

**PENGARUH KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI
BAHAN TAMBAH *BESTIMITTEL***

SKRIPSI

Disusun oleh:

IRWANSYAH PUTRA SIMANULLANG
NPM: 178110002



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

**PENGARUH KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI
BAHAN TAMBAH *BESTIMITTEL***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun oleh:

IRWANSYAH PUTRA SIMANULLANG

NPM: 178110002



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI BAHAN TAMBAH *BESTIMITTEL*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Oleh:

IRWANSYAH PUTRA SIMANULLANG

NPM: 178110002

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Hermanasah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004

Suranto, S.T., M.T
NIDN: 0129127605

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



D. Rizki Satrio, S.Kom, M.Kom
NIDN: 01050588004



Hermanasah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 17/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/11/22

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
NIM : 178110002
Judul : Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Bahan
Tambah *Bestimittel*.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Medan, 30 September 2022

Yang membuat pernyataan



Irwansyah Putra Simanullang

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Irwansyah Putra Simanullang

NIM : 178110002

Program Studi : Teknik Sipil

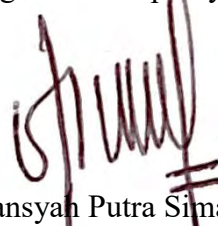
Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right) atas karya saya yang berjudul Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Bahan Tambah Bestimittel. Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 30 September 2022
Yang membuat pernyataan



Irwansyah Putra Simanullang
178110002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman dan nikmat kesehatan pada penulis, sehingga mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini berjudul “Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Bahan Tambah *Bestimittel*” merupakan tugas akhir yang wajib diselesaikan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program Strata I (S1) di jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Proses penulisan skripsi ini, penulis banyak menemukan kesulitan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang berkaitan dengan penulis skripsi ini, sehingga dapat diselesaikan. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT, Selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area dan Dosen Pembimbing I yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
4. Bapak Suranto, ST, MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
5. Kedua Orang Tua tercinta dan seluruh Keluarga yang telah memberi dukungan dan motivasi.

6. Seluruh Dosen dan Pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Teman – teman kelompok pengujian laboratorium Teknik sipil 2017 yang telah membantu mengumpulkan data.
8. Seluruh teman – teman Program Study Teknik Sipil 2017 yang telah memberikan dukungannya

Kemungkinan masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa mendatang

Medan, 30 September 2022

Hormat Saya

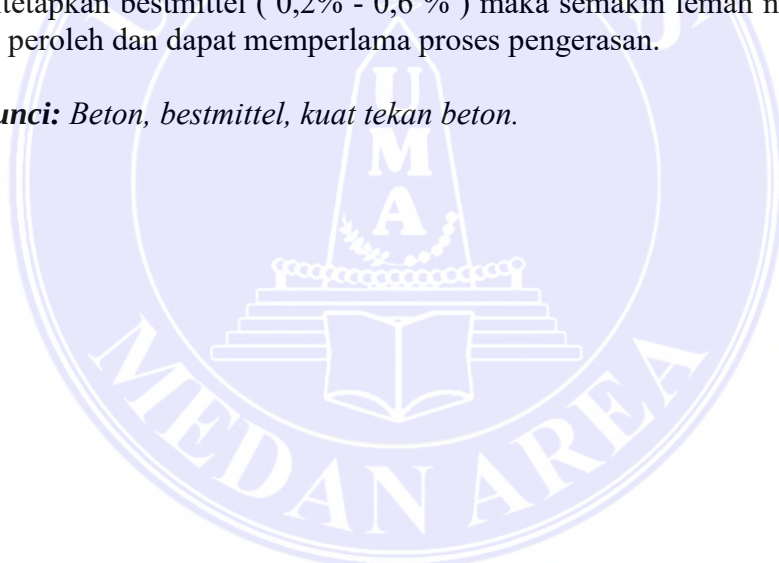
Irwansyah Putra Simanullang



ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang banyak digunakan dan menjadi unsur utama pada bangunan. Waktu normal yang diperlukan beton untuk mencapai 100% kekuatan maksimumnya adalah 28 hari, sedangkan pembebanan dimulai pada umur beton minimal 7 hari dan 14 Hari. Salah satu cara untuk mempersingkat periode adalah dengan menambahkan bahan tambahan kimia dalam beton. Di antara campuran untuk tujuan ini adalah campuran dengan nama merek *Besmittle*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *Besmittle* pada beton. Benda uji beton berbentuk silinder dan memiliki dimensi Diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Empat kelompok benda uji disiapkan, masing-masing terdiri dari dua spesimen. Kelompok pertama terdiri dari benda uji yang terbuat dari beton tanpa penambahan *Besmittle*. Kelompok kedua, ketiga dan keempat terdiri dari benda uji dengan variasi 3,39 %, 4,81 %, dan 6,2 %. Hasil percobaan dalam 7 hari menunjukkan bahwa variasi 3,39 % mendapatkan nilai tekan 0,45 Mpa, sedangkan variasi 4,81 %, dan 6,2 % telah hancur pada saat pembongkaran bekisting. Dan Hasil percobaan dalam 14 hari menunjukkan bahwa variasi 3,39 % mendapatkan nilai tekan 3,96 Mpa, sedangkan variasi 4,81 % = 0,51 Mpa, dan 6,2 % = 0,34. Maka dapat disimpulkan jika dosis yang direncanakan lebih dari dosis yang ditetapkan *bestmittle* (0,2% - 0,6 %) maka semakin lemah nilai kuat tekan yang di peroleh dan dapat memperlama proses pengerasan.

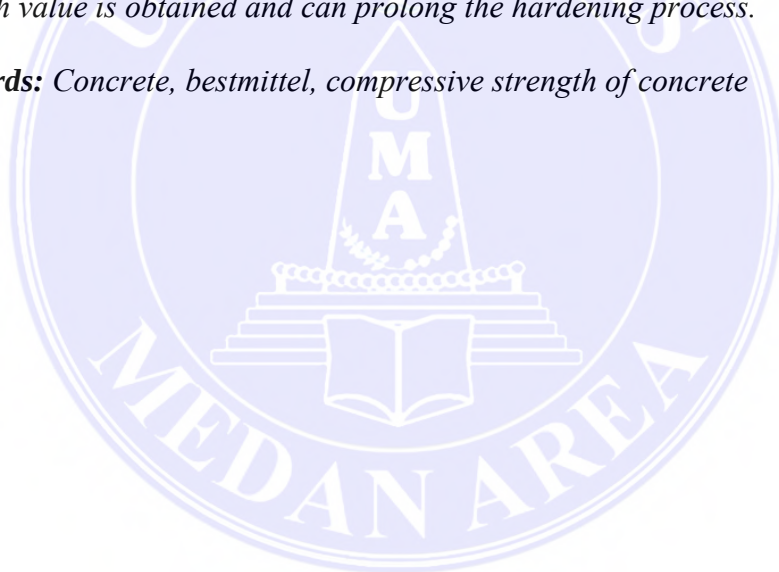
Kata kunci: *Beton, bestmittle, kuat tekan beton.*



ABSTRACT

Concrete is a material that is widely used and is the main element in buildings. The normal time required for concrete to reach 100% of its maximum strength is 28 days, while loading begins at a minimum of 7 days and 14 days of concrete. One way to shorten the period is to add chemical additives in the concrete. Among the mixes for this purpose are blends with the brand name Besmittel. This study aims to determine the effect of adding Besmittel to concrete. The concrete test object is cylindrical in shape and has dimensions of 15 cm in diameter and 30 cm in height. Four groups of test objects were prepared, each consisting of two specimens. The first group consisted of test specimens made of concrete without the addition of Besmittel. The second, third and fourth groups consisted of test objects with variations of 3.39%, 4.81%, and 6.2%. The experimental results in 7 days showed that the variation of 3.39% got a compressive value of 0.45 MPa, while the variations of 4.81%, and 6.2% were destroyed during the formwork demolition. And the experimental results in 14 days showed that the variation of 3.39% got a compressive value of 3.96 Mpa, while the variation was 4.81% = 0.51 Mpa, and 6.2% = 0.34. So it can be concluded if the planned dose is more than the dose set by Bestmittel (0.2% - 0.6%) then the weaker compressive strength value is obtained and can prolong the hardening process.

Keywords: Concrete, bestmittel, compressive strength of concrete



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KATA PENGANTAR..... i

ABSTRAK iii

ABSTRACT iv

DAFTAR ISI..... v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR..... x

DAFTAR NOTASI..... xi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Ruang Lingkup Penelitian..... 3

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Review Penelitian Terdahulu 5

2.2 Beton..... 7

2.2.1 Semen 11

2.2.2 Agregat 17

2.2.3 Air..... 22

2.3 Bahan tambah Additive Bestmittel..... 25

2.3 Kuat Tekan Beton.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Bahan.....	31
3.2 Alat	32
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.4 Tahapan Penelitian	34
3.4.1 Persiapan.....	34
3.4.2 Persiapan Data Bahan Susun Beton.....	34
3.4.3 Perencanaan Campuran	34
3.4.4 Pembuatan Benda Uji	35
3.4.5 Rawatan Benda Uji.....	36
3.4.6 Pengujian Beton.....	36
3.4.7 Analisis Data dan Pembahasan.....	37
3.4.8 Penarikan Kesimpulan	37
3.5 Analisis Data	37
3.5.1 Analisa agregat kasar.....	37
3.5.2 Analisa Agregat Halus.....	43
3.5.3 Zat tambah <i>additive bestmittel</i>	49
3.5.4 Pengujian Waktu Ikat Semen (ASTM C 403M – 99).....	50
3.5.5 Pembuatan Benda Uji (SNI 03 – 2834 – 2000.).....	51
3.5.6 Pengujian Slump (SNI 03 – 1972 – 1990).....	58
3.6 Bagan Alir	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	61
4.1 Hasil Penelitian.....	61
4.2 Pembahasan	63

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Gradasi agregat kasar (ASTM C-33).....	20
Tabel 2. 2	Gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000).....	21
Tabel 3. 1	Analisa saringan agregat kasar	38
Tabel 3. 2	Berat isi agregat kasar.....	39
Tabel 3. 3	Berat jenis agregat kasar	41
Tabel 3. 4	Kesimpulan pemeriksaan agregat kasar.....	43
Tabel 3. 5	Analisa saringan agregat halus	43
Tabel 3. 6	Berat isi agregat halus.....	45
Tabel 3. 7	Berat jenis agregat halus	47
Tabel 3. 8	Kadar lumpur agregat halus.....	48
Tabel 3. 9	Kesimpulan pemeriksaan agregat halus.....	49
Tabel 3. 10	Persentase <i>bestmittel</i>	49
Tabel 3. 11	Waktu ikat semen.....	50
Tabel 3. 12	Kuat tekan direncanakan.....	52
Tabel 3. 13	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum.....	53
Tabel 3. 14	Menentukan nilai slump.....	54
Tabel 3. 15	Perkiraan kadar air bebas (kg/m ³).....	55
Tabel 3. 16	Perhitungan campuran beton	58
Tabel 3. 17	Data hasil pengujian nilai slump.....	59
Tabel 4. 1	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai bentuk benda uji	61
Tabel 4. 2	Data kuat tekan 7 hari	61

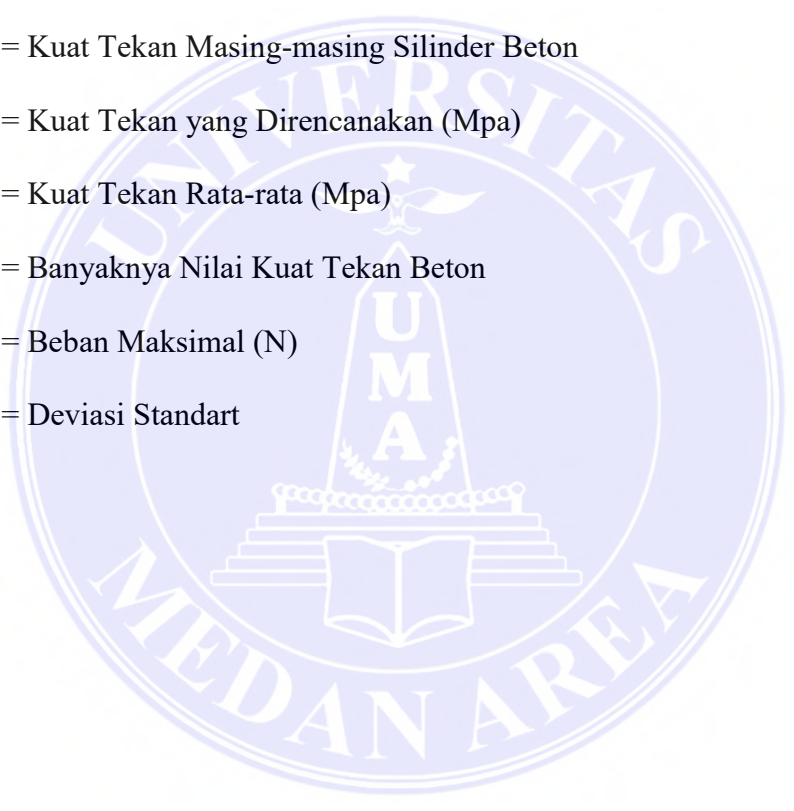
Tabel 4. 3	Data kuat tekan 14 hari	62
------------	-------------------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Material utama pembentuk beton	7
Gambar 2. 2	Proses agregat dari keadaan kering lab menjadi keadaan SSD	22
Gambar 3. 1	Grafik analisa saringan agregat kasar	38
Gambar 3. 2	Grafik berat isi agregat kasar	40
Gambar 3. 3	Grafik berat jenis agregat kasar	42
Gambar 3. 4	Grafik analisa saringan agregat halus	44
Gambar 3. 5	Grafik berat isi agregat halus	45
Gambar 3. 6	Grafik berat jenis agregat halus	47
Gambar 3. 7	Grafik kadar lumpur agregat halus	48
Gambar 3. 8	Grafik persentase bestmittel	50
Gambar 3. 9	Grafik waktu ikat semen	51
Gambar 3. 10	Grafik pengujian slump	59
Gambar 3. 11	Bagan alir metode penelitian	60
Gambar 4. 1	Grafik kuat tekan 7 hari	62
Gambar 4. 2	Grafik kuat tekan 14 hari	62
Gambar 4. 3	Grafik pembahasan kuat tekan 7 hari	63
Gambar 4. 4	Grafik pembahasan kuat tekan 14 hari	64

DAFTAR NOTASI



σ	= Tegangan (sekitar $0,4 f'c$) kuat tekan uji
ϵ	= Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)
Φ	= Diameter Silinder (mm)
A	= Luas Permukaan Silinder (mm)
E_c	= Modulus Elastisitas
F_c	= Kuat Tekan Masing-masing Silinder Beton
F_c'	= Kuat Tekan yang Direncanakan (Mpa)
F_{cr}	= Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
N	= Banyaknya Nilai Kuat Tekan Beton
P	= Beban Maksimal (N)
S	= Deviasi Standart

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara di Asia yang sangat pesat dalam pembangunan infrastruktur. Infrastruktur merupakan sarana penunjang dalam peningkatan kemajuan ekonomi. Infrastruktur yang dibangun untuk memenuhi kemajuan tersebut antara lain adalah gedung gedung, pabrik, jalan, jembatan, bending, irigasi, pelabuhan, dan bandar udara. Semua infrastruktur yang tersebut membutuhkan material pembentuk utama, salah satunya adalah beton. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dan beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing pembentuk. (Kardiyono Tjokrodinuljo : 2007).

Waktu yang dibutuhkan beton untuk mencapai kekuatan 100% adalah pada saat berumur 28 hari. Salah satu cara untuk menghemat waktu pengerasan adalah dengan menggunakan bahan tambah kimia. *Bestmittel* adalah salah satu merk bahan tambah kimia untuk mempercepat pengerasan beton yang sering digunakan didalam proyek. Tujuan penggunaannya adalah agar beton dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan sebelum mencapai umur 28 hari. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan *bestmittel* terhadap kuat tekan beton pada umur perawatan beton 7 hari dan 14 hari.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Ariyani. N, Sasongko. T. A, (2014) adalah tentang bahan kimia cair terutama *bestmittel* dengan prosentase tertentu dapat mempercepat proses pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Hasil penelitian dengan kadar 0,2 %, 0,4 %, dan 0,6 % pada umur perawatan beton yaitu 3 hari, 6 hari, dan 9 hari, beton normal telah mencapai kekuatan sebesar 43%, 60%, dan 76%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata benda uji pada beton normal pada penelitian ini sudah sesuai dengan perencanaan dan penambahan *bestmittel* yang paling efektif adalah pada kadar 0,4 % dengan kuat tekan rata-rata pada setiap umur pengujian 3 hari, 6 hari, dan 9 hari adalah 14,053 MPa, 20,466 MPa, dan 25,653 MPa.

Hasil dari latar belakang di atas, akan ditinjau kuat tekan beton dengan menggunakan bahan *bestmittle* dengan kadar yang berbeda-beda yaitu 0 %, 3,39 %, 4,81 %, dan 6,2 %, yang dimana peneliti mengambil dosis variasi yang melebihi standart ketentuan dari *bestmittel* yang dimana standart ketentuannya 0,2 % - 0,6 %. Kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk slinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) dengan $F_{as} = 0,4 - 0,6$ dengan mutu beton K-300 atau f_c . 24.90. Dengan masa perawatan yang sama, beton normal yaitu pada umur perawatan beton 7 hari dan 14 hari. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang pengaruh bahan tambah *bestmittel* yang tidak sesuai dengan standart ketentuan, apakah dapat mempercepat pengerasan beton dan menambah daya kuat tekan dari beton atau memperlama pengerasan beton dan mengurangi daya kuat tekan dari beton yang akan direncanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton mutu K-300 Normal dan bahan tambah *additive bestmittel* terhadap beton 7 hari dan 14 hari?
2. Bagaimana pengaruh beton yang ditambahkan zat *additive bestmittel* dengan variasi terhadap kuat tekan beton 7 hari dan 14 hari?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Menghitung kuat tekan beton.
2. Membandingkan kuat tekan beton yang menggunakan zat *additive bestmittel* dengan yang tidak menggunakan zat *additive bestmittel*.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari perbandingan kuat tekan beton menggunakan zat *additive bestmittel* dengan variasi 0 %, 3,39 %, 4,81 %, dan 6,2 %.

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis perbedaan hasil antara kuat tekan beton normal dengan menggunakan tambahan zat *additive bestmittel* dan tidak menggunakan zat *additive bestmitte* selama 7 hari dan 14 hari
- b. Memperoleh hasil setiap variasi tambah yang tidak sesuai dengan standart ketentuan zat *additive bestmittel* apakah dapat mempercepat pengerasan

dan dapat menambah nilai kuat tekan atau memperlama pengerasan dan mengurangi nilai kuat tekan

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang uji kuat tekan beton.

2. Bagi Akademik

Bahan kajian pustaka oleh mahasiswa dalam pengembangan ilmu pengetahuan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

3. Bagi masyarakat

Bahan informasi dan ilmu pengetahuan pada masyarakat agar dapat mengetahui perbedaan kuat tekan setiap variasi bahan tambah zat *additive bestmittel* dalam rangka mencapai mutu Fc. 24.90

4. Bagi Pemerintah

Bahan informasi kepada pemerintah tentang kekuatan beton Fc. 24.90 yang menggunakan bahan tambahan zat *additive bestmittel* dengan variasi yang ditentukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Penelitian Terdahulu

Ariyani. N, Sasongko. T. A, (2014), dengan judul penelitian “Pengaruh Penggunaan *Besmittel* Untuk Mempercepat Kuat Tekan Beton” Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh penambahan kadar *bestmittel* dengan kadar 0,2 %, 0,4 %, dan 0,6 % pada umur perawatan beton yaitu 3 hari, 6 hari, dan 9 hari dan untuk mengetahui umur perawatan beton dengan penambahan *Bestmittel* yang menghasilkan kuat tekan yang sudah direncanakan. Pada penelitian ini menggunakan metode PBI 1971 dan SNI T-15-1990-03. Dari hasil pengujian slump yang dilakukan pada saat pengadukan beton, maka nilai slump yang didapat adalah antara 6 – 6,83 cm. Dari hasil penelitian penelitian ini adalah pada usia 3 hari, 6 hari, dan 9 hari masa perawatan, beton normal telah mencapai kekuatan sebesar 43%, 60%, dan 76%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata benda uji pada beton normal pada penelitian ini sudah sesuai dengan perencanaan dan penambahan *bestmittel* yang paling efektif adalah pada kadar 0,4 % dengan kuat tekan rata-rata pada setiap umur pengujian 3 hari, 6 hari, dan 9 hari adalah 14,053 MPa, 20,466 MPa, dan 25,653 MPa.

Rahmat, Hendriyani. I & Anwar. M. S. (2016), dengan judul penelitian “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah *Reduced Water Dan Accelerated Admixture*”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Tekni Sipil

Universitas Balikpapan. Tujuan penelitian ini adalah bertujuan untuk menentukan efek dari bahan tambahan *Reduced Water dan Accelerated Admixture (Bestmittel)* terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian ini menggunakan metode SK SNI-T-1991-03. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kuat tekan beton variasi yang terendah adalah kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah sebesar 0,2% yaitu 27,66 MPa dan kuat tekan tertinggi adalah kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah sebesar 0,6% yaitu 31,44 MPa. Dengan menambahkan bahan *additive bestmittel* sebesar 0,2%, 0,4%, dan 0,6% berat semen dan air, selain meningkatkan kuat tekannya dapat mempercepat proses pengerasan beton dan bisa dicapai pada umur beton 7 hari hal ini sangat bermanfaat untuk pekerjaan konstruksi dengan jadwal yang ketat dan Dari perbandingan kuat tekan beton dapat dilihat bahwa pada umur perawatan 7 dan 14 hari kuat tekan beton dengan bahan tambah larutan sebesar 0,2%, 0,4%, dan 0,6% dari berat semen lebih besar dibandingkan dengan beton normal.

Sulistyawati, R. (2009). dengan judul penelitian “Pengaruh Penggunaan Zat *Additive Bestmittel* Terhadap Kuat Tekan Beton”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan *bestmittel* terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian ini menggunakan metode SK. SNI. T-15-1990-03. Dari hasil penelitian dengan penambahan bahan zat *additive bestmittel* sebanyak 0,2 %-0,6 % dari berat semen dan air akan menambah *Workability*, hal ini juga akan merubah nilai slump rencana yaitu 10 cm menjadi rata-rata 13,042 cm. Campuran beton dengan perbandingan berat 1 Semen : 1,45 Pasir : 2,51 Batu pecah, fas 0.54 dan bahan zat *additive bestmittel* sebanyak 0,2% - 0,6% dari berat semen dan air menghasilkan

kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 29,124 MPa, pada umur 14 hari sebesar 29,416 MPa dan umur 28 hari sebesar 33,840 MPa. Dengan menambah *Zat additive bestmittel* kedalam campuran beton akan meningkatkan kuat tekan betonnya, untuk variasi 0,2 %, 0,4 % dan 0,6 % masing-masing meningkat sebesar 1,247 %, 9,038 % dan 6,210 %.

2.2 Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200kg/m^3 - 2500kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tidak dipecah (SNI-03-2847-2002).



Gambar 2. 1 Material utama pembentuk beton

Sumber: Pedoman pekerjaan beton. Dewantono, S & Yusuf, M (2005, p.1).

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air. Tetapi belakangan ini definisi dari beton sudah semakin luas, dimana beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak dapur tinggi, sulfur, serat dan lain-lain (Neville dan Brooks, 1987).

1. Jenis – jenis beton

a. Beton ringan

Berat jenisnya $<1900 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk elemen non-struktural.

Dibuat dengan cara-cara berikut: membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir.

b. Beton normal

Berat jenisnya $2200\text{-}2500 \text{ kg/m}^3$, dipakai hampir pada semua bagian struktural bangunan.

c. Beton berat

Berat jenis $>2500 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk struktur tertentu, misal: struktur yang harus tahan terhadap radiasi atom.

d. Beton jenis lain

1) Beton massa (*mass concrete*)

Beton yang dituang dalam volume besar, biasanya untuk pilar, bendungan dan pondasi turbin pada pembangkit listrik. Pada saat pengecoran beton jenis ini, pengendalian diutamakan pada pengelolaan panas hidrasi yang timbul, karena semakin besar massa beton maka suhu didalam beton semakin tinggi. Bila perbedaan suhu didalam beton dan suhu di permukaan beton $>20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dapat menimbulkan terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak. Retak beton juga dapat timbul akibat penyusutan beton (shrinkage) yang dipengaruhi oleh kelembaban beton saat

pengerasan berlangsung. Selain itu, besarnya volume beton saat pengecoran mass concrete akan beresiko timbulnya *cold-joint* pada permukaan beton baru dengan beton lama mengingat waktu setting beton yang singkat (± 2 jam), sehingga perlu direncanakan metode pengecoran yang sesuai dengan perilaku beton tersebut. Berdasarkan hal-hal diatas, maka langkah preventif untuk menghindari terjadinya retak beton dapat dikategorikan atas pemilihan komposisi beton (nilai slump, pemberian *admixture*, FAS) dan praktek pelaksanaan di lapangan (suhu udara saat pengecoran, curing, menggunakan bekisting dengan kemampuan isolasi yang bagus dan menyiapkan *construction joint*) . Pemberian tulangan ekstra untuk menahan gaya tarik akibat panas hidrasi dapat juga dilakukan sebagai salah satu pertimbangan struktural.

2) Ferosemen (*ferrocement*)

Mortar semen yang diberi anyaman kawat baja. Beton ini mempunyai ketahanan terhadap retakan, ketahanan terhadap patah lelah, daktilitas, fleksibilitas dan sifat kedap air yang lebih baik dari beton biasa.

3) Beton serat (*fibre concrete*)

Komposit dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat, dapat berupa serat plastik / baja. Beton serat lebih daktil dari pada beton biasa, dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat, jalan raya dan lantai jembatan.

4) Beton siklop

Beton biasa dengan ukuran agregat yang relatif besar-besar. Agregat kasar dapat sebesar 20 cm. Beton ini digunakan pada pembuatan bendungan dan pangkal jembatan.

5) Beton hampa

Seperti beton biasa, namun setelah beton tercetak padat, air sisa reaksi hidrasi disedot dengan cara vakum (*vacuum method*).

6) Beton ekspose

Beton ekspose adalah beton yang tidak memerlukan proses finishing, biasanya beton ini dihasilkan dengan menggunakan bahan bekisting yang dapat menghasilkan permukaan beton yang halus (misal baja dan multiplek film). Beton ini sering dijumpai pada gelagar jembatan, lisplang, kolom dan balok bangunan.

2. Karakteristik Beton

Merencanakan dan memperoleh beton yang karakteristik dan fungsinya sesuai dengan tujuan tertentu, kita perlu mengetahui karakteristik beton yang baik. Yang perlu disadari benar disini adalah perancangan komposisi

bahan pembentuk beton merupakan penentu kualitas beton yang berarti pula kualitas total. Bukan hanya bahannya yang harus baik, melainkan juga keseragamannya harus dipertahankan pada keseluruhan produk beton.

Karakteristik beton yang baik disimpulkan sebagai berikut:

a. Kepadatan

Ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen. Kepadatan mungkin saja merupakan kriteria primer untuk beton yang dipakai pada radiasi nuklir.

b. Kekuatan.

Beton harus mempunyai kekuatan dan daya tahan internal berbagai jenis kegagalan.

c. Faktor air - semen.

Faktor air semen harus terkontrol sehingga memenuhi persyaratan kekuatan beton yang direncanakan.

d. Tekstur

Permukaan beton ekspos harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekan yang tahan segala cuaca.

2.2.1 Semen

Semen adalah *Hidrolic*. Binder (perekat hidraulis) yaitu senyawa - senyawa yang terkandung didalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan.

Oleh karena itu maka semen bersifat:

- Dapat mengeras bila dicampur dengan air.
- Tidak larut dalam air.

Semen Portland adalah bahan pengikat organik yang sangat penting dipakai dalam bangunan - bangunan pada masa kini. Semen Portland adalah bahan pengikat Hidrolik (*Hidrolic bending agent*) artinya dapat mengeras dengan adanya air.

1. Jenis - Jenis Semen Portland secara Umum

a. *Ordinary Portland Cement*

Adalah semen Portland yang dipakai untuk semua macam konstruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus seperti ketahanan terhadap silfat, panas, hidrasi. Semen portland ini yang biasa dipakai untuk umurn dan biasanya dikenal dengan nama semen saja karena pembuatannya massal.

b. *Moderate Sulphate Resistance*

Adalah semen portland yang dipakai untuk kebutuhan semua macam konstruksi apabila diisyaratkan mempunyai ketahanan terhadap sulfat pada tingkatan sedang yaitu dipakai dilokasi tanah yang mengandung air tanah 0,08% - 0,17% dan mengandung 125 ppm SO^3 serta pH tidak kurang dari 6 dan sedang yaitu pada lokasi suhunya agak tinggi.

c. *Hight Early Strength Cement*

Adalah semen portland yang digiling lebih halus dan mehgandung C^{38} lebih banyak dibandingkan *Ordinary Portland Cement*. Mempunyai sifat pengembangan kekuatan awal dan kekuatan pada umur panjang yang lebih

linggi dibandingkan OPC. Semen ini dapat dipakai pada keadaan emergency dan musim dingin, disamping itu dapat juga digunakan untuk *concrete product* atau *prestress concrete*.

d. *Low Heat of Hydration Cement*

Sifat- sifatnya ;

- Panas hidrasi yang rendah, oleh karenanya sesuai untuk masa *concrete construction*.
- Kekuatan tekan awalnya rendah tetapi kekuatan tekan pada umur panjang adalah sama dengan *Ordinary Portland Cement*.
- Shrinkage akibat pengeringan adalah rendah.
- Bersifat *chemical, resistance* terutama terhadap sulfat.

e. *High Sulfate Resistance Cement*

Sifatnya mempunyai ketahanan terhadap sulfat yang tinggi. Semen ini dipakai untuk semua jenis konstruksi apabila kadar sulfat pada air tanah dan tanah 0,17%-1,67% dan 12 ppm – 1250 ppm dinyatakan sebagai SO^3 . Misalnya pada konstruksi untuk air buangan atau konstruksi di bawah air.

f. *Super High Early Strength Portland Cement*

Semen ini dipakai untuk kebutuhan – kebutuhan konstruksi yang perlu cepat selesai atau pekerjaan grating karena mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.

g. *Calloid Cement*

Adalah semen yang pada pemakaiannya dipakai dalam bentuk Sturry semen (*Calloid*) yang dipompa. Mengingat pengecoran harus dilakukan pada formasi yang dalam dan sempit.

h. *Blended Cement*

Memproduksi sifat *ordinary portland cement* maka dikembangkan jenis *Blended cement*. Dalam pemasarannya dikenal dengan *Fly Ash Cement*, *Pozoland Cement*, *Masnry Cement*. Jenis-jenis dalam *Blended Cement* tergantung pada proses dan bahan yang digunakan dan berakibat pada keunggulan-keunggulan yang dimilikinya. Keunggulan ini diharapkan untuk memperbaiki :

- Kelecekan
- Plastisitas
- Kerapatan
- Panas hidrasi
- Ketahanan
- Dll

2. Waktu Ikat

Menentukan awal dan akhir pengikatan pasta semen, disamping kehalusan. Waktu ikat juga sangat dipengaruhi oleh komposisi mineral dari air yang dipakai, air yang dipergunakan semen disamping yang digunakan untuk menghidrasikan semen juga

diperlukan air yang memberikan mobilitas bagi pasta semen proses hydrasi memerlukan banyak air sebanyak 15% berat semen, tetapi untuk menjamin mobilitas pasta semen tersebut diperlukan air yang lebih banyak penguapan air yang kelebihan tersebut diiringi terjadinya pori-pori dalam campuran semen tersebut (beton, adukan, plesteran) tegangan disebabkan adanya penyusutan (Shrinkage), terjadinya retak - retak dan kekuatan dari bahan tersebut tadi akan menurun.

3. Kekuatan

Kekuatan semen yang diukur adalah kekuatan tekan terhadap pasta, mortar, beton.

- a. Pasta adalah campuran antara semen dan air pada perbandingan tertentu
- b. Mortar adalah campuran antara semen, air dan pasir pada perbandingan tertentu
- c. Beton adalah campuran antara semen, air, pasir dan agregat/kerikil pada perbandingan tertentu, kadang-kadang ditambah additive.

Kekuatan tekan diukur pada umur 28 hari. Kekuatan tekan yaitu kekuatan tarik dan kekuatan lentur. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan adalah :

- a. Kualitas semen (makin halus semen makin tinggi kekuatan tekannya)

b. Kualitas selain semen

- Kualitas air (suhu air $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$)
- Kualitas agregat
- Kualitas additive

Mengetahui mutu semen biasanya dibuat kubus-kubus untuk kuat tekannya yang ukurannya bermacam-macam, bisa juga dibuat spesimen-spesimen unik kuat tarik yang berbentuk khusus dan untuk kuat lentur prisma-prisma yang berukuran $4 \times 4 \times 16\text{ cm}^2$. Benda-benda percobaan (spesimen) tersebut dibuat dari campuran semen portland.

4. Penyimpanan Semen

Semen Portland akan tetap bermutu baik jika tidak berhubungan dengan air atau udara lembab. Cara penyimpanan yang baik adalah dengan jalan memperhatikan hal-hal berikut ini :

- a. Tempat penyimpanan semen sedapat mungkin harus kedap air, semua retak-retak pada genting dan tembok harus secepatnya diperbaiki, tidak boleh ada lubang antara tembok dan genting.
- b. Lantai harus dinaikkan diatas tanah untuk menjaga agar supaya tidak terjadi penyerapan air.
- c. Kantong-kantong semen harus disimpan berimpit sedemikian rupa sehingga tidak terjadi perputaran udara diantaranya, kantong semen tidak boleh berimpit dengan tembok dan semen itu harus ditutupi dengan kain terpal.

- d. Unsur semen yang dapat digunakan pada konstruksi beton boleh melebihi 3 bulan, Bila ada keragu-raguan tentang mutu maka semen harus diperiksa dengan pemeriksaan standard untuk pengujian.

5. Pemeriksaan Semen

Pemeriksaan semen meliputi:

- a. Pemeriksaan konsistensi normal.
- b. Pemeriksaan waktu pengikatan awal dengan jarum picat
- c. Pemeriksaan pengikatan semen dengan jarum Gillmore
- d. Pemeriksaan pengikatan semu
- e. Pemeriksaan kuat tekan mortar
- f. Pemeriksaan pemuai pasta semen dengan autolave
- g. Pemeriksaan kadar udara dalam mortar semen
- h. Pemeriksaan kehalusan semen
- i. Pemeriksaan jenis semen

2.2.2 Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kekuatan beton. Pada beton biasanya terdapat 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat kasar (kerikil, batu pecah atau pecahan dari blast furnace)

2. Agregat halus (pasir alami atau batuan)

Agregat merupakan bahan yang terbanyak didalam beton, maka semakin banyak person agregat dalam campuran akan semakin murah harga beton, dengan syarat campurannya masih cukup mudah dikerjakan untuk elemen struktur yang memakai beton tersebut.

1. Agregat kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ inch (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek merusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan sel semen. Jenis -jenis agregat kasar yang umum adalah :

a. Batu pecah alami

Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.

b. Kerikil alami

Kerikil ini didapat dari proses alami yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.

Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

c. Agregat kasar buatan

Slag atau shale yang bisa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti dari blast-furnace dan lain - lain.

d. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat

Spesifik pada jaman atom sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang dapat melindungi dari sinar x, sinar gamma dan neutron. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat kasar yang diklasifikasikan disini, misalnya baja pecah, barit, magnetik dan limonit. Berat volume beton yang dengan agregat biasa adalah sekitar 144 lb/ft^3 . Sedangkan beton dengan agregat berbobot berat mempunyai berat volume sekitar 225 sampai 330 lb/ft^3 . Sifat - sifat beton penahan radiasi yang berbobot berat ini bergantung pada kerapatan dan kepadatannya, hampir tidak bergantung pada seklor air - semennya. Dalam hal demikian, kerapatan yang tinggi merupakan satu satunya kriteria disamping kerapatan dan kekuatannya.

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butiran - butiran agregat mempunyai ukuran sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi maka volume pori menjadi kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori-pori menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatan menjadi tinggi (Tjokrodimulyo, 2007).

Selain itu dalam ASTM C-33 ada gradasi kombinasi agregat kasar yang rentangnya lebih panjang dari gradasi bernomor dasar :

Tabel 2. 1 Gradasi agregat kasar (ASTM C-33)

Ukuran saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan/Ayakan Gradasi					
mm	SNI	ASTM	Inch	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
100,0	100	4 in	4,00	100 – 100					
90,0	90	3 ½ in	3,50	90 – 100					
75,0	76	3 in	3,00		100 – 100				
63,0	63	2 ½ in	2,50	25 – 60	90 – 100	100 – 100			
50,0	50	2 in	2,00		35 – 70	90 – 100	100 – 100		
37,0	38	1 ½ in	1,50	0 – 15	0 – 15	35 – 70	90 – 100	100 – 100	
25,0	25	1 in	1,00			0 – 15	20 – 55	90 – 100	100 – 100
19,0	19	¾ in	0,75	0 – 5	0 – 5		0 – 15	20 – 55	90 – 100
12,5	12,5	½ in	0,50			0 – 5		0 – 10	20 – 55
9,50	9,6	3/8 in	0,3750				0 – 5	0 – 5	0 – 15
4,75	4,8	No. 4	0,1870						0 – 5
2,36	2,4	No. 8	0,0937						
1,18	1,2	No. 16	0,0469						

Sumber: ASTM C-33

2. Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no. 4 dan no. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik,

lempung, paitikel yang lebih kecil dan saringan no. 100 atau bahan - bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standar analisis saringan dari ASTM (*American Society of Testing and Materials*). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Gradasi pasir yang baik menurut SNI. Dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 2. 2 Gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)

Ukuran saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan/Ayakan			
mm	SNI	ASTM	Inch	P. Kasar G. No. 1	P. Sedang G. No. 2	P. A Halus G. No. 3	P. Halus G. No. 4
9,50	9,6	3/8 in	0,3750	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4,75	4,8	No.4	0,1870	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,36	2,4	No. 8	0,0937	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,60	0,6	No. 30	0,0234	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,30	0,3	No. 50	0,0117	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0,15	No. 100	0,0059	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber: SNI 03-2834-2000

Peraturan ini juga ditetapkan gradasi campuran agregatnya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm. Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir yang mempunyai modulus halus butir 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 sampai 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus :

$$W = \frac{K - C}{C - P} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

W : Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

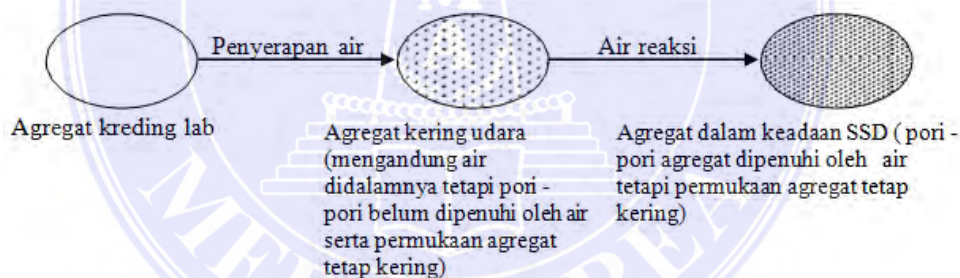
K : Modulus halus butir kerikil

P : Modulus halus butir pasir

C : Modulus halus butir campuran

2.2.3 Air

Penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak, kira - kira 30% dari berat semen. Dengan menambah lebih banyak air harus dibatasi sebab penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.



Gambar 2. 2 Proses agregat dari keadaan kering lab menjadi keadaan SSD

Sumber: Kontruksi Beton I. Putu, L. Nyoman, S.W & Wayan, A (2009, p.12).

Keadaan kandungan air secara nyata dari pasta dipengaruhi oleh kandungan kelembaban dalam agregat. Bila kondisi udara kering, pasta akan menyerap air. Dengan cara demikian secara efektif menurunkan faktor air semen dan mengurangi workability. Pada sisi yang lain jika agregat terlalu basah, pasta akan berkontribusi air ke permukaan pasta, keduanya meningkatkan kadar air semen dan workability tetapi menurunkan kekuatan. Oleh karena agregat yang digunakan dalam

pencampuran beton diusahakan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*), yaitu butir-butir agregat yang jenuh air, artinya semua pori-pori yang tembus air terisi penuh oleh air sedang permukaannya kering, Proses agregat dari keadaan kering lab menjadi keadaan SSD dapat dijelaskan sebagai berikut:

Selama proses pengerasan, beton akan mengalami reaksi kimia yaitu proses hidrasi, proses hidrasi membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga dihindari terjadinya penguapan, sebab akan menghentikan proses hidrasi akibat kehilangan air. Penguapan selain menghentikan proses hidrasi juga menyebabkan penyusutan kering secara tepat, yang mengakibatkan beton menjadi retak-retak, untuk itu dilakukan pekerjaan perawatan beton agar permukaannya selalu basah.

Perawatan beton yang perlu dilakukan adalah menjaga kelembaban beton agar terus menerus dalam keadaan basah selama beberapa hari dan mencegah penguapan dan penyusutan awal. Perawatan yang teratur dan terjaga akan memperbaiki kualitas beton itu sendiri yaitu membuat beton tahan terhadap agresi kimia. Cara perawatan beton yang dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Menyirami permukaan beton dengan air secara terus menerus

Hal ini dilakukan pada waktu beton belum mengeras, dilakukan sekitar satu minggu setelah pencetakan beton. Perawatan dengan cara ini dapat dilakukan pada beton untuk konstruksi balok, kolom dan dinding-dinding vertikal.

2. Mengenai permukaan beton dengan air.

Perawatan dengan cara ini sangat cocok untuk konstruksi pelat-pelat atap. Penggenangan yang dilakukan minimal dua minggu untuk menurunkan suhu akibat terjadi penguapan.

3. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.

Perawatan dengan cara ini dilakukan minimal dua minggu secara terus menerus. Bila karung kelihatan akan kering maka karung segera disiram lagi. Karena karung basah dapat melindungi beton dari terik matahari langsung dan menurunkan suhu penguapan beton.

Air untuk perawatan dan pembuatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organis atau bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangnya. Sebaiknya digunakan air bersih, tidak berasa, tidak berbau dan dapat diminum. Air merupakan media pencampur pada pembuatan pasta, mortar dan beton. Mortel adalah terbentuk senyawa-senyawa hidrat menyebabkan terjadinya senyawa-senyawa yang sukar larut dalam air terutama senyawa kalsium hidroksilat dan dengan cepat menyebabkan adukan.

Kandungan air yang tinggi menghalangi proses pengikatan dan kandungan air yang rendah menyebabkan reaksi tidak selesai. Kandungan air yang tinggi dapat mengakibatkan mudah mengerjakannya, kekuatan mortar dan beton rendah, mortar dan beton menjadi porous. Terjadinya pemisahan antara pasir/agregat pada adukan mortar atau beton yang disebut "segresi". Kekuatan dari hardened cement pasta ditentukan oleh perbandingan berat antara faktor air semen.

Syarat-syarat air untuk campuran

1. Kadar Clorida < 500 ppm.
2. Kadar $\text{SO}^4 < 1000$ ppm.
3. Kadar Fe < 40000 ppm
4. Kadar $\text{Na}^2 \text{CO}^3$ & $\text{K}^2 \text{CO}^3 < 1000$ ppm
5. Kadar CaCO^3 & $\text{MgO} < 400$ ppm.
6. Zat memadat < 2000 ppm

2.3 Bahan tambah Additive Bestmittel

Bahan tambahan (*admixture*) merupakan bahan yang dianggap penting, terutama untuk pembuatan beton di daerah yang beriklim tropis seperti di Indonesia. Penggunaan bahan tambahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan sifat beton yang diinginkan. Definisi bahan tambahan ini mempunyai arti yang luas, yaitu meliputi material-material seperti polimer, fiber, mineral yang mana dengan adanya bahan tambahan ini komposisi beton mempunyai sifat yang berbeda dengan aslinya atau beton biasa.

1. Jenis Bahan Tambahan

a. Air Entraining Agent (ASTM C260)

Yaitu bahan tambahan untuk meningkatkan kadar udara agar beton tahan terhadap pembekuan dan pencucian terutama untuk daerah salju.

b. *Admixture Kimia* (ASTM C49 dan BS 5075)

Yaitu bahan tambahan cairan yang ditambahkan untuk mengendalikan waktu pengerasan (mempercepat atau memperlambat), mereduksi kebutuhan air, menambah kemudahan pengerjaan beton (meningkatkan nilai slump) dan sebagainya.

c. *Mineral Admixture*

Bahan tambahan ini merupakan bahan padat yang dihaluskan yang ditambahkan untuk memperbaiki sifat beton agar beton mudah dikerjakan dan kekuatan serta keawetannya meningkat.

Bahan-bahan mineral ini misalnya bahan tambahan puzzolan, slag, abu terbang (batu bara), abu sekam (gabah) dan silika fume (bahan produksi sampingan silika murni).

d. Bahan tambahan lainnya

Yang termasuk kategori bahan tambahan ini adalah semua bahan tambahan yang tidak termasuk dan ketiga kategori diatas, misalnya bahan tambahan jenis polymer, fiber mash, bahan pencegah keretakan, bahan tambahan yang dapat mengembang, bahan tambahan untuk perekat (*bonding admixture*).

2. Bahan Tambahan Kimia (*Chemical Admixture*)

Ketentuan dan syarat mutu bahan tambahan kimia sesuai dengan ASTM C494- 81 "*Standart Specification for Chemical Admixture for Concrete*".

Definisi tipe dan jenis bahan tambahan kimia tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

- Type A, *Water-reducing Admixtures*, adalah bahan tambahan yang bersifat mengurangi jumlah air pencampuran beton untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu.
- Type B, *Retarding Admixture*, adalah bahan tambahan yang berfungsi menghambat pengikat beton.
- Type C, *Accelerating Admixture*, adalah bahan tambahan berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
- Type D, *Water Reducing dan Retarding Admixture*, adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan menghambat pengikatan beton.
- Type E, *Water Reducing dan Accelerating Admixture*, adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan beton.

3. *Additive Bestmittel*

Bahan dasar dari bestmittel sendiri yaitu *Lignin sulfonic acid*, sebuah jurnal mengatakan bahwa, *a sulfonated lignin composition suitable for use as an additive in other chemical compositions and processes having improved solubility in aqueous medium at varying pH levels, and a method of producing such sulfonated water-soluble lignin products by reaction of an unsulfonated or a sulfonated starting lignin compound with sulfuric acid having a concentration of at least about 95%, 2-12 while maintaining the temperature of the reaction below 40° C. for a sufficient time to*

sulfonate the same. Sulfuric acid sulfonation increases the organically bound sulfonic acid content of the starting lignin compound at least about 1.7 moles sulfonic acid per mole of lignin, while providing water-solubility of the product at a wide range of pH levels (Dilling 1986), dari kutipan diatas dapat disimpulkan bahwa *lignin sulfonate acid* ini, merupakan sebuah senyawa *lignin* tersulfonasi yang sesuai digunakan sebagai aditif dalam komposisi dan proses kimia lainnya yang meningkatkan kelarutan dalam media berair pada berbagai tingkat pH.

Berdasarkan (ASTM C 494 *Bestmittel* -81 2004) Tipe E yaitu *Water Reducing And Accelerating Admixture* adalah bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton. *Bestmittel* merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton. *Bestmittel* sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton cepat mengeras pada usia awal (7 – 10 hari) serta meningkatkan mutu/kekuatan beton 5 % - 10 %. Dosis standart dari *bestmittel* adalah 1 kg *bestmittel* untuk 200 kg – 450 kg semen (0,2 % - 0,6 % x berat semen).

Keunggulan *bestmittel* adalah:

- Mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat

- Mengurangi pemakaian air 5 % - 20 % sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.

Cara penggunaan:

- Siapkan air sejumlah $\frac{1}{2}$ dari berat semen yang akan dipakai
- Siapkan *bestmittel* sebanyak 0,2 % - 0,6 % dari berat semen
- Encerkan *bestmittel* dengan menggunakan sebagian air yang telah disiapkan.
- Aduk semen, pasir, koral dengan air yang belum dicampur *bestmittel* hingga merata.
- Kemudian tambahkan *bestmittel* yang telah diencerkan ke dalam adukan sampai merata. Bila adukan beton terlalu encer, air yang sudah disiapkan dapat dikurangi jumlahnya.
- Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, tutuplah dengan karung basah setelah pengecoran selesai.

2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (Depkimpraswil 2002). Dalam SK. SNI. M 14-1989-E dijelaskan pengertian kuat tekan beton yakni besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Kekuatan 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 beton. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi didalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi mempengaruhi kekuatan. Suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump (Samekto 2001).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang sering digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f'_c) yang dicapai pada benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo 1996).

Rumus yang digunakan pada persamaan ini (2.2) untuk dapat mendapatkan nilai tekan beton berdasarkan percobaan dilaboratorium adalah sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan :

f'_c = kuat tekan beton, (MPa).

P = beban tekan, (N).

A = luas permukaan benda uji

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan

Penelitian ini yang harus di persiapkan sebelum memulai penelitian adalah mempersiapkan bahan-bahan atau material yang diperlukan, yaitu sebagai berikut:

1. Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I merk semen Andalas 40 kg yang banyak tersedia di pasaran.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Medan Jl. Yos Sudarso yang dibeli dari tempat material bangunan.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar split, dalam penelitian ini dibeli dari tempat penjualan material bangunan yang berlokasi di Medan. Jl. Yos Sudarso

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari air yang tersedia di Laboratorium Politeknik Medan.

5. *Chemical Admixture (Additive Bestmittel)*

Chemical Admixture (Additive Bestmittel) dibeli melalui toko online shop dikarenakan di daerah medan sangat minim dan hampir tidak ada

6. *Sulphur Powder*

Sulphur Powder / Balerang Yang digunakan untuk mengkeping/melapisi permukaan atas dan bawah beton uji, tersedia langsung di Politeknik Medan.

3.2 Alat

Alat untuk pembuatan benda uji

1. Skop

Sebagai alat untuk memindahkan campuran

2. Plat besi

Sebagai alas untuk uji slump

3. Cetakan berbentuk silinder

Sebagai wadah cetakan benda uji yang berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

4. Alat uji slump dan Batang Penusuk (Rojokan)

Alat uji slump berbentuk kerucut Abrams dengan diameter atas bawah 10 dan 20 cm yang memiliki ketinggian 30 cm dan batang penusuk (rojokan) dengan panjang 60 cm dan diameternya 16 mm. Fungsinya adalah agar adonan beton yang dimasukkan dalam *slump cone* (kerucut Abrams) bisa rata dan agar tidak terbentuk rongga selama proses uji slump berlangsung.

5. Alat ukur

Untuk mengukur benda uji seperti penggaris (mistar) atau meteran.

6. Concrete Mixer

Alat yang menggabungkan semen secara agregat seperti pasir atau kerikil, dan air untuk membentuk beton.

7. Mesin uji tekan

Alat ini digunakan untuk menguji kuat tekan beton. Dalam penelitian ini akan dipakai *Compression Testing Machine* (CTM).

8. Saringan

Untuk mengelompokkan ukuran butiran ke dalam ukuran lubang saringan tersebut, saringan yang digunakan mempunyai ukuran lubang ayakan, satu set saringan 75,0 mm (3"); 63,0 mm (2 ½"); 50,0 mm (2"), 37,5 mm (1 ½"); 25,0 mm (1,06"); 20,0 mm (¾"); 12,5mm (½"); 10 mm (⅜"); No. 4, No. 6, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 (Standard ASTM).

9. Timbangan

Untuk menimbang sampel tanah, menimbang peralatan yang digunakan dalam penelitian, seperti cawan, dan lain-lain.

10. Oven

Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. alat ini digunakan untuk mengeringkan sampel tanah

11. Cawan

Cawan berupa kaleng kecil dari alumunium yang digunakan untuk menaruh sampel tanah untuk di Oven.

12. Mesin *siever shaker*

Untuk menggetarkan susunan saringan, mesin ayakan atau *Siever* ini digerakkan dengan tenaga listrik.

13. Piknometer

Alat ini digunakan untuk mengukur berat jenis pasir.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab. Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan yang bertepatan di Jalan Almamater No. 1 Padang Bulan Kec. Medan Baru Kota Medan Sumatra Utara dan waktu penelitian Senin – Jum’at, Jam. 09:00 s/d 16:00.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka, persiapan literatur, pengadaan alat dan bahan termasuk zat additive *bestmittel*, serta persiapan laboratorium.

3.4.2 Persiapan Data Bahan Susun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (mix design).

3.4.3 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada SNI 03- 2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar air dan bahan tambah. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara

bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

3.4.4 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji sebanyak 8 buah dengan ukuran Selinder 150 mm x 300 mm. Langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Setelah bahan dan alat disiapkan serta rencana campuran beton telah dibuat, dilakukan penimbangan bahan-bahan sesuai proporsi yang telah ditentukan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang ke dalam molen, kemudian diaduk hingga warna adukan tampak rata dan kepekatan yang cukup (tidak terlalu cair dan tidak terlalu padat).
4. Untuk mengetahui kelecakan adukan, beton maka dilakukan pengukuran slump dengan kerucut abrams ϕ atas 10 cm, ϕ bawah 20 cm dan tinggi 30 cm, yang dilengkapi tongkat penumbuk dari baja ϕ 16 mm. Pelaksanaan percobaan slump dilakukan dengan cara kerucut didesak kebawah pada penyokong-penyokong kakinya sambil diisi adukan beton, dibuat tiga lapis adukan dan tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali. Bagian atas kerucut adukan diratakan dan didiamkan $\pm$ 30 detik, kemudian kerucut abrams diangkat perlahan-lahan secara tegak lurus dan diletakan disamping adukan tersebut, selisih tinggi tersebut dinamakan slump.
5. Dimasukan adukan (beton segar) tersebut kedalam cetakan beton

yang telah dibersihkan dan diolesi oli, dengan adukan yang berlapis-lapis dan tiap lapis ditumbuk dengan tongkat penumbuk sampai padat. Setelah selesai dengan pemadatan, sisi cetakan di ketuk-ketuk atau digetarkan dengan menggunakan mesin getar, sehingga terjadi pemadatan yang sempurna dan gelembung udara yang terperangkap akan keluar.

6. Adukan yang telah dicetak didiamkan dan diletakan ditempat yang terlindung dari hujan dan sinar matahari selama 24 Jam.

7. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan.

3.4.5 Rawatan Benda Uji

Rawatan benda uji adalah upaya untuk menjaga agar permukaan beton selalu lembab. Kelembaban permukaan beton untuk menjaga proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila rawatan ini tidak dilakukan, akan terjadi retak-retak yang menyebabkan beton kurang kuat. Rawatan dilakukan dengan menutupi sampel yang baru dibuat dengan karung goni basah dan menjaga kelembabannya dengan cara membasahi atau menyirami terus menerus karung goni tersebut. Rawatan dilakukan paling sedikit selama 7 hari dan 14 Hari.

3.4.6 Pengujian Beton

Tahapan ini dilakukan pengujian beton yang mengacu pada SNI 03-2491-2002. Langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Benda uji diletakan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton.

2. Mesin uji desak dihidupkan, pembebanan akan diberikan berangsur-angsur, sehingga benda uji tersebut hancur pada beban maksimal, kemudian mesin dimatikan, besar beban dicatat sesuai jarum pembebanan.

3.4.7 Analisis Data dan Pembahasan

Tahapan ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

3.4.8 Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu dibuat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisa agregat kasar

A. Analisa saringan agregat kasar (ASTM C 136 – 01)

1. Tujuan: Untuk memeriksa penyebaran gradiasi dan menentukan modulus kehalusan (FM).
2. Pedoman penelitian:

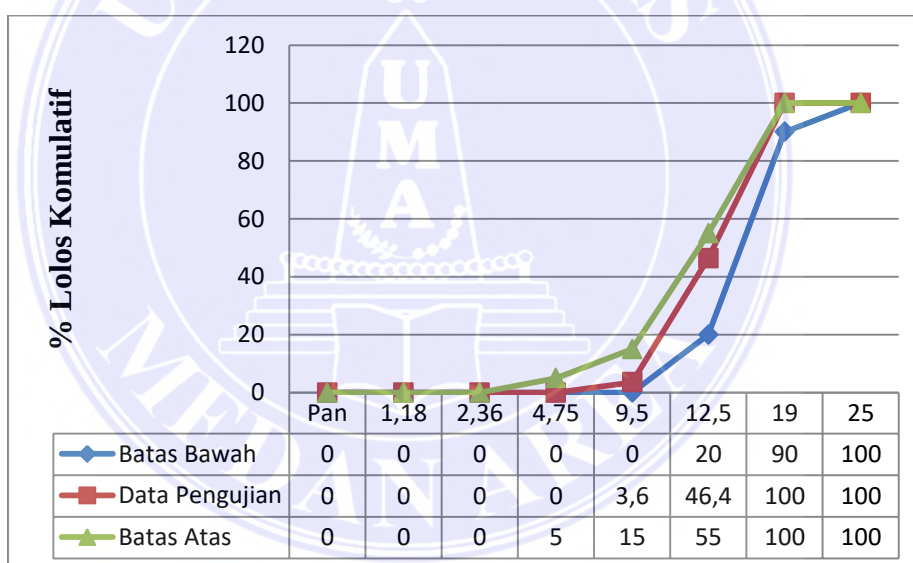
$$FM = \frac{\sum \% \text{ komulatif tertahan ayakan}}{100} \dots \dots \dots (3.1)$$

3. Hasil penelitian:

Tabel 3. 1 Analisa saringan agregat kasar

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)	Spesifikasi No.6
25	-	-	-	-	100
19	0	0	0	100	90-100
12,5	1608	53,6	53,6	46,4	20-55
9.50	1284	42,8	96,4	3,6	0-15
4,75	108	3,6	100	0	0-5
2,36	-	-	-	-	-
1,18	-	-	-	-	-
Pan	-	-	-	-	-
Total	3000	100			

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 1 Grafik analisa saringan agregat kasar

Sumber: Hasil penelitian, 2022

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

$$FM = \frac{100 + 100 + 100 + 100 + 96,4 + 53,6}{100}$$

$$FM = \frac{550}{100} = 5,5$$

Hasil pengujian agregat kasar yang dapat dipakai dalam campuran beton harus mempunyai modulus kehalusan (FM) antara 5,5-7,5. Dari hasil pemeriksaan diperoleh FM sebesar 5,5 sehingga dapat digunakan dalam percobaan.

B. Berat Isi Agregat Kasar (ASTM C 29M – 97)

1. Tujuan: untuk menentukan berat isi agregat kasar dengan cara padat dan longgar.
2. Pedoman penelitian: Dari hasil penelitian berat isi dengan cara padar atau merojok lebih besar dari pada berat isi dengan cara longgar atau gembur (tidak merojok).

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

W_3 = Berat Benda Uji

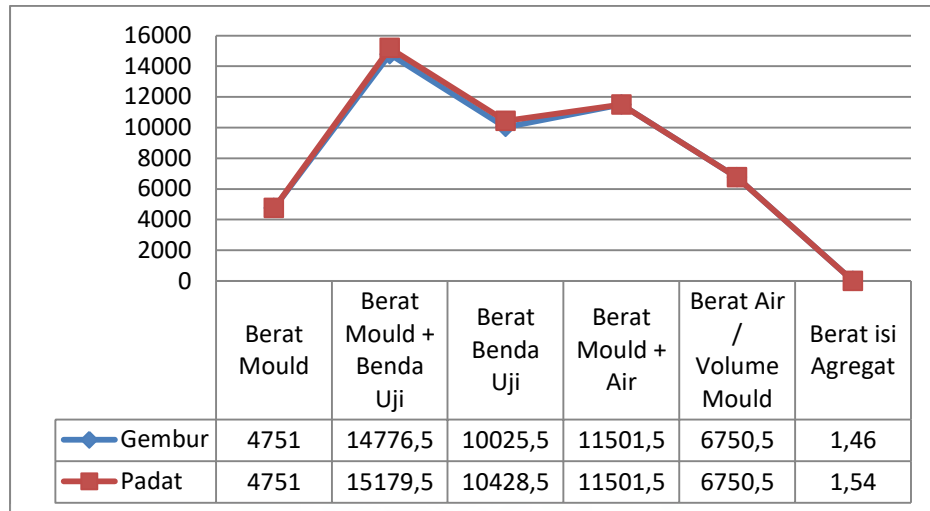
V = Volume Tabung Silinder (lt)

3. Hasil penelitian:

Tabel 3. 2 Berat isi agregat kasar

Uraian		Agregat Kasar	
		Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat <i>Mould</i>	W1	4751	4751
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	14776,5	15179,5
Berat benda	$W_3 = W_2 - W_1$	10025,5	10428,5
Berat <i>Mould</i> + air	W4	11501,5	11501,5
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W_4 - W_1$	6750,5	6750,5
Berat isi agregat	W_3/V (Kg/Lt)	1,48	1,54

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 2 Grafik berat isi agregat kasar

Sumber: Hasil penelitian, 2022

Hasil data pengujian berat isi pada pada agregat kasar, didapat hasil dari berat isi lepas yaitu 1,48 kg/liter dan berat isi padat yaitu sebesar 1,54 kg/liter. Bila dibandingkan dengan persyaratan menurut SII 0052 – 80, bahwa berat isi harus lebih besar dari 1,2 kg/liter, maka kedua cara pemadatan diatas telah memenuhi syarat.

C. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (ASTM C127-01)

1. Tujuan: untuk menentukan berat jenis dan penyerapan (absorpsi) air yang dapat diserap oleh agregat kasar.
2. Pedoman penelitian:: Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis Semu

Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*)

$$= \frac{B_k}{(B_{ssd} - B_a)} \dots (3.3)$$

Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)

$$= \frac{B_{ssd}}{(B_{ssd} - B_a)} \dots (3.4)$$

Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*)

$$= \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots (3.5)$$

Penyerapan Air (*Absorption*)

$$= \frac{Bssd - bk}{Bk} \times 100\% \dots (3.6)$$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven (gr)

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan
jenuh (gr)

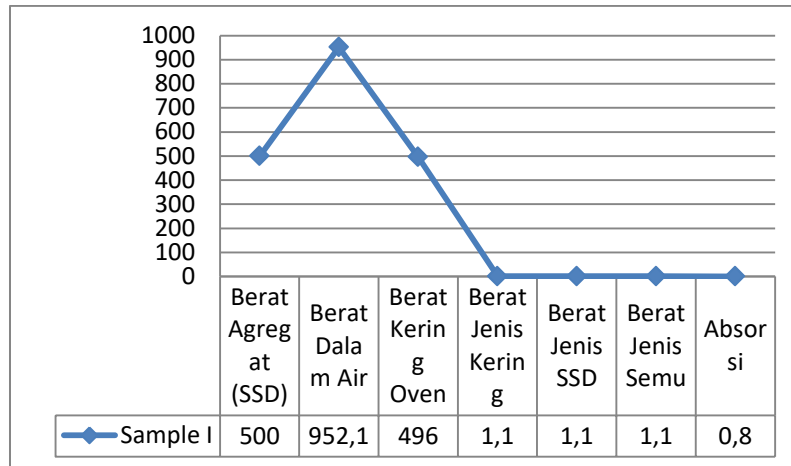
Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam
air (gr)

3. Hasil penelitian:

Tabel 3. 3 Berat jenis agregat kasar

Uraian		Hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	500
Berat dalam air	(C)	952,1
Berat kering oven	(A)	496
Berat jenis kering	$= A / (B - C)$	1,10
Berat jenis SSD	$= B / (B - C)$	1,10
Berat jenis semu	$= A / (A - C)$	1,10
Absorsi	$= (B-A) \times 100 / A$	0,8

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 3 Grafik berat jenis agregat kasar

Sumber: Hasil penelitian, 2022

Hasil penelitian diperoleh :

1. berat jenis kering = $1,10 \text{ gr/cm}^3$
2. Berat jenis SSD = $1,10 \text{ gr/cm}^3$
3. Berat semu = $1,10 \text{ gr/cm}^3$
4. Absorpsi = 0,8 %

D. Kadar Lumpur Agregat Kasar (ASTM C 117 – 03)

1. Tujuan: untuk memeriksa kadar lumpur batu pecah
2. Pedoman penelitian: Kandungan lumpur pada agregat kasar tidak melebihi 1% apabila melebihi agregat harus dicuci.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W1 - W5}{W1} \times 100\% \dots (3.7)$$

Keterangan :

W3 = berat benda uji semula (gram).

W5 = berat benda uji semula (gram).

Hasil penelitian: Dari hasil pemeriksaan, kadar lumpur dalam agregat kasar sebesar 0,5% dinyatakan layak untuk penelitian

E. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 3. 4 Kesimpulan pemeriksaan agregat kasar

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	0,5 %
Analisa Ayakan	5,5
Berat Jenis (SSD)	1,10 gr/cm ³
Absorpsi	0,8 %

Sumber: Hasil penelitian, 2022

3.5.2 Analisa Agregat Halus

A. Analisa ayakan agregat halus (ASTM C 136 – 01)

1. Tujuan untuk menentukan gradasi dan modulus kehalusan pasir (FM).

2. Pedoman penelitian:

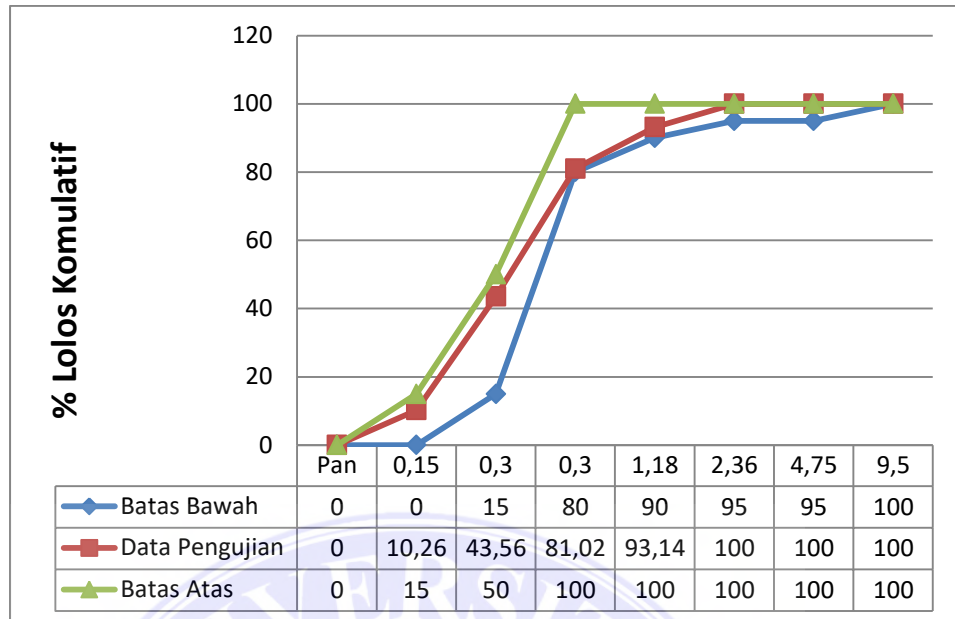
$$FM = \frac{\sum \% \text{ kumulatif tertahan ayakan}}{100} \dots \dots \dots (3.8)$$

3. Hasil penelitian

Tabel 3. 5 Analisa saringan agregat halus

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)	Spesifikasi Gradasi No. 4
9,5	-	-	-	-	100
4,75	-	-	-	100	95 - 100
2,36	-	-	-	100	95- 100
1,18	34,3	6,86	6,86	93,14	90 – 100
0,6	60,6	12,12	18,98	81,02	80 – 100
0,3	187,3	37,46	56,44	43,56	15 – 50
0,15	166,5	33,30	89,74	10,26	0 – 15
Pan	51,3	10,26	100	0	
Jumlah	500	100			

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 4 Grafik analisa saringan agregat halus

Sumber: Hasil penelitian, 2022

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

$$FM = \frac{89,74 + 56,44 + 18,98 + 6,86}{100}$$

$$FM = \frac{172,02}{100} = 1,72$$

Hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 1,7202 %. Nilai gradasi Agregat Halus berada di luar dari batas maximum menurut batas standar ASTM, hasil ini disebabkan butiran Agregat Halus yang sangat halus dibandingkan dengan agregat halus normal.

B. Berat Isi Agregat Halus (ASTM C 29M – 97)

1. Tujuan: Untuk mengetahui berat isi pasir cara padat dan cara longgar

2. Pedoman penelitian: Menunjukkan bahwa pasir yang dirojok atau cara padat lebih besar dari pada dengan pasir yang tidak dirojok atau dengan cara longgar

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan :

W_3 = Berat Benda Uji

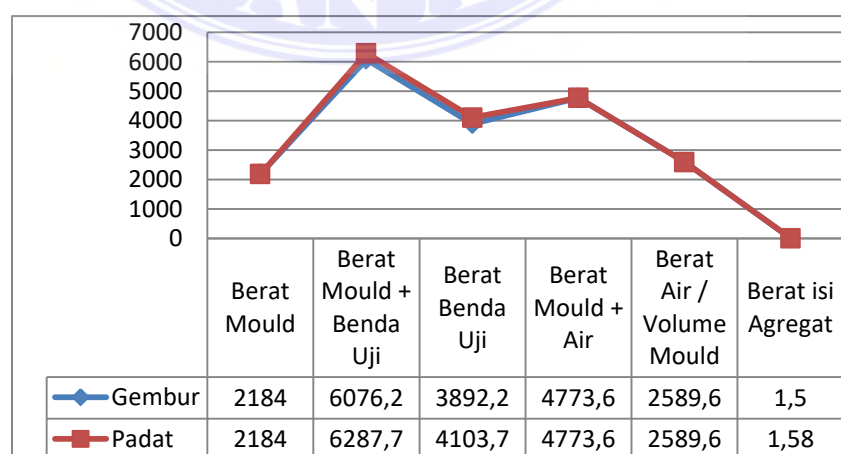
V = Volume Tabung Silinder (lt)

3. Hasil penelitian:

Tabel 3. 6 Berat isi agregat halus

		agregat halus	
		Gembur	Padat
Berat <i>Mould</i>	W_1	2184	2184
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W_2	6076,2	6287,7
Berat benda	$W_3 = W_2 - W_1$	3892,2	4103,7
Berat <i>Mould</i> + air	W_4	4773,6	4773,6
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W_4 - W_1$	2589,6	2589,6
Berat isi agregat	W_3/V (Kg/Lt)	1,5	1.58

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 5 Grafik berat isi agregat halus

Sumber: Hasil penelitian, 2022

C. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (ASTM C127-01)

1. Tujuan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan (absorpsi) agregat halus.
2. Pedoman penelitian: Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis semu.

Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*)

$$= \frac{Bk}{(Bssd - Ba)} \dots (3.10)$$

Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)

$$= \frac{Bssd}{(B + Bssd - Bt)} \dots (3.11)$$

Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*)

$$= \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \dots (3.12)$$

Penyerapan Air (*Absorption*)

$$= \frac{Bssd - bk}{Bk} \times 100\% \dots (3.13)$$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD) (gram)

B = Berat piknometer + air (gram)

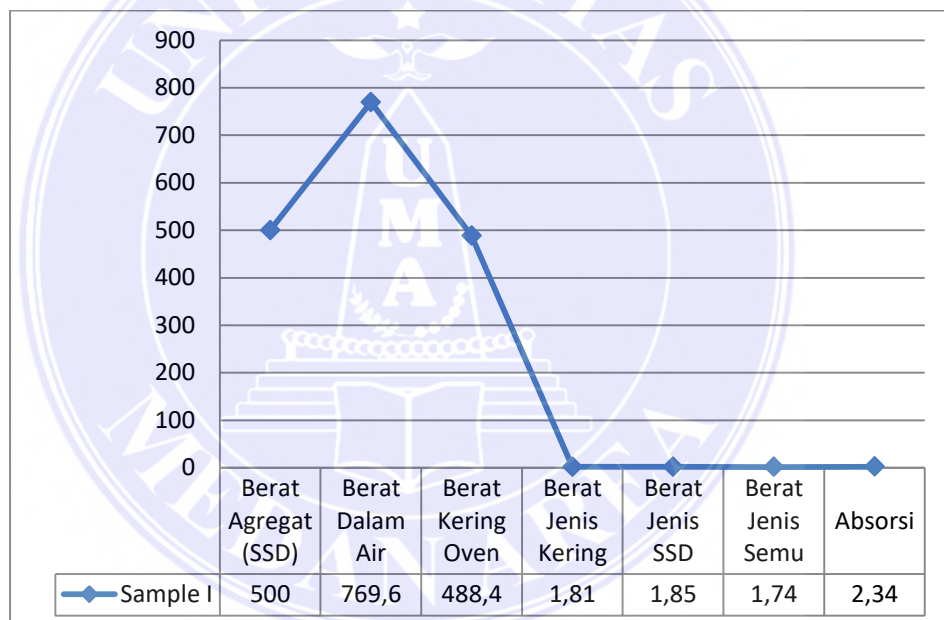
BT = Berat Piknometer + benda uji + air (gram)

3. Hasil Penelitian:

Tabel 3. 7 Berat jenis agregat halus

Uraian		Hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	500
Berat dalam air	(C)	769,6
Berat kering oven	(A)	488,4
Berat jenis kering	$= A / (B - C)$	1,81
Berat jenis SSD	$= B / (B - C)$	1,85
Berat jenis semu	$= A / (A - C)$	1,74
Absorsi	$= (B-A) \times 100 / A$	2,37

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 6 Grafik berat jenis agregat halus

Sumber: Hasil penelitian, 2022

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus $< 5\%$ dari haril pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

D. Kadar Lumpur Agregat Halus (ASTM C 117 – 03)

1. Tujuan: untuk memeriksa kadar lumpur pada agregat halus.

2. Pedoman penelitian: Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus di cuci.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W1 - W4}{W1} \times 100\% \dots (3.14)$$

Keterangan :

W1 = Berat Agregat

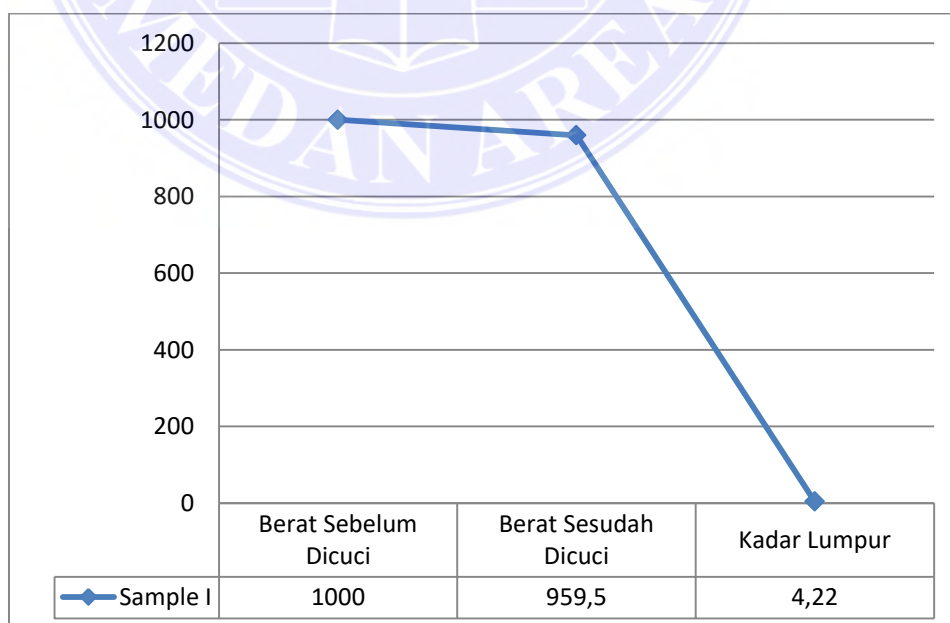
W4 = Berat Agregat di atas saringan no. 200 dan no. 16

3. Hasil perhitungan:

Tabel 3. 8 Kadar lumpur agregat halus

		Sample
Berat benda uji mula - mula (sebelum dicuci) (gr)	(A)	1000
Berat benda uji tertahan saringan no.200 (setelah dicuci) (gr)	(B)	959,5
Kadar lumpur (%)	(A-B/A) X 100%	4,22

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 7 Grafik kadar lumpur agregat halus

Sumber: Hasil penelitian, 2022

Persentase kadar lumpur pasir yang didapat adalah sebesar 2,6%.

Pasir ini layak digunakan sebagai bahan penyusun mix design, karena memenuhi persyaratan yaitu harus $< 5\%$.

E. Kesimpulan pemeriksaan agregat halus

Tabel 3. 9 Kesimpulan pemeriksaan agregat halus

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	4,22%
Kadar Air	0,9%
Analisa Ayakan	1,72
Berat Jenis (SSD)	1,85 gr/cm ³
Absorpsi	2,37%

Sumber: Hasil penelitian, 2022

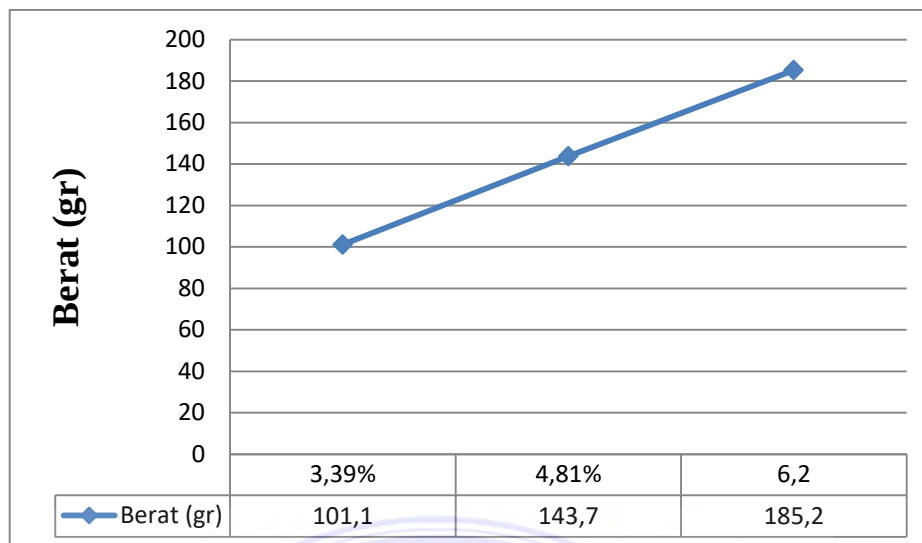
3.5.3 Zat tambah *additive bestmittel*

1. Tujuan untuk Mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat dan mengurangi pemakaian air 5 % - 20 % sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.
2. Pedoman penelitian: Zat *Additive Bestmittel* % x Berat Semen
3. Hasil perhitungan:

Tabel 3. 10 Persentase *bestmittel*

Zat tambah <i>Additive Bestmittel</i> %	Berat Gr
3,39 %	101,1
4,81 %	143,7
6,2 %	185,2

Sumber: Hasil penelitian, 2022

Gambar 3. 8 Grafik persentase *bestmittel*

Sumber: Hasil penelitian, 2022

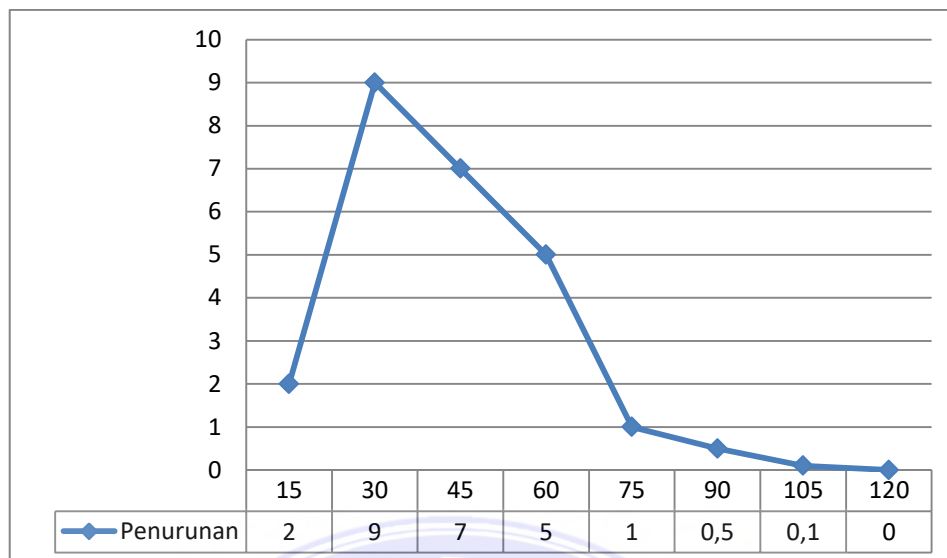
3.5.4 Pengujian Waktu Ikut Semen (ASTM C 403M – 99)

1. Tujuan: untuk mencari nilai waktu ikat beton segar, mencari hubungan waktu ikat pada beton segar dengan suhu pada waktu pengujian, dan mencari hubungan waktu ikat dengan penambahan bahan tambah.
2. Pedoman penelitian: Dilakukan selama dua menit
3. Hasil Perhitungan:

Tabel 3. 11 Waktu ikat semen

Waktu penurunan Air (menit)	Penur nan (mm)	Keterangan waktu pencatatan
15	2	10.20
30	9	10.35
45	7	10.50
60	5	11.05
75	1	11.20
90	0,5	11.35
105	0,1	11.50
120	0	12.05

Sumber: Hasil penelitian, 2022



Gambar 3. 9 Grafik waktu ikat semen

Sumber: Hasil penelitian, 2022

3.5.5 Pembuatan Benda Uji (SNI 03 – 2834 – 2000.)

1. Tujuan: menentukan nilai mix design yang ingin direncanakan.
2. Pedoman penelitian: SNI 03 – 2834 – 2000.
3. Hasil Perhitungan:

Mix design beton normal K= 300 $F_c = 24,90$ Mpa mengacu pada metode SNI 03 – 2834 – 2000.

A. Menghitung nilai margin

Perhitungan nilai margin (m) dihitung dengan cara berikut.

1. Jika pelaksanaan mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar) :

$$M = 1,34 S \text{ atau } M = 2,33 S - 3,5$$

2. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan dapat dilihat tabel berikut

Tabel 3. 12 Kuat tekan direncanakan

Kuat tekan yang disyaratkan f_c' (Mpa)	Nilai tambah (Mpa)
< 21	7,0
21– 35	8,5
> 35	10,0

Sumber: SNI 03-2834-2000

Di dapat nilai berdasarkan tabel 3. 12 $M = 7,0$

B. Menghitung kuat tekan beton rata-rata

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

$$= 24,90 + 7,0 = 31,9 \text{ Mpa} = 325,29 \text{ kg/cm}^2$$

dengan :

 f_{cr} = kuat desak rata-rata, mpa f_c' = kuat desak yang direncanakan, mpa m = nilai tambah, mpa

C. Menentukan jenis semen

Pada penelitian semen yang digunakan untuk campuran beton adalah jenis semen tipe I

D. Menentukan jenis agregat halus dan kasar

1. Agregat kasar : batu pecah (split)

2. Agregat halus : alami

E. Menentukan fas untuk benda uji silinder 150 x 300 mm

Berdasarkan lampiran 1 yang berkaitan dengan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan faktor air semen untuk benda uji silinder maka nilai fas yang didapat yaitu $fas = 0,4$

F. Menentukan fas maksimum

Di dapat nilai fas maksimum berdasarka tabel 3. 13 sebesar fas =
0,60

Tabel 3. 13 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton	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 5
Beton yang kontinu berhubungan:		lihat tabel 6
a. air tawar		
b. air laut		

Sumber: SNI 03-2834-2000

G. Menentukan nilai slump

Berdasarkan Tabel 3. 14 mengenai penentuan nilai Slump
berdasarkan struktur yang di buat, maka nilai Slump yang didapat
adalah 15,0 – 7,5.

Tabel 3. 14 Menentukan nilai slump

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

Sumber: SNI 03-2834-2000

H. Menentukan ukuran agregat maksimum

Ukuran agregat maksimum yang dipakai di lokasi penelitian adalah

20 mm

a. Menentukan kadar air bebas

Menentukan kadar air bebas, jika jenis agregat sudah ditentukan (dipecah atau tidak pecah) digunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 W_{air} &= 0,67 (A_h) + 0,33 (A_k) \\
 &= 0,67 (195) + 0,33 (225) \\
 &= 204,9 \text{ l / m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan :

A_h = Prakiraan kadar air untuk agregat halus (dilihat tabel 4.4)

A_k = Prakiraan kadar air untuk agregat kasar (dilihat tabel 4.4)

Tabel 3. 15 Perkiraan kadar air bebas (kg/m³)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10.0 - 30	30-60	60-180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

I. Menentukan kadar semen yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 W_{\text{semen}} &= W_{\text{air}} / F_{\text{as}} \\
 &= 204,9 / 0,4 \\
 &= 512,25 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

J. Menentukan kadar semen minimum

Kadar semen minimum berdasarkan letak situasi beton dikerjakan, maka kadar semen minimum yang di dapat adalah 325 Kg/m³

K. Menentukan persentase pasir

$$\% \text{ Agregat Halus} = 17,2 \% \quad (\text{Lampiran 2})$$

$$\% \text{ Agregat Kasar} = 100 \% - 27,2 \% = 72,8 \%$$

L. Menentukan berat jenis relatif

1. Berat Jenis Agregat

$$- \text{Berat Jenis Agregat Halus (SSD)} = 2,67$$

$$- \text{Berat Jenis Agregat Kasar (SSD)} = 2,60$$

2. Berat Jenis Agregat Campuran

$$\begin{aligned}
 B_j \text{ Camp} &= [(P/100) \times (B_j A_h)] + [(k/100) \times (B_j A_k)] \\
 &= [(27,2/100) \times (2,67)] + [(72,8/100) \times (2,60)] \\
 &= 2,619
 \end{aligned}$$

M. Menentukan berat jenis beton basah

$$B_j \text{ Beton Basah} = 2355 \text{ Kg/m}^3 \quad (\text{Lampiran 3})$$

N. Menentukan kadar agregat campuran

$$\begin{aligned} \text{Ag. Campuran} &= B_j \text{ Beton} - W \text{ semen} - W \text{ air} \\ &= 2355 - 512,25 - 204,9 \\ &= 1637,85 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

O. Menentukan kadar agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Ag. Halus} &= (27,2/100) \times 1637,85 \\ &= 445,495 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

P. Menentukan kadar agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Ag. Kasar} &= (72,8/100) \times 1637,85 \\ &= 1192,355 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Q. Menghitung volume silinder

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 + 10\% + V \text{ (Safety Faktor)} \\ &= 0,0053 + 10\% \times 0,0053 \\ &= 0,00583 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

R. Menentukan proporsi material pembentuk beton

$$\begin{aligned} \text{Air} &= W_{\text{air}} \times \text{Volume} \\ &= 204,9 \times 0,00583 \\ &= 1,1885 \text{ Liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= W_{\text{semen}} \times \text{Volume} \\ &= 512,25 \times 0,00583 \\ &= 2,986 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{Ag. Halus} = \text{Kadar Ah} \times \text{Volume}$$

$$= 445,495 \times 0,00583$$

$$= 2,597 \text{ Kg}$$

$$\text{Ag. Kasar} = \text{Kadar Ak} \times \text{Volume}$$

$$= 1192,355 \times 0,00583$$

$$= 6,951 \text{ Kg}$$

S. Menentukan komposisi bahan tambah zat *additive Bestmittel*

$$\text{Diketahui} = \text{Zat Additive Bestmittel \%} \times \text{Berat Semen}$$

$$= 3,39/100 \times 2986$$

$$= 101,2254 \text{ gr} \quad (1)$$

$$\text{Diketahui} = \text{Zat Additive Bestmittel \%} \times \text{Berat Semen}$$

$$= 4,81/100 \times 2986$$

$$= 143,6266 \text{ gr} \quad (2)$$

$$\text{Diketahui} = \text{Zat Additive Bestmittel \%} \times \text{Berat Semen}$$

$$= 6,2 /100 \times 2986$$

$$= 185,132 \text{ gr} \quad (3)$$

Tabel 3. 16 Perhitungan campuran beton

No.	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang di rencanakan	Ditetapkan	K 300
2	Nilai tambah margin	Tabel 3. 12	7,0 Mpa
3	Kuat tekan rata - rata		325,29 kg/cm ²
4	Jenis semen		Semen type I
5	Jenis agregat kasar		Batu Pecah
6	Jenis agregat halus		Alami
7	Faktor air semen	Grafik lampiran 1	0,4
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 4.2	0,6
9	Slump	Tabel 4.3	15 - 7,5 cm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas		204,9 L/m ³
12	Kadar semen		512,25 Kg/m ³
13	Kadar semen minimum	Tabel 4.2	325 Kg/m ³
14	Susunan butir agregat halus	Grafik lampiran 2	Gradasi zona 4
15	Persen agregat halus		27,2%
16	Berat jenis relative		2,619
17	Berat jenis beton basah	Grafik lampiran 3	2355 Kg/m ³
18	Kadar agregat gabungan		1637,85 Kg/m ³
19	Kadar agregat halus		445,495 kg/m ³
20	kadar agregat kasar		1192,355 kg/m ³

Sumber: Hasil penelitian, 2022

3.5.6 Pengujian Slump (SNI 03 – 1972 – 1990)

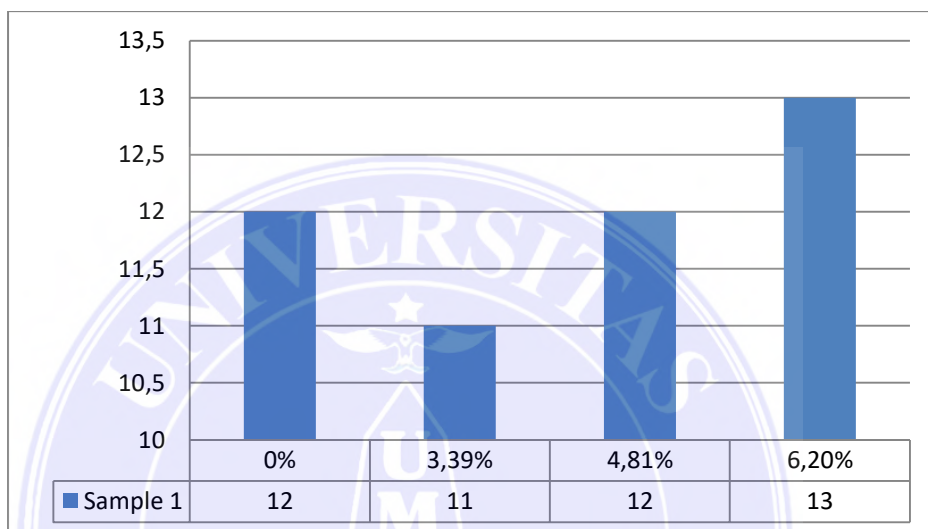
1. Tujuan: untuk mencari nilai slump pada beton segar, melihat perbandingan antara nilai slump dengan kuat tekan beton yang tercapai.
2. Pedoman penelitian: 7,5 – 15 cm
3. Hasil Penelitian:

Hasil pengujian nilai slump dapat dilihat pada table dibawah ini :

3. 17 Data hasil pengujian nilai slump

Variasi	Nilai slump (cm)
0%	12
0,3 %	11
0,45 %	12
0,6 %	13

Sumber: Hasil penelitian, 2022



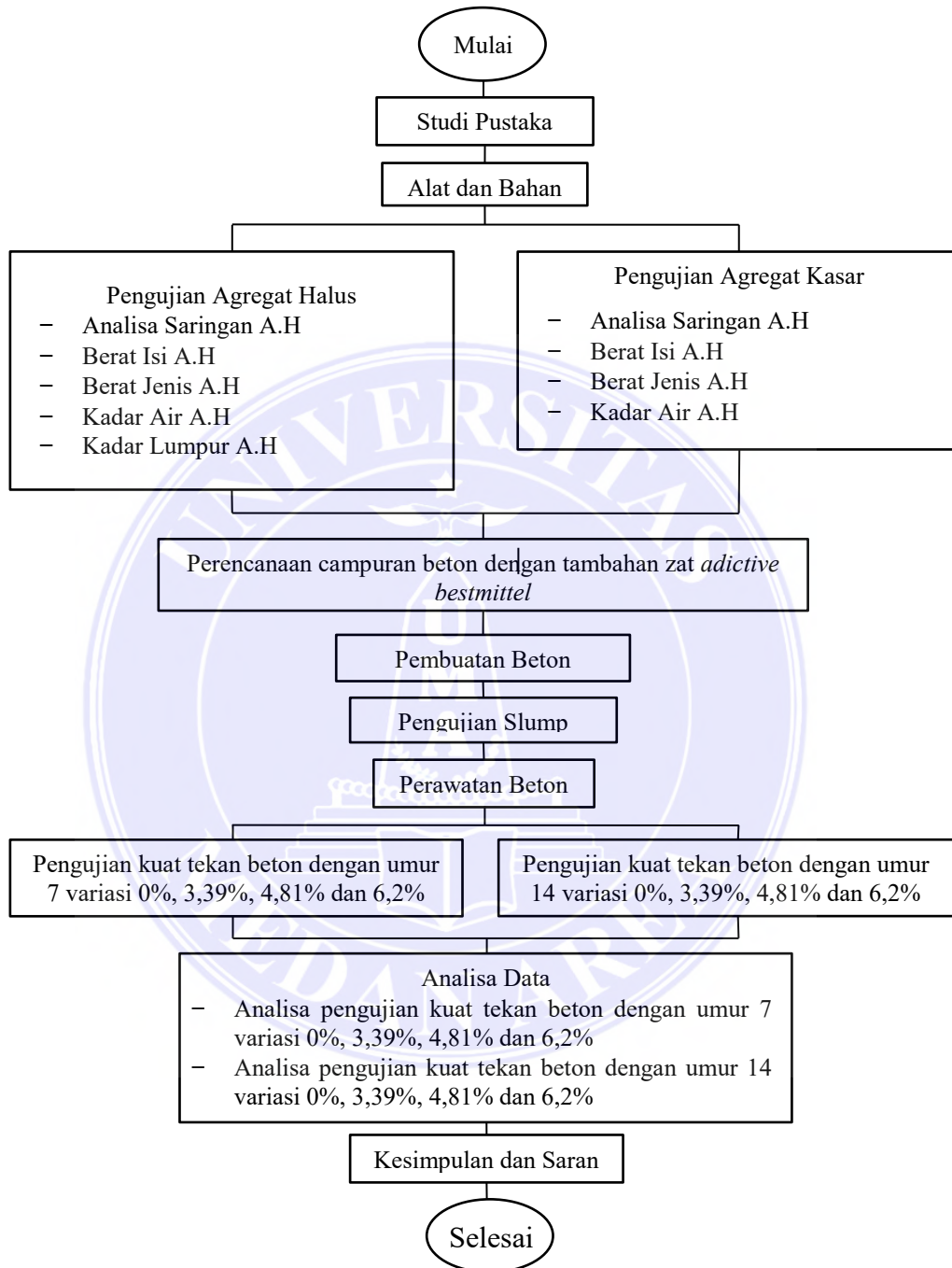
Gambar 3. 10 Grafik pengujian slump

Sumber: Hasil penelitian, 2022

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai slump campuran beton normal dan bahan tambah zat additive bestmittel yaitu, 12 cm, 11 cm, 12 cm, 13 cm Didapat bahwa nilai slump seluruh campuran masuk kedalam slump rencana yaitu 7,5 – 15 cm.

3.6 Bagan Alir

Bagan alir metode penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 11 Bagan alir metode penelitian

Sumber: Hasil penelitian, 2022

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

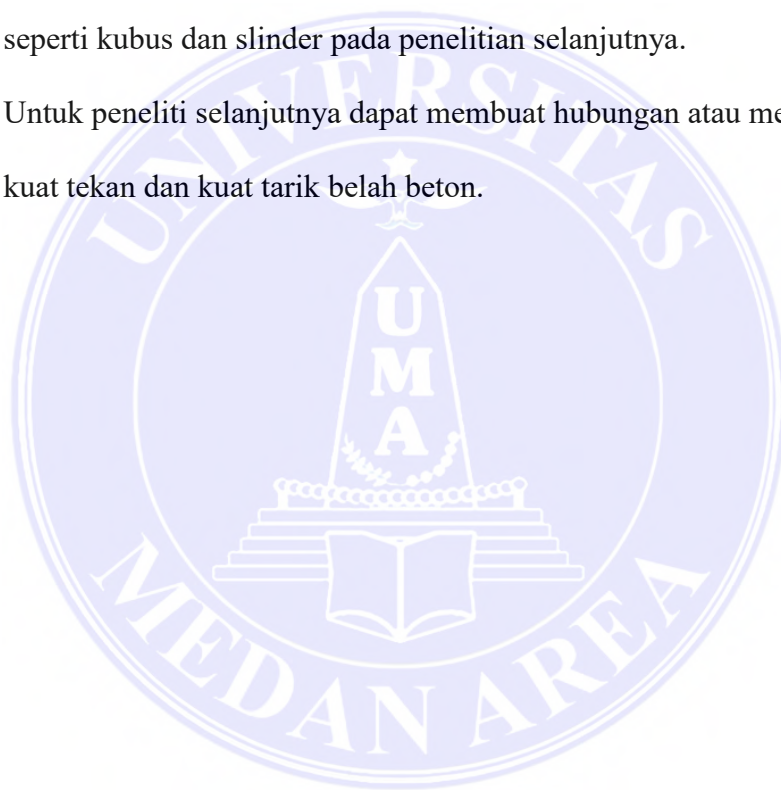
Berdasarkan data hasil uji dan grafik yang dihasilkan pada penelitian penggunaan bahan tambah *additive bestmittel* untuk meningkat kuat tekan beton dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil tes kuat tekan benda uji silinder 7 hari dengan bahan tambah *additive bestmittel* mengalami penurunan yaitu 3,39% sebesar 0,45 Mpa, 4,81% sebesar 0 Mpa dan 6,2% sebesar 0 Mpa sedangkan 14 hari sebesar yaitu 3,39% sebesar 3,96 Mpa, 4,81% sebesar 0,51 Mpa dan 6,2% sebesar 0,34 Mpa, dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambah *additive bestmittel* 7 hari sebesar 0% sebesar 12 Mpa dan 14 hari sebesar 0% sebesar 13,97 Mpa.
2. Hasil tes kuat tekan benda uji silinder dengan dosis yang direncanakan melebihi standart ketentuan *bestmittel* yang dimana standart ketentuannya (0,2% - 0,6%) dapat merusak kualitas semen yang dimana fungsi semen sebagai pengikat agregat kasar dan halus. Efek yang ditimbulkan dari pemakaian dosis yang melebihi standart ketentuan ialah memperlama proses pengeringan beton dan dapat menurunkan nilai kuat tekan beton. Maka beton yang menggunakan bahan tambah *additive bestmittel* melebihi standart ketentuan tidak dapat digunakan karena memberikan penurunan terhadap hasil kuat tekan dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan bahan tambah *additive bestmittel*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan ini adalah

1. Perlu penelitian lebih lanjut, dengan variasi bahan tambah *bestmittel* dan kuat tekan rencana yang lebih beragam, untuk mengetahui perilaku kekuatan tekan pada berbagai usia (variasi lanjutan).
2. Memperbanyak benda uji per-variasi dan membuat sample yang berbeda seperti kubus dan slinder pada penelitian selanjutnya.
3. Untuk peneliti selanjutnya dapat membuat hubungan atau membandingkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

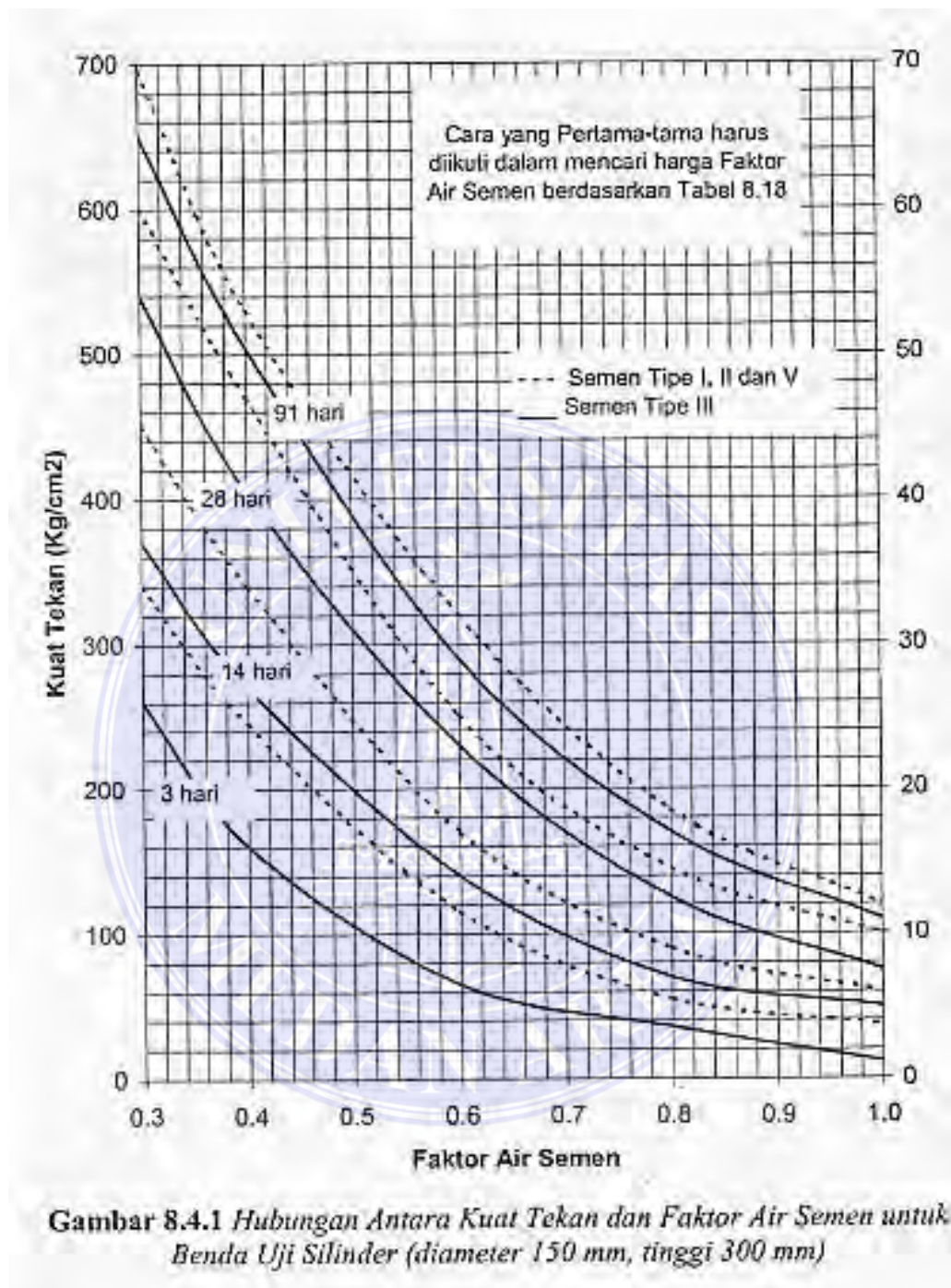


DAFTAR PUSTAKA

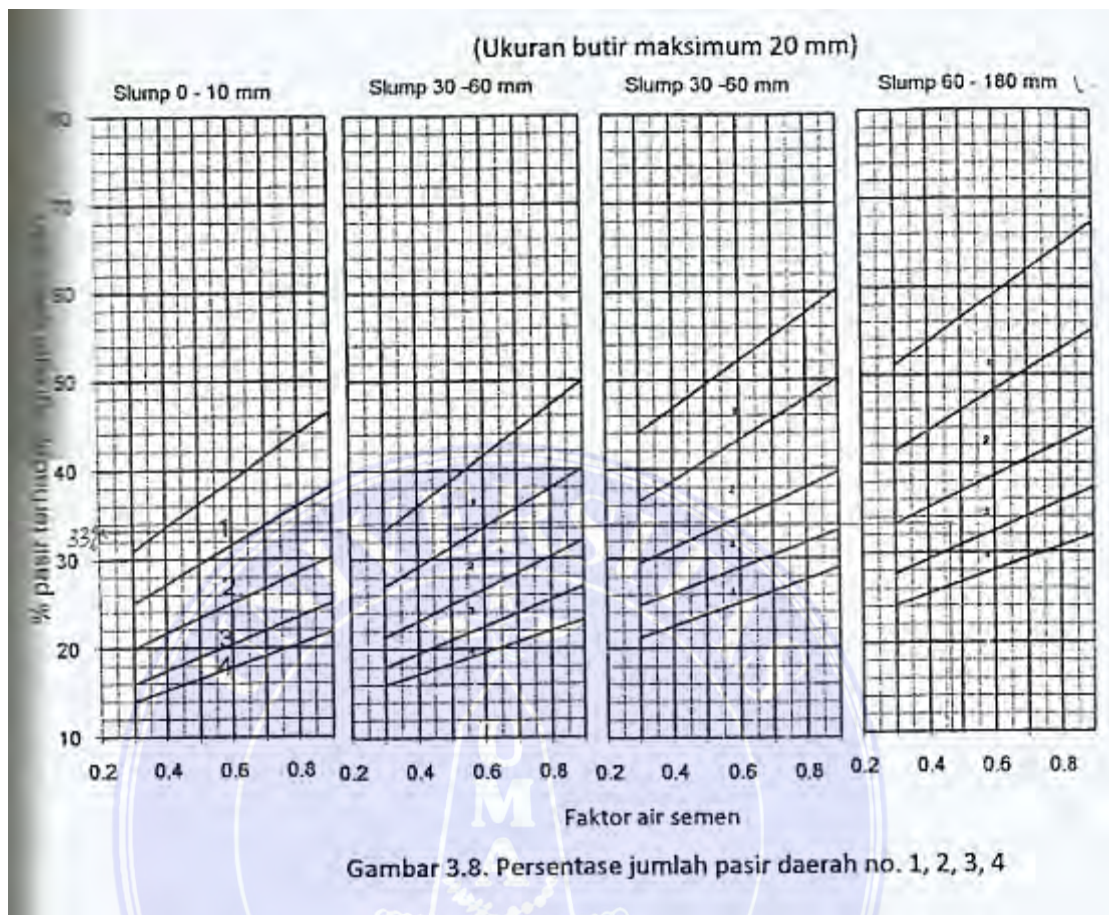
- Anggraeni, S. S. 2014. *“Pengaruh Kadar Zat Additive Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Mutu Tinggi. Fakultas Teknik, Universitas Lampung”*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Ariyani. N, Sasongko. T. A, (2014). *“Pengaruh Penggunaan Besmittel Untuk Mempercepat Kuat Tekan Beton”*. Journal Majalah Ilmiah UKRIM, Edisi I (1-11).
- Artana I. W, Laintarawan, I. P., & Widnyana, I. N. S. (2009). *“Buku Ajar Konstruksi Beton I”*. Denpasar.
- Bahar, S., Fata, N. A., Kurniawati, E. & Suhandi, R. 2005. *“Pedoman Pekerjaan Beton”*. Jakarta: PT. Wijaya Karya.
- Karmila, L. (2017). *“Pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan beton”*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area: Sumatra Utara.
- Nurmaidah, M.T. (2019). *“Modul Praktikum Teknologi Bahan”*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area: Medan.
- Rahmat, Hendriyani. I & Anwar. M. S. (2016). *“Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water Dan Accelerated Admixture”*. Journal Info Teknik, Vol. 17 No. 2 (205-218).
- SK SNI T-15-1990-03. Pembuatan Benda Uji, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- SNI 03-1972-1990. Metode Pengujian Slump, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- SNI 03-1974-1990. Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 1990.
- SNI 15-7064-2004. Semen Portland Komposit, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2004.
- Sulistyawati, R. (2009). *“Pengaruh Penggunaan Zat Additive Bestmittel Terhadap Kuat Tekan Beton”*. Journal Teodolita, Vol.11 No. 2 (34-46)
- Tjokrodinuljo, K., Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta, 1996.



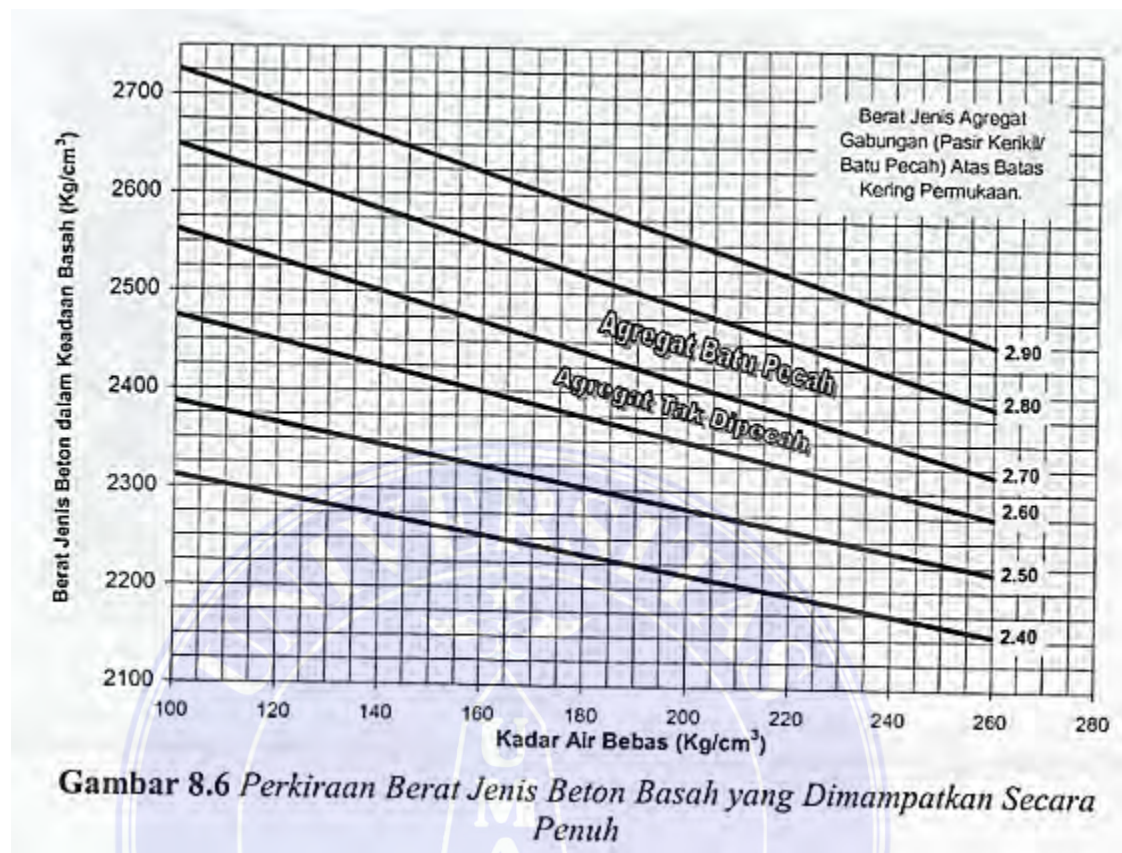
LAMPIRAN 1



LAMPIRAN 2



LAMPIRAN 3



ANALISA AYAKAN AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
 NPM : 178110002
 Material : Pasir (Agregat Halus)
 Tanggal :

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
9,5	-	-	-	-
4,75	-	-	-	100
2,36	-	-	-	100
1,18	34,3	6,86	6,86	93,14
0,6	60,6	12,12	18,98	81,02
0,3	187,3	37,46	56,44	43,56
0,15	166,5	33,30	89,74	10,26
Pan	51,3	10,26	100	0
Jumlah	500	100		

$$\text{Fineles Modulus (FM)} = \frac{172,02}{100} = 1,72$$

1. Pasir Halus = $2,20 < FM \leq 2,60$
2. Pasir Sedang = $2,20 < FM \leq 2,60$
3. Pasir Kasar = $2,20 < FM \leq 2,60$

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORSI

AGREGAT HALUS UNTUK

MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang

NPM : 178110002

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

Uraian		Hasil
		sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	500
Berat dalam air	(C)	769,6
Berat kering oven	(A)	488,4
Berat jenis kering	$= A / (B - C)$	1,81
Berat jenis SSD	$= B / (B - C)$	1,85
Berat jenis semu	$= A / (A - C)$	1,74
Absorsi %	$= (B-A) \times 100 / A$	2,37

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
 NPM : 178110002
 Material : Pasir (Agregat Halus)
 Tanggal :

Uraian	Agregat halus	
	Cara gembur	Cara padat
Berat <i>Mould</i>	W1	2184
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	6076,2
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	3892,2
Berat <i>Mould</i> + air	W4	4773,6
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W4 - W1$	2589,6
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,5

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PASIR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang

NPM : 178110002

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

Uraian	Sample
Berat benda uji mula - mula (sebelum dicuci) (gr) (A)	1000
Berat benda uji tertahan saringan no.200 (setelah dicuci) (gr) (B)	959,5
Kadar lumpur (%) $(A-B/A) \times 100\%$	4,22

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
 NPM : 178110002
 Material : Krikil (Agregat Kasar)
 Tanggal :

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
25	-	-	-	-
19	0	0	0	100
12,5	1608	53,6	53,6	46,4
9.50	1284	42,8	96,4	3,6
4,75	108	3,6	100	0
2,36	-	-	-	-
1,18	-	-	-	-
Pan	-	-	-	-
Total	3000	100		

$$\text{Fineles Modulus (FM)} = \frac{550}{100} = 5,5$$

Modulus kehalusan (FM) antara 5,5 - 7,5

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
 NPM : 178110002
 Material : Krikil (Agregat Kasar)
 Tanggal :

Uraian		Agregat Kasar	
		Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat <i>Mould</i>	W1	4751	4751
Berat <i>Mould</i> + Benda uji	W2	14776,5	15179,5
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	10025,5	10428,5
Berat <i>Mould</i> + air	W4	11501,5	11501,5
Berat air / Volume <i>Mould</i>	$V = W4 - W1$	6750,5	6750,5
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,48	1,54

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORSI AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
 NPM : 178110002
 Material : Krikil (Agregat Kasar)
 Tanggal :

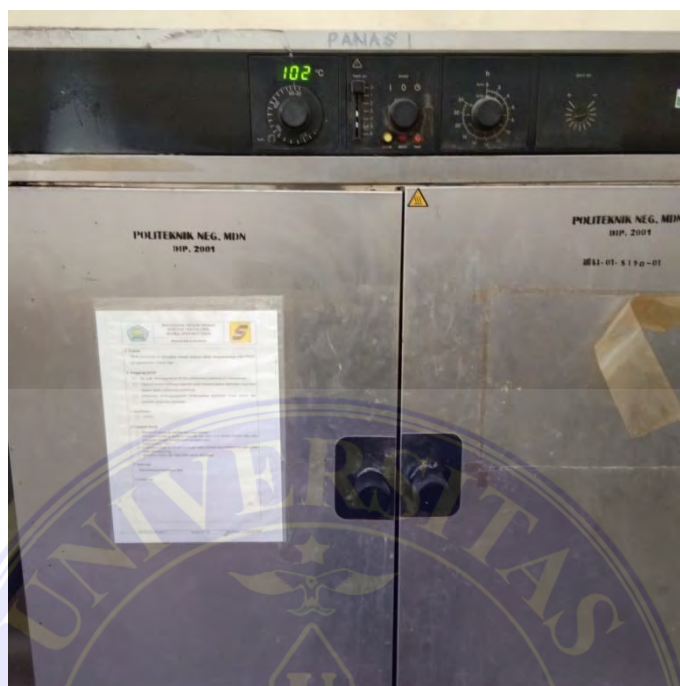
Uraian		Hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	500
Berat dalam air	(C)	952,1
Berat kering oven	(A)	496
Berat jenis kering	$= A / (B - C)$	1,10
Berat jenis SSD	$= B / (B - C)$	1,10
Berat jenis semu	$= A / (A - C)$	1,10
Absorsi	$= (B-A) \times 100 / A$	0,8

PEMERIKSAAN WAKTU IKAT SEMEN UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Irwansyah Putra Simanullang
NPM : 178110002
Material : Semen Portland
Tanggal :

No. test	Waktu penurunan	Penurunan	Keterangan waktu pencatatan
	Air (menit)	(mm)	
1	15	2	10.20
2	30	9	10.35
3	45	7	10.50
4	60	5	11.05
5	75	1	11.20
6	90	0,5	11.35
7	105	0,1	11.50
8	120	0	12.05

ALAT DAN BAHAN



Oven

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Sekop

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Timbangan Digital
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Wadah / tampah
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Cetakan Slinder
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Saringan dan Mesin Penggetar
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Bajana Besar
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Bejana Kecil
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Kerucut
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Piknometer
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mixer

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Penggetar

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Molen
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Kerucut dan Rojokan
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Agregat Halus
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Agregat Kasar
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Semen

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Additive Bestmittel

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Belerang
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Pelepasan beton dari cetakan
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Sample Beton
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Pengujian Beton
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



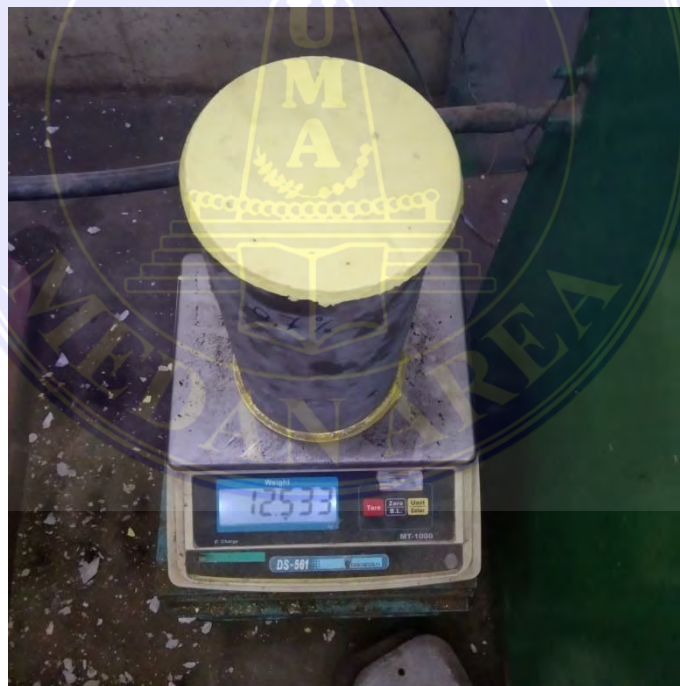
Beton yang hancur pada saat dilapisi belerang
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Belerang yang dipanaskan
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Beton yang dilapisi belerang
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Beton ditimbang sebelum di uji
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Perendaman/Pemeliharaan Beton
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Alat Kuat tekan
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Sample beton yang sudah diuji
Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022

