

**DESAIN BETON *HIGH EARLY STRENGTH (HES)* DENGAN
CAMPURAN *SUPERPLASTICIZER***

SKRIPSI

**OLEH :
RIKI FENDRIA
178110169**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 9/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)9/6/22

**DESAIN BETON *HIGH EARLY STRENGTH (HES)* DENGAN
CAMPURAN *SUPERPLASTICIZER***

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Sipil
Universitas Medan Area

OLEH :

**RIKI FENDRIA
178110169**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 9/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)9/6/22

**DESAIN BETON *HIGH EARLY STRENGTH (HES)* DENGAN
CAMPURAN *SUPERPLASTICIZER***
SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Sipil
Universitas Medan Area

Oleh:

RIKI FENDRIA
178110169

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. H. Irwan, MT

Pembimbing II



Ahmad Sumantri, ST, MT

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom

Ka. Prodi Teknik Sipil



Hamzahsyah, ST, MT

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 23 Desember 2021



Riki Fendria
17.811.0169

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Desain Beton High Early Strength (HES) dengan Campuran Superplasticizer”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 23 Desember 2021



Riki Fendria
178110169

ABSTRAK

Teknologi tentang beton kekuatan awal tinggi (*high early strength concrete*) yang cepat mengeras semakin hari semakin berkembang. Dimana proyek –proyek saat ini sangat membutuhkan beton yang cepat mengeras dan diusia muda sudah dapat menopang berat beton itu sendiri agar pekerjaan lain dalam proyek dapat dikerjakan lebih cepat. Sebagai upaya untuk memberikan informasi yang benar tentang *superplasticizer* yang berfungsi sebagai bahan untuk meningkatkan karakteristik beton kekuatan awal tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan *superplasticizer* mampu menghasilkan kekuatan awal tinggi (*high early strength*). *Superplasticizer* adalah bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*). Penggunaan *superplasticizer* mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan, dan mempermudah pengerjaan beton (*workability*). Penelitian ini menggunakan metode kuat tekan pada benda uji silinder yang diuji pada umur 3, 7 dan 28 hari. Kadar *superplasticizer* yang digunakan sebanyak 250 ml untuk 1 sak semen dengan air dikurangi 40% pada penggunaan campuran beton normal. Mutu beton yang direncanakan $f'c$ 25 MPa pada umur 28 hari. Hasil penelitian ini membuktikan penggunaan *superplasticizer* meningkatkan kualitas beton pada kekuatan tekan awalnya maupun tingkat kelecakannya (*workability*). Beton dengan campuran *superplasticizer* memiliki kuat tekan awal yang lebih tinggi dibandingkan beton normal dimana pada umur 3 hari mengalami kenaikan sebesar 31,49% dan pada umur 7 hari sebesar 18,84% sedangkan pada umur 28 hari memiliki kuat tekan yang cenderung sama dengan beton normal.

Kata kunci: *high early strength concrete*, *superplasticizer*, *workability*, kuat tekan.

ABSTRACT

Technology of high early strength concrete that hardens fast growing day by day. Where current projects really need concrete that hardens quickly and at a young age can support the weight of the concrete itself so that other work on the project can be done faster. In an effort to provide correct information about superplasticizers that function as materials to improve the characteristics of high early strength concrete, this study aims to prove that superplasticizers are capable of producing high early strength. Superplasticizer is a chemical admixture. The use of superplasticizers reduces the amount of water used, speeds up setting time, and makes concrete easier workability. This study used the compressive strength method on specimens aged 3, 7 and 28 days. The level superplasticizer used is 250 ml for 1 bag of cement with water reduced 40% in the normal concrete mixtures. The planned concrete quality is f_c 25 MPa at the 28 days. The results of this study prove that the use of superplasticizers improves the quality of concrete in its initial compressive strength and workability. Concrete with mixture superplasticizer has a higher initial compressive strength than normal concrete at the aged 3 days increased by 31.49% and at the 7 days by 18.84% while at the age of 28 days it has a compressive strength which tends to be the same as normal concrete.

Keywords: *high early strength concrete, superplasticizer, workability, compressive strength.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Riki Fendria lahir di Aceh pada tanggal 7 juni 1994 dari ayah Bakri dan ibu Maryani. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis bersekolah di SMA Negeri 1 Bandar pada tahun 2009, selanjutnya pada tahun 2012 penulis melanjutkan program pendidikan Diploma III pada perguruan tinggi Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam pengetahuan tentang Teknik Sipil serta berbagai hal yang berhubungan dengan proyek pembangunan yang bisa diterapkan penulis dalam kehidupan sehari-hari.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Desain Beton *High Early Strength* (HES) dengan Campuran *Superplasticizer*” ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Medan Area Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik dari moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng. M. Sc selaku Rektor Universitas Medan Area Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area Sumatera Utara.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT selaku Kepala Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area Sumatera Utara.
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT selaku dosen Pembimbing Skripsi I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Sumantri, ST, MT selaku dosen Pembimbing Skripsi II yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
6. Kepala Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara yang mengijinkan saya melakukan penelitian dan para Asisten Lab yang membimbing saya selama penelitian.

7. Ayah serta Bunda tercinta, yang telah memberi doa dan kasih sayangnya serta pengorbanannya yang tidak ternilai baik moril maupun materi sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik khususnya Teknik Sipil yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
9. Segenap staf dan karyawan Universitas Medan Area Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
10. Segenap keluarga dan teman yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 23 Desember 2021



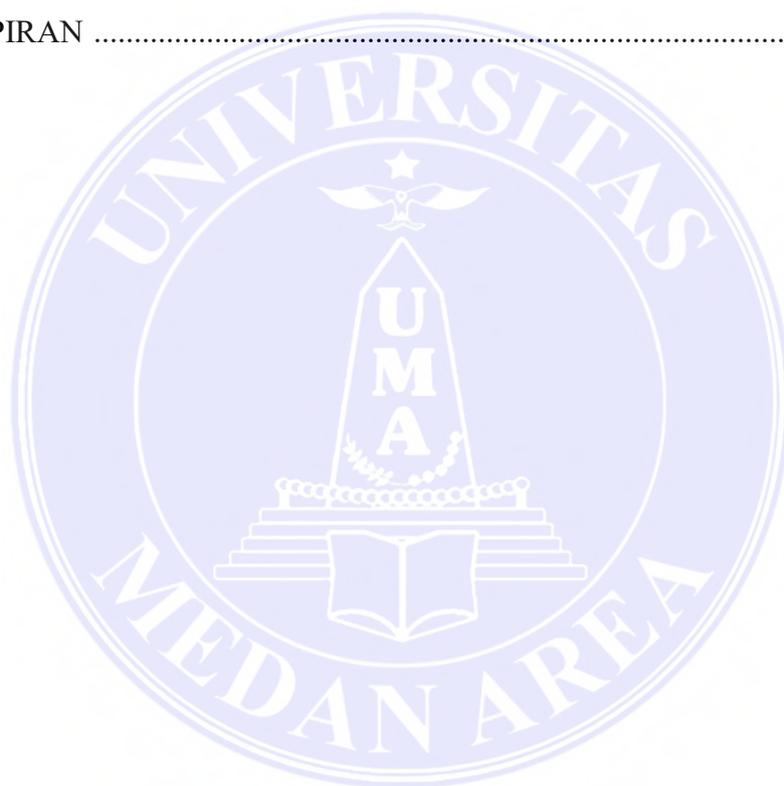
Riki Fendria
17.811.0169

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Beton.....	5
2.2 Sifat-sifat Beton	9
2.3 Bahan Campuran Beton	13
2.3.1 Agregat	14
2.3.2 Semen	25
2.3.3 Air.....	30
2.3.4 Bahan tambah.....	32
2.3.5 <i>Superplasticizer</i>	37
2.4 Faktor Air Semen.....	42
2.5 Pengujian Sifat-sifat Fisis Material.....	42
2.5.1 Pengujian kandungan air agregat	43
2.5.2 Berat jenis dan penyerapan air agregat.....	43
2.5.3 Pemeriksaan berat isi agregat	45
2.5.4 Analisa saringan agregat kasar	45
2.5.5 Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	47
2.5.6 Pengujian kadar organik agregat halus.....	48
2.6 Perencanaan Campuran Beton	48

2.7	Slump Test	59
2.8	Pemadatan Beton	60
2.9	Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	61
2.10	Capping	62
2.11	Uji Kuat Tekan Beton	62
2.12	Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		68
3.1	Tahapan Penelitian.....	68
3.2	Pelaksanaan Penelitian.....	70
3.3	Penyediaan Bahan dan Alat-alat Penyusun Beton	70
3.3.1	Bahan-bahan yang digunakan	70
3.3.2	Alat-alat yang digunakan.....	72
3.4	Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton.....	74
3.4.1	Agregat Halus.....	74
3.4.2	Agregat Kasar.....	88
3.5	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	99
3.6	Pengerjaan Beton	115
3.6.1	Persiapan	115
3.6.2	Pengadukan (Pencampuran).....	116
3.6.3	Pengujian <i>Slump</i>	117
3.6.4	Penuangan Adukan.....	118
3.6.5	Pengeringan	119
3.6.6	Perendaman	119
3.6.7	<i>Capping</i>	119
3.6.8	Pengujian Kuat Tekan	120
3.7	Perhitungan Koefisien Umur Beton.....	121
3.7.1	Mencari Koefisien Umur Dengan Faktor Bentuk	122
3.8	Pengolahan Data	123
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		125
4.1	Hasil Pengujian Sifat Fisis Agregat	125

4.2 Hasil Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	126
4.3 Hasil Pemeriksaan <i>Slump</i>	128
4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan	128
4.5 Penentuan Koefisien Umur Beton	132
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	134
5.1 Simpulan	134
5.2 Saran	135
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN	141



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Bata-batas Gradasi Agregat Halus	18
Tabel 2.2 Syarat Agregat Kasar	21
Tabel 2.3 Komponen Mayor Semen	25
Tabel 2.4 Faktor pengali untuk deviasi standar	50
Tabel 2.5 Nilai deviasi standar	51
Tabel 2.6 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) beton FAS 0,5	53
Tabel 2.7 Persyaratan Nilai fas Maksimum	54
Tabel 2.8 Penetapan Nilai slump	55
Tabel 2.9 Perkiraan Kebutuhan Air Tiap m ³ Beton (liter).....	56
Tabel 2.10 Angka Koefisien Umur beton Menurut PBI 1971	64
Tabel 2.11 Estimasi korelasi kuat tekan silinder beton	64
Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	77
Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	90
Tabel 3.3 Nilai deviasi standar	100
Tabel 3.4 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) beton	101
Tabel 3.5 Persyaratan fas dan Jumlah Semen Minimum	104
Tabel 3.6 Perkiraan Kebutuhan Air Tiap m ³ Beton (liter).....	105
Tabel 3.7 Penetapan Nilai slump	117
Tabel 3.8 Angka Koefisien Umur beton Menurut PBI 1971	122
Tabel 3.9 Perbandingan Kuat Tekan Beton	123
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Agregat Halus	125
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Agregat Kasar	126
Tabel 4.3 Kebutuhan Bahan Campuran Beton	126
Tabel 4.4 Perencanaan <i>Mix Design</i>	127
Tabel 4.5 Data Hasil Pemeriksaan Nilai Slump	128
Tabel 4.6 Data Hasil Nilai Kuat Tekan Beton	129
Tabel 4.7 Persentase Nilai Kuat Tekan Beton	131
Tabel 4.8 Nilai Koefisien Umur Beton	132

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik Gradasi Agregat Halus <i>Zone I</i> (Kasar)	19
Gambar 2.2 Grafik Gradasi Agregat Halus <i>Zone II</i> (Agak Kasar)	19
Gambar 2.3 Grafik Gradasi Agregat Halus <i>Zone III</i> (Halus).....	20
Gambar 2.4 Grafik Gradasi Agregat Halus <i>Zone IV</i> (Agak Halus).....	20
Gambar 2.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 10 mm	22
Gambar 2.6 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm	22
Gambar 2.7 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 40 mm	23
Gambar 2.8 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Maksimum 10 mm	23
Gambar 2.9 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Maksimum 20 mm	24
Gambar 2.10 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Maksimum 40 mm	24
Gambar 2.11 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton	53
Gambar 2.12 Grafik Presentasi Agregat Halus Butir Masimum 40 mm	57
Gambar 2.13 Grafik Presentasi Agregat Halus Butir Masimum 20 mm	57
Gambar 2.14 Grafik Presentasi Agregat Halus Butir Masimum 10 mm	58
Gambar 2.15 Grafik Hubungan Kandungan air dan Berat Beton	59
Gambar 2.16 Jenis-jenis Slump	60
Gambar 2.17 Model Beda Uji Silinder	63
Gambar 3.1 Diagram Alir (<i>flowchart</i>) Metodologi Penelitian	69
Gambar 3.2 Semen PPC, Semen Padang	70
Gambar 3.3 Agregat Halus (Pasir).....	71
Gambar 3.4 Agregat Kasar (Batu Pecah).....	71
Gambar 3.5 <i>Superplasticizer</i>	72
Gambar 3.6 Cetakan Benda Uji Silinder	73
Gambar 3.7 Kerucut <i>Abrams</i>	73
Gambar 3.8 <i>Concrete mixer</i> (molen)	73
Gambar 3.9 <i>Compression Test Machine</i>	74
Gambar 3.10 Timbangan	75
Gambar 3.11 Oven	75

Gambar 3.12 Satu set ayakan	76
Gambar 3.13 <i>Shieve shaker machine</i>	76
Gambar 3.14 Mould	78
Gambar 3.15 Batang perojok	78
Gambar 3.16 Piknometer	79
Gambar 3.17 Pan	79
Gambar 3.18 Sekop	89
Gambar 3.19 Keranjang kawat	91
Gambar 3.20 <i>Dunagan test set</i>	91
Gambar 3.21 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	103
Gambar 3.22 Kurva Gradasi Butiran Agregat Halus	106
Gambar 3.23 Kurva Gradasi Butiran Agregat Kasar	107
Gambar 3.24 Grafik Presentasi Agregat Halus Butir Masimum 40 mm	108
Gambar 3.25 Perkiraan Berat Isi Beton Basah	110
Gambar 3.26 Material yang dipakai.....	116
Gambar 3.27 Proser Pengadukan Campuran Beton	116
Gambar 3.28 Pengujian <i>Slump</i>	118
Gambar 3.29 Penuangan dan Pemadatan Beton	118
Gambar 3.30 Perendaman Benda Uji	119
Gambar 3.31 Capping Benda Uji	120
Gambar 3.32 Pengujian Kuat Tekan Beton	120
Gambar 4.1 Diagram Hasil Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton	129
Gambar 4.2 Grafik Hasil Nilai Rata-rata Pengujian Kuat Tekan Beton	130
Gambar 4.3 Grafik Hasil Persentase Nilai Kuat Tekan Beton	131
Gambar 4.4 Grafik Hasil Nilai Koefisien Umur Beton	133

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pada bidang konstruksi dari masa ke masa terus mengalami perubahan. Salah satu yang mengalami perubahan yang cukup signifikan adalah teknologi pada pembuatan beton. Hal ini tidak terlepas dari fungsi beton itu sendiri yang merupakan salah satu bahan bangunan yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi.

Sejalan dengan perkembangan teknologi beton yang semakin modern, pembuatan beton konvensional yang dilakukan di suatu proyek konstruksi semakin ditinggalkan. Pengoptimalan dalam pembuatan beton terus ditingkatkan. Kebutuhan beton cepat mengeras dalam proses pembangunan proyek gedung bertingkat dan perkerasan pada jalan raya seperti halnya pada jalan-jalan tol sangat dibutuhkan. Pada proyek perkerasan jalan, beton cepat mengeras diperlukan agar jalan dapat segera dilalui dan difungsikan. Sedangkan dalam pekerjaan pembangunan gedung bertingkat, beton cepat mengeras dapat memberikan efisiensi waktu dan pekerjaan selanjutnya dapat dilanjutkan. Pembuatan beton cepat mengeras memerlukan suatu teknologi dimana beton yang sudah dicetak mampu mengeras dengan cepat dan memiliki kualitas yang baik. Teknologi tentang beton dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength concrete*) yang cepat mengeras perlu mendapat perhatian yang mendalam. Salah satu penerapannya adalah teknologi beton pracetak.

Berbagai penelitian dan percobaan bahan kimia pembantu (*admixture*) pada beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan karakteristik kekuatan awal beton tanpa mengurangi terminologi kelecakan (*workability*). Teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton pracetak. Hasilnya muncul rekayasa mengenai penambahan *admixture concrete* dengan dosis tertentu yang dapat menambah kekuatan tekan awal pada beton. Penelitian itulah yang menjadi titik balik perkembangan beton dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength concrete*).

Salah satu solusi bahan tambah kimia (*admixture*) tersebut adalah *superplasticizer*. Saat ini pengembangan terbaru *superplasticizer* telah secara luas digunakan dalam pekerjaan beton khususnya pada produk beton pracetak. Pada prinsipnya jenis *admixture concrete* ini memiliki mekanisme kerja yaitu dengan menghasilkan gaya tolak-menolak (*dispersion*) yang cukup antara partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen yang dapat menyebabkan rongga-rongga udara didalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan pada beton. Tetapi ada beberapa jenis *superplasticizer* ini juga bisa mempercepat proses hidrasi pada beton sehingga didapat nilai kekuatan awal beton tinggi dengan acuan umur beton dalam hari bahkan dalam jam.

Adapun penelitian ini dilakukan untuk memberikan pengetahuan mengenai kelebihan perencanaan campuran beton (*mix desain*) dengan menambahkan *superplasticizer* jika dibandingkan dengan *mix desain* beton normal di lihat dari sisi kelecakan dan kuat tekan beton yang dihasilkan. Penggunaan *superplasticizer* ini memberikan beberapa kelebihan dalam hal kekuatan beton serta menambah nilai

workability secara signifikan. Terlepas dari kelebihan penggunaannya di atas, muncul kelemahan yang cukup mengkhawatirkan dari beton dengan penambahan *superplasticizer* yaitu tidak mampu mempertahankan sifat *flowability* campuran dengan waktu yang lama. Kita sering menyebut hal ini sebagai *slump loss*. Berdasarkan rumusan masalah di atas maka perlu adanya pengamatan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan mengenai penambahan *superplasticizer* pada campuran beton.

1.2 Maksud Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan para pembaca dapat mengetahui pengaruh *superplasticizer* pada beton jika dilihat dari kemudahan pengerjaan (kelecekan) serta kuat tekan beton yang dihasilkan. Selain itu juga bisa menunjukkan berbagai perencanaan *mix desain* beton dengan penambahan *superplasticizer*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan informasi yang benar tentang *superplasticizer* yang berfungsi sebagai bahan yang mampu menghasilkan kekuatan awal tinggi (*high early strength*).
2. Memberikan informasi mengenai perbandingan nilai slump dan kuat tekan beton pada umur beton 3, 7 dan 28 hari yang dihasilkan pada beton dengan penambahan *superplasticizer* dengan beton normal.

1.4 Rumusan Masalah Penelitian

Agar penelitian menjadi fokus pada pokok penelitian maka dibuatlah perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perencanaan campuran beton (*mix desain*) dengan penambahan *superplasticizer* terhadap berat semen (*cementitious ratio*).
2. Bagaimana perbandingan nilai slump dan kuat tekan beton pada umur beton 3, 7 dan 28 hari yang dihasilkan beton dengan penambahan *superplasticizer* dengan beton normal tanpa penambahan *superplasticizer*.

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Kuat tekan beton rencana ($f'c$) 25 MPa pada umur 28 hari
2. Pengujian bahan metode ASTM (*American Standard for Testing Material*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) dari dinas Departemen Umum
3. Mix Desain memakai metode SK-SNI-T-03-2834-2000 “Tata cara pembuatan campuran beton normal“
4. *Superplasticizer* yang dipakai didapat dari KimiaID dengan dosis 250 ml dalam 1 sak semen dengan pengurangan air sebanyak 40% pada penggunaan campuran beton normal
5. Beton yang diolah, dicetak dan dirawat sampai berumur 3,7 dan 28 hari
6. Benda uji berupa silinder dengan jumlah benda uji 5 buah untuk setiap variabelnya
7. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Fakultas Teknik Sipil USU Medan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan. Agregat mempunyai peran sebagai penguat, semen (matriks) mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah berperan sebagai pengikat dan air (*mixer*) sebagai media pencampur untuk menghomogenkan komposisi penyusun dan kontak luas permukaan. (Tri Mulyono, 2004)

Beton merupakan material bahan bangunan yang paling umum digunakan. Dalam konstruksi, beton memiliki peranan sangat penting. Kekuatan dari struktur beton menentukan umur suatu bangunan. Selain menjadi struktur utama, beton memiliki sifat plastis yang memungkinkan untuk dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan tidak ada penurunan.

Beton secara umum adalah campuran bahan bangunan berupa agregat kasar dan agregat halus kemudian direkatkan oleh semen bercampur air. Volume beton sebanyak 70% ditempati agregat. (Tjokrodimuljo, K., 2007)

Menurut Mulyono (2005), beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu cenderung mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya perawatan yang murah. Kekurangan beton adalah beton yang sudah dibentuk sulit untuk diubah, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, dan beton dianggap tidak mampu untuk menahan gaya tarik sehingga perlu ditambahkan baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.

Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Sedangkan Sagel, dkk, (1994), menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Mutu beton dipengaruhi oleh bahan pembentukannya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atas pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan- bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B_0 .

- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B₁, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B₁, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.
2. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :
- a. Beton ringan
- Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran *shale*, lempung, *slates*, residu *slag*, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m³,

dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara $2200 \text{ kg/m}^3 - 2400 \text{ kg/m}^3$ dengan kuat tekan sekitar 15-40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.2 Sifat-Sifat Beton

Dalam konstruksi, beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat beton, dikarenakan sifat-sifat tersebut ditinjau dari kegunaan dari beton tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat-sifat beton antara lain adalah perbandingan campuran beton, cara mencetak beton, cara memadatkan, dan cara merawat beton. Beberapa sifat umum yang dimiliki oleh beton adalah:

1. Kemudahan Pengerjaan (Kelecekan/ *Workability*)

Tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) berkaitan serta dengan tingkat kelecekan (keenceran) adukan beton. Makin cair adukan beton, maka makin mudah untuk dikerjakan. Untuk mengukur tingkat kelecekan adukan beton, maka dilakukan pengujian slump (*slump test*) menggunakan alat Kerucut Abrahams. Nilai *slump* pada umumnya akan meningkat sebanding dengan kadar air yang ada dalam campuran beton segar dan terbanding terbalik dengan kuat tekan beton. Beton dengan nilai *slump* < 15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton dengan nilai *slump* > 230 mm mungkin tidak cukup kohesif (SNI 1972:2008, 2008).

Menurut Bahar (2005), Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi kelecekan/*workability* beton segar adalah:

- a. Jumlah air yang dipakai. Semakin banyak air, maka beton semakin mudah dikerjakan.
- b. Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus.
- c. Bentuk butiran agregat dan tekstur permukaan agregat yang bulat.
- d. Ukuran maksimum kerikil yang dipakai.

2. Pemisahan Kerikil (*Segregasi*)

Pada dasarnya, *segregasi* adalah proses terjadinya penurunan agregat kasar ke bagian bawah beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran karena cara penuangan dan pemadatan yang tidak baik.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan segregasi anatara lain adalah:

- a. Campuran kekurangan air atau kelebihan air,
- b. Kurangnya jumlah agregat halus,
- c. Ukuran agregat yang lebih dari 25 mm.

3. Pemisahan Air (*Bleeding*)

Bleeding adalah peristiwa pemisahan naiknya air kepermukaan setelah dilakukan pemadatan. Naiknya air disertai dengsn membawa semen dan butiran pasir halus, yang kemudian membuat lapisan yang disebut *laitance*. Lapisan ini akan menjadi penghalang rekatann antara beton di bawahnya dan lapisan beton atasnya (Firdausia, 2018).

Peristiwa ini sering terjadi pada campuran yang terlalu banyak air, dimana beton yang memiliki kadar air yang terlalu tinggi akan membuat beton memiliki aliran air. Air yang naik ini membawa butiran dan pasir halus. *Bleeding* sering terjadi setelah pencetakan beton dilakukan terlihat dengan permukaan beton penuh dengan air.

4. Kuat Tekan

Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen. Nilai kuat tekan beton semakin meningkat sejalan sengan peningkatan umurnya. Beton sudah memiliki kekuatan maksimum pada umur 28 hari. Nilai kuat beton diukur

dengan membuat benda uji berbentuk silinder. Pembacaan kuat tekan pada benda uji silinder.

Menurut ACI 214R-11, menjelaskan bahwa besarnya variasi kekuatan contoh uji beton tergantung pada mutu material, pembuatan dan kontrol dalam pengujian.

Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Kardiyono, 2007).

a. Umur Beton.

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (*linier*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Tri Mulyono, 2005).

b. Kekuatan Tekan Beton.

Kuat tekan mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton didapatkan dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang yang menerima beban.

Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari f'_c seperti yang telah disyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai dengan standar yang berlaku.

Menurut standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi $0,85 f'_c$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f'_c + 0,82 (s)$ untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan. Jika tidak memenuhi, maka diuji mengikuti ketentuan selanjutnya (Tri Mulyono, 2005).

Menurut (Tri Mulyono, 2005) faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton ada beberapa, untuk faktor paling utama yaitu:

- a) Proporsi bahan-bahan penyusunnya.
- b) Metode pencampuran.
- c) Perawatan.
- d) Keadaan pada lingkungan setempat saat pengecoran dilaksanakan.

c. Faktor Air Semen (FAS)

Menurut SNI 03-2834-2000, faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat air dan berat semen dalam beton. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi, ada batas batas dalam hal ini. Nilai FAS rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

2.3 Bahan Campuran Beton

Beton tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2% pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. (Tri Mulyono, 2004)

2.3.1 Agregat

Agregat merupakan bahan berbutir, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan slag tanur (*blast-fumace slag*), yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat tersebut berkisar 60%-

75% dari berat campuran beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. (SNI 2847-2013)

1. Agregat halus (*fine aggregate*)

Agregat halus adalah butiran-butiran material yang lolos ayakan 3/8 inci (9,5 mm) dan 90% lolos ayakan 4,75 mm (no.4) dan 70% butirannya tertahan ayakan 0,075 mm (no.200) (ASTM C 33,1982). Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, atau lumpur dari saringan no.100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

Agregat halus dibedakan menjadi 3 jenis, antara lain:

- a. Pasir galian, yaitu merupakan pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah yang mana pada umumnya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.
- b. Pasir sungai, yaitu pasir yang langsung diperoleh dari sungai. Pasir ini biasanya berbentuk bulat dan berbutir halus, hal ini disebabkan karena terjadinya proses gesekan. Karena agregat ini bulat maka daya lekat antara butirnya pun agak berkurang.
- c. Pasir laut, yaitu pasir yang diambil dari pantai. Pasir jenis ini mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pasir sungai akan tetapi pasir jenis ini mengandung banyak garam, sehingga tidak dianjurkan untuk memakai pasir jenis ini dalam membuat bangunan.

Menurut SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), agregat halus harus memenuhi syarat berikut :

- a. Butir-butirnya tajam dan keras dengan indeks kekerasan $< 2,2$

- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca
- c. Tidak mengandung lumpur >5%
- d. Tidak mengandung zat organis yang terlampau banyak
- e. Modulus kehalusan antara 1,5-3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi
- f. Agregat halus dari pantai dapat dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

2. Agregat kasar (*coarse aggregate*)

Agregat kasar adalah butiran-butiran yang lolos ayakan 38,10 mm dan sebagai besar tertahan diayakan 4,75 mm (no4) (ASTM C 33, 1982). Berat jenis agregat kasar sangat dipengaruhi oleh pori dan rongga yang menyerap air yang disebut jenuh dan kering muka (*Saturated Surface Dry /SSD*).

Menurut Sukirman (2003) agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat. Ditinjau dari asal kejadiannya agregat kasar dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

a. Batuan Beku (*igneous rock*).

Batuan beku berbentuk Kristal dan terbentuk dari proses pembekuan magma.

b. Batuan Sedimen (*sedimentary*)

Batuan yang berbentuk baik dari perbandingan bahan atau material yang tidak larut dari pecahan batuan yang ada atau sisa anorganik dari binatang laut.

c. Batuan *Metamorf*

Batuan yang berasal dari batuan sedimen atau batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperatur dari kulit bumi. Berdasarkan pengolahannya agregat dibedakan atas :

1) Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang dapat dipakai langsung sebagai bahan perkerasan. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi (Degradasi adalah perubahan gradasi karena adanya penghancuran). Bentuk partikel dari agregat alam ditentukan dari proses pembentukannya. Aliran air sungai membentuk partikel bulat dengan permukaan yang licin. Degradasi agregat di bukit-bukit membentuk partikel yang bersudut dengan permukaan yang kasar. Dua bentuk agregat alam yang sering digunakan adalah pasir dan kerikil.

2) Agregat yang mengalami proses pengolahan

Proses pengolahan diperlukan karena agregat yang berasal dari gunung atau bukit, sungai masih banyak dalam bentuk bongkahan besar sehingga belum dapat langsung digunakan sebagai agregat konstruksi.

Tujuan dari pengolahan ini adalah:

- a) Bentuk partikel bersudut, di usahakan berbentuk kubus.
- b) Partikel kasar sehingga memiliki gaya gesekan yang baik.
- c) Gradasi sesuai dengan yang diinginkan.

Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (*crusher stone*) sehingga ukuran-ukuran partikel dapat dikontrol.

3) Agregat Buatan.

Agregat ini dibuat dengan alasan khusus, yaitu agar mempunyai daya tahan tinggi dan ringan untuk digunakan konstruksi.

Menurut SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), agregat kasar harus memenuhi syarat berikut :

- a. Butirannya keras dan tidak berpori dengan indeks kekerasan $<5\%$
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh cuaca
- c. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1%
- d. Tidak boleh mengandung zat reaktif terhadap alkali
- e. Butiran yang panjang dan pipih tidak boleh melebihi 20%
- f. Modulus kehalusan agregat berkisar pada 6-7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi
- g. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari : $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ tebal pelat beton, $3/4$ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

3. Gradasi agregat

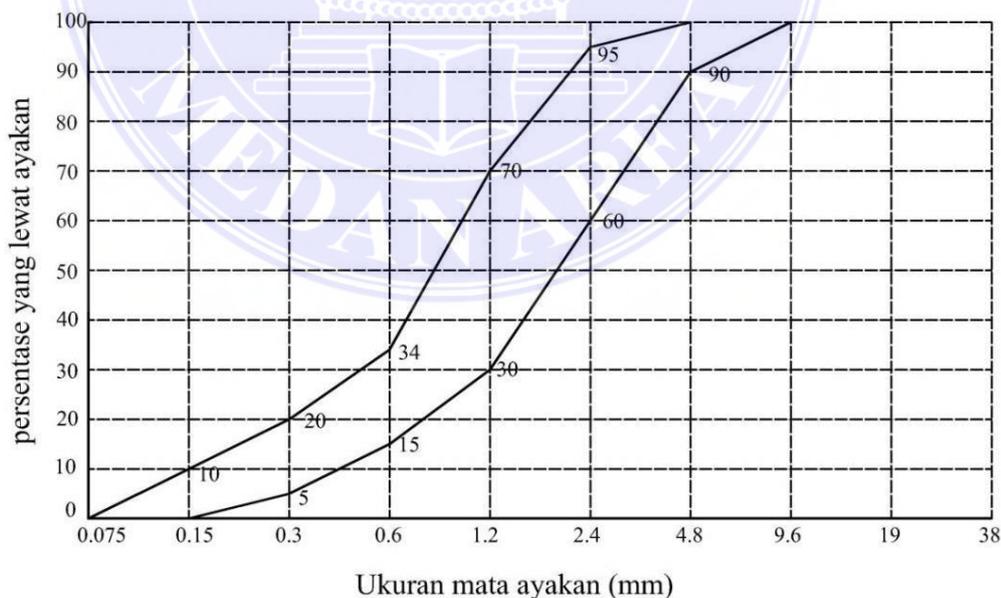
SNI 03-2834-1992 mengklarifikasikan distribusi ukuran butir agregat halus menjadi empat daerah atau zone yaitu: *zone 1* (kasar), *zone 2* (agak kasar), *zone 3* (agak halus), dan *zone 4* (halus) sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Bata-batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Persen Berat yang Lolos Saringan (%)			
	Gradasi Zone I	Gradasi Zone II	Gradasi Zone III	Gradasi Zone IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SNI 03-2843-2000

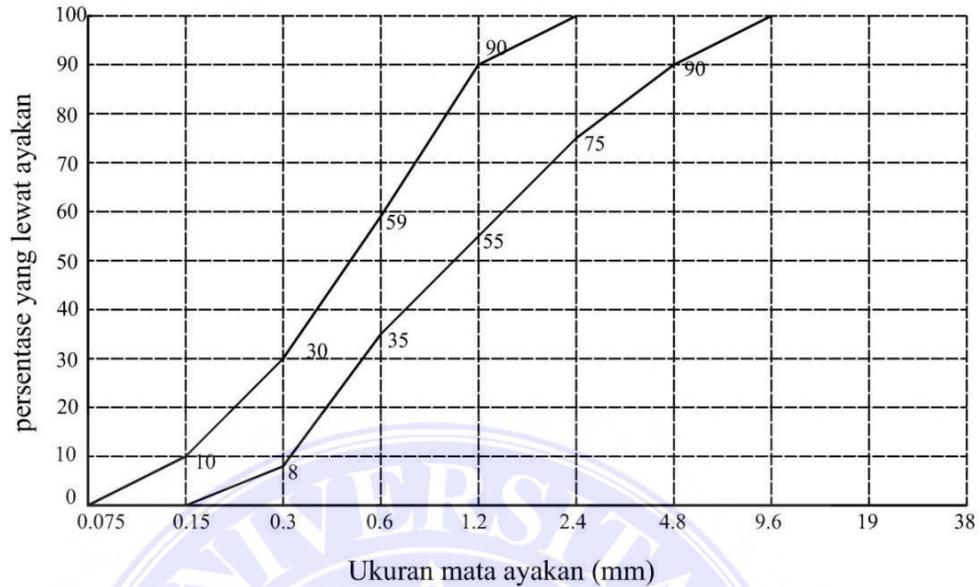
Berikut ini adalah batas-batas gradasi agregat halus zone I



Gambar 2.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Zone I (Kasar)

Sumber : SNI 03-2843-2000

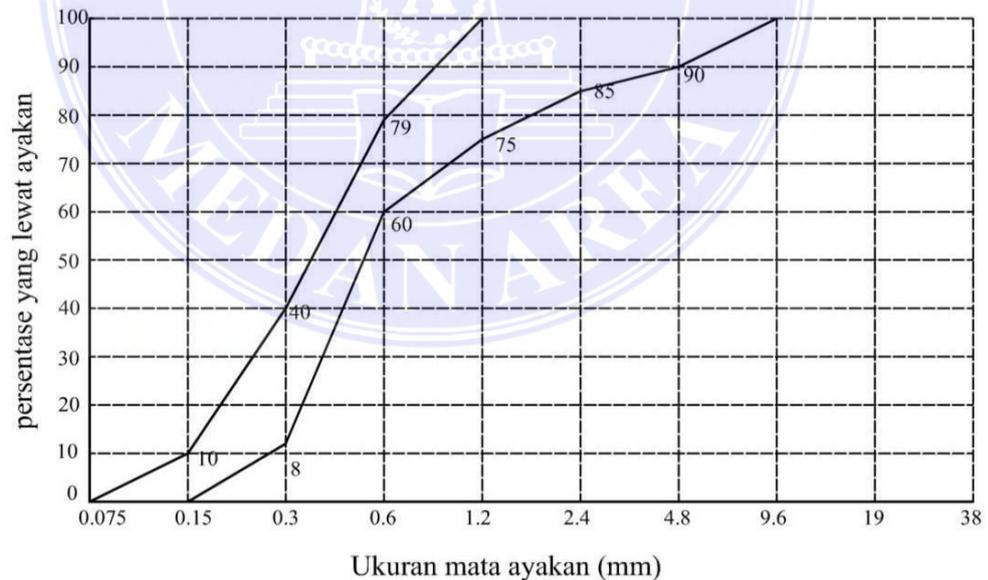
Berikut ini adalah batas-batas gradasi agregat halus zone II



Gambar 2.2 Grafik Gradasi Agregat Halus Zone II (Agak Kasar)

Sumber : SNI 03-2843-2000

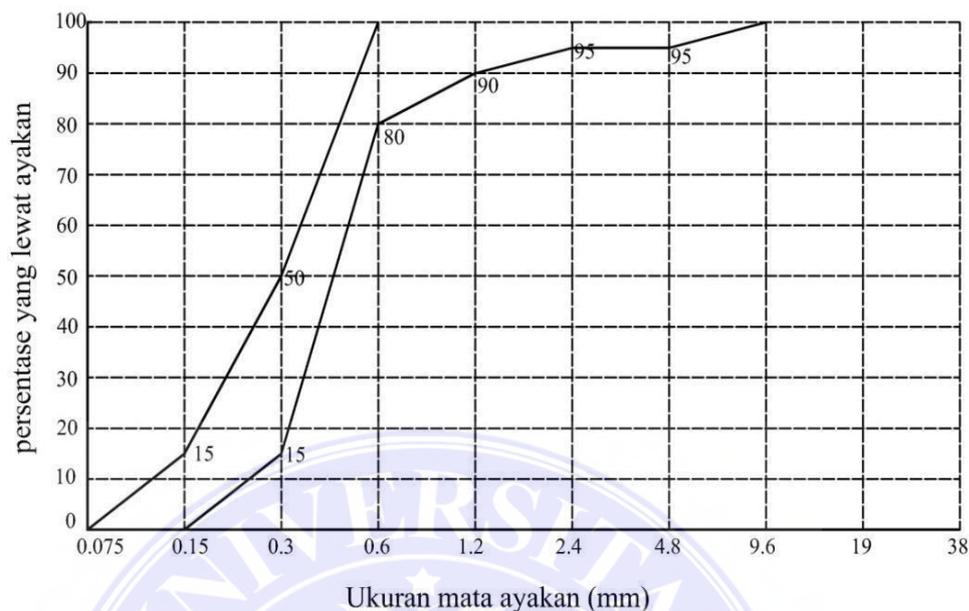
Berikut ini adalah batas-batas gradasi agregat halus zone III



Gambar 2.3 Grafik Gradasi Agregat Halus Zone III (Halus)

Sumber : SNI 03-2843-2000

Berikut ini adalah batas-batas gradasi agregat halus zone IV



Gambar 2.4 Grafik Gradasi Agregat Halus Zone IV (Agak Halus)

Sumber : SNI 03-2843-2000

Menurut *British Standard* (BS), gradasi agregat kasar (kerikil/batu) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Syarat Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persen Berat yang Lolos Saringan (%)		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40,0	95-100	100	100
20,0	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10,0	10-35	25-55	40-85
4,8	0-5	0-10	0-10

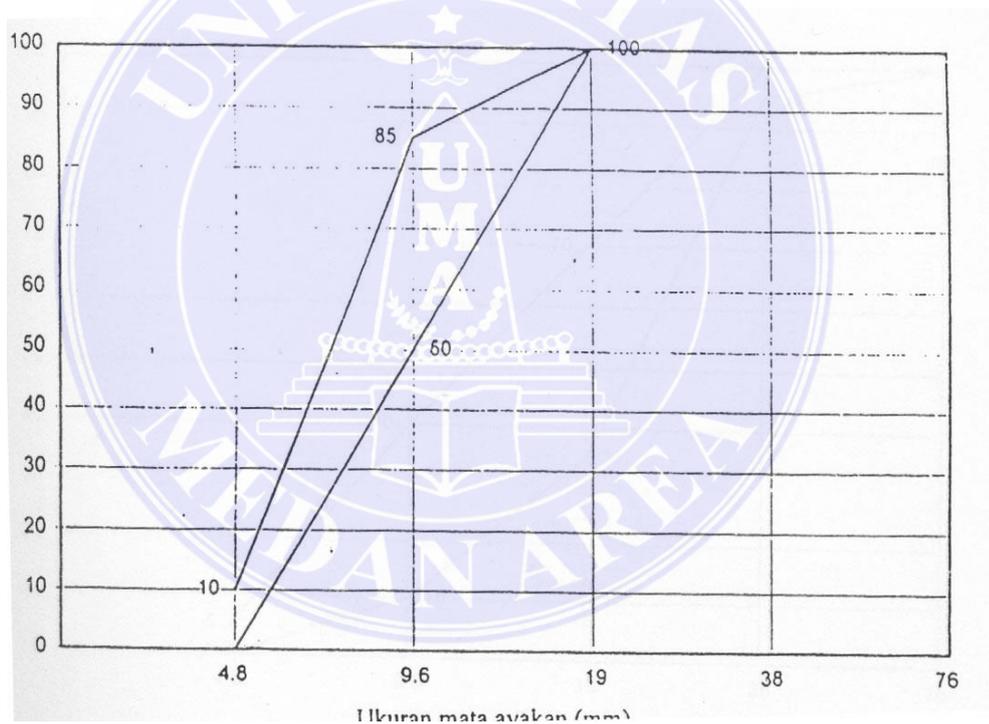
Sumber : *British Standard* (BS)

Ukuran agregat dalam prakteknya secara umum digolongkan ke dalam 3 kelompok yaitu:

- a. Batu, jika ukuran butiran lebih dari 40 mm.
- b. Kerikil, jika ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
- c. Pasir, jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Butiran yang lebih kecil dari 0,15 mm dinamakan *silt* atau tanah (Kardiyono, 2007).

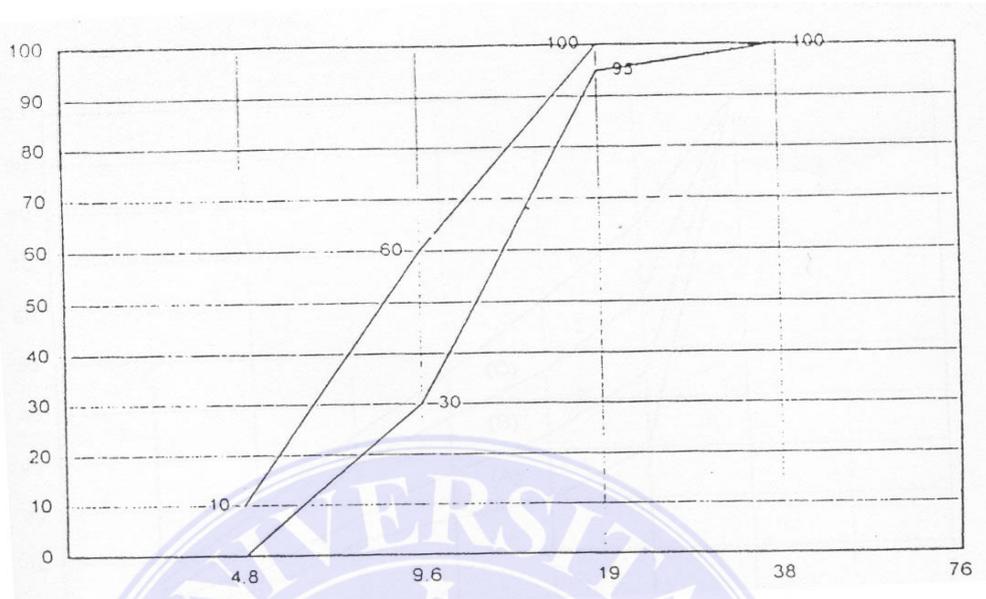
Berikut ini adalah batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 10 mm



Gambar 2.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 10 mm

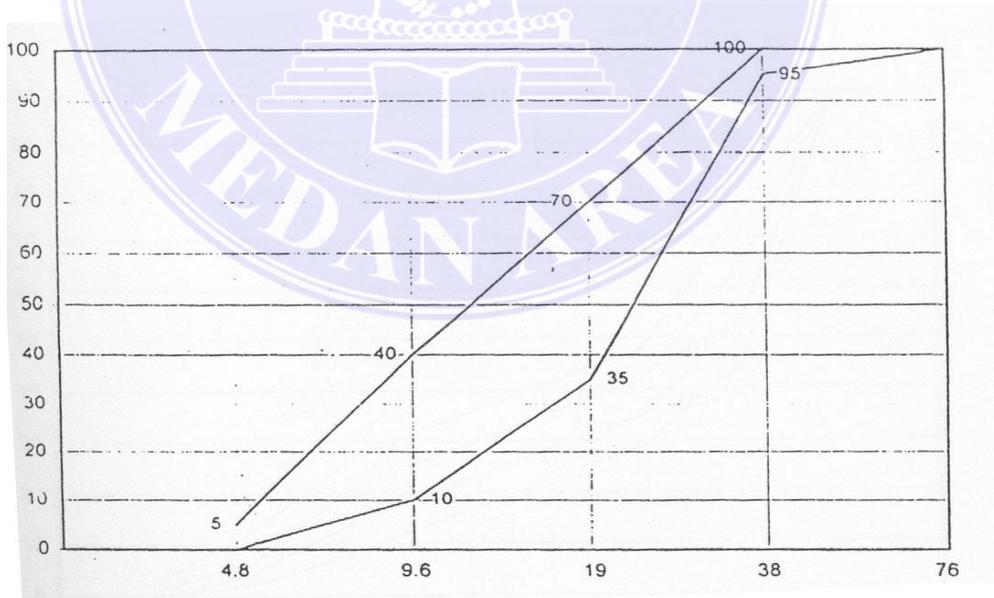
Sumber : SNI 03-2843-2000

Berikut ini adalah batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 20 mm



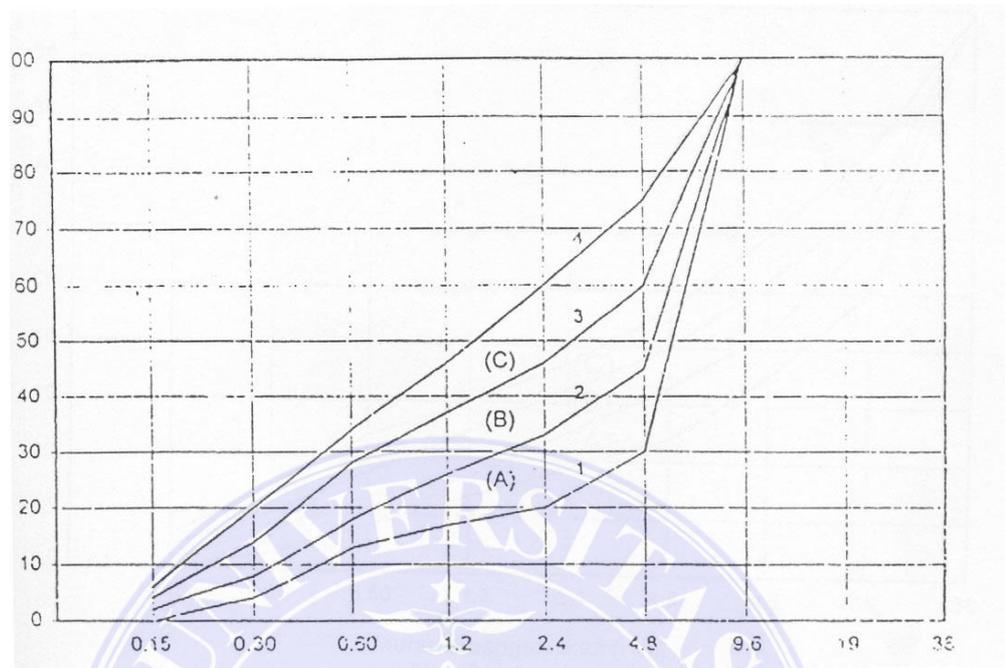
Gambar 2.6 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm
Sumber : SNI 03-2843-2000

Berikut ini adalah batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 40 mm



Gambar 2.7 Grafik Gradasi Agregat Kasar Maksimum 40 mm
Sumber : SNI 03-2843-2000

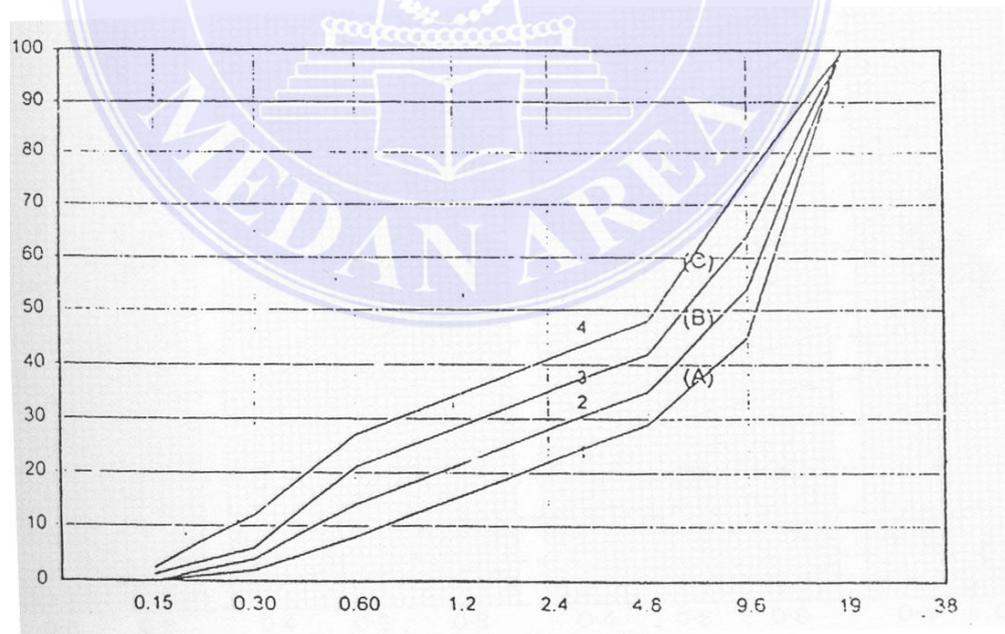
Berikut ini adalah batas gradasi agregat gabungan ukuran maksimum 10 mm



Gambar 2.8 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Maksimum 10 mm

Sumber : SNI 03-2843-2000

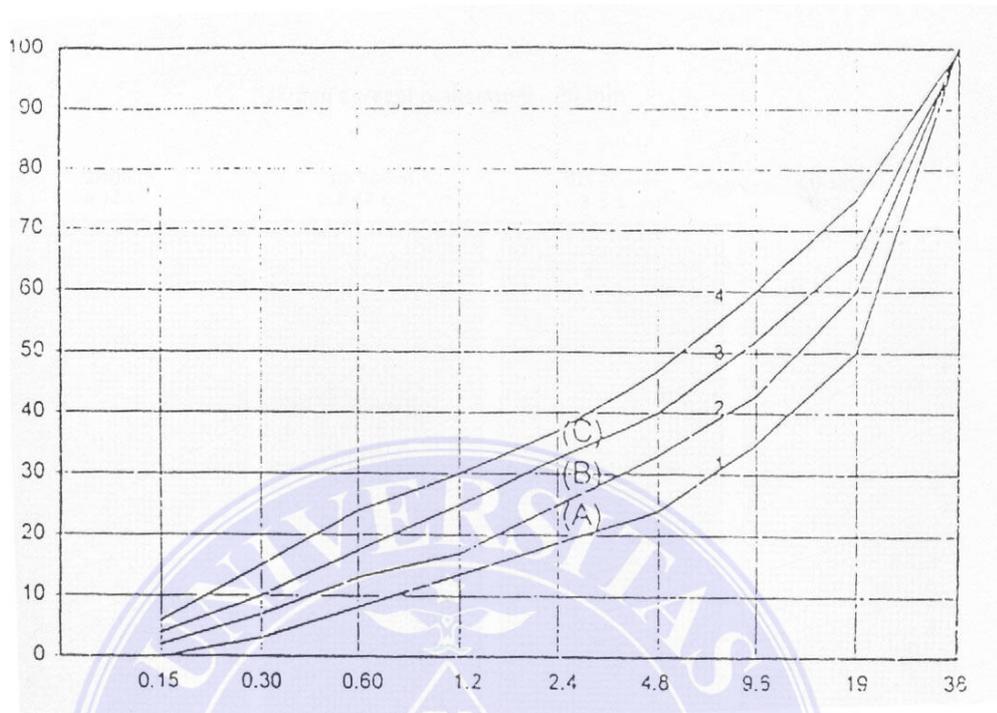
Berikut ini adalah batas gradasi agregat gabungan ukuran maksimum 20 mm



Gambar 2.9 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2843-2000

Berikut ini adalah batas gradasi agregat gabungan ukuran maksimum 40 mm



Gambar 2.10 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Maksimum 40 mm
Sumber : SNI 03-2843-2000

2.3.2 Semen

Semen merupakan bahan pengikat disebabkan semen merupakan bahan hidrolis yang apabila bertemu dengan air akan bereaksi. Perikat hidraolik dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama silikat-silikat kalsium dan bahan tambahan batu gypsum dimana senyawa-senyawa tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru bersifat perekat pada batuan.

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memerlukan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan

memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan. Jika bahan semen diuraikan susunan senyawanya secara kimia, akan terlihat jumlah oksida yang membentuk bahan semen itu. Unsur-unsur tersebut kurang lebih seperti berikut:

Tabel 2.3 Komponen Mayor Semen

Jenis Bahan	Nama Kimia	Persen (%)
Batu Kapur (CaO)	<i>Kalsium dioksida</i>	60 – 65
Pasir Silikat (SiO ₂)	<i>Silikon dioksida</i>	17 – 25
Tanah Liat (Al ₂ O ₃)	<i>Aluminium dioksida</i>	3-8
Bijih Besi (Fe ₂ O ₃)	<i>Besi (III) oksida</i>	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	<i>Magnesium oksida</i>	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	<i>Sulfur trioksida</i>	1-2

Sumber : SNI 15-2049-2004

Di dalam semen, oksida-oksida tersebut tidak terpisah satu dari yang lainnya melainkan merupakan senyawa-senyawa yang disebut senyawa semen. Unsur utama senyawa semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu:

- 1) *Tri-kalsium silikat (C₃S)*.
- 2) *Dikalsium silikat (C₂S)*.
- 3) *Tri-kalsium Aluminat (C₃A)*.
- 4) *Tetrakalsium Aluminoforit (C₄AF)*.

Semen dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Semen Non-hidrolik

Semen non-hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh dari semen

non-hidrolik adalah kapur. Kapur merupakan bahan utama perekat pada waktu lampau.

Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu kapur yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air. Kapur didapatkan dengan cara membakar batu kapur atau karbonat Bersama bahan pengotornya, yaitu magnesium, silika, besi, alkali, alumina, dan belerang.

2. Semen Hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air dengan setabil. Semen hidrolik memiliki sifat dapat mengeras bila dicampur air, tidak larut dalam air, dan dapat mengeras walau didalam air. Contoh semen hidrolik anantara lain adalah kapur hidrolik, semen *pozzolan*, semen *Portland* terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen expansif.

a. Semen *Pozzolan*

Semen *pozzolan* adalah sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat semen (Tri Mulyono, 2005).

Semen *pozzolan* adalah bahan ikat yang mengandung silika *amorfi*, yang apabila dicampur dengan kapur akan membentuk benda padat yang keras. Bahan yang mengandung *pozzolan* adalah adalah teras, semen merah, abu terbang, dan bubukkan terak tanur tinggi (SNI T-15-1990)

Pozzollan adalah bahan yang mengandung silika atau senyawa alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen (SNI 15-2004).

b. Semen *Portland*

Menurut SNI 15-2049-2004 (2004), semen *portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain.

Berikut beberapa perbedaan jenis dan kegunaan semen *Portland*:

- 1) Jenis I, yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- 2) Jenis II, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- 3) Jenis III, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- 4) Jenis IV, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5) Jenis V, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

c. Semen *Portland Pozzolan*

Menurut SNI 15-0302-2004 (2004), semen *portland pozolan* merupakan semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen *portland* dengan *pozzolan* halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen *portland* dan *pozzolan* bersama- sama, atau mencampur secara merata bubuk semen *portland* dengan bubuk *pozzolan*, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar *pozzolan* 6 % sampai dengan 40 % massa semen *portland pozzolan*. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

Berikut beberapa perbedaan jenis dan kegunaan semen *portland pozzolan*:

- 1) Jenis IP-U, yaitu semen *portland pozzolan* yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan.
- 2) Jenis IP-K, yaitu semen *portland pozzolan* yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton, semen untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.
- 3) Jenis P-U, yaitu semen *portland pozzolan* yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi
- 4) Jenis P-K, yaitu semen *portland pozzolan* yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang

tinggi, serta untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.

d. *Semen Portland Composite*

Menurut SNI 15-7064-2004 (2004), semen *portland composite* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan antara terak semen *portland* dan *gypsum* dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen *Portland* dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahana anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), poolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen *portland composite*. Semen *portland composite* digunakan untuk konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti bahan pratecak, beton pracetak, panael beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya.

2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen. Air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai campuran beton, dapat juga berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam- garam dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20% (Tri Mulyono, 2005).

Air berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena beton kelebihan air dapat menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Kelebihan air akan

mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air akan naik ke permukaan beton segar yang sudah dituangkan, naiknya air bersama dengan butiran semen dan butiran pasir halus. Air dalam campuran beton dapat berpengaruh terhadap sifat *workability* adukan beton, besar kecilnya nilai susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan beton diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik. Selain berpengaruh pada kekuatan beton jumlah air juga mempengaruhi kemudahan pengerjaan beton dilapangan. Air yang banyak yang akan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton tapi menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.

Syarat mutu air menurut British Standard (BS.812-76) adalah sebagai berikut. Jika ketentuan-ketentuan dibawah ini tidak terpenuhi, sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton. Syarat – syarat tersebut antara lain :

1. Garam-garam anorganik

Konsentrasi garam-garam tersebut hingga 500 ppm dalam campuran beton masih diijinkan.

2. NaCl dan Sulfat

Konsentrasi NaCl atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diijinkan.

3. Air asam

Penggunaan air dengan pH diatas 3,00 harus dihindarkan.

4. Air biasa

Konsentrasi basa lebih tinggi dari 0,5% berat semen akan mempengaruhi kekuatan beton.

5. Air gula

Apabila kadar gula dalam campuran dinaikkan hingga 0,2% dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat. Gula sebanyak 0,25% akan mengurangi kekuatan beton.

6. Minyak

Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2% berat semen dapat mengurangi kekuatan beton.

7. Rumput laut

Rumput laut yang tercampur dalam air campuran beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan.

8. Zat-zat organik, lanau dan bahan-bahan terapung

Kira-kira 2000 ppm lempung yang terapung atau bahan-bahan halus yang berasal dari batuan diijinkan dalam campuran.

9. Pencemaran limbah industri atau air limbah

Air yang tercemar limbah sebelum dipakai harus dianalisis kandungan penetornya dan diuji untuk mengetahui pengikatannya dan kekuatan tekan beton.

2.3.4 Bahan Tambah

Bahan tambah didefinisikan sebagai material selain air, agregat, dan semen yang dicampurkan ke dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton atau mortar misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain (ASTM C.125-1995).

Secara umum bahan tambah dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*additive*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan saat pengadukan atau pada saat dilakukan pengecoran. Bahan ini biasanya dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton atau mortar ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*). Sedangkan bahan tambah *additive* yaitu yang bersifat lebih mineral yang juga ditambahkan pada saat pengadukan

Bahan tambah kimia yang banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja beton mutu tinggi umumnya bersifat memperbaiki kekecekan. Bahan tambah ini dikelompokkan kedalam *high range water reducing admixtures*. *Water reducing admixtures* adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

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

1. Bahan Tambah Kimia

Menurut standar ASTM. C.494 (1995:254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989:29), jenis bahan tambah dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah.

a. Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”

Water-Reducing Admixtures adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Water-Reducing Admixtures digunakan antara lain untuk dengan tidak mengurangi kadar air semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau rasio faktor air semen (*w_{er}*) yang rendah.

Bahan tambah pengurang air dapat berasal dari bahan organik ataupun campuran anorganik untuk beton tanpa udara (*non-air-entrained*) atau dengan udara dalam hal mengurangi kandungan air campuran. Selain itu bahan tambah ini dapat digunakan untuk memodifikasi waktu pengikatan beton atau mortar sebagai dampak perubahan faktor air semen

b. Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pematangan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

c. Tipe C “*Accelerating Admixtures*”

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi), dan mempercepat pencapaian kekuatan beton.

Secara umum, kelompok bahan tambah ini dibagi menjadi tiga:

- 1) Larutan garam organik
- 2) Larutan campuran organik

3) Material *miscellaneous*

d. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

e. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

f. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12 % atau lebih.

g. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

Bahan Tambahan Kimia Yang Umum Dipakai

1) *Super Plasticizer*

Tujuannya: mempertinggi kelecakan (zona konsistensi dipertinggi).

Mengurangi jumlah air pencampur. Pembentuk Gelembung Udara.

Tujuannya: meninggikan sifat kedap air, meninggikan kelecakan.

2) *Retarder*

Tujuannya: memperlambat awal pengikatan/pengerasan, memperpanjang waktu pengerjaan/digunakan pada saat cor, membatasi panas hidrasi.

3) Bahan Warna

Tujuannya: memberi warna permukaan.

2. Bahan Tambah Mineral (*additive*)

Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah pozzolan, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Menurut (Cain, 1994: 500- 508) dalam (Tri Mulyono, 2005), beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain:

- a. Memperbaiki kinerja *workability*
- b. Mengurangi panas hidrasi
- c. Mengurangi biaya pekerjaan beton
- d. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat
- e. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika
- f. Mempertinggi usia beton
- g. Mempertinggi kekuatan tekan beton

- h. Mempertinggi keawetan beton
- i. Mengurangi penyusutan
- j. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

Yang termasuk dalam bahan tambahan mineral adalah :

a. *Pozzolan*

Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika *alumina* dan *alumina* yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuknya yang halus dengan adanya air maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium *hidroksida* pada suhu normal membentuk senyawa senyawa kalsium *silikat hidrat* dan kalsium yang bersifat hidrolis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

b. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Fly Ash adalah hasil pemisahan sisa pembakaran yang halus dari pembakaran batu bara yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap, yang dikenal di Inggris sebagai serbuk abu pembakaran. *Fly ash* mempunyai butiran yang cukup halus dan berwarna abu-abu kehitaman.

c. Abu Sekam

Abu sekam adalah limbah dari tanaman padi dimana didalamnya terdapat unsur SiO_2 , yang dengan mengatur pembakaran tertentu akan diperoleh *silica* yang reaktif. Pembakaran sekam pada proses pembuatan batu bata menanggapi suhu $600^\circ - 700^\circ$. Pada suhu tersebut akan dihasilkan SiO_2 yang reaktif yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pozzolan buatan.

2.3.5 *Superplasticizer*

Penggunaan *superplasticizer* mulai dikembangkan di Jepang dan Jerman pada tahun 1960-an dan menyusul kemudian di Amerika Serikat pada 1970-an. *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.

Superplasticizer merupakan bahan tambah kimia yang digunakan untuk mengurangi penggunaan air, sehingga akan dapat menghasilkan adukan dengan nilai faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama. Hal ini mengakibatkan kuat tekan beton akan menjadi lebih tinggi (ASTM C494 dan British Standard 5075).

Superplasticizer (high range water reducer admixtures) sangat meningkatkan kelecakan campuran. Digunakan terutama untuk beton mutu tinggi. Pada prinsipnya mekanisme kerja dari setiap *superplasticizer* sama, yaitu dengan menghasilkan gaya tolak-menolak (*dispersion*) yang cukup antarpartikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen (*flocculate*) yang dapat menyebabkan terjadinya rongga udara di dalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan atau mutu beton tersebut.

Superplasticizer juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas bahan ini merupakan sarana untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan (segregasi/bleeding) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar, maka bahan ini berguna untuk pencetakan

beton di tempat-tempat yang sulit seperti tempat pada penulangan yang rapat. *Superplasticizer* dapat memperbaiki workabilitas namun tidak berpengaruh besar 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 pada kandungan air yang digunakan, dosis serta tipe dari *superplasticizer* yang dipakai (L.J. Parrot, 1988). Secara umum *Superplasticizer* terbagi atas beberapa jenis, yaitu :

- a. *Sulfonated melamine-formaldehyde condensates (SMF)*
- b. *Sulfonated naphthalene-formaldehyde condensates (SNF)*
- c. *Modified lignosulfonates (MLS)*
- d. *Polycarboxylate derivatives*, misal jenis *polycarbonix ether (PCE)*.

Superplasticizer diperlukan karena kondisi faktor air semen yang rendah pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, untuk bisa mengontrol dan menghasilkan nilai slump yang optimal pada beton segar sehingga meningkatkan kinerja pengecoran. Penggunaan *superplasticizer* sesuai dengan standar ASTM-C.494-92 tipe F, yaitu bahan-tambah yang dapat mengurangi air 10% sampai 30% dengan waktu-ikat normal. Dosis yang sebaiknya digunakan adalah 6 oz sampai 20 oz setiap 100 lbs (177 ml sampai 591 ml setiap 45 kg) kandungan semen. Bahan ini selain mengurangi jumlah air yang digunakan, juga mempermudah pengaturan susunan partikel semen dalam campuran beton. Dengan penambahan *superplasticizer* gaya tarik permukaan semen dapat dihilangkan, sehingga pengelompokan partikel semen dapat dihindari.

Efek *superplasticizer* pada beton segar yang dimanfaatkan adalah kemampuannya untuk :

- a. meningkatkan *slump* dan *workability* (*slump* hingga 23 cm)
- b. mengurangi pemakaian air
- c. mengurangi pemakaian semen
- d. Memudahkan pembuatan beton yang sangat cair. Memungkinkan penuangan pada tulangan yang rapat atau pada bagian yang sulit dijangkau oleh pemadatan yang memadai.

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

- a. 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.
- b. 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.
- c. 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.
- d. 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 :

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

Superplasticizer dapat digunakan untuk hampir semua jenis semen. Takaran penggunaan *superplasticizer* harus mengikuti rekomendasi dari produsen, yang dapat dilihat pada brosur teknis atau panduan pemakaian secara umum penggunaannya pada beton normal adalah 1-3 liter per m³ beton segar untuk tujuan meningkatkan *workability* (dapat dicampurkan di lokasi proyek sebelum penuangan beton segar). Penggunaan untuk mengurangi pemakaian air dapat dilakukan dengan takaran 5-20 liter per m³ beton segar namun hal ini harus dilakukan di batching plant dengan pengawasan engineer sehubungan dengan penggabungannya dengan bahan tambah yang bersifat retarding yang tujuan utamanya adalah menghasilkan beton mutu tinggi dengan pemakaian semen yang tetap.

Efek negatif dari penggunaan *superplasticizer* adalah kehilangan slump yang relatif cepat, sehingga walaupun *workability* meningkat cukup besar, waktu pengerjaannya menjadi lebih singkat dalam waktu sekitar satu jam setelah penambahan *superplasticizer*, *workability*-nya akan relatif hilang karena *slump loss* (kehilangan slump) yang sangat cepat. *Slump loss* atau kehilangan slump berbeda dengan setting beton, walaupun dalam bahasa praktis di lapangan sering dikatakan bahwa jika ditambah *superplasticizer* maka waktu setting menjadi lebih cepat. Sebenarnya waktu settingnya tidak menjadi lebih cepat namun karena penurunan

nilai slump (kehilangan slump) yang relatif cepat, secara visual dan pengerjaannya menimbulkan kesan bahwa beton sudah mengeras dalam arti memasuki masa setting. Untuk mengakali efek negatif ini, *superplasticizer* dilakukan setelah beton segar dituang sebagian yang mengakibatkan kesulitan mengetahui sisa beton segar yang masih ada di dalam mobile mixer.

2.4 Faktor Air Semen

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi FAS semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Idealnya semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka dibawah fas tertentu (sekitar 0,30) kekuatan beton menjadi lebih rendah. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat digunakan alat getar (*vibrator*) atau dengan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (Tjokrodimuljo, 1992). Umumnya nilai FAS minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan nilai maksimumnya 0,65 (Trimulyono, 2003). Untuk membuat beton bermutu tinggi faktor air semen yang dipergunakan antara 0,28 sampai dengan 0,38.

Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Hubungan antara FAS dengan kuat tekan beton (Duff Abrams, 1991) dinyatakan dalam persamaan $f'c = A/(B^{1.5x})$, dimana A dan B adalah nilai konstanta dan X adalah FAS.

2.5 Pengujian Sifat-sifat Fisis Material

Untuk mendapatkan kualitas dan mutu beton seperti yang diinginkan, maka lebih dahulu harus melakukan terhadap sifat-sifat fisis agregat. Pemeriksaan sifat-sifat fisis dimaksudkan untuk menentukan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat sebagai material pembentuk beton. Pemeriksaan sifat-sifat fisis menggunakan metode standard *American Society for Testing material* (ASTM), Standar Nasional Indonesai (SNI) dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971.

2.4.1 Pengujian kandungan air agregat (*Moisture Content*)

Kandungan air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat kering yang dinyatakan dalam persentase. Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahui kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan *mix design* menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air agregat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus dari job sheet pengujian bahan II sebagai berikut:

$$\text{Kandungan air agregat} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

W_1 = Berat benda uji sebelum dioven (gram)

W_2 = Berat benda uji setelah dioven (gram)

2.4.2 Berat jenis dan penyerapan air agregat

Berat jenis kegunaan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Penyerapan (*absorsi*) adalah persentase air yang dapat diserap pori-pori terhadap berat agregat kering. Besarnya penyerapan tergantung porositas yaitu berupa volume pori-pori yang dapat menyerap air.

$$1. \text{ Apparent Specific Gravity} = \frac{A}{B+A-C} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. *Bulk Specific Gravity Over Dry/OD* (berat jenis kering oven) dihitung dengan persamaan :

$$OD = \frac{A}{B+S-C} \dots\dots\dots(2.3)$$

3. *Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry/SSD* (berat jenis kering permukaan) dihitung persamaan :

$$SSD = \frac{S}{B+S-C} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$4. \text{ Persentase penyerapan (absorpsi)} = \frac{S-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

A = Berat benda uji kondisi kering oven (gram)

B = Berat piknometer + air (gram)

C = Berat piknoeter + air + benda uji (gram)

S = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

Berdasarkan teori rumus yang berhubungan dengan pengujian agregat kasar dihitung dengan persamaan dari job sheet pengujian bahan II adalah sebagai berikut:

$$1. \text{ Apparent Specific Gravity} = \frac{A}{A-C} \dots\dots\dots(2.6)$$

2. *Bulk Specific Gravity Over Dry/OD* (berat jenis kering oven) dihitung dengan persamaan :

$$OD = \frac{A}{B-C} \dots\dots\dots(2.7)$$

3. *Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry/SSD* (berat jenis kering permukaan) dihitung persamaan :

$$SSD = \frac{B}{B-C} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$4. \text{ Persentase penyerapan (absorpsi)} = \frac{B-A}{A} \times 100 \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

A= Berat benda uji pada kondisi OD (gram)

B = Berat benda uji pada kondisi SSD (gram)

C = Berat benda uji pada kondisi jenuh (gram)

2.4.3 Pemeriksaan berat isi agregat (*Unit Weight*)

Untuk menentukan berat isi (*unit weight*) pasir dalam keadaan padat dan longgar. Dalam hal ini perlu diketahui bahwa Berat isi dengan cara longgar harus >1125 Kg/m³, dan cara rojok harus >1250 Kg/m³. Dari hasil pemeriksaan akan diketahui bahwa berat isi pasir dengan cara merojok lebih besar daripada berat isi pasir dengan cara menyiram, hal ini berarti bahwa pasir akan lebih padat bila dirojok daripada disiram. Dengan mengetahui berat isi pasir maka kita dapat

mengetahui berat pasir dengan hanya mengetahui volumenya saja. Dengan cara yang sama pada pemeriksaan Berat isi pasir maka diperoleh berat isi dari Strapping band. Agregat yang digunakan untuk pembuatan beton adalah pasir yang lolos ayakan (Standard ASTM E 11-70) yang diameternya lebih kecil 5 mm.

2.4.4 Analisa saringan agregat kasar (*Sieve Analysis*)

Analisa saringan adalah suatu kegiatan analisis untuk mengetahui distribusi ukuran agregat baik kasar maupun halus dengan menggunakan ukuran-ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm). Percobaan analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dengan menggunakan ukuran saringan dengan standar tertentu (SK SNI S-04-1989-F). Perhitungan analisa saringan adalah persentase berat benda uji yang tertahan dan lolos pada masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

Dalam pengujian analisa saringan ada 2 yaitu

a. Analisa saringan agregat halus

Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45% pada suatu ayakan yang tertahan pada ayakannya. Modulus kehalusannya harus berkisar 1,5 – 3,8.

Untuk mencari modulus kehalusan atau *Fineness Modulus* (FM) dapat ditentukan:

$$\text{- Persentase tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan} \times 100}{\text{Berat benda uji}} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{- Persentase lolos kumulatif} = \text{persentase lolos kumulatif baris pertama} - \text{persentase tertahan baris kedua} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{- Persentase tertahan komulatif} = 100 - \text{persentase lolos kumulatif} \dots\dots(2.12)$$

$$- FM = \frac{\text{totalpersentase tertahankumulatif}}{100} \dots\dots\dots(2.13)$$

b. Analisa saringan agregat kasar

Percobaan analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dengan menggunakan ukuran saringan dengan standar tertentu. Perhitungan analisa saringan adalah persentase berat benda uji yang tertahan dan lolos pada masing-masing saringan terhadap berat total benda uji. Perhitungan modulus kehalusan (FM) agregat kasar sama perhitungan dengan modulus kehalusan (FM) agregat halus. Untuk agregat kasar umumnya mempunyai modulus kehalusan (FM) sekitar 6,0 – 7,1.

2.4.5 Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Agregat berasal dari sungai perlu dilakukan pengujian kandungan lumpur. Yang dimaksud dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melewati saringan no.200. Kadar lumpur yang terdapat dalam agregat halus akan sangat besar pengaruhnya, pengaruh dari kadar lumpur ini antara lain :

1. Mengurangi kekuatan serat berat isi beton
2. Menyebabkan terkupas serta lunturnya warna beton
3. Mempengaruhi kekuatan terhadap serangan karat
4. Menghambat proses hidrasi semen
5. Mengurangi daya lekat antar agregat sehingga mempengaruhi mutu beton.

Kadar lumpur merupakan unsur yang terdapat dalam material, yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup yang telah bernyawa didalam 5% kadar lumpur pada kadar tertentu merupakan kadar tertentu merupakan unsur yang merugikan. Oleh

karna itu, sebelum pemeriksaan dilakukan maka diperlukan pemeriksaan kadar lumpur.

Perbandingan ketinggian agregat halus dengan lumpur yang telah diendapkan ± 24 jam dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

W_1 = Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram)

W_2 = Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram)

2.4.6 Pengujian kadar organik agregat halus

Untuk mendapatkan campuran beton yang baik, material harus bersih dan bebas dari kandungan bahan organik, karena dapat mengganggu proses pengikatan. Pengujian kadar organik halus tidak dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil. Hasil akhir hanya dianalisis berdasarkan perubahan warna pada agregat halus yang telah dicampur dengan air dan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 3%.

Kemungkinan warna yang timbul pada pemeriksaan kadar organik agregat halus adalah :

1. Cairan berwarna jernih, menunjukkan agregat halus bebas dari bahan organik.
2. Cairan berwarna kuning, menyatakan agregat halus dapat digunakan untuk campuran beton.
3. Cairan berwarna kuning tua, menyatakan agregat halus mengandung zat organik, jika agregat tersebut tetap digunakan untuk campuran beton, maka

agregat halus tersebut harus dicuci terlebih dahulu sampai bahan organik hilang.

2.6 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk menentukan ukuran bahan campuran dalam berat. Bahan tersebut adalah semen, pasir, kerikil dan air. Air yang dipakai dalam campuran beton tersebut dikoreksi terhadap kadar air dan penyerapan dari agregatnya. Untuk mendapatkan suatu campuran beton yang sesuai dengan mutu beton yang dikehendaki maka perlu dilakukan terlebih dahulu perencanaan campuran tersebut, sehingga dari hasil perencanaan tersebut diharapkan dapat digunakan di lapangan. Material yang digunakan sudah melalui pengujian karakteristiknya.

Proporsi dari bahan pencampuran ini harus ditentukan sedemikian rupa sehingga memenuhi kriteria minimum sebagai berikut :

1. Kekuatan (*strength*) rencana
2. Ketahanan (*durability*) setelah beton mengeras
3. Ekonomis dalam pemakaian semen yang optimum
4. Kekenyalan/keleccakan (*workability*) tertentu yang memudahkan pengerjaan pencampuran beton, penempatan adukan beton pada cetakan (bekisting) dan kehalusan muka (*finishability*) beton.

Untuk menentukan ukuran dari bahan pencampuran beton ditentukan dengan menggunakan rumusan, grafik dan tabel empiris berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Oleh karena rumusan, grafik dan tabel pada penentuan ukuran beton adalah empiris, maka dengan pembuatan beton dengan tingkat perencanaan kekuatan tertentu sangatlah diharuskan untuk membuat ukuran

adukan rencana yang disebut adukan uji coba atau *trial mix*. Berdasarkan hasil *trial mix* beton kemudian baru dibuat adukan beton.

Perancangan campuran adukan beton bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi jumlah bahan yang dibutuhkan untuk suatu campuran adukan beton. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan campuran beton adalah kuat tekan yang direncanakan pada umur 28 hari, sifat mudah dikerjakan (*workability*), sifat awet dan ekonomis. Adapun perancangan campuran adukan beton ini menggunakan SK SNI : 03-2834-2000 (Tjokrodimuljo, 2007), dengan langkah- langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Memilih kuat tekan beton yang direncanakan f'_c pada umur tertentu, supaya kita mempunyai nilai kuat beton rencana yang akan dipakai sebagai acuan pembuatan benda uji.
2. Menghitung deviasi standar menurut ketentuan berikut ini.
 - a. Bila suatu produksi beton tidak mempunyai data hasil uji yang memenuhi persyaratan : mewakili bahan-bahan, prosedur pengawasan mutu dan kondisi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan, dan hanya ada sebanyak 15 sampai 29 buah hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor pengali untuk deviasi standar

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber : Tabel 1 (SNI 03-2834-2000)

- b. Bila suatu produksi beton tidak mempunyai data hasil uji yang memenuhi persyaratan : mewakili bahan-bahan, prosedur pengawasan mutu dan kondisi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f'_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f'_{c} + 12$) MPa.
- c. Menghitung nilai tambah

Perhitungan nilai tambah (m) dihitung dengan cara berikut :

- 1) Jika produksi beton mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut dan diambil yang terbesar :

$$m = 1,64 \times S_r \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

m = Nilai tambah

1,64 = Tetapan *statistic* yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr = Deviasi standar rencana

- 2) Jika produksi beton tidak mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah diambil dari Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber : Tjokrodimuljo, 2007

3. Menghitung nilai kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$f'_{cr} = f'c + m \dots \dots \dots (2.16)$$

$$f'_{cr} = f'c + 1,64S_r \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata MPa

$f'c$ = kuat tekan yang direncanakan Mpa

1,64 = Tetapan *statistic* yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

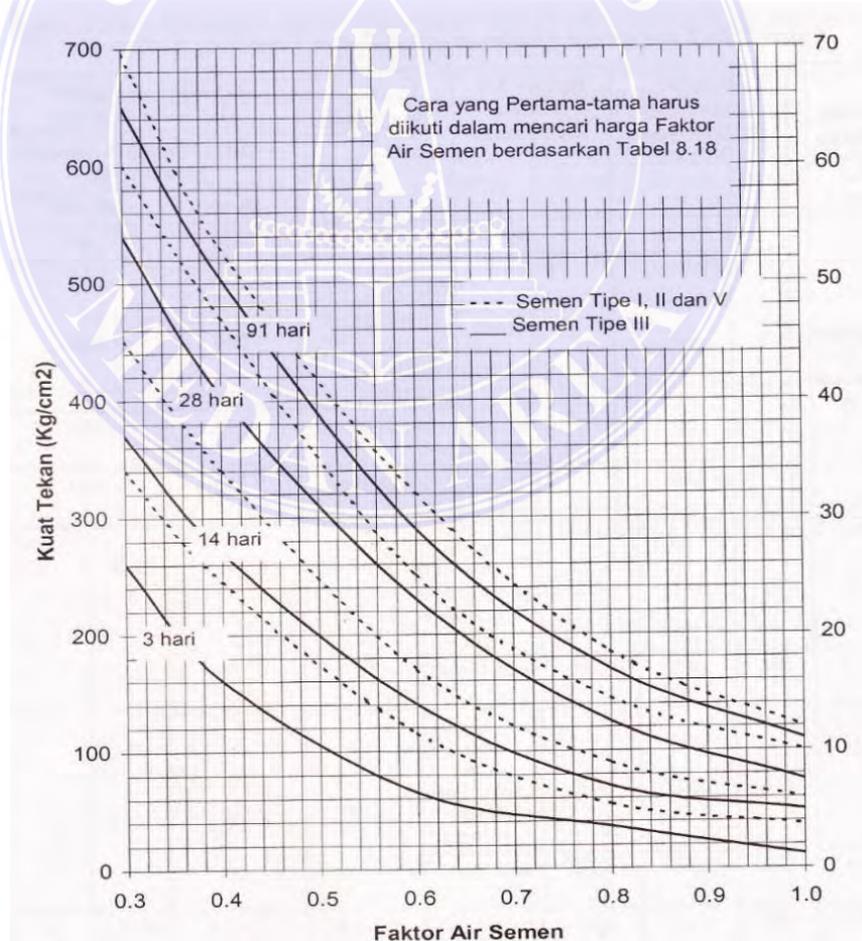
S_r = Deviasi standar rencana

4. Memilih jenis semen yang akan digunakan, dalam pemilihan semen ini biasanya dipasaran sudah ada tipe-tipe semen sesuai yang dibutuhkan.
5. Memilih jenis agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan, agregat ini dalam bentuk alami atau di pecahkan, pemilihan ini harus sesuai dengan beton rencana, dan agregat yang digunakan harus lolos pengujian *los angeles* agar kuat beton rencana bisa sesuai atau mendekati.
6. Selanjutnya menentukan berapa nilai faktor air semen yang dibutuhkan dengan cara menggunakan grafik “hubungan antara kuat tekan rata-rata dan faktor air semen berdasarkan umur benda uji dan jenis semen” Untuk benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 2.5 dan perkiraan kekuatan tekan dari Tabel 2.6 dapat diketahui dari jenis semen, jenis agregat, bentuk benda uji yang digunakan dan umur beton pada kekuatan tekan.

Tabel 2.6 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) beton dengan faktor air semen 0,5 dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber: SNI 03-2834-2000



Gambar 2.11 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton
Sumber: SNI 03-2834-2000

7. Langkah penetapan fas maksimum

Agar beton yang diperoleh awet maupun bertahan terhadap pengaruh kondisi lingkungan perlu ditetapkan nilai fas maksimum. Apabila nilai fas maksimum ini lebih rendah daripada nilai fas yang diperoleh dari langkah 6, maka nilai fas maksimum ini digunakan untuk langkah selanjutnya.

Tabel 2.7 Persyaratan Nilai fas Maksimum

Jenis Pembetonan	FAS Maksimum	Semen Minimum (kg/m ³)
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan sekeliling non-korosif	0,60	275
b. Keadaan sekeliling korosif akibat kondensasi atau uap korosi	0,52	325
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55	325
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60	275
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55	325

Sumber : SNI 03-2834-2000

8. Langkah penetapan nilai slump

Menetapkan nilai slump dengan memperhatikan jenis pekerjaan atau jenis strukturnya supaya proses pembuatan, pangangkutan, penuangan, pemadatan mudah dilaksanakan.

Tabel 2.8 Penetapan Nilai slump

Pemakaian beton	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, Balok, Kolom, dan Dinding	15,0	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Pd T-07-2005-B

9. Langkah penetapan besar butir agregat maksimum

Menentukan ukuran agregat maksimum berkaitan dengan jenis pekerjaan konstruksi beton, ukuran maksimum agregat kasar tidak melebihi diantara berikut:

- $1/5$ jarak terkecil antara sisi cetakan
- $1/3$ ketebalan pelat lantai.
- $3/4$ jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawat-kawat, bundle tulangan, atau tendon-tendon pratekan atau selongsong-selongsong.

10. Langkah penetapan kadar air bebas

Kadar air bebas yang dibutuhkan tiap m^3 adukan beton berdasarkan dari ukuran agregat maksimum, jenis agregat, dan nilai slump. Berikut tabel perkiraan kebutuhan air:

Tabel 2.9 Perkiraan Kebutuhan Air Tiap m³ Beton (liter)

Ukuran agregat maksimum (mm)	Jenis	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Alami	150	180	205	225
	Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI 03-2834-2000

Apabila digunakan jenis agregat halus dan agregat kasar yang berbeda (alami dan pecah), maka perkiraan kebutuhan jumlah air tiap m³ beton harus disesuaikan menggunakan persamaan berikut :

$$A = 0,67A_h + 0,33 A_k \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

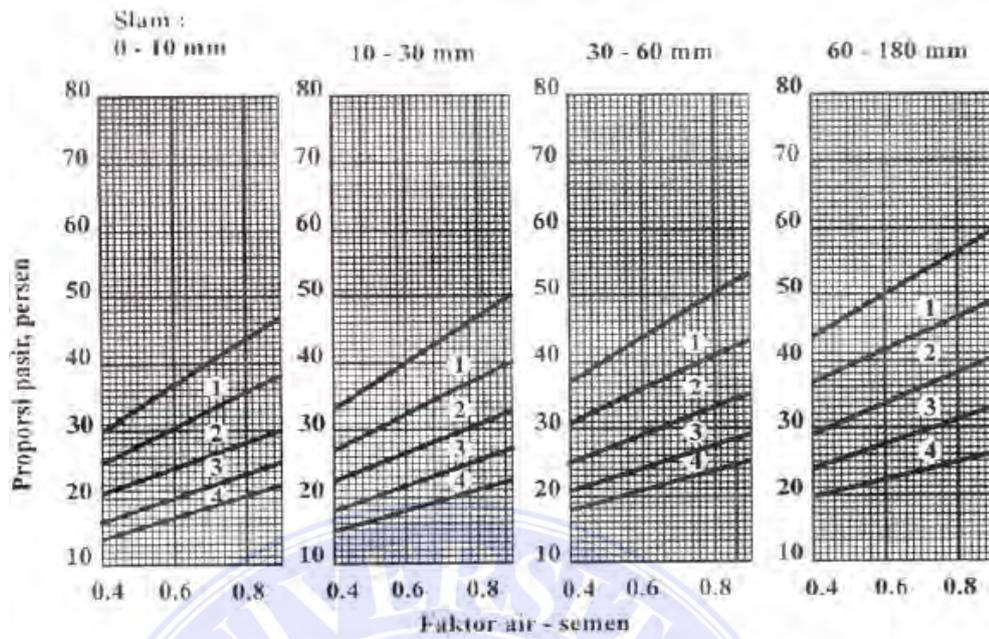
A = Jumlah air yang dibutuhkan , liter/m³

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan untuk agregat halusnya

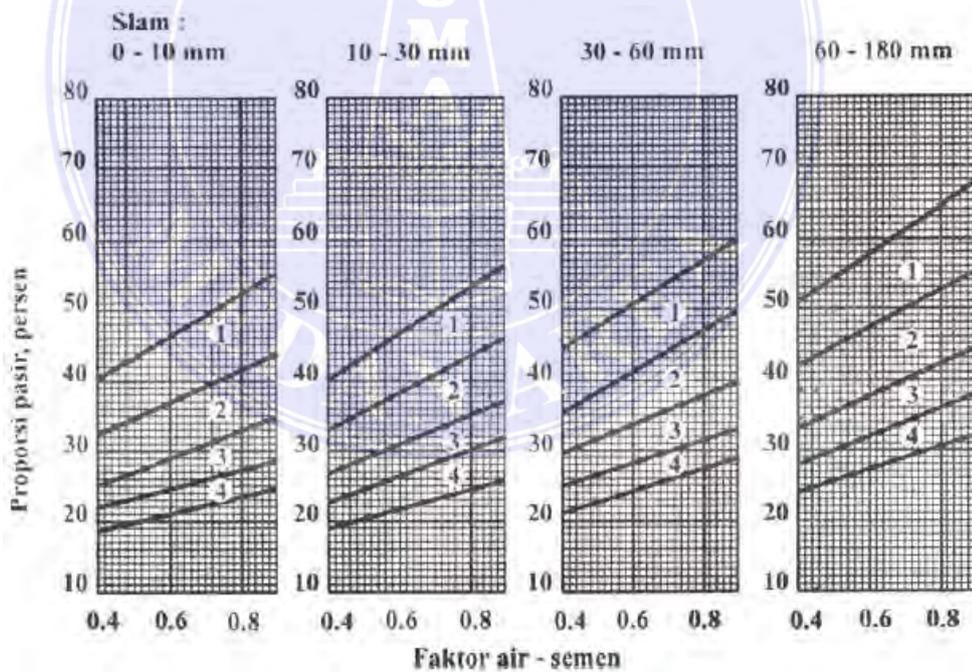
A_k = Jumlah air yang dibutuhkan untuk agregat kasarnya

11. Langkah perhitungan perbandingan agregat

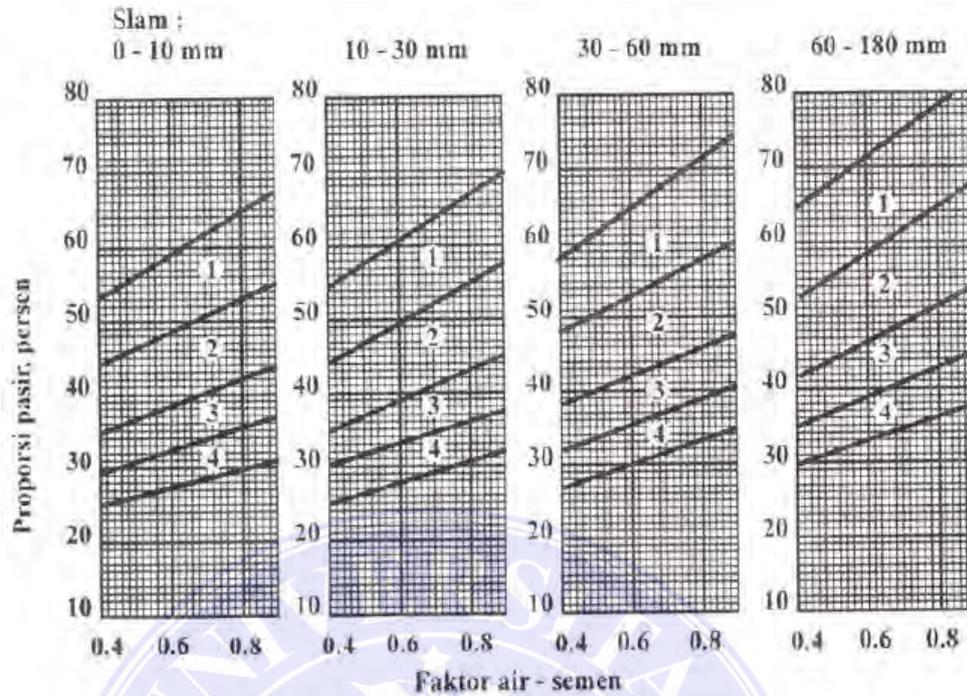
Menentukan perbandingan antara agregat halus dengan agregat campuran berdasarkan ukuran butiran maksimum agregat kasar, nilai slump, fas dan daerah gradasi agregat halus dengan menggunakan gambar berikut:



Gambar 2.12 Grafik Presentasi Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran dengan Ukuran Butir Masimum 40 mm
Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.13 Grafik Presentasi Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran dengan Ukuran Butir Masimum 20 mm
Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.14 Grafik Presentasi Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran dengan Ukuran Butir Masimum 10 mm
Sumber : SNI 03-2834-2000

12. Langkah perhitungan berat jenis agregat gabungan

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$B_j c = (P/100 \times b_{jh}) + (K/100 \times b_{jk}) \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

$b_j c$ = Berat jenis agregat campuran

$b_j h$ = Berat jenis agregat halus

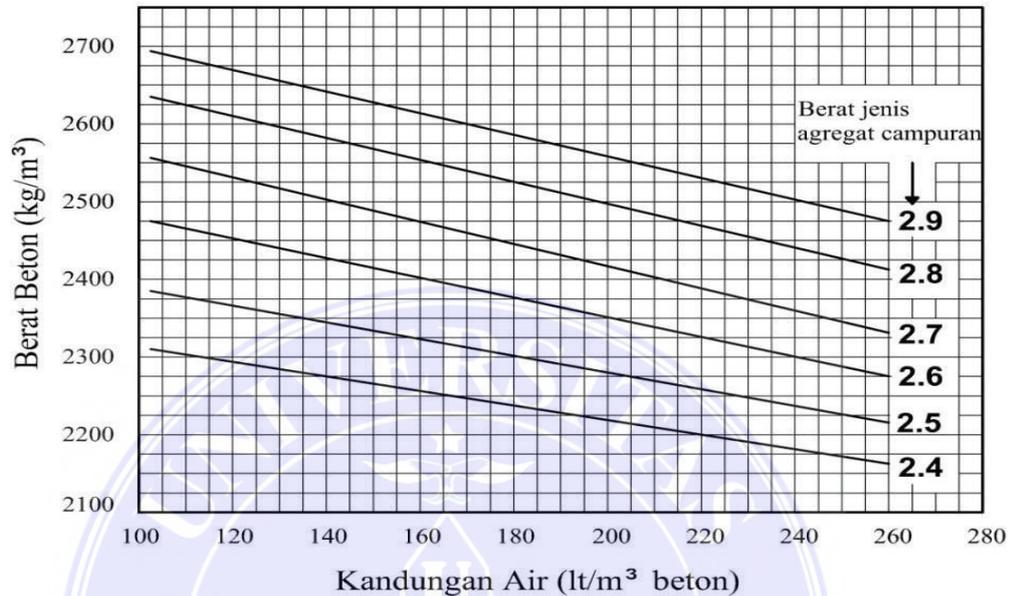
$b_j k$ = Berat jenis agregat kasar

P = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

K = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran Berat jenis agregat halus dan berat jenis agregat kasar diperoleh dari pemeriksaan laboratorium.

13. Langkah perhitungan berat jenis beton

Menentukan berat jenis beton berdasarkan hasil hitungan berat jenis agregat campuran dan kebutuhan air tiap m^3 beton dengan gambar berikut:

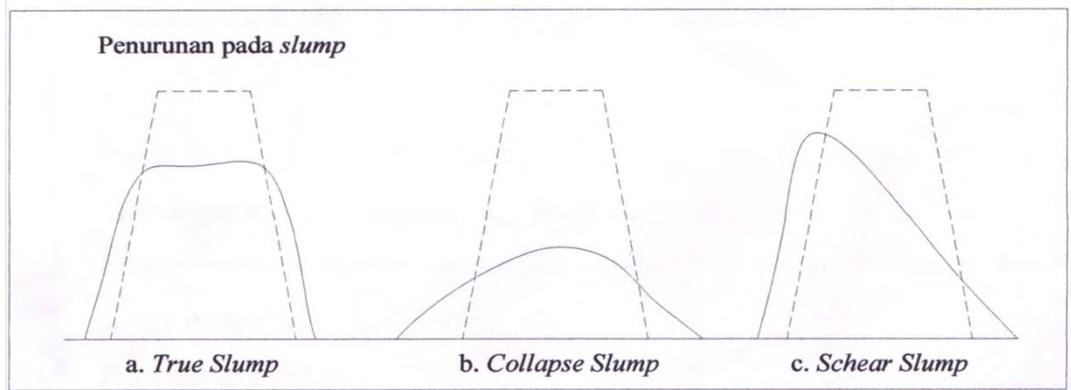


Gambar 2.15 Grafik Hubungan Kandungan air, Berat Jenis Campuran dan Berat Beton.

Sumber : SNI 03-2834-2000

2.7 Slump Test

Pengujian ini diselenggarakan pada logam yang tingginya 300 mm, diameter dasar 200 mm, dan diameter atas 100 mm (Murdock, 1991). Tujuan slump test adalah untuk mengetahui konsistensi (kekentalan adukan beton segar). Beton yang sedang diaduk merupakan beton segar. Isi beton segar dalam kerucut akan turun, besarnya penurunan ini diukur dengan alat ukur tinggi slump. Turunnya puncak kerucut adukan beton disebut slump. Campuran dikatakan encer apabila penggunaan air terlalu banyak atau melebihi dari perencanaan sebaliknya beton dikatakan kental/kaku apabila penggunaan air kurang dari air yang direncanakan.



Gambar 2.16 Jenis – jenis Slump
Sumber : Murdock.L.J, Brook.K.M, 1999

2.8 Pematatan Beton

Pematatan adukan beton untuk silinder ialah usaha agar sedikit mungkin pori/ rongga yang terjadi didalam beton, untuk menjaga mutu beton sesuai dengan yang dikehendaki. Pematatan beton segar ini dapat dilakukan secara manual atau dengan mesin.

Pematatan dilakukan segera setelah beton dituang. Kebutuhan akan alat pematat disesuaikan dengan kapasitas pengecoran dan tingkat kesulitan pengerjaan. Pematatan dilakukan sebelum terjadinya *initial setting time* pada beton. Dalam praktik dilapangan, pengindikasian *initial setting* dilakukan dengan cara menusuk beton tersebut dengan tonggkat tanpa kekuatan sebanyak 15 x per lapis ditusuk 10 cm. (Mulyono, 2003:227)

Untuk menghilangkan udara yang terdapat antara dinding dan spesi beton juga didalam campuran beton itu sendiri dilakukan pematatan. Karena kalau tidak dilakukan maka udara tidak akan membentuk ruang kosong dalam beton. Ruang kosong itu sangat merugikan bagi kualitas beton, selain kekuatannya berkurang hasil cornya akan buruk dan berongga.

Metode pemadatan dilakukan adalah dengan tangan dan jarum penggetar. Metode pemadatan dengan tangan yaitu dengan cara menusuk-nusuk dengan sepotong kayu atau batang lain. Sedangkan metoda dengan jarum penggetar atau vibrator.

Ada beberapa pedoman yang digunakan dalam proses pemadatan, antara lain :

1. Pada jarak yang berdekatan/ pendek, pemadatan dengan alat getar dilaksanakan dalam waktu yang pendek.
2. Pemadatan dilaksanakan secara vertikal dan jatuh dengan beratnya sendiri.
3. Tidak menyebabkan *bleeding*.
4. Pemadatan merata
5. Tidak terjadi kontak antara alat getar dengan bekisting
6. Alat getar tidak berfungsi untuk mengalirkan, mengangkat atau memindahkan beton.

2.9 Perawatan Beton (*Curing*)

Reaksi kimiawi antara semen dan air membutuhkan waktu. Perawatan dapat diartikan semua kegiatan yang bertujuan agar struktur tetap memenuhi ataupun mempunyai keadaan yang baik. Perawatan dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan minimal dilakukan 28 hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat (Tri Mulyono, 2004).

Fungsi utama dari perawatan beton (*curing*) adalah:

1. Untuk menghindarkan beton dari kehilangan air semen yang banyak pada saat-saat *setting time concrete*;
2. Untuk menghindarkan beton dari kehilangan air akibat penguapan pada hari pertama;
3. Untuk menghindarkan beton dari perbedaan suhu dengan lingkungan yang terlalu besar.

2.10 Capping

Pada benda uji bentuk silinder dengan ukuran diameter 100 mm atau 150 mm dengan tinggi 200 mm atau 300 mm perlu dilakukan perataan pada permukaannya agar distribusi tegangan menyebar merata ke seluruh bidang tekan benda uji. Pada benda uji yang masih segar atau baru saja dicor dapat dipoleskan lapisan tipis pasta kaku. Sedangkan pada benda uji yang sudah keras atau yang akan diuji dilakukan perataan permukaan (*capping*) dari plester kekuatan tinggi, atau lebih umum memakai mortar belerang.

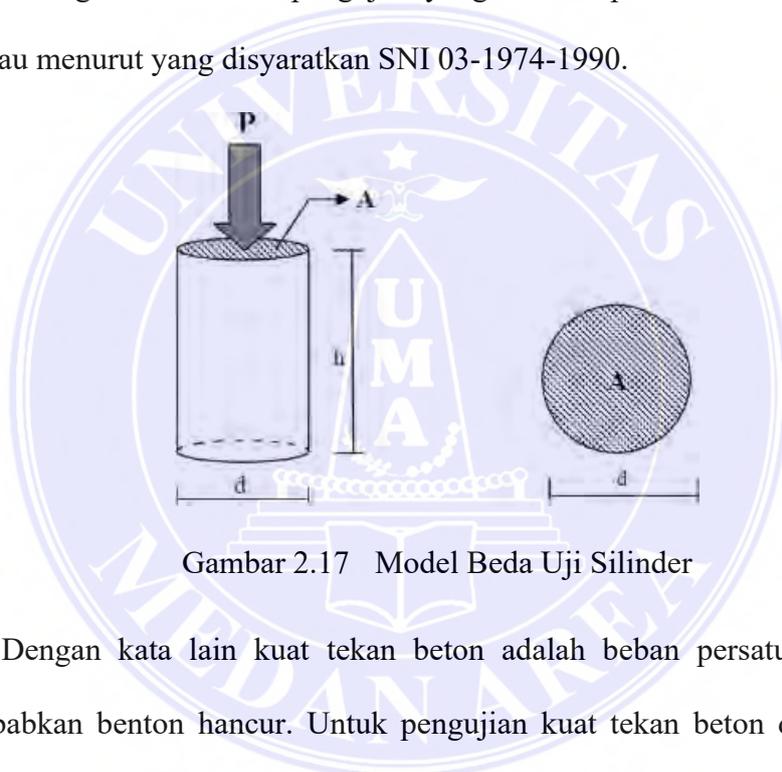
2.11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah nilai yang ditunjukkan dengan jalan menekan benda uji beton sampai hancur beton. Besarnya kuat tekan beton ini menunjukkan baik tidaknya mutu pelaksanaan beton. Apabila mutu pelaksanaan beton tepat dan benar maka akan didapatkan mutu beton sesuai yang diinginkan.

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik.

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah.

Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam MPa atau N/mm^2 dan kg/cm^2 . Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar ASTM C 39 atau menurut yang disyaratkan SNI 03-1974-1990.



Gambar 2.17 Model Benda Uji Silinder

Dengan kata lain kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur. Untuk pengujian kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum yang mengakibatkan kerentuhan pada benda uji (kg)

A = Luas bidang tekan benda uji (cm^2)

Beton yang diuji berbentuk silinder diameter 10 cm maka kuat tekan harus dikonversikan ke beton silinder diameter 15 cm, yang kemudian beton dikalibrasikan pada umur 28 hari, dimana nilai konversi silinder diameter 10 cm ke diameter 15 cm adalah 1,04

Tabel 2.10 Angka Koefisien Umur beton Menurut PBI 1971

Jenis Semen	Umur Beton (Hari)						
	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland Dengan Kekuatan Awal Tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia – 1971

Tabel 2.11 Estimasi korelasi kuat tekan silinder beton berdasarkan diameter benda uji (L/D=2)

Diameter (D) mm	Tinggi (L) Mm	Faktor koreksi
50	100	1,09
75	150	1,06
100	200	1,04
125	250	1,02
150	300	1,00
175	350	0,98
200	400	0,96
250	500	0,93
300	600	0,91

Sumber : SNI 1974-2011

2.12 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Pada penelitian-penelitian terdahulu yang menyerupai penelitian ini menjelaskan berbagai hal yang berbeda –beda dari setiap penelitian yang ada. Pada

setiap penelitian mempunyai maksud dan tujuan yang berbeda dan hasil penelitian yang berbeda juga.

1. M. Syahril Ghozali (2019)

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan zat admixture *Superplasticizer (Sika-ment NN)* dan *Supercement* terhadap kuat tekan beton dengan kekuatan awal yang tinggi pada umur 3 hari telah mencapai kuat tekan k-500. Peneliti akan menggunakan 9 sampel sebagai benda uji dengan 4 variasi campuran yaitu Beton Normal + *Supercement 55 Kg/m³*, *Sikament- NN 0.5 %* + *Supercement 55 Kg/m³*, *Sikament- NN 1.5% + Supercement 55 Kg/m³*, *Sikament- NN 2.5% + Supercement 55 Kg/m³* Nilai uji kuat tekan optimum terjadi pada campuran beton dengan penambahan *Sikament-NN 2.5%* dan *Supercement 55 Kg/m³*, memiliki nilai kuat tekan sebesar 516 Kg/Cm² pada umur 3 hari dan 692.1 Kg/Cm² pada umur 28 hari.

2. Lukas Raymon Sitorus dan Torang Sitorus (2018)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer Viscocrete-3115 N* terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Kadar *superplasticizer* yang digunakan sebanyak 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan f^c 42 MPa yang diuji pada 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Penggunaan *superplasticizer* meningkatkan kuat tekan terhadap mutu rencana sebesar 10,95% untuk variasi SP 1%, 16,59% untuk variasi SP 1,5%, sedangkan yang tertinggi diperoleh pada variasi SP 2% yaitu sebesar 22,75% menggunakan benda uji silinder Ø15 cm x 30 cm. Ditinjau dari nilai *slump-flow*, *superplasticizer* memberikan dampak pada peningkatan nilai *slump-flow*. Untuk variasi SP 1% diperoleh nilai *slump-flow* sebesar 630 mm sedangkan pada variasi

SP 1,5% nilai *slump-flow* sebesar 650 mm dan yang tertinggi diperoleh pada variasi SP 2% yaitu sebesar 690 mm. Nilai koefisien umur maksimum dicapai pada variasi penggunaan SP 2%.

3. Bara Aryadi Tama (2018)

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana kondisi beton di umur muda (1, 3, 7, dan 28 hari) dengan meneliti abu batu sebagai *filler* dan bahan tambah *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton, modulus elastisitas beton, penyerapan air beton. Benda uji dibuat dengan lima variasi yang berbeda dimana penggunaan *filler* abu batu sebesar 9% dari berat semen dan *filler* abu batu digunakan secara konsisten untuk lima variasi, yaitu beton normal tanpa penambahan *superplasticizer*, dan beton dengan penambahan *superplasticizer* Master Rheobuild 6 dan dengan variasi pengurangan air 10%, 20%, 30%, dan 40%. Hasil pengujian kuat tekan beton yang optimum adalah pada beton dengan penambahan *superplasticizer* Master Rheobuild 6 dan *filler* abu batu dengan pengurangan air sebesar 40% yang terjadi pada seluruh pengujian di umur 1, 3, 7, dan 28 hari dengan *f'c* rata-rata maksimal yaitu 5,75 MPa, 12,09 MPa, 27,37 MPa, 37,31 MPa, dan 47,90 MPa.

4. Okma Yendri1, H. A. Syukri Malian, dan Putri Yuni Sari (2017)

Penelitian ini untuk mengetahui perencanaan beton (*mix design*), nilai *slump* dan kuat tekan beton pada umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari yang dihasilkan antara beton normal dengan penambahan bahan tambah *Superplasticizer* dengan dosis pemakaian 0.2%, 0.4%, 0.6% dan 0.8% dari berat semen dengan reduksi air 30% dan beton dengan *High Early Strength Cement* tanpa menggunakan bahan tambah

serta analisa biaya yang muncul. Kuat tekan yang direncanakan 300 kg/cm². Penelitian ini menggunakan benda uji kubus 15×15×15cm, sebanyak 72 benda uji. Dari hasil penelitian didapat bahwa pada penggunaan bahan tambah *Superplasticizer*, nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran 0.8% yaitu 377.41 kg/cm² dan nilai kuat tekan karakteristik 348.19 kg/cm². Secara keseluruhan, nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada beton menggunakan *High Early Strength Cement* yaitu 592.16 kg/cm² dan nilai kuat tekan karakteristik 569.28 kg/cm².

5. Marsiano

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah *superplasticizer* yang tujuannya meningkatkan kuat tekan beton. Studi yang dilakukan meliputi 4 type campuran, kemudian untuk setiap type dilakukan pengecekan workability, slump loss, setting time. Mix design memakai mutu beton K350 ($f_c = 29$ MPa) dan ditambahkan *superplasticizer* kedalam campuran beton tersebut dengan komposisi *superplasticizer* 1 liter/m³ beton, 2 liter/m³ beton dan 3 liter/m³ beton kemudian dibuatkan benda uji silinder serta dilakukan test tekan pada umur 3, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian memperlihatkan pada saat komposisi *superplasticizer* 3 liter/m³ dengan kenaikan kuat tekan sebesar 21,334%. Karena sifat “mengalir” yang diberikan oleh *superplasticer* kepada beton, maka bahan ini berguna untuk pencetakan beton ditempat-tempat yang sulit, seperti tempat yang terdapat penulangan padat, hal ini dapat dilihat dari hasil slump dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 16-17,5 cm, bila dibandingkan beton normal dengan slump 14 cm.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan bahan tambah *superplasticizer* pada campuran beton dapat meningkatkan kualitas beton pada kekuatan tekan awalnya maupun tingkat *workability* atau kelecakannya.
2. Pada variasi campuran dengan menggunakan bahan tambah *superplasticizer* berpengaruh pada pengujian slump test yang menghasilkan ukuran tinggi slump lebih tinggi dari beton normal yaitu dengan nilai 14,5 cm dan untuk beton normal dengan nilai 14 cm.
3. Berdasarkan dari hasil penelitian, beton dengan penambahan *superplasticizer* meningkatkan kuat tekan awalnya dimana pada umur 3 hari dan 7 hari kuat tekan yang di hasilkan lebih besar dari beton normal yaitu pada umur 3 hari sebesar 15,08 Mpa dan umur 7 hari sebesar 22,15 Mpa sedangkan untuk beton normal umur 3 hari sebesar 11,47 Mpa dan umur 7 hari sebesar 18,64 Mpa, namun untuk variasi umur 28 hari memiliki kuat tekan yang cenderung sama dengan beton normal yaitu sebesar 28,65 Mpa dan beton normal umur 28 hari sebesar 28,67 Mpa.
4. Dari hasil pengujian, beton dengan campuran *superplasticizer* memiliki kekuatan awal yang tinggi di mana pada umur 3 mengalami kenaikan sebesar 31,49 % dan pada umur 7 hari mengalami kenaikan sebesar 18,84 %.

5. Pada umur 28 hari seluruh variasi memiliki nilai kuat tekan yang melebihi nilai kuat tekan beton rancana yaitu 25 Mpa dimana kuat tekan beton *superplasticizer* umur 28 hari yaitu sebesar 28,65 Mpa dan beton normal 28 hari sebesar 28,67 Mpa jadi seluruh variasi cukup memenuhi syarat dengan hasil yang didapat.

5.2 Saran

Dari uraian diatas dengan merujuk pada hasil dan pembahasan penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang diberikut ini:

1. Sebaiknya ada penggunaan tambahan campuran bahan lain yang digunakan bersama *superplasticizer* untuk meneliti lebih lanjut mengenai beton *high early strength* sehingga didapatkan beton dengan karakteristik yang baik dari beda uji yang dihasilkan. Dimana di umur muda sudah mencapai kuat tekan yang ditargetkan.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang *superplasticizer* yang bervariasi guna mendapatkan kadar optimum dari penggunaan *superplasticizer*.
3. Setiap perencanaan campuran beton dengan menggunakan bahan tambah harus memperhatikan fungsi dan jenis kegunaan bahan tambah tersebut karena penggunaan bahan tambah dapat mempengaruhi beton.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kuat tekan beton *superplasticizer* pada umur lebih dari 28 hari atau kurang dari 3 hari. Karena melihat dari grafik persentase nilai kuat tekan beton mengamali titik balik.

5. Dalam melakukan penelitian mengenai beton, dibutuhkan banyak bantuan dari orang-orang sekitar. Terutama orang-orang yang paham akan pembuatan beton yang baik dan benar. Karena hasil penelitian dipengaruhi oleh orang-orang yang membantu mengerjakan dalam proses pembuatan beton.



DAFTAR PUSTAKA

- Abrams, Duff. (1991). *Design of Concrete Mixtures*”, Chicago : Lewis Institute.
- American Concrete Institute. (1991). ACI 211.1-91. “*Standard Practice for Selection Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*”, United States of Amerika : ACI Comitte.
- American Concrete Institute. ACI 214-11. “*Guide to Evaluation of Strength Test Result of Concrete*”, United States of Amerika : ACI Comitte.
- American Standard Testing and Materials. (1982). ASTM C33. “*Standard Specification for Concrete Aggregates*”,. United States : ASTM.
- Arif, H. (2013). “*Perencanaan Campuran Beton Kekuatan Awal Tinggi (High Early Strength Concrete) dengan Bahan Tambah Superplasticizer Tipe Polycarboxylate Ethers*”, Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- ASTM C 125-1995, Annual Book of ASTM Standards 1995: Vol.04.02. “*Concrete and Aggregates*”, Philadelphia : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 29. (2003) “*Standart Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate*”, United States : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 39. (2002) “*Standart The Method for Compessive Strength of Cylindrical Concrete Spesimens*”, United States : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 494 dan British Standard 5075. (1982). “*Superplasticizer*”, United States : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 494-92 Type F. (1982). “*Chemicial Admixture for Congcrete*”, United States : Association of Standard Testing Materials.
- Bahar, S. (2005). “*Pedoman Pekerjaan Beton*”. Jakarta : Biro Enjiniring PT Wijaya Karya.
- British Standard Institution. (1976). BS 812: Part 1-4. “*Method for Sampling and Testing of Material Aggregates, Sand Fillers*”, England : BSI.
- British Standard Institution. (1990). “*Testing Aggregates*”, BS 812. England : BSI.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1989). SKBI. 1.4.53.1989, “*Pedoman Beton 1989*”, Jakarta : DPU.

- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). PBI 1971 “*Peraturan Beton Bertulang Indonesia*”, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung : DPU.
- Ghozali, M. Syahrial. 2019. *Analisa Bahan Tambah High Early Strength (HES) Superplasticizer dan Supercement Terhadap Kuat Tekan Beton K-500 Pada Umur 3 Hari (K-500 d3)*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Muhammadiyah. Palembang.
- L. J. Parrot. (1988). “*A Literature Review of High Strength Concrete Properties*”, Wexham Springs : British Cement Association (BCA)
- Mariano. *Penggunaan Admixture Superplasticizer Pada Beton untuk Menaikan Mutu Beton*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ISTN-Jakarta.
- Mulyono, Tri. (2003) “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta. Andi.
- Mulyono, Tri. (2004) “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta. Andi.
- Mulyono, Tri. (2005) “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta. Andi.
- Murdock, L.J. and Brooks, K.M. (1999). “*Bahan dan Praktek Beton*”, Edisi keempat, Jakarta : Erlangga.
- Murdock, L.J., Brook dan Handarko. (1991). “*Bahan dan Praktek Beton*”, Jakarta: Erlangga.
- Musbar. (2003) “*Job Sheet Pengujian Bahan II*” Laboratorium Bahan dan Sstruktur, Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Pd. T-07-2005-B. “*Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan dan Jembatan*”.
- Sagel, R. dan Kole, P. (1994). “*Pedoman Pengerjaan Beton*”, Jakarta : Erlangga.
- Samekto, Wuryati. dan Rahmadiyanto, Candra. (2001) “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta. Kanisius.
- Shah, S.P dan Ahmad, S.H. (1994) “*High Perfomence Concrete and Application*”, London. Edward Arnold.
- Sitorus, Lukas Raymon (2018). *Analisis Kuat Tekan Terhadap Umur Beton Dengan Menggunakan Admixture Superplasticizer Viscocrete-3115 N*. Medan: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
- Standar Nasional Indonesia. (1989). SK SNI S-04-1989, “*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*”, Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (1989). SK SNI S-04-2417-1989, “*Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat*”, Jakarta : BSN.

- Standar Nasional Indonesia. (1990). SNI 03-1968-990, "*Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). SNI 03-1969-1990 "*Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*" Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). SNI 03-1970-1990 "*Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*" Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). SNI 03-1971-1990 "*Metode Pengujian Kadar Air Agregat*" Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (1998). SNI 03-4804-1998 "*Metode Pengujian Berat Isi Agregat*" Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). SNI 03-2834-2000 "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2003). SK SNI T-15-1990-2003. "*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2004). SNI 15-2049:2004. "*Semen Portland*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2004). SNI 15-0302-2004. "*Semen Portland Pozolan*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2004). SNI 15-7064-2004. "*Semen Portland Komposit*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 1972:2008 "*Cara Uji Slump Beton*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 1974-2011 "*Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*", Jakarta : BSN.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). SNI 03-2874-2013. "*Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*", Jakarta : BSN.
- Standar Industri Indonesia (SII) 0052-08. (1980), "*Mutu dan Cara Uji Agregat*", Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Sukirman, S. (2003). "*Beton Aspal Campuran Panas*" Jakarta: Granit.
- Supartono, FX. (1998) "*Beton Berkinerja Tinggi Keunggulan dan Permasalahannya*", Seminar Sehari Dunia Kontruksi Pasca '98, Jakarta : HAKI.

Tama, Bara Aryadi. (2018). *Beton Kuat Awal Tinggi (High Early Strength Concrete) dengan Penambahan Filler Abu Batu dan Superplasticizer*. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Tjokrodinuljo, Kardiyono. (1992). *“Bahan Bangunan”*, Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

Tjokrodinuljo, Kardiyono. (2007). *“Teknologi Beton”*, Yogyakarta: Biro penerbit.

Yendri, Okma., Malina, H.A. Syukri dan Putri Yuni Sari. (2017). *Komparasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer dan Beton Kekuatan Awal Tinggi*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Muhammadiyah. Palembang.

Zai, K.A., Syahrizal dan Rahmi Karolina. *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI (American Concrete Institute)*. Medan: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.



ANALISA AYAKAN AGREGAT HALUS
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 136 – 84a/ SNI 03-1968-1990)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Pasir (Agregat Halus)

Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Sampel I (gram)	Berat Sampel II (gram)	Total Berat (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Tertahan Komulatif (%)	Persentase Lolos Komulatif (%)
9,50 (3/8 - in)	20,00	30,00	50,00	2,50	2,50	97,50
4,75 (No. 4)	36,00	27,00	63,00	3,15	5,65	94,35
2,36 (No. 8)	34,00	39,00	73,00	3,65	9,30	90,70
1,18 (No. 16)	25,00	32,00	57,00	2,85	12,15	87,85
0,60 (No. 30)	171,00	167,00	338,00	16,90	29,05	70,95
0,30 (No. 50)	401,00	408,00	809,00	40,45	69,50	30,50
0,15 (No. 100)	207,00	203,00	410,00	20,50	90,00	10,00
Pan	106,00	94,00	200,00	10,00	100,00	0,00
Total	1000	1000	2000	100	218,15	
				Fineness Modulus	2,18	

Hasil pemeriksaan:

Modulus kehalusan pasir (FM) : $\frac{218,15}{100} = 2,18$

FM memenuhi persyaratan yaitu $1,5 < FM < 3,8$

Agregat halus termasuk zona 3

Pasir dapat dikategorikan dalam pasir halus.

BERAT JENIS DAN ABSORPSI AGREGAT HALUS
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 128 – 88/SNI 03-1970-1990)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Pasir (Agregat Halus)

Pengujian	Notasi	Sampel I	Sampel II	Rata - Rata
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan, gram	S	500,0	500,0	500,0
Berat benda uji kering oven, gram	A	492,0	492,0	492,0
Berat piknometer yang berisi air, gram	B	675,0	675,0	675,0
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan, gram	C	983,0	983,0	983,0
Perhitungan	Notasi	Sampel I	Sampel II	Rata - Rata
Berat jenis curah kering (Sd)	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,56	2,56	2,56
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ssd)	$\frac{S}{(B + S - C)}$	2,60	2,60	2,60
Berat jenis semu (Sa)	$\frac{A}{(B + A - C)}$	2,67	2,67	2,67
Penyerapan air, % (Sw)	$\frac{S - A}{A} \times 100$	1,63	1,63	1,63

Hasil pengujian memenuhi syarat yaitu : $2,56 < 2,60 < 2,67$

berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu.

BERAT ISI AGREGAT HALUS
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 29M-90/ SNI 03-4804-1998)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Pasir (Agregat Halus)

Suhu Ruangan	°C	28,00
Suhu air	°C	26,00
Berat penakar (T)	kg	0,46
Berat air (A)	kg	1,93
Berat isi basah (B)	kg/m ³	996,77
Faktor koreksi : K = (B/A)	m ³	516,46
Ukuran agregat maksimum	mm	5,00
	Pengujian	Padat Gembur
Sampel I		3,44 3,20
Sampel II		3,44 3,20
Total		6,88 6,40
Rata - rata		3,44 3,20
Berat Bersih (G)		2,98 2,74
Berat isi, M = (G x K)		1539,05 1415,10

Hasil pengujian memenuhi persyaratan yaitu berat isi agregat halus > 1125 kg/m³.

KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 117-90/ SNI S04-2417-1989F)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Pasir (Agregat Halus)

Nomor Contoh		I	II	Rata - rata
Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram)	W1	500,0	500,0	500,0
Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram)	W2	486,0	486,0	486,0
Kadar butir lolos ayakan No.200 (%)	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	2,80	2,80	2,80
Keterangan		Dapat Digunakan		

Hasil pengujian memenuhi persyaratan yaitu kadar lumpur agregat halus < 5%.

KADAR AIR AGREGAT HALUS
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM 1864-89/ SNI 03-1971-1990)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Pasir (Agregat Halus)

Nomor Contoh		I	II	Rata - rata
Berat benda uji sebelum dioven (gram)	W1	1000,0	1000,0	1000,0
Berat benda uji setelah dioven (gram)	W2	965,0	965,0	965,0
Kadar Air Benda Uji (%)	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	3,50	3,50	3,50
Keterangan		Dapat Digunakan		

Hasil pengujian memenuhi persyaratan yaitu kadar air agregat halus < 10%.

ANALISA AYAKAN AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 136 – 84a/ SNI 03-1968-1990)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Batu Pecah (Agregat Kasar)

Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Sampel I (gram)	Berat Sampel II (gram)	Total Berat (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Tertahan Kumulatif (%)	Persentase Lolos Kumulatif (%)
38,1 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,52 mm	1742,00	1673,00	3415,00	85,38	85,38	14,63
4,76 mm	254,00	325,00	579,00	14,48	99,85	0,15
2,38 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	99,85	0,15
1,19 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	99,85	0,15
0,60 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	99,85	0,15
0,30 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	99,85	0,15
0,15 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	99,85	0,15
Pan	4,00	2,00	6,00	0,15	100,00	0,00
Total	2000	2000	4000	100	684,48	
Fineness Modulus					6,84	

Hasil pemeriksaan:

Modulus kehalusan pasir (FM) : $\frac{684,48}{100} = 6,84$

FM memenuhi persyaratan yaitu $6 < FM < 7,1$

Batas gradasi agregat kasar masuk dalam ukuran butir maksimum 40 mm

BERAT JENIS DAN ABSORBSI AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 127 – 88/SNI 03-1970-1990)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Batu Pecah (Agregat Kasar)

Pengujian	Notasi	Sampel I	Sampel II	Rata - Rata
Berat benda uji kering oven, gram	A	1236,0	1235,0	1235,5
Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara, gram	B	1250,0	1250,0	1250,0
Berat benda uji dalam air, gram	C	789,3	787,0	788,2
Perhitungan	Notasi	Sampel I	Sampel II	Rata - Rata
Berat jenis curah kering (Sd)	$\frac{A}{(B - C)}$	2,68	2,67	2,68
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ssd)	$\frac{B}{(B - C)}$	2,71	2,70	2,71
Berat jenis semu (Sa)	$\frac{A}{(A - C)}$	2,77	2,76	2,76
Penyerapan air, % (Sw)	$\frac{B - A}{A} \times 100$	1,13	1,21	1,17

Hasil pengujian memenuhi syarat yaitu : $2,68 < 2,71 < 2,76$

berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu.

BERAT ISI AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 29M-90/ SNI 03-4804-1998)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Batu Pecah (Agregat Kasar)

Suhu Ruangan	°C	28,00
Suhu air	°C	26,00
Berat penakar (T)	kg	5,10
Berat air (A)	kg	9,20
Berat isi basah (B)	kg/m ³	996,77
Faktor koreksi : $K = (B/A)$	m ³	108,34
Ukuran agregat maksimum	mm	25,00
Pengujian	Padat	Gembur
Sampel I	19,32	18,42
Sampel II	19,32	18,42
Total	38,64	36,84
Rata - rata	19,32	18,42
Berat Bersih (G)	14,22	13,32
Berat isi, $M = (G \times K)$	1540,66	1443,15

Hasil pengujian memenuhi persyaratan yaitu berat isi agregat kasar > 1250 kg/m³.

KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM C 117-90/ SNI S04-2417-1989F)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Batu Pecah (Agregat Kasar)

Nomor Contoh		I	II	Rata - rata
Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram)	W1	1000,0	1000,0	1000,0
Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram)	W2	990,0	990,0	990,0
Kadar butir lolos ayakan No.200 (%)	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	1,00	1,00	1,00
Keterangan		Dapat Digunakan		

Hasil pengujian memenuhi persyaratan yaitu kadar lumpur agregat kasar < 1%.

KADAR AIR AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
(ASTM 1864-89/ SNI 03-1971-1990)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Material : Batu Pecah (Agregat Kasar)

Nomor Contoh		I	II	Rata - rata
Berat benda uji sebelum dioven (gram)	W1	1000,0	1000,0	1000,0
Berat benda uji setelah dioven (gram)	W2	998,0	998,0	998,0
Kadar Air Benda Uji (%)	$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$	0,20	0,20	0,20
Keterangan		Dapat Digunakan		

Hasil pengujian memenuhi persyaratan yaitu kadar air agregat kasar < 10%.

MIX DESIGN BETON NORMAL

(SNI 03-2834-2000)

Nama : Riki Fendria
 NPM : 178110169
 Semen : Semen Padang Type I
 Air : PDAM
 Ag. Halus : Pasir
 Ag. Kasar : Batu Pecah
 Benda Uji : Silinder Diameter 15 cm Tinggi 30 cm

Proporsi Campuran	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu Pecah (Kg)	Air (Kg)
Dalam 1 m ³	417,16	637,80	1517,86	215,94
Untuk 5 Silinder	11,06	16,91	40,25	5,73
Perbandingan	1	1,53	3,64	0,51

MIX DESIGN BETON SUPERPLASTICIZER

(SNI 03-2834-2000)

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Semen : Semen Padang Type I

Air : PDAM

Ag. Halus : Pasir

Ag. Kasar : Batu Pecah

Adminixture : *Superplasticizer*

Benda Uji : Silinder Diameter 10 cm Tinggi 20 cm

Proporsi Campuran	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu Pecah (Kg)	Air (Kg)	<i>Superplasticizer</i> (ml)
Dalam 1 m ³	417,16	637,80	1517,86	215,94	2607,23
Untuk 15 Silinder	9,83	15,03	35,78	3,05	61,46
Perbandingan	1	1,53	3,64	0,31	6,25

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON NORMAL**UMUR 3 HARI**

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Benda Uji : Beton Normal Umur 3 Hari

No.	Tanggal		Luas Bidang	Berat Benda uji (kg)	Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (KN)	Kuat tekan Umur 3 Hari (Mpa)	Kuat tekan Umur 28 Hari (Mpa)	Rata-rata Mpa
	Cetak	Uji								
1	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,64	Normal	28	533,7	12,08	30,19	28,67
2	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,94	Normal	28	502,8	11,38	28,44	
3	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,54	Normal	28	523,4	11,84	29,61	
4	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,89	Normal	28	492,5	11,14	27,86	
5	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,72	Normal	28	482,2	10,91	27,28	

Catatan : Beton Uji f_c . Lap umur 28 hari = 28,67 Mpa > f_c Rencana = 25 Mpa → OK

1 N = 1000 kN

Faktor

benda uji 50 x 100 100 x 200 150 x 300 200 x 400 250 x 500 300 x 600

L/D = 2 1,09 1,04 1,00 0,96 0,93 0,91

Faktor umur 3 7 14 21 28

0,40 0,65 0,80 0,95 1,00

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON NORMAL

UMUR 7 HARI

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Benda Uji : Beton Normal Umur 7 Hari

No.	Tanggal		Luas Bidang	Berat Benda uji	Kode Benda Uji	Umur Beton	Beban Tekan	Kuat tekan Umur 7 Hari	Kuat tekan Umur 28 Hari	Rata-rata
	Cetak	Uji	(mm ²)	(kg)		(Hari)	(KN)	(Mpa)	(Mpa)	Mpa
1	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,64	Normal	28	533,7	19,62	30,19	
2	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,94	Normal	28	502,8	18,49	28,44	
3	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,54	Normal	28	523,4	19,24	29,61	28,67
4	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,89	Normal	28	492,5	18,11	27,86	
5	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,72	Normal	28	482,2	17,73	27,28	

Catatan : Beton Uji Fc. Lap umur 28 hari = 28,67 Mpa > Fc Rencana = 25 Mpa → OK

1 N = 1000 kN

Faktor

benda uji 50 x 100 100 x 200 150 x 300 200 x 400 250 x 500 300 x 600

L/D = 2 1,09 1,04 1,00 0,96 0,93 0,91

Faktor umur 3 7 14 21 28

0,40 0,65 0,80 0,95 1,00

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON NORMAL**UMUR 28 HARI**

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Benda Uji : Beton Normal Umur 28 Hari

No.	Tanggal		Luas Bidang	Berat Benda uji	Kode Benda Uji	Umur Beton	Beban Tekan	Kuat tekan Umur 28 Hari	Kuat tekan Umur 28 Hari	Rata-rata
	Cetak	Uji	(mm ²)	(kg)		(Hari)	(KN)	(Mpa)	(Mpa)	Mpa
1	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,64	Normal	28	533,7	30,19	30,19	
2	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,94	Normal	28	502,8	28,44	28,44	
3	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,54	Normal	28	523,4	29,61	29,61	28,67
4	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,89	Normal	28	492,5	27,86	27,86	
5	06/02/21	06/03/21	17678,57	12,72	Normal	28	482,2	27,28	27,28	

Catatan : Beton Uji Fc. Lap umur 28 hari = 28,67 Mpa > Fc Rencana = 25 Mpa → OK

1 N = 1000 kN

Faktor

benda uji 50 x 100 100 x 200 150 x 300 200 x 400 250 x 500 300 x 600

L/D = 2 1,09 1,04 1,00 0,96 0,93 0,91

Faktor umur 3 7 14 21 28

0,40 0,65 0,80 0,95 1,00

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SUPERPLASTICIZER

UMUR 3 HARI

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Benda Uji : Beton *Superplasticizer* Umur 3 Hari

No.	Tanggal Cetak Uji	Luas Bidang (mm ²)	Berat Benda uji (kg)	Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (KN)	Kuat tekan Umur 3 Hari (Mpa)	Kuat tekan Umur 28 Hari (Mpa)	Rata-rata Mpa
1	06/02/21 09/02/21	7857,14	3,77	<i>Superplasticizer</i>	3	118,6	15,70	39,25	
2	06/02/21 09/02/21	7857,14	3,78	<i>Superplasticizer</i>	3	103,6	13,71	34,28	
3	06/02/21 09/02/21	7857,14	3,76	<i>Superplasticizer</i>	3	118,1	15,63	39,08	37,70
4	06/02/21 09/02/21	7857,14	3,72	<i>Superplasticizer</i>	3	118,9	15,74	39,35	
5	06/02/21 09/02/21	7857,14	3,85	<i>Superplasticizer</i>	3	110,5	14,63	36,57	

Catatan : Beton Uji Fc. Lap umur 28 hari = 37,70 Mpa > Fc Rencana = 25 Mpa → OK

1 N = 1000 kN

Faktor

benda uji 50 x 100 100 x 200 150 x 300 200 x 400 250 x 500 300 x 600

L/D = 2 1,09 1,04 1,00 0,96 0,93 0,91

Faktor umur 3 7 14 21 28

0,40 0,65 0,80 0,95 1,00

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SUPERPLASTICIZER

UMUR 7 HARI

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Benda Uji : Beton *Superplasticizer* Umur 7 Hari

No.	Tanggal		Luas Bidang (mm ²)	Berat Benda uji (kg)	Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (KN)	Kuat tekan Umur 7 Hari (Mpa)	Kuat tekan Umur 28 Hari (Mpa)	Rata-rata Mpa
	Cetak	Uji								
1	06/02/21	13/02/21	7857,14	3,88	<i>Superplasticizer</i>	7	163,4	21,63	33,27	
2	06/02/21	13/02/21	7857,14	3,83	<i>Superplasticizer</i>	7	151,9	20,11	30,93	
3	06/02/21	13/02/21	7857,14	3,77	<i>Superplasticizer</i>	7	154,7	20,48	31,50	34,08
4	06/02/21	13/02/21	7857,14	3,79	<i>Superplasticizer</i>	7	172,3	22,81	35,09	
5	06/02/21	13/02/21	7857,14	3,78	<i>Superplasticizer</i>	7	194,4	25,73	39,59	

Catatan : Beton Uji f_c . Lap umur 28 hari = 34,08 Mpa > f_c Rencana = 25 Mpa → OK
 1 N = 1000 kN

Faktor

benda uji 50 x 100 100 x 200 150 x 300 200 x 400 250 x 500 300 x 600

L/D = 2 1,09 1,04 1,00 0,96 0,93 0,91

Faktor umur 3 7 14 21 28

0,40 0,65 0,80 0,95 1,00

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SUPERPLASTICIZER

UMUR 28 HARI

Nama : Riki Fendria

NPM : 178110169

Benda Uji : Beton *Superplasticizer* Umur 28 Hari

No.	Tanggal		Luas Bidang	Berat Benda uji	Kode Benda Uji	Umur Beton	Beban Tekan	Kuat tekan Umur 28 Hari	Kuat tekan Umur 28 Hari	Rata-rata
	Cetak	Uji	(mm ²)	(kg)		(Hari)	(KN)	(Mpa)	(Mpa)	Mpa
1	06/02/21	06/03/21	7857,14	3,78	<i>Superplasticizer</i>	28	208,4	27,58	27,58	
2	06/02/21	06/03/21	7857,14	3,82	<i>Superplasticizer</i>	28	228,6	30,26	30,26	
3	06/02/21	06/03/21	7857,14	3,77	<i>Superplasticizer</i>	28	238,6	31,58	31,58	28,65
4	06/02/21	06/03/21	7857,14	3,73	<i>Superplasticizer</i>	28	208,4	27,58	27,58	
5	06/02/21	06/03/21	7857,14	3,76	<i>Superplasticizer</i>	28	198,3	26,25	26,25	

Catatan : Beton Uji Fc. Lap umur 28 hari = 28,65 Mpa > Fc Rencana = 25 Mpa → OK

1 N = 1000 kN

Faktor

Benda uji 50 x 100 100 x 200 150 x 300 200 x 400 250 x 500 300 x 600

L/D = 2 1,09 1,04 1,00 0,96 0,93 0,91

Faktor umur 3 7 14 21 28

0,40 0,65 0,80 0,95 1,00



LABORATORIUM BETON
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL
 DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS MEDAN AREA



KAN
 Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Pengujian
 LP-1370-ID#
 F.PP/21-1/Rev.2

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

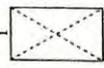
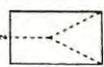
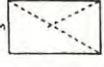
SNI 1974-2011

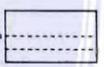
Nomor Laporan : 101 / LB / II / 2021
Pemohon Pengujian : RIKI FENDRIA
Proyek : PENELITIAN
Lokasi : UMA
Jenis Benda Uji : Silinder (d=15;t=30)
Mutu Benda Uji : F'c 25
Jumlah Benda Uji : 5

Lembar : 1
Penyelia : Eka Fadli Rasyid
Mesin : Digital Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							cetak	uji					
1	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,77	06-Feb-21	09-Feb-21	3	117,0	118,6	15,11	1
2	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,78	06-Feb-21	09-Feb-21	3	102,2	103,6	13,19	1
3	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,76	06-Feb-21	09-Feb-21	3	116,5	118,1	15,04	1
4	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,72	06-Feb-21	09-Feb-21	3	117,3	118,9	15,14	1
5	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,85	06-Feb-21	09-Feb-21	3	109,0	110,5	14,07	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



LABORATORIUM BETON
 (Ir. Torang Situmorang, MT)
 NIP. 1957100219188011001

Medan - 09-Februari-2021

NB : - Keastlian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji.
 - Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974-2011
 - Laboratorium tidak memberikan pernyataan penyelesaian spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.
 Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
 Dilarang mengutip/memperbanyak sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton FT USU.



LABORATORIUM BETON
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK CIVIL
J. PERKAMPUS MEDAN



KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP-1370-IDN

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

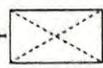
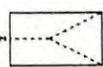
F.PP/21-1/Rev.2

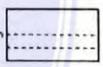
Nomor Laporan : 111 / LB / II / 2021
 Pemohon Pengujian : RIKI FENDRIA
 Proyek : PENELITIAN
 Lokasi : UMA
 Jenis Benda Uji : Silinder (d=10;t=20)
 Mutu Benda Uji : F'c 25
 Jumlah Benda Uji : 5

Lembar : 1 Dari 1
 Penyelia : Eka Fadli Rasyid
 Mesin : Digital Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	LD	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							cetak	uji					
1	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,88	06-Feb-21	13-Feb-21	7	161,1	163,4	20,80	1
2	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,83	06-Feb-21	13-Feb-21	7	149,8	151,9	19,34	1
3	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,77	06-Feb-21	13-Feb-21	7	152,6	154,7	19,70	1
4	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,79	06-Feb-21	13-Feb-21	7	169,9	172,3	21,94	1
5	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,78	06-Feb-21	13-Feb-21	7	191,7	194,4	24,76	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji
 - Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974-2011
 - Laboratorium tidak memberikan pernyataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
 Dilarang mengutip/memperbanyak sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton FT USU.

FAKULTAS MEDAN AREA
 KEPALA LABORATORIUM BETON FT - USU
BETON
 (R. Torang Sitonuk, MT.)
 NIP : 195710021986011001



LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON
SNI 1974-2011

LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN
AL-FURUKAN 9021

Nomor Laporan : 179 / LB / III / 2021
 Pemohon Pengujian : RIKI FENDRIA
 Proyek : PENELITIAN
 Lokasi : UMA
 Jenis Benda Uji : Silinder (d=10-t=20)
 Mutu Benda Uji : F'c 25
 Jumlah Benda Uji : 5

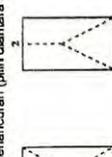


Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP-1370-12H
F.PP/21-1/Rev.2

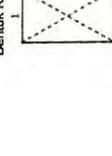
Lembar : 1 Dari : 1
 Penyelia : Eka Fadli Rasyid
 Mesin : Dial Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							cetak	uji					
1	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,78	06-Feb-21	06-Mar-21	28	210,0	208,4	26,64	1
2	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,82	06-Feb-21	06-Mar-21	28	230,0	228,6	29,10	1
3	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,77	06-Feb-21	06-Mar-21	28	240,0	238,6	30,38	1
4	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,73	06-Feb-21	06-Mar-21	28	210,0	208,4	26,64	1
5	SAMPEL	200	100	2	7853,98	3,76	06-Feb-21	06-Mar-21	28	200,0	198,3	25,25	2

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



1



2



3



4



5

LABORATORIUM BETON
 (Ir. Torang Situmoran, MT)
 Nip. : 195710021986011001

Medan, 06 Maret 2021
 KEPALA LABORATORIUM BETON F.B. USU

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji
 - Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974-2011
 - Laboratorium tidak memberikan pernyataan penyelesaian spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.

*Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
 Dilarang mengutip/memperbanyak sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton FT USU.*



LABORATORIUM BETON
 KEPALA LABORATORIUM : R. PERESTIKAWAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL
 DAN PERENCANAAN



KAN
 Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Pengujian
 LP-1370-IDN

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

Nomor Laporan : 180 / LB / III / 2021
 Pemohon Pengujian : RIKI FENDRIA
 Proyek : PENELITIAN
 Lokasi : UMA
 Jenis Benda Uji : Silinder (d=15;t=30)
 Mutu Benda Uji : Fc 25
 Jumlah Benda Uji : 5

Lembar : 1 Dari 1
 Penyelia : Eka Fadli Rasyid
 Mesin : Dial Compression Test Machine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							cetak	uji					
1	SAMPEL	300	150	2	17671,46	12,64	06-Feb-21	06-Mar-21	28	530,0	533,7	30,20	1
2	SAMPEL	300	150	2	17671,46	12,94	06-Feb-21	06-Mar-21	28	500,0	502,8	28,45	1
3	SAMPEL	300	150	2	17671,46	12,54	06-Feb-21	06-Mar-21	28	520,0	523,4	29,62	1
4	SAMPEL	300	150	2	17671,46	12,89	06-Feb-21	06-Mar-21	28	490,0	492,5	27,87	1
5	SAMPEL	300	150	2	17671,46	12,72	06-Feb-21	06-Mar-21	28	480,0	482,2	27,29	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)







NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 - Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji.
 - Pengujian dilakukan sesuai SNI 1974-2011
 - Laboratorium tidak memberikan pernyataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji.

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
 Dituang mengutip/memperbanyak sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Bahan dan Revisasi Beton FT USU.

Medan, 06 Maret 2021
 KEPALA LABORATORIUM BETON FT - USU
 LABORATORIUM
 BETON
 (Dr. Torang Sitonang, M.T.)
 NIP. : 195710021986011001