

**SUBSTITUSI SERBUK ARANG KAYU DAN *CITRIC ACID*
SEBAGAI *RETARDER* TERHADAP DAYA SERAP AIR PADA
BETON DAN KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

OLEH:

**BAGUS MAULANA
188110153**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/1/24

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)24/1/24

**SUBSTITUSI SERBUK ARANG KAYU DAN *CITRIC ACID*
SEBAGAI *RETARDER* TERHADAP DAYA SERAP AIR PADA
BETON DAN KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

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



Oleh:

**BAGUS MAULANA
188110153**

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi Substitusi Serbuk Arang Kayu dan *Citric Acid* Sebagai
 Retarder Terhadap Daya Serap Air Pada Beton dan Kuat
 Tekan Beton.
Nama Bagus Maulana
NPM 188110153
Fakultas Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Ir. Nurmaidah, M.T
Pembimbing

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

Tika Ernita Wulandari, 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



Materai

Bagus Maulana
188110153

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Bagus Maulana
NPM : 188110153
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 : Substitusi Serbuk Arang Kayu Dan *Citric Acid* Sebagai *Retarder* Terhadap Daya Serap Air Pada Beton Dan 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


(Bagus Maulana)

ABSTRAK

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak dikembangkan dalam teknologi bahan konstruksi yang tersusun dari campuran homogen yang terdiri dari semen, air, agregat, zat additive dan jika diperlukan bahan tambah atau pengganti, sangat diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan limbah-limbah alam. Untuk mengetahui pengaruh *filler* limbah alam terhadap kuat tekan beton maka dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan pengganti berupa serbuk arang kayu yang bersumber dari pembongkaran rumah kayu dan penggunaan *zat retarder* yaitu *Citric Acid*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara. Dengan menggunakan metode dan langkah-langkah yang dilakukan seperti saat praktikum beton. Setelah penelitian, diketahui kuat tekan beton normal 22,38 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 10% didapat kuat tekan 23,27 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 15% didapat kuat tekan 23,26 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 10% + *retarder* 0,4% didapat kuat tekan 23,34 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 15% + *retarder* didapat kuat tekan 23,46 MPa. Sedangkan untuk penyerapan air terjadi kenaikan pada 10% yang didapat sebesar 0,64% dan terjadi penurunan pada 10% + *retarder* 0,4% didapat sebesar 0,25%. Dari hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa penggunaan *filler* limbah arang kayu dapat mempengaruhi kuat tekan beton, terjadi kenaikan pada penyerapan air dan penurunan nilai slump pada penambahan serbuk arang kayu 15%, *retarder* dapat mengurangi penyerapan air pada beton normal ditambah serbuk arang kayu.

Kata Kunci: Beton; Serbuk Arang Kayu; *Citric Acid*; Daya Serap Air; Kuat Tekan.



ABSTRACT

Concrete is one of the most widely developed construction materials in construction material technology composed of homogeneous mixtures consisting of cement, water, aggregate, additive or substitute if it is needed, it is necessary a construction technology that can reduce natural exploitation and can utilize natural waste . To find out the effect of natural waste filler on concrete compressive strength, the research was done by using a substitute of wood charcoal powder which was sourced from demolition of wooden house and the use of retarder substance is Citric Acid. This research was conducted at Civil Engineering Laboratory of Islamic University of North Sumatra. By using methods and steps taken as during concrete laboratory work. After the research, it is known that normal concrete compressive strength 22,38 MPa, normal concrete plus 10% charcoal powder of wood obtained by compressive strength 23,27 MPa, normal concrete plus 15% charcoal powder of wood obtained with compressive strength 23,26 MPa, plus 10% wood charcoal powder + 0.4% retarder got compressive strength 23,34 MPa, normal concrete plus 15% wood charcoal + retarder got compressive strength 23,46 MPa. As for the absorption of water occurs a 10% increase obtained by 0.64% and a decrease of 10% + 0.4% retarder obtained by 0.25%. From the result of the research, it can be concluded that the use of wood charcoal waste filler can influence the compressive strength of concrete, there is an increase of water absorption and slump value decrease in the addition of 15% wood charcoal powder, retarder can reduce water absorption in normal concrete plus wood charcoal powder.

Keywords: Concrete; Charcoal Powder; Citric Acid; Absorption of Water; Compressive Strength.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 01 Desember 1996 dari Ayah Kasimin dan Ibu Nengrum. Penulis merupakan putra ke 2 dari 3 bersudara. Tahun 2014 Penulis lulus dari SMA Swasta Eria 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 Sisingamangaraja.

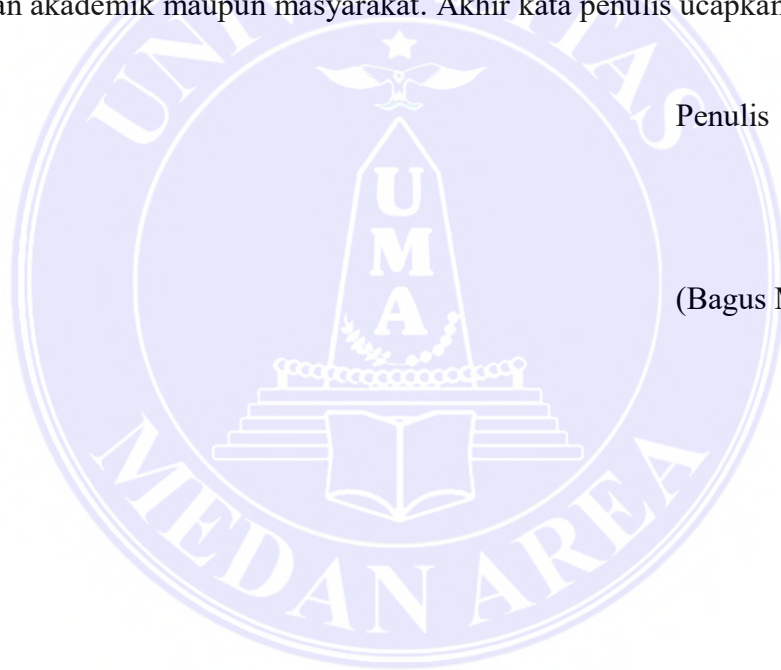


KATA PENGHANTAR

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 “Substitusi Serbuk Arang Kayu Dan *Citric Acid* Sebagai *Retarder* Terhadap Daya Serap Air Pada Beton Dan Kuat Tekan Beton”. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, 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 teman-teman se-angkatan 2018 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

(Bagus Maulana)



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGHANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.3.1 Maksud Penelitian	3
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Beton	6
2.3. Semen <i>Portland</i>	8
2.4. Agregat.....	11
2.5. Air	18
2.5 Bahan Tambah (<i>Admixture</i>)	20
2.5.1 Serbuk Arang Kayu	22
2.5.2 <i>Zat Retarder</i>	23
2.5.3 <i>Citric Acid</i>	24
2.6 <i>Slump</i>	24
2.7 Kuat Tekan Beton	25
2.8 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
3.2 Sistematika Penelitian	39
3.3 Flow Chart.....	41
3.4 Perencanaan Campuran Beton.....	42
3.5 Tahapan Penelitian.....	42

3.5.1	Persiapan.....	42
3.5.2	Pemeriksaan Kadar Air.....	42
3.5.3	Pembuatan Benda Uji.....	45
3.5.4	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Hasil dan Analisa Pemeriksaan Agregat.....	47
4.1.1	Pemeriksaan Agregat Halus.....	47
4.1.2	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	50
4.2	Rancangan Campur dan Kebutuhan Bahan.....	53
4.2.1	<i>Mix Design</i> Beton Normal.....	53
4.3	Penyerapan Air Pada Beton.....	53
4.3.1	Penyerapan Air Pada Beton Normal.....	53
4.3.2	Penyerapan Air Pada Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 10%.....	54
4.3.3	Penyerapan Air Pada Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 15%.....	55
4.3.4	Penyerapan Air Pada Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 10% + Citric Acid 0,4%.....	56
4.3.5	Penyerapan Air Pada Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 15% + Citric Acid 0,4%.....	57
4.4	Kuat Tekan Beton.....	59
4.4.1	Kuat Tekan Beton Normal.....	60
4.4.2	Kuat Tekan Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 10%.....	60
4.4.3	Kuat Tekan Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 15%.....	61
4.4.4	Kuat Tekan Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 10% + <i>Citric Acid</i> 0,4%.....	62
4.4.5	Kuat Tekan Beton <i>Filler</i> Serbuk Arang Kayu 15% + <i>Citric Acid</i> 0,4%.....	63
4.5	Pembahasan.....	65
BAB V PENUTUP.....		67
5.1	KESIMPULAN.....	67
5.2	SARAN.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)	13
Tabel 3. Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).....	17
Tabel 4. Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).....	20
Tabel 5. Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-2000).....	28
Tabel 6. Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).	28
Tabel 7. Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).....	30
Tabel 8. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834- 2000).....	31
Tabel 9. Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834-2000).....	32
Tabel 10. Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).....	33
Tabel 11. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus (Hasil Penelitian) 47	47
Tabel 12. Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan batas Zona 2 (Hasil Penelitian).	48
Tabel 13. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus (Hasil Penelitian).....	48
Tabel 14. Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan (Hasil Penelitian).....	49
Tabel 15. Hasil pengujian kadar air agregat halus. (Hasil Penelitian).....	49
Tabel 16. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. (Hasil Penelitian).	50
Tabel 17. Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maksimal 40 mm. (Hasil Penelitian).	51
Tabel 18. Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar. (Hasil Penelitian).....	51
Tabel 19. Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. (Hasil Penelitian).....	52
Tabel 20. Hasil pengujian kadar air agregat kasar (Hasil Penelitian).....	52
Tabel 21. Perencanaan Beton (Hasil Pengujian).	53
Tabel 22. Hasil pengujian penyerapan air beton normal (Hasil Penelitian).....	54
Tabel 23. Hasil pengujian penyerapan air beton campuran serbuk arang kayu 10% (Hasil Penelitian).	55
Tabel 24. Hasil pengujian penyerapan air beton campuran serbuk arang kayu 15% (Hasil Penelitian).	56
Tabel 25. Hasil pengujian penyerapan air beton campuran serbuk arang kayu 10% + <i>Citric Acid</i> 0,4% (Hasil Penelitian).	57
Tabel 26. Hasil pengujian penyerapan air beton campuran serbuk arang kayu 15% + <i>Citric Acid</i> 0,4% (Hasil Penelitian).	58
Tabel 27. Hasil pengujian kuat tekan beton normal (Hasil Penelitian).	60
Tabel 28. Hasil pengujian kuat tekan beton <i>filler</i> serbuk arang kayu 10% (Hasil Penelitian).	61

Tabel 29. Hasil pengujian kuat tekan beton <i>filler</i> serbuk arang kayu 15% (Hasil Penelitian).	62
Tabel 30. Hasil pengujian kuat tekan beton <i>filler</i> serbuk arang kayu 10% + <i>citric acid</i> 0,4% (Hasil Penelitian).....	63
Tabel 31. Hasil pengujian kuat tekan beton <i>filler</i> serbuk arang kayu 15% + <i>citric acid</i> 0,4% (Hasil Penelitian).	64

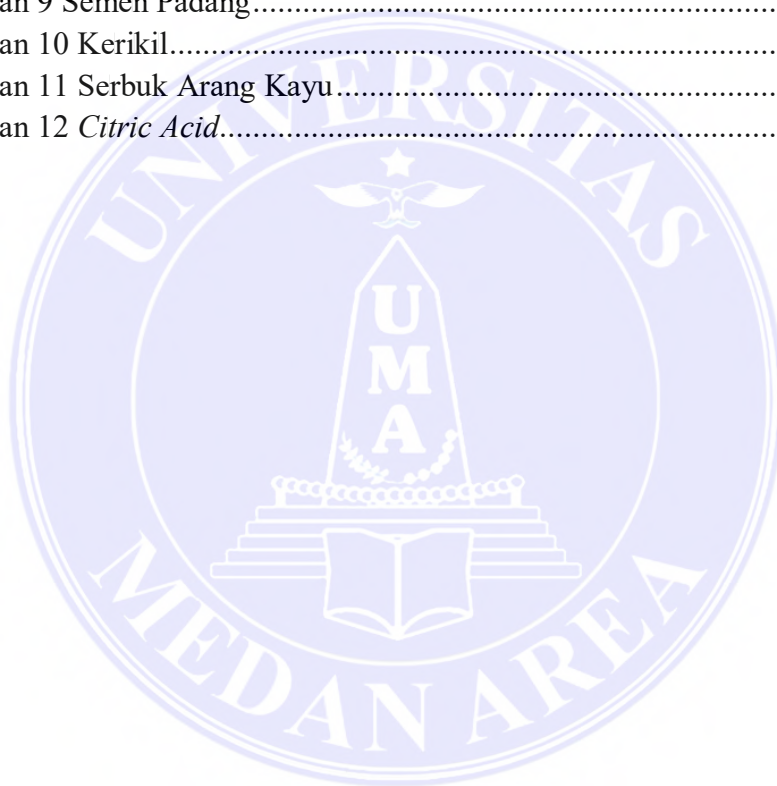


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834 2000).	13
Gambar 2. Grafik daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000).	14
Gambar 3. Grafik daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-2000).	14
Gambar 4. Grafik daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-2000).	15
Gambar 5. Grafik daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-2000).	15
Gambar 6. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI 03-2834-2000).	30
Gambar 7. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).	34
Gambar 8. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).	35
Gambar 9. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).	35
Gambar 10. Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).	37
Gambar 11. Bagan alir penelitian	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Timbangan.....	69
Lampiran 2 <i>Compressing Test Machine</i>	69
Lampiran 3 Mesin Molen / <i>Mixer</i>	70
Lampiran 4 Cetakan Silinder.....	70
Lampiran 5 Kerucut <i>Abrams</i>	70
Lampiran 6 Penggaris / Mistar	71
Lampiran 7 Besi Perojok.....	71
Lampiran 8 Pasir Binjai	72
Lampiran 9 Semen Padang.....	72
Lampiran 10 Kerikil.....	72
Lampiran 11 Serbuk Arang Kayu.....	73
Lampiran 12 <i>Citric Acid</i>	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan dalam era ini sangatlah pesat, terutama dalam bidang konstruksi. Di Indonesia itu sendiri pembangunan terus diupayakan dalam bentuk pembangunan infrastruktur bagi perekonomian di Indonesia. Disamping itu dikarenakan semakin meningkatnya industri konstruksi, maka semakin banyak pula kebutuhan akan penggunaan beton untuk menunjang industri konstruksi itu sendiri.

Beton dibutuhkan dalam setiap konstruksi ketekniksipilan. Indonesia merupakan salah satu negara yang dominan menggunakan beton sebagai bahan material. Hal ini dapat ditandai dengan peningkatan konsumsi semen pada setiap tahunnya. Menurut data dari Asosiasi Semen Indonesia (ASI) pasar semen di pulau Jawa konsumsi semen pada periode Januari – September 2017 mengalami peningkatan 11,3% menjadi 26,96 juta ton semen dari periode yang sama ditahun 2016 yaitu 24,23 juta ton.

Disisi lain industri konstruksi juga terlibat dalam masalah limbah yang dihasilkan baik itu karena pekerjaan renovasi, pembongkaran ataupun kegiatan yang berhubungan dengan konstruksi. Misalnya, campuran beton, batu bata, ubin atau keramik hasil pembongkaran, atau sisa-sisa kayu, kaca dan plastik ketika proses pembangunan.

Pada daerah tempat tinggal penulis yaitu, desa Glugur Rimbun Gunung Tinggi kecamatan Pancur Batu kabupaten Deli Serdang, terdapat suatu pabrik yang memproduksi bahan kusen, pintu, serta furniture lainnya yang terbuat dari kayu. Pada setiap pengolahan kayu terdapat sisa-sisa dari pemotongan dan

penggajian yang hanya ditumpuk dan terkadang dibakar begitu saja. Dalam hal ini penggunaan limbah serbuk arang kayu dalam pembuatan beton diharapkan dapat menjadi bahan yang mengutamakan mutu serta dapat menjadi suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan limbah-limbah alam.

Serbuk arang kayu memiliki 85% sampai 98% karbon dan sisanya abu serta bahan kimia lainnya termasuk bahan kimia seperti silika (SiO_2) yang dibutuhkan pada beton dalam proses hidrasi kimia. Arang juga mempunyai kadar serap air yang tinggi tergantung dari proses karbonisasi tersebut.

Retarder juga digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton saat cuaca panas atau pada keadaan yang memerlukan penundaan penempatan beton. Walaupun demikian, retarder tidak mengakibatkan penurunan kekuatan beton, bahkan kekuatan dapat sedikit meningkat. Ada jenis retarder yang berupa zat kandungan kimiawi seperti "*ligno-sulphonates*" dengan kandungan gula yang tinggi. Retarder juga memiliki akibat sampingan yang dapat menimbulkan kerugian yaitu berupa perlambatan yang berlebihan (*excessive retardation*) bila memakai kadar yang melampaui batas normal yang diijinkan (*over dosage*). Bahan adiktif retarder umumnya merupakan senyawa *polihidroksil*, dimana *polihidroksil* ini bisa didapat dari uraian *monosakarida*.

Citric acid atau asam sitrat adalah asam organik lemah yang secara alami terdapat pada buah-buahan seperti jeruk, nenas dan pear (*citrus*). *Citric acid* memiliki rumus kimia $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ atau $\text{HOC}(\text{CO}_2\text{H})(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$. *Citric acid* termasuk dalam asam *hydro-carboxylic*. *Citric acid* diproduksi melalui fermentasi dari bahan yang mengandung *glukosa* dan *sukrosa*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Seberapa besarkah serapan air yang terjadi pada beton substitusi dengan serbuk arang kayu?
2. Seberapa besarkah kuat tekan beton yang di substitusi dengan serbuk arang kayu?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini ialah penulis memanfaatkan limbah serbuk kayu yang terdapat pada suatu pabrik kusen dan pintu yang kemudian diolah menjadi serbuk dalam bentuk arang dan dicampur dalam *mix design* beton untuk selanjutnya akan diuji daya serap air dan kuat tekan beton tersebut.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui daya serap air dari substitusi serbuk arang kayu dan *citric acid* terhadap beton.
- 2) Untuk mengetahui kuat tekan beton dari substitusi serbuk arang kayu dan *citric acid* terhadap beton.

1.4 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan masalah penelitian, maka terdapat pembatasan lingkup masalah. Permasalahan yang akan dilingkup adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kuat tekan beton normal yang disubstitusikan dengan limbah arang kayu sebagai filler semen untuk membandingkan hasilnya.
2. Penggunaan serbuk arang kayu yaitu, 10%, 15%, dan 0,4% retarder dalam pembuatan beton untuk mengetahui nilai pada slump dan kekuatan tekan beton.
3. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) dengan mutu beton K-250.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan ketahanan dan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan campuran Serbuk Arang Kayu dan *Citric Acid* dengan persentase yang telah ditentukan dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap penggunaan pekerjaan, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Metode	Kesimpulan	Link
Joko Purnomo, Ida Nugroho Saputro, Sri Sumarni 2021	Pengaruh Penggunaan <i>Citri Acid</i> sebagai <i>Retarder</i> pada Beton Terhadap Waktu Pengikatan Semen, Kelecakan Beton Segar dan Kuat Tekan Beton	SNI 03-1972-2008, SNI 03-1974-2011	Penggunaan <i>citric acid</i> sebagai <i>retarder</i> dengan kadar penambahan yang bervariasi berpengaruh terhadap waktu ikat semen, kuat tekan beton, serta kelecakan beton segar. Dan didapatkan variasi optimal penambahan <i>citric acid</i> sebagai <i>retarder</i> terhadap nilai kuat tekan beton yaitu variasi penambahan 0,15% dari berat semen dengan hasil kuat tekan beton rata-rata 48,46 Mpa.	http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1080509&val=10975&title=
Adi Subandi, 2021	Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Arang Sebagai Bahan	SNI 03-2834-2000	Adukan beton yang diberi serbuk arang kayu yang telah dihaluskan sebagai pengganti semen diperoleh hasil pengujian slump yang semakin menurun tapi	https://ejournal.unsub.ac.id/index.php/FTK/article/view/1207/967

Addictive masih masuk ke dalam
 Pengganti slump rencana dan pada
 Semen Pada pengujian kuat tekan
 Campuran mengalami penurunan
 Beton Mutu setiap komposisi arang
 K-225 kayu yang dicampurkan
 semakin besar.

Rilly	Analisis	SNI 03-	Dapat disimpulkan bahwa	https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/download/16745/9646
Augustin	Pengaruh	2834-2000,	pengaruh penambahan	
Amilia, Utari	Serbuk Kayu	SNI 1972-2008	limbah serbuk kayu dalam penelitian ini telah	
Sriwijaya	Sebagai Bahan		mencapai standar mutu $f'c$	
Minaka, 2022	Tambah Agregat Halus		yang direncanakan dan dapat digunakan dalam campuran beton pada	
	Terhadap Kuat Tekan Beton		konstruksi struktur ringan.	

2.2. Beton

Beton merupakan bahan campuran yang komposisi utamanya terdiri dari beberapa material dan campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Beton digunakan dalam dunia ketekniksipilan seperti pada pembuatan pondasi, kolom, balok, plat lantai, bending, bendungan, maupun gorong-gorong. Sebagai elemen struktur beton terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen *portland* dan air yang darinya pasta tersebut akan

mengisi rongga kosong diantara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar dicorkan.

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air tahan aus, tahan cuaca (panas,dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasanya kecil, elastisitasnya (modulus elastisitas) tinggi. (Pustaka, 2012).

Campuran beton yang baik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Kekuatan (*strength*) tinggi, sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.
- 2) Tahan lama (*awet*), yaitu mempunyai sifat tahan terhadap perkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- 3) Kemudahan pengerjaan (*workability*), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran beton untuk diaduk, dituangkan dan dipadatkan. (Umum, 1996).

Pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar (Nugraha, Paul,2007),. Jadi kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton dengan jumlah semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*), sedangkan beton dengan jumlah semen yang banyak disebut beton gemuk (*rich concrete*) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 1. Komposisi bahan pembentuk beton (Murdock dan Brook, 1999).

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat kasar dan halus	60 – 80
Semen	7 – 15
Air	14 – 21
Udara	1 – 8

Menurut (Mulyono. T, 2004) Beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan.

Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu: (Teori, 2016)

1. Kelebihan :

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- Mampu memikul beban yang berat.
- Tahan terhadap temperatur tinggi.
- Biaya pemeliharaan yang kecil.

2. Kekurangan :

- Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah.
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- Berat.
- Daya pantul suara yang besar.

2.3. Semen *Portland*

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air hal ini disebut dengan hidrasi, sehingga terjadi proses pembekuan yang membentuk material batu padat dan setelah pembekuan material tersebut akan mempertahankan kekuatan dan stabilitas bahkan didalam air. Salah satu jenis

semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen portland, terbuat dari campuran Kalsium (Ca), Silika (SiO_2), Alumunia (Al_2O_3) dan Oksida Besi (Fe_2O_3). Kalsium bisa didapatkan dari setiap bahan yang mengandung kapur. Menurut ASTM C150 (1985), semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari Kalsium, Sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986 atau SII.0013-81 yang diadopsi dari ASTM C150 (1985).

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

1. Semen Abu atau semen portland adalah bubuk (*bulk*) berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur / gamping dengan kadar Kalsium tinggi yang diolah dalam tanur dengan suhu 1400°C dan dengan tekanan yang tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan persentase kandungannya terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe I sampai tipe V.
2. Semen Putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), sebagai i atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) murni.
3. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
4. *Mixed* dan *Fly Ash Cement* adalah campuran semen abu dengan Pozzolan buatan (*fly ash*). Pozzolan buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari

pembakaran batu bara yang mengandung Amorphous Silica, Aluminium, dan Oksida lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Berdasarkan persentase kandungan penyusun, semen portland terdiri dari 5 tipe yaitu:

1. Semen *Portland* Tipe I adalah semen *portland* umum (*normal portland cement*) yang digunakan dalam konstruksi beton secara umum dan tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Semen *Portland* Tipe II adalah semen *portland* yang mempunyai panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Semen ini digunakan pada bangunan drainase dengan sulfat agak tinggi, dinding penahan tanah tebal yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen *Portland* Tipe III adalah semen *portland* dengan kekuatan awal yang tinggi (*high early strenght portland cement*). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan serta dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* Tipe IV adalah semen *portland* dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya.

Pertumbuhan kekuatannya lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi tinggi.

5. Semen *Portland* Tipe V adalah semen *portland* yang tahan Sulfat (*sulfat resisting portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus yang digunakan hanya untuk bangunan yang terkena Sulfat, seperti di tanah/air yang kadar Alkalinya tinggi.

2.4. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, rapat, dan variasi dalam perilaku (Nawy, 1998). Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a) Agregat Halus (pasir alami dan buatan)

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).

Syarat Mutu Agregat Halus menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F yaitu:

- 1) Butirannya tajam, kuat dan keras
- 2) Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.

3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:

- Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 %
- Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%

4) Agregat halus tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.

5) Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.

6) Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 - 3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Sisa di atas ayakan 4,8 mm, mak 2 % dari berat
- Sisa di atas ayakan 1,2 mm, mak 10 % dari berat
- Sisa di atas ayakan 0,30 mm, mak 15 % dari berat

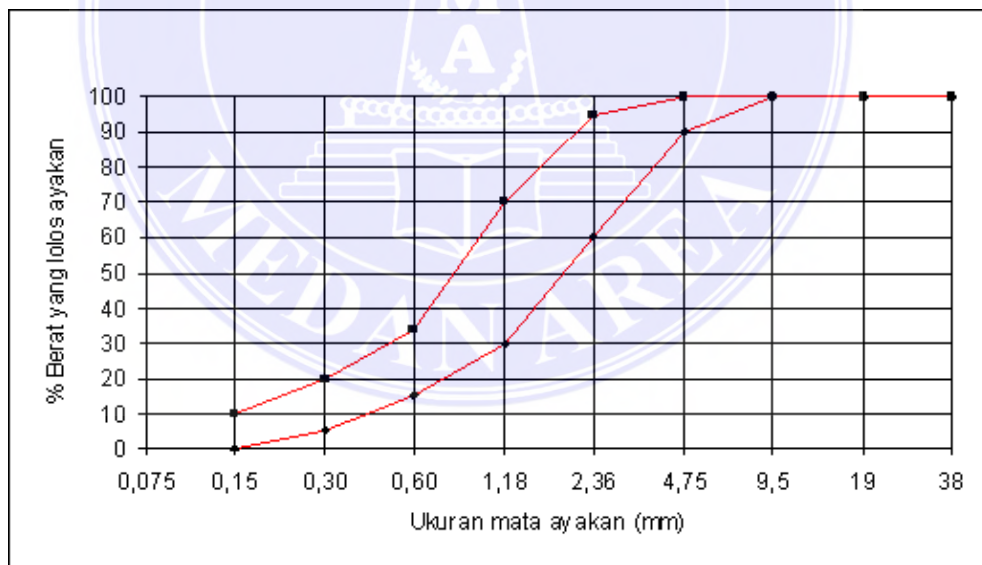
7) Tidak boleh mengandung garam.

SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam Tabel 2.1.

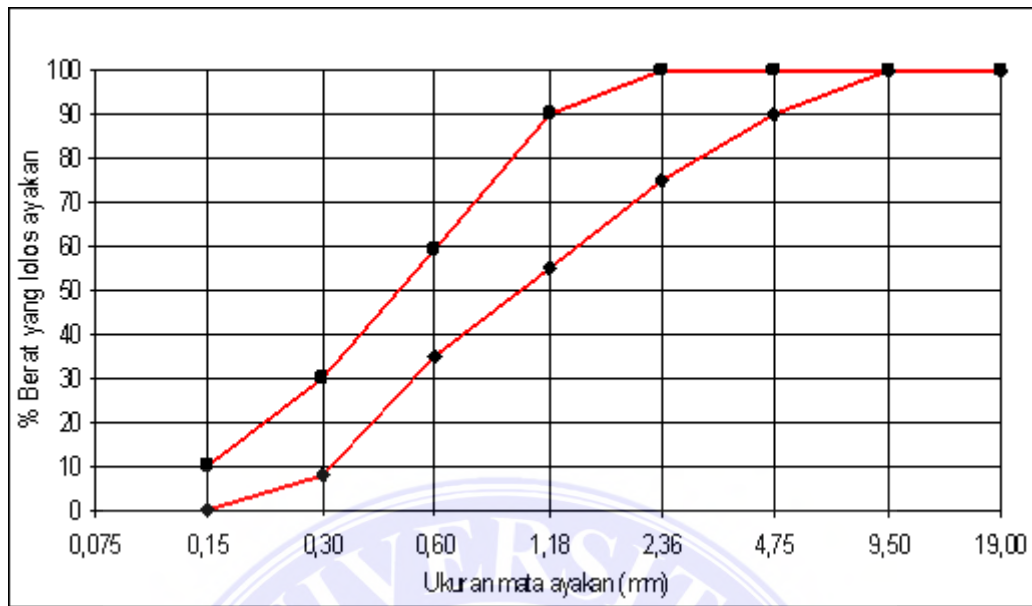
Tabel 1. Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

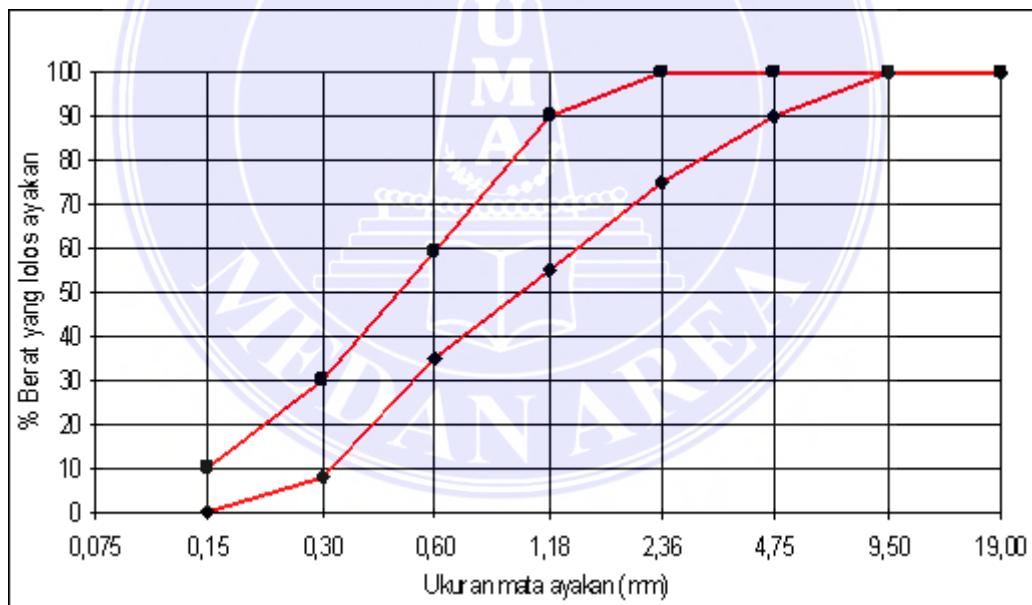
Keterangan:- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.



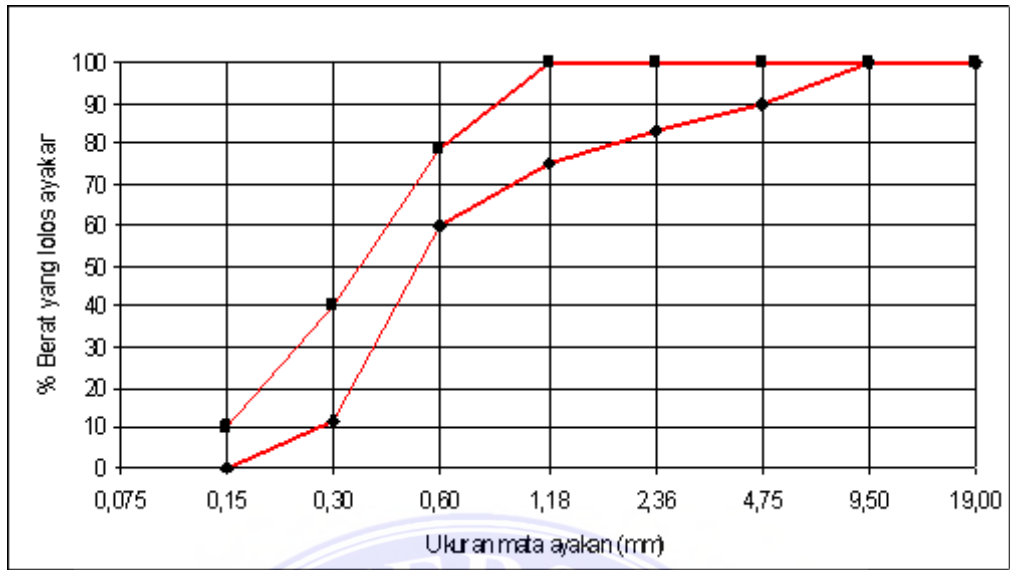
Gambar 1. Grafik daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834 2000).



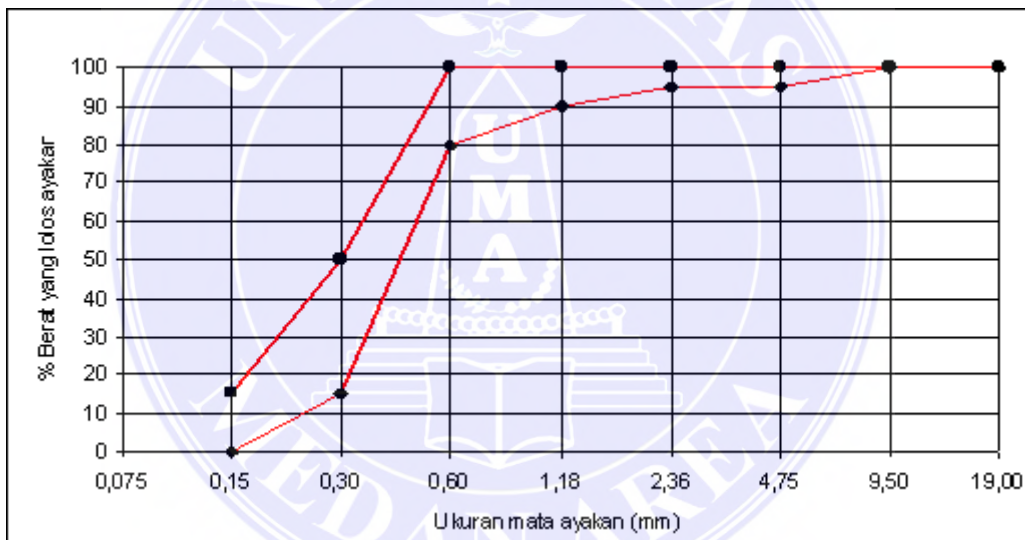
Gambar 2. Grafik daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000).



Gambar 3. Grafik daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-2000).



Gambar 4. Grafik daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-2000).



Gambar 5. Grafik daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-2000).

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI, agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.

b) Agregat Kasar

Agregat Kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).

Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

Menurut ASTM C33 (1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.

- d. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ dari tebal plat atau $3/4$ dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2. Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 ($1/2$ in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100

Syarat Mutu Agregat Kasar menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F yaitu:

- 1) Butirannya tajam, kuat dan keras
- 2) Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- 3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 %.
 - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%.
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 1 %. Apabila lebih dari 1 % maka kerikil harus dicuci.
- 5) Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.

- 6) Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7,10 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
- Sisa di atas ayakan 38 mm, harus 0 % dari berat
 - Sisa di atas ayakan 4,8 mm, 90 % - 98 % dari berat
 - Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan, mak 60% dan min 10% dari berat.
- 7) Tidak boleh mengandung garam.

2.5. Air

Air diperlukan oleh beton untuk terjadinya proses hidrasi, sangat menentukan kemudahan dalam pekerjaan pencampuran dan menentukan kekuatan dari beton. Perbandingan jumlah air dan semen (fas) sangat mempengaruhi mutu beton dimana semakin besar perbandingan jumlah air terhadap semen, maka beton akan semakin mudah dikerjakan tetapi mutu beton akan semakin rendah. Air yang kotor dapat mempengaruhi pengikatan semen, pengurangan kekuatan beton dan bisa menimbulkan korosi pada tulangan beton, sehingga sebaiknya air yang digunakan untuk pencampuran beton memakai air tawar yang memenuhi persyaratan untuk diminum.

Menurut Edward G. Nawy (2008) penggunaan air dalam suatu campuran beton biasanya berkisar antara 150-200 kg/m³ dan beton yang kuat dapat diperoleh dengan menggunakan air yang konsisten dan workability yang maksimal.

Menurut SNI 03-2834-2000, proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan- bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.

Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam Aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion Klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:

Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

Berikut adalah Tabel 2.4 yang menjelaskan tentang konsentrasi maksimum kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan:

Tabel 3. Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

Kandungan Unsur kimia	Konsentrasi (Maksimum)
Chloride	
a. Beton prategang	500 ppm
b. Beton bertulang	1000 ppm
Alkali ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ k}_2\text{O}$)	600 ppm
Sulfat (SO_4)	1000 ppm
Total solid	50000 ppm

SKSNI mensyaratkan air yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan sebagai berikut:

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan klorida (CL) tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_3 .
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.

2.5 Bahan Tambah (*Admixture*)

Admixture atau Aditif adalah material tambahan yang sering digunakan pada pembuatan campuran beton cor *ready mix* yang terbuat dari kimia, zat

tambahan ini dicampurkan setelah air, semen, dan kerikil, yang ditambahkan ke beton atau mortar sebelum atau selama pencampuran.

Secara umum, beton terbuat dari campuran semen portland, agregat dan air. Dengan bahan-bahan tersebut, beton telah memenuhi syarat sebagai bahan bangunan yang kuat. Akan tetapi, untuk mendapatkan sifat khusus sesuai kebutuhan, campuran beton harus ditambah dengan zat campuran khusus selama proses pengadukan. Bahan tersebut dinamakan *admixture*.

Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kekedapan terhadap air. Menurut SK SNI S-18-1990- 03 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, 1990), bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu:

1. Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.
2. Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
3. Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah

permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.

4. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

2.5.1 Serbuk Arang Kayu

Sifat kimia arang terdiri dari unsur C, H, O dan komponen non organik (mineral). Komposisi unsur tersebut didalam arang tergantung dari proses karbonisasi, suhu dan metode karbonisasi. Dibandingkan dengan kayu nilai kalor arang menjadi lebih tinggi yaitu berkisar 6.760 – 7.860 kal/gr untuk kadar air 5-6% variasi nilai kalor banyak disebabkan oleh komposisi kimia dari kayu dan proses karbonisasi.

Komposisi kimia dari abu arang terdiri atas senyawa kimia yaitu:

- 1) *Alumina* (Al_2O_3) sebesar 10,9%
- 2) *Kalsium Oksida* (CaO) sebesar 19,2%
- 3) *Ferr Trioksida* (Fe_2O_3) sebesar 7,5%
- 4) *Magnesium Oksida* (MgO) sebesar 10,3%
- 5) *Potasium Pentaoksida* (P_2O_5) sebesar 1,7%
- 6) *Kalium Oksida* (K_2O) sebesar 1,1%
- 7) *Silika* (SiO_2) sebesar 36,5%

Kayu yang berat jenis tinggi umumnya menghasilkan arang dengan nilai kalor yang tinggi. Arang juga mempunyai kadar serap air 16% tergantung dari

jenis larutannya. Sifat *higroskopis* menurun dengan meningkatnya suhu karbonisasi. Kadar kering udara arang berkisar antara 5-7% kadar air dipengaruhi oleh proses karbonisasi, yaitu jumlah udara, suhu maupun lamanya proses pengarangan. Tidak dipengaruhi oleh berat jenis bahan baku. Arang juga memiliki kadar abu yang terjadi dari pembakaran sempurna arang, kadar abu dipengaruhi proses karbonisasi terutama suhu maksimum dan lamanya pengarangan. Kadar abu bervariasi antara 1-4% tetapi kadang bisa lebih misalnya arang dari kulit kayu.

2.5.2 Zat Retarder

Retarder atau *Retarding Admixtures* adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan semen (*setting time*) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan (*workable*) untuk waktu yang lebih lama (ASTM C494). Untuk beton yang tidak dibuat di lokasi penuangan diperlukan *retarder*. Pasalnya, proses pengikatan campuran beton memakan waktu sekitar 1 jam, jika proses pencampuran sampai penuangan membutuhkan waktu lebih dari 1 jam maka perlu ditambahkan *admixture*. Zat kimia yang dapat ditambahkan antara lain gula, *sukrosa*, *glukosa*, *citric acid*, dan *tartaric acid*.

Pada penelitian ini menggunakan campuran *Mix Design* K-175 tanpa bahan tambahan *retarder* dan dengan bahan tambahan *retarder* pada dosis 1%, 2% dan 4% dari berat semen. Setiap kelompok campuran dilakukan uji slump test dan membuat benda uji silinder pada waktu tertentu yaitu pada saat dituang 0 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit setelah dituang, dengan perendaman selama 7, 14. Setiap umur perendaman dilakukan pengujian tekan dengan menggunakan alat *compressive strength test* lalu dianalisis dengan metode deskriptif. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase *zat additive* Retarder menunjukkan semakin tinggi nilai slump, sebaliknya semakin tinggi persentase *zat additive* semakin rendah kuat tekannya.

2.5.3 *Citric Acid*

Citric acid adalah asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus *Citrus* (jeruk-jerukan) yang bisa menjadi *zat pembersih* ramah lingkungan.

Citric acid merupakan asam organik yang termasuk dalam asam *hydro-carboxylic*. Menurut Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Nomor 22/SE/M/2015 tentang pedoman penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dalam beton, Asam *hydro-carboxylic* dapat digunakan sebagai *retarder*.

Pada temperatur kamar, asam sitrat berbentuk serbuk kristal berwarna putih. Serbuk kristal tersebut dapat berupa bentuk *anhydrous* (bebas air), atau bentuk monohidrat yang mengandung satu molekul air untuk setiap molekul asam sitrat. Bentuk *anhydrous* asam sitrat mengkristal dalam air panas, sedangkan bentuk monohidrat didapatkan dari kristalisasi asam sitrat dalam air dingin. Bentuk monohidrat tersebut dapat diubah menjadi bentuk *anhydrous* dengan pemanasan di atas 74°C. Secara kimia, asam sitrat bersifat seperti asam karboksilat lainnya. Jika dipanaskan di atas 175 °C, asam sitrat terurai dengan melepaskan karbon dioksida dan air.

2.6 *Slump*

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (mudah dikerjakan atau *workable*) dari

campuran beton segar (*fresh concrete*). Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Dalam standar SNI 03-1972-2008 tentang tata cara uji slump dijelaskan bahwa nilai slump sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, akan tetapi berbanding terbalik dengan kekuatan beton.

1. *True Slump*. Hasil ini ditunjukkan dengan penurunan permukaan beton yang terjadi sama rata di semua bagian. Ini merupakan hasil tes yang diinginkan (benar).
2. *Shear Slump*. Hasil ini ditunjukkan dengan adanya satu sisi dari puncak kerucut yang jatuh ke bawah. Ini adalah indikasi adukan beton tidak memiliki kohesi.
3. *Collapse Slump*. Hasil ini ditunjukkan dengan seluruh bagian beton yang berbentuk kerucut runtuh total. Ini merupakan indikasi bahwa campuran air di dalam adukan beton terlalu banyak.
4. *Zero Slump*. Pada hasil *zero slump*, adukan beton benar-benar tidak berubah dari bentuk cetakannya. Beton ini terlalu kaku dan hampir tidak bisa digunakan.

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian kuat tekan beton biasanya dilakukan pada material beton segar yang berbentuk kubus atau silinder, di mana material beton ini sudah mewakili campuran beton.

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan.

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui SNI-1974-2011 tentang cara uji kuat tekan dengan benda uji silinder. Uji kuat tekan beton umumnya dilakukan pada beton usia 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, kemudian hasil uji diambil dari nilai rata-rata paling tidak 2 beton yang di uji.

Badan Standar Nasional (2011), bahwa bahan pembuatan benda uji kuat tekan harus memenuhi ketentuan syarat sebagai berikut :

- a. Semen sesuai dengan SNI 15-2049-1990, semen portland, mutu dan cara uji.
- b. Air sesuai SNI 03-6861.1-2002, spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan non logam).
- c. Bahan tambahan sesuai dengan SNI 03-2495-1991, spesifikasi bahan tambahan untuk beton.
- d. Agregat sesuai dengan SNI 03-1750-1990 agregat beton, mutu dan cara uji

Rumus yang digunakan untuk mencari kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$ = kuat tekan beton (N/mm²)

P = bebantekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Kekuatan beton yang sebenarnya tidak sama dengan kekuatan yang diukur

saat pengujian dilakukan. Kuat tekan ini sendiri dipengaruhi oleh:

- 1) Efek dari jenis dan jumlah semen Semakin banyak jumlah semen yang terdapat dalam campuran, maka kuat tekan beton akan semakin tinggi.
- 2) Efek dari agregat
 - a) Kekuatan beton meningkat seiring peningkatan dari modulus
 - b) kehalusan dari agregat halus, yang menggambarkan ukuran dari agregatnya.
 - c) Agregat kasar dengan tekstur permukaannya yang kasar serta bersudut seperti granit dan kapur dapat meningkatkan kekuatan beton sampai 20% dibanding dengan menggunakan batu kali dengan rasio air-semen yang sama
- 3) Efek dari rasio air-semen Rasio air-semen adalah perbandingan antara berat air dan semen dalam campuran beton. Kekuatan optimum dapat dicapai bila jumlah air campuran cukup untuk proses hidrasi, namun ketika kadar air meningkat, dengan jumlah semen yang tetap, maka rongga yang ada semakin besar dan kuat tekannya akan menurun.
- 4) Pengaruh rongga udara (void) Peningkatan kandungan air akan meningkatkan void dalam beton sehingga daya tahan, impermeabilitas dan kuat tekan menjadi berkurang.
- 5) Keuntungan dari curing Beton memiliki kekuatan yang semakin besar seiring dengan waktu dan curing yang baik. Curing yang baik dapat menjaga kelembaban suhu serta mengontrol hidrasi dari beton.

2.8 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S)

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 2.5. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar dengan bahan uji coba kurang dari 15, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari $(f'_c + 12 \text{ MPa})$.

Tabel 4. Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-2000).

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f'_c + 12 \text{ MPa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Perhitungan nilai tambah (margin) dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 5. Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Hampir Memuaskan	3,5
Sangat Baik	4,2
Baik	5,6
Sedang	6,5

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Kurang	7,0

4. Kuat tekan rata-rata perlu f_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan rumus:

$$f_{cr} = f_c + m$$

f_{cr} = kuat tekan rata-rata perlu, MPa

f_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis semen portland

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diperoleh dari Gambar 2.6.

8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai slump.

Penetapan nilai *slump* ditentukan, berupa 0 - 10 mm, 10 - 30 mm, 30 - 60 mm atau 60 - 180 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

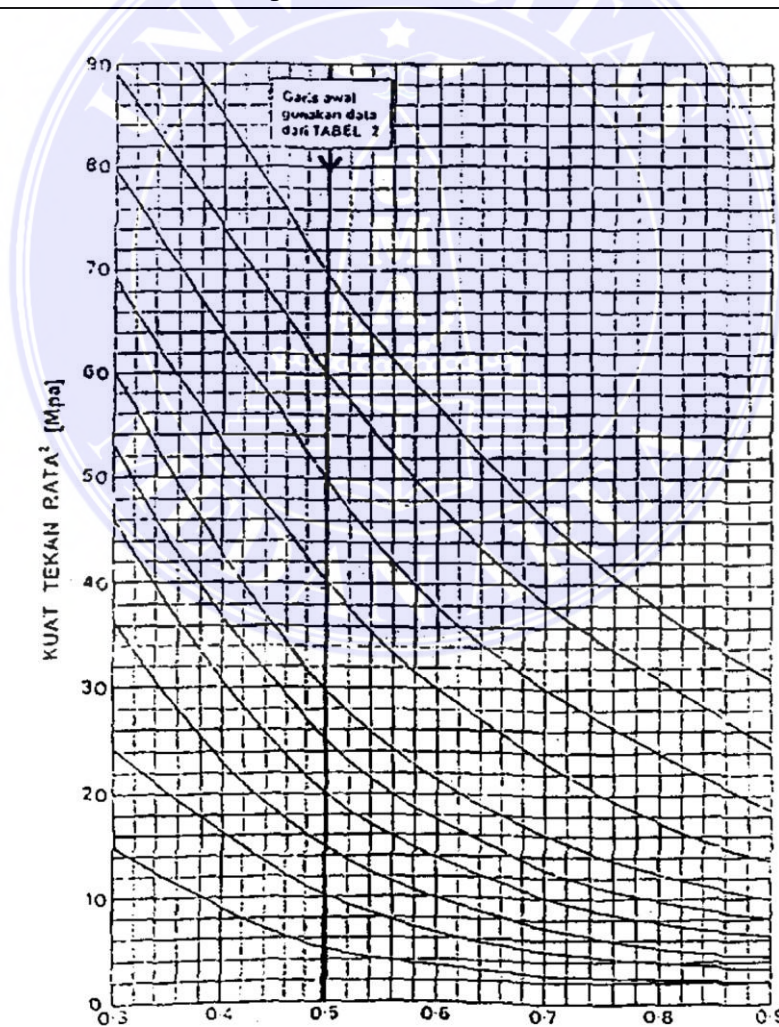
Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10

mm, 20 mm atau 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas, kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.7

Tabel 6. Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205



Gambar 6. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI 03-2834-2000).

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut Pers 2.2

$$2/3 W_h + 1/3 W_k \tag{2.2}$$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan Pers

2.3.

$$W_{s_{mn}} = 1/F_{as} * W_{air} \tag{2.3}$$

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

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

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.8, 2.9, dan 2.10. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 7. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834- 2000).

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

Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.10
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.11
b. Air laut		2.11

Tabel 8. Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834-2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A. S
	SO ₃ dalam air tanah g/l				Mm	Mm	Mm	
	Dalam Tanah							
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	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
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55

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	0,50
4.	1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	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

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

Jenis beton	Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan	Faktor air 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
		0,50	Tipe II atau Tipe V		
	Air laut	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.

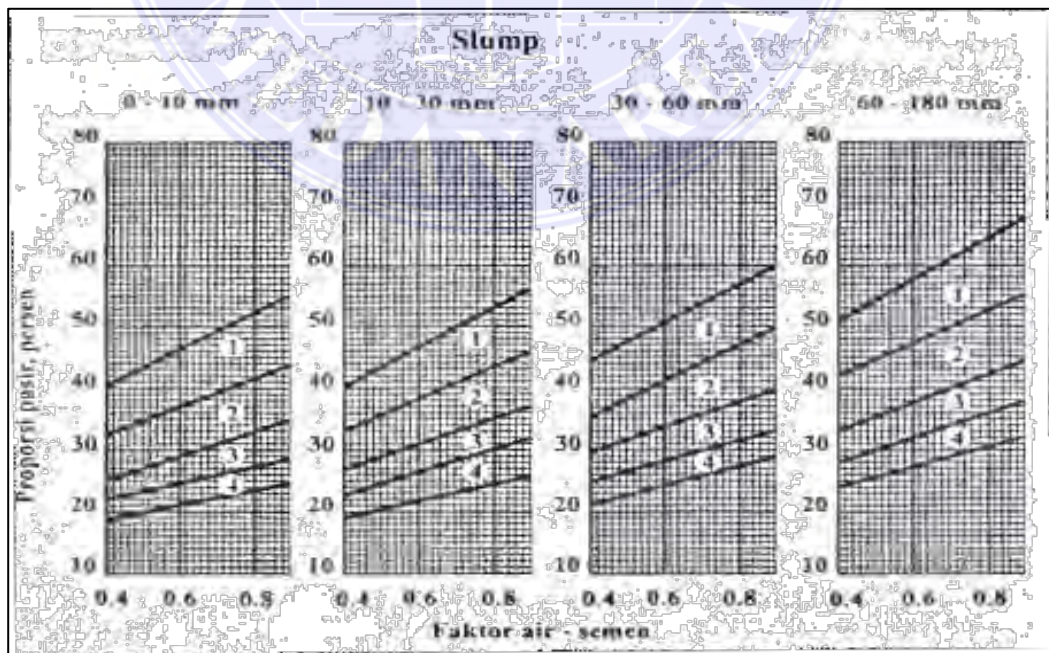
16. Penetapan jenis agregat halus:

Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1), agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).

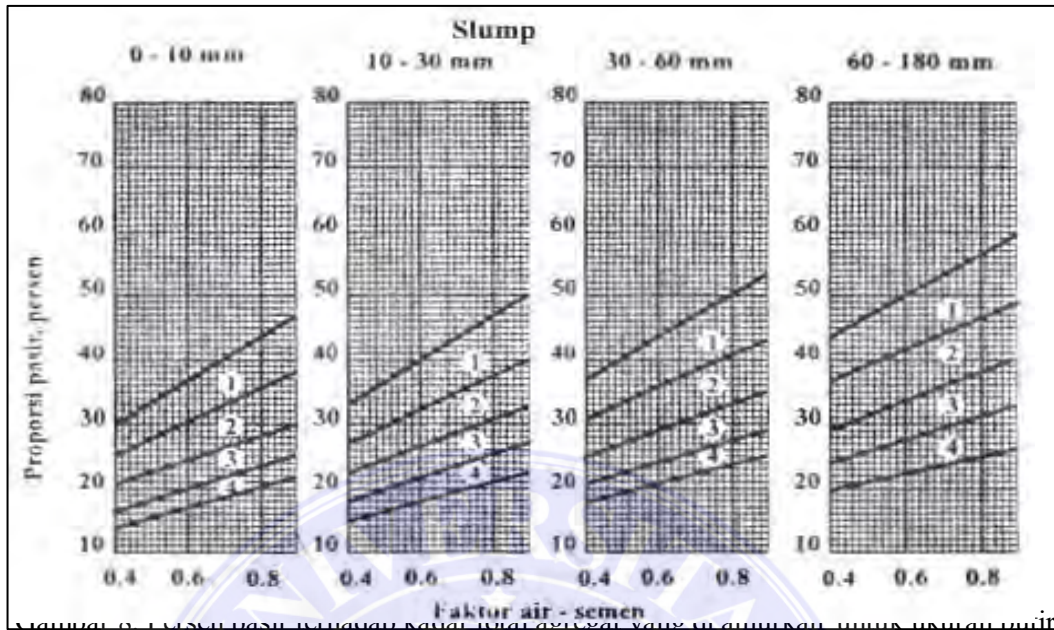
17. Penetapan jenis agregat kasar.

18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

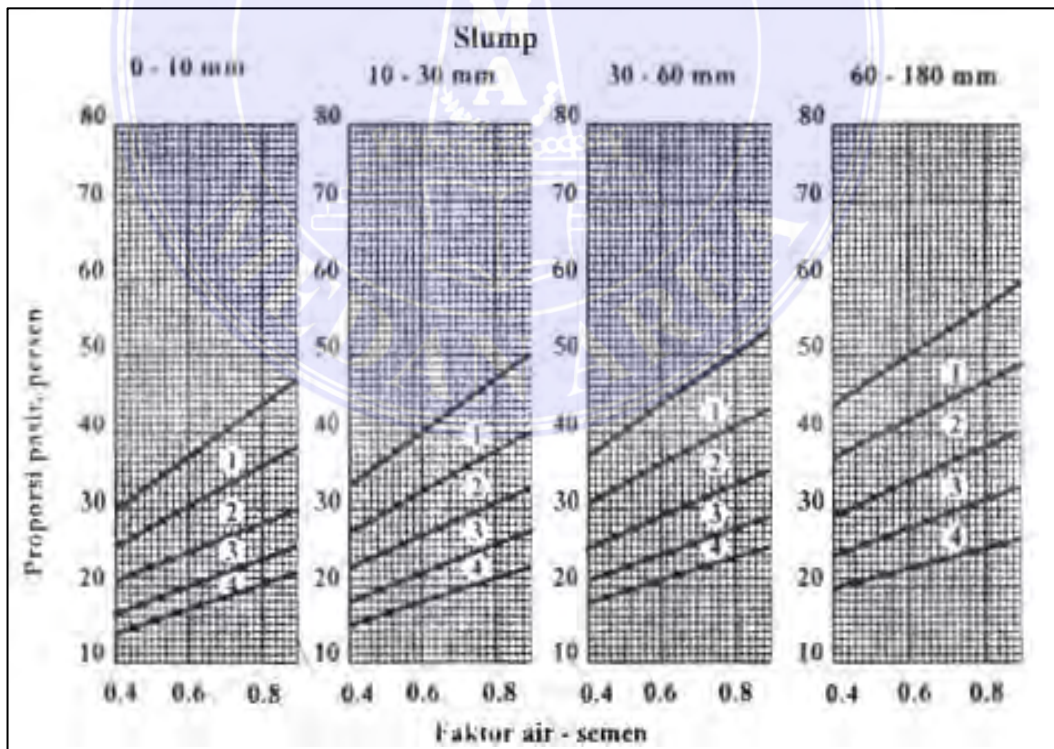
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar



Gambar 7. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 8. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 9. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung pada Pers 2.4.

$$B_j \text{ camp} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk} \quad (2.4)$$

Dimana:

$B_j \text{ camp}$ = berat jenis agregat campuran

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.10.

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran. Kebutuhan berat agregat campuran dihitung pada Pers 2.5.

$$W_{agr,camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.5)$$

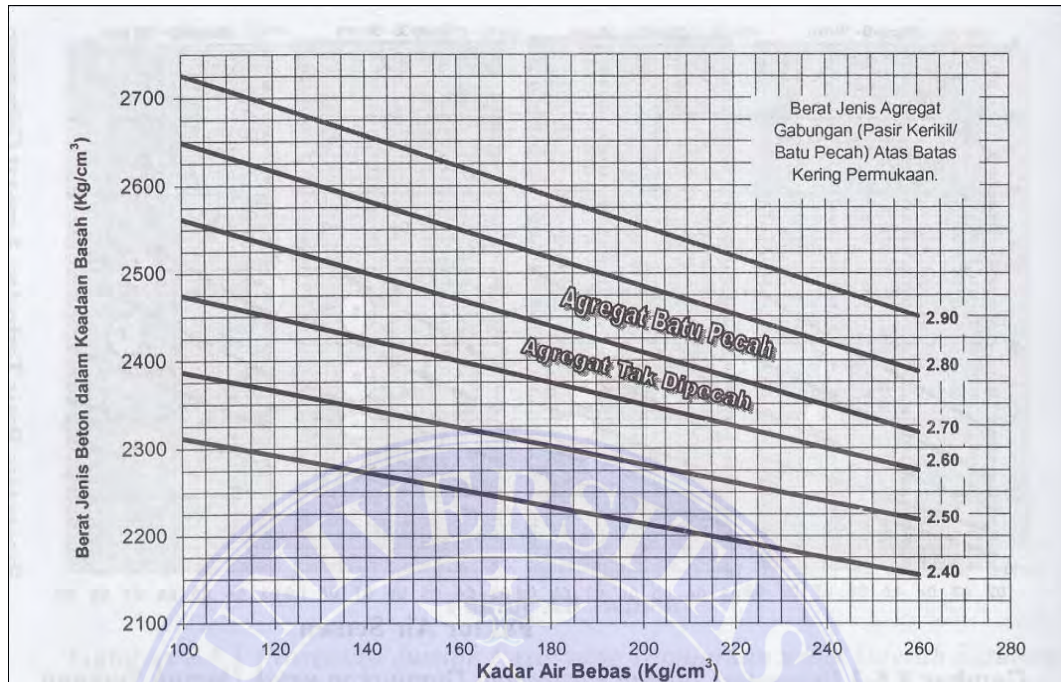
Dengan:

$W_{agr,camp}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg/m^3)

W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg/m^3)

W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg/m^3)



Gambar 10. Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

22. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat halus dihitung pada Pers 2.6.

$$W_{agr,h} = K_h \times W_{agr,camp} \quad (2.6)$$

Dengan:

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung pada Pers 2.7.

$$W_{agr,k} = K_k \times W_{agr,camp} \quad (2.7)$$

Dengan :

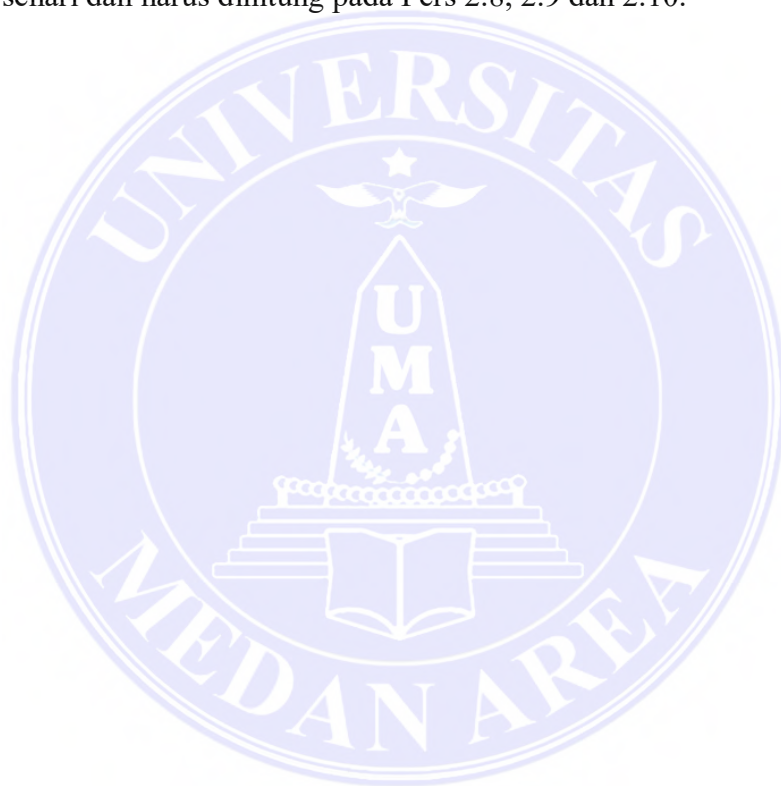
K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering

permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan. Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung pada Pers 2.8, 2.9 dan 2.10.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Dalam penentuan lokasi penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Universitas Islam Sumatera Utara yang dilakukan pada awal bulan September sampai akhir bulan September 2023.

3.2 Sistematika Penelitian

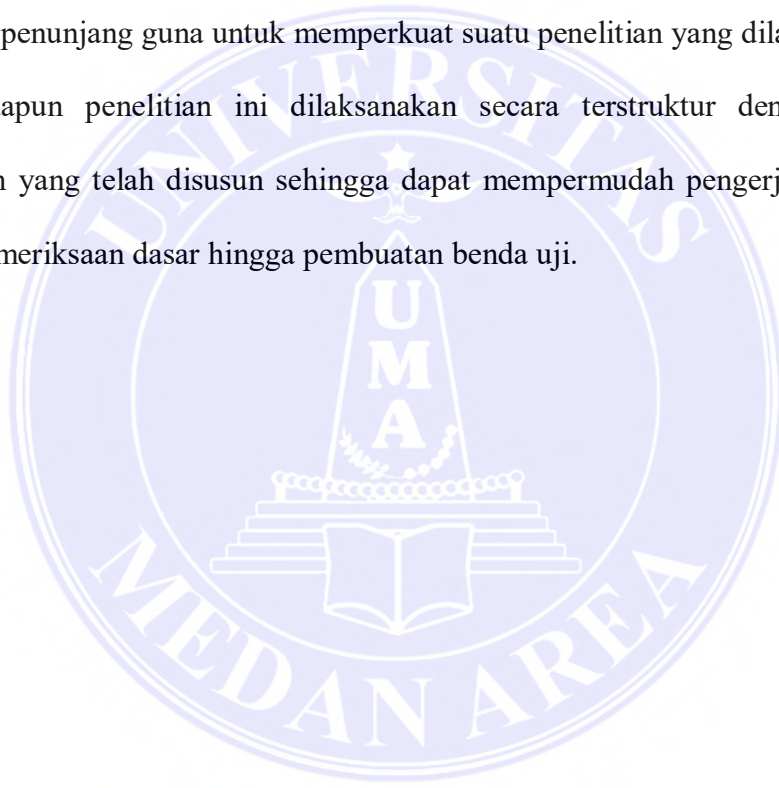
Metodologi penelitian merupakan suatu proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang digunakan untuk keperluan penelitian. Metodologi juga merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah penelitian serta dapat memperoleh data dari hal yang kita teliti. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer
 - a. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:
Analisa saringan pada agregat halus dan agregat kasar.
 - b. Berat jenis dan penyerapan pada agregat halus dan agregat kasar.
 - c. Pemeriksaan berat isi pada agregat halus dan agregat kasar.
 - d. Pemeriksaan kadar air pada agregat halus dan agregat kasar.
 - e. Pengujian keausan agregat menggunakan mesin Los Angeles pada agregat kasar.

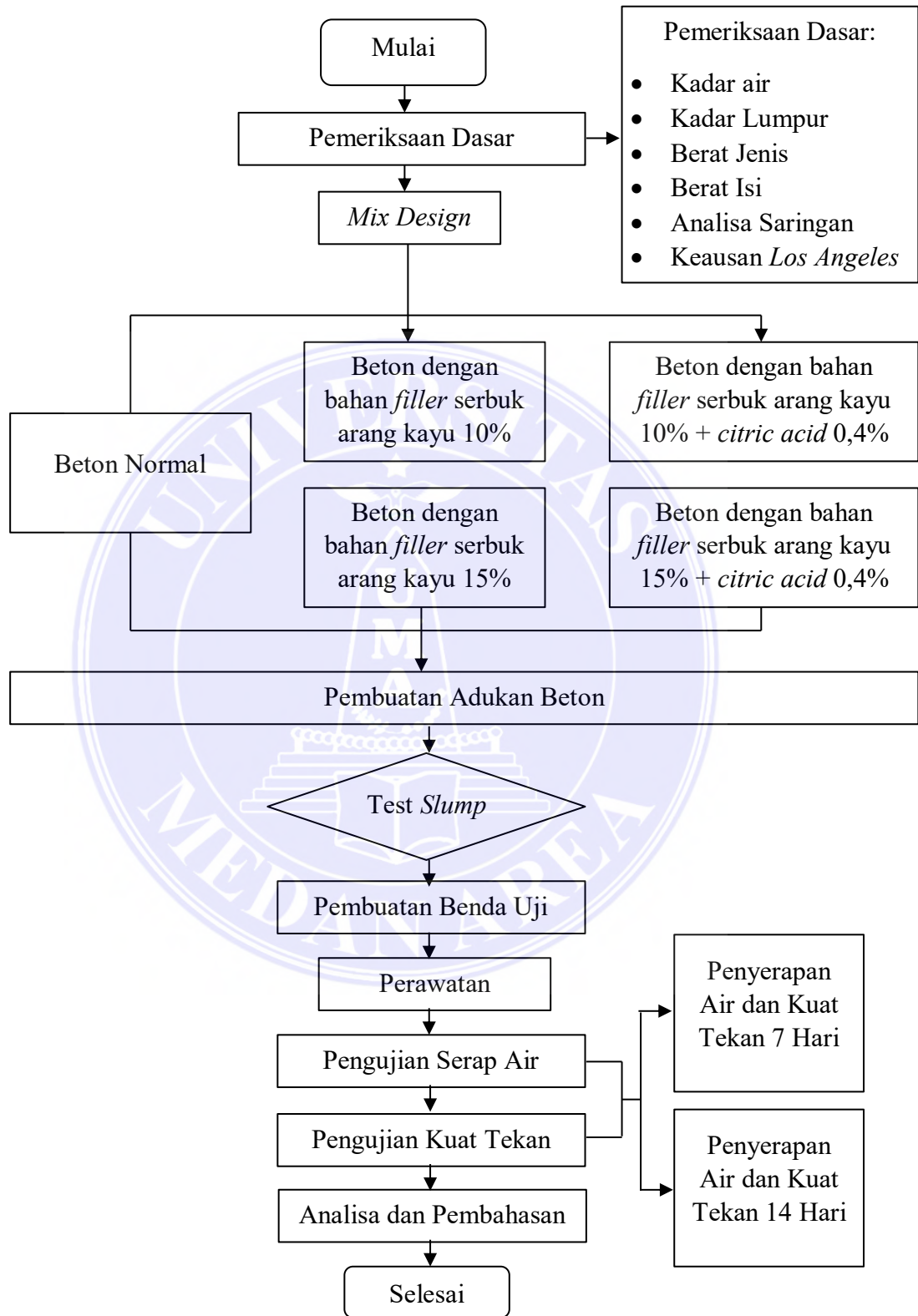
2. Data sekunder

1. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Islam Sumatera Utara. Data teknis mengenai SNI 03-2834-2000, PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM C33 (1985), peraturan SNI 03-1974-2011 tentang metode uji kuat tekan beton, serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Adapun penelitian ini dilaksanakan secara terstruktur dengan langkah-langkah yang telah disusun sehingga dapat mempermudah pengerjaan penelitian dari pemeriksaan dasar hingga pembuatan benda uji.



3.3 Flow Chart



Gambar 11. Bagan alir penelitian

3.4 Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia). Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan bahan, studi pustaka, serta material yang telah sampai di lokasi dipisah menurut jenisnya agar mempermudah tahapan-tahapan penelitiannya, serta persiapan laboratorium.

3.5.2 Pemeriksaan Kadar Air

a. Agregat Kasar

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

1. Peralatan

- a. Timbangan kapasitas 10 Kg dengan ketelitian 0.1 gr.
- b. Oven.
- c. Talam dari logam anti karat

2. Bahan

Banyaknya benda uji tergantung pada ukuran butir maksimum.

3. Prosedur

- a. Timbang berat talam kosong dan catat (W1). Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W2).
- b. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W3 = W2 - W1$). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
- c. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam (W4).
- d. Lalu dihitung berat benda uji kering ($W5 = W4 - W1$)

4. Perhitungan

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W3 - W5}{W5} \times 100\%$$

b. Agregat Halus

Pengujian uji kadar air pada penelitian ini menggunakan acuan SNI 03-1971-90 yang bertujuan untuk

mendapatkan nilai kadar air yang dikandung oleh agregat halus, membandingkan kadar air dan penyerapan air pada agregat halus dan menghitung kelebihan dan kekurangan air untuk mencapai SSD.

1. Peralatan

a. Timbangan kapasitas 10 Kg dengan ketelitian 0,1 gr

b. Oven

c. Talam dari logam anti karat

2. Bahan

Banyaknya benda uji tergantung pada ukuran butiran maksimum.

3. Prosedur Pengujian

a. Timbang berat talam kosong (W1), masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang (W2).

b. Hitung berat benda uji (W3) = (W1)-(W2) keringkan benda uji beserta talam ke dalam oven dengan suhu $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

c. Timbang benda uji beserta talam (W4). Hitung berat benda uji kering (W5)=(W4)-(W1).

4. Prosedur Pengujian

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\%$$

3.5.3 Pembuatan Benda Uji

Setelah semua bahan selesai disediakan, hidupkan mesin molen dan masukkan campuran beton sembarang ke dalamnya yang berfungsi untuk membasahi mesin tersebut supaya adukan beton yang sebenarnya tidak berkurang. Setelah ± 30 detik, campuran tersebut di buang. Untuk beton normal, langkah pertama masukkan agregat halus dan semen selama ± 30 detik supaya agregat halus dan semen tercampur rata.

Kemudian air dimasukkan sebagian- sebagian ke dalam molen secara menyebar, hal ini dilakukan supaya air tidak hanya tercampur di beberapa tempat dan menyebabkan adukannya tidak rata (menggumpal).

Selanjutnya masukkan batu pecah dan biarkan mesin molen selama ± 1 menit sampai campuran beton benar-benar tercampur secara merata dan homogen.

Adukan yang sudah tercampur merata, dituangkan ke dalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, dan kemudian adukan diukur kekentalannya dengan menggunakan metode *slump test* dari kerucut *Abrams-Harder*. Setelah pengukuran nilai slump, campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 dengan cara dibagi dalam tiga tahapan, dimana masing- masing tahapan diisi 1/3 bagian dari cetakan silinder dan lalu dipadatkan dengan menggunakan alat pengaduk. Setelah umur beton 24 jam, cetakan silinder dibuka dan mulai dilakukan

perawatan beton dengan cara direndam dalam bak perendaman sampai pada masa yang direncanakan untuk melakukan pengujian.

3.5.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak:

- Beton normal umur 7 hari : 2 buah.
- Beton normal umur 14 Hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 10 % umur 7 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 10 % umur 14 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 15 % umur 7 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 15 % umur 14 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 10 % + 0,4% *Citric Acid* umur 7 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 10 % + 0,4% *Citric Acid* umur 14 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 15 % + 0,4% *Citric Acid* umur 7 hari : 2 buah.
- Beton variasi serbuk arang kayu 15 % + 0,4% *Citric Acid* umur 14 hari : 2 buah.

Total : 20 buah.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang pencampuran serbuk arang kayu dan citric acid sebagai retarder dengan pencampuran 10% dan 15% serbuk arang kayu, serta penambahan 0,4% retarder, ialah:

1. Diketahui kuat tekan beton normal 22,38 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 10% didapat kuat tekan 23,27 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 15% didapat kuat tekan 23,26 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 10% + *retarder* 0,4% didapat kuat tekan 23,34 MPa, beton normal ditambah serbuk arang kayu 15% + *retarder* didapat kuat tekan 23,46 MPa.
2. Sedangkan untuk penyerapan air terjadi kenaikan pada 10% penambahan serbuk arang kayu yang didapat sebesar 0,64% dan terjadi penurunan pada 10% + *citric acid* 0,4% didapat sebesar 0,25%.

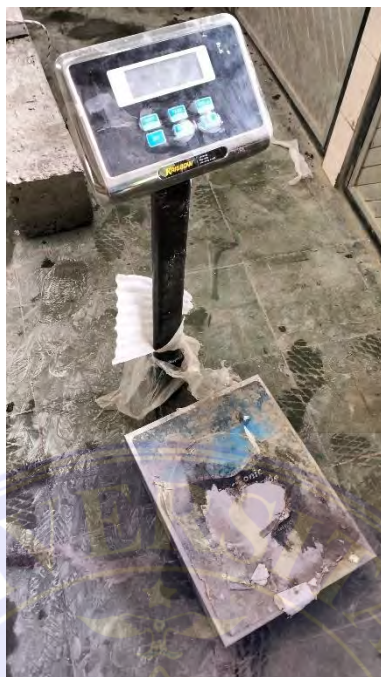
5.2 SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan bahan tambah serbuk arang kayu kepada beton, agar mendapat hasil maksimum. Dan perlu dilakukan pengujian lebih lama setidaknya 28 hari untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. (2019). Analisis Pengaruh Komposisi Arang Kayu pada Pembuatan Beton terhadap Densitas, Daya Serap Air, dan Uji Tekan. *Journal of Technical Engineering: Piston Vol. 3, No. 1*, 30-34.
- Amilia, R. A., & Minaka, U. S. (2022). Analisis Pengaruh Serbuk Kayu Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 11 No 2.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Purnomo, J. (2018). PENGARUH PENGGUNAAN CITRIC ACID SEBAGAI RETARDER PADA BETON TERHADAP WAKTU PENGIKATAN SEMEN, KELECAKAN BETON SEGAR DAN KUAT TEKAN BETON. *IJCEE*, 18-27.
- Saifuddin, M. I. (2013). PENGARUH PENAMBAHAN CAMPURAN.
- Subandi, A. (2021). PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK ARANG SEBAGAI BAHAN ADDICTIVE PENGGANTI SEMEN PADA CAMPURAN BETON MUTU K-225. *Jurnal Teknik*, 8-18.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Timbangan



Lampiran 2 *Compressing Test Machine*



Lampiran 3 Mesin Molen / Mixer



Lampiran 4 Cetakan Silinder



Lampiran 5 Kerucut Abrams



Lampiran 6 Penggaris / Mistar



Lampiran 7 Besi Perojok



Lampiran 8 Pasir Binjai



Lampiran 9 Semen Padang



Lampiran 10 Kerikil



Lampiran 11 Serbuk Arang Kayu



Lampiran 12 *Citric Acid*