.2	Pembahasan	IV-9
4.2.1	Perbandingan Beton Normal Pasir Sungai dengan Pasir Laut	IV-9
4.2.2	Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Pasir laut dengan Normal Pasir Laut Penambahan Superplasticizier	IV-10

4.2.3	Pengaruh Silica Fume dan Superplasticizer Terhadap Beton Normal Pasir Laut	IV-11
4.2.4	Pengaruh Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Target	IV-12

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1
	Daftar Pustaka	xvi
	Lampiran	xviii



DAFTAR NOTASI

ASTM	: Acuan standar internasional dari Amerika Serikat
B0, B1	: Mutu beton ringan
BN	: Beton Normal
F'c	: Kuat tekan beton yang disyaratkan dengan benda uji silinder
F'cr	: Kuat tekan beton rata-rata yang disyaratkan
K 125, K 175, K 225	: Kuat tekan karakteristik beton 125 Kg/cm ² , 175 Kg/cm ² 225 Kg/cm ² dengan benda uji kubus berisi 15 cm
MPa	: Satuan kuat tekan beton
NPL	: Normal Pasir Laut
NPS	: Normal Pasir Sungai
P	: Pasir
PBI, 1971	: Peraturan Beton Indonesia keluaran tahun 1971 PCC Jenis Semen komposit tipe 1
S	: Semen
SF	: Silica Fume
SNI	: Acuan peraturan Standar Nasional Indonesia
SP	: Superplasticizer
σ' bk	: Kuat tekan karakteristik
σ' bm	: Kuat tekan rata-rata

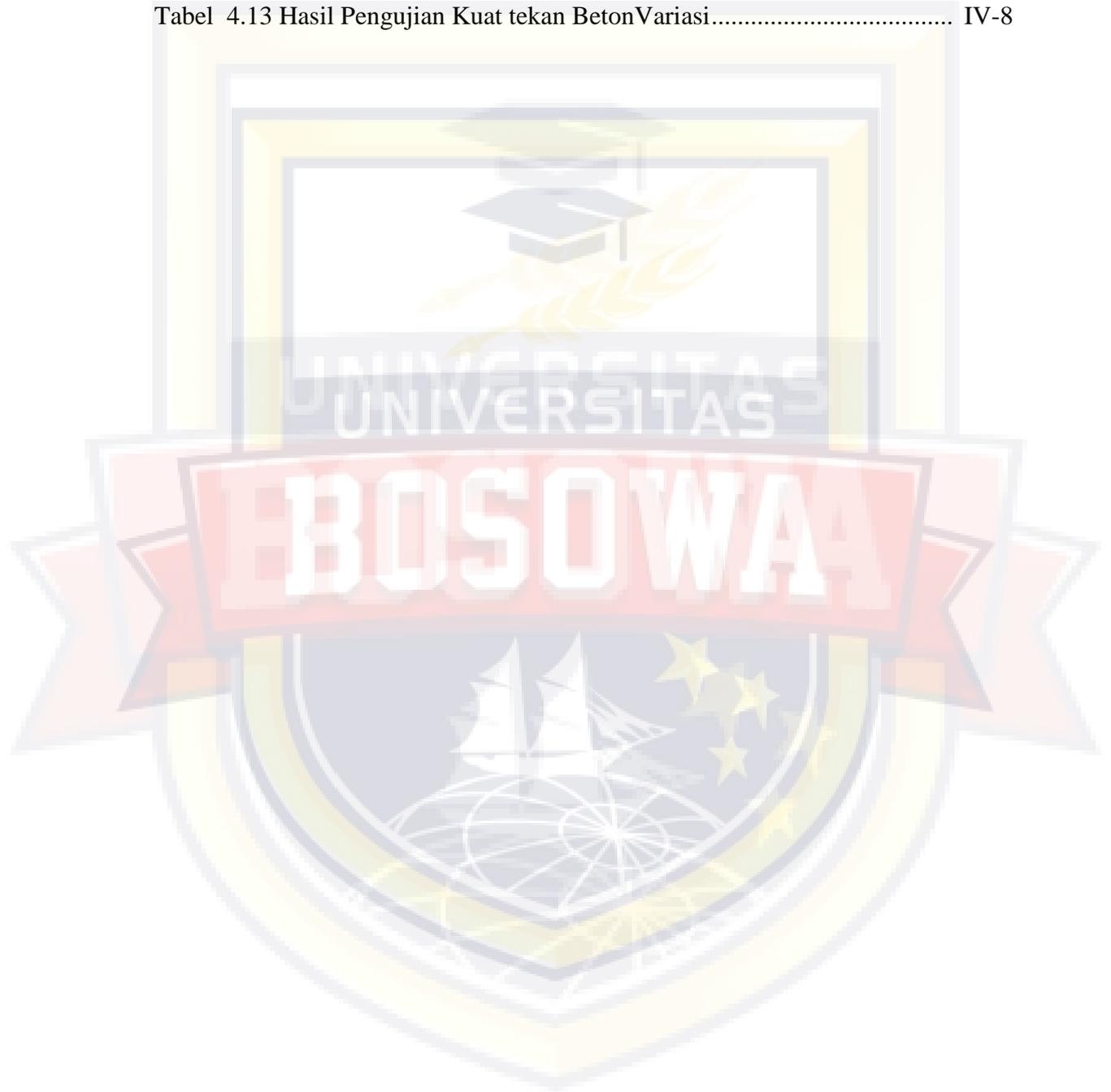
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reaksi semen dengan mikrosilika	II-19
Gambar 2.2	Proses hidrasi semen tanpa dan dengan mikrosilika	II-20
Gambar 2.3	Skema Tungku Untuk memproduksi Metal Silikon.....	II-22
Gambar 2.4	Skema pembuatan silika fume.	II-23
Gambar 2.5	Batuan Kuarsa (Quartz).....	II-24
Gambar 2.6	Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	II-44
Gambar 2.7	Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah	II-46
Gambar 4.1	Perbandingan beton normal pasir sungai dengan pasir laut	IV-10
Gambar 4.2	Perbandingan beton normal pasir laut dengan normal pasir laut dengan penambahan superplasticizier	IV-11
Gambar 4.3	Pengaruh penambahan superplasticizier dan silica fume terhadap beton normal pasir laut	IV-12
Gambar 4.4	Pengaruh silica fume dan superplasticizier terhadap kuat tekan target	IV-13

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis – jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaian.....	II-5
Tabel 2.2	Jenis-jenis Beton Ringan Berdasarkan Kuat Tekan, Berat Beton, dan Agregat Penyusunnya	II-6
Tabel 2.3	Komposisi limit semen Portland.....	II-8
Tabel 2.4	Komposisi kimia dan fisika silika fume.....	II-18
Tabel 2.5	kimia superplasticizer (Rixom and Maivaganam, 2003)	II-29
Tabel 2.6	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembeconan dalam lingkungan khusus	II-44
Tabel 2.7	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.....	II-45
Tabel 3.1	Variasi Benda Uji.....	III-4
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Analisa Saringan	IV-1
Tabel 4.2	Hasil pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2).....	IV-2
Tabel 4.3	Hasil pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah 2-3).....	IV-2
Tabel 4.4	Hasil pengujian Agregat Halus (Pasir Sungai)	IV-3
Tabel 4.5	Hasil pengujian Agregat Halus (Pasir Laut)	IV-3
Tabel 4.6	Data <i>Mix Design Beton Segar</i>	IV-4
Tabel 4.7	Pencampuran beton segar.....	IV-4
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Normal.....	IV-5
Tabel 4.9	Notasi Sampel	IV-7
Tabel 4.10	Data <i>Mix Design Beton Variasi</i>	IV-7

Tabel 4.11 Proporsi Campuran Tiap Variasi	IV-7
Tabel 4.12 Perhitungan Berat Tiap Variasi.....	IV-8
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat tekan BetonVariasi.....	IV-8



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	Lamp-1
Lampiran 1.1	Analisa Saringan Agregat Kasar (BP 1-2)	Lamp-1.1
Lampiran 1.2	Analisa Saringan Agregat Kasar (BP 2-3)	Lamp-1.2
Lampiran 1.3	Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir Sungai)	Lamp-1.3
Lampiran 1.4	Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir Laut)	Lamp-1.4
Lampiran 1.5	Berat Jenis Agregat Kasar (BP 1-2)	Lamp-1.5
Lampiran 1.6	Berat Jenis Agregat Kasar (BP 2-3)	Lamp-1.6
Lampiran 1.7	Berat Jenis Agregat Halus (Pasir Sungai)	Lamp-1.7
Lampiran 1.8	Berat Jenis Agregat Halus (Pasir Laut)	Lamp-1.8
Lampiran 1.9	Berat Isi Agregat Kasar (BP 1-2)	Lamp-1.9
Lampiran 1.10	Berat Isi Agregat Kasar (BP 2-3)	Lamp-1.10
Lampiran 1.11	Berat Isi Agregat Halus (Pasir Sungai)	Lamp-1.11
Lampiran 1.12	Berat Isi Agregat Halus (Pasir Laut)	Lamp-1.12
Lampiran 1.13	Kadar Lumpur Agregat Kasar (BP 1-2)	Lamp-1.13
Lampiran 1.14	Kadar Lumpur Agregat Kasar (BP 2-3)	Lamp-1.14
Lampiran 1.15	Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir Sungai)	Lamp-1.15
Lampiran 1.16	Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir Laut)	Lamp-1.16
Lampiran 1.17	Kadar Air Agregat Kasar (BP 1-2)	Lamp-1.17
Lampiran 1.18	Kadar Air Agregat Kasar (BP 2-3)	Lamp-1.18
Lampiran 1.19	Kadar Air Agregat Halus (Pasir Sungai)	Lamp-1.19
Lampiran 1.20	Kadar Air Agregat Halus (Pasir Laut)	Lamp-1.20
Lampiran 1.21	Kombinasi Agregat	Lamp-1.21

Lampiran 2	<i>Mix Design</i>	Lamp-2
Lampiran 3	Hasil Pengujian Kuat Tekan	Lamp-3
Lampiran 3.1	Kuat Tekan Beton Normal	Lamp-3.1
Lampiran 3.2	Kuat Tekan Beton Variasi	Lamp-3.2
Lampiran 4	Hasil Pengujian Porositas Beton	Lamp-4
Lampiran 5	Dokumentasi Penelitian.....	Lamp-5



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dimana hampir 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung, bangunan air, maupun bangunan sarana transportasi. Beton tersebut terdiri dari pencampuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (split), dengan menambahkan bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan (Mulyono, 2003).

Indonesia merupakan negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80.000 km, yang memiliki keanekaragaman karakteristik kualitas pasir laut (Mangerongkonda, 2007). Pasir pantai umumnya memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman klorida (Cl) dan sulfat (SO₄) yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga banyak disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang bulat dan halus serta gradasi yang seragam dapat mengurangi daya lekat (interlocking) antarbutiran serta berpengaruh terhadap kekuatan (strength) dan ketahanan (durability) beton. Sedangkan adanya klorida dalam beton akan memberi resiko berkaratnya baja tulangan dalam beton sehingga dapat berpotensi memecahkan beton. Jika hal seperti itu terjadi, maka tulangan di dalam beton menjadi tidak berfungsi

sebagaimana mestinya. Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir pantai sebagai salah satu alternatif agregat halus pada beton dengan alasan mudah didapat dan lebih ekonomis.

Salah satu masalah yang sangat berpengaruh pada kuat tekan beton adalah adanya porositas. Semakin besar porositasnya maka kuat tekannya semakin kecil, sebaliknya semakin kecil porositas maka kuat tekannya semakin besar. Untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) yang lebih banyak bersifat penyemenan dan banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja kekuatan beton. Salah satu *additive* tersebut adalah *silica fume*. *Silica fume* adalah material pozollan yang sangat halus, dengan kadar kandungan senyawa SiO_2 yang sangat tinggi ($> 90\%$) dan memiliki ukuran sekitar 1/100 ukuran rata-rata partikel semen. *Silica fume* sendiri komposisi silikanya lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon. Diharapkan dengan penggunaan *silica fume* dapat memperbaiki kuat tekan beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus.

Besar dan kecilnya porositas juga dipengaruhi besar dan kecilnya fas yang digunakan. Semakin besar fas-nya porositas semakin besar, sebaliknya semakin kecil fas-nya porositas semakin kecil. Namun jika fas-nya terlalu rendah pengerjaan beton terutama ketika diaduk, dituang, diangkut dan terutama ketika dipadatkan tidak maksimal, sehingga akan mengakibatkan beton menjadi keropos, hal tersebut akan mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dipergunakan *superplasticizer*. *Superplasticizer* adalah bahan

tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) yang lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Penggunaan *superplasticizer* dapat mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan dan meningkatkan *workability*.

Dilatarbelakangi hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan pasir pantai dengan tanpa perlakuan sebagai agregat halus pada campuran beton.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu ;

1. Berapa besar persentasi penggunaan silica fume untuk menghasilkan kuat tekan maksimum beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus dan superplasticizer 1 %
2. Bagaimana pengaruh silica fume dan superplasticizer sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus.

1.3. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dari variasi silica fume dengan penambahan superplasticizer terhadap campuran beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus, serta pengaruhnya terhadap kuat tekan beton

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton maksimum akibat variasi silica fume dengan penambahan superplasticizer
2. Untuk menganalisa pengaruh variasi silica fume dengan penambahan superplasticizer terhadap campuran beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus

1.4. Batasan masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Menggunakan pasir laut sebagai agregat halus, lokasi pasir laut adalah di Tanjung Bayang
2. Menggunakan silica fume.
3. Menggunakan superplasticizer Type Sikament LN
4. Rencana Mix Design sesuai dengan SNI 03-2834:2000
5. Sampel benda uji berbentuk silinder 15 x 30

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan proposal ini yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data – data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dari hasil analisis masalah dan disertai dengan saran – saran yang diusulkan.s

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibanding dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas (runtuh seketika). Nilai kuat tariknya

hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja untuk memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (Dipohusodo, 1994).

Sesuai dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, maka perbandingan campuran beton harus ditentukan agar beton yang dihasilkan dapat memberikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kemudahan dalam pengerjaan (*workability*).

Yang dimaksud dengan *workability* adalah bahwa bahan-bahan beton setelah diaduk bersama, menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah diangkut, dituang/dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Sifat mampu dikerjakan/*workability* dari beton sangat tergantung pada sifat bahan, perbandingan campuran, dan cara pengadukan serta jumlah seluruh air bebas. Dengan kata lain, sifat dapat/mudah dikerjakan suatu adukan beton dipengaruhi oleh :

2. Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (tahan lama dan kedap air).

a. Sifat Tahan Lama (*durability*)

Sifat tahan lama pada beton, merupakan sifat dimana beton tahan terhadap pengaruh luar selama dalam pemakaian. Sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut :

- Tahan terhadap pengaruh cuaca; pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- Tahan terhadap pengaruh zat kimia; daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut; rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri dan air limbahnya, buangan air kotor kota yang berisi kotoran manusia, gula dan sebagainya perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
- Tahan terhadap erosi; beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut, atau oleh partikel-partikel yang terbawa oleh angin dan atau air.

b. Sifat Kedap Air

Beton mempunyai kecenderungan mengandung rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara yang terbentuk selama atau

sesudah pencetakan selesai, atau ruangan yang saat mengerjakan (selesai dikerjakan) mengandung air. Air ini menggunakan ruangan -ruangan, dan jika air menguap maka akan meninggalkan rongga-rongga udara. Rongga udara ini merupakan peluang untuk masuknya air dari luar ke dalam beton. Semakin banyak rongga ini, maka kemungkinan masuknya air makin besar, dan kemungkinan terbentuknya pipa kapiler makin besar. Sifat kedap air pada beton terutama didapat jika didalam beton itu tidak terdapat pipa kapiler yang menerus, karena melalui pipa kapiler inilah air akan menembus beton. Jika saluran-saluran kapiler tersebut tidak ditutup kembali, sifat beton tersebut tidak kedap air. Rongga kapiler ini dapat menyempit jika hidrasi semen sempurna, karena volume yang terjadi $\pm 2,1$ kali sebesar volume semen kering semula.

2.1.1. Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis beton yang lebih kecil dari beton normal. Pada dasarnya, semua jenis beton ringan dibuat dengan kandungan rongga dalam beton dengan jumlah besar. Menurut SNI-03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1900 kg/m^3 . Oleh karena itu, berdasarkan cara mendapatkan beton ringan menurut Tjokrodimuljo (1996), beton ringan dapat dibedakan menjadi 3 jenis dasar sebagai berikut:

- 1) Beton agregat ringan.
- 2) Beton busa.
- 3) Beton tanpa agregat halus (non pasir).

Menurut Tjokrodimuljo (2003), beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis beton antara 1000-2000 kg/m³. Berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya beton dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Jenis – jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaian

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (Kg/m ³)	Pemakaian
Beton Sangat Ringan	<1000	Non Struktural
Beton Ringan	1000-2000	Struktur Ringan
Beton Normal	2300-2500	Struktur
Beton Berat	>3000	Perisai Sinar X

Sumber : Tjokrodimuljo, K, 2003

Menurut SK SNI 03-3449-2002 beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan beton dengan berat jenis di bawah 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan dengan tujuan structural kuat tekan minimum 17,24 MPa dan maksimum 41,36 MPa. Sedangkan beton isolasi adalah beton ringan yang mempunyai berat isi kering oven maksimum 1440 kg/m³. Dengan kuat tekan maksimum 17,24 MPa dan kuat tekan minimumnya adalah 6,68 MPa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Jenis-jenis Beton Ringan Berdasarkan Kuat Tekan, Berat Beton, dan Agregat Penyusunnya

Konstruksi Beton Ringan	Beton Ringan		Jenis Agregat Ringan
	Kuat Tekan (Mpa)	Berat Isi (Kg/m ³)	
Struktural <ul style="list-style-type: none"> • Maksimum • Minimum 	7.24 41.36	1400 1850	Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan batu serpih, batu apung, batu sabak, terak besi atau abu terbang;
Struktural Ringan <ul style="list-style-type: none"> • Maksimum • Minimum 	6.89 17.24	800 1400	Agregat mangan alami seperti scoria atau batu apung
Struktur sangat ringan, sebagai isolasi, maksimum		800	Pedit atau vermikulit

Sumber : SK SNI 03-3449-2002

2.2. Bahan Bahan Penyusun Beton

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 4%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75% . Pencampuran bahan – bahan tersebut menghasilkan suatu adukan yang mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan, karena adanya hidrasi semen oleh air maka adukan tersebut akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk memikul beban.

Penggunaan material lain dapat mengurangi nilai kuat tekan beton. Adapun material penyusun beton ringan yang digunakan pada penelitian ini yakni Semen Portland agregat kasar dan halus, air, zat tambah silica fume dan superplasticizer.

2.2.1. Semen Portland

Semen Portland merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya adalah kalsium silikat dan satu atau dua buah bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan. Komposisi yang sebenarnya dari berbagai senyawa yang ada berbedabeda dari jenis semen yang satu dengan yang lain, untuk berbagai jenis semen ditambahkan berbagai jenis material mentah lainnya. Secara umum komposisi Secara umum, komposisi kimia semen Portland adalah seperti yang diperlihatkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Komposisi limit semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO (kapur)	60 – 67
SiO ₂ (Silika)	17 – 25
Al ₂ O ₃ (Alumina)	3 – 8
Fe ₂ O ₃ (Besi)	0,5 – 6
MgO (Magnesia)	0,1 – 5,5
Alkalis	0,2 – 1,3
SO ₃ (Sulfur)	1 – 3

Sumber : A.M. Neville, *Concrete Technology*, 1987

Sesuai dengan kebutuhan pemakaian semen yang disebabkan oleh kondisi lokasi maupun kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi, dalam perkembangannya dikenal berbagai jenis semen Portland antara lain :

a. Semen Portland Biasa

Semen Portland jenis ini digunakan dalam pelaksanaan konstruksi beton secara umum apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya ketahanan terhadap sulfat, panas hidrasi rendah, kekuatan awal yang tinggi dan sebagainya. ASTM mengklasifikasikan jenis semen ini sebagai tipe I.

b. Semen Portland dengan Ketahanan Sedang Terhadap Sulfat

Semen jenis ini digunakan pada konstruksi apabila sifat ketahanan terhadap sulfat dengan tingkat sedang, yaitu kandungan sulfat (SO_3) pada air tanah dan tanah masing-masing 0,8% - 0,17% dan 125 ppm, serta pH tidak kurang dari 6. Pada daerah lokasi tertentu, yang dimanapun suhu agak tinggi maka untuk mengurangi penguapan air selama pengeringan agar tidak terjadi retak akibat susut (*shrinkage*) yang besar, maka perlu ditambahkan sifat moderat "*heat of hydration*". ASTM mengklasifikasikan semen jenis ini sebagai tipe II.

c. Semen Portland dengan Kekuatan Awal Tinggi

Merupakan semen Portland yang digiling lebih halus dan mengandung tricalcium silikat (C_3S) lebih banyak dibanding semen Portland biasa (Murdock, 1991). ASTM mengklasifikasikan semen ini sebagai tipe III. Semen jenis ini memiliki pengembangan kekuatan awal yang tinggi dan kekuatan tekan pada waktu yang lama juga lebih tinggi dibanding semen Portland biasa, umumnya digunakan pada keadaan-keadaan darurat, misalnya pembetonan pada musim dingin.

d. Semen Portland dengan Panas Hidrasi Rendah

Semen jenis ini memiliki kandungan tricalcium silikat (C_3S) dan tricalcium aluminat (C_3A) yang lebih sedikit, tetapi memiliki kandungan C_3S yang lebih banyak dibanding semen Portland biasa dan memiliki sifat-sifat :

- Panas hidrasi rendah

➤ Kekuatan awal rendah, tetapi kekuatan tekan pada waktu lama sama dengan semen Portland biasa

➤ Susut akibat proses pengeringan rendah

➤ Memiliki ketahanan terhadap bahan kimia, terutama sulfat

ASTM mengklasifikasikan semen jenis ini sebagai tipe IV.

e. Semen Portland dengan Ketahanan Tinggi Terhadap Sulfat

Semen jenis ini memiliki ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Kekuatan tekan pada umur 28 hari lebih rendah dibanding semen Portland biasa. Semen ini diklasifikasikan sebagai tipe V pada ASTM. Semen jenis ini digunakan pada konstruksi apabila dibutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat, yaitu kandungan sulfat (SO_3) pada air tanah dan tanah masing-masing 0,17% - 1,67% dan 125 ppm - 1250 ppm, seperti pada konstruksi pengolahan limbah atau konstruksi dibawah permukaan air.

f. Semen Portland dengan Kekuatan Awal Sangat Tinggi

Semen jenis ini memiliki pengembangan kekuatan awal yang sangat tinggi. Kekuatan tekan pada umur 1 hari dapat menyamai kekuatan umur 3 hari dari semen dengan kekuatan awal tinggi. Semen ini digunakan pada konstruksi yang perlu segera diselesaikan atau pekerjaan perbaikan beton.

g. Semen Portland Koloid

Semen jenis ini digunakan untuk pembetonan pada tempat dalam dan sempit. Pada penggunaannya semen ini digunakan dalam bentuk koloid dan dipompa.

h. Semen Portland Blended

Semen Portland blended dibuat dengan mencampur material selain gypsum kedalam klinker. Umumnya bahan yang dipakai adalah terak dapur tinggi (*balst-furnase slag*), pozzolan, abu terbang (*fly ash*) dan sebagainya.

Jenis-jenis semen Portland blended adalah :

- Semen Portland Pozzolan (*Portland Pozzolan Cement*)
- Semen Portland Abu Terbang (*Portland Fly Ash Cement*)
- Semen Portland Terak Dapur Tinggi (*Portland Balst-Furnase Slag Cement*)
- Semen *Super Masonry*

2.2.2. Agregat

Penjelasan didalam SNI-15-1991-03, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Dalam struktur beton biasanya agregat biasa menempati kurang lebih 70 % – 75 % dari volume beton yang telah mengeras.

Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkannya, daya tahannya terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut. Atas dasar inilah gradasi dari ukuran-ukuran partikel dalam agregat mempunyai peranan yang sangat penting untuk menghasilkan susunan beton yang padat.

Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu (*PBI, 1971*) :

- Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
- Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
- Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

a) Agregat Halus

Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*) dan mempunyai ukuran butir 5 mm. Agregat halus yang digunakan untuk agregat campuran beton dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu:

➤ Pasir galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.

➤ Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir – butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirnya kecil, maka baik dipakai untuk memplaster tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.

➤ Pasir laut

Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

b) Agregat Kasar

Agregat kasar (kerikil/batu pecah) berasal dari disintegrasi alami dari batuan alam atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh alat pemecah batu (stone crusher), dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat alami yang berasal dari Sungai Wampu dengan ukuran maksimum 40 mm.

2.2.3. 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 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. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan (Mulyono, 20003).

Nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan *water cement ratio* (*w.c.r*). Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai *w.c.r* 0,40-0,65 tergantung mutu beton yang hendak dicapai umumnya menggunakan nilai *w.c.r* yang rendah, sedangkan dilain pihak untuk menambah daya *workability* (kemudahan pengerjaan) diperlukan nilai *w.c.r* yang lebih tinggi (Dipohusodo, 1994).

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

- Sifat *workability* adukan beton.
- Besar kecilnya nilai susut beton
- Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.
- Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain lain, tetapi tidak berarti air yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai air minum.

Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut ini, (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) :

- Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
- Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
- Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

2.3. Bahan Tambah

2.3.1. Silica fume

Silika Fume adalah hasil produksi sampingan dari reduksi quarsa murni (SiO_2) dengan batu bara di tanur listrik dalam pembuatan campuran silikon atau ferro silikon. Silika fume mengandung kadar SiO_2 yang tinggi, dan merupakan bahan yang sangat halus, bentuk bulat, yang berdiameter 1/100 kali diameter semen.

Ditinjau dari sifat mekanik, secara geometrikan silika fume mengisi rongga-rongga di antara bahan semen. Pengisian rongga-rongga dalam beton ini berdampak pada peningkatan kuat tekan beton secara signifikan. Silika Fume

bersifat pozzolan sehingga silika fume akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 yang merupakan residu dari reaksi semen dan air semen menghasilkan $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$. $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ inilah yang merupakan sumber kekuatan beton. Penggunaan silika fume dalam beton akan memberikan dampak peningkatan kuat tekan beton jauh lebih besar dibandingkan fly ash. Peranan silika fume :

1) Sifat-sifat Fisik *Silica Fume*

Sifat-sifat fisik *silica fume* adalah (dari Wulandari: 24) sebagai berikut:

- a) Warna: bervariasi mulai dari abu-abu sampai abu-abu gelap.
- b) *Spesifik gravity*: 2,0-2,5.
- c) *Bulk density*: 250-300 kg/m^3 .
- d) Ukuran: 0,1-1,0 mikron (1/100 ukuran partikel semen).

2) Sifat Kimia *Silica Fume*

Silica fume merupakan material yang bersifat *pozzollonic*. Dalam penggunaannya, *silica fume* berfungsi sebagai pengganti sebagian dari jumlah semen dalam campuran beton, yaitu sebanyak 5%-15% dari total berat semen. Kandungan SiO_2 dalam *silica fume* akan bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen pada saat proses pembentukan senyawa *kalsium silikat hidrat* (CSH) yang berpengaruh dalam proses pengerasan semen.

3) Keunggulan dan Kendala Penggunaan *Silica Fume*

Keunggulan-keunggulan penggunaan *silica fume* dalam beton adalah sebagai berikut:

- a) Meningkatkan kuat tekan beton;

- b) Meningkatkan kuat lentur beton;
- c) Memperbesar modulus elastisitas beton;
- d) Mengecilkan regangan beton;
- e) Meningkatkan durabilitas beton terhadap serangan unsur kimia;
- f) Mencegah reaksi *alkali silika* dalam beton;
- g) Meningkatkan kepadatan (*density*) beton;
- h) Meningkatkan ketahanan terhadap *abrasi* dan korosi;
- i) Menyebabkan temperatur beton menjadi lebih rendah sehingga mencegah terjadinya retak pada beton.

Penggunaan silika fume dalam pencampuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, precast dan beberapa keperluan lain. Kriteria kekuatan beton berkinerja tinggi saat ini sekitar 50-70 MPa untuk umur 28 hari. Untuk memperbaiki karakteristik kekuatan dan keawetan beton dengan faktor air semen sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa bahan superplasticizer dan nilai slump 50 mm (Yogendran, et al, 1987:124-129). Tercantum dalam Tabel 2.4 mengenai komposisi sifat kimia dan fisika silika fume.

Tabel 2.4. Komposisi kimia dan fisika silika fume

Kimia	Berat dalam persen
SiO ₂	92-94
Karbon	3-5
Fe ₂ O ₃	0.10-0.50
3	0.10-0.15
CaO	0.20-0.30
Fisika	Berat dalam persen
Berat Jenis	2.02
Rata-rata ukuran partikel, μm	0.1
Lolos ayakan	99.00

Sumber: Yogendran., et al., ACI Material Journal, Maret/April, 1987:125

2.3.1.1 Pengaruh mikrosilika pada hidrasi semen

Proses hidrasi pada campuran semen yang dikenal dengan proses pengerasan secara umum dapat ditunjukkan dengan persamaan :



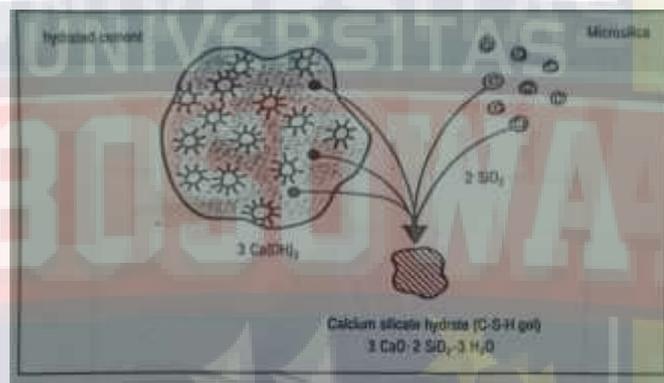
Komponen utama yang menghasilkan kekuatan adalah gel koloid *Calcium Silicate Hydrate* (C-S-H) yang juga disebut dengan 'tobermorite'.

Dengan memanfaatkan silika dioksida (SiO₂) dari mikrosilika akan menghasilkan gel C-S-H lebih stabil, reaksi yang terjadi adalah :



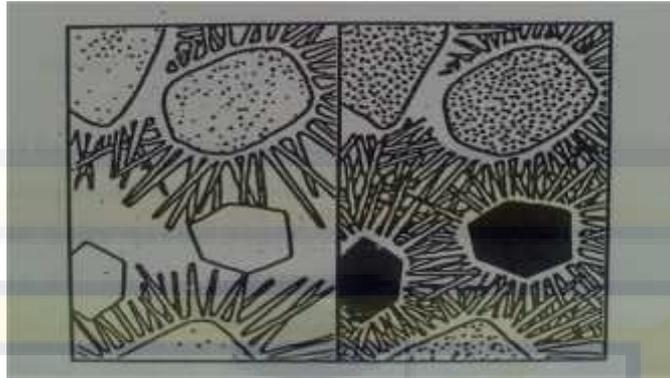
Kalsium hidroksida + Silika dioksida + air \rightarrow C-S-H Gel lebih stabil.

Dengan C-S-H gel yang lebih stabil, maka dengan sendirinya akan meningkatkan daya lekat antara pasta semen dan agregat, sehingga kekuatan campuran akan bertambah. Reaksi yang terjadi antara semen dan mikrosilika serta proses hidrasi yang terjadi tanpa menggunakan mikrosilika dan dengan menggunakan bahan tambahan mikrosilika dapat digambarkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Reaksi semen dengan mikrosilika

Sumber : Theodor A. Burge “Sika’s Mikrosilika Technology” Sika AG, Zurich
1998.



Gambar 2.2 Proses hidrasi semen tanpa dan dengan mikrosilika

Sumber : Theodor A. Burge “Sika’s Mikrosilica Technology” Sika AG, Zurich
1998.

Sifat dan keawetan (Durability) beton yang menggunakan mikrosilika:

A. Sifat pada beton segar

1. Berwarna lebih gelap dari beton mengeras yang tergabung dengan mikrosilika berwarna abu-abu lebih gelap dari beton normal. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya kandungan karbon.

2. Konsistensi

Beton segar yang tergabung dengan mikrosilika akan kelihatan lebih kohesif dan cenderung akan mengurangi segregasi

3. Bleeding

Beton yang tergabung dengan mikrosilika akan mengurangi bleeding. Perubahan ini terutama diakibatkan karena mikrosilika memiliki daya tarik yang tinggi terhadap air, sehingga hanya sedikit air yang tertinggal di dalam adukan. Susut plastis (*Plastic Shrinkage*) umumnya terjadi saat

kecepatan penguapan air pada permukaan beton melampaui kecepatan air menuju permukaan beton (*bleeding*).

B. Sifat pada beton mengeras

1. Perkembangan kekuatan

Sumbangan utama mikrosilika adalah terhadap perkembangan kekuatan beton yang berlangsung selama 3 hingga 28 hari pada kondisi perawatan normal (*normal curing*).

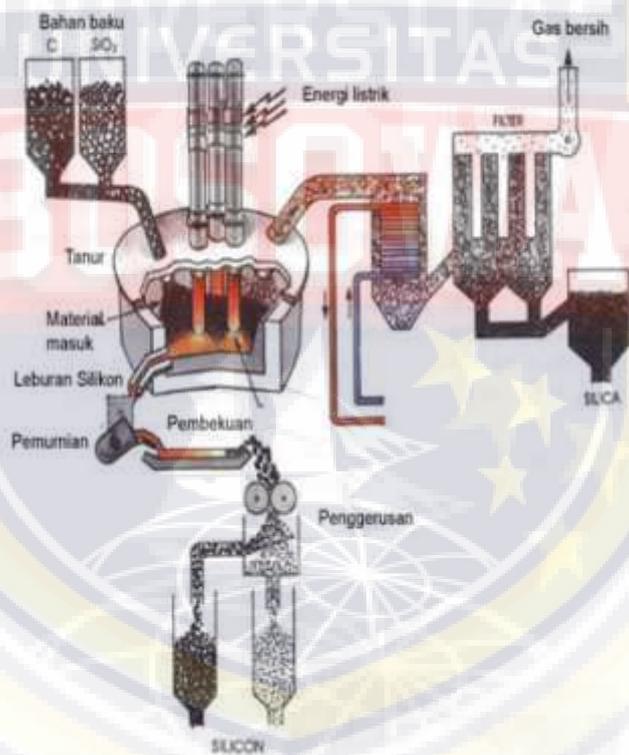
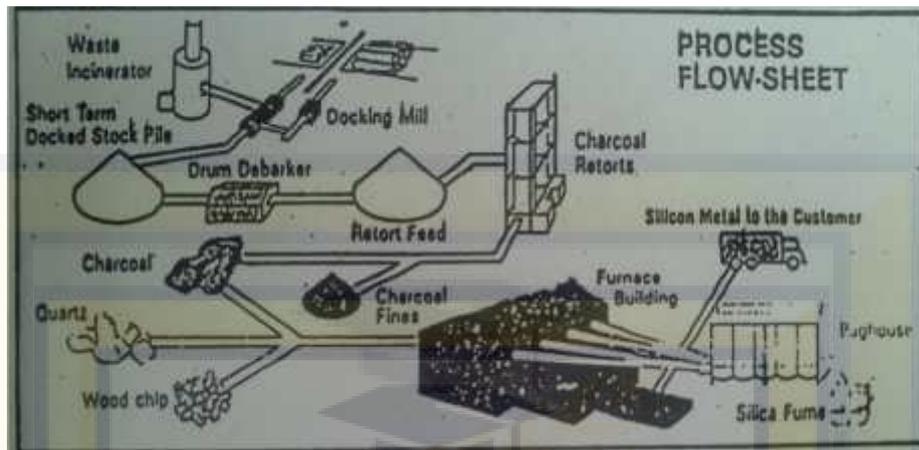
Perkembangan kekuatan tekan beton pada beton yang menggunakan mikrosilika lebih banyak mirip dengan beton abu terbang (*fly ash*), akan tetapi reaksi *pozzolanic* berlangsung lebih awal dibanding beton abu terbang (*fly ash*):

2. Permeabilitas dan porositas:

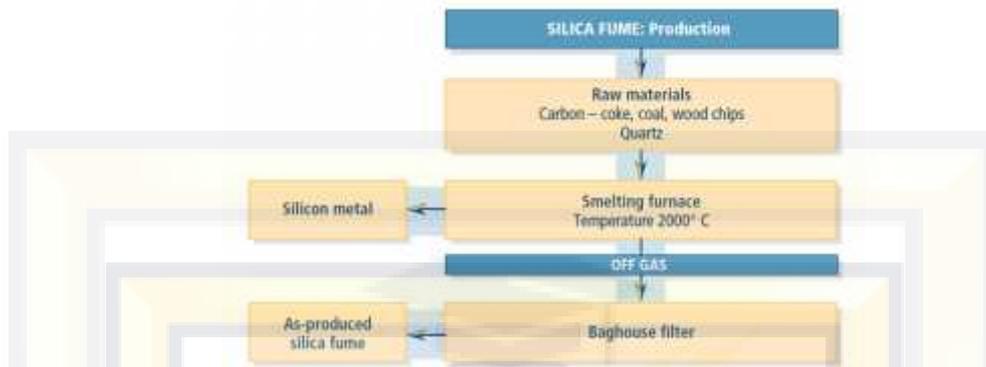
Beton yang tergabung dengan mikrosilika menunjukkan permeabilitas yang lebih rendah daripada beton normal. Hal ini terjadi karena menurunnya total porositas pada beton

2.3.1.2. Proses Produksi Mikrosilika

Mikrosilika dihasilkan dari reduksi quarts pada proses pembuatan silicon metal atau silicon alloy dalam tungku pembakaran elektris, Selanjutnya mikrosilika diperoleh dari pengumpulan gas yang keluar dari tungku pembakaran tersebut. Alur proses produksi yang diambil dari suatu pabrik penghasil silicon metal dan mikrosilika di Australia.



Gambar. 2.3 Skema Tungku Untuk memproduksi Metal Silikon
(Metallurgical Grade Silicon)



Gambar. 2.4 .Skema pembuatan silika fume.

Proses tersebut adalah sebagai berikut :

a. Tiga bahan baku utama pembentuk *silicon metal* (Si) adalah :

- kwarsa murni



Gambar 2.5. Batuan Kuarsa (Quartz)

- arang batu bara

- potongan kayu

- karbon

b. Bungkahan Quarts murni disaring dan dicuci lebih dulu sebelum dikirim ke tungku pembakaran elektrik

c. Untuk memproduksi Quarts tersebut digunakan arang batu bara yang diperoleh dari pabrik pengolah batu bara (*Charcoal Retorts*). Fungsi arang batu bara tersebut adalah sebagai :

- konduktor listrik
- sumber karbon aktif untuk reaksi reduksi
- sebagai penguat, memperkedap, mempertinggi kecepatan dan kelengkapan reaksi yang diinginkan limbah kayu berupa keping-keping kayu digunakan pula untuk membuat arang batu bara. Sekitar 3,6 ton keeping kayu kering dibutuhkan untuk membuat 1 ton arang batu bara

2.3.2. Superplasticizer

Superplasticizer merupakan bahan tambah (*admixture*). Bahan tambah, *additive* dan *admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana. Penambahan additive atau admixture tersebut ke dalam campuran beton ternyata telah terbukti meningkatkan kinerja beton di hampir semua aspeknya, yaitu kekuatan, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kinerja-kinerja lainnya dalam memenuhi tuntutan teknologi konstruksi modern. Mengacu pada klasifikasi ASTM C494-82, dikenal 7 jenis *admixture* sebagai berikut :

- Tipe A : Water Reducer (WR) atau plasticizer.

Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang digunakan. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.

- Tipe B : Retarder

Bahan kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini diperlukan apabila dibutuhkan waktu yang cukup lama antara pencampuran/pengadukan beton dengan penuangan adukan. Atau dimana jarak antara tempat pengadukan betondan tempat penuangan adukan cukup jauh.

- Tipe C : Accelerator

Bahan kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan pengerasan segera.

- Tipe D : Water Reducer Retarder (WRR)

Bahan kimia tambahn berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

➤ Tipe E : Water Reducer Accelerator

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan.

➤ Tipe F : High Range Water Reducer (Superplasticizer)

Bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih. Penjelasan mengenai superplasticizer akan dibahas lebih lanjut.

➤ Tipe G : High Range Water Reducer (HRWR)

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan kimia tambahan biasanya dimasukkan dalam campuran beton dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan bahan - bahan utama, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar daripada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis, karena dosis yang berlebihan akan bisa mengakibatkan menurunnya kinerja beton bahkan lebih ekstrem lagi bisa menimbulkan kerusakan pada beton

Menurut ASTM C494 dan British Standard 5075, Superplasticizer adalah bahankimia tambahan pengurangan asir yang sangat efektif. Dengan pemakaian bahan tambahan diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi

Superplasticizer juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas bahan ini merupakan saran untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan (bleeding) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar, maka bahan ini berguna untuk pertakan beton ditempat – tempat yang sulit seperti tempat penulangan yang rapat.

Dalam meningkatkan kuat tekan beton untuk faktor air semen yang diberikan. Namun kegunaan superplasticizer untuk beton mutu tinggi secara umum sangat berhubungan dengan pengurangan jumlah air dalam campuran beton. Pengurangan ini tergantung dari kandungan air yang digunakan, dosis dan tipe dari superplasticizer yang dipakai. (L. J. Parrot,1998).

Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain:

- 1) Menjaga kandungan air dan semen tetap konstan sehingga didapatkan campuran dengan *workability* tinggi.
- 2) Mengurangi jumlah air dan menjaga kandungan semen dengan kemampuan kerjanya tetap sama serta menghasilkan faktor air semen yang lebih rendah dengan kekuatan yang lebih besar.
- 3) Mengurangi kandungan air dan semen dengan faktor air semen yang konstan tetapi meningkatkan kemampuan kerjanya sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan yang sama tetapi menggunakan semen lebih sedikit.
- 4) Tidak ada udara yang masuk. Penambahan 1% udara kedalam beton dapat menyebabkan pengurangan

strength rata-rata 6%. Untuk memperoleh kekuatan *air content* yang” tin di dalam beton serendah mungkin. Penggunaan *superplasticizer* menyebabkan sedikit bahkan tidak ada udara masuk kedalam beton.

5) Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan.

✓ Pengelompokan Superplasticizer

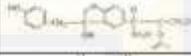
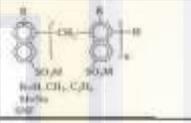
Penggunaan *superplasticizer* mulai dikembangkan di Jepang dan Jerman pada tahun 1960-an dan menyusul kemudian di Amerika Serikat pada 1970-an. *Superplasticizer* adalah polimer linear yang mengandung sulfonic acid (asam sulfonat), yang secara umum terbagi menjadi 4 jenis/kelompok :

- Sulfonated melamine-formaldehyde condensates (SMF)
- Sulfonated naphthalene-formaldehyde condensates (SNF)
- Modified lignosulfonates (MLS)
- Polycarboxylate derivatives, misal jenis polycarboxylic ether (PCE)

✓ Sifat Superplasticiser

Superplasticizer tersusun atas asam sulfonat yang berfungsi menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen, untuk menghasilkan viskositas/kekentalan adukan pasta semen atau beton segar yang lebih rendah.

✓ Komposisi Kimia Superplasticizer

Class	Origin	Structure (typical repeat unit)	Relative cost
Lignosulphonates	Derived from neutralization, precipitation, and fermentation processes of the waste liquor obtained during production of paper-making pulp from wood		1
Sulphonated melamine formaldehyde (SMF)	Manufactured by normal resinification of melamine-formaldehyde		4
Sulphonated naphthalene formaldehyde (SNF)	Produced from naphthalene by oleum or SO ₃ sulphonation; subsequent reaction with formaldehyde leads to polymerization and the sulphonic acid is neutralized with sodium hydroxide or lime		2
Polycarboxylic ether (PCE)	Free radical mechanism using peroxide initiators is used for polymerization process in these systems		4

Tabel 2.5 kimia superplasticizer (Rixom and Maivaganam, 2003)

✓ Pemanfaatan Superplasticizer

Efek superplasticizer pada beton segar yang dimanfaatkan adalah kemampuannya untuk :

- meningkatkan slump dan workability (slump hingga 23 cm)
- mengurangi pemakaian air
- mengurangi pemakaian semen

Secara umum tujuan yang ingin dicapai dengan penggunaan superplasticizer adalah untuk :

- mencapai posisi pengecoran yang sulit melakukan pemadatan dengan vibrator -- karena dapat menghasilkan beton segar yang dapat mengalir dengan lebih baik dengan slump hingga 23 cm
- menghasilkan beton mutu tinggi -- dengan mengurangi air sehingga faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu mutu beton dapat diminimalkan sekecil mungkin, sehingga hanya air yang diperlukan untuk reaksi hidrasi semen saja yang

digunakan

- menghasilkan beton dengan permeabilitas yang lebih rendah (lebih kedap air) -- dengan pengurangan pemakaian air dan kemampuan menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar, dapat menghasilkan kepadatan beton yang lebih baik sehingga lebih kedap air
- menghasilkan beton yang setara mutunya dengan faktor air semen yang lebih kecil, sehingga pemakaian semen menjadi lebih sedikit -
- namun pemakaian untuk tujuan ini tidak terlalu sering digunakan, karena jumlah semen minimum yang disyaratkan untuk beton tertentu harus dipenuhi

Kemampuan superplasticizer untuk meningkatkan slump beton segar tergantung pada :

- jenis, takaran dan waktu penambahan superplasticizer
- faktor air semen dan jumlah semen yang digunakan dalam adukan beton segar

Untuk meningkatkan workability campuran beton, penggunaan dosis superplasticizer secara normal berkisar antara 1-3 liter tiap 1 meter kubik beton. Larutan superplasticizer terdiri dari 40% material aktif. Ketika superplasticizer digunakan untuk mengurangi jumlah air, dosis yang digunakan akan lebih besar, 5 sampai 20 liter tiap 1 meter kubik beton. (Neville, 1995)

Menurut (Edward G Nawy, 1996). Superplasticizer dibedakan menjadi 4 jenis :

1. Modifikasi Lignosulfonat tanpa kandungan klorida. xxvi
2. Kondensasi Sulfonat Melamine Formaldehyde (SMF) dengan kandungan klorida sebesar 0.005%
3. Kondensasi Sulfonat Nephthalene Formaldehyde (SNF) dengan kandungan klorida yang diabaikan.
4. Carboxyl acrylic ester copolymer.

Jenis SMF dan SNF yang disebut garam sulfonik lebih sering digunakan karena lebih efektif dalam mendispersikan butiran semen, juga mengandung unsur-unsur yang memperlambat pengerasan.

Superplasticizer adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang komplek untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

2.4. Kekuatan Beton

Sifat-sifat utama beton yang berhubungan dengan kepentingan praktisnya adalah mengenai kekuatan, karakteristik, tegangan-regangan, penyusutan dan deformasi, respon terhadap suhu, daya serap air, dan ketahanannya. Diantara sifat-sifat beton yang paling mendapat perhatian adalah kekuatan beton, karena hal tersebut yang merupakan gambaran umum mengenai kualitas beton.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton dari material penyusunnya ditentukan oleh faktor air semen, porositas dan faktor-faktor intrinsik lainnya seperti kekuatan agregat, kekuatan pasta semen, kekuatan ikatan/lekatan antara semen dengan agregat.

2.4.1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang berkisar 30-45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, beton ready mix sanggup mencapai nilai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium (Dipohusodo, 1994).

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (*curing*), usia beton ukuran dan bentuk sampel, dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

f_c' = Kuat Tekan Beton (N/mm²)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Yang Menerima Beban (mm²)

Kuat tekan menjadi parameter untuk menentukan mutu dan kualitas beton yang ditentukan oleh agregat, perbandingan semen, dan perbandingan jumlah air. Pembuatan beton akan berhasil jika dalam pencapaian kuat tekan beton telah sesuai dengan yang telah direncanakan dalam *mix design*. Adapun hal-hal yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu :

1. FAS atau faktor air semen, hubungan fas dengan kuat tekan beton adalah semakin rendah nilai fas maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton. Tetapi pada kenyataannya pada suatu nilai fas tertentu semakin rendah nilai fas maka kuat tekan beton akan rendah. Hal ini terjadi karena jika fas rendah menyebabkan adukan beton sulit dipadatkan. Dengan

demikian ada suatu nilai optimal yang menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.

2. Umur beton, kekuatan beton akan bertambah sesuai dengan umur beton tersebut. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton dipengaruhi oleh fas dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas, maka semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan maka semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.
3. Jenis Semen, kualitas pada jenis-jenis semen memiliki laju kenaikan kekuatan yang berbeda.
4. Efisiensi dari perawatan (*curing*), kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila terjadi pengeringan terjadi sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan dilapangan dan pada pembuatan benda uji.
5. Sifat agregat, dalam hal ini kekerasan permukaan, gradasi, dan ukuran maksimum agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton.

2.5. Tahapan Perencanaan Campuran

2.5.1. Persyaratan- persyaratan (SNI 03-2834-2000)

a) Umum

Persyaratan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut:

Proposi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut:

- a. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen);
- b. Keawetan;
- c. Kuat tekan;
- d. Ekonomis;
- e. Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambah

b) Persyaratan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam perencanaan harus mengikuti persyaratan berikut:

- a) Bila pada bagian pekerjaan konstruksi yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka setiap proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah;
- b) Bahan untuk campuran coba harus mewakili bahan yang akan digunakan dalam pekerjaan yang diusulkan.

2.5.2. Perencanaan Campuran

Dalam perencanaan campuran beton harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton;

2. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.
3. Nama nama petugas pembuat, pengawas dan penanggung jawab hasil pembuatan rencana campuran beton normal harus tertulis dengan jelas, dan dibubuhi paraf atau tanda tangan. Beserta tanggalnya.

2.5.3. Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

a) Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Semen : Semen Portland Komposit (PCC) Type I
- b. Air : Air PDAM yang terdapat di laboratorium
- c. Agregat Halus : Pasir sungai serta Pasir laut
- d. Agregat Kasar : Batu Pecah Split 1-2 cm dan 2-3 cm,
- e. Bahan Pozzolan : Silica fume
- f. Bahan Additif : Superplasticizer

b) Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus
 - a. Timbangan ketelitian 0,2%
 - b. Satu set saringan
 - c. Oven yang dilengkapi pengatur suhu
 - d. Alat pemisah sampel
 - e. Mesin pengguncang saringan

f. Talam-talam

g. Kuas / sikat kuningan

2. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Halus

a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No. 6 atau no.8)

dengan kapasitas 5 kg

b. Tempat air

c. Timbangan dengan kapasitas 1 – 5 kg dengan ketelitian 0,1% yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang

d. Oven

e. Saringan no. 4

f. Piknometer kapasitas 500 ml

g. Air suling

h. Bejana tempat air

3. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus

a. Timbangan ketelitian 0,1%

b. Talam berkapasitas besar

c. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm

d. Mistar perata

e. Wadah baja berbentuk silinder

4. Pengujian Kadar air Agregat Kasar dan Agregat Halus

a. Timbangan dengan ketelitian 0,1%

b. Oven

c. Talam logam berkapasitas besar

5. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar dan Agregat Halus

- a. Saringan no. 16 dan no. 200
- b. Wadah pencuci benda uji berkapasitas besar (Wajan)
- c. Oven
- d. Timbangan dengan ketelitian 0,1%

6. Pencampuran material (*Mix Design*)

- a. Cetakan silinder, degan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
- b. Tongkat pemadat
- c. Mesin pengaduk / molen
- d. Timbangan
- e. Peralatan tambahan : sendok, talam, ember, sendok perata
- f. Alat penggetar

7. Pengujian Slump Beton

- a. Cetakan berup kerucut terpancung
- b. Tongkat pemadat
- c. Pelat logam dengan permukaan kokoh, rata dan kedap air
- d. Sendong cekung
- e. Mistar

8. Pengujian Kuat Tekan Beton

- a. Bak perendaman
- b. Mesin tekan / *Compressor test*
- c. Timbangan
- d. Satu set alat pelapis (*capping*)

2.5.4. Prosedur Pengujian dan Pembuatan Beton

a) Pengujian Material

Dalam pengujian ini terdapat beberapa prosedur kerja yang harus diikuti sesuai langkah-langkah kerja sesuai dengan acuan yang dipakai, sehingga pengujian yang dilakukan menghasilkan nilai yang sebenarnya. Adapun pengujian ini meliputi sebagai berikut :

a) Pengujian berat jenis agregat halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat halus yang digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Pengujian ini dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

- Berat Jenis Kering (*Bulk Dry Specific Gravity*)

$$B = \frac{E_2}{(E_1 + 5) - E_1} \quad (2.3)$$

- Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan/SSD (*Bulk SSD specific gravity*)

$$B_s = \frac{5}{E_1 + 5 - E_1} \quad (2.4)$$

- Penyerapan

$$B_A = \frac{5 - E_2}{E_2} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana :

B_1 = Berat air + pignometer + pasir SSD

B_2 = Berat pasir kering

B_3 = Berat air + gelas ukur

b) Kadar air agregat

$$K = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (2.6)$$

c) *Kadar lumpur*

$$K = \frac{W_1 - W_3}{W_3} \times 100\% \quad (2.7)$$

dimana :

W1 = Berat agregat

W2 = Berat kering oven

W3 = Berat agregat setelah direndam

d) *Pengujian berat jenis agregat kasar*

- Berat jenis kering (*Bulk Specific Gravity*)

$$B = \frac{B}{w_2 + B - w_1} \quad (2.8)$$

- Berat jenis kering permukaan jenuh air (*Saturated Surface Dry*)

$$B_s = \frac{B}{w_2 + B - w_1} \quad (2.9)$$

- Penyerapan

$$B_A = \frac{B - B_s}{B} \times 100\% \quad (2.10)$$

Dimana :

Bk = berat jenis uji kering oven

Bj = berat jenis uji kering permukaan jenuh air

w1 = berat bejana berisi benda uji + air

w2 = berat bejana berisi air

e) *Pengujian analisa saringan agregat*

Modulus halus butir (*Finnes Modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekerasan butir-butir agregat.

Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Adapun pengujian ini dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MHB = \frac{f_b \cdot n \% K_1 \cdot A \cdot T}{1} \quad (2.11)$$

Dimana :

MHB = Modulus halus butir

f) Pengujian berat isi agregat

Standar metode pengujian ini untuk menghitung berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat. Ukuran butir agregat kasar adalah 5mm–40mm, agregat halus terbesar 5mm. Pengujian dalam kondisi padat dilakukan dengan cara tusuk. Dalam kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok. Bobot isi kering udara agregat dihitung dalam kondisi kering oven dan kering permukaan. Pada kondisi padat dan gembur memiliki berat isi yang berbeda karena pada berat isi gembur masih terdapat rongga–rongga udara, berbeda dengan berat isi padat yang dipadatkan dengan cara ditusuk sehingga berat isi padat lebih berat daripada berat isi gembur karena berat isi padat tidak memiliki rongga udara. Berat isi pada agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berat jenis, gradasi agregat, bentuk agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No. 52– 1980, berat isi untuk agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1.2–1,5 gr/.

Adapun dalam pengujian ini digunakan rumus :

a. Berat isi gembur

$$\text{Volume} = (\text{berat tabung} + \text{air}) - (\text{berat tabung}) \quad (2.12)$$

$$\text{Gembur} = \frac{b \cdot t_1 + a \cdot g_1}{v_1} \quad (2.13)$$

b. Berat isi padat

$$\text{Volume} = (\text{berat tabung} + \text{air}) - (\text{berat tabung}) \quad (2.14)$$

$$\text{Gembur} = \frac{b \cdot t_1 + a \cdot p}{v_1} \quad (2.15)$$

g) *Pengujian berat jenis semen*

Berat jenis semen adalah perbandingan antara berat semen kering dengan perubahan dari volume minyak tanah setelah dicampur dengan semen pada suhu kamar. Berat jenis semen Portland yang memenuhi syarat berdasarkan SII 0013 – 18 berkisar antara 3,0–3,2 sedangkan dipasaran berkisar 3,2 bila berat jenis semen yang diuji berada dalam standar ini menunjukkan bahwa semen masih dalam keadaan baru, bila semen berada dibawah standar berarti semen :

- Telah mengalami pelepasan panas;
- Semen terlalu lama disimpan;
- Bahwa ukuran semen telah mengalami perubahan berat jenis semen diuji dengan cara yang sama.

Pengujian berat jenis semen dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Berat jenis} = \frac{B \cdot S_1}{(V_2 - V_1) \cdot d} \quad (2.16)$$

Dimana :

V1 = pembacaan pertama pada skala botol

V2= pembacaan kedua pada skala botol

$(V2 - V1)$ = isi cairan yang dipindahkan oleh semen dengan berat tertentu

d = berat isi air pada suhu 4°C

b) Perancangan Campuran Beton

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton normal dilakukan sebagai berikut:

- a) Ambil kuat tekan beton yang disyaratkan $f'c$ pada umur tertentu;
- b) Hitung deviasi standar dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.17)$$

Dimana :

Sr = Deviasi standar

x_i = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

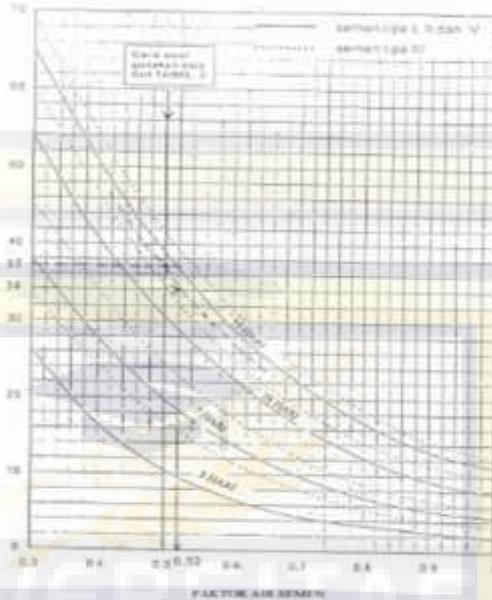
\bar{x} = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- c) Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan $f'cr$, dengan rumus :

$$f'cr = f'c + 2,33sr - 3,5 \quad (2.18)$$

- d) Tetapkan jenis semen
- e) Tentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan;
- f) Tentukan faktor air semen dengan cara grafik :



Gambar 2.6 Grafik hubungan antara Kuat tekan dan Faktor Air Semen

- g) Tetapkan factor air semen maksimum (dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak). Jika nilai factor air semen yang diperoleh lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah;

Tabel 2.6 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik	275	0,60

matahari langsung		
Beton masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat tabel 5
Beon yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		
b. Air laut		Lihat tabel 6

- h) Tetapkan nilai slump
- i) Tetapkan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan lihat tabel 2.11
- j) Tentukan nilai kadar air bebas Tabel 2.12 dan grafik 2.6

Tabel 2.7 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

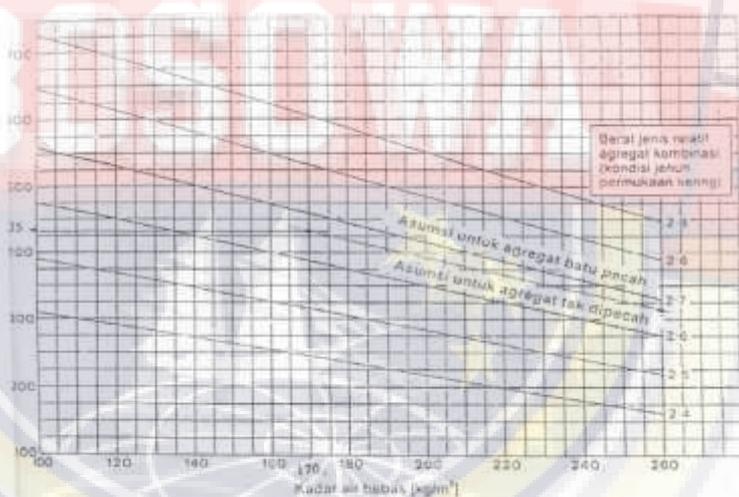
Slump (mm)		0-100	10-30	30-60	60-80
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan: Koreksi suhu udara :

Untuk suhu di atas 25°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m^2 adukan beton

- k) Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen;
- l) Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan;
- m) Tentukan jumlah semen seminimum mungkin. Jika tidak lihat table 2.12 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan;

- n) Tentukan factor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali;
- q) Tentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku,
- r) Tentukan susunan agregat kasar
- s) Tentukan persentase pasir dengan perhitungan
- t) Hitung berat jenis relative agregat
- u) Tentukan berat isi beton menurut Grafik 2.7



Gambar 2.7
Grafik perkiraan berat isi beton basah

- v) Hitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
- w) Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir dengan agregat gabungan

- x) Hitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikurangi kadar agregat; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1m^3 beton; Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan; Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan
- y) Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya, perhatikan hal berikut:
- Jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan, maka susunan campuran beton tersebut dikatakan baik. Jika tidak, maka campuran perlu dibetulkan;
 - Kalau slumpnya ternyata terlalu tinggi atau rendah, maka kadar air perlu dikurangi atau ditambah (demikian juga kadar semennya, karena factor air semen harus dijaga agar tetap tak berubah);
 - Jika kekuatan beton dari campuran ini terlalu tinggi atau rendah, maka factor air semen dapat atau harus ditambah atau dikurangi.

2.6. Penelitian Terdahulu

1. *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplastizier Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI (American Concrete Institute) oleh Krisman Arieli, Syahrizal, Rahmi Kolina; Jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara :*

Disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton optimum dicapai pada penggantian semen dengan *silica fume* 10% dan *superplasticizer* 2%

yaitu sebesar 81,76 MPa menggunakan benda uji silinder Ø 15 cm x 30 cm dengan nilai *slump* sebesar 3,63 cm. Pada penambahan *silica fume* 5% dan *superplasticizer* 2% mengalami peningkatan kekuatan sebesar 3,95% dari beton normal menggunakan *superplasticizer* 2%. Pada penambahan *silica fume* sebanyak 10% dan *superplasticizer* 2% mengalami peningkatan kekuatan tertinggi yaitu sebesar 9,41% dari beton normal menggunakan *superplasticizer* 2%. Pada penambahan *silica fume* 15% dan *superplasticizer* 2% mengalami peningkatan kekuatan terkecil yaitu 0,76% dari beton normal menggunakan *superplasticizer* 2%. Sedangkan Pada penambahan *silica fume* 20% dan *superplasticizer* 2% nilai kuat tekan menurun sebesar 4,84% dari beton normal menggunakan *superplasticizer* 2%.

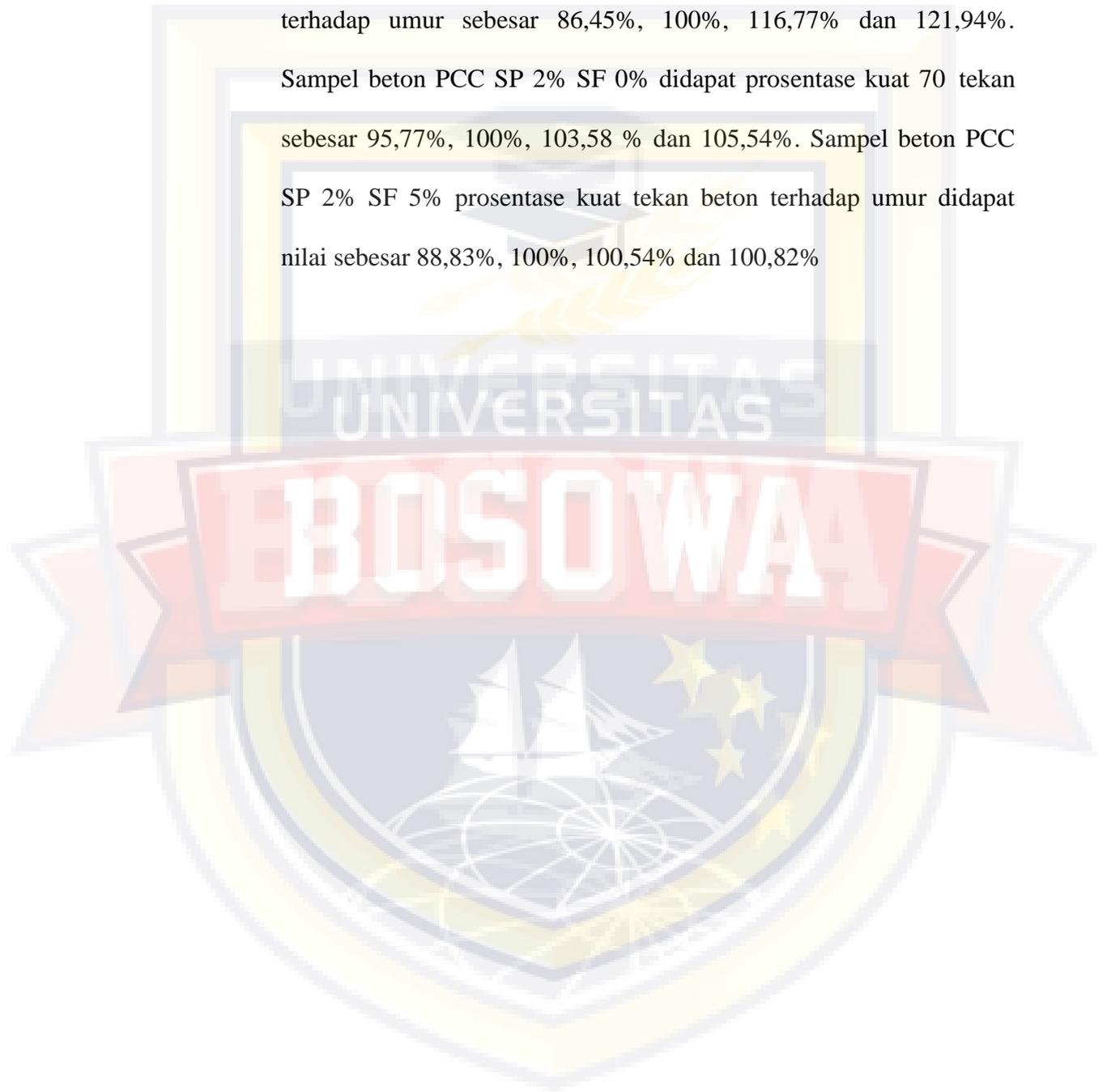
2. Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer dengan Pemakaian Semen Tipe PPC dan Tipe PCC Terhadap Peningkatan Mutu Beton; oleh Muhammad Afif; Jurusan Teknik Sipi Universitas Negeri Semarang;2013 :

Disimpulkan bahwa kuat tekan tertinggi dicapai pada sampel beton PPC SP 2% SF 5% dengan umur 56 hari sebesar 53.50 MPa. kuat tekan beton normal <40 MPa, dengan penambahan bahan *superplasticizer* dan silika fume pada beton didapat hasil kuat tekan beton lebih tinggi dari beton normal. Prosentase kuat tekan pada sampel beton PPC SP 2% SF 0% umur 14, 28, 45 dan 56 hari, didapat

prosentase kuat tekan sebesar 80,68%, 100%, 105,76 % dan 113,90%.

Sampel beton PPC SP 2% SF 5% prosentase kuat tekan beton terhadap umur sebesar 86,45%, 100%, 116,77% dan 121,94%.

Sampel beton PCC SP 2% SF 0% didapat prosentase kuat tekan sebesar 95,77%, 100%, 103,58 % dan 105,54%. Sampel beton PCC SP 2% SF 5% prosentase kuat tekan beton terhadap umur didapat nilai sebesar 88,83%, 100%, 100,54% dan 100,82%

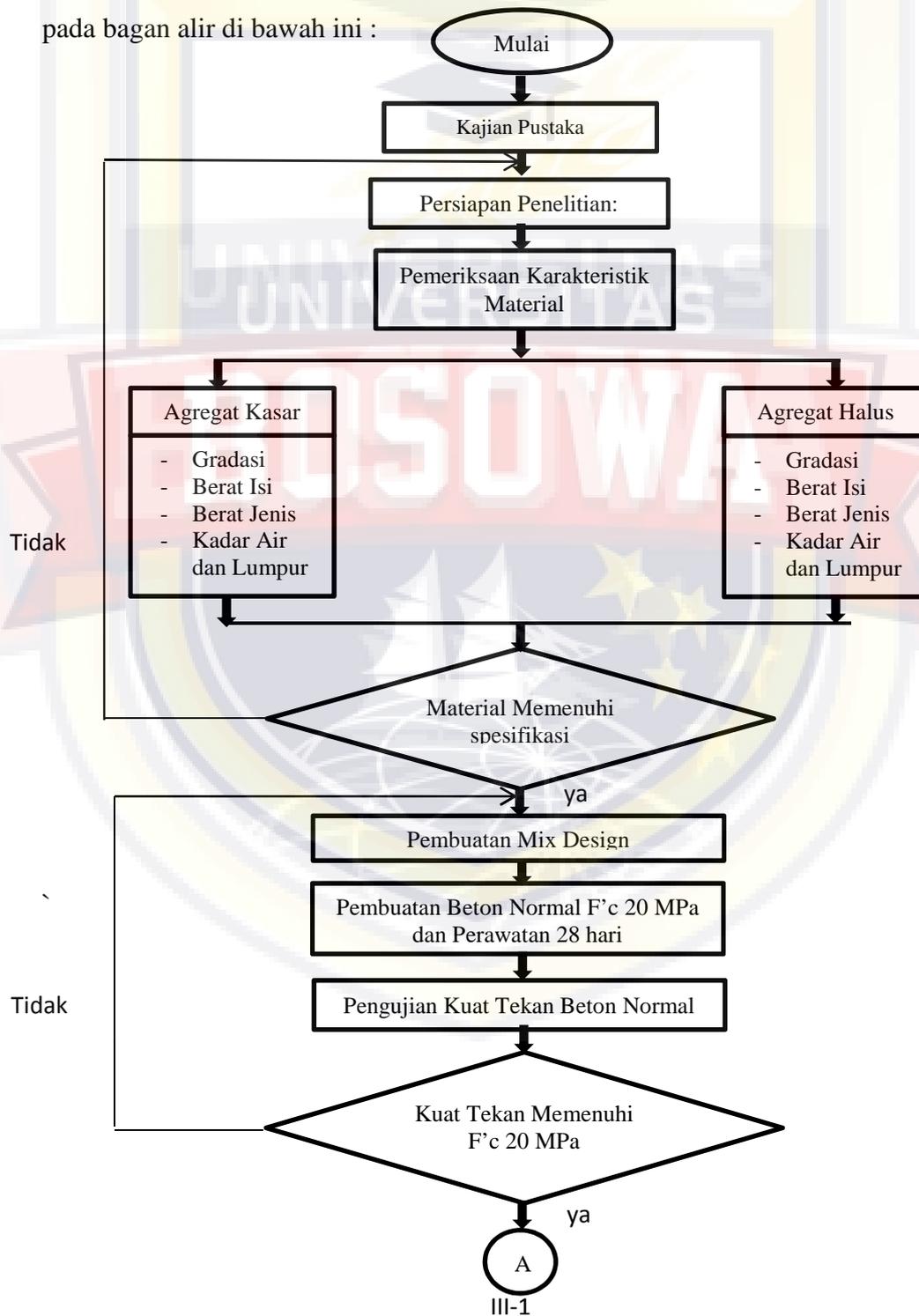


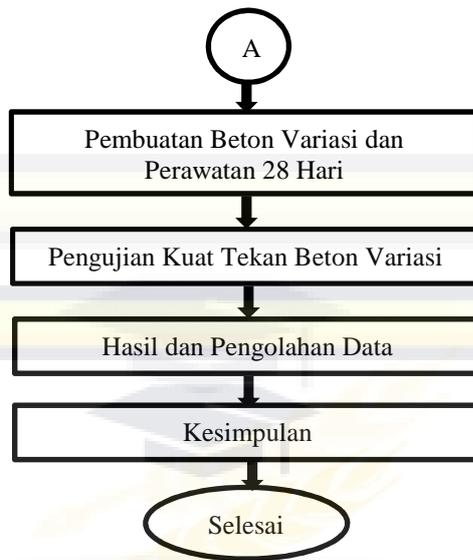
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Penelitian

Tahapan pelaksanaan dari penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini :





UNIVERSITAS
UNIVERSITAS

BOSOWA

3.2 Waktu dan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian kuat tekan beton.

3.3 Tahapan Penelitian

1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material
 - Agregat Kasar (Batu pecah 1-2, Batu Pecah 2-3)
 - Agregat Halus (Pasir)
 - Semen
 - Silica Fume
 - Superplasticizer
3. Pengujian Material :
 - Analisa saringan (*SNI 3423 – 2008*)
 - Berat Jenis (*SNI 1969 – 2008*)
 - Berat Isi (*SNI 1973 - 2008*)
 - Kadar Air (*SNI 1971 – 2011*)
 - Kadar Lumpur (*SNI 03 – 4142 – 1996*)
4. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design* (*SNI 2847 -2013*)
 - Beton Normal
5. Pengujian Slump Beton (*SNI 1972 – 2008*)
6. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
7. Pengujian Kuat Tekan Beton F'_c 20 MPa (*SNI 1974 – 2011*)

8. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design* (SNI 2847 -2013)

- Beton Variasi

9. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari

10. Pengujian Kuat Tekan Beton F'_c 20 MPa (SNI 1974 – 2011)

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu pasir laut dan superplasticizer sebesar 1 %
2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah silica fume dengan presentase 0%, 5%, 10%, 15% dan 20 % dari berat semen

3.5 Variasi dan Jumlah Benda Uji

Tabel 3.1 Variasi Benda Uji

No.	Notasi	Komposisi (%)			Jumlah Benda Uji
		Silica Fume	Super platizer	Semen	
1	NPS	0	0	100	20
2	NPL			100	3
3	NPL+SP			100	3
5	SF 5%	5	1	95	3
6	SF 10%	10		90	3
7	SF 15%	15		85	3
8	SF 20%	20		80	3

3.6 Metode Analisis

3.6.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat

1. Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 -4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 1 %	SNI 03 – 4142 - 1996

2. Agregat Halus

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 5 %	SNI 03 – 4142 - 1996

3.6.2 Analisis Nilai Kuat Tekan

Perhitungan campuran beton (Mix design) dengan metode *SNI 2847 -2013* tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal

Rumus kuat tekan beton :

$$f^c = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

dimana :

f^c = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)
A = luas penampang benda uji (cm²)

$$F'_{ck} = F'_c \times 1,34 \times S.Dev \quad (3.2)$$

dimana :

1,34 = Koefisien kuat tekan

$$S.Dev = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

3.6.3 Hubungan Kuat Tekan dan Variabel yang digunakan

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan terdiri dari variabel terikat atau persentase nilai yang tetap yaitu pasir laut sebagai agregat halus dan superplasticizer sebesar 1% dari berat semen. Sedangkan variabel bebasnya yaitu silica fume dengan persentase 0 % , 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen.

Dimana pengujian ini dilakukan dengan memperbandingkan hasil nilai kuat tekan beton normal dan nilai kuat tekan beton variasi terhadap kuat tekan beton yang direncanakan sebesar 20 Mpa. Sehingga nantinya akan diketahui kadar optimum dari penggunaan silica fume sebagai substitusi semen terhadap nilai kuat tekan beton. Di sisi lain, dari penelitian ini pula akan diketahui sejauh mana hubungan dari penggunaan pasir laut sebagai agregat halus serta superplasticizer sebagai bahan tambah pada persentase yang tetap dalam mempengaruhi naik turunnya nilai kuat tekan beton.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Penulis telah mengadakan pengujian karakteristik terhadap material yang akan digunakan dalam pencampuran beton, dimana Agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir sungai) bersumber distributor PT. Bumi Sarana Beton sedangkan pasir laut bersumber dari Tanjung Bayang Adapun hasil pengujian karakteristik agregat diuraikan sesuai tabel dibawah ini.

Tabel. 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Rata- Rata Persen Lolos (%)			
	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 2-3	Pasir Sungai	Pasir Laut
1 1/2" (37,5 mm)	100	100	100	100
3/4" (19,0 mm)	100	30,78	100	100
1/2" (14 mm)	43,69	0,50	100	100
3/8" (10 mm)	19,59	0,41	99,69	100
No. 4 (4,75 mm)	11,48	0,41	99,45	100
No. 8 (2,36 mm)	0,68	0,40	92,66	100
No. 16 (1,18 mm)	0,36	0,38	86,80	99,97
No. 30 (0,595 mm)	0,33	0,38	73,46	93,23
No. 50 (0,297 mm)	0,30	0,35	50,64	51,87
No. 100 (0,149 mm)	0,24	0,34	14,07	6,26
No. 200 (0,074 mm)	0,12	0,17	1,72	0,25
Pan	0,03	0,02	0,40	0,20

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Analisa Saringan	-	Daerah 2	
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	2,54 %	Memenuhi
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	2,44 %	Memenuhi
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	1,51 gr/cm ³	Memenuhi
Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,80 %	Memenuh
Kadar lumpur	≤ 1 %	0,89%	Memenuh

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.3 Hasil pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah 2-3)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Analisa Saringan	-	Daerah 2	
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	2,52 %	Memenuhi
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	2,14 %	Memenuhi
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	1,45 gr/cm ³	Memenuhi
Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,82 %	Memenuhi
Kadar lumpur	≤ 1 %	0,95 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.4 Hasil pengujian Agregat Halus (Pasir Sungai)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Analisa Saringan	-	Daerah 2	
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	2,51 %	Memenuhi
Penyerapan	0,2 % – 2 %	1,85 %	Memenuhi
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	1,41 gr/cm ³	Memenuhi
Kadar Air	3 % - 5 %	4,75 %	Memenuhi
Kadar lumpur	≤ 5 %	2,15 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.5 Hasil pengujian Agregat Halus (Pasir Laut)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Keterangan
Analisa Saringan	-	Daerah 4	
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	2,60 %	Memenuhi
Penyerapan	0,2 % – 2 %	1,24 %	Memenuhi
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	1,42 gr/cm ³	Memenuhi
Kadar Air	3 % - 5 %	4,53 %	Memenuhi
Kadar lumpur	≤ 5 %	0,5 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Dari tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 diatas, didapatkan hasil karakteristik dari agregat yang akan digunakan pada campuran beton, sehingga telah memenuhi syarat dan ketentuan berdasarkan standar yang telah ditetapkan, untuk selanjutnya digunakan dalam *mix design*.

4.1.2 Mix Design

Dalam perencanaan campuran beton segar, penentuan proporsinya berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan sebelumnya untuk kemudian disesuaikan terhadap kuat tekan beton yang direncanakan sebagaimana yang dapat dilihat di dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel. 4.6 Data *Mix Design Beton Segar*

Data	Satuan	Nilai
Faktor air semen (Fas)	Grafik	0,60
Faktor air semen maksimum	Tabel	0,60
Kadar air bebas	Kg/m ³	185
Kadar semen maksimum	Kg/m ³	308,33
Kadar agregat gabungan	Kg/m ³	1876,67
Kadar agregat halus	Kg/m ³	656,83
Kadar agregat kasar 1-2	Kg/m ³	563,00
Kadar agregat kasar 2-3	Kg/m ³	656,83
Berat jenis gabungan	%	2,59

Sumber : Hasil Pengujian

Dari data pada tabel 4.6 diatas dapat dilanjutkan untuk melakukan perhitungan berat dan volume beton per kubik, sebagaimana yang dapat dilihat dalam tabel 4.7 berikut ini.

Tabel. 4.7 Pencampuran beton segar

Material	Berat/m ³ beton (kg)	Volume benda uji	Berat per 1 sampel (kg)
Air	139,32	0,0064	0,89
Semen	308,33	0,0064	1,96
Pasir	705,57	0,0064	4,49
Batu Pecah 1-2	562,04	0,0064	3,57
Batu Pecah 2-3	654,73	0,0064	4,16

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.3 Hasil Pengujian Beton Normal

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Normal

No. Benda Uji	Slump	Kekuatan Tekan
	cm	MPa
BN-01	8,5	25,73
BN-02	8,5	25,37
BN-03	8,5	26,46
BN-04	8,5	24,50
BN-05	8,5	25,96
BN-06	8,9	24,50
BN-07	8,9	29,94
BN-08	8,9	28,16
BN-09	8,9	23,94
BN-10	8,9	31,43
BN-11	8,2	22,85
BN-12	8,2	24,39
BN-13	8,2	25,33
BN-14	8,2	26,01
BN-15	8,2	24,35
BN-16	9,4	20,43
BN-17	9,4	24,00
BN-18	9,4	25,17
BN-19	9,4	22,48
BN-20	9,4	20,10
Slump Rata-rata	8,8	
Kuat Tekan Rata-rata		25,06
Standar Deviasi		2,71
Kuat Tekan yang Disyaratkan		20,59

Sumber : Hasil Pengujian

Dari tabel 4.8 diatas, didapatkan bahwa Hasil kuat tekan rata-rata (f'_{cm}) beton normal sebanyak 20 sampel diatas telah memenuhi target kuat tekan beton yang direncanakan, sehingga agregat yang digunakan pada saat beton normal dapat digunakan pula untuk campuran beton variasi.

Dari tabel diatas, juga menunjukkan bahwa target slump yang direncanakan yakni 8 ± 2 atau antara 6 – 10 cm masih memenuhi dari setiap pengadukan beton segar yang dilakukan. Dimana pada setiap proses pengadukan diupayakan dalam konsistensi waktu yang sama dan pengujian slump dilakukan dengan hanya sekali, serta adanya kemudahan dalam proses pemadatan beton dengan cara penusukan. Hal ini menjelaskan bahwa pada Fas 0,60 dengan slump tersebut diatas, menunjukkan adanya kemudahan dalam pengerjaan beton.

4.1.4 Beton Variasi

Dalam pengujian beton variasi, setelah di dapatkan hasil pengujian kuat tekan dari beton normal dimana agregat yang digunakan memenuhi kriteria dari kuat tekan beton yang direncanakan, sehingga material agregat halus dan *Mix design* berbeda digunakan pada perencanaan campuran beton variasi, dengan penambahan / substitusi material lain diantaranya zat kimia silica fume dan superplasticizer yang menggunakan pasir laut. Adapun proporsi campuran beton variasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel. 4.9 Notasi Sampel

Variasi	Keterangan	Jumlah Benda Uji	Notasi
I	Normal (menggunakan pasir laut)	3	NPL
II	Silica fume 0 % + Superplasticizer	3	NPL+SP
III	Silica fume 5 % + Superplasticizer	3	SF 5%
IV	Silica fume 10 % + Superplasticizer	3	SF 10%
V	Silica fume 15 % + Superplasticizer	3	SF 15%
VI	Silica fume 20 % + Superplasticizer	3	SF 20%

Tabel. 4.10 Data *Mix Design* Beton Variasi

Data	Satuan	Nilai
Faktor air semen (Fas)	Grafik	0,60
Faktor air semen maksimum	Tabel	0,60
Kadar air bebas	Kg/m ³	185
Kadar semen maksimum	Kg/m ³	308,33
Kadar agregat gabungan	Kg/m ³	1856,67
Kadar agregat halus	Kg/m ³	489,32
Kadar agregat kasar 1-2	Kg/m ³	648,73
Kadar agregat kasar 2-3	Kg/m ³	740,29
Berat jenis gabungan	%	2,59

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel. 4.11 Proporsi campuran tiap variasi

Notasi	Batu Pecah	Pasir Laut	Semen	Silica Fume	Air	Sp
	%	%	%	%	%	%
NPL	100	100	100	-	100	1
NPL+SP	100	100	100	0	100	1
SF 5%	100	100	95	5	100	1
SF 10%	100	100	90	10	100	1
SF 15%	100	100	85	15	100	1
SF 20%	100	100	80	20	100	1

Sumber : Hasil Pengujian

Dari tabel 4.9 diatas, dapat dijelaskan notasi sampel yang digunakan sebagai penanda dalam membedakan setiap variasi beton. Serta tabel 4.11 proposi campuran tiap variasi untuk mengetahui proporsi dari setiap variasi beton dalam satuan persen. Dimana dalam penelitian ini terdapat 6 (Enam) macam variasi yang masing-masing berjumlah 3 (Tiga) sampel sebagai bahan pembanding.

Tabel. 4.12 Perhitungan Berat tiap variasi

Notasi	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 2-3	Pasir Laut	Semen	Silica Fume	Air	Sp
Berat Per 3 Benda uji	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	L	L
NPL	12,37	14,12	9,33	5,88	0	3,12	0
NPL+SP	12,37	14,12	9,33	5,88	0	3,12	0,06
SF 5%	12,37	14,12	9,33	5,59	0,29	3,12	0,06
SF 10%	12,37	14,12	9,33	5,29	0,59	3,12	0,06
SF 15%	12,37	14,12	9,33	5,00	0,88	3,12	0,06
SF 20%	12,37	14,12	9,33	4,70	1,18	3,12	0,06

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.5 Hasil Pengujian Beton Variasi

Tabel 4.13 Hasil pengujian kuat tekan beton variasi

Notasi	Slump	Super plasticizer	Silica fume	Semen	Kuat Tekan Rata-rata
	cm	%	%	%	MPa
NPL	9	-	-	100	16,07
NPL+SP	8	1	0	100	23,18
SF 5%	7	1	5	95	21,36
SF 10%	7	1	10	90	18,89
SF 15%	7	1	15	85	18,36
SF 20%	9	1	20	80	18,11

Sumber : Hasil Penelitian

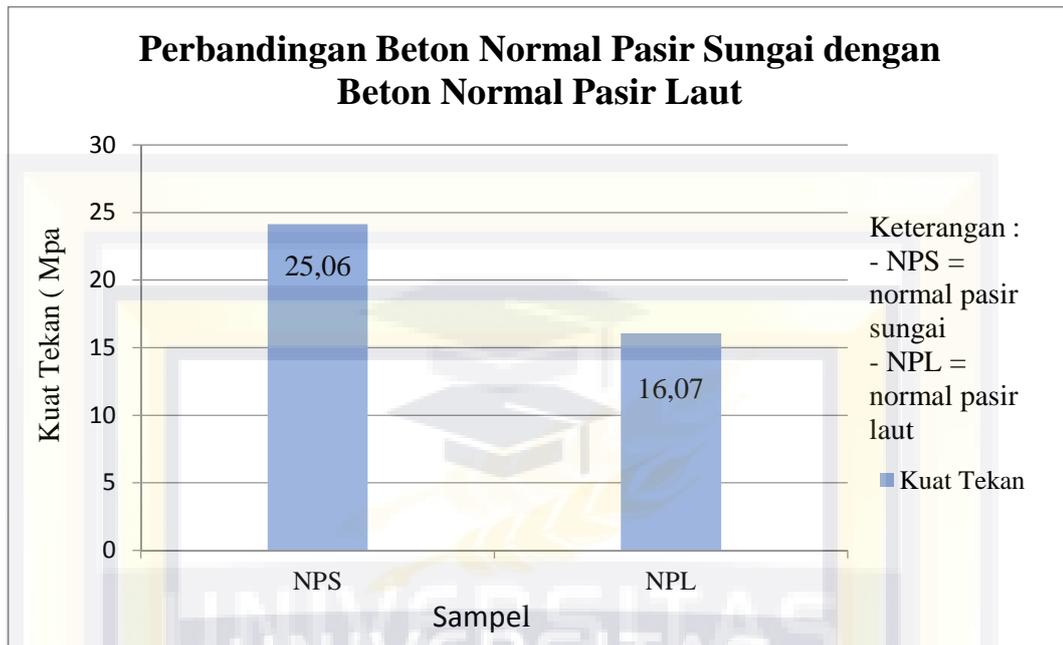
Dari tabel diatas, dapat dijelaskan bahwa target slump yang direncanakan yakni 8 ± 2 atau antara 6 – 10 cm memenuhi dari setiap pengadukan beton segar yang dilakukan disetiap variasi. Dimana pada setiap proses pengadukan diupayakan pengujian slump dilakukan dengan hanya sekali.

Disisi lain, untuk mengimbangi proses pengadukan dengan adanya substitusi silica fume , maka penambahan superplasticizer juga memberi pengaruh lama waktu pengadukan menjadi lebih cepat serta mengurangi kebutuhan air. Sehingga apabila proses pengadukan tidak berlangsung lama maka kandungan udara didalamnya akan semakin sedikit. Selain itu, dengan adanya superplasticizer proses penggabungan campuran menjadi lebih cepat sehingga lama waktu pengadukan menjadi lebih singkat serta lebih mudah saat dituang dan dipadatkan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Perbandingan Beton Normal Pasir Sungai dengan Pasir Laut

Pada penelitian ini, pasir sungai dan pasir laut menjadi material agregat halus. Sehingga menjadi hal yang perlu diketahui pula perbandingan pasir sungai dan pasir laut terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan grafik 4.1 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik Perbandingan beton normal pasir sungai dengan pasir laut sebagai berikut :

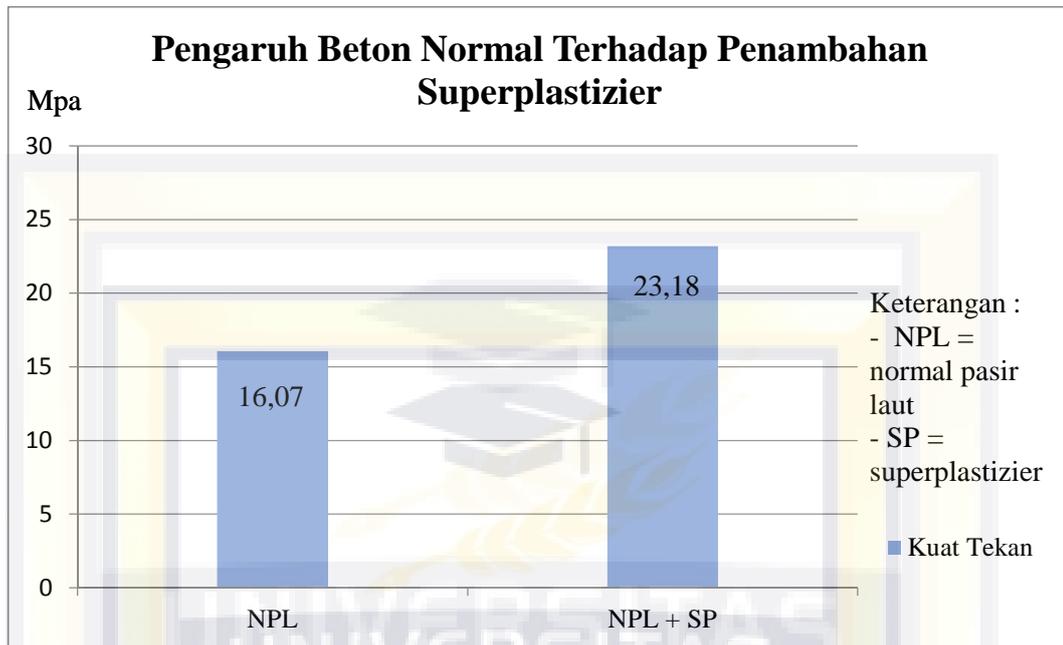


Grafik 4.1 Perbandingan beton normal pasir sungai dengan pasir laut

Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal pasir sungai yang mempunyai nilai kuat tekan rata-rata sebesar 25,06 MPa lebih tinggi nilai kuat tekan rata-rata beton jika dibandingkan dengan beton normal pasir laut yang mempunyai nilai kuat tekan rata-rata sebesar 16,07 Mpa, sehingga hasil kuat tekan beton normal pasir laut tersebut masih dibawah target dari kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 20 MPa.

4.2.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Pasir Laut dengan Normal Pasir Laut Penambahan Superplasticizier

Selain pengaruh pasir laut terhadap beton normal, pada penelitian ini penting pula untuk mengetahui pengaruh penambahan superplasticizer terhadap kuat tekan beton normal menggunakan pasir laut



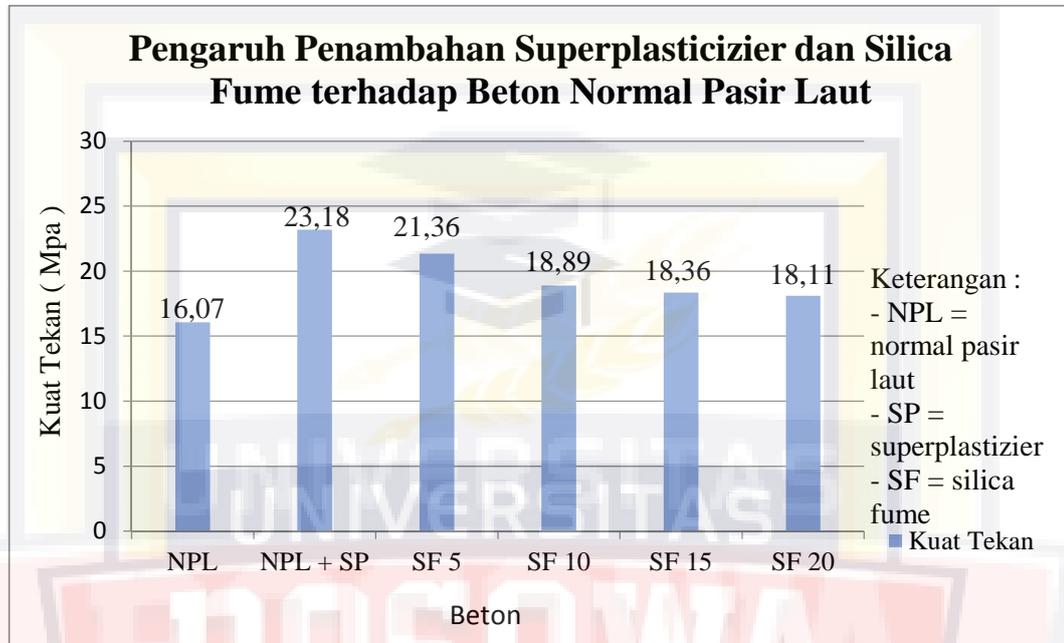
Grafik 4.2 Perbandingan beton normal pasir laut dengan normal pasir laut dengan penambahan superplasticizier

Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa penambahan 1% Superplasticizer dari berat semen pada beton normal pasir laut menyebabkan peningkatan nilai kuat tekan beton sebesar 23,18 MPa jika dibandingkan dengan beton normal pasir laut yang hanya sebesar 16,07 MPa serta melebihi dari target kuat tekan yang direncanakan yaitu 20 MPa.

4.2.3 Pengaruh Superplasticizer dan Silica Fume Terhadap Beton Normal Pasir Laut

Selain pengaruh pasir laut terhadap beton normal, pada penelitian ini penting pula untuk mengetahui pengaruh penambahan superplasticizer dan silica fume terhadap kuat tekan beton normal menggunakan pasir laut

Berdasarkan Tabel 4.10 diatas, dapat di gambarkan grafik Pengaruh beton normal terhadap penambahan superplastcizer sebagai berikut :



Grafik 4.3 Pengaruh penambahan superplasticizier dan silica fume terhadap beton normal pasir laut

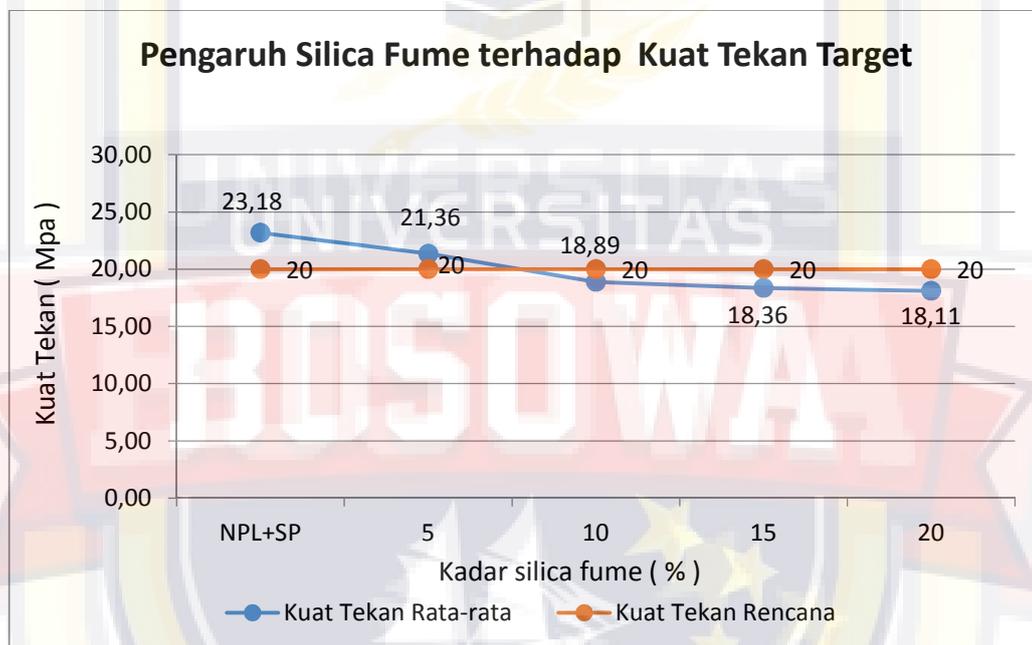
Dari hasil diatas dapat dijelaskan bahwa penambahan 1% Superplasticizer pada beton normal pasir laut menyebabkan peningkatan nilai kuat tekan beton sebesar 23,18 MPa. Sedangkan penambahan 1% superplasticizier dan substitusi silica fume terhadap semen sebesar 5%,10%,15% dan 20% mengalami penurunan kuat tekan beton dari NPL + SP karena penggantian semen dengan silica fume yang semakin besar.

4.2.4 Pengaruh Silica Fume dan superplastizier terhadap kuat tekan target

Pada penelitian ini, yang menjadi inti permasalahan yang dibahas oleh penulis merupakan variasi substitusi silica fume yang digabungkan dengan penambahan superplasticizer yang menggunakan pasir laut dalam pembuatan

beton untuk kemudian melihat dan mengetahui pengaruhnya terhadap hasil nilai kuat tekannya. Dimana silica fume menjadi variabel bebasnya, sedangkan pasir laut dan superplasticizer sebagai variabel terikatnya.

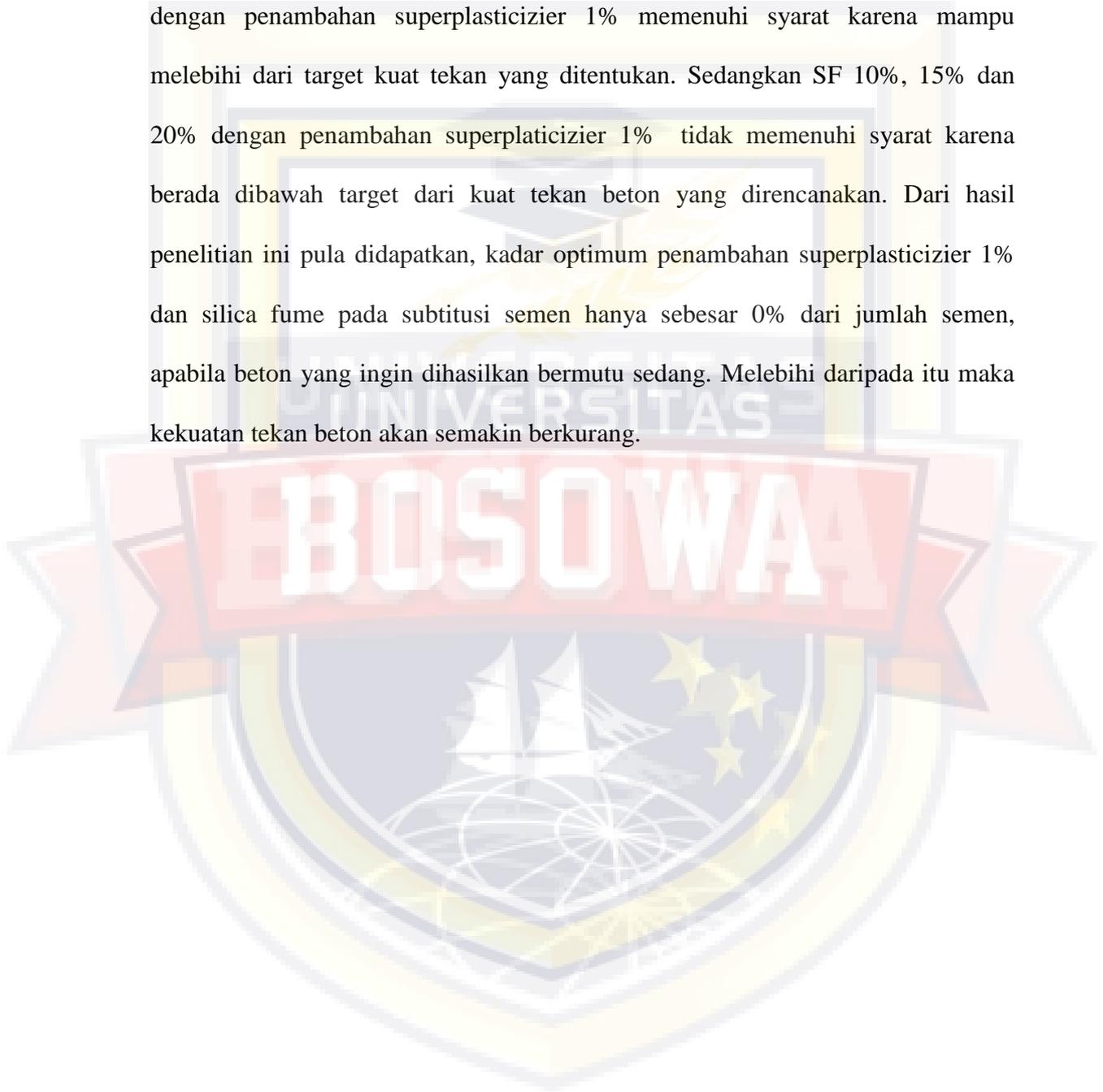
Sehingga berdasarkan Tabel 4.13 diatas, dapat di gambarkan grafik pengaruh silica fume dan superplasticizer terhadap kuat tekan target sebagai berikut :



Grafik 4.4 Pengaruh silica fume dan superplasticizer terhadap kuat tekan target

Dari grafik 4.4, dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari 5 macam variasi substitusi silica fume (SF) ke dalam semen didapatkan nilainya berturut-turut adalah 23,18 MPa untuk substitusi SF 0% dan penambahan superplasticizer, 21,36 MPa untuk substitusi SF 5% dan penambahan superplasticizer, 18,89 MPa untuk substitusi SF 10% dan penambahan superplasticizer, 18,36 MPa untuk substitusi SF 15 % dan penambahan superplasticizer, dan 18,11 MPa untuk substitusi SF sebesar 20% dan penambahan

superplasticizier. Maka berdasarkan kuat tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 20 MPa, maka dapat dikatakan bahwa NPL + SP dan substitusi SF 5% dengan penambahan superplasticizier 1% memenuhi syarat karena mampu melebihi dari target kuat tekan yang ditentukan. Sedangkan SF 10%, 15% dan 20% dengan penambahan superplaticizier 1% tidak memenuhi syarat karena berada dibawah target dari kuat tekan beton yang direncanakan. Dari hasil penelitian ini pula didapatkan, kadar optimum penambahan superplasticizier 1% dan silica fume pada substitusi semen hanya sebesar 0% dari jumlah semen, apabila beton yang ingin dihasilkan bermutu sedang. Melebihi daripada itu maka kekuatan tekan beton akan semakin berkurang.



BOSOWA

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Nilai kuat tekan beton maksimum akibat silika fume yaitu substitusi silika fume 5% terhadap semen yang menggunakan material pasir laut sebagai agregat halus dan menggunakan bahan tambah superplasticizer 1% diperoleh sebesar 21,36 Mpa. Nilai kuat tekan beton yang menggunakan material pasir laut sebagai agregat halus dan menggunakan bahan tambah superplasticizer 1% dapat melebihi kuat tekan maksimum akibat silika fume diperoleh sebesar 23,18 Mpa.
2. Dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari 5 macam variasi dengan menggunakan superplasticizer (SP) dan substitusi silika fume (SF) terhadap semen sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% didapatkan nilainya berturut-turut adalah 23,18 MPa, 21,36 MPa, 18,89 MPa, 18,36 MPa dan 18,11MPa. Semakin besar substitusi silika fume terhadap jumlah semen, cenderung kuat tekan beton mengalami penurunan.

5.2 Saran

1. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut yang meneliti tentang pengaruh silika fume dengan agregat halus yang berbeda ataupun tanpa menggunakan zat adiktif lain
2. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut terkait silika fume dan superplastizier dengan variasi yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Hafiz, Muhammad Ali Indra dan Septiawan.2014. *Pengaruh cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan Beton normal dengan perlakuan tekanan awal pada beton segar*.Politeknik Negeri Sriwijaya. Di unduh pada 23 Juli 2017 melalui <http://eprints.polsri.ac.id>
- 2 Ilham, Ade. 2005. *Pengaruh sifat-sifat fisik dan kimia bahan pozolan Pada beton kinerja tinggi*. Jurnal Volume 13. No. 3 Edisi XXXIII. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. Diunduh pada 22 Juli 2017 melalui <http://ejournal.undip.ac.id>
- 3 Mulyati , Susilo Dewi, dan Very Febrianto.2011. *Tugas Akhir Korelasi Nilai Kuat Tekan Beton Antara Hammer Test Dan Compression Test Pada Benda Uji Silinder Dan Core Drill*. Universitas Diponegoro,Semarang. Di unduh pada 23 Juli 2017 melalui <http://eprints.undip.ac.id>
- 4 Muhammad Afif.2013. *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizier dengan Pemakaian Semen Tipe PPC dan Tipe PCC Terhadap Peningkatan Mutu Beton*. Universitas Negeri Semarang. Di unduh pada 23 Juli 2017 melalui <http://eprints.uns.ac.id>
- 5 Putra, A.agung fadhilah.2015. *Karakteristik beton ringan dengan bahan pengisi styrofoam*. Universitas hasanuddin,Makassar. Di unduh pada 22 Juli 2017 melalui <http://repository.unhas.ac.id>
- 6 Wijoyo, Joko Hadinoto, dkk. 2013. *Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton Menggunakan Bahan Dengan Prinsip 3r (Reduce, Reuse, And Recycle)*. Jurnal Teknik Sipil Vol. I No. 1. Universitas Sebelas Maret. Di unduh pada 10 Juli 2017 melalui <http://download.portalgaruda.org>

- 7 Zai, Krisman Aprieli. *Pengaruh Penambahan Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Metode ACI (American Concrete Institute)*. Universitas Sumatera Utara. Diunduh pada 10 Juli 2017 melalui <http://download.portalgaruda.org>



L
A
M
P
I
R
A
N

1

UNIVERSITAS
UNIVERSITAS

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

BUSOWAA





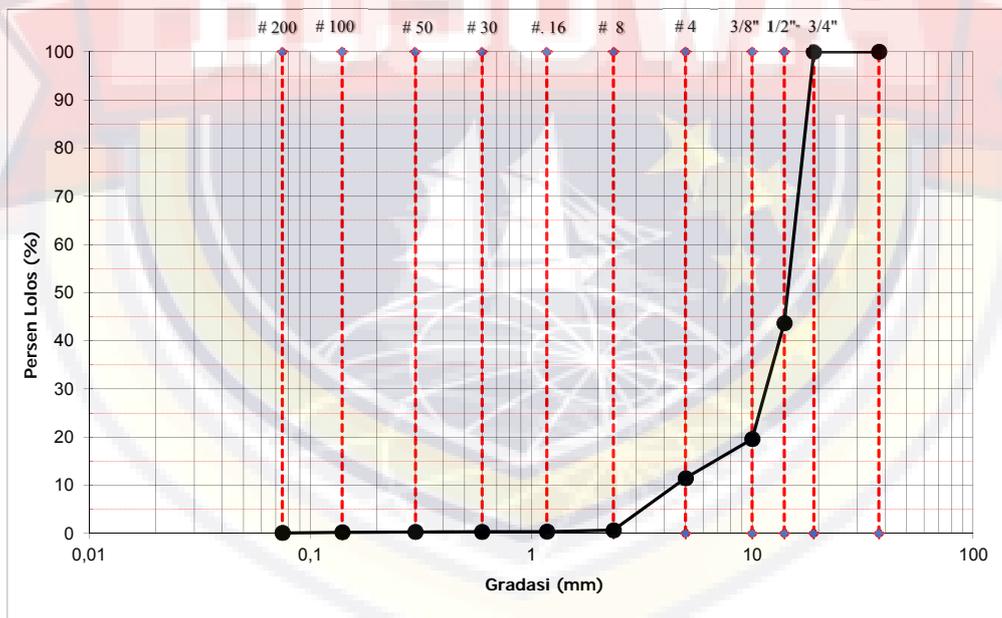
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Batu Pecah 1-2
 Tanggal :
 Sumber :

Dikerjakan :
 Diperiksa :

Saringan No	Total : 2500,1			Total : 2500,9			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	1560,40	62,41	37,59	1255,50	50,20	49,80	43,69
3/8"	2162,40	86,49	13,51	1858,70	74,32	25,68	19,59
No. 4	2309,80	92,39	7,61	2117,20	84,66	15,34	11,48
No. 8	2491,50	99,66	0,34	2475,50	98,98	1,02	0,68
No. 16	2494,70	99,78	0,22	2488,10	99,49	0,51	0,36
No. 30	2495,00	99,80	0,20	2489,30	99,54	0,46	0,33
No. 50	2495,60	99,82	0,18	2490,60	99,59	0,41	0,30
No. 100	2496,50	99,86	0,14	2492,40	99,66	0,34	0,24
No. 200	2498,20	99,92	0,08	2496,80	99,84	0,16	0,12



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Ahmad Akbar



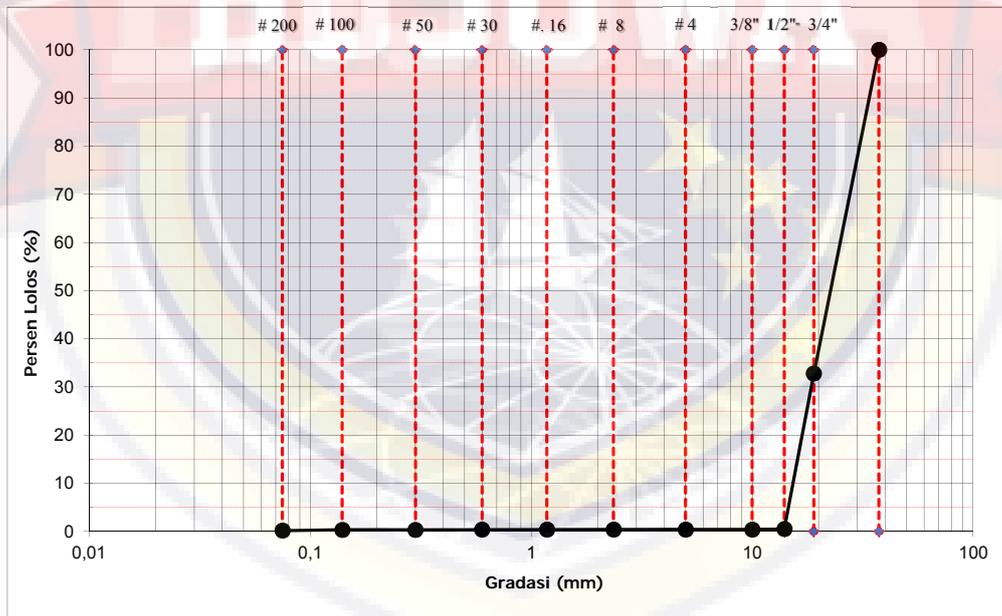
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Batu Pecah 2-3
 Tanggal :
 Sumber :

Dikerjakan :
 Diperiksa :

Saringan No	Total : 2500,1			Total : 2500,9			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	1617,80	64,71	35,29	1743,90	69,73	30,27	32,78
1/2"	2489,70	99,58	0,42	2486,40	99,42	0,58	0,50
3/8"	2489,80	99,59	0,41	2490,50	99,58	0,42	0,41
No. 4	2489,90	99,59	0,41	2490,60	99,59	0,41	0,41
No. 8	2490,30	99,61	0,39	2490,80	99,60	0,40	0,40
No. 16	2490,80	99,63	0,37	2491,10	99,61	0,39	0,38
No. 30	2490,90	99,63	0,37	2491,20	99,61	0,39	0,38
No. 50	2491,60	99,66	0,34	2491,80	99,64	0,36	0,35
No. 100	2491,70	99,66	0,34	2492,50	99,66	0,34	0,34
No. 200	2496,40	99,85	0,15	2496,00	99,80	0,20	0,17



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Ahmad Akbar



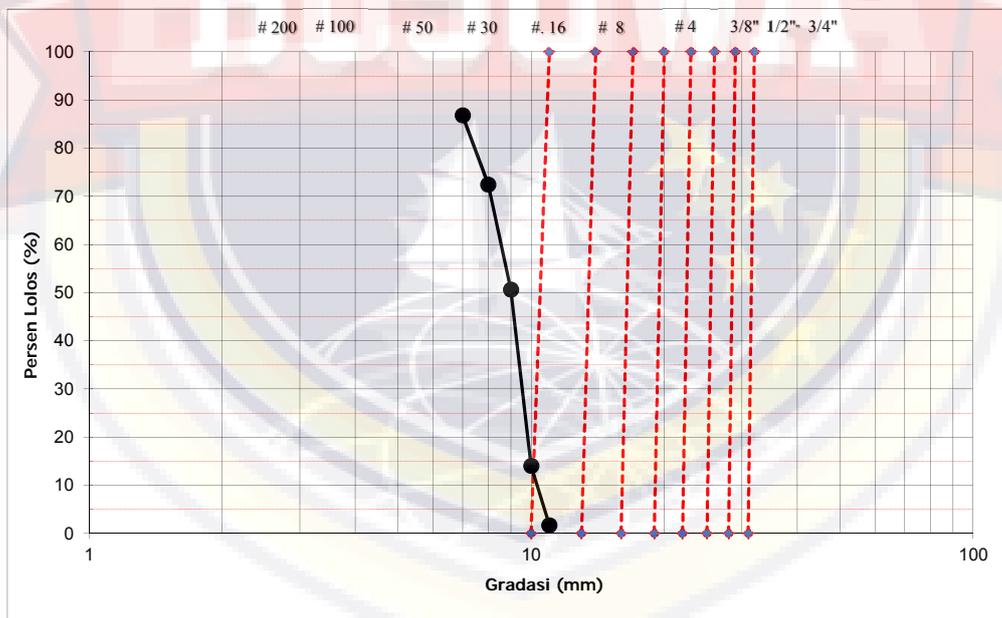
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Pasir Sungai
 Tanggal :
 Sumber :

Dikerjakan :
 Diperiksa :

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	5,70	0,38	99,62	3,70	0,25	99,75	99,69
No. 4	9,10	0,61	99,39	7,40	0,49	99,51	99,45
No. 8	104,30	6,95	93,05	115,80	7,72	92,28	92,66
No. 16	192,10	12,81	87,19	203,90	13,59	86,41	86,80
No. 30	412,50	27,50	72,50	413,70	27,58	72,42	72,46
No. 50	759,70	50,65	49,35	721,00	48,07	51,93	50,64
No. 100	1309,50	87,30	12,70	1268,40	84,56	15,44	14,07
No. 200	1474,50	98,30	1,70	1473,80	98,25	1,75	1,72



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Ahmad Akbar



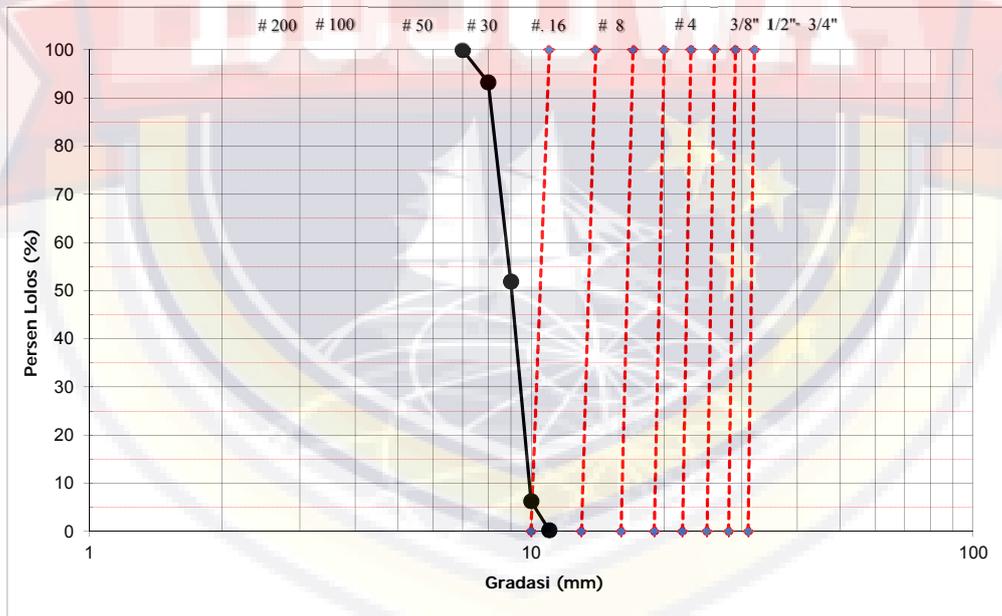
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
(AASHTO T.11 / 27 - 29 - SNI 03 - 1968 - 1990)

Mateial : Pasir Laut
 Tanggal :
 Sumber :

Dikerjakan :
 Diperiksa :

Saringan No	Total : 1200			Total : 1200			Rata-rata
	Sampel Kumulatif Tertahan	1		Sampel Kumulatif Tertahan	2		%
		% Tertahan	% Lolos		% Tertahan	% Lolos	Lolos
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No. 4	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No. 8	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
No. 16	0,30	0,03	99,98	0,40	0,03	99,97	99,97
No. 30	2,40	0,20	99,80	160,20	13,35	86,65	93,23
No. 50	159,20	13,27	86,73	996,00	83,00	17,00	51,87
No. 100	1055,20	87,93	12,07	1194,60	99,55	0,45	6,26
No. 200	1197,20	99,77	0,23	1196,90	99,74	0,26	0,25



Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina
 Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(PB - 0202 - 76 / SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah 1 - 2
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	2220,10	2087,30	2153,70
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2274,60	2138,00	2206,30
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1399,00	1318,10	1358,55

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,54	2,55	2,54
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,60	2,61	2,60
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,70	2,71	2,71
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,45	2,43	2,44

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina
Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT KASAR
(PB - 0202 - 76 / SNI 1969 : 2008)

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	1496,80	2140,90	1818,85
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	1528,20	2187,60	1857,90
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	934,70	1338,10	1136,40

URAIAN		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,52	2,52	2,52
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,57	2,58	2,58
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,66	2,67	2,66
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,10	2,18	2,14

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis
Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(PB - 0203 - 76 / SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir Sungai
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,00	500,00	500,00
Berat benda uji kering oven B_k	491,70	490,10	490,90
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	692,60	699,60	696,10
Berat piknometer + benda uji (SSD) B_t	999,80	1006,30	1003,05

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,55	2,54	2,54
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,59	2,59	2,59
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,67	2,67	2,67
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1,69	2,02	1,85

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis
Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(PB - 0203 - 76 / SNI 1970 : 2008)

Material : Pasir Laut
 Tanggal :
 Sumber :

Dikerjakan :
 Diperiksa

URAIAN	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,00	500,00	500,00
Berat benda uji kering oven B_k	493,70	494,10	493,90
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	688,60	690,60	689,60
Berat piknometer + benda uji (SSD) B_t	999,80	1000,30	1000,05

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,61	2,60	2,61
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,65	2,63	2,64
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,71	2,68	2,69
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1,28	1,19	1,24

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis
 Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
(PB - 0204 -76/AASHTO T. 19 -74/SNI 03 - 4804 - 1998)

Material : BP 1-2
Tanggal :
Sumber :
Dikerjakan :
Diperiksa :

LEPAS

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7574	7574
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11924	11952
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4350	4378
Volume Container (D) (cm ³)	3264,6	3264,6
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1,33	1,34
Berat isi Rata-rata Agregat	1,34	

PADAT

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7574	7574
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12453	12505
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4879	4931
Volume Container (D) (cm ³)	3264,6	3264,6
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1,49	1,51
Berat isi Rata-rata Agregat	1,50	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina
Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
(PB - 0204 -76/AASHTO T. 19 -74/SNI 03 - 4804 - 1998)

Material : BP 2-3
Tanggal :
Sumber :
Dikerjakan :
Diperiksa :

LEPAS

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7574	7574
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11685	11625
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4111	4051
Volume Container (D) (cm ³)	3264,6	3264,6
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1,26	1,24
Berat isi Rata-rata Agregat	1,25	

PADAT

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7574	7574
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12268	12332
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4694	4758
Volume Container (D) (cm ³)	3264,6	3264,6
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1,44	1,46
Berat isi Rata-rata Agregat	1,45	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina
Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000,00	2000,00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1983,60	1980,70
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 $(A-B/A) \times 100\%$	%	0,82	0,96
Hasil Rata-Rata	%	0,89	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000,00	2000,00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1980,70	1981,20
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 $(A-B/A) \times 100\%$	%	0,96	0,94
Hasil Rata-Rata	%	0,95	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)**

Material : Pasir Sungai
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000,00	2000,00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1944,00	1970,20
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 $(A-B/A) \times 100\%$	%	2,80	1,49
Hasil Rata-Rata	%	2,15	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

**PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG
LOLOS SARINGAN NO. 200
(SNI 03 - 4142 - 1996)**

Material : Pasir Laut
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

URAIAN		1	2
Berat Kering Contoh Semula	gram	2000,00	2000,00
Berat Kering sesudah pencucian dengan saringan No. 200	gram	1990,70	1989,20
Persentase Material Lolos Saringan No. 200 $(A-B/A) \times 100\%$	%	0,46	0,54
Hasil Rata-Rata	%	0,50	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)

Material : Batu Pecah 1-2
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	2000,00	2000,00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	1963,40	1965,90
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,86	1,73
Kadar Air Rata-rata	1,80	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)

Material : Batu Pecah 2-3
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	2000,00	2000,00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	1966,10	1962,40
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,72	1,92
Kadar Air Rata-rata	1,82	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)

Material : Pasir Sungai
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	1000,00	1000,00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	953,70	955,70
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	4,85	4,64
Kadar Air Rata-rata	4,75	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAN KADAR AIR
(ASTM C - 555 - 67)

Material : Pasir Laut
Tanggal
Sumber

Dikerjakan :
Diperiksa

Uraian	I	II
Berat Benda Uji Basah (semula) (A) (gr)	1000,00	1000,00
Berat Benda Uji Kering Oven (B) (gr)	957,70	955,70
Kadar air $\frac{(A - B)}{(B)} \times 100 \%$	4,42	4,64
Kadar Air Rata-rata	4,53	

Makassar, Januari 2019

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan

Marlis

Marlina Alwi, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ahmad Akbar

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA

COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : **Combine**
 Tanggal :
 Sumber :
 Paket :

Dikerjakan :
 Diperiksa :
 :

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVERAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING											SPEC Bina Marga 2010 Rev 3	AGG. SURFACE FACTOR			
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI					
2'	100	100	100		100,00												100			
1 1/2'	100,00	100,00	100,00		100,00												95 - 100			
3/4"	32,78	100,00	100,00		73,11												45 - 80			
1/2"	0,50	43,69	100,00		40,49															
3/8"	0,42	19,59	100,00		32,02															
No 4	0,41	11,48	100,00		29,18															
No 8	0,40	0,68	100,00		25,40															
No 16	0,38	0,36	99,97		25,27															
No 30	0,38	0,33	93,23		23,57															
No 50	0,35	0,30	51,87		13,21															
No 100	0,34	0,24	6,26		1,78															
No 200	0,17	0,12	0,25		0,17															
AGGREGATE BLENDING RATIO (% BY WEIGHT OF TOTAL AGGREGATE)					a. CA 2 - 3	40														
					b. CA 1 - 2	35														
					c. Pasir	25														
						100														

TOTAL AGGREGATE SURFACE AREA (M² / KG)



Mengetahui
 Kepala Laboratorium
 Struktur & Bahan

Eka Yuniarto, ST. MT

L
A
M
P
I
R
A
N

2

Mix Design

BOSUWAA





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA

RANCANGAN CAMPURAN BETON K250

Data

slump	:	8 ± 2	cm
Kuat tekan yang di syaratkan	:	20	Mpa
Deviasi Standar	:	-	Mpa
Nilai Tambah	:	7	Mpa
Kekuatan rata - rata yang di targetkan	:	27	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	:	0,6	(grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	:	0,6	(tabel)
Kadar Air Bebas	:	185	Kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	:	308,33	Kg/m ³
Kadar Semen Minimum	:	275	(tabel)
Berat Isi Beton	:	2370	(grafik)
Kadar agregat gabungan	:	1876,67	Kg/m ³
Kadar Agregat Halus	:	656,83	Kg/m ³
Kadar Agregat Kasar BP 1-2	:	563,00	Kg/m ³
Kadar Agregat Kasar BP 2-3	:	656,83	Kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	:	2,59	

L
A
M
P
I
R
A
N

3

UNIVERSITAS
UNIVERSITAS

Hasil Pengujian Kuat Tekan

BOSUWAA





**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

HASIL KUAT TEKAN BETON

no	tanggal pengetesan	kode	berat LAB	Beban (KN)	tegangan (Mpa)
1	07/12/2018	sampel 1	12197	412,80	25,73
2	07/12/2018	sampel 2	12160	385,80	25,37
3	07/12/2018	sampel 3	12162	377,50	26,46
4	07/12/2018	sampel 4	12035	433,00	24,50
5	07/12/2018	sampel 5	12211	458,80	25,96
6	07/12/2018	sampel 6	12367	284,90	24,50
7	07/12/2018	sampel 7	12391	529,10	29,94
8	07/12/2018	sampel 8	12423	497,50	28,16
9	07/12/2018	sampel 9	12400	423,10	23,94
10	07/12/2018	sampel 10	12317	555,50	31,43
11	07/12/2018	sampel 11	12300	403,80	22,85
12	07/12/2018	sampel 12	12394	431,00	24,39
13	07/12/2018	sampel 13	12247	447,60	25,33
14	07/12/2018	sampel 14	12200	459,70	26,01
15	07/12/2018	sampel 15	12294	398,10	24,35
16	07/12/2018	sampel 16	12300	361,00	20,43
17	07/12/2018	sampel 17	12100	379,80	24,00
18	07/12/2018	sampel 18	12325	444,70	25,17
19	07/12/2018	sampel 19	12262	397,40	22,48
20	07/12/2018	sampel 20	12190	355,20	20,10
Kuat Tekan Rata-rata					25,06

standar deviasi (Sd)

$$= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{139,84}{(20 - 1)}}$$

$$= 2,71$$

Mpa

$$f'_{cr} = \frac{F_{cr}}{A} - \left\{ \begin{array}{l} 2,33 \times sd \\ 2,33 \times 2,71 \end{array} \right\} + 3,5$$

$$f'_{cr} = \frac{22,23371 \text{ Mpa}}{20,59 \text{ Mpa}} / 1,08$$

Disetujui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan

Eka Yuniarto, ST., MT

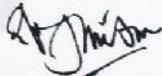


LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL KUAT TEKAN BETON

no	tanggal pengetesan	kode		berat LAB	Beban (KN)	tegangan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Kuat Tekan Target (Mpa)
1	07/12/2018	NPL	S1	12123	301,50	17,07	16,07	20
2	07/12/2018		S2	12158	286,40	16,22		
3	07/12/2018		S3	12100	263,40	14,91		
4	07/12/2018	SF 0%	S1	12180	387,90	21,96	23,18	20
5	07/12/2018		S2	12000	421,70	23,88		
6	07/12/2018		S3	12085	418,50	23,69		
7	07/12/2018	SF 5%	S1	12128	361,60	20,47	21,36	20
8	07/12/2018		S2	12146	382,30	21,64		
9	07/12/2018		S3	12180	387,90	21,96		
10	07/12/2018	SF 10%	S1	12000	351,50	19,90	18,89	20
11	07/12/2018		S2	12128	362,70	20,54		
12	07/12/2018		S3	12019	286,50	16,22		
13	07/12/2018	SF 15%	S1	11800	321,40	18,20	18,36	20
14	07/12/2018		S2	11800	319,07	18,06		
15	07/12/2018		S3	11750	332,60	18,83		
16	07/12/2018	SF 20%	S1	11887	327,20	18,53	18,11	20
17	07/12/2018		S2	11811	325,80	18,45		
18	07/12/2018		S3	12005	306,50	17,35		

Disetujui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan


Eka Yuniarto, ST., MT

L
A
M
P
I
R
A
N

4

UNIVERSITAS
UNIVERSITAS

Hasil Pengujian Porositas

BOSUWAA





**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

HASIL PENGUJIAN POROSITAS

Porositas Beton Normal selinder 15x30

No.	Sampel	Berat Basah	SSD	Berat Dalam air	Berat Kering	Porositas	Rata-rata Porositas
		gr	gr	gr	gr	%	%
1	II	12300	12292	3997	12160	1,59	1,91
2	XVII	12273	12269	3971	12100	2,04	
3	XIX	12454	12440	4000	12262	2,11	

Porositas Beton Variasi selinder 15x30

No.	Sampel	Berat Basah	SSD	Berat Dalam air	Berat Kering	Porositas	Rata-rata Porositas	
		gr	gr	gr	gr	%	%	
1	V1	S1	12365	12331	6940	12123	3,86	3,56
2		S2	12359	12320	6965	12158	3,03	
3		S3	12354	12305	6915	12100	3,80	
5	V2	S1	12349	12305	7015	12180	2,36	2,31
6		S2	12165	12115	6890	12000	2,20	
7		S3	12258	12210	6959	12085	2,38	
9	V3	S1	12294	12255	6920	12128	2,38	2,39
10		S2	12284	12250	6940	12146	1,96	
11		S3	12382	12330	7010	12180	2,82	
13	V4	S1	12179	12130	6890	12000	2,48	2,45
14		S2	12294	12255	6920	12128	2,38	
15		S3	12183	12150	6870	12019	2,48	
17	V5	S1	12029	11989	6700	11800	3,57	3,19
18		S2	12000	11964	6680	11800	3,10	
19		S3	11928	11900	6694	11750	2,88	
21	V6	S1	12094	12070	6755	11887	3,44	3,42
22		S2	12035	11995	6705	11811	3,48	
23		S3	12237	12181	6920	12005	3,35	

Disetujui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan

Eka Yuniarto, ST., MT

L
A
M
P
I
R
A
N

5

Dokumentasi Pengujian

BOSUWAA



DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar 1. Penimbangan Material



Gambar 2. Pengujian Analisa Saringan

DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar 3. Pengujian Berat Isi



Gambar 4. Pengujian Berat Jenis

DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar 5. Proses Memasukan Material ke Dalam Mesin Pengaduk



Gambar 6. Proses Pengujian Slump

DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar 7. Proses Penumbukan untuk Meratakan Campuran di Dalam Selinder



Gambar 8. Proses Pengeringan Sampel Beton Selindir Selama 24 Jam

DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar 9. Pengujian Porositas



Gambar 10. Proses Kepping

DOKUMENTASI PENGUJIAN



Gambar 11. Pengujian Kuat Tekan Beton