

**PENGARUH SUBSTITUSI ABU BONGGOL JAGUNG DAN
SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

OLEH:

**NUR FANSYAH
188110138**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 23/1/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)23/1/24

PENGARUH SUBSTITUSI ABU BONGGOL JAGUNG DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON

SKRIPSI

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



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang


HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Substitusi Abu Bonggol Jagung Dan *Superplasticizer*
Terhadap Kuat Tekan Beton
Nama : Nur Fansyah
NPM : 188110138
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Hermansyah, S.T., M.T
Pembimbing


Dr. Ralfandi, S.Wi., S.Kom., M.Kom
Dekan


Nur Fanani Walandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 09 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis 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 saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 09 Agustus 2023



Nur Fansyah
188110138

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

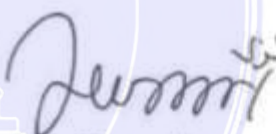
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Fansyah
NPM : 188110138
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 : Pengaruh Substitusi Abu Bonggol Jagung Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi 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 : 09 Agustus 2023
Yang menyatakan


(Nur Fansyah)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 04 Desember 1999 dari Ayah Sulanggeng dan Ibu Ratna Sari Penulis merupakan putra ke 3 dari 3 bersudara. Tahun 2017 Penulis lulus dari SMA As syafi'iyah Medan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Gedung Pasar Buah Supermarket Jalan Sisingamaraja.



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah penelitian dengan judul "Pengaruh Substitusi Abu Bonggol Jagung Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Hermansyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Annisa Wahyuni dan Bagus Maulana yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Nur Fansyah)



ABSTRAK

Penggunaan beton yang banyak digunakan sebagai komponen dalam proyek konstruksi, diperlukannya usaha-usaha untuk menciptakan beton dengan mutu dan karakteristik yang tinggi. Pembuatan beton seiring dengan berjalannya waktu akan memerlukan biaya yang semakin mahal dikarenakan harga semen yang melambung tinggi. Untuk itu diperlukan bahan tambah untuk mengurangi jumlah campuran semen yang di gunakan dalam pembuatan beton. Pada saat ini perlunya dikembangkan pembuatan beton yang ramah lingkungan salah satunya menggunakan tambahan limbah bonggol jagung yang memiliki kandungan silika yang tinggi. *Superplasticizer* merupakan bahan tambah pencampur beton (*admixture*) yang ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi abu bonggol jagung dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton. Dengan variasi Substitusi abu bonggol jagung 0%, 3%, 6%, 9%, 12%,15% dari berat semen dan *superplasticizer* sebesar 0.75 % dari berat air. Sampel pengujian kuat tekan beton yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15 x 30 cm sebanyak 24 benda uji. Pengujian dilakukan pada umur beton 7 dan 14 hari, Nilai kuat tekan beton normal pada penelitian ini adalah 18,18 Mpa dan 22,38 Mpa. Berdasarkan dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran abu bonggol jagung 3% + 0.75% *superplasticizer* dan beton abu bonggol jagung 6% + 0.75% *superplasticizer* mengalami peningkatan dibandingkan dengan beton normal. Sebaliknya, hasil kuat tekan beton campuran abu bonggol jagung 9% + 0,75% *superplasticizer*, abu bonggol jagung 12% + 0,75% *superplasticizer* dan abu bonggol jagung 15% + 0,75% *superplasticizer* mengalami penurunan. Nilai optimum kuat tekan beton dicapai pada kadar abu bonggol jagung 6% + 0,75 *superplasticizer* yaitu memiliki kuat tekan sebesar 19,86 MPa dan 24,34 Mpa.

Kata Kunci : Abu Bonggol Jagung; *Superplasticizer* ; Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

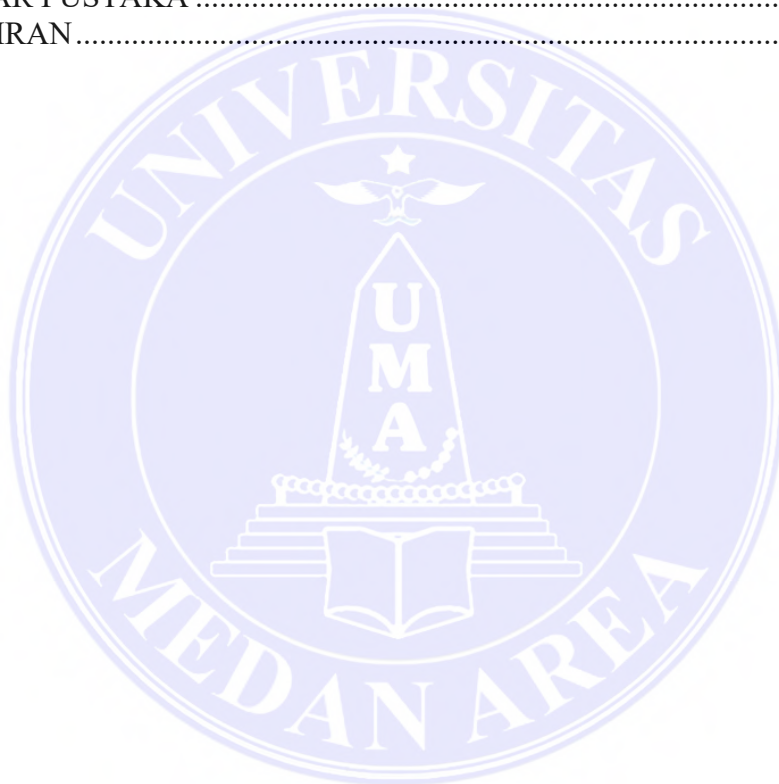
The use of concrete which is widely used as a component in construction projects, efforts are needed to create concrete with high quality and characteristics. Making concrete over time will require increasingly expensive costs due to soaring cement prices. For this reason, added materials are needed to reduce the amount of cement mixture used in making concrete. At this time, it is necessary to develop environmentally friendly concrete, one of which uses additional corn weevil waste which has a high silica content. Superplasticizer is an added material for concrete mixers (admixtures) that are added during stirring and or during casting (placing) to improve its strength performance. This study aims to determine the effect of corn weevil ash substitution and superplasticizer on concrete compressive strength. With variations of corn weevil ash substitution of 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 12%, 15% of the weight of cement and superplasticizer of 0.75% of the weight of water. The concrete compressive strength test sample used is a cylinder with a size of 15 x 30 cm. A total of 24 test specimens. Tests were carried out at a concrete age of 7 and 14 days, the compressive strength values of normal concrete in this study were 18.18 Mpa and 22.38 Mpa. Based on the results of compressive strength testing of concrete with a mixture of 3% + 0.75% superplasticizer corn weevil ash and 6% + 0.75% superplasticizer corn weevil ash concrete has increased compared to normal concrete. In contrast, the compressive strength yield of corn weevil ash mixture 9% + 0.75% superplasticizer, corn weevil ash 12% + 0.75% superplasticizer and corn weevil ash 15% + 0.75% superplasticizer decreased. The optimum value of compressive strength of concrete is achieved at corn weevil ash content of 6% + 0.75 superplasticizer, which has a compressive strength of 19.86 MPa and 24.34 Mpa.

Keywords: corn weevil ash; Superplasticizer; Compressive Strength of Concrete

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. Beton	6
2.3. Beton Keras	6
2.4. Material – Material Pembentuk Beton	8
2.5. Bahan Tambah (<i>Admixture</i>)	16
2.5.1 Abu Bonggol Jagung.....	17
2.5.2 <i>Superplasticizer</i>	17
2.6. <i>Slump</i>	18
2.7. Kuat Tekan Beton	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.2 Sistematika Penelitian	20
3.3 Flow Chart.....	21
3.4 Tahapan – Tahapan Penelitian	22
3.4.1 Bahan – Bahan Material	22
3.4.2 Pemeriksaan material	22
3.4.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar....	28
3.4.4 Analisa Gradasi Agregat Kasar	29
3.5 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	30

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Hasil dan Analisa Pemeriksaan Agregat	48
4.2	Rancangan Campur dan Kebutuhan Bahan.....	54
4.2.1	<i>Mix design</i> beton normal mutu sedang.....	54
4.2.2	Kebutuhan bahan.....	57
4.3	Pengujian <i>Slump</i>	60
4.4	Berat Volume Beton.....	60
4.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	61
BAB V	PENUTUP	68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		71



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Komposisi limit semen Portland	8
Tabel 2	Empat senyawa utama semen portland	9
Tabel 3	Gradasi Pasir	12
Tabel 4	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji .	32
Tabel 5	Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	33
Tabel 6	Perkiraan kadar air bebas (kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.....	36
Tabel 7	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	37
Tabel 8	Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat	38
Tabel 9	Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air	38
Tabel 10	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	48
Tabel 11	Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan batas Zona 2..	49
Tabel 12	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	50
Tabel 13	Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.....	50
Tabel 14	Hasil pengujian kadar air agregat halus	51
Tabel 15	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.	51
Tabel 16	Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maks. 40 mm	52
Tabel 17	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	53
Tabel 18	Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.....	53
Tabel 19	Hasil pengujian kadar air agregat kasar	54
Tabel 20	Perencanaan campuran beton normal mutu sedang	55
Tabel 21	kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	58
Tabel 22	Hasil Pengujian (30 - 60 mm)	60
Tabel 23	Berat Volume Variasi Beton	61
Tabel 24	Kuat Tekan Beton Normal	61
Tabel 25	Kuat Tekan Beton ABJ 3% + 0,75% <i>Superplasticizer</i>	63
Tabel 26	Kuat Tekan Beton ABJ 6% + 0,75% <i>Superplasticizer</i>	63
Tabel 27	Kuat Tekan Beton ABJ 9% + 0,75% <i>Superplasticizer</i>	64
Tabel 28	Kuat Tekan Beton ABJ 12% + 0,75% <i>Superplasticizer</i>	65
Tabel 29	Kuat Tekan Beton ABJ 15% + 0,75% <i>Superplasticizer</i>	66
Tabel 30	Hasil Kuat Tekan Beton	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Hubungan Antara Faktor Air Semen dengan Kekuatan Beton	7
Gambar 2	Lokasi Penelitian	20
Gambar 3	Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm).....	34
Gambar 4	Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm).....	35
Gambar 5	Batas gradasi pasir (Kasar) No.1	39
Gambar 6	Batas Gradasi Pasir (Sedang) No.2	40
Gambar 7	Batas gradasi pasir (Agak Halus) No.3	40
Gambar 8	Batas gradasi pasir dalam daerah No.4.....	41
Gambar 9	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 10 mm	41
Gambar 10	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm	42
Gambar 11	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksikum 40 mm	42
Gambar 12	Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir maks 10 mm...	43
Gambar 13	Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir maks 20 mm...	43
Gambar 14	Persentase air terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	44
Gambar 15	Persentase pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	44
Gambar 16	Persentase pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	45
Gambar 17	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton	46
Gambar 18	Grafik Gradiasi Agregat Kasar	49
Gambar 19	Grafik Gradiasi Agregat Kasar Maksimal 40 mm.....	52
Gambar 20	Nilai <i>Slump</i> Beton.....	60
Gambar 21	Kuat Tekan Rata-Rata Beton Normal.....	62
Gambar 22	Kuat Tekan Rata-Rata Beton ABJ 3% + 0,75% <i>Superplasticizer</i> . 63	
Gambar 23	Kuat Tekan Rata-Rata Beton ABJ 6% + 0,75% <i>Superplasticizer</i> . 64	
Gambar 24	Kuat Tekan Rata-Rata Beton ABJ 9% + 0,75% <i>Superplasticizer</i> . 65	
Gambar 25	Kuat Tekan Rata-Rata Beton ABJ 12% + 0,75% <i>Superplasticizer</i> 66	
Gambar 26	Kuat Tekan Rata-Rata Beton ABJ 15% + 0,75% <i>Superplasticizer</i> 67	
Gambar 27	Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Compressing Test Machine</i>	71
Lampiran 2 <i>Mixer</i> Beton	71
Lampiran 3 Timbangan	72
Lampiran 4 Cetakan silinder	72
Lampiran 5 Bak Perendam.....	73
Lampiran 6 Semen	73
Lampiran 7 Agregrat Halus.....	74
Lampiran 8 Abu Bonggol Jagung	74
Lampiran 9 Sekop Tangan	75
Lampiran 10 Besi Perojok.....	75



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan beton yang banyak digunakan sebagai komponen dalam proyek konstruksi, diperlukannya usaha-usaha untuk menciptakan beton dengan mutu dan karakteristik yang tinggi. Pembuatan beton seiring dengan berjalannya waktu akan memerlukan biaya yang semakin mahal disebabkan harga semen yang melambung tinggi. Untuk itu diperlukan bahan tambah untuk mengurangi jumlah campuran semen yang di gunakan dalam pembuatan beton.

Dalam hal ini bahan tambah yang digunakan adalah abu bonggol jagung. Limbah bonggol jagung banyak ditemukan pada sisa industri pengolahan pertanian jagung maupun industri makanan yang jumlahnya akan terus bertambah, salah satu cara agar bisa mengurangi limbah bonggol jagung yaitu dengan memanfaatkan bonggol jagung sebagai bahan tambah campuran beton.

Dalam penelitian ini juga digunakan bahan tambah *Superplasticizer* yaitu bahan tambah yang dapat mempermudah pengerjaan campuran beton (*workability*) untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan. Dengan menambahkan bahan tambah ini ke dalam adukan beton diharapkan dapat mempermudah pekerjaan pengadukan beton. Hal ini karena *Superplasticizer* adalah bahan campuran untuk beton yang berfungsi ganda yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air dan mempercepat waktu pengerasan, meningkatkan *workability* dan dapat mereduksi kandungan air dalam campuran beton.

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah memanfaatkan bonggol jagung yang terbuang sehingga bonggol jagung tersebut diolah menjadi abu kemudian

abu tersebut dijadikan bahan tambah dalam *mix design* beton untuk menguji kuat tekan beton tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu bonggol jagung dan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton.

1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang menjadi pembahasan penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari Jika ditambahkan abu bonggol jagung dan *Superplasticizer*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat tekan beton terhadap pengaruh penambahan abu bonggol jagung dan *Superplasticizer* sebesar 0.75%. Dalam penelitian kuat tekan beton ini dilakukan beberapa variasi persentase sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% dengan umur beton 7 hari dan 14 hari menggunakan standarisasi 25 Mpa.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat adiktif jenis *Superplasticizer* dan abu bonggol jagung sebagai pengganti semen secara parsial terhadap campuran beton.
2. Memberikan wawasan kepada dunia konstruksi dan masyarakat bahwa limbah bonggol jagung dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomis

3. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan teknologi beton ramah lingkungan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu acuan bagi penulis dalam melakukan penelitian. Adapun penelitian terdahulu sebagai berikut :

Penulis	Judul	Metode	Kesimpulan	Link
(Surbakti, 2021)	Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung dan Silica Fume Terhadap Kuat Lentur Beton	SNI 03-2834-2000, SNI 03-2491-2014, Pd T-14-2003,	Semakin besar persentase penggunaan abu bonggol, maka semakin tinggi nilai kuat lentur beton dan semakin kecil pula berat isi beton. Berat isi paling kecil terjadi pada beton BP-7 dengan persentase pasir 93% dan abu bonggol 7% yaitu sebesar 2362 kg/m ³ , bila dibandingkan dengan BN yaitu 2393 kg/m ³	http://repository.umsu.ac.id/bitstream/123456789/14271/1/TA%20Muhammad%20Azizi%20Surbakti%200%281607210211%29.pdf
(Sitanggang et al., 2023)	Pengaruh Penggunaan Superplasticizer Pada Beton	SNI 03-2834-2000, SNI 03-2491-2002,	Maka dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan <i>superplasticizer</i> dapat menaikkan daya tekan dan daya tarik beton,	https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/tekniksipil/article/download

Mutu F'c SNI 03- semakin tinggi dosis [/2707/2473](#)
 25 Mpa 2495- penggunaan
 1991 *superplasticizer* maka
 semakin tinggi daya
 tekan yang dihasilkan.

(Dzikri & Pengaruh SNI 03- Hasil kuat tekan <https://ejour>
 Firmansyah, Penamba 2834- optimum didapatkan nal.unesa.ac
 2018) han 2000, pada variasi penambahan [.id/index.ph](http://id/index.ph)
Superpla SNI 03- *superplasticizer* 1,5% p/rekayasa-
sticizer 1974- (SP1,5%). Pada umur 14 teknik-
 Pada 1990, hari didapatkan nilai sipil/article/
 Beton SNI sebesar 22,63 MPa, view/24382
 Dengan 03-2495- untuk umur 28 hari
 Limbah 1991 didapatkan nilai sebesar
 Tembaga 26,17 MPa, serta umur
 (*Copper* 56 hari didapatkan nilai
Slag) sebesar 30,55 MPa.
 Terhadap Komposisi optimum
 Kuat penambahan
 Tekan *superplasticizer*
 Beton didapatkan pada 1,5%
 Sesuai dari berat *binder* (pasta
 Umurnya semen).

2.2. Beton

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil dapat digunakan untuk banyak hal seperti untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat lantai. Dalam teknik sipil hidro, beton yang digunakan untuk bangunan air seperti bendungan, saluran dan drainase. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri bahan semen hidrolis (*Portland Cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*)

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan pasta yang terbuat dari semen dan air. Beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang sangat lemah.

Beton normal (Beton biasa), yaitu beton dengan berat 2200-2500 kg/m³ dengan menggunakan batu pecah atau tidak pecah. Beton yang diklasifikasikan sebagai beton biasanya beton dengan kuat tekan antara 15 dan 30 MPa. Jenis beton ini paling banyak digunakan dalam penerapan pekerjaan konstruksi karena proses pembuatannya relatif mudah sehingga beton jenis ini sering digunakan untuk bangunan dengan beban yang relatif rendah dan sedang seperti kantor, perumahan, pabrik, gedung sekolah, dll.

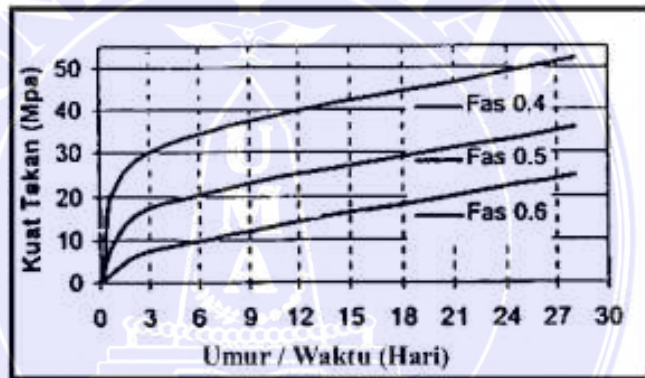
2.3. Beton Keras

Beton keras merupakan beton segar yang telah mengalami pengikatan. Kuat tekan beton dianggap sifat yang paling penting, oleh karena itu mutu beton umumnya dinilai dari kuat tekannya. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama/awet, porositas kecil, kedap air, tahan aus dan sedikit mengalami perubahan volume.

Dalam pembuatan beton ada beberapa hal yang mempengaruhi kekuatan tekan beton diantaranya:

1. Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen. Jumlah air yang dipakai saat proses hidrasi menentukan karakteristik kekuatan semen. Pada umumnya, nilai fas berbanding terbalik dengan kuat tekan beton, Semakin rendah nilai fas maka kuat tekannya semakin tinggi, dan sebaliknya. Apabila nilai fas terlalu rendah, maka akan menghasilkan kuat tekan beton yang rendah dikarenakan dengan fas yang terlalu rendah beton sulit dipadatkan.



Gambar 1. Hubungan Antara Faktor Air Semen dengan Kekuatan Beton (Mulyono, 2003)

2. Umur Beton

Kuat tekan beton berbanding lurus dengan umur beton. Seiring bertambahnya umur beton, maka kuat tekannya juga semakin bertambah. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, tetapi semakin lama laju kenaikan kuat tekan beton semakin lambat.

3. Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh untuk kekuatan tekan beton antara lain berat jenis, berat satuan, serapan air, gradasi butiran, keausan dan kekerasan agregat.

2.4. Material – Material Pembentuk Beton

A. Semen *Portland* (PC)

Semen berasal dari *caementum* atau bahasa Latin, yang artinya "bahan perekat". Semen *portland* merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker atau yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan *oxid* besi, dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup.

SNI 15-2049-2004 membagi semen *Portland* menjadi 5 jenis:

Jenis I : Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis- jenis lain.

Jenis II : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis III : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

Jenis IV : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.

Jenis V : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Tabel 1. Komposisi limit semen *Portland* (Setyowati & Wibowo, 2020)

Oksida	Kandungan(%)
CaO	60 – 67
SiO ²	17 – 25
Al ² O ³	3 - 8
Fe ² O ³	0.5 – 6.0
MgO	0.1 – 4.0
Alkalis	0.2 – 1.3
SO ₂	1 – 3

Sifat-sifat kimia dari bahan pembentuk ini mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari semen *Portland*.

Tabel 2. Empat senyawa utama semen Portland
(Setyowati & Wibowo, 2020)

Nama Senyawa	Komposisi Oksida	Singkatan	Kadar rata-rata
Tricalcium Silicate	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	50
Dicalcium Silicate	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	25
Tricalcium Aluminate	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	12
Tetracalcium Aluminoferrite	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C3AF	8

Senyawa-senyawa kimia dari semen *Portland* adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu diketahui.

1. Tricalcium Silikat (C3S) = $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retak – retak.

2. Dicalcium Silikat (C2S) = $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat melepaskan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

3. Tricalcium Alumate (C3A) = $3CaO \cdot Al_2O_3$

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari, memiliki ketahanan agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.

4. Tetracalcium Aluminoforit (C4Af) = $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot FeO_3$

Adanya senyawa Aluminoforit kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh terhadap kekuatan dan sifat semen.

B. Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang.

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

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

Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak mempunyai rasa atau bau yang mencolok memenuhi syarat sebagai air campuran untuk

pembuatan beton. Apabila ketidakmurnian dalam air campuran berlebihan, dapat mempengaruhi tidak hanya waktu pengikatan (*setting time*), kuat beton, stabilitas volume (perubahan panjang), tetapi dapat juga mengakibatkan pengefloran (*efflorescence*) atau korosi tulangan. Konsentrasi tinggi dari bahan solid yang dapat larut dalam air, sebaiknya dihindari.

C. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangat penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton.

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
2. Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.

3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
5. Gradasinya harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.3

Tabel 3. Gradasi Pasir (Ahmad et al., 2021)

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Pasir kasar	Pasir agak kasar	Pasir agak halus	Pasir halus
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 - 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 - 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 - 100
0,6	15 – 34	33 – 59	60 – 79	80 - 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 - 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 - 15

Keterangan:

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil atau kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat di antara batang-batang baja tulangan. Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan yaitu :

1. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,2-2,7 gr/cm³. Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gr/cm³.

2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm³, misalnya magnetik (FeO_4) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm³. Penggunaannya dipakai sebagai pelindung dari radiasi.

3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm³, yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih ringan.

Sifat – sifat agregat yang mempengaruhi mutu beton terdiri dari

a. Bentuk butiran dan keadaan Permukaan

Butiran agregat biasanya berbentuk bulat (agregat yang berasal dari Sungai/Pantai), tidak beraturan, bersudut tajam dengan permukaan kasar, ada yang berbentuk pipih dan lojong.

Bentuk butiran berpengaruh pada:

1. Luas permukaan agregat
2. Jumlah air pengaduk pada beton
3. Ketahanan (durabilititas) pada beton
4. Kelecekan (*workability*)

5. Kekuatan beton

Keadaan permukaan agregat berpengaruh pada daya ikat antara agregat dengan semen. Permukaan kasar faktor ikatannya kuat, sedangkan permukaan licin faktor ikatannya lemah.

b. Kekuatan Agregat

1. Kekuatan Agregat adalah kemampuan agregat untuk menahan beban dari luar.
2. Kemampuan agregat meliputi: kekuatan Tarik, tekan, lentur, geser dan elastisitas.
3. Kekuatan dan elastisitas agregat dipengaruhi oleh:
 - a. Jenis Batuan
 - b. Susunan Mineral Agregat
 - c. Struktural/Kristal Butiran
 - d. Porositas
 - e. Ikatan Antar Butiran.
4. Pengujian Kekuatan Agregat Meliputi:
 - a. Pengujian Kuat Tekan
 - b. Pengujian kekerasan agregat dengan goresan batang tembaga atau bejana *rudellof*
 - c. Pengujian keausan dengan mesin *Aus Los Angeles*

c. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan berat suatu benda dengan air murni pada volume yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis agregat tergantung oleh jenis bantuan, susunan mineral agregat,

struktur butiran dan porositas batuan. Berat jenis agregat terdiri dari:

1. Berat jenis SSD, yaitu berat jenis agregat dalam kondisi jenuh kering permukaan
2. Berat jenis semu, yaitu berat yang memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan volume agregat dalam keadaan kering
3. Berat jenis *Bulk*, yaitu agregat yang memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan seluruh volume agregat.

a. Bobot Isi (*Bulk Density*)

Bobot isi agregat pada beton berfungsi untuk klasifikasi perhitungan perencanaan campuran beton. Bobot isi merupakan perbandingan antara berat suatu benda dengan volume benda.

b. Porositas, Kadar Air dan Daya Serap Air

Porositas agregat berhubungan dengan berat jenis agregat, daya serap air, sifat kedap air dan modulus elastisitas.

Kadar air Agregat adalah banyaknya air yang terkandung dalam agregat.

Jenis – jenis kadar air dalam agregat, yaitu:

1. Kadar air kering tungku, yaitu agregat yang benar – benar kering tanpa air.
2. Kadar air kering udara, yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tapi mengandung sedikit air dalam porinya sehingga masih dapat menyerap air.

3. Jenuh kering permukaan (*saturated surface dry – SSD*), dimana agregat yang pada permukaanya tidak terdapat air tetapi di dalam butirnya sudah jenuh air.
4. Kondisi basah, yaitu kondisi dimana di dalam butiran maupun permukaan agregat banyak mengandung air sehingga akan menyebabkan penambahan jumlah air pada adukan beton.

2.5. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan/material selain air, semen dan agregat yang ditambahkan ke dalam beton atau mortar sebelum atau selama proses pengadukan.

Bahan tambah (*Admixture*) digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton. Tujuan penggunaan bahan tambah (*admixture*) pada beton adalah:

- a. Memperbaiki *workability* beton
- b. Mengatur faktor air semen pada beton
- c. Mengurangi penggunaan semen
- d. Mencegah terjadinya segregasi dan *bleeding*
- e. Mengatur waktu pengikatan aduk beton
- f. Meningkatkan kekuatan beton keras
- g. Meningkatkan sifat kedap air pada beton keras
- h. Meningkatkan sifat tahan lama pada beton keras termasuk tahan terhadap zat- zat kimia, tahan terhadap gesekan dll.

2.5.1 Abu Bonggol Jagung

Bonggol jagung merupakan limbah hasil pertanian/perkebunan yang belum banyak dimanfaatkan dan biasanya hanya dibuang saja setelah butirnya di konsumsi. Bonggol jagung merupakan salah satu limbah pertanian/perkebunan yang mengandung serat, dengan adanya serat pada bonggol jagung ditaksirkan abu pembakaran bonggol jagung ini mengandung silika yang dapat memberi pengaruh positif pada campuran beton karena dapat mengikat/memberi daya lekat pada campuran beton dan dapat pula sebagai pengisi (*filler*) yang dapat mengurangi porositas beton. Sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambah dengan tujuan untuk meningkatkan mutu beton. Salah satu limbah yang mengandung *pozzolan* dan belum termanfaatkan adalah abu bonggol jagung

Bonggol jagung memiliki kandungan *selulosa* 40 - 45%, *hemiselulosa* 30 - 35% dan *lignin* 10-20%, sedangkan abu bonggol jagung mengandung silika lebih dari 60% dengan sejumlah kecil unsur-unsur logam.

2.5.2 Superplasticizer

Superplasticizer merupakan bahan tambah pencampur beton (*admixtures*) yang ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. *Superplasticizer* termasuk bahan tambahan tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”.

Prinsip mekanisme kerja dari *Superplasticizer* secara umum yaitu partikel semen dalam air cenderung untuk berkohesi satu sama lainnya dan partikel semen akan menggumpal (flokulasi). Penambahan *Superplasticizer* mengakibatkan partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi (menolak). Fenomena dispersi partikel semen dengan penambahan *Superplasticizer* dapat menurunkan viskositas pasta semen sehingga pasta semen lebih *fluid*/alir. Dosis

yang digunakan tergantung dari dosis yang disarankan oleh pembuat *Superplasticizer*. Pemberian dosis yang berlebihan akan menyebabkan penundaan *setting* yang lama hingga beton justru kehilangan kekuatan akhir.

2.6. *Slump*

Slump adalah penurunan yang terjadi pada bagian permukaan atas adukan beton ketika kerucut abrams diangkat. *Slump* merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai *workability* tinggi).

Bila tidak terjadi *crumbling* atau *collapse* maka *slump* adalah indikasi kelembutan (*softness*) sebagai lawan kekakuan (*stiffness*) dari campuran. Runtuh (*collapse*) sering terjadi pada beton yang kurang pasir (*lean*), menandakan rendahnya kohesi dan rendahnya kemampuan beton segar untuk berdeformasi plastis. Uji *slump* berguna untuk mengecek adanya perubahan dari kadar air, bila material dan gradasi agregat adalah seragam. Bila jumlah air adalah konstan maka *slump test* berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanya perbandingan berat yang salah.

Tipe keruntuhan *slump* tersebut antara lain:

1. *Slump* sesungguhnya (*true slump*)

Saat pengujian *slump*, penurunan yang terjadi pada adukan beton terjadi secara seragam di setiap sisinya setelah kerucut *abrams* diangkat.

2. *Slump* geser (*shear slump*)

Bagian atas dari beton segar meluncur dari satu sisi sepanjang bidang miring. Jika hal ini terjadi, pengujian harus diulangi, dan jika bentuk *slump* geser terjadi secara konsisten, berarti sifat kohesi campuran kurang baik.

3. *Slump* runtuh (*collapse slump*)

Setelah kerucut *abrams* diangkat, adukan beton tersebut mengalami runtuh atau keseluruhan beton segar jatuh. Apabila hal itu terjadi, pengujian harus dilakukan kembali. Jika campuran beton segar terlalu basah, maka nilai dari hasil pengujian tidak bisa digunakan atau dengan kata lain kelecekan standar dari campuran tidak tercapai

2.7. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui SNI-1974-2011 tentang cara uji kuat tekan dengan benda uji silinder. Pengujian menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder berdiameter 100 mm tinggi 200 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum sampai benda uji pecah dibagi dengan luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam Mpa atau N/mm^2 . Formula yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana σ = kuat tekan silinder (N/mm^2 atau MPa)

P = gaya tekan maksimum (N)

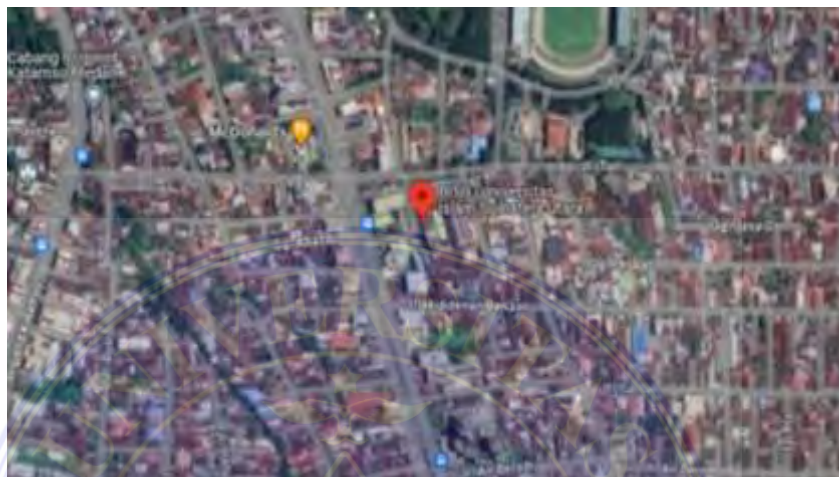
A = luas penampang benda uji (mm^2)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Islam Sumatera utara waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih selama 20 hari.



Gambar 2. Lokasi Penelitian
(Google Maps, 2022)

3.2 Sistematika Penelitian

Data Primer

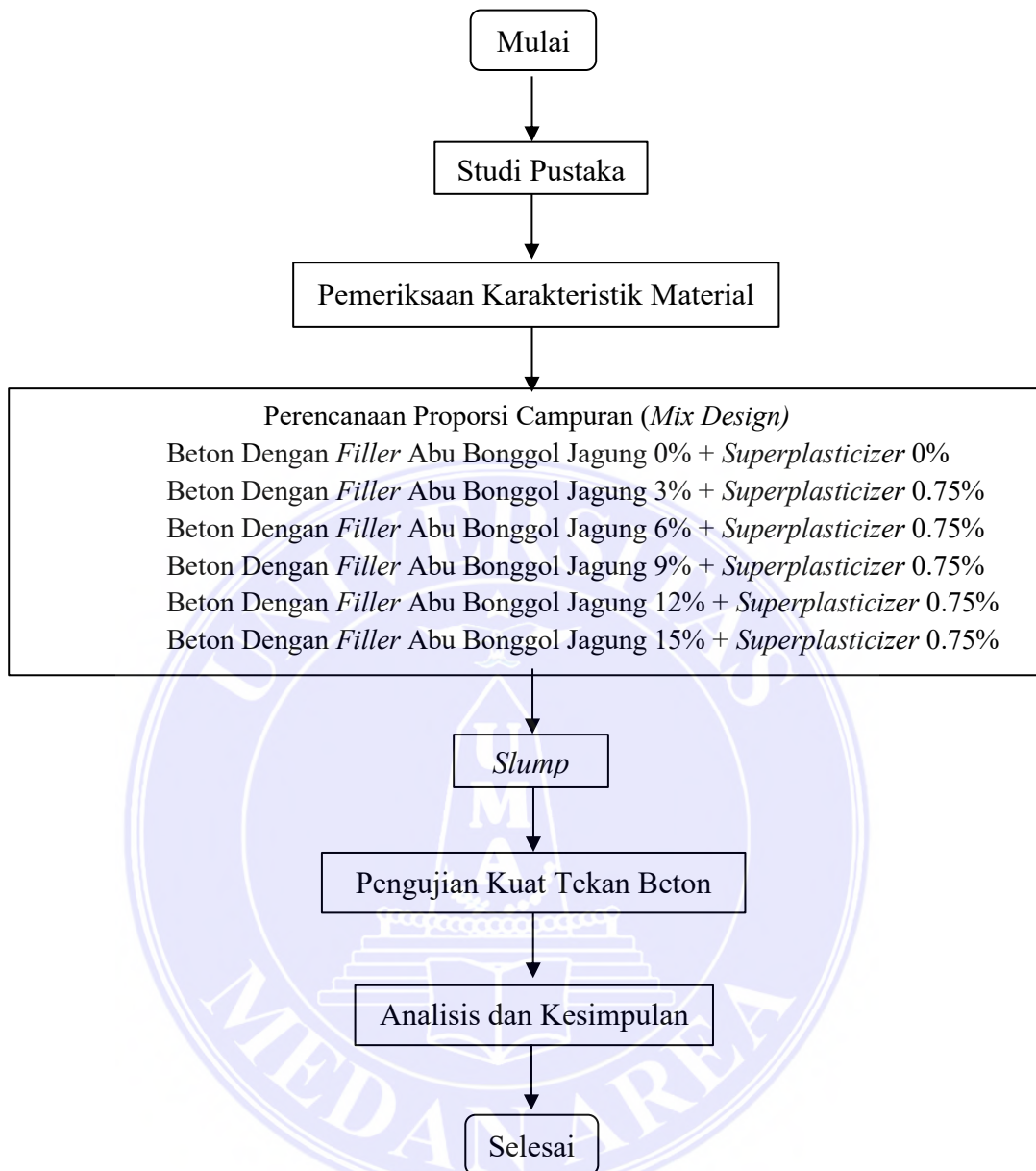
Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

1. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970-2008)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969-2008)
3. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 03-2834-2000)
4. Pengujian *slump* (SNI 1972:2008)
5. Pengujian kuat tekan beton (SNI 1974:2011)

Data Sekunder

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 1974:2011 tentang metode uji kuat tekan beton

3.3 Flow Chart



3.4 Tahapan – Tahapan Penelitian

Tahapan – tahapan dalam penelitian ini, yaitu:

3.4.1 Bahan – Bahan Material

Adapun bahan yang akan digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

a. Semen *Portland*

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tya 1 yang di produksi oleh PT. Semen Padang dengan berat kemasan 1 zak sebesar 40 kg.

b. Agregat Halus (pasir) yang diambil dari wilayah Binjai.

c. Agregat Kasar (kerikil) yang diambil dari wilayah Binjai.

d. Air dari Laboratorium Universitas Islam Sumatera Utara

e. Abu Bonggol Jagung

Dalam penelitian ini menggunakan bonggol jagung yang berasal dari petani jagung yang berada di Galang, Deli Serdang, Sumatera Utara.

f. Bahan tambah *superplasticizer*

3.4.2 Pemeriksaan material

1) Pengujian agregat halus

Untuk mengetahui berat jenis dan persentase penyerapan agregat halus, sebagai berikut:

a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap

b. Dinginkan benda uji pada suhu ruangan kemudian, rendam benda uji di dalam air selama 24 jam.

c. Buang air sisa perendaman dengan perlahan agar tidak ada butiran sampel yang hilang, kemudian benda uji diletakkan di atas wadah,

benda uji dikeringkan diudara panas. Pengeringan dilakukan sampai tercapai jenuh permukaan kering (JPK).

- d. Periksa dalam keadaan JPK dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut terpancung dalam tiga bagian, lalu dipadatkan sebanyak 25 kali. Kemudian, angkat kerucut. Keadaan JPK tercapai apabila benda uji runtuh akan tetapi tingginya masih tetap.
- e. Setelah tercapai keadaan JPK, ambil benda uji sebanyak ± 500 gram (Bssd) kemudian dimasukkan ke dalam picnometer, guncangkan picnometer sampai tidak terlihat gelembung udara didalam picnometer keluar.
- f. Kemudian rendam picnometer dan ukur suhu air untuk menyesuaikan perhitungan kepada suhu standar 25°C. Lalu tambahkan air sampai batas tertentu.
- g. Picnometer yang berisi air dan benda uji ditimbang ketelitian 0,1 gram (BT)
- h. Keluarkan benda uji, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu (110 \pm 5)C sampai berat tetap, setelah itu benda uji didinginkan dalam desikator. Kemudian benda uji ditimbang (Bk)
- i. Menentukan berat picnometer yang berisi air penuh dan ukur suhu air untuk penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B)

Perhitungan:

$$\text{- Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

$$\text{- Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)} = \frac{Bssd}{Bssd - Ba}$$

$$\text{- Berat Jenis Semu (Apparent Surface Dry)} = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

$$- \text{Penyerapan Air (Absorption)} = \frac{B_{ssd} - B_k}{B_k} \times 100\%$$

Dimana:

B_k = Berat benda uji kering oven (gr)

B_{ssd} = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

B_a = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

2) Analisa gradasi agregat halus

Prosedur pengujian:

- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
- b. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan. Lalu susun saringan dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakkan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas yang ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.
- c. Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing – masing saringan ditimbang.

Perhitungan persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing – masing ayakan terhadap berat total benda uji

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif mulai saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

3. Kadar lumpur agregat halus

Pengujian digunakan untuk mengetahui nilai kadar lumpur pada agregat halus, sebagai berikut:

- a. Benda uji dimasukkan dengan berat 500 gram. Kemudian ditimbang (W1)
- b. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- c. Wadah diguncang – guncangkan hingga kotoran – kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
- d. Kemudian semua bahan dikembalikan ke dalam wadah lalu, seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
- e. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).

$$\text{- Kadar lumpur} = \frac{W1 - W4}{W1} \times 100\%$$

Keterangan;

W1 = Berat Agregat

W4 = Berat Agregat di atas saringan No. 200 dan No. 16

4. Berat Isi

Pengujian bertujuan untuk mendapatkan nilai berat isi dan *void* pada agregat dan membandingkan dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Berat isi lepas:
 - Langkah pertama adalah silinde ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1)
 - Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran. Dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.

- Benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar Perata. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W_2). Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$)

b. Berat isi padat:

- Silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W_1). Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Masing – masing setebal $1/3$ dari tinggi silinder.
- Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
- Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar Perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W_4). Kemudian dihitung berat benda uji ($W_5 = W_4 - W_1$)

c. Berat isi penggoyangan:

- Silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W_1). Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing – masing setebal $1/3$ dari tinggi silinder.
- Setiap lapis dipadatkan dengan cara menggoyangkan sebanyak 25 kali. Kemudian melakukan langkah yang sama pada $2/3$ bagian lainnya.
- Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar Perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W_6). Kemudian dihitung berat benda uji ($W_7 = W_6 - W_1$).

Perhitungan:

$$\text{Berat isi agregat lepas} = \frac{W_3}{V}$$

$$\text{Berat isi agregat padat} = \frac{W5}{V}$$

$$\text{Berat isi agregat penggoyang} = \frac{W7}{V}$$

$$\text{Voids} = \frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}$$

Keterangan:

W3 = Berat benda uji dalam kondisi lepas (kg)

W5 = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (kg)

W7 = Berat benda uji dalam kondisi digoyangkan (kg)

V = Volume tabung silinder

S = *Bulk Specific Gravity* (Berat jenis agregat)

M = Berat isi agregat (kg/lt)

W = *Density* (kerapatan air) = 998 kg/lt = 0,998 gr/lt

5. Kadar air

Pengujian dilakukan untuk mendapat nilai kadar air yang dikandung oleh agregat, membandingkan kadar air dan penyerapan air pada agregat, dan menghitung kelebihan dan kekurangan air untuk mencapai SSD sebagai berikut:

- a. Timbang berat talem kosong dan catat (W1). Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam talem lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W2).
- b. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W3 = W2 - W1$). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talem di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- c. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talem (W4).

- d. Lalu dihitung berat benda uji kering ($W5 = W4 - W1$).

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W3 - W5}{W5} \times 100\%$$

3.4.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Untuk menentukan berat jenis dan presentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar sebagai berikut:

- a. Benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan – bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
- c. Keluarkan benda uji dari oven lalu, benda uji didinginkan pada suhu kamar selama kurang lebih 1 – 3 jam.
- d. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
- e. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air. Lalu dikeringkan dengan kain penyerap sampai air pada permukaan hilang (jenuh permukaan/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus dilakukan satu per satu.
- f. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJssd)
- g. Benda uji diletakkan di dalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C.

$$\text{- Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

- Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD) = $\frac{B_{ssd}}{B_{ssd} - B_a}$
- Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*) = $\frac{B_k}{B_{ssd} - B_a}$
- Penyerapan Air (*Absorption*) = $\frac{B_{ssd} - B_k}{B_k} \times 100\%$

Dimana:

B_k = Berat benda uji kering oven (gr)

B_{ssd} = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

B_a = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

3.4.4 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir/gradasi agregat dengan menggunakan saringan sebagai berikut:

- a. Langkah pertama benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- b. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang disyaratkan
- c. Susun saringan dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakkan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas lalu, bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan.
- d. Selanjutnya susunan saringan diletakkan dalam mesin penggetar saringan (*sieve shaker*). Lalu mesin penggetar saringan dijalankan selama ± 15 menit.
- e. Lalu menimbang berat agregat yang terdapat pada masing – masing saringan.

Menghitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing – masing ayakan terhadap berat total benda uji.

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan komulatif mulai saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar lumpur pada agregat kasar sebagai berikut:

- a. Benda uji dimasukkan dengan berat 2500 gr. Kemudian ditimbang (W1)
- b. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- c. Wadah diguncang – guncangkan hingga kotoran pada benda uji hilang dan dilakukan berulang sampai air cucian menjadi bersih.
- d. Kemudian semua bahan dikembalikan ke dalam wadah. Lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam talam yang telah diketahui beratnya (W2)
- e. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3)

3.5 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Metode perhitungan yang digunakan dalam Langkah-langkah cara perancangan campuran (*mix design*) adalah SNI 03-2834-2000 “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal” yaitu:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

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

Dengan:

S adalah deviasi standar

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

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

Dengan: n adalah jumlah nilai hasil uji yang harus diambil minimum 30 pcs (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 pcs benda uji).

Dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang diisyaratkan f_c' yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.1

Tabel 4. Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji (SNI 03-2834-2000, 2000)

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Butir (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

5) Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar yang memenuhi persyaratan poin 4 di atas tidak tersedia, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f_{cr} + 12$ MPa)

3. Menghitung nilai tambah.

$$M = 1,64 \times Sr$$

Dengan:

M = nilai tambah

1,64 = ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr = deviasi standar rencana

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr})

$$f_{cr} = f'c + M$$

$$f_{cr} = f'c + 1,64 Sr$$

5. Menetapkan jenis semen.

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tidak dipecahkan (pasir atau koral)

7. Menentukan faktor air semen

Menghubungkan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang

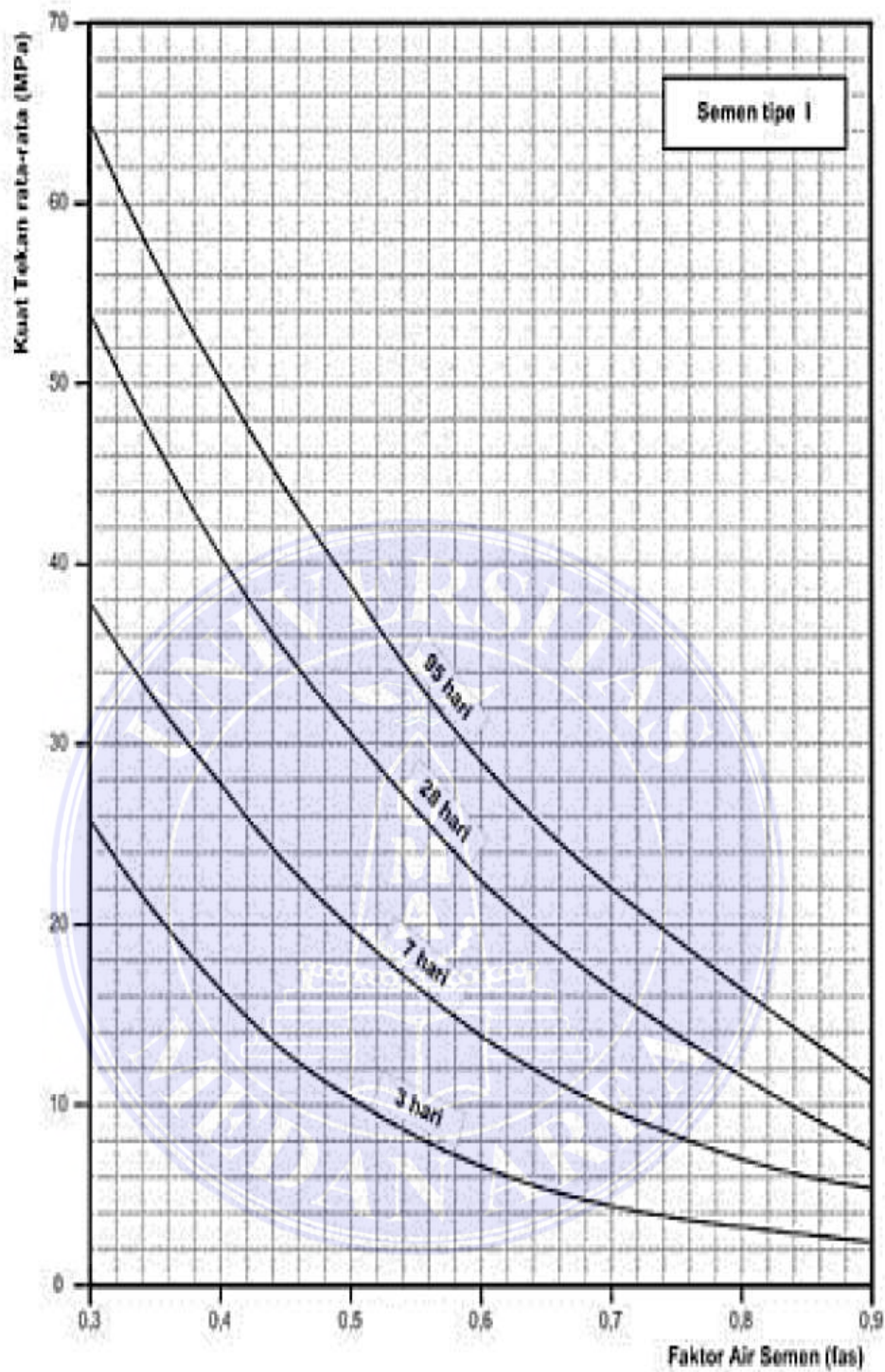
diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat menggunakan Tabel 3.4.

Bila menggunakan Gambar 3.2 atau 3.3 berikut langkah-langkah berikut:

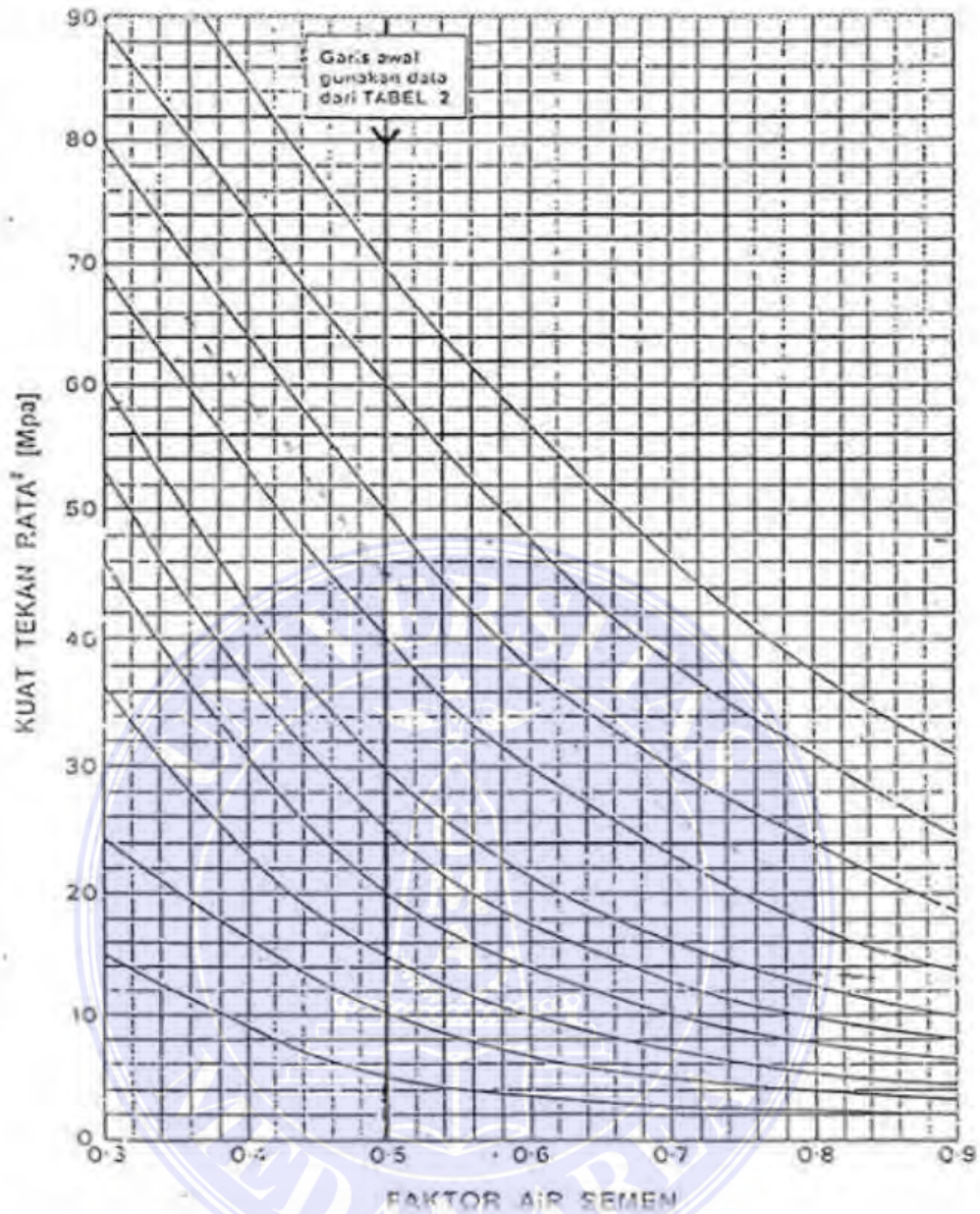
- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.4, sesuai dengan semen dan agregat yang akan digunakan;
- 2) Melihat Gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk silinder atau Gambar 3.3 untuk benda uji berbentuk kubus;
- 3) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub-poin 1;
- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub-poin 3 secara proporsional;
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub-poin 4;
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan;

Tabel 5. Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia (SNI 03-2834-2000, 2000)

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen portland Tipe I	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe I,II,V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	Kubus
Batu pecah	30	40	53	60		



Gambar 3. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm) (SNI 03-2834-2000, 2000)



Gambar 4. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI 03-2834-2000, 2000)

8. Menentukan faktor air semen maksimum (dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak).

Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari poin 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.

9. Menentukan *slump*

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan
- 2) sepertiga dari tebal pelat,
- 3) tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara tulangan-tulangan

11. Menentukan nilai kadar air bebas menurut Tabel 3.3

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) agregat tidak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada Tabel 3.3
- 2) agregat campuran (tidak dipecah dan dipech), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

Dengan:

W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.3

Tabel 6. Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaaan adukan beton. (SNI 03-2834-2000, 2000)

Ukuran Maks. Agregat (mm)	Jenis Batuan	<i>Slump</i> (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Batu tidak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tidak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tidak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan: koreksi suhu udara : untuk suhu di atas 25°C, setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m² adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin, jika tidak lihat Tabel 3.4, 3.5, 3.6 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 7. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per m ³ beton (Kg)	Nilai fas Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. terlindung dari hujan dan Terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk ke dalam tanah		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 2.10
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		Tabel 2.12
b. air laut		

(SNI 03-2834-2000, 2000)

Tabel 8. Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.a.s
	Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah g/l		40 mm	20 mm	10 mm	
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 0,1	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2-0,5	1,0-0,9	0,3-1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,5
3.	0,5-1	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,5
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
4.	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55
				Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung	330	370	420	0,45

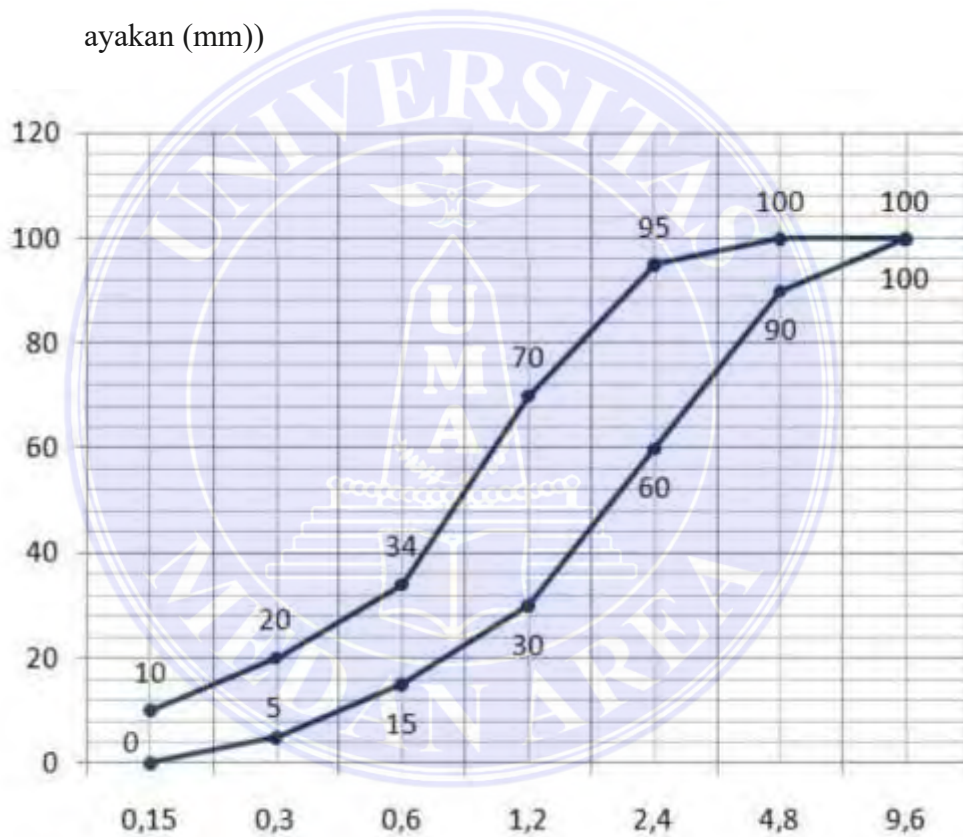
(SNI 03-2834-2000, 2000)

Tabel 9. Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000, 2000)

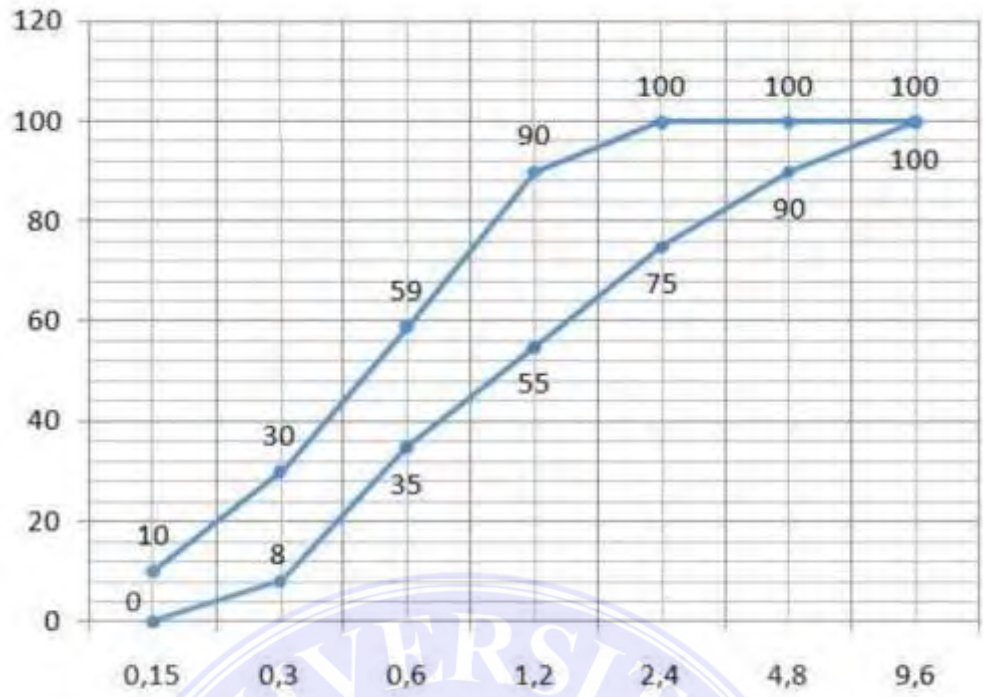
Jenis beton	Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan	Faktor air semen maks.	Tipe semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³)	
				Ukuran nominal maksimum agregat	
				40 mm	20 mm
Bertulang atau Pra tegang	Air tawar	0,50	Tipe-V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I + Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380
	Air laut	0,50	Tipe II atau Tipe V		
		0,45	Tipe II atau Tipe V		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

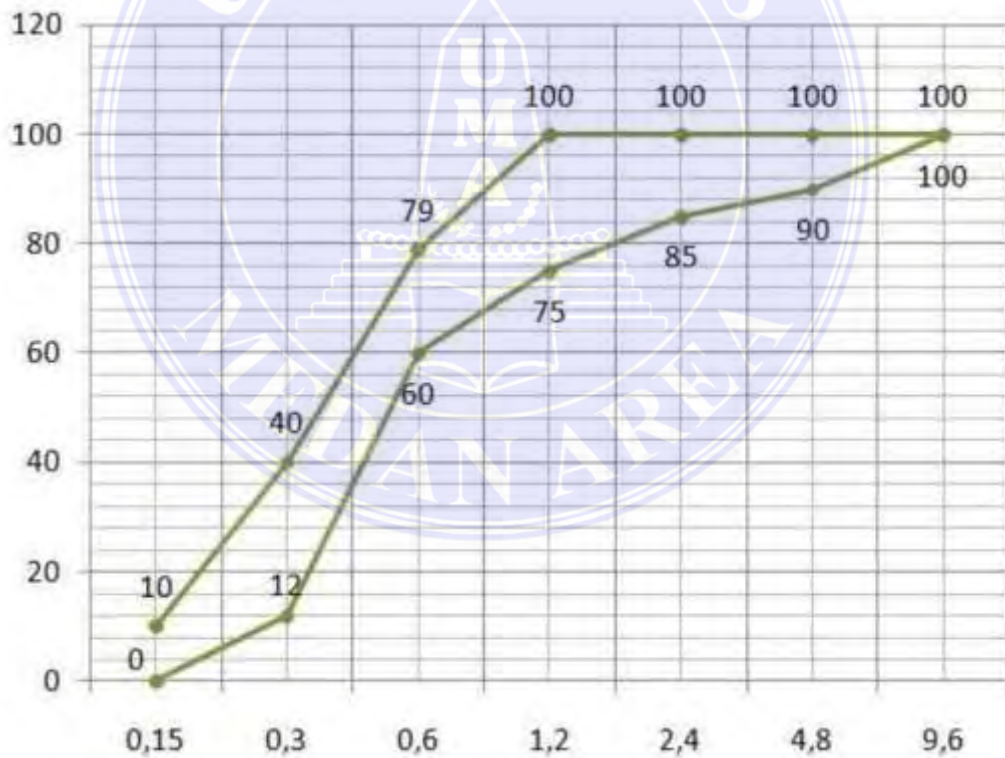
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam Gambar 3.4 sampai dengan 3.7 (ukuran mata ayakan (mm))



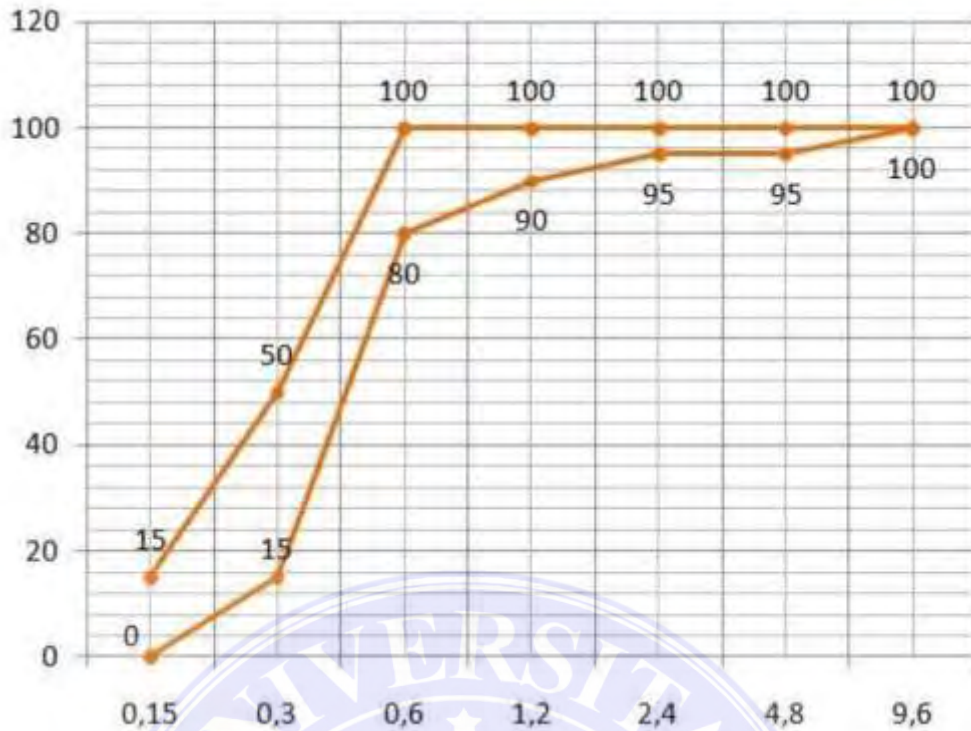
Gambar 5. Batas gradasi pasir (Kasar) No.1 (SNI 03-2834-2000, 2000)



Gambar 6. Batas Gradasi Pasir (Sedang) No.2 (SNI 03-2834-2000, 2000)

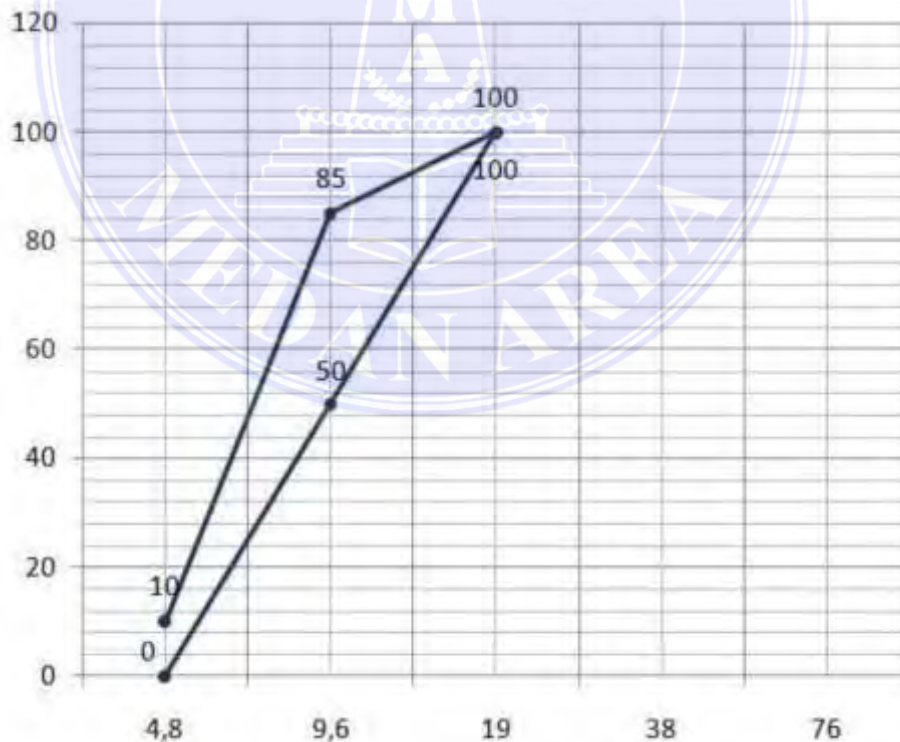


Gambar 7. Batas gradasi pasir (Agak Halus) No.3 (SNI 03-2834-2000, 2000)

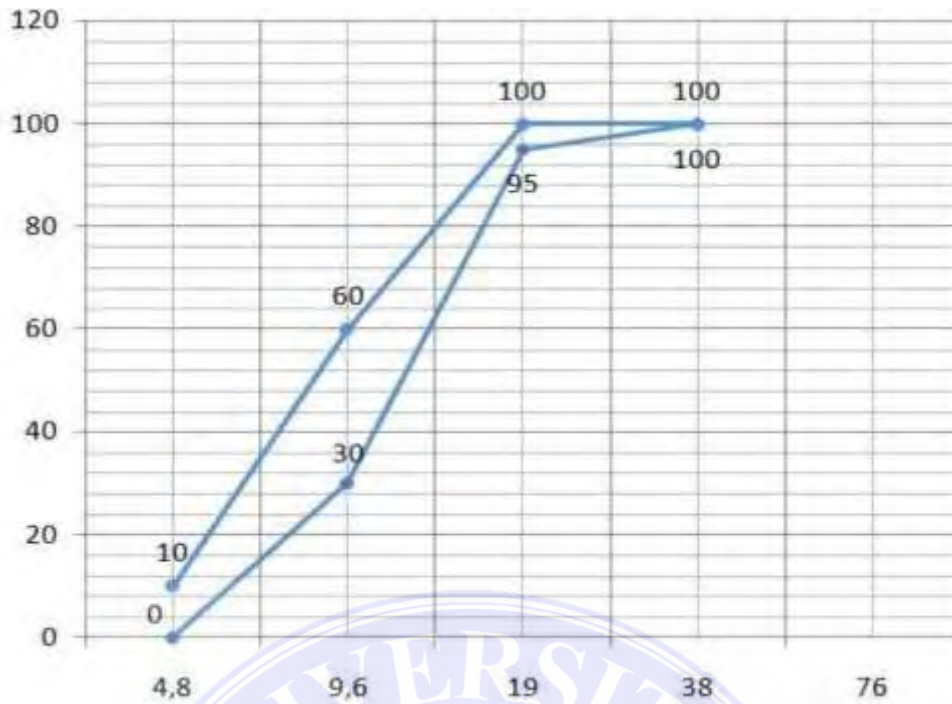


Gambar 8. Batas gradasi pasir dalam daerah No.4 (SNI 03-2834-2000, 2000)

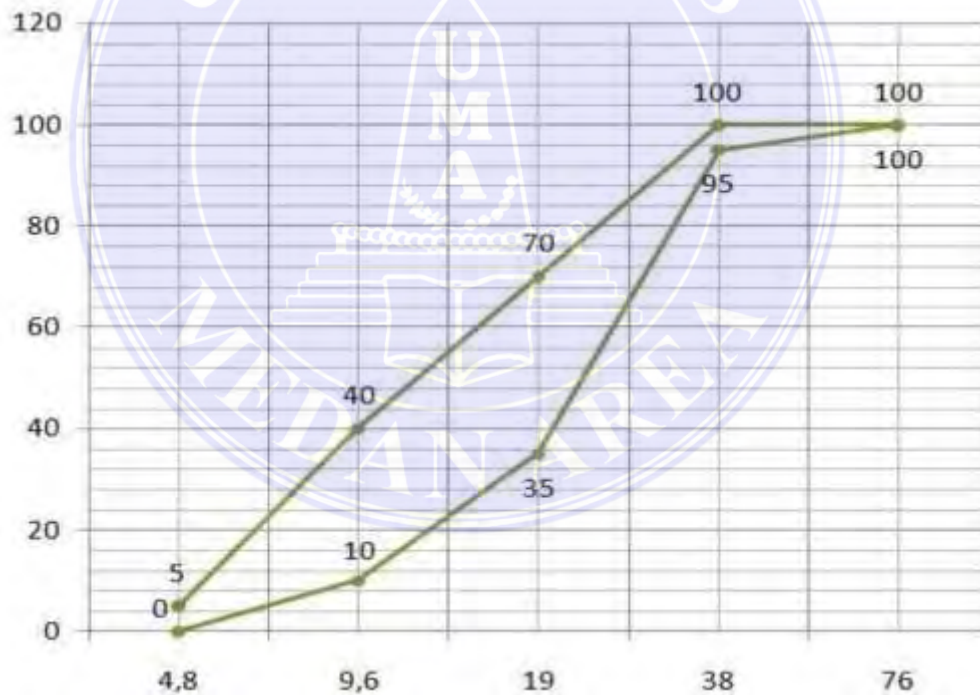
17. Menentukan susunan agregat kasar menurut Gambar 3.8, 3.9, atau 3.10.



Gambar 9. Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)



Gambar 10. Batas gradasi kerikal atau koral ukuran maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)



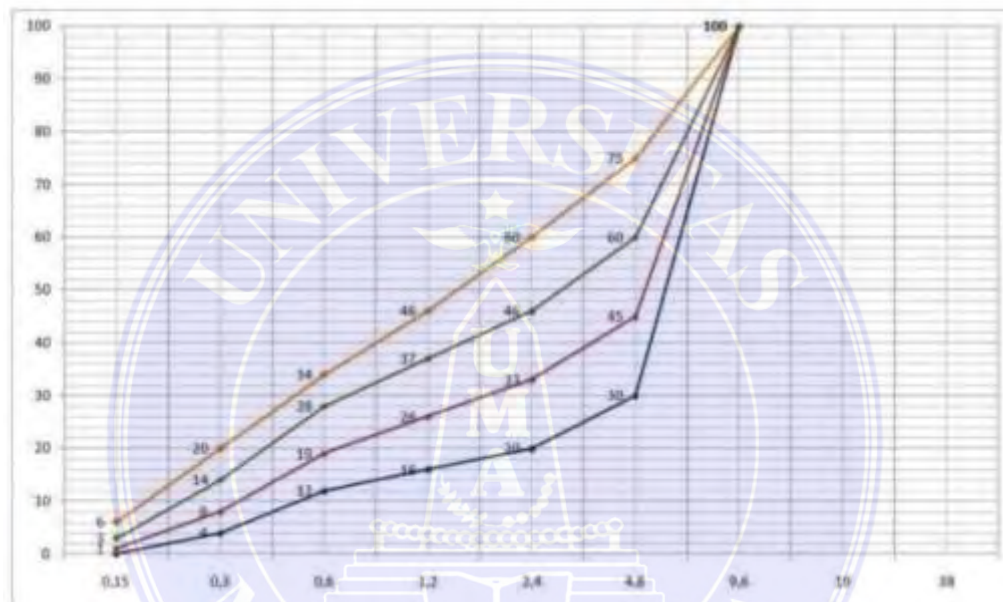
Gambar 11. Batas gradasi kerikal atau koral ukuran maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)

18. Menentukan presentase pasir dengan perhitungan atau menggunakan

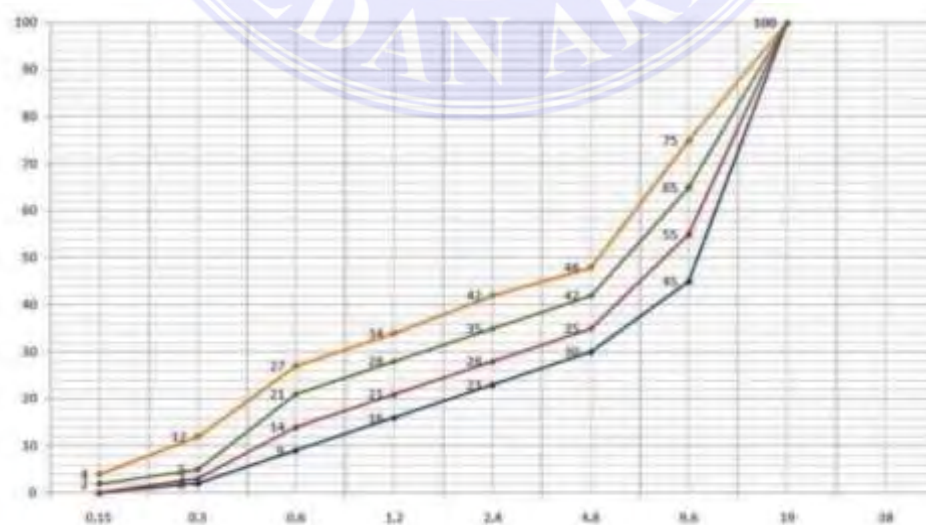
Gambar 3.13 sampai dengan 3.15; dengan diketahui ukuran butir agregat

maksimum menurut poin 10. *Slump* menurut poin 9, faktor air semen

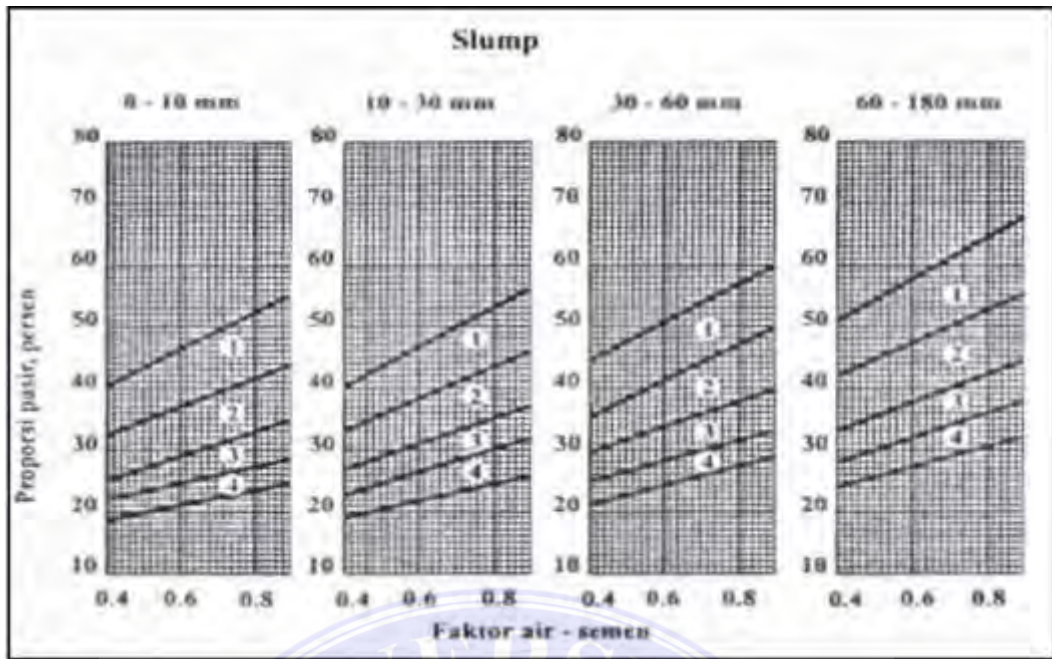
menurut poin 15 dan daerah susunan poin 16, maka jumlah presentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik. Jumlah ini adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5 mm. dalam agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia seringkali dijumpai bagian yang lebih halus dari 5 mm dalam jumlah yang lebih dari 5 persen. Dalam hal ini maka jumlah agregat halus yang diperlukan harus dikurangi.



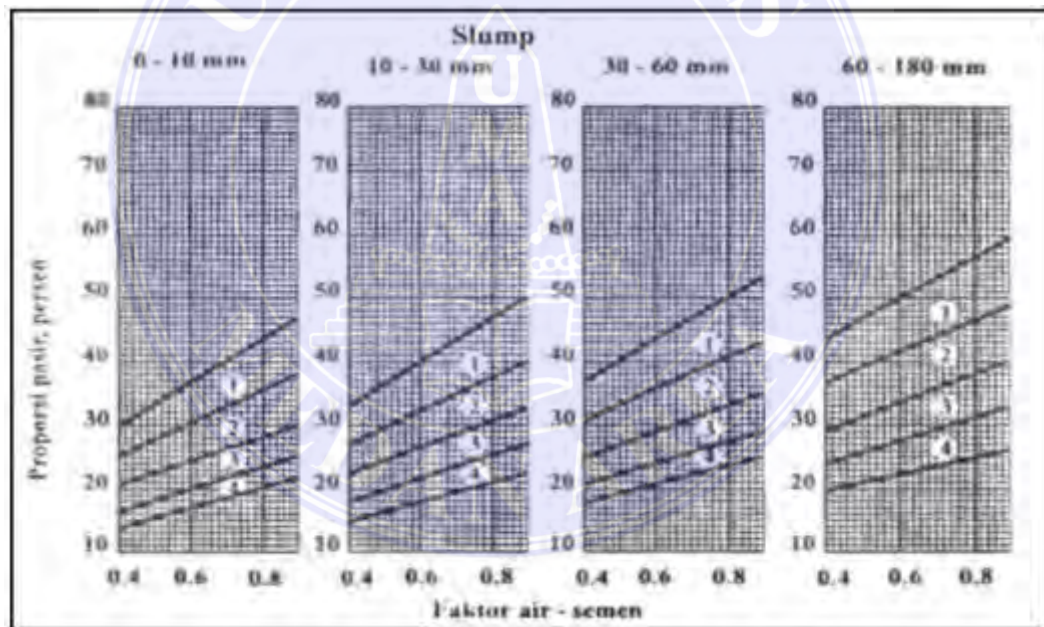
Gambar 12. Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)



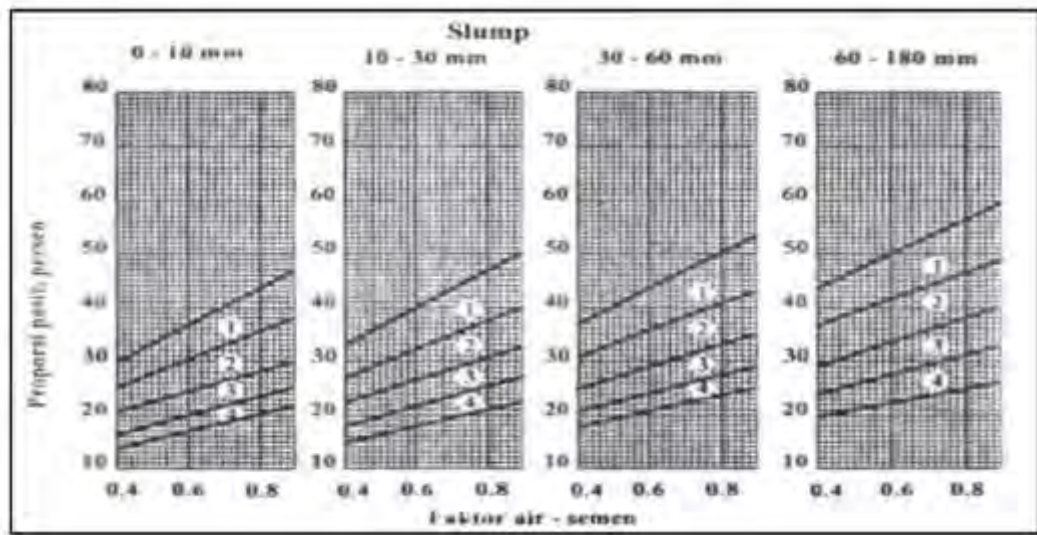
Gambar 13. Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)



Gambar 14. Persentase air terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)



Gambar 15. Persentase pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)



Gambar 16. Persentase pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000, 2000)

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

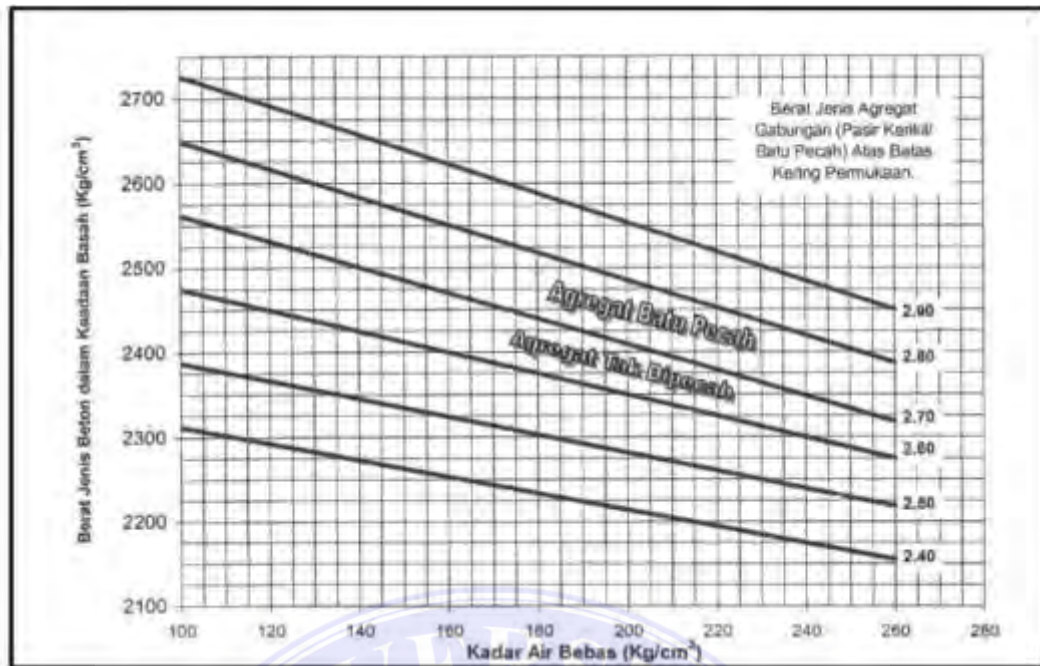
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

- Agregat tidak dipecah : 2,5
- Agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

$$BJ_{gabungan} = \%AH \times BJ_{AH} + \%AK \times BJ_{AK}$$

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.16 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.3 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut poin 18.



Gambar 17. Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834-2000, 2000)

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir poin 18 dengan agregat gabungan poin 21
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan poin 21 dikurangi kadar agregat halus poin 22; dari langkah-langkah tersebut di atas poin 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam

agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{c}{100}$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

Dengan:

B = jumlah air (kg/m³).

C = jumlah agregat halus (kg/m³)

D = jumlah agregat kasar (kg/m³)

C_a = absorpsi air pada agregat halus (%)

D_a = absorpsi air agregat kasar (%)

C_k = kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k = kandungan air dalam agregat kasar (%).

26. Membuat campuran uji, ukur dan catatlah besarnya *slump* serta kekuatan tekan yang sesungguhnya. Perhatikan hal berikut:

1). Jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan, maka susunan campuran beton tersebut dikatakan baik. Jika tidak, maka campuran perlu dikoreksi;

2) Kalau *slump* nya ternyata terlalu tinggi atau rendah, maka kadar air perlu dikurangi atau ditambah (demikian juga kadar semennya, karena faktor air semen harus dijaga agar tetap tidak berubah);

3) Jika kekuatan beton dari campuran ini terlalu tinggi atau rendah, maka faktor air semen dapat atau harus ditambah atau dikurangi sesuai dengan

Gambar 3.2 atau 3.3

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

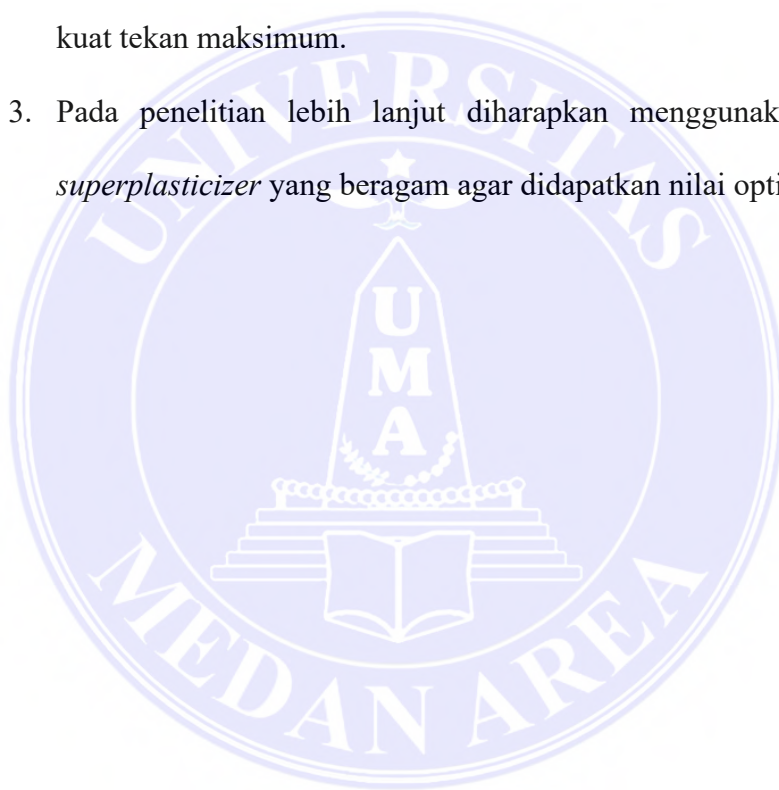
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil pengujian terhadap kuat tekan beton didapatkan hasil untuk variasi beton dengan campuran abu bonggol jagung 3% + 0.75% *superplasticizer* dan beton abu bonggol jagung 6% + 0.75% *superplasticizer* mengalami peningkatan dibandingkan dengan beton normal. Sebaliknya untuk variasi abu bonggol jagung 9% + 0.75% *superplasticizer*, beton abu bonggol jagung 12% + 0.75% *superplasticizer*, dan beton abu bonggol jagung 15% + 0.75% *superplasticizer* mengalami penurunan kuat tekannya.
2. Persentase abu bonggol jagung dan *superplasticizer* yang paling optimum sebagai bahan substitusi dalam campuran beton terdapat pada persentase abu bonggol jagung sebesar 6% dan 0,75% *superplasticizer* pada umur 7 dan 14 hari memiliki kuat tekan sebesar 19,86 Mpa dan 24,34 Mpa.
3. Penggunaan abu bonggol jagung sebagai material substitusi pada campuran beton mendapatkan pengaruh dalam berat volume beton. Semakin besar persentase abu bonggol jagung pada campuran beton maka akan menghasilkan berat volume beton yang semakin kecil.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut dalam peningkatan pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai material pengganti semen dalam campuran beton, disarankan untuk:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan abu bonggol jagung dan *superplasticizer*, agar didapat nilai persentase maksimum terhadap nilai kuat belah dan kuat tarik.
2. Perlu penambahan waktu pengujian hingga 28 hari, hingga dihasilkan kuat tekan maksimum.
3. Pada penelitian lebih lanjut diharapkan menggunakan presentase *superplasticizer* yang beragam agar didapatkan nilai optimumnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. N., Hanafie, isnaeny M., Sriwati, M., Kamba, C., & Lopian, F. E. (2021). *Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Penyusun Konstruksi)* (S. Gusty, A. Raidyarto, & Masdiana (eds.)). CV. Tohar Media.
- Dzikri, M., & Firmansyah, M. (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1–9.
- Google Earth. (2021). <https://earth.google.com/>
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Andi.
- Setyowati, E. W., & Wibowo, A. (2020). *Teknologi Beton I* (Cetakan I). Media Nusa Creative.
- Sitanggang, R., Hutabarat, N. S., & Ginting, R. (2023). Penggunaan Superplasticizer Pada Beton Mutu F'c 25 MPa. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- Surbakti, M. A. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Dan Silica Fume Terhadap Penguatan Lentur Beton. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*. <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/142>

LAMPIRAN



Lampiran 1 *Compressing Test Machine*



Lampiran 2 *Mixer Beton*



Lampiran 3 Timbangan



Lampiran 4 Cetakan silinder



Lampiran 5 Bak Perendam



Lampiran 6 Semen



Lampiran 7 Agregrat Halus



Lampiran 8 Abu Bonggol Jagung



Lampiran 9 Sekop Tangan



Lampiran 10 Besi Perojok