

LAPORAN TUGAS AKHIR
POTENSI PEMANFAATAN *STYROFOAM* PENGGANTI
AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN

Diajukan untuk melengkapi persyaratan menempuh ujian akhir Program S-1
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang



USM

DISUSUN OLEH :

EKHA MAFARIKHA

C.111.20.0195

M. VEGATIA NURROHMAN

C.111.20.0095

YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS TEKNIK SIPIL JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SEMARANG
TAHUN 2024

ABSTRAK

Beton ringan ialah salah satu contoh yang menunjukkan pesatnya perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi. Dalam membuat beton ringan membutuhkan material campuran beton yang mempunyai berat jenis rendah. styrofoam merupakan bahan yang bisa digunakan karena mempunyai berat jenis yang rendah. Penambahan Styrofoam pada campuran beton dilakukan dengan cara mensubstitusi terhadap agregat kasar dengan tujuan dapat mengurangi berat volume beton. Fokus penelitian adalah pada analisis kuat tekan beton dengan penambahan styrofoam dalam campuran. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian dilaboratorium yang menggunakan butiran Styrofoam sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat umur perawatan 7, 14, 21, dan 28 hari dimana mutu beton yang direncanakan adalah sebesar K250. Dan benda uji yang digunakan, yaitu silinder dengan tinggi 7 cm dengan diameter 10,2 cm. Metode penelitian melibatkan pembuatan benda uji dengan variasi campuran beton normal, beton ringan dengan Styrofoam, dan beton Styrofoam berongga. Pengujian kuat tekan dilakukan pada sampel benda uji silinder untuk mengevaluasi perbedaan dalam kuat tekan antara berbagai jenis campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan styrofoam sebagai pengganti agregat kasar dapat mengurangi berat volume beton secara signifikan, namun perlu memperhatikan penurunan kuat tekan yang mungkin terjadi. Studi ini memberikan wawasan tentang potensi pemanfaatan Styrofoam dalam industri beton ringan dan menyoroti aspek teknis dan ekonomis yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaannya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan material konstruksi yang ramah lingkungan dan efisien.

Kata kunci: Beton, Beton Ringan, Styrofoam, Kuat Tekan, Berat Beton

ABSTRACT

Lightweight concrete is one example that shows the rapid development of technology in the field of construction. In making lightweight concrete, concrete mixture materials that have a low specific gravity are needed. Styrofoam is a material that can be used because it has a low specific gravity. The addition of Styrofoam to the concrete mixture is done by substituting coarse aggregate with the aim of reducing the weight of concrete volume. The focus of the research is on the analysis of the compressive strength of concrete with the addition of styrofoam in the mixture. Based on this, a laboratory study was carried out that used Styrofoam granules as a substitute for coarse aggregate in concrete mixtures. Compressive strength testing was carried out at the treatment age of 7, 14, 21, and 28 days where the planned concrete quality was K250. And the test piece used, namely a cylinder with a height of 7 cm and a diameter of 10.2 cm. The research method involves making test specimens with variations of normal concrete mixtures, lightweight concrete with Styrofoam, and hollow Styrofoam concrete. Compressive strength testing is performed on a sample of cylindrical test pieces to evaluate differences in compressive strength between different types of concrete mixtures. The results show that the use of styrofoam as a substitute for coarse aggregate can significantly reduce the volume weight of concrete, but it is necessary to pay attention to the possible decrease in compressive strength. This study provides insight into the potential utilization of Styrofoam in the lightweight concrete industry and highlights the technical and economic aspects that need to be considered in its use. This research is expected to contribute to the development of environmentally friendly and efficient construction materials.

Keywords: Concrete, Lightweight Concrete, Styrofoam, Compressive Strength, Heavy Concrete

LEMBAR PENGESAHAN

**POTENSI PEMANFAATAN *STYROFOAM* PENGGANTI
AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN**

Disusun Oleh :

1. **Muhammad Vegatia Nurrohman** (C.111.20.0095)

2. **Ekha Mafarikha** (C.111.20.0195)

Laporan Tugas Akhir ini telah diterima

Sebagai salah satu persyaratan menempuh Ujian Akhir

Diperiksa dan disetujui oleh :

Semarang, Maret 2024

Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

Menyetujui

Dosen Pembimbing 2


Dr. Purwanto, S.T., M.T.

NIS: 06557003102051


Ngudi Hari Crista, S.T., M.T.

NIS: 06557003102148

USM
Menyetujui

Kepala Program Studi SI Teknik Sipil

Universitas Semarang


Ngudi Hari Crista, S.T., M.T.

NIS: 06557003102148



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG**

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp.(024)6702757 Fax.(024)6702272

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

Pada hari ini Senin, tanggal 22 Juli 2024 bertempat di Fakultas Teknik, telah dilaksanakan Ujian TA Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Semarang Periode Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024.

Nama Mahasiswa : EKHA MAFARIKHA
N I M : C.111.20.0195
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Judul TA : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti agregat kasar untuk beton ringan
Judul KP : Pembangunan Kampus II STIE Semarang

Dengan Hasil :

NO	NAMA PENGUJI	JABATAN	NILAI	TANDA TANGAN
1	Dr. PURWANTO, S.T., M.T.	Ketua Penguji	85	
2	NGUDI HARI CRISTA, S.T., M.T.	Anggota Penguji	80	
Total Nilai			165	

Nilai Angka :

Nilai Huruf :

Keterangan :

Lulus / Tidak Lulus



Mengetahui,
Wakil Dekan

Ferry Firmawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIS. 6557003102268



USM

Semarang, 22 Juli 2024
Ka. Progdi S1 Teknik Sipil

Ngudi Hari Crista, S.T., M.T.
NIS. 06557003102148



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG**

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp.(024)6702757 Fax.(024)6702272

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

Pada hari ini Selasa, tanggal 23 Juli 2024 bertempat di Fakultas Teknik, telah dilaksanakan Ujian TA Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Semarang Periode Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024.

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD VEGATIA NURROHMAN
NIM : C 111 20 0095
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Judul TA : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti agregat kasar untuk beton ringan
Judul KP : Pembangunan Kampus II STIE Semarang

Dengan Hasil :

NO	NAMA PENGUJI	JABATAN	NILAI	TANDA TANGAN
1	Dr. PURWANTO, S.T., M.T.	Ketua Penguji	85	
2	NGUDI HARI CRISTA, S.T., M.T.	Anggota Penguji	80	
Total Nilai			165	

Nilai Angka :

Nilai Huruf :

Keterangan :

Lulus / Tidak Lulus



Mengetahui,
Wakil Dekan

Ferry Firmawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIS. 6557003102268

Semarang, 23 Juli 2024
Ka. Progdi S1 Teknik Sipil

Ngudi Hari Crista, S.T., M.T.
NIS. 06557003102148

USM

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

POTENSI PEMANFAATAN *STYROFOAM* PENGGANTI AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ekha Mafarikha
NIM : C.111.20.0195
Jurusan : S1 Teknik Sipil Universitas Semarang

Dengan ini menyatakan

1. Tugas Akhir dengan judul di atas tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di surat Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain.
2. Saya bertanggung jawab sepenuhnya terhadap orisinalitas isi Tugas Akhir ini.

USM

Semarang, 24 Juni 2024

Penulis



Ekha Mafarikha

C.111.20.095

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

POTENSI PEMANFAATAN *STYROFOAM* PENGGANTI AGREGAT KASAR UNTUK BETON RINGAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Vegatia Nurrohman
NIM : C.111.20.0095
Jurusan : S1 Teknik Sipil Universitas Semarang

Dengan ini menyatakan

1. Tugas Akhir dengan judul di atas tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di surat Perguruan Tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain.
2. Saya bertanggung jawab sepenuhnya terhadap orisinalitas isi Tugas Akhir ini.

USM

Semarang, 24 Juni 2024

Penulis



Muhammad Vegatia Nurrohman

C.111.20.0095

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Batasan Masalah	10
1.4 Tujuan Penelitian.....	10
1.5 Manfaat Penelitian	11
1.6 Sistematika Penulisan.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Definisi.....	12
2.1.1 Beton.....	12
2.1.2 Semen	13
2.1.3 Agregat Kasar	14
2.1.4 Air.....	15
2.2 Kelebihan dan kekurangan beton.....	17
2.3 Sifat Beton.....	18
2.4 Beton normal.....	19
2.5 Beton ringan.....	19
2.6 Job mix design	21
2.7 Kuat tekan	21
2.8 Material penyusun beton ringan <i>Styrofoam</i>	22
2.8.1 Semen Portland.....	22
2.8.2 Styrofoam.....	23

2.8.3	Air.....	24
2.9	Penelitian sebelumnya.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Kerangka Berfikir.....	29
3.2	Kerangka Konsep.....	32
3.3	Tinjauan Umum.....	33
3.4	Bagan Alir Penelitian	33
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	34
3.6	Metode Analisis Data	34
3.7	Bahan Yang Digunakan.....	34
3.8	Peralatan Yang Digunakan.....	36
3.9	Perencanaan <i>Job Mix Design</i>	39
3.10	Tahap Pembuatan Benda Uji	40
3.11	Perawatan Benda Uji.....	41
3.12	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Hasil Penelitian	42
4.1.1	Agregat Halus	42
4.1.2	Agregat Kasar (10-20 mm).....	47
4.1.3	Agregat Kasar (20-30 mm).....	51
4.1.4	Rekapitulasi isian rancangan beton.....	56
4.2	Kuat Tekan	57
4.3	Nilai kuat tekan	58
4.3.1	Rekapitulasi kuat tekan beton	63
4.3.2	Rekapitulasi berat beton ringan	64
4.3.3	Kesimpulan	66
4.4	Analisis Aspek Ekonomis.....	66

4.4.1	Biaya Produksi Beton Ringan Tanpa Styrofoam	66
4.4.2	Penjelasan Biaya.....	67
4.4.3	Perhitungan Biaya	67
4.4.4	Biaya Produksi Beton Ringan dengan Styrofoam.....	67
4.4.5	Penjelasan Biaya	67
4.4.6	Perhitungan Biaya.....	68
4.5	Perbandingan Biaya Produksi.....	68
BAB V		69
PENUTUP		69
5.1	Kesimpulan.....	69



USM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Campuran ini kemudian dipadatkan dan diawetkan untuk membentuk struktur yang kuat dan tahan lama. Beton telah digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari konstruksi jalan, bangunan, hingga infrastruktur lainnya. Beton dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, seperti beton massa yang dituang dalam volume besar dan memiliki dimensi lebih dari 60 cm. Beton non pasir adalah jenis beton yang tidak menggunakan agregat halus (pasir) dan memiliki kelebihan seperti low shrinkage, pelaksanaan pekerjaan yang lebih mudah, dan biaya yang relatif murah. Beton juga dapat dibuat dengan menggunakan agregat ringan, seperti tanah liat bakar, batu apung, atau agregat buatan, sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan daripada beton biasa. Selain itu, beton dapat dibuat dengan cara membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya.

Dalam konstruksi selain baja dan kayu, beton juga merupakan bahan yang paling banyak digunakan (Maksum, 2015). Beton merupakan campuran dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Banyaknya perkembangan inovasi material beton, salah satunya dengan inovasi ramah lingkungan serta dengan berat jenis dibawah 1800 kg/m³ (Tjokrodimuljo, 2016). Berat jenis beton dapat direduksi dengan pemakaian beton ringan sehingga mengurangi beban statis beton dengan menggunakan agregat yang lebih ringan dari pada beton normal (Siahaan, 2020). Namun beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Oleh karena itu, inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, diantaranya bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah (beton ringan) (Nanto2, 2018). Beton ringan dapat dibuat dengan menggunakan agregat ringan seperti batu apung, lempung dan *fly ash*, serbuk kayu (Saifuddin, dkk. 2013). Beton ringan atau dikenal juga dengan sebutan beton ringan merupakan salah satu jenis beton yang memiliki massa jenis lebih rendah dibandingkan beton tradisional. Biasanya dibuat dengan menggunakan agregat ringan seperti batu apung, fly ash, atau bahan busa, yang mengurangi berat keseluruhan beton tanpa mengurangi integritas strukturalnya (Syahrul, 2022).

Keuntungan menggunakan beton ringan antara lain bobotnya berkurang, sehingga biaya konstruksi lebih rendah dan penanganan lebih mudah selama pemasangan. Selain itu, bahan ini dapat meningkatkan isolasi termal dan kedap suara karena kepadatannya yang lebih rendah (Puro, 2014). Sifat-sifat beton ringan dapat bervariasi tergantung pada jenis dan proporsi agregat yang digunakan. Misalnya, penggunaan batu apung sebagai agregat dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi, sedangkan fly ash dapat meningkatkan kemampuan kerja beton (Puro, 2014). Dalam pembuatan beton ringan dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah (Miswar, 2018). Salah satu bahan alternatifnya adalah *styrofoam*. *Styrofoam* di masyarakat awam dikenal sebagai gabus putih yang merupakan limbah rumah tangga yang sulit untuk terurai dan sulit membusuk. Dalam beberapa tahun terakhir, pemerintah dan organisasi lingkungan telah mengadakan kampanye untuk mengurangi penggunaan *styrofoam* sebagai kemasan makanan. Mereka mengingatkan bahwa penggunaan *styrofoam* dapat memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan, serta bahwa ada alternatif yang lebih ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai kemasan makanan.

Styrofoam, juga dikenal sebagai Expanded Polystyrene (EPS), adalah bahan kemasan yang terbuat dari polimer polistirena yang dikembangkan melalui proses ekspansi di udara. Bahan ini memiliki sifat-sifat yang unggul seperti ringan, tidak mudah bocor, dan bentuknya tidak berubah saat dipegang. Hal ini membuatnya sangat populer digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman, terutama untuk produk yang memerlukan perlindungan panas atau dingin (Sumarni et al., 2013). Wadah *styrofoam* tersusun dari polimer-polimer yang berasal dari bahan kimia aditif. Zat-zat aditif dari wadah ini dapat bermigrasi ke makanan yang dikemas, yang berbahaya bagi manusia karena bersifat karsinogenik. *Styrofoam* atau busa plastik lazim digunakan sebagai pelindung bahan mudah pecah atau disebut juga *fragile*. Namun, kini *styrofoam* menjadi salah satu pilihan bahan pengemas makanan dan minuman. Perlu diketahui, bahwa *styrofoam* masih termasuk dalam famili plastik. Dengan bahan pembangun yang disebut polisterin, yaitu suatu jenis plastik yang sangat ringan, tembus cahaya, kaku dan murah tetapi cepat rapuh. Karena sifat dari bahan pembangun tersebut, ditambah beberapa bahan-bahan kimia lainnya dan akhirnya akan menghasilkan bentuk *styrofoam* seperti yang telah kita ketahui sekarang (Mukminah, 2019). *Styrofoam* digunakan sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam campuran beton untuk menghasilkan beton ringan. Penggunaan *Styrofoam* dalam beton memberikan beberapa keuntungan, seperti berat volume beton yang lebih rendah dan nilai guna yang

meningkat. Namun penambahan styrofoam juga dapat berakibat pada penurunan kekuatan beton, terutama kuat tekan dan tarik lentur (Tarihoran et al., 2020). Penggunaan Styrofoam sebagai bahan tambah dalam campuran beton ringan dapat mengurangi berat volume beton secara signifikan. Dalam penelitian yang dilakukan, substitusi styrofoam terhadap agregat kasar dapat mereduksi berat volume beton sebesar 26.92%. Hal ini disebabkan Styrofoam memiliki berat jenis yang sangat rendah, sekitar 13 kg/m³ hingga 16 kg/m³, yang membuat beton ringan memiliki berat jenis kurang dari 1900 kg/m³ (Azhari, 2008). Penggunaan Styrofoam dalam beton ringan juga dapat meningkatkan keefektifan dalam transportasi dan pemasangan struktur, serta mengurangi beban elemen struktur yang memikulnya. Selain itu, beton ringan dengan Styrofoam juga dapat memiliki kinerja akustik yang baik, menjadikan aplikasinya cocok untuk struktur yang memerlukan sifat-sifat tersebut (Kinniburgh, 2019). Dalam sintesisnya, penggunaan Styrofoam sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam campuran beton ringan dapat memberikan beberapa keuntungan, seperti berat volume yang lebih rendah dan nilai guna yang meningkat. Namun, penambahan styrofoam juga harus diimbangi dengan batasan kekuatan beton yang terkait dengan penurunan kuat tekan dan tarik lentur.

Dalam penerapannya sebagai bahan campuran beton, styrofoam dapat digunakan sebagai bahan tambahan yang mengurangi berat dan meningkatkan sifat penutupan panas dan dingin pada beton. Styrofoam dapat digunakan dalam bentuk serbuk atau butiran yang kemudian dicampur dengan semen, pasir, dan udara untuk membuat beton yang lebih ringan dan memiliki sifat ketebalan yang lebih baik. Styrofoam juga dapat digunakan sebagai bahan pengisi yang dapat mengurangi kebutuhan semen dan pasir dalam pembuatan beton, sehingga dapat mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi dalam proses konstruksi. Penggunaan *Styrofoam* sebagai agregat kasar maupun agregat halus diharapkan dapat mengurangi banyaknya limbah disekitar dan untuk menambah nilai guna dari *styrofoam* tersebut, juga berat beton akan lebih ringan pula, namun hal ini akan berpengaruh pada kekuatan. Bagian ini menjelaskan hipotesis yang dirumuskan oleh peneliti sehingga menjadi dasar dari penelitian. beton tersebut seiring dengan penambahan *styrofoam* pada campuran beton.

Dengan menggunakan butiran *styrofoam* dengan diameter 3 hingga 4 mm, peneliti akan mengeksplorasi karakteristik beton yang lebih ringan. *Styrofoam* jenis ini berbeda dari bahan lain karena lebih ringan dari kerikil sebagai agregat kasar. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-2847 tahun 2002 beton yang beratnya kurang dari 1900kg/m³ dapat

dikategorikan sebagai beton ringan (Samaria, 2020). Untuk membuat beton yang ringan dibutuhkan bahan dengan berat jenis yang ringan pula. Secara umum, jika berat beton diturunkan, dapat diperoleh berat jenis yang lebih ringan, namun hal ini mempunyai efek samping berupa melemahnya kuat tekan beton. Untuk membuat beton ringan, harus dibuat rongga pada materialnya. Semakin banyak rongga udara dalam beton semakin ringan beton yang dihasilkan (Winarno & Pujantara, 2015).

Peneliti mencoba merubah komposisi beton, sehingga nantinya mendapatkan hasil sesuai dengan kuat tekan yang ditentukan sebagai beton ringan. Peneliti juga mempelajari berbagai kuat tekan dari setiap kombinasi yang telah dibuat dan diuji guna menetapkan standar beton konvensional. Peneliti membuat masing - masing campuran 45 silinder ukuran 10x5, 10x6, 10x7 yang setiap ukurannya masing -masing berjumlah 15 buah. Secara umum rongga udara pada beton berkisar antara 1% sampai 4%, pasta semen (semen dan air) berkisar antara 25% sampai 40%, dan agregat halus berkisar antara 60% sampai 75%. Komponen - komponen ini digabungkan untuk menghasilkan adukan yang mudah dibentuk sesuai yang diinginkan. Akibat hidrasi air pada semen, adukan akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk menopang beban (Wiriady et al., 2016).

Peneliti akan menentukan mutu beton konvensional dengan mengambil nilai kuat tekan tertinggi dari masing - masing campuran untuk menjadi acuan pembuatan mix design beton konvensional yang nantinya akan di ketahui dan dibedakan berat betonnya terhadap beton ringan dengan bahan tambah *Styrofoam*. Berat jenis *Styrofoam* berkisar antara 9 hingga 22 kg/m³. Karena sifatnya, *Styrofoam* merupakan bahan limbah yang membutuhkan waktu lama untuk terurai (Miswar, 2018). Lubang udara pada beton dapat ditimbulkan oleh *styrofoam*. Karena peneliti ingin memanfaatkan temuannya tentang penggunaan *styrofoam* dalam campuran beton di lapangan, maka dengan ini peneliti mengambil judul “ **Potensi Pemanfaatan *Styrofoam* Pengganti Agregat Kasar Untuk Beton Ringan** ”.

USM

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, maka dirumuskan permasalahan penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana efektivitas dan pengaruh kemampuan kuat tekan dengan menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dalam beton ringan ?
2. Bagaimana aspek ekonomis dari pemanfaatan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dalam beton ringan, termasuk biaya produksi dan potensi untuk mengurangi biaya konstruksi secara keseluruhan ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan, ada beberapa masalah yang dibatasi untuk mencapai maksud dan tujuan yaitu:

1. Mutu beton yang dipakai adalah K250.
2. Variasi perbandingan beton yaitu beton normal dengan beton *styrofoam* berongga dan tidak berongga.
3. Pengujian kuat tekan hanya digunakan sampel sebagai benda uji silinder.
4. Jumlah sampel yang digunakan tiap pengujian sebanyak 4 buah beton normal, 4 buah beton *Styrofoam*, 4 buah betob berongga, hal ini memenuhi standar SNI 2847-2013.
5. *Styrofoam* yang digunakan berdiameter 2 mm – 5 mm.
6. Beton yang digunakan berdiameter 10,2 cm dan tinggi 7 cm.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan diatas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa efektivitas dan pengaruh kemampuan kuat tekan dengan menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dalam beton ringan.
2. Mengetahui aspek ekonomis dari pemanfaatan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dalam beton ringan, termasuk biaya produksi dan potensi untuk mengurangi biaya konstruksi secara keseluruhan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan teknologi beton antara lain :

1. Menambah pengetahuan serta wawasan mengenai manfaat *styrofoam* sebagai bahan alternatif pengganti agregat kasar serta
2. Menjadi referensi bagi masyarakat tentang beton ramah lingkungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun dalam beberapa bab sehingga diharapkan dapat mempermudah pembaca dalam memahami isi Laporan Tugas Akhir ini. Secara garis besar, Laporan Tugas Akhir ini akan tersusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang serta permasalahan yang akan diajukan dan merupakan gambaran umum dari isi Tugas Akhir. Menguraikan permasalahan umum, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan..

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang digunakan sebagai bahan acuan dalam menyelesaikan masalah penelitian ini, terutama mengenai hal-hal berkaitan dengan Potensi Pemanfaatan *Styrofoam* Pengganti Agregat Kasar Untuk Beton Ringan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas penelitian secara keseluruhan yang merupakan urutan-urutan yang sistematis mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, teknik pengumpulan data.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang gambaran umum, dan analisis data berdasarkan pembahasan yang dipilih “Potensi Pemanfaatan *Styrofoam* Pengganti Agregat Kasar Untuk Beton Ringan” dan akan disusun secara lengkap dan sistematis.

BAB V PENUTUP

Berisi mengenai kesimpulan dan saran mengenai Potensi Pemanfaatan *Styrofoam* Pengganti Agregat Kasar Untuk Beton Ringan yang sudah dibahas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi

2.1.1 Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang sangat umum digunakan dalam industri konstruksi untuk pembangunan berbagai struktur seperti gedung, jembatan, jalan, bendungan, dan lainnya. Bahan ini terbuat dari campuran beberapa komponen utama, yang melibatkan semen Portland, air, agregat kasar (kerikil atau batu pecah), serta agregat halus (pasir). Proses pengeringan dan pengerasan beton melibatkan reaksi kimia yang disebut hidrasi, di mana partikel-partikel semen bereaksi dengan air untuk membentuk senyawa padat yang memberikan kekuatan dan kekerasan pada material tersebut. Beton adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran antara agregat dan bahan pengikat. Agregat dapat berupa batu, kerikil, atau pasir, sedangkan bahan pengikatnya biasanya berupa air mani. Campuran ini kemudian diaduk dengan air untuk mencapai kekentalan yang sesuai. Beton memiliki beberapa kelebihan, seperti kekuatan yang kokoh, permukannya rata, serta tekstur halus. Dengan kekuatan yang sama, beton dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti pembangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton dapat dibedakan beberapa menjadi jenis berdasarkan fungsi dan kegunaannya. Jenis-jenis beton yang umum dikenal meliputi beton mortar, beton ringan, beton non-pasir, beton hampa, beton bertulang, beton pra-tegang, beton pra-cetak, beton massa, beton siklop, dan beton serat. Masing-masing jenis beton memiliki karakteristik yang unik dan digunakan untuk tujuan yang spesifik (Richter et al., n.d.). Mortar beton misalnya digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat struktur bangunan. Beton ringan digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan yang lebih rendah, seperti dinding atau lantai. Beton non-pasir digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan yang lebih tinggi, seperti pondasi atau struktur bangunan yang lebih besar. Beton hampa, yang juga dikenal sebagai beton dengan porositas tinggi, digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan yang lebih rendah dan juga memerlukan sifat isolasi yang lebih baik. Beton bertulang digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan yang lebih tinggi dan juga memerlukan sifat yang lebih tahan terhadap gaya tarik. Beton pra-tegang digunakan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan yang lebih tinggi dan juga memerlukan sifat yang lebih tahan terhadap gaya tekan.

Salah satu karakteristik utama beton adalah kemampuannya untuk mengatasi tekanan yang tinggi. Sifat ini membuatnya menjadi pilihan utama untuk struktur - struktur yang

memerlukan daya tahan dan kekuatan, seperti pondasi gedung tinggi atau elemen struktural jembatan. Selain itu, beton juga memiliki ketahanan terhadap api, serangan hama, dan kondisi lingkungan yang ekstrem.

Beton dapat dibedakan berdasarkan jenis dan proporsi bahan yang digunakan dalam campurannya. Beton normal, yang paling umum digunakan, memiliki campuran semen, air, pasir, dan kerikil dalam proporsi tertentu. Sementara itu, beton khusus bisa mencakup bahan tambahan seperti serat logam atau plastik untuk meningkatkan sifat kekuatan tarik dan ketahanan retak. Beton siap pakai atau beton pracetak adalah varian beton yang diproduksi di pabrik dan dikirim ke lokasi konstruksi dalam bentuk yang siap digunakan.

Proses pembuatan beton melibatkan pencampuran bahan-bahan tersebut secara seksama untuk mencapai campuran yang homogen. Setelah itu, beton dipindahkan ke lokasi konstruksi dan ditempatkan dalam cetakan sesuai dengan desain yang diinginkan. Pada tahap selanjutnya, beton dihamparkan dan diratakan untuk menghilangkan gelembung udara dan mencapai permukaan yang halus. Proses terakhir melibatkan pengerasan beton melalui perawatan yang benar, termasuk penyiraman dengan air dan penutupan untuk mencegah penguapan yang terlalu cepat.

Keuntungan beton yaitu melibatkan kekuatan struktural yang tinggi, daya tahan yang lama, dan kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi lingkungan. Namun, ada juga beberapa kelemahan seperti berat yang tinggi, kerentanan terhadap retak akibat perubahan suhu ekstrem, dan keterbatasan dalam bentuk desain yang dapat dicapai. Oleh karena itu, inovasi terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan karakteristik beton, termasuk pengembangan beton ramah lingkungan dengan mengurangi emisi karbon selama produksi.

Secara keseluruhan, beton memiliki peran yang krusial dalam industri konstruksi modern dan terus menjadi fokus penelitian untuk mengembangkan material yang lebih kuat, tahan lama, dan ramah lingkungan.

2.1.2 Semen

Semen adalah bahan bangunan yang umum digunakan dalam industri konstruksi untuk mengikat material konstruksi seperti batu bata, batu, pasir, dan agregat lainnya menjadi suatu struktur yang kokoh dan tahan lama. Pengertian semen mencakup pemahaman tentang komposisi, fungsi, dan peranannya dalam proses pembangunan.

Secara umum, semen adalah bahan perekat yang digunakan untuk menyatukan berbagai material konstruksi menjadi satu kesatuan yang solid. Ada berbagai jenis semen,

tetapi yang paling umum digunakan adalah semen portland, yang merupakan hasil dari penggilingan klinker portland bersamaan dengan bahan tambahan seperti gypsum. Klinker portland adalah produk dari percampuran dan pembakaran bahan baku seperti batu kapur, tanah liat, silika, dan besi dalam proporsi tertentu.

Semen berfungsi sebagai perekat yang menghubungkan partikel-partikel material konstruksi, membentuk suatu massa yang kuat dan tahan tekanan. Proses ini disebut hidrasi, di mana semen bereaksi dengan air untuk membentuk gel yang menguat seiring waktu. Kualitas hidrasi sangat penting dalam menentukan kekuatan dan daya tahan struktur bangunan. Adapun komposisi semen umumnya terdiri dari klinker portland, gypsum, dan bahan tambahan tertentu seperti *fly ash*, *slag*, atau bahan kimia lainnya. Bahan tambahan ini dapat meningkatkan kinerja semen, seperti ketahanan terhadap serangan kimia atau peningkatan kekuatan awal.

Semen digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, termasuk pembangunan gedung, jembatan, jalan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Penggunaan semen tidak hanya memberikan kekuatan struktural pada material konstruksi, tetapi juga memberikan ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan dan beban yang diberikan.

Selain itu, proses produksi semen juga memiliki dampak terhadap lingkungan. Pabrik semen menghasilkan emisi gas rumah kaca dan limbah padat, sehingga inovasi dan teknologi ramah lingkungan menjadi fokus untuk mengurangi dampaknya. Peningkatan dalam penggunaan limbah industri sebagai bahan tambahan dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan.

Dengan demikian, semen memiliki peran yang sangat penting dalam industri konstruksi dan pembangunan. Pemahaman tentang komposisi, proses hidrasi, dan aplikasi praktisnya menjadi kunci dalam memastikan keberhasilan proyek konstruksi dan keberlanjutan lingkungan. Seiring dengan perkembangan teknologi dan kesadaran akan dampak lingkungan, industri semen terus mencari solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produk mereka.

2.1.3 Agregat Kasar

Agregat kasar, dalam konteks konstruksi dan teknik sipil, merujuk pada material granular yang digunakan sebagai komponen utama dalam campuran beton. Agregat kasar merupakan salah satu unsur penting dalam pembuatan beton yang berperan dalam memberikan kekuatan, kekerasan, dan stabilitas struktur bangunan. Material ini terdiri dari batu pecah, kerikil, pasir kasar, atau campuran dari bahan-bahan tersebut. Penggunaan

agregat kasar sangat umum dalam industri konstruksi, dan pemahaman mendalam tentang sifat dan karakteristiknya penting untuk memastikan kualitas dan daya tahan bangunan.

Salah satu fungsi utama agregat kasar adalah memberikan kekuatan mekanis pada beton. Kualitas beton sangat bergantung pada kemampuan agregat kasar untuk memberikan dukungan struktural dan daya tahan terhadap beban. Batu pecah dan kerikil, sebagai bentuk umum dari agregat kasar, memiliki sifat-sifat fisik yang membuatnya ideal untuk menciptakan campuran beton yang kokoh. Ukuran dan bentuk butir agregat kasar memainkan peran penting dalam menentukan kinerjanya dalam konstruksi .

Ukuran partikel agregat kasar bervariasi, dan standar kualitas biasanya mengatur rentang ukuran tertentu yang harus dipenuhi. Adanya variasi ukuran memungkinkan agregat kasar untuk mengisi ruang kosong dalam campuran beton, menciptakan struktur yang kuat dan padat. Selain itu, agregat kasar juga dapat mempengaruhi sifat reologi beton, termasuk kemudahan pengecoran dan penyebaran campuran beton di dalam cetakan.

Selain memberikan kekuatan, agregat kasar juga berperan dalam mengendalikan perubahan dimensi beton akibat perubahan suhu dan kelembaban. Kemampuan agregat kasar untuk menyerap dan melepaskan air dapat membantu mengurangi risiko keretakan dan deformasi pada struktur beton. Oleh karena itu, pemilihan agregat kasar yang tepat menjadi kunci dalam merancang campuran beton yang dapat menanggulangi perubahan lingkungan.

Penting untuk mencatat bahwa kualitas agregat kasar tidak hanya terkait dengan kekuatan mekanis, tetapi juga dengan ketahanannya terhadap abrasi, serangan kimia, dan pengaruh lingkungan lainnya. Sebagai contoh, ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan adalah parameter penting dalam memilih agregat kasar di daerah yang mengalami fluktuasi suhu ekstrem.

Secara keseluruhan, agregat kasar memegang peran krusial dalam industri konstruksi, membentuk dasar dari struktur beton yang kuat dan tahan lama. Pemahaman yang baik tentang sifat-sifatnya, pemilihan yang tepat, dan penggunaan yang benar dalam campuran beton menjadi kunci keberhasilan pembangunan proyek konstruksi yang berkelanjutan dan berkualitas.

2.1.4 Air

Air adalah zat yang sangat penting bagi kehidupan di planet Bumi. Secara kimia, air dikenal sebagai H₂O, yang terbentuk oleh dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Kondisi unik dari molekul air memberikannya sifat-sifat khusus yang memainkan peran vital dalam

berbagai aspek kehidupan. Pengertian air melibatkan pemahaman akan sifat fisik, kimia, dan peran ekologisnya.

Secara fisik, air memiliki tiga bentuk utama: padat (es), cair, dan gas (uap air). Perubahan antara ketiga bentuk ini tergantung pada suhu dan tekanan lingkungan. Pada suhu di atas 0°C , air berada dalam bentuk cair, sementara di bawah 0°C , air membeku menjadi es. Di atas 100°C pada tekanan atmosfer, air berubah menjadi uap. Perubahan fase ini memiliki dampak besar pada berbagai fenomena alam, seperti siklus air, yang mencakup penguapan, kondensasi, presipitasi, dan aliran permukaan. Secara kimia, air memiliki sifat polar karena adanya muatan positif di atom hidrogen dan muatan negatif di atom oksigen. Sifat polar ini membuat air mampu membentuk ikatan hidrogen, yang memberikan stabilitas dan kekuatan kohesi pada molekul air. Sifat ini juga menjelaskan kemampuan air untuk larut dalam banyak substansi, sehingga dijuluki sebagai "pelarut universal." Sebagai pelarut, air dapat mengangkut berbagai zat kimia dan mineral yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk bertahan hidup.

Peran air dalam kehidupan sangat krusial. Air merupakan komponen utama seluruh makhluk hidup dan merupakan media yang memungkinkan reaksi kimia di dalam tubuh. Tanaman, hewan, dan manusia membutuhkan air untuk menjaga kehidupan dan melakukan berbagai fungsi biologis. Kehadiran air juga menjadi kunci dalam menjaga stabilitas iklim global, karena siklus air memainkan peran dalam mengatur suhu di permukaan Bumi. Sumber daya air juga memiliki dampak penting pada kehidupan manusia. Air digunakan untuk keperluan konsumsi, pertanian, industri, dan kebutuhan energi. Ketersediaan air bersih menjadi isu global yang semakin mendesak, dengan banyak wilayah mengalami krisis air akibat perubahan iklim, eksploitasi sumber daya, dan polusi. Dalam konteks budaya dan spiritual, air sering dianggap sebagai simbol kehidupan, kesucian, dan penyucian. Ritual keagamaan dan tradisi adat seringkali melibatkan penggunaan air untuk membersihkan dan merayakan makna yang mendalam.

Dengan segala sifat dan peranannya, air bukan hanya sekadar zat kimia biasa. Air adalah elemen esensial yang mendukung seluruh ekosistem dan keberlanjutan kehidupan di Bumi. Kesadaran akan pentingnya pelestarian sumber daya air menjadi kunci untuk melindungi lingkungan dan menjaga keseimbangan ekosistem planet ini.

Fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25-30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor

air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun (Tjokrodimulyo, 2007).

2.2 Kelebihan dan kekurangan beton

Beton memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain:

- a. Tahan lama : Beton dapat tahan lama dan kuat, sehingga ideal untuk digunakan dalam bangunan yang kokoh dan aman.
- b. Kekuatannya bisa diatur : Kekuatannya dapat diatur dengan cara mengatur proporsi campuran, bahan dasar penyusun beton, dan cara pengerjaan.
- c. Mudah dibentuk : Beton mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi, sehingga ideal untuk digunakan dalam bangunan yang memiliki bentuk yang rumit atau kompleks.
- d. Tahan terhadap suhu tinggi : Beton tahan terhadap suhu tinggi, sehingga ideal untuk digunakan pada bangunan yang terletak di daerah dengan cuaca panas.
- e. Pemeliharaan relatif murah : Pemeliharaan beton relatif mudah dan murah, sehingga ideal untuk digunakan dalam bangunan yang membutuhkan perawatan yang sederhana.

Sedangkan kekurangannya antara lain:

- a. Pekerjaan butuh ketelitian tinggi : Pekerjaan pengerjaan beton membutuhkan ketelitian tinggi, sehingga membutuhkan tenaga kerja yang berpengalaman dan ahli.
- b. Lebih mahal : Beton lebih mahal dibandingkan dengan bahan konstruksi lain, sehingga membutuhkan biaya yang lebih tinggi.
- c. Kuat tariknya lemah : Kuat tarik beton lemah, sehingga membutuhkan tambahan baja tulangan untuk menahan gaya tarik.
- d. Lebih lama dalam proses pengerjaan : Proses pengerjaan beton lebih lama dibandingkan dengan bahan *konstruksi* lain, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.
- e. Bentuk yang sudah dibuat susah diubah : Beton yang sudah dibentuk susah diubah, sehingga memerlukan proses pengubahan yang lebih sulit.

- f. Daya pantul suara besar : Beton memiliki daya pantul suara yang besar, sehingga membutuhkan banyak energi untuk mengurangnya.

Untuk mengatasi kekurangan beton, seperti kuat tarik yang lemah, beton dapat dibentuk menjadi beton bertulang, dimana baja tulangan digunakan untuk menahan gaya tarik dan sebagian gaya tekan. Beton yang diperkuat berkombinasi dengan kuat tarik baja tulangan, mengurangi kekurangan beton dan menjadikannya lebih kuat dan tahan lama.

2.3 Sifat Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang terbuat dari campuran semen, pasir, kerikil atau batu pecah, dan air. Sifat-sifat utama beton meliputi:

- a. Kekuatan: Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi setelah proses pengerasan. Kekuatan beton dapat diatur dengan proporsi bahan-bahan campuran serta teknik pengolahan yang tepat.
- b. Ketahanan terhadap beban : Beton memiliki kemampuan menahan beban secara efektif, baik beban tekan maupun tarik, tergantung pada desain struktur dan kualitas materialnya.
- c. Ketahanan terhadap korosi : Beton cenderung tahan terhadap korosi dari air, udara, atau zat kimia tertentu, terutama jika dicampur dengan bahan tambahan seperti adiktif anti-korosi.
- d. Ketahanan terhadap api : Beton memiliki ketahanan yang baik terhadap api, terutama jika dipadatkan dengan baik dan diberi perlindungan tambahan.
- e. Durabilitas: Beton memiliki durabilitas yang baik jika terkena cuaca, tekanan, atau beban lainnya dalam jangka waktu yang lama.
- f. Ketahanan terhadap deformasi : Beton mampu menahan deformasi yang terjadi akibat pembebanan atau perubahan suhu dengan baik, terutama pada struktur yang dirancang dengan benar.
- g. Thermal Properties : Beton memiliki konduktivitas thermal yang moderat, artinya dapat membantu menjaga suhu di dalam bangunan relatif stabil.
- h. Ketahanan terhadap rayap : Beton merupakan bahan yang tahan terhadap serangan rayap, sehingga sering digunakan dalam konstruksi lantai dasar atau struktur bangunan yang rentan terhadap serangan serangga.

- i. Ketahanan terhadap serangan kimia : Beton dapat memiliki ketahanan yang baik terhadap serangan kimia tergantung pada jenis bahan tambahan yang digunakan dalam campuran, seperti adiktif atau pelapisan tambahan.
- j. Ketahanan terhadap cuaca : Beton cenderung tahan terhadap perubahan cuaca, termasuk siklus pembekuan dan pencairan yang sering terjadi di lingkungan yang memiliki perubahan musim.

Sifat-sifat ini dapat dimodifikasi dan ditingkatkan melalui teknik perancangan campuran beton serta pemilihan bahan tambahan yang sesuai dengan aplikasi dan kondisi lingkungan yang spesifik.

2.4 Beton normal

Beton Normal (*Normal Concrete*), yaitu beton yang memiliki berat isi berkisar (2200-2500) kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton jenis ini paling banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dikarenakan proses pembuatannya (*Mix Design*) yang relatif mudah untuk dikerjakan. Beton normal umumnya digunakan untuk keperluan proyek dengan beban yang relatif kecil dan sedang misalnya rumah tinggal, ruko, kantor, gedung sekolah dll.

Beton dibuat dari campuran semen, pasir, air, dan batu pecah/kerikil. Campuran beton kemudian dicetak dan dirawat (*curing*) selama 28 hari. Karakteristik beton yang diukurmeliputi, kuat tekan beton (*compressive strength*)

2.5 Beton ringan

Beton normal merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat sendiri mencapai 2400 kg/cm³. Untuk mengurangi beban mati pada suatu struktur beton maka telah banyak dipakai jenis beton ringan. Menurut Standar Nasional Indonesia 03-2847 tahun 2002, beton dapat digolongkan sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1900 kg per meter kubik. Nawy (2004) menyebutkan bahwa kuat tarik beton ringan pada umumnya lebih kecil bila dibandingkan dengan beton normal.

Beton tergolong suatu komposit dengan matrik yang berfungsi perekat (semen) dan bahan pengisi (filler) yang berupa agregat (batu kecil atau pasir) (Mulyono, 2005). Pada beton proses penguatan ikatan antar agregat melalui proses hidratisasi semen, dalam proses reaksi hidratisasi tersebut akan terbentuk Calcium silikat hidrat (CS fasa), calcium aluminat hidrat (CA fasa) dan calcium alumina silikat hidrat (CAS). Proses penguatan atau pengerasan

pada beton sangat tergantung pada perbandingan (ratio berat) air terhadap semen, normalnya bervariasi dari 0,4 - 1,0 (Mulyono T. , 2005). Beton ringan adalah suatu jenis beton yang memiliki berat jenis kurang dari 1850 kg/m³. Dalam pengertian ini, beton ringan tidak hanya memiliki berat yang ringan, tetapi juga memiliki sifat-sifat lain yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal. Misalnya, beton ringan memiliki kelebihan dalam isolasi suhu yang tinggi dibandingkan dengan beton biasa, sehingga dapat digunakan pada aplikasi yang memerlukan pengurangan panas (Putra, 2015).

Tabel 2. 1 Pembagian penggunaan beton ringan menurut Djouharorun (2002)

Beton Ringan	Kerapatan	Kekuatan Tekan
Struktur	1400 – 1900 kg/m ³	> 17 MPa
Struktur Ringan	800 – 1400 kg/m ³	7 – 17 MPa
Non Struktur	240 – 800 kg/m ³	0,35 – 7 MPa

Beton dikualifikasikan menjadi dua golongan yaitu beton normal dan beton ringan. Beton normal tergolong beton yang memiliki densitas sekitar 2200 - 2400 kg/m³ dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (mix design) (Ali, 2009). Beton ringan adalah suatu beton yang memiliki densitas < 1800 kg/m³, begitu juga kekuatannya bisa disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (mix design) (Mulyono, 2005).

Menurut (Djauharotun, 2002) berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya beton ringan berkisar antara 240 –1900 kg/m³ seperti terlihat pada tabel berikut. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi. Keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi (Syaram, 2009). Keuntungan lain dari beton ringan antara lain: memiliki nilai tahanan panas (thermal insulator) yang baik, memiliki tahanan suara (peredam) yang baik, tahan api (fire resistant). Sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya (compressive strength) lebih kecil dibanding dengan beton normal sehingga tidak dianjurkan penggunaannya untuk structural (Syaram, 2009).

2.6 Job mix design

Job mix design beton adalah suatu metode perencanaan campuran beton yang bertujuan untuk menghasilkan suatu komposisi penggunaan bahan yang minimum dengan kekuatan yang maksimal dengan tetap mempertimbangkan beberapa faktor seperti kekuatan semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi atau adhesi antar pasta semen dengan agregat, serta pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton (Hidayat & Afrina, 2023).

Job Mix Design dapat didefinisikan sebagai proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan tertentu dan seekonomis mungkin. Rancangan campuran beton bukanlah tugas sederhana karena sifat yang sangat beragam dari material penyusunnya, kondisi yang ada di tempat kerja, khususnya kondisi eksposur, dan kondisi yang dituntut untuk pekerjaan tertentu. Desain campuran beton membutuhkan pengetahuan lengkap dari berbagai properti bahan penyusunnya, ini membuat tugas perencanaan campuran yang lebih kompleks dan sulit. Desain campuran beton tidak hanya membutuhkan pengetahuan tentang sifat material dan sifat beton dalam kondisi plastik tetapi juga membutuhkan pengetahuan yang lebih luas dan pengalaman dari perkerasan. Bahkan proporsi bahan beton di laboratorium memerlukan penyesuaian modifikasi dan kembali disesuaikan dengan kondisi lapangan.

2.7 Kuat tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban tekan bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi dibandingkan dengan kekuatan tariknya. Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Sumajouw et al., 2014).

Kuat tekan beton sangat penting dalam kualitas beton, karena beton sering digunakan untuk struktur yang menahan beban berat, seperti kolom, balok, dan pondasi. Kekuatan tekan beton dibagi menjadi tiga jenis: kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan kekuatan lentur. Kekuatan tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat-sifat lainnya. Kuat tekan beton adalah suatu parameter yang sangat penting dalam evaluasi kualitas beton. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang mengakibatkan

beton hancur jika dibebani dengan gaya tekan tertentu, dalam pengujian kuat tekan beton, benda uji beton ditekan dengan menggunakan mesin tekan untuk melihat sejauh mana kekuatan tekanannya. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi atau adhesi antar pasta semen dengan agregat, serta pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton. Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Berdasarkan SNI 1974:2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

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

dimana:

f'_c = Kuat Tekan Beton (N/mm²)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

2.8 Material penyusun beton ringan *Styrofoam*

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

Penggunaan material lain yang memiliki berat jenis ringan dalam campuran beton akan mengurangi berat beton secara keseluruhan. Adapun material penyusun beton ringan yang digunakan pada penelitian ini yakni semen PCC, agregat kasar dan halus, air, serta *styrofoam* dengan perbandingan variasi berbeda-beda, yakni 10% dan 20% terhadap volume keseluruhan.

2.8.1 *Semen Portland*

Semen Portland adalah jenis semen yang paling umum dan digunakan secara umum di seluruh dunia sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan lain-lain. Semen Portland memiliki sifat yang mempunyai kekuatan tinggi, ketahanan terhadap suhu rendah dan tinggi, serta mudah dibentuk. Semen Portland juga dapat digunakan dalam pembuatan bata, blok, dan lain-lain.

Semen Portland memiliki beberapa jenis yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan, seperti semen Portland tipe I, semen Portland tipe II, semen Portland tipe III, dan semen Portland tipe V. Semen Portland tipe I digunakan untuk beton yang akan digunakan untuk konstruksi bangunan yang tidak akan berhadapan dengan udara, seperti bangunan tertutup. Semen Portland tipe II digunakan untuk beton yang akan digunakan untuk konstruksi bangunan yang akan berhadapan dengan udara, seperti jembatan dan Pelabuhan. Semen Portland tipe III digunakan untuk beton yang akan dipergunakan untuk konstruksi bangunan yang akan berhadapan dengan udara dan yang akan dipergunakan untuk konstruksi jembatan. Semen Portland tipe V digunakan untuk beton yang akan dipergunakan untuk konstruksi bangunan yang akan berhadapan dengan udara dan yang akan dipergunakan untuk konstruksi jembatan. Semen Portland juga dapat digunakan dalam pembuatan bata, blok, dan lain-lain..

Semen Portland memiliki kekuatan tinggi, ketahanan terhadap suhu rendah dan tinggi, serta mudah dibentuk. Semen Portland juga dapat digunakan dalam pembuatan bata, blok, dan lain-lain. Fungsi utama semen ini sendiri adalah sebagai pengikat butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu masa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran agregat. Walaupun komposit semen dalam beton hanya sekitar 10% namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peran semen menjadi penting (Mulyono T. , 2004).

2.8.2 Styrofoam

Styrofoam adalah sebuah bahan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi mungkin tidak semua orang tahu secara pasti apa itu dan bagaimana bahan ini dibuat. Dalam artikel ini, kita akan membahas pengertian, sifat, penggunaan, serta dampak lingkungan dari bahan ini. *Styrofoam* sebenarnya adalah merek dagang dari *Expanded Polystyrene* (EPS). EPS adalah jenis polimer yang dibuat dari monomer stiren melalui proses polimerisasi. Proses ini melibatkan ekspansi polimer sehingga membentuk sebuah bahan ringan yang terdiri dari sel-sel kecil yang terpisah, yang sering kita kenal sebagai *styrofoam*. Keunggulan utama dari *styrofoam* adalah kekuatan dan ringannya. Bahan ini memiliki struktur yang kokoh namun sangat ringan, sehingga sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pengemasan, konstruksi, dan industri makanan. Selain itu, *styrofoam* juga memiliki sifat insulasi yang baik, menjadikannya pilihan yang populer untuk pengemasan makanan yang memerlukan kontrol suhu.

Penggunaan *styrofoam* cukup luas, mulai dari pembungkus barang elektronik hingga kotak pendingin makanan dan perlengkapan konstruksi. Dalam industri makanan, *styrofoam* sering digunakan untuk mengemas makanan cepat saji, karena kemampuannya dalam menjaga suhu dan melindungi makanan dari kerusakan fisik. Meskipun memiliki banyak kegunaan, *styrofoam* juga memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Salah satu masalah utama adalah bahwa *styrofoam* sulit untuk didaur ulang. Karena strukturnya yang kompleks dan sifatnya yang tidak mudah terurai, *styrofoam* sering kali berakhir di tempat pembuangan sampah dan tidak terurai selama bertahun-tahun, menciptakan masalah lingkungan yang serius. Dampak *styrofoam* terhadap lingkungan juga meliputi masalah pencemaran air dan udara. Saat *styrofoam* membusuk di tempat pembuangan sampah, ia dapat melepaskan zat kimia berbahaya ke dalam air tanah dan air permukaan, mengancam kehidupan makhluk hidup di dalamnya. Selain itu, pembakaran *styrofoam* juga dapat menghasilkan gas beracun seperti *styren* dan *benzene* yang dapat mencemari udara. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk memahami pengertian *styrofoam* serta dampaknya terhadap lingkungan. Upaya - upaya untuk mengurangi penggunaan *styrofoam* dan mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan sangat penting untuk menjaga keberlanjutan lingkungan hidup kita. Dengan demikian, kita dapat mengurangi dampak negatif *styrofoam* dan bergerak menuju solusi yang lebih berkelanjutan untuk kebutuhan kita akan material pengemasan dan konstruksi.

Selain ringan *styrofoam* juga memiliki kemampuan menyerap air yang sangat kecil (kedap air). Penggunaan *styrofoam* dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun keuntungan menggunakan *styrofoam* dibandingkan menggunakan rongga udara dalam beton berongga adalah *styrofoam* mempunyai kekuatan tarik. Dengan demikian, selain akan membuat beton menjadi ringan dapat juga bekerja sebagai serat yang rapat meningkatkan kemampuan kekuatan dan khususnya daktilitas beton. Kerapatan atau berat satuan beton dengan campuran *styrofoam* dapat diatur dengan mengontrol jumlah *styrofoam* yang digunakan dalam beton untuk memperoleh beton dengan berat satuan yang lebih kecil. Namun kuat tekan beton yang diperoleh tentunya akan lebih rendah (Sudipta, 2009).

2.8.3 Air

Air memegang peranan penting dalam pembuatan adukan beton. Air dan semen akan membuat suatu proses kimiawi, selain itu air juga akan membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Jumlah penggunaan air dalam pembuatan beton harus diperhatikan, karena jika penggunaan air terlalu sedikit akan menyebabkan beton sulit

dikerjakan, tetapi jika terlalu banyak akan mengurangi kekuatan dari beton. Air diperlukan agar bereaksi dengan semen (proses pengikatan) serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Proses pengikatan berawal beberapa menit setelah pencampuran yang disebut initial set (pengikatan awal) dan berakhir setelah beberapa jam disebut final set (akhir pengikatan). Waktu pengikatan adalah jangka waktu dari mulai mengikatnya semen setelah berhubungan dengan air sampai adukan semen menunjukkan kekentalan yang tidak memungkinkan lagi untuk dikerjakan lebih lanjut. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan. Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan bleeding. Hasil bleeding ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton.

2.9 Penelitian sebelumnya

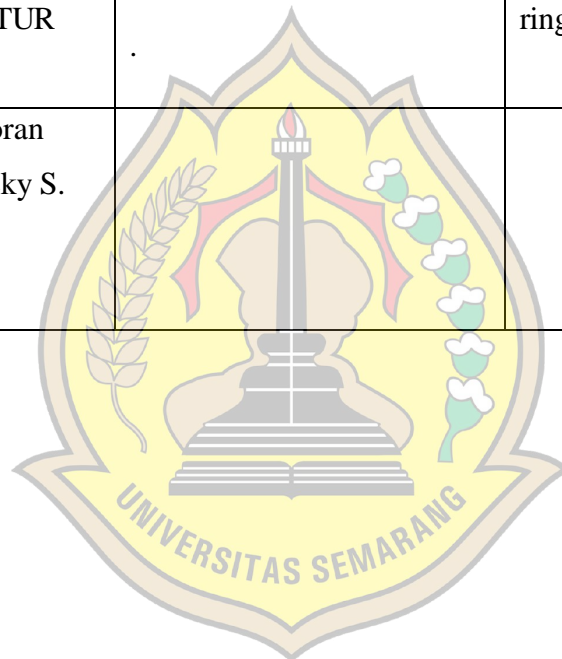
Tabel 2. 2 Keterbaruan Penelitian

Judul, Penulis, Tahun	Isi	Relevansi
Judul : PENGARUH CAMPURAN STYROFOAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN DENGAN TAMBAHAN SUPERPLASTICIZER Penulis : Rizka Damayanti Tahun : 2022	untuk mengetahui pengaruh penambahan <i>styrofoam</i> dengan variasi 0%, 0,5%, 2% dan 3,5% dan penambahan 1% superplasticizer terhadap kuat tekan beton ringan	Jurnal ini relevan dengan penelitian karena memiliki kesamaan kajian yaitu mengenai pemanfaatan <i>Styrofoam</i> untuk beton ringan

<p>Judul :</p> <p>BETON RINGAN DENGAN</p>	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah <i>styrofoam</i> untuk pembuatan beton</p>	<p>Jurnal ini relevan dengan penelitian karena memiliki</p>
<p>MENGGUNAKAN LIMBAH <i>STYROFOAM</i> Penulis : Khairul Miswar Tahun : 2018</p>	<p>ringan yang akan dilakukan pengujian kuat tekan yang pada benda uji selinder sebanyak 24 benda uji, dengan Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan adalah 0,65</p>	<p>kesamaan kajian yaitu mengenai pemanfaatan <i>Styrofoam</i> untuk beton ringan</p>
<p>Judul :</p> <p>PENGGUNAAN <i>STYROFOAM</i> SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON RINGAN Penulis : Nathalia Samaria Marisi Siahaan Marthin D. J. Sumajouw, Mielke R. I. A. J. Mondoringin Tahun : 2020</p>	<p>Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan <i>Styrofoam</i> sebagai substitusi parsial agregat kasar terhadap kuat tekandan kuat tarik belah.</p>	<p>Jurnal ini relevan dengan penelitian karena memiliki kesamaan kajian yaitu mengenai pemanfaatan <i>Styrofoam</i> untuk beton ringan</p>

<p>Judul :</p> <p>ANALISIS PENGARUH BAHAN TAMBAH STYROFOAM TERHADAP KUAT TEKAN, TARIK DAN LENTUR PADA DINDING PRECAST</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk besarnya kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton jika ditambahkan dengan campuran <i>Styrofoam</i></p>	<p>Jurnal ini relevan dengan penelitian karena memiliki kesamaan kajian yaitu</p>
<p>Penulis :</p> <p>Irwan1), Nuril Mahda2) & Angga Winawan Hakim3)</p> <p>Tahun : 2022</p>	<p>dengan persentase 0%, 10 % dan 30% serta membandingkan perilaku mekanik dari campuran beton dengan <i>Styrofoam</i> dan tanpa <i>Styrofoam</i> serta menganalisis beton hasil pengujian tersebut sebagai beton ringan sesuai dengan SNI 03-2847-2002 lalu dapat didesain sebagai dinding precast yang digunakan untuk partisi pada gedung-gedung tinggi, yang memenuhi syarat dalam proses pengangkatannya (demolding).</p>	<p>menegenai pemanfaatan <i>Styrofoam</i> untuk beton ringan</p>

<p>Judul :</p> <p>PENGARUH PENGUNAAN <i>STYROFOAM</i> SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK LENTUR BETON RINGAN</p>	<p>Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi parsial <i>Styrofoam</i> terhadap agregat kasar dengan variasi persentase yang berbeda-beda terhadap kuat tekan dan tarik lentur</p>	<p>Jurnal ini relevan dengan penelitian karena memiliki kesamaan kajian yaitu mengenai pemanfaatan <i>Styrofoam</i> untuk beton ringan</p>
<p>Penulis : Eko Tarihoran Ellen. J. Kumaat, Reky S. Windah Tahun : 2020</p>		

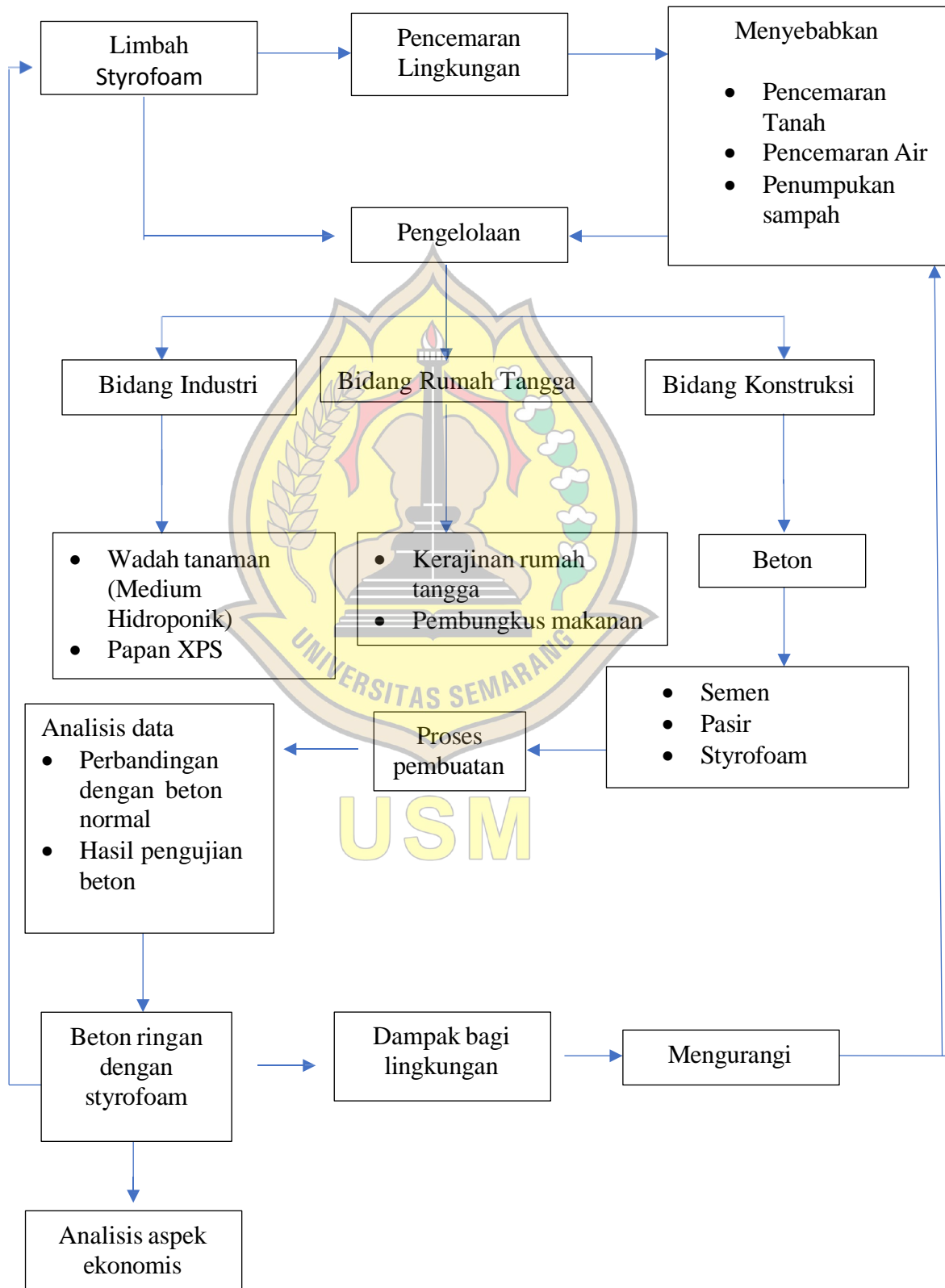


USM

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Berfikir



Limbah styrofoam merupakan salah satu pencemaran lingkungan yang serius, terutama terhadap tanah dan air. Styrofoam atau expanded polystyrene merupakan salah satu jenis plastik yang biasa digunakan untuk berbagai keperluan, khususnya pada industri pengemasan. Namun setelah digunakan, styrofoam sulit terurai secara alami dan seringkali berakhir menjadi limbah. Oleh karena itu, pengelolaan dan daur ulang limbah styrofoam menjadi penting untuk mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.

Styrofoam merupakan bahan yang sangat sulit terurai. Styrofoam dapat bertahan ratusan tahun di lingkungan tanpa kehilangan kualitas yang berarti. Membuang styrofoam ke tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah yang serius. Styrofoam tidak hanya mengurangi estetika lingkungan, tetapi juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman dengan mencegah akar menyerap air dan unsur hara. Selain itu, partikel styrofoam yang terurai menjadi partikel halus dapat mencapai tanah dan mencemari ekosistem lokal dengan mikroorganisme, sehingga dapat mengganggu rantai makanan dan keseimbangan ekosistem.

Styrofoam juga merupakan ancaman besar bagi lingkungan perairan. Limbah styrofoam yang berakhir di sungai, danau, atau laut dapat mengapung dan menyebar ke berbagai lokasi. Styrofoam ini sering kali dipecah menjadi potongan-potongan kecil yang disebut mikroplastik. Mikroplastik ini dapat dikonsumsi oleh ikan dan organisme laut lainnya, yang kemudian dapat mempengaruhi kesehatan mereka dan merusak rantai makanan laut. Mikroplastik dari styrofoam juga dapat menyerap polutan kimia berbahaya dari air, yang selanjutnya menambah tingkat toksisitas dalam rantai makanan laut.

Cara efektif untuk mengurangi dampak negatif limbah styrofoam adalah dengan mendaur ulangnya menjadi produk yang bermanfaat. Proses daur ulang styrofoam biasanya melibatkan beberapa langkah, termasuk mengumpulkan styrofoam, mengompresnya, dan meleburnya menjadi bahan mentah yang dapat digunakan kembali. Produk berbahan styrofoam daur ulang antara lain barang rumah tangga, bahan bangunan, dan produk industri lainnya.

Styrofoam daur ulang dapat dijadikan berbagai macam barang rumah tangga, seperti bingkai foto, papan tulis, dan barang dekoratif lainnya. Proses ini tidak hanya mengurangi jumlah limbah styrofoam yang mencemari lingkungan, namun juga memberikan nilai ekonomis dari bahan-bahan yang selama ini dianggap limbah.

Dalam industri dan konstruksi, styrofoam daur ulang dapat digunakan sebagai insulasi dan insulasi suara. Styrofoam memiliki sifat isolasi yang sangat baik sehingga sangat cocok digunakan di dalam bangunan untuk mengurangi transmisi panas dan suara. Selain itu,

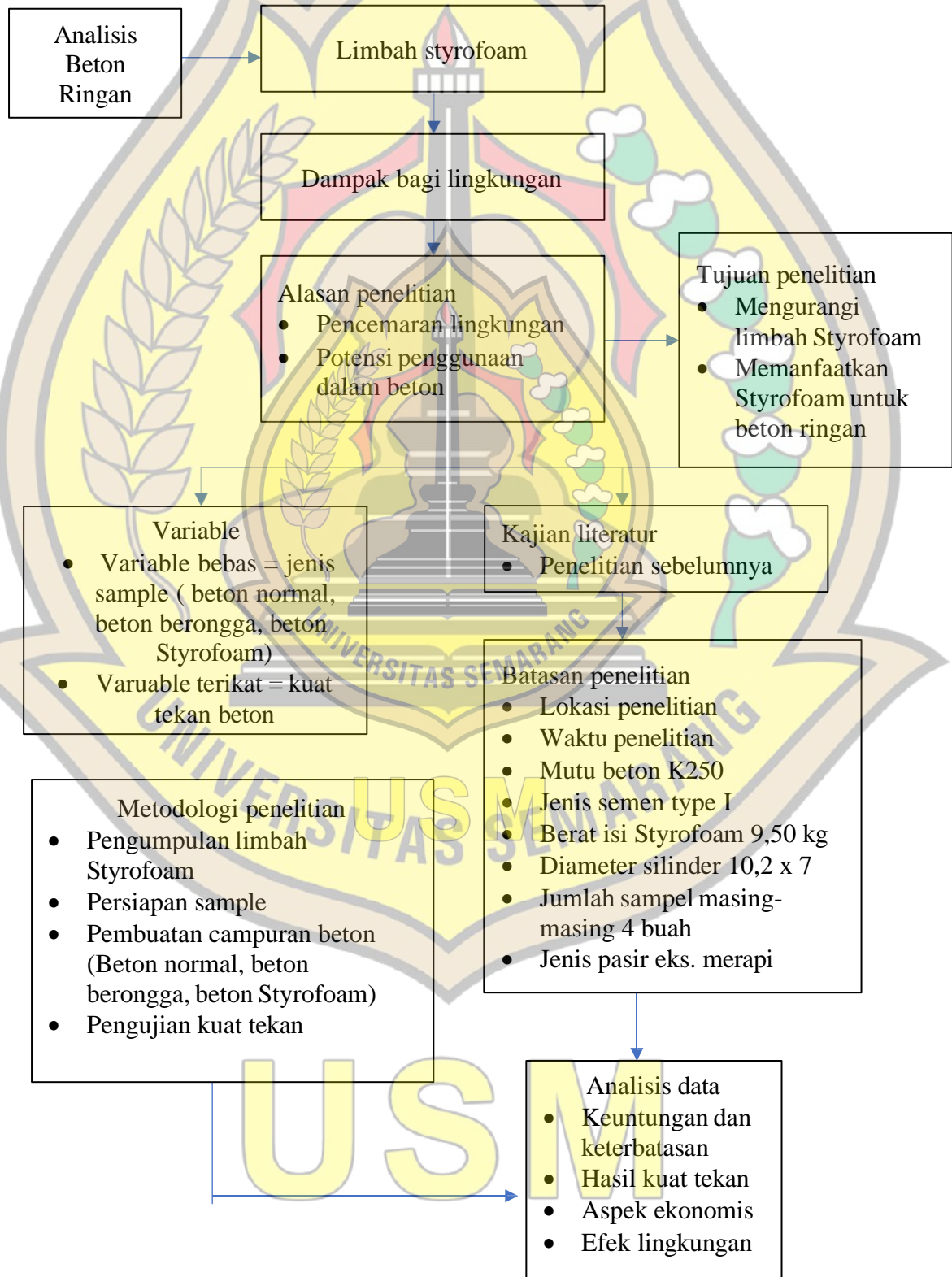
styrofoam juga dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada produk bangunan seperti panel dinding dan lantai. Penggunaan styrofoam daur ulang dalam industri konstruksi juga membantu mengurangi biaya bahan bangunan dan meningkatkan keberlanjutan proyek konstruksi. Salah satu inovasi terbaru dalam penggunaan polistiren yang diperluas adalah pengembangan beton ringan yang menggunakan polistiren yang diperluas sebagai pengganti agregat kasar. Beton ringan ini memiliki bobot yang lebih rendah dibandingkan beton tradisional sehingga memudahkan proses konstruksi dan mengurangi tekanan pada struktur bangunan. Selain itu, beton ringan berbahan polystyrene yang diperluas juga memiliki sifat insulasi yang sangat baik sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi energi bangunan.

Saat menggunakan styrofoam untuk membuat beton ringan, parutan styrofoam dicampur dengan bahan beton lainnya seperti semen, air, dan pasir. Styrofoam berperan sebagai agregat kasar yang menggantikan kerikil pada campuran beton. Campuran ini kemudian diaduk hingga merata dan mempunyai bentuk yang diinginkan. Setelah kering, beton ringan dengan polistiren yang diperluas ini siap digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi. Beton ringan yang menggunakan polystyrene yang diperluas memiliki beberapa keunggulan dibandingkan beton konvensional. Pertama, beton ini ringan sehingga mengurangi beban pada struktur bangunan dan memudahkan pengangkutan dan pemasangan. Kedua, beton ringan yang terbuat dari polistiren yang diperluas memiliki sifat insulasi yang baik, sehingga membantu mengurangi konsumsi energi untuk pemanasan dan pendinginan di dalam gedung. Ketiga, biaya produksi beton ringan dari polistiren yang diperluas lebih rendah karena penggunaan bahan limbah, dan harganya lebih rendah dibandingkan agregat tradisional. Penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kinerja beton ringan dengan menggunakan styrofoam. Studi ini juga menguji berbagai campuran bahan dan metode pembuatan untuk memastikan bahwa beton ringan yang menggunakan polistiren yang diperluas memenuhi standar kualitas dan keamanan yang disyaratkan oleh industri konstruksi.

Dengan inovasi dan penelitian yang tepat, limbah styrofoam dapat diubah menjadi material yang berguna untuk berbagai aplikasi, termasuk beton ringan dalam industri konstruksi. Menggunakan styrofoam daur ulang tidak hanya mengurangi dampak sampah plastik terhadap lingkungan, namun juga memberikan manfaat ekonomi dengan mengurangi biaya bahan bangunan.

Kemajuan teknologi dan infrastruktur daur ulang dapat memaksimalkan manfaat styrofoam daur ulang dan mengurangi polusi yang ditimbulkannya.

3.2 Kerangka Konsep

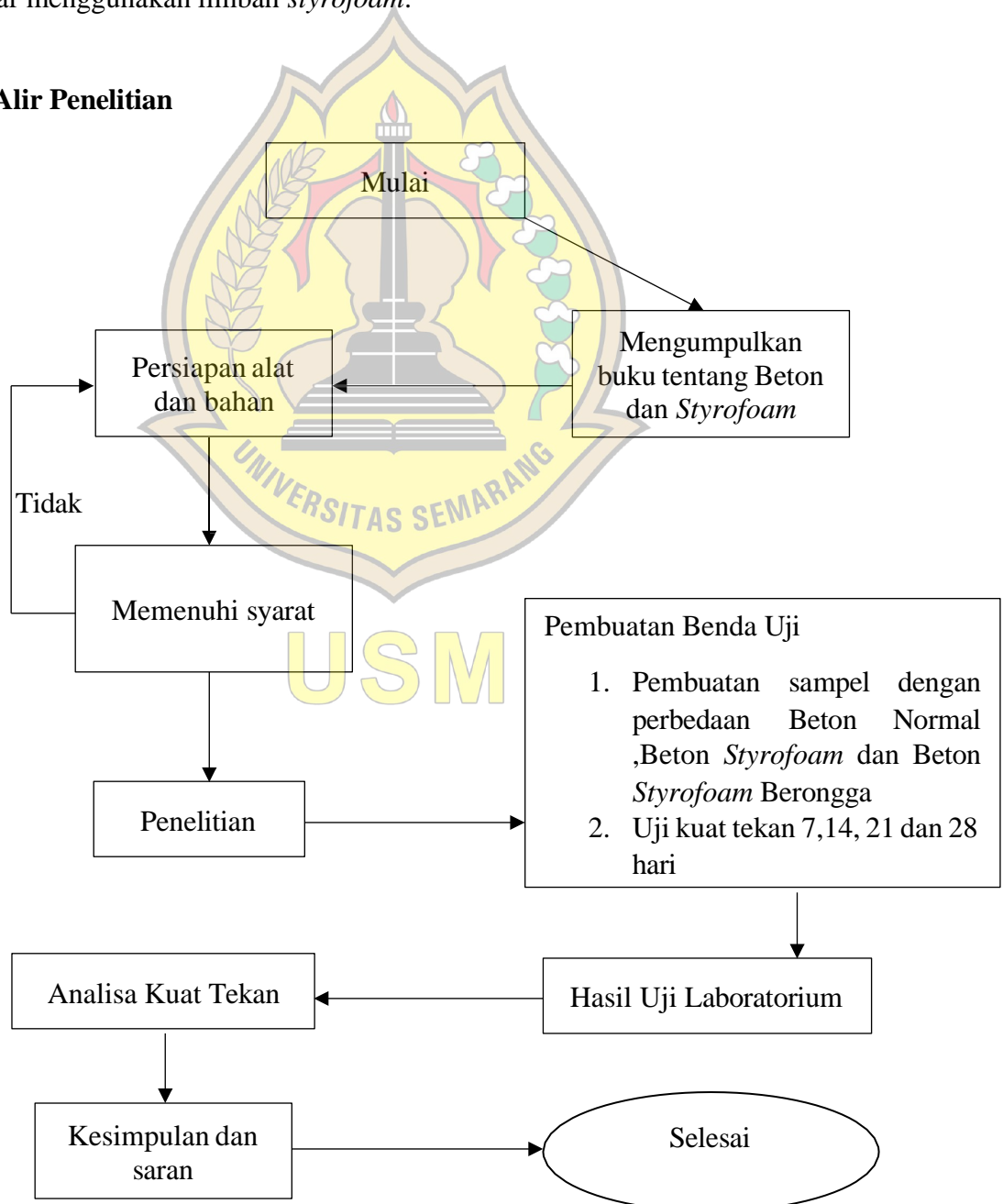


Dalam diagram diatas, setiap elemen penelitian diintegrasikan ke dalam alur yang saling terhubung, sehingga lebih mudah untuk memahami rangkaian dan hubungan antara bagian-bagian penelitian yang berbeda.

3.3 Tinjauan Umum

Pelaksanaan pembuatan benda uji dilakukan di PT. KEMBAR JAYA MANDIRI MULYA beralamat di Jl. Raya Demak - Kudus, RT.003 RW.004 Desa Trengguli Kecamatan Wonosalam Kab. Demak dan pelaksanaan pengujian benda uji di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Semarang. Obyek dalam penelitian ini adalah beton dengan bahan pengganti agregat kasar menggunakan limbah *styrofoam*.

3.4 Bagan Alir Penelitian



3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen atau uji laboratorium, eksperimen dilakukan dengan membuat beberapa campuran beton lalu dilakukan pengujian, pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Semarang yaitu dengan menguji kuat tekan beton. Pengumpulan data menggunakan metode observasi (pengamatan) pada obyek yang diuji di laboratorium. Mengamati hasil uji penelitian laboratorium dan mencatat data secara sistematis. Kemudian mengolah data tersebut dengan bantuan data penunjang lainnya. Sampel yang diambil beton normal, beton dengan campuran *styrofoam* dan beton campuran *Styrofoam* dengan diberikan rongga. Sampel yang diambil penambahan limbah *styrofoam* pada umur 7 hari sebanyak 5 buah, penambahan dengan limbah *styrofoam* sebanyak pada umur 14 hari sebanyak 5 buah, Total benda uji 15 buah sampel dengan sampel berbentuk silinder dengan ukuran 10,2 cm x 5 cm.

3.6 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium dianalisis untuk mengetahui potensi pemanfaatan *styrofoam* pengganti agregat kasar untuk beton ringan. Kemudian disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik dan table untuk selanjutnya diketahui seberapa efektifitas pengaruh kemampuan kuat tekan betonnya dan mengetahui aspek ekonomis dari pemanfaatan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar

3.7 Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan beton ini tersedia di PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya. Bahan bahan yang dibutuhkan antara lain sebagai berikut:

1. Semen



Gambar 1 Semen

Semen Portland adalah jenis semen yang paling umum digunakan secara umum di seluruh dunia sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan adukan non-struktural. Nama "Semen Portland" berasal dari kesamaannya dengan batu Portland, sejenis batu bangunan yang digali di Pulau Portland di Dorset, Inggris. Semen ini digunakan sebagai bahan pengikat utama dalam campuran beton.

2. Agregat halus



Gambar 2 Agregat Halus

Agregat halus adalah suatu jenis agregat yang memiliki ukuran partikel yang relatif kecil, biasanya kurang dari 5 mm. Agregat halus ini digunakan dalam pembuatan beton, mortar, dan adukan lainnya sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kekuatan dan kekuatan beton. Agregat halus digunakan sebagai bahan prngisi untuk memprtkokoh kekuatan beton.

3. Styrofoam Bekas



Gambar 3 Styrofoam

Styrofoam bekas adalah suatu jenis *styrofoam* yang telah digunakan sebelumnya dan kemudian dikembalikan ke pasar sebagai produk bekas. *Styrofoam* bekas dapat ditemukan

di berbagai platform e-commerce seperti OLX, Shopee, dan Tokopedia, serta di pasar tradisional. Harga *styrofoam* bekas dapat bervariasi tergantung ukuran, kualitas, dan lokasi penjualan, *styrofoam* ini digunakan sebagai pengganti agregat kasar.

4. Air



Gambar 4 Air

Air ini digunakan untuk proses hidrasi semen

3.8 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel di PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya dan untuk pengujian Kuat Tekan Beton berada di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Semarang. Peralatan yang digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Timbangan

Digunakan untuk mengukur berat semen, berat agregat halus dan berat agregat kasar, dan berat benda uji silinder. Alat ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5 Timbangan

2. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar jumlah kebutuhan air dalam pembuatan sampel beton ini



Gambar 6 Gelas Ukur

3. Mesin Pencampur Bahan (Mixer/Molen)

Mesin pengaduk beton yang tersedia di laboratorium PT. Kembar Jaya Mandiri Mulya dan juga telah memenuhi SK SNI 28-1991-03 tentang Tata Cara Pengadukan Campuran Beton Normal. Mixer ini digunakan sebagai alat untuk mencampur bahan – bahan beton.



Gambar 7 Mixer

4. Gerobak Sorong

Alat ini digunakan sebagai alat untuk memindahkan cairan beton dari mesin pengaduk untuk dimasukkan ke cetakan.



Gambar 8 Gerobak Sorong

5. Cetakan Benda Uji

Dalam penelitian ini cetakan benda uji yang digunakan adalah silinder yang terbuat dari pipa paralon bekas berukuran tinggi 5 cm dan diameter 10.2 cm.



Gambar 9 Cetakan

6. Palu Karet

Pada penelitian ini palu karet digunakan untuk membuat benda uji sebagai alat penggetar atau menghilangkan gelembung-gelembung udara pada beton.



Gambar 10 Palu Karet

7. Cetok

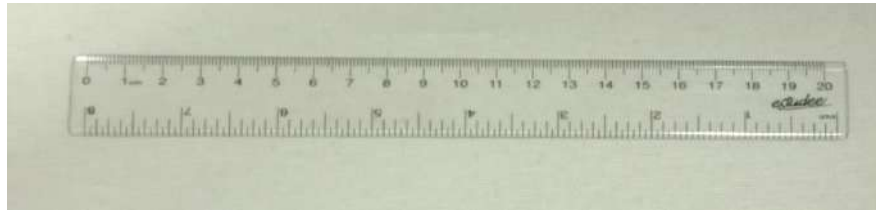
Cetok dalam penelitian ini berfungsi sebagai alat penuang beton segar ke dalam begisting silinder. Selain itu, cetok juga berfungsi sebagai alat pengaduk manual setelah beton segar dikeluarkan dari molen.



Gambar 11 Cetok

8. Penggaris

Penggaris dalam hal ini digunakan untuk mengukur ukuran sampel beton yang di buat.



Gambar 12 Penggaris

9. Mesin Kuat Tekan Beton (*Compression Machine*)

Menurut SNI 03- 2823-1992 tentang pengujian kuat tekan, *Compression Testing Machine* (UTM) adalah mesin pembebanan yang dipakai untuk memberikan beban secara menerus dan dilengkapi dengan manometer. *Compression Testing Machine* yang digunakan adalah dengan kapasitas 2000 KN.



Gambar 13 *Comprassion Machine*

3.9 Perencanaan *Job Mix Design*

Berikut ini adalah bagian dari perencanaan campuran beton yang direncanakan dengan menggunakan metode pencampuran perbandingan volume,menetapkan rasio air semen sebesar 0,38 dan slump beton yang digunakan memakai 30-60mm karena jika terlalu tinggi nilai slump beton tersebut akan terjadi pemisahan antara *mortar* dan *styrofoam* :

1. Komposisi campuran 1 Pc : 2 Pasir : 3 Krikil pembuatan sampel silinder ukuran 10.2 x 5 sebanyak 15 sampel untuk pengujian umur 7 hari,14 hari dan 28 hari
2. Komposisi campuran 1 Pc : 2 Pasir : 3 *styrofoam* pembuatan sampel silinder ukuran 10.2 x 5 sebanyak 15 sampel untuk pengujian umur 7 hari,14 hari dan 28 hari.

Perhitungan Job Mix Design untuk setiap campuran ditunjukkan pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3. 1 *Job Mix Design*

No	Jenis Beton	Variasi Mutu	Semen (Kg/cm)	Agregat Halus (Kg/cm)	Agregat Kasar (10-20 mm) (Kg/cm)	<i>Styrofoam</i> (3-5 mm) (Kg/cm)	Air (lt)
1.	Beton Normal	1 Pc : 2 Pasir : 3 Krikil	540.00	1209.00	740.00	0.00	199
1.	Beton Ringan	1 Pc : 2 Pasir : 3 <i>styrofoam</i>	540.00	1170.69	0.00	11.75	205

3.10 Tahap Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan benda uji berdasarkan perhitungan perbandingan bahan yang telah dilakukan pada tahap pembuatan *job mix design*. Langkah Langkah dalam pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Persiapkan semua bahan penyusun beton yang sudah ditimbang.
2. Selanjutnya dimasukkan secara bertahap ke dalam bak penampung adukan (*concrete mixer*). Biarkan *concrete mixer* berputar sampai adukan tercampur rata.
3. Kemudian berikan sedikit pelicin (*oil*) pada bagian dalam cetakan benda uji untuk memudahkan pada saat melepaskan hasil beton.
4. Langkah selanjutnya adalah tuangkan adukan beton tersebut kedalam cetakan benda uji yang telah disiapkan.
5. Langkah selajutnya berikan sedikit pukulan dengan tujuan campuran beton yang terdapat di benda uji tercampur rata tidak ada rongga yang tersisa.
6. Kemudian jika sudah ratakan sisi atas pada benda uji yang di buat agar tidak menghambat pada proses uji tekan beton.

7. Langkah terakhir adalah memberikan rongga pada beton yang akan diberikan perilaku yang berbeda.

3.11 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Kelembaban beton harus dijaga agar beton tidak mengalami keretakan karena proses kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi juga untuk memperbaiki mutu beton, keawetan beton, kedap terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur. Pada penelitian ini metode perawatan yang dilakukan adalah dengan cara meletakkan beton benda uji didalam ruangan bersuhu dingin. Perawatan sampel dilakukan selama 28 hari.

3.12 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Tahap ini masing – masing benda uji dilakukan pengujian sesuai variasi campuran dan umur beton yang direncanakan. Pada pengujian ini akan menentukan kuat tekan beton silinder dengan mesin uji tekan.

Langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan mesin uji dan benda uji.
2. Benda uji dilakukan pengukuran dengan menimbang berat dan mengukur dimensi.
3. Benda uji dibersihkan dari kotoran atau butiran yang mungkin dapat mempengaruhi kekuatan. Kemudian benda uji diletakkan pada mesin uji tekan dengan sisi atas dan bawah harus rata.
4. Selanjutnya mesin penguji dinyalakan dengan penambahan beban dengan jarum penunjuk manometer.
5. Ketika beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji terlampaui (benda uji hancur), maka jarum penunjuk akan kembali pada posisi semula atau 0 (nol).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil *mix design* dan mutu yang didapatkan dari hasil pengujian dari masing-masing sampel dapat dianalisa berdasarkan data sekunder yang mendukung. Data hasil uji material didapat dari PT. KEMBAR JAYA MANDIRI MULYA. Data-data yang didapat adalah sebagai berikut:

4.1.1 Agregat Halus

Dalam hal ini pengujian agregat halus (pasir) dilaksanakan untuk memperoleh data - data yang digunakan untuk pembuatan *Job Mix Design*. Data sekunder yang didapat dari hasil dari pengujian agregat halus antara lain adalah berat jenis, berat isi, kadar air, dan gradasi butiran.

Tabel 4. 1 Data berat jenis agregat halus

Uji Berat Jenis Agregat Halus		
Keterangan	Notasi	Hasil (gr)
Berat contoh SSD	A	500
Berat contoh kering oven	B	492
Berat picnometer + air (kalibrasi)	C	647
Berat picnometer + air + contoh	D	955
Berat jenis (bulk)	$B/(C+A-D)$	2568
Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	$A/(C+A-D)$	2610
Berat jenis semu (Apparent)	$A/(C+A-D)$	2723
Penyerapan (Absorption)	$((A-B)/B) \times 100\%$	1,63

Berat jenis agregat halus adalah suatu parameter penting dalam pengujian halus agregat yang menunjukkan rasio antara massa agregat padat dan massa udara dengan volume yang sama pada suhu yang sama. Berat jenis agregat halus ini digunakan sebagai indikator kualitas agregat halus, serta mempengaruhi sifat-sifat lainnya seperti daya serap air dan kekuatan beton yang dibuat dengan agregat halus tersebut. Dalam pengujian berat jenis agregat halus,

agregat halus diproses dengan cara mengukur berat agregat kering dan berat udara yang diserap oleh agregat halus. Berat jenis agregat halus kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berat jenis bulk, berat kering permukaan jenuh (SSD), dan berat jenis semu (apparent specific gravitasi). Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat jenis permukaan jenuh (SSD) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat jenis semu (apparent specific gravitasi) adalah perbandingan berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu. Pengujian berat jenis agregat halus ini sangat penting dalam pengawasan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton. Berat jenis agregat halus yang lebih besar menunjukkan bahwa agregat halus tersebut memiliki daya serap air yang lebih kecil dan kekuatan beton yang lebih baik. Oleh karena itu, berat jenis agregat halus harus dilindungi secara ketat untuk memastikan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton

Tabel 4. 2 Data pengujian kadar air agregat halus

Kode	Notasi	Sample 1	Sample 2
Berat sample	A	500	500
Berat Sering	B	491,20	492,00
Berat Air	$C = A - B$	8,80	8,00
Kadar Air	$(C / A) \times 100\%$	1,76	1,60
Kadar air rata-rata		1,68%	

Kadar air agregat halus adalah suatu parameter penting dalam pengujian agregat halus yang menunjukkan rasio antara berat udara yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Kadar air agregat halus ini digunakan sebagai indikator kualitas agregat halus, serta mempengaruhi sifat-sifat lainnya seperti daya serap air dan kekuatan beton yang dibuat dengan agregat halus tersebut. Dalam pengujian kadar agregat udara halus, agregat halus diproses dengan cara mengukur berat agregat kering dan berat udara yang diserap oleh agregat halus. Berat agregat udara halus kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berat agregat udara halus yang dinyatakan dalam persen. Kadar air agregat halus yang lebih besar menunjukkan bahwa agregat halus tersebut memiliki daya serap udara yang lebih besar

dan kekuatan beton yang lebih rendah. Pengujian kadar agregat halus ini sangat penting dalam pengawasan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton. Kadar air agregat halus yang lebih kecil menunjukkan bahwa agregat halus tersebut memiliki daya serap air yang lebih kecil dan kekuatan beton yang lebih baik. Oleh karena itu, kadar agregat halus harus ditutup secara ketat untuk memastikan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton

Tabel 4. 3 Tabel analisa agregat halus (Pasir cuci)

Diameter Saringan		Berat Tertinggal (Gram)		Rata-Rata	Komulatif		Persen Lolos (%)
ASTM	mm	I	II		Berat (Gram)	% Tertahan	
3/8"	9,6	0,00	0	0,00	0	0,00	100,00
No.4	4,8	20,30	0	20,3	20,3	3,94	96,06
No.8	2,4	40,90	0	40,9	61,2	11,87	88,13
No.16	1,2	95,80	0	95,8	157	30,46	69,54
No.30	0,6	124,30	0	124,3	281,3	54,58	45,42
No.50	0,3	83,70	0	83,7	365	70,82	29,18
No.100	0,15	94,60	0	94,60	459,6	89,17	10,83
No.200	0,075	35,60	0	35,60	495,2	96,08	3,92
Pan	0,00	20,20	0	20,20	515,4	100,00	0,00

Analisis agregat halus, juga dikenal sebagai pasir analisis cuci, adalah suatu prosedur yang digunakan untuk menentukan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton. Agregat halus, seperti pasir, memiliki peran penting dalam campuran beton karena membantu dalam mengikat semen dan agregat kasar serta mempengaruhi sifat-sifat beton seperti kekuatan, kepadatan, dan daya serap udara. Analisis agregat halus meliputi beberapa tahapan, seperti:

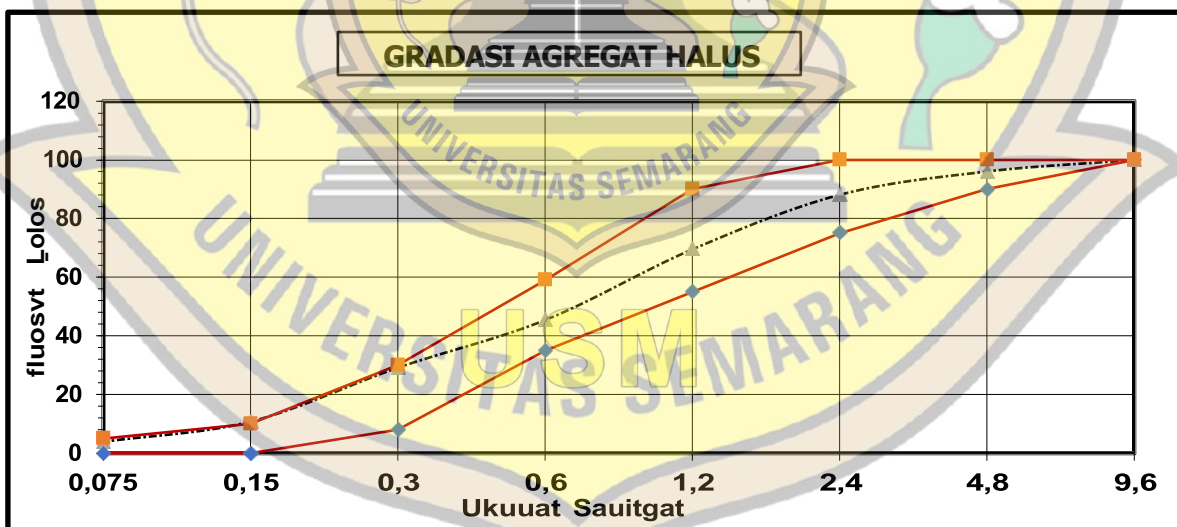
1. Pengujian Kadar Udara : Kadar agregat halus diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak udara yang diserap oleh agregat halus. Kadar air yang lebih besar dapat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.
2. Pengujian Berat Jenis : Berat jenis agregat halus diperlukan untuk mengetahui rasio antara massa agregat padat dan massa udara dengan volume yang sama pada suhu

yang sama. Berat jenis agregat halus yang lebih besar menunjukkan bahwa agregat halus tersebut memiliki daya serap air yang lebih kecil dan kekuatan beton yang lebih baik.

3. Pengujian Gradasi : Gradasi agregat halus diperlukan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran agregat halus. Gradasi agregat halus yang lebih baik dapat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.
4. Pengujian Kekerasan : Kekerasan agregat halus diperlukan untuk mengetahui kemampuan agregat halus dalam menahan tekanan. Kekuatan agregat halus yang lebih baik dapat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.

Analisis agregat halus ini sangat penting dalam pengawasan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton. Kualitas agregat halus yang lebih baik dapat mempengaruhi kekuatan, kepadatan, dan daya serap air beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, analisis agregat halus harus dilakukan secara ketat untuk memastikan kualitas agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton.

Tabel 4. 4 Gradasi agregat halus



Pengujian agregat halus pasir meliputi analisa ayakan yaitu modulus kehalusan, berat jenis antara lain berat jenis bulk, berat jenis permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) serta penyerapan air dan pengujian kadar air. Menurut SNI 03-1968-1990 persyaratan untuk Pasir yaitu 5 %. Kemudian untuk Modulus Kehalusan sebesar 2,73 %. Modulus Kehalusan yaitu prosentase komulatif pasir yang tertinggal pada setiap saringan dibagi dengan 100. Pasir termasuk dalam Gradasi Zona 2. Sedangkan Berat Jenis (Bulk)

sebesar 2662 gram, Berat Jenis Jenuh (Ssd) 2697 gram, Berat Jenis (Apparent) sebesar 2795 gram, dan Penyerapan Air sebesar 1,32 % serta Kadar Air sebesar 1,52 %

Dari Tabel 4.3 Analisa Ayak Agregat Halus dapat di artikan sebagai berikut:

1. Pada diameter saringan 9,6 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,0 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 0 gram jika di prosentasekan 0,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 100 %.
2. Pada diameter saringan 4,8 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 20,30 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 20,3 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 20,3 gram jika di prosentasekan 3,94 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 96,06 %.
3. Pada diameter saringan 2,4 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 40,90 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 40,9 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 61,2 gram jika di prosentasekan 11,87% sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 88,13 %
4. Pada diameter saringan 1,2 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 95,80 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 95,8 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 157 gram jika di prosentasekan 30,46 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 69,54 %.
5. Pada diameter saringan 0,6 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 124,30 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 124,3 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 281,3 gram jika di prosentasekan 54,58 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 45,42 %.
6. Pada diameter saringan 0,3 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 83,70 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 83,7 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 365 gram jika di prosentasekan 70,82 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 29,18 %.
7. Pada diameter saringan 0,15 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 94,60 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 94,6 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 459,6 gram jika di prosentasekan 89,17 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 10,83 %.
8. Pada diameter saringan 0,75 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 35,60 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 35,6 kemudian berat

jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 459,2 gram jika di prosentasekan 96,08 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 3,92 %.

9. Pada diameter saringan 0,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 20,20 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 20,20 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 515,4 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,0.

4.1.2 Agregat Kasar (10-20 mm)

Pengujian agregat kasar (10-20 mm) dilaksanakan untuk memperoleh data-data yang digunakan untuk pembuatan *Job Mix Design*. Data sekunder yang didapat dari hasil dari pengujian agregat kasar antara lain adalah berat jenis, berat isi, kadar air, dan gradasi butiran.

Tabel 4. 5 Data uji agregat kasar 10-20 mm

Berat benda uji kering oven	BK	2960
Berat benda uji permukaan jenuh	BJ	3000
Berat benda uji dalam air	BA	1870
Berat jenis (bulk)		2619
Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	BK/(BJ-BA)	2655
Berat jenis semu (Apparent)	BJ/(BJ-BA)	2716
Penyerapan (Absorption)	$((BJ-BK)/BK) \times 100\%$	1,35

Data uji agregat kasar 10-20mm yang disajikan dalam meliputi analisis berat jenis, modulus kehalusan, dan penyerapan udara. Berat jenis agregat kasar 10-20mm diperoleh melalui pengujian berat jenis bulk, berat jenis permukaan jenuh (SSD), dan berat jenis semu (Jelas). Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu. Berat jenis permukaan jenuh (SSD) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Berat jenis semu (Jelas) adalah perbandingan berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu. Modulus kehalusan agregat kasar 10-20mm menunjukkan prosentase kumulatif

pasir yang tertinggal pada setiap saringan dibagi dengan 100. Modulus kehalusan ini digunakan untuk menentukan kualitas agregat kasar, dengan nilai yang lebih besar menunjukkan agregat kasar yang lebih baik. Penyerapan udara agregat kasar 10-20mm menunjukkan seberapa banyak udara yang diserap oleh agregat kasar. Penyerapan udara yang lebih besar dapat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.

Tabel 4. 6 Data pengujian kadar air agregat kasar 10 -20 mm

Kode	Notasi	Sample 1	Sample 2
Berat sample	A	500	500
Berat Sering	B	493,00	487,21
Berat Air	$C = A - B$	7,00	12,79
Kadar Air	$(C / A) \times 100\%$	1,40	2,56
Kadar air rata-rata		1,98%	

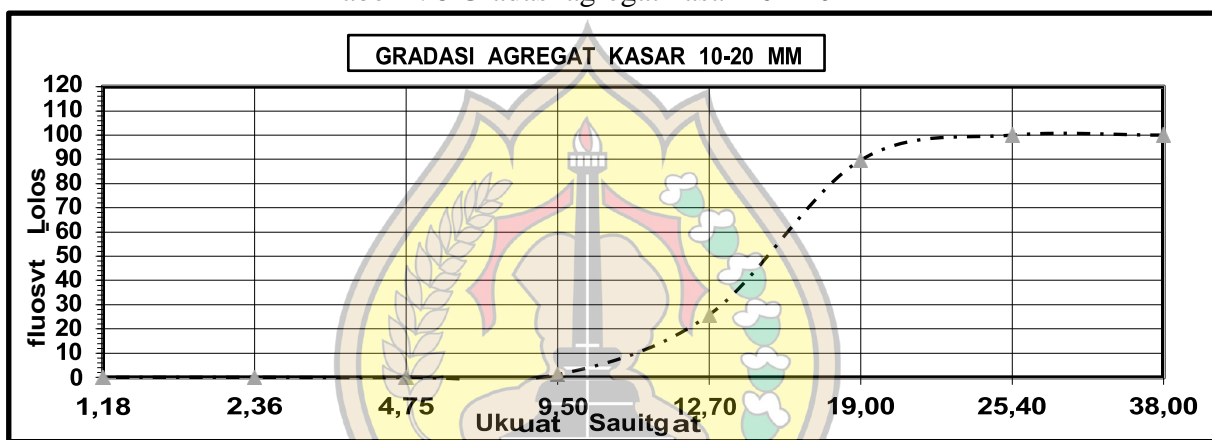
Pengujian kadar air agregat kasar berukuran 20 mm merupakan suatu proses untuk mengetahui banyaknya air yang terkandung dalam agregat kasar. Proses ini penting karena kadar air agregat mempengaruhi proporsi campuran beton, dan mutu akhir beton yang diperoleh. Pengujian ini memastikan bahwa jumlah air dalam beton sesuai dengan yang diharapkan dalam desain beton.

Tabel 4. 7 Tabel analisa agregat kasar 10-20 mm

Diameter Saringan		Berat Tertinggal (Gram)			Komulatif		Persen Lolos (%)
ASTM	mm	I	II	Rata-Rata	Berat (Gram)	% Tertahan	
1 1/2"	38,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	1035,00	0,00	517,50	517,50	10,32	89,68
1/2"	12,70	6405,00	0,00	3202,50	3720,00	74,21	25,79
3/8"	9,50	2470,00	0,00	1235,00	4955,00	98,85	1,15
No.4	4,75	115,00	0,00	57,50	5012,50	100,00	0
No.8	2,36	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0

No.16	1,18	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0
No.30	0,60	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0
No.50	0,30	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0
No.100	0,15	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0
No.200	0,08	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0
Pan	0,00	0,00	0,00	0,00	5012,50	100,00	0

Tabel 4. 8 Gradasi agregat kasar 10 - 20 mm



Pengujian agregat kasar meliputi analisa ayakan yaitu modulus kehalusan, berat jenis antara lain berat jenis bulk, berat jenis permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) serta penyerapan air dan pengujian kadar air. Menurut SNI 03-1968-1990 persyaratan untuk Pasir yaitu 5 %. Kemudian untuk Modulus Kehalusan sebesar 8,03 %. Modulus Kehalusan yaitu prosentase kumulatif pasir yang tertinggal pada setiap saringan dibagi dengan 100. Pasir termasuk dalam Gradasi Zona 2. Sedangkan Berat Jenis (Bulk) sebesar 2680 gram, Berat Jenis Jenuh (SSD) 2725 gram, Berat Jenis (Apparent) sebesar 2807 gram, dan Penyerapan Air sebesar 1,68 % serta Kadar Air sebesar 1,33 %.

Pengujian agregat kasar meliputi analisa ayakan yaitu modulus kehalusan, berat jenis antara lain berat jenis bulk, berat jenis permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Apparent) serta penyerapan air dan pengujian kadar air. Menurut SNI 03-1968-1990 persyaratan untuk batu pecah yaitu 1 %. Kemudian untukkn Modulus Kehalusan sebesar 9,14 %. Modulus Kehalusan yaitu prosentase kumulatif pasir yang tertinggal pada setiap saringan dibagi dengan 100. Pasir termasuk dalam Gradasi Zona 2. Sedangkan Berat Jenis (Bulk) sebesar

2711 gram, Berat Jenis Jenuh (SSD) 2757 gram, Berat Jenis (Apparent) sebesar 2840 gram, dan Penyerapan Air sebesar 1,67 % serta Kadar Air sebesar 1,42 %.

Dari Tabel 4.7 Analisa Ayak Agregat kasar dapat di artikan sebagai berikut:

1. Pada diameter saringan 38,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,0 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 0 gram jika di prosentasekan 0,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 100 %.
2. Pada diameter saringan 25,40 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 9085,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 4542,50 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 4542,50 gram jika di prosentasekan 58,63 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 41,37 %.
3. Pada diameter saringan 19,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 6125,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 3062,50 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7605,00 gram jika di prosentasekan 98,16 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 1,84 %.
4. Pada diameter saringan 12,70 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 285,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 142,50 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
5. Pada diameter saringan 9,50 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
6. Pada diameter saringan 4,75 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
7. Pada diameter saringan 2,36 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat

- jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
8. Pada diameter saringan 1,18 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
 9. Pada diameter saringan 0,60 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
 10. Pada diameter saringan 0,30 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
 11. Pada diameter saringan 0,15 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
 12. Pada diameter saringan 0,08 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.
 13. Pada diameter saringan 0,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 00,00 kemudian berat jumlah butir tertahan kumulatif sebesar 7747,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0,00 %.

4.1.3 Agregat Kasar (20-30 mm)

Agregat kasar yang memiliki ukuran antara 20-30 mm biasanya digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan struktur. Ukuran agregat kasar yang lebih besar ini memungkinkan adanya lebih banyak ruang antara partikel agregat, yang memungkinkan semen untuk lebih efektif mengisi ruang-ruang tersebut dan meningkatkan kekuatan ikatan antara agregat dan semen. Agregat kasar dengan ukuran 20-30 mm juga

dapat membantu dalam mengurangi jumlah semen yang dibutuhkan dalam campuran, karena partikel agregat yang lebih besar memungkinkan semen untuk lebih efektif mengisi ruang-ruang antara agregat. Dalam beberapa kasus, agregat kasar dengan ukuran 20-30 mm dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kekuatan beton, terutama dalam aplikasi struktur yang memerlukan kekuatan tinggi dan ketahanan yang lebih baik.

Tabel 4. 9 Data uji agregregat kasar 20-30 mm

Berat benda uji kering oven	BK	5090
Berat benda uji permukaan jenuh	BJ	5150
Berat benda uji dalam air	BA	3215
Berat jenis (bulk)		2630
Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	$BK/(BJ-BA)$	2661
Berat jenis semu (Apparent)	$BJ/(BJ-BA)$	2715
Penyerapan (Absorption)	$((BJ-BK)/BK) \times 100\%$	1,18

Data uji agregat kasar 20-30 mm adalah suatu hasil analisis yang menunjukkan kualitas agregat kasar dengan ukuran 20-30 mm. Data ini meliputi beberapa parameter, seperti modulus kehalusan, berat jenis, dan penyerapan udara. Modulus kehalusan agregat kasar 20-30 mm menunjukkan prosentase komulatif pasir yang tertinggal pada setiap saringan dibagi dengan 100. Modulus kehalusan ini digunakan untuk menentukan kualitas agregat kasar, dengan nilai yang lebih besar menunjukkan agregat kasar yang lebih baik. Berat jenis agregat kasar 20-30 mm dinyatakan dalam satuan gram per mililiter (g/cm^3) dan menunjukkan rasio antara massa agregat padat dengan massa udara dengan volume yang sama pada suhu yang sama. Berat jenis agregat kasar yang lebih besar menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memiliki daya serap air yang lebih kecil dan kekuatan beton yang lebih baik. Penyerapan udara agregat kasar 20-30 mm menunjukkan seberapa banyak udara yang diserap oleh agregat kasar. Penyerapan udara yang lebih besar dapat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengujian penyerapan agregat kasar sangat penting dalam pengawasan kualitas agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan beton.

Tabel 4. 10 Data pengujian kadar air agregat kasar 20 – 30 mm

Kode	Notasi	Sample 1	Sample 2
Berat sample	A	500	500
Berat Sering	B	493,00	494,21
Berat Air	$C = A - B$	7,00	5,79
Kadar Air	$(C / A) \times 100\%$	1,40	1,158
Kadar air rata-rata		1,28%	

Tabel 4. 11 Tabel analisa agregat kasar 20-30 mm

Diameter Saringan		Berat Tertinggal (Gram)			Komulatif		Persen Lolos (%)
ASTM	mm	I	II	Rata-Rata	Berat (Gram)	% Tertahan	
1 1/2"	38,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	9085,00	0,00	4542,50	4542,50	58,63	41,37
3/4"	19,00	6125,00	0,00	3062,50	7605,00	98,16	1,84
1/2"	12,70	285,00	0,00	142,50	7747,50	100,00	0,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.4	4,75	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.8	2,36	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.16	1,18	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.30	0,60	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.50	0,30	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.100	0,15	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
No.200	0,08	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00
Pan	0,00	0,00	0,00	0,00	7747,50	100,00	0,00

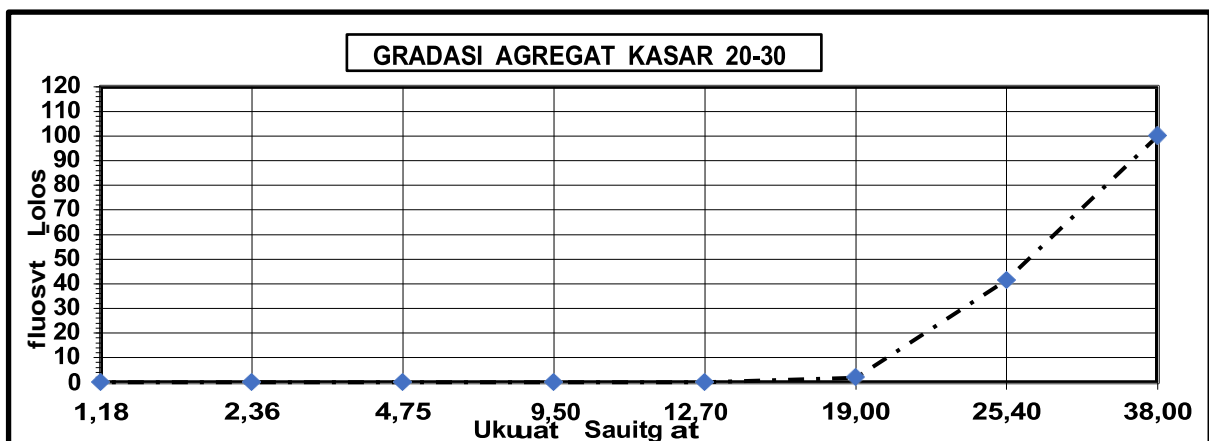
Dari Tabel 4.11 Analisa Ayak Agregat kasar dapat di artikan sebagai berikut:

1. Pada diameter saringan 38,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,0 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian

- berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 0 gram jika di prosentasekan 0,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 100 %.
2. Pada diameter saringan 25,4 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,0 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 0 gram jika di prosentasekan 0,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 100 %.
 3. Pada diameter saringan 19,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 1035,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 517,50 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 517,50 gram jika di prosentasekan 10,32 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 89,68 %.
 4. Pada diameter saringan 12,70 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 6405,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 3202,50 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 3720,00 gram jika di prosentasekan 74,21 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 25,79 %.
 5. Pada diameter saringan 9,50 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 2470,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 1235,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 4955,00 gram jika di prosentasekan 98,85 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 1,15 %.
 6. Pada diameter saringan 4,75 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 115,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 57,50 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
 7. Pada diameter saringan 2,36 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
 8. Pada diameter saringan 1,18 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian

- berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
9. Pada diameter saringan 0,60 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
 10. Pada diameter saringan 0,30 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
 11. Pada diameter saringan 0,15 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
 12. Pada diameter saringan 0,08 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.
 13. Pada diameter saringan 0,00 mm dengan berat tertinggal pada pengujian pertama 0,00 gram dan pada pengujian kedua 0,0 gram menghasilkan rata rata 0,00 kemudian berat jumlah butir tertahan komulatif sebesar 5012,50 gram jika di prosentasekan 100,00 % sehingga menghasilkan jumlah prosentase lolos sebesar 0 %.

Tabel 4. 12 Gradasi agregat kasar 20 - 30 mm



4.1.4 Rekapitulasi isian rancangan beton

Berikut ini adalah rekapitulasi dari semua isian yang digunakan dalam pembuatan rancangan beton.

Tabel 4. 13 Rekapitulasi isian rancangan beton

Agregat Halus			
-	Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	=	2610
-	Penyerapan (Absorption)	=	1,63%
-	Berat isi	=	1521 Kg/m ³
-	Kadar air	=	1,68%
-	Modulus halus butir (Mhb)	=	2,61 Pasir Sedang
-	Kadar Lumpur	=	3,75%
Agregat Kasar 10-20mm			
-	Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	=	2655
-	Penyerapan (Absorption)	=	1,35%
-	Berat isi	=	1636 Kg/m ³
-	Kadar air	=	1,98%
-	Modulus halus butir (Mhb)	=	7,83
-	Kadar Lumpur	=	0,85%
Butiran Styrofoam			
-	Berat isi	=	9,50 Kg/m ³
Rancangan Campuran Beton			
-	Kuat tekan karakteristik 28 hari	=	450 Kg/Cm ²
-	Jenis semen Type I	=	Semen Gresik (Type I)
-	Jenis agregat	Kasar	= Batu pecah eks.batang
-	Jenis agregat	Halus	= Pasir eks. Merapi
-	Faktor air semen bebas	=	0,38
-	Slump maximal	=	60 mm
-	Ukuran agregat maksimum	=	20 mm
-	Kadar air bebas	=	205 Liter
-	Kadar semen Asli	=	533 Kg/m ³
-	Kadar semen ditentukan	=	540 Kg/m ³

-	Campuran <i>styrofoam</i>	1 : 2 : 3	=		Lt/m ³
-	Persentase agregat halus (S/A)		=	99,01	%
Proporsi Campuran Beton Teoritis Dan Terkoreksi					
-	Semen		=	540	→ Kg/m ³ 1,0
-	Pasir		=	1171	→ Kg/m ³ 2,0
-	<i>Styrofoam</i>		=	11,75	→ Kg/m ³ 3,0
-	Batu Pecah 10-20mm		=	0	→ Kg/m ³
-	Air		=	205	→ Kg/m ³
-	Admixture Type D		=	0,00	→ Kg/m ³
-	Admixture Type F		=	0,00	→ Kg/m ³

4.2 Kuat Tekan

Kuat tekan beton dapat dikatakan sebagai kemampuan silinder beton menahan beban tekan maksimum. Sama halnya dengan uji kuat tarik belah, beton yang diuji berupa beton silinder dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 6 cm serta telah berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. 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 (SNI 03- 1974-1990).

Berikut adalah Rumus untuk mencari Kuat Tekan Beton :

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

Keterangan :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Berat Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan Benda Uji (mm²)

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

Contoh perhitungan nilai kuat tekan yang digunakan :

Diketahui = Berat Beton (P) = 2000N
 = A : 3,14 : 0,25 : 100

Perhitungan = 2000 : 3,14 : 0,25 : 100 = 25,477707
 = 25,477707 : 0,94 = 26,54 Mpa.

4.3 Nilai kuat tekan

Nilai kuat tekan beton adalah ukuran kekuatan beton untuk menahan tekanan atau beban yang diberikan padanya. Nilai ini umumnya diukur dalam satuan tekanan seperti megapascal (MPa) atau pounds per square inch (psi). Proses pengukuran nilai kuat tekan beton biasanya dilakukan dengan mencetak sampel beton yang diwakili oleh silinder atau kubus, lalu menekannya dengan gaya yang diberikan secara perlahan dan terukur. Setelah itu, hasil tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh sampel beton tersebut akan diukur. Faktor-faktor yang memengaruhi nilai kuat tekan beton termasuk jenis dan mutu bahan baku yang digunakan, rasio campuran beton, proses pengadukan dan pengecoran, serta kondisi iklim dan pengeringan. Nilai kuat tekan beton ini penting dalam desain dan konstruksi struktur bangunan karena membantu insinyur menentukan apakah beton tersebut cukup kuat untuk menahan beban yang diberikan.

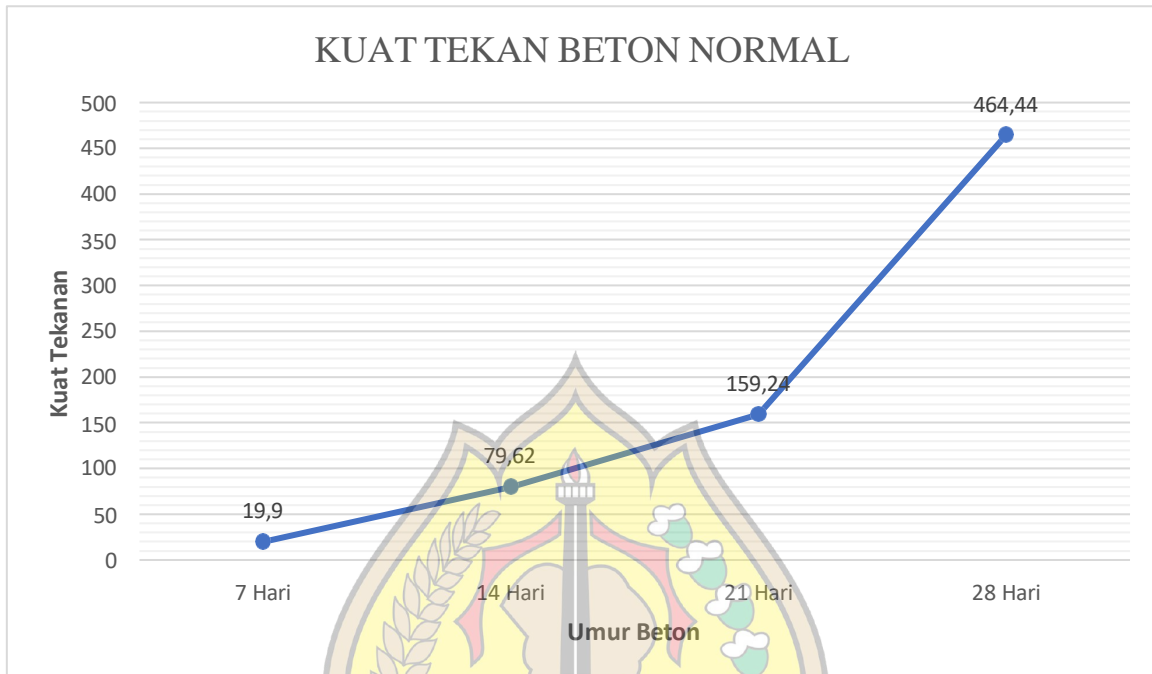
Hasil Nilai kuat tekan yang didapat merupakan hasil dari beban maksimum yang diterima.

Berikut hasil uji kuat tekan beton normal untuk tinggi 7 cm dan diameter 10,2 :

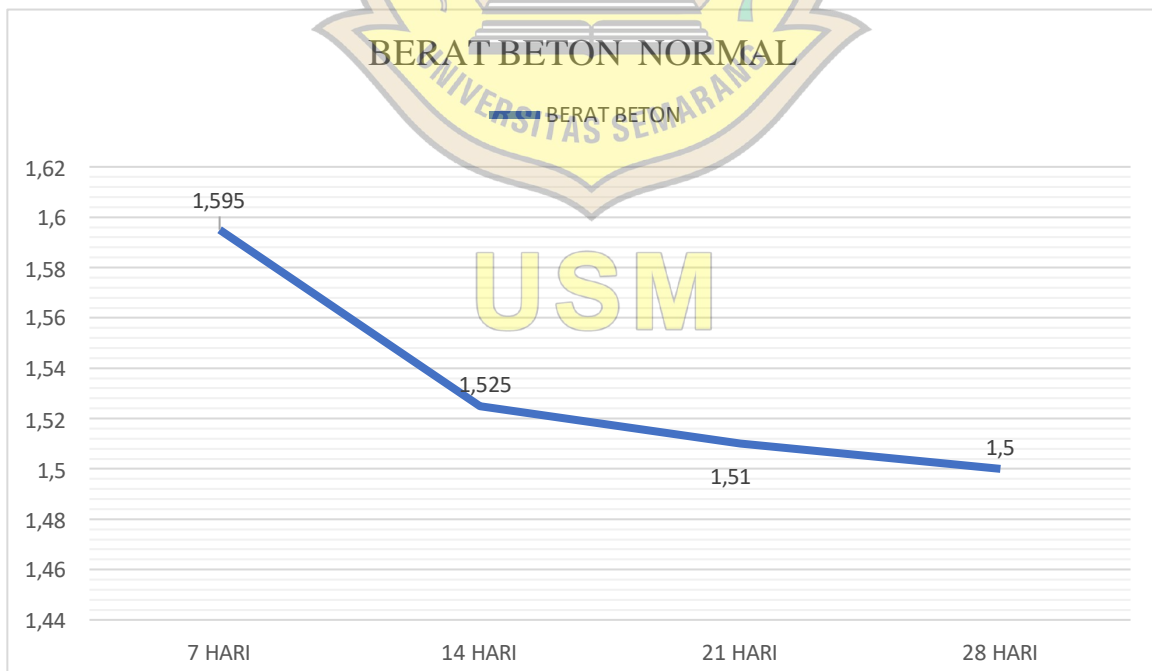
Tabel 4. 14 Nilai kuat tekan beton normal 7 cm

No	Jenis beton	umur	berat	diameter	tinggi	Luas penampang	Bbb	kl	Kuat tekan
1.	Normal	7 hari	1,595	10,2	7 cm	81,67	1500	19,11	19,90
2.	Normal	14 hari	1,525	10,2	7 cm	81,67	6000	76,43	79,62
3.	Normal	21 hari	1,510	10,2	7 cm	81,67	12000	152,87	159,24
4.	Normal	28 hari	1,5	10,2	7 cm	81,67	35000	445,86	464,44

Dari data yang telah dilakukan perhitungan tersebut selanjutnya di paparkan melalui grafik seperti pada grafik berikut :



Gambar 14 Grafik Kuat Tekan Beton Normal



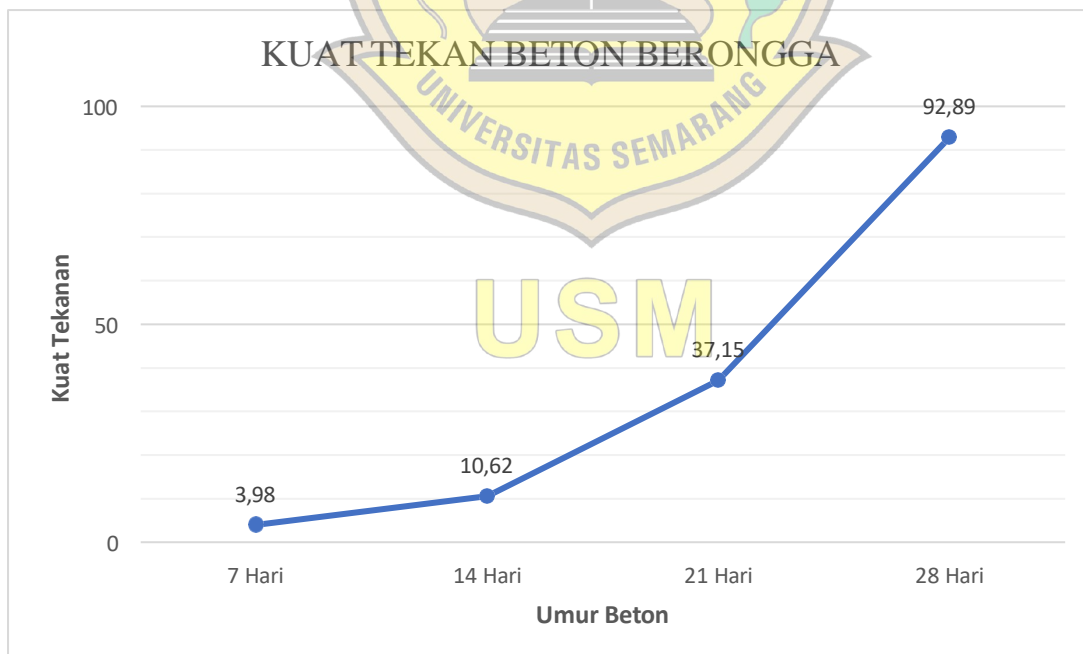
Gambar 15 Grafik Berat Beton Normal

Berikut adalah hasil uji kuat tekan beton Berongga untuk tinggi 7 cm dan diameter 10,

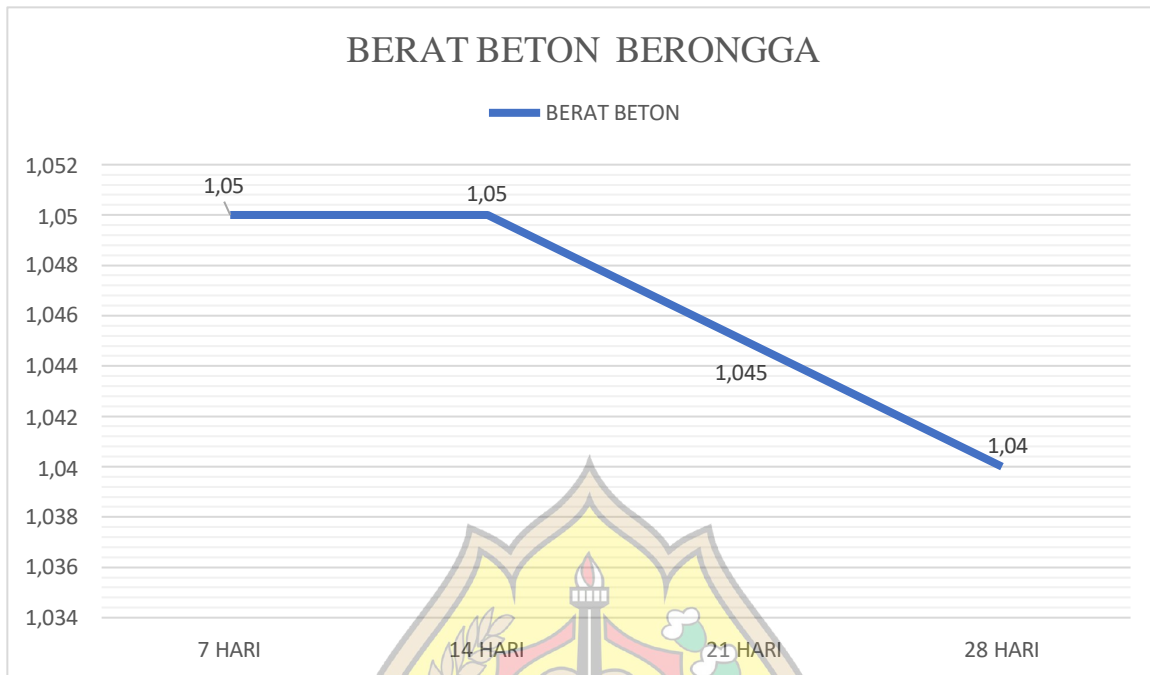
Tabel 4. 15 Tabel kuat tekan beton berongga 7 cm

No	Jenis beton	umur	berat	Diameter	tinggi	Luas penampang	bbb	KI	Kuat tekan
1.	Berongga	7 hari	1,05	10,2	6 cm	81,67	300	3,82	3,98
2.	Berongga	14 hari	1,05	10,2	6 cm	81,67	800	10,19	10,62
3.	Berongga	21 hari	1,045	10,2	6 cm	81,67	2800	35,67	37,15
4.	Berongga	28 hari	1,04	10,2	6 cm	81,67	7000	89,17	92,89

Dari data yang telah dilakukan perhitungan tersebut selanjutnya di paparkan melalui grafik seperti pada grafik berikut :



Gambar 16 Grafik Kuat Tekan Beton Berrongga



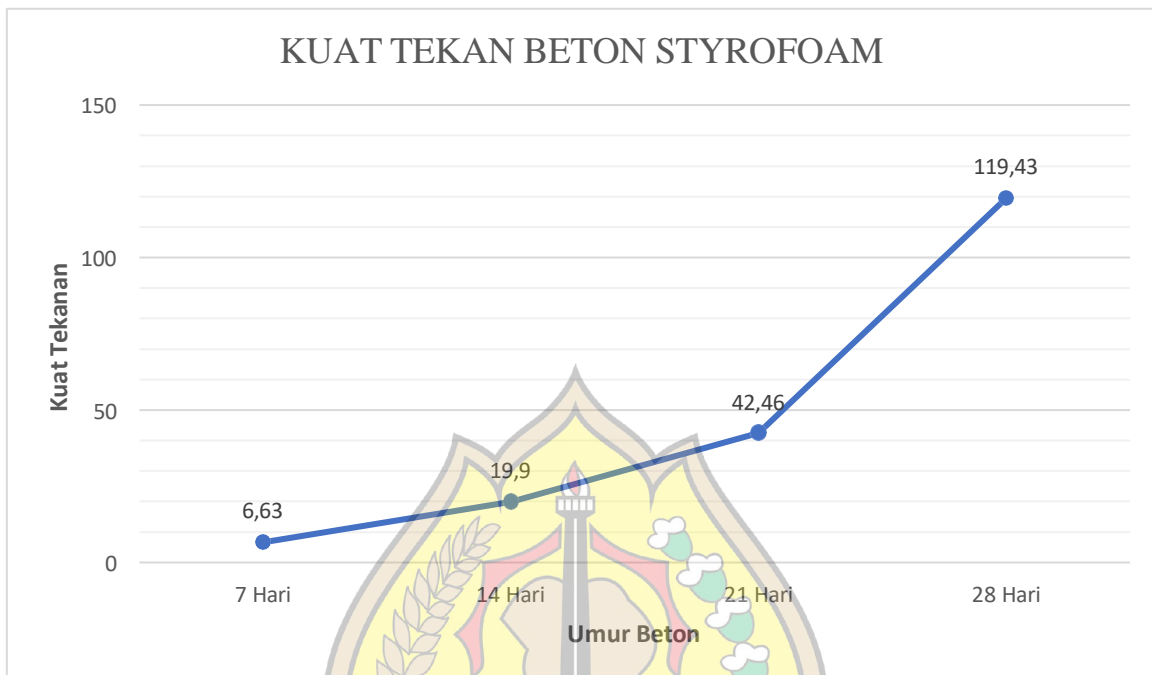
Gambar 17 Grafik Berat Beton Berrongga

Berikut hasil uji kuat tekan beton Styrofoam untuk tinggi 7 cm dan diameter 10,2

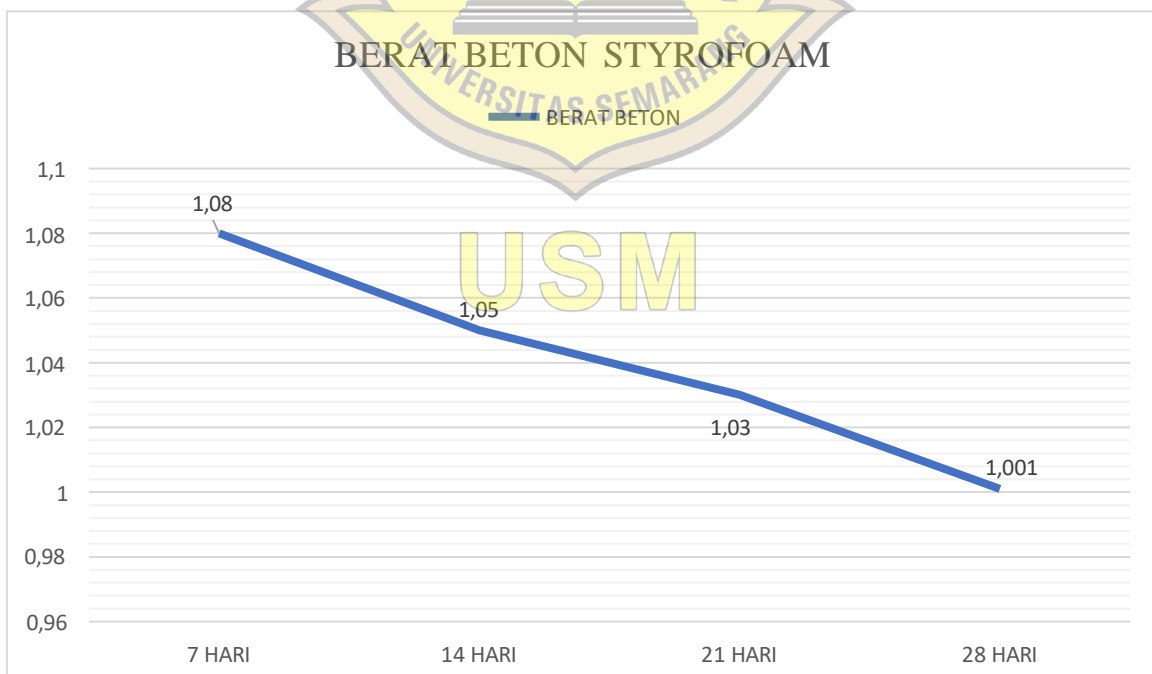
Tabel 4. 16 Tabel kuat tekan beton styrofoam 7 cm

No	Jenis beton	umur	berat	diameter	tinggi	Luas penampang	bbb	Kl	Kuat tekan
1.	Styrofoam	7 hari	1,08	10,2	6 cm	81,67	500	6,37	6,63
2.	Styrofoam	14 hari	1,05	10,2	6 cm	81,67	1500	19,11	19,90
3.	Styrofoam	21 hari	1,03	10,2	6 cm	81,67	3200	40,76	42,46
4.	Styrofoam	28 hari	1,001	10,2	6 cm	81,67	9000	114,65	119,43

Dari data yang telah dilakukan perhitungan tersebut selanjutnya di paparkan melalui grafik seperti pada grafik berikut



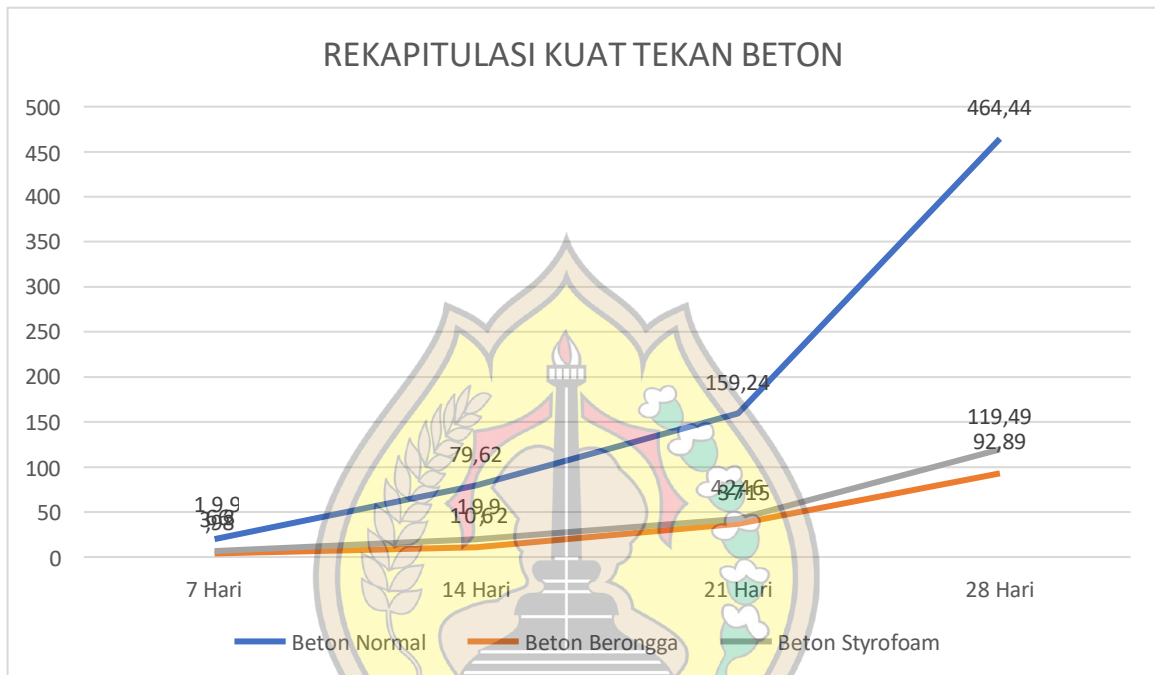
Gambar 18 Grafik Kuat Tekan Beton Styrofoam



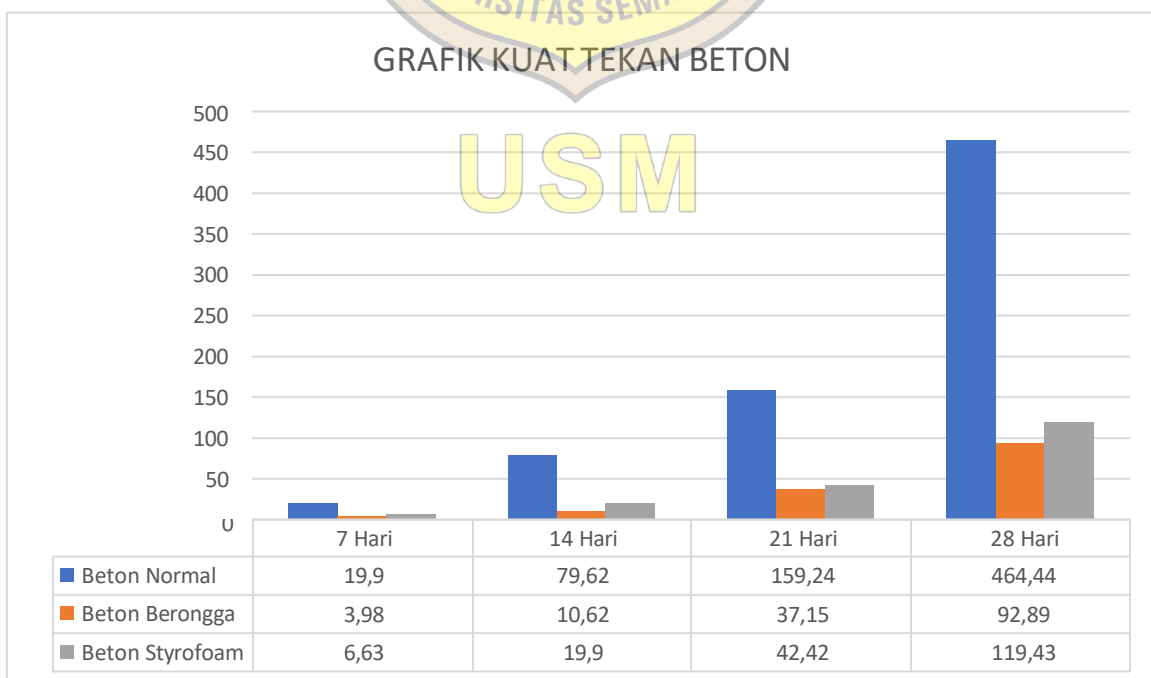
Gambar 19 Grafik Berat Beton Styrofoam

4.2.1 Rekapitulasi kuat tekan beton

Dibawah ini digambarkan beberapa grafik yang memuat hasil kuat tekan beton dari mulai beton normal, beton berrongga, dan beton Styrofoam. Grafik ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil kuat tekan beberapa beton yang sudah di uji kuat tekannya.



Gambar 20 Grafik Rekapitulasi Kuat Tekan Beton



Gambar 21 Grafik Batang Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya (Mulyono, 2004). Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari, sehingga secara umum kekuatan beton tidak naik lagi setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari (Noer et al., 2016).

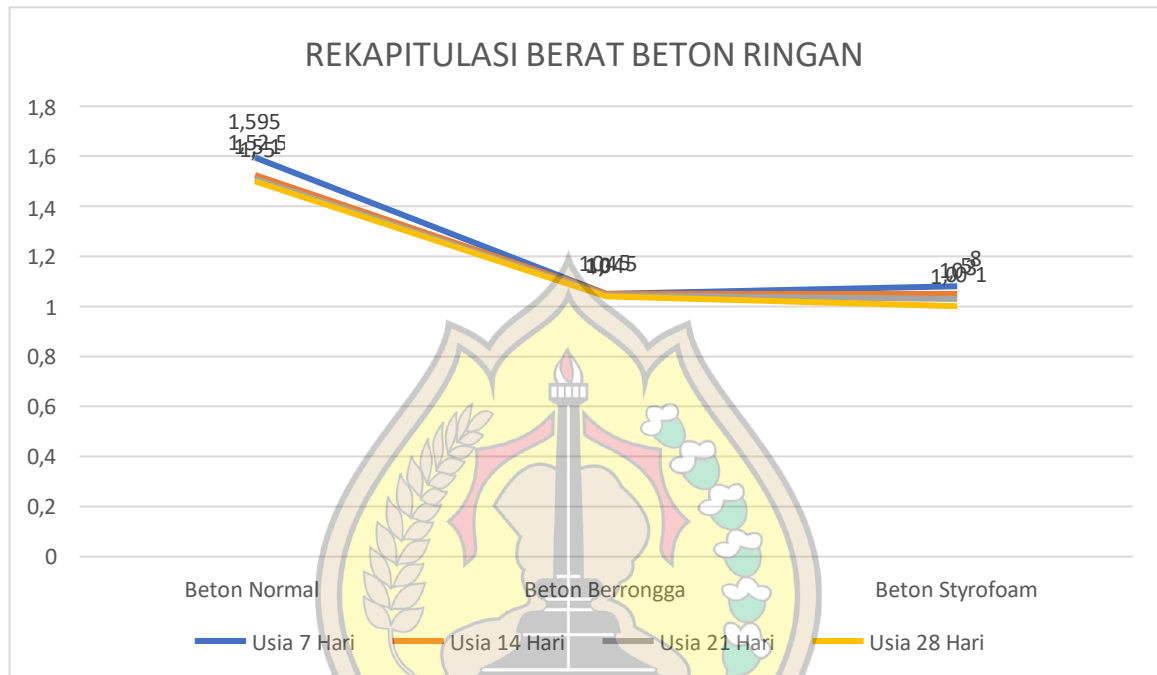
Dilihat dari grafik diatas nilai kuat tekan untuk beton normal semakin naik, hal ini dikarenakan proses pengerasan beton terjadi secara bertahap. Salah satu faktor penyebabnya adalah proses hidrasi. Proses hidrasi ini terjadi ketika air bereaksi dengan udara dalam campuran beton, menghasilkan ikatan kimia yang kuat antara partikel-partikel air dan agregat. Semakin lama waktu, semakin banyak air yang bereaksi dengan udara, sehingga kekuatan beton meningkat.

Grafik kekuatan tekan beton yang meningkat secara signifikan pada usia 7, 14, 21, dan 28 hari juga menunjukkan bahwa kekuatan beton tergantung pada waktu yang dibutuhkan untuk proses hidrasi semen. Semakin lama waktu, semakin baik kekuatan beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengujian kekuatan tekan beton biasanya dilakukan pada usia 28 hari untuk mengetahui kekuatan beton yang diharapkan dalam konstruksi bangunan.

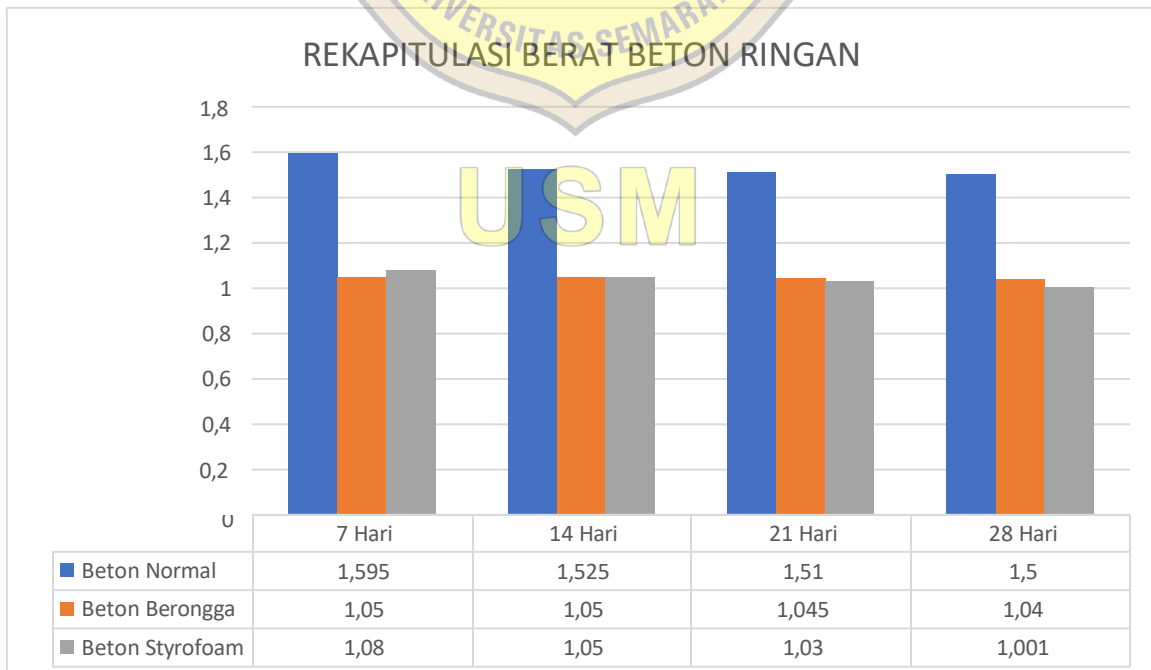
4.2.2 Rekapitulasi berat beton ringan

Berat beton akan semakin ringan jika merujuk pada konsep beton ringan, maka beton tersebut menggunakan agregat ringan sebagai pengganti agregat kasar tradisional seperti batu split. Agregat ringan seperti bata ringan memiliki berat yang lebih ringan daripada agregat kasar tradisional, sehingga beton ringan yang menggunakan agregat ringan tersebut dapat memiliki berat yang lebih ringan daripada beton normal. Tetapi, perlu diingat bahwa beton ringan memiliki sifat yang berbeda dengan beton normal dan memiliki aplikasi yang terbatas. Dalam beberapa kasus, beton ringan dapat digunakan untuk struktur bangunan yang memiliki kebutuhan khusus seperti struktur yang harus memiliki berat yang ringan untuk

meningkatkan efisiensi energi atau untuk aplikasi di daerah yang memiliki batasan berat. Namun, dalam kebanyakan kasus, beton normal yang menggunakan agregat kasar tradisional seperti batu split masih menjadi pilihan yang lebih umum dan lebih efektif untuk kebanyakan aplikasi struktur bangunan (Ay Lie & Dianugrah, 2023).



Gambar 22 Rekapitulasi Berat Beton Ringan



Gambar 23 Diagram Batang Berat Beton Ringan

4.2.3 Kesimpulan

Beton normal, beton berongga, dan beton styrofoam memiliki karakteristik dan aplikasi yang berbeda berdasarkan komposisi dan sifat fisiknya. Beton normal adalah campuran standar dari semen, agregat (pasir, kerikil), dan air. Beton ini memiliki kekuatan tinggi dan digunakan secara luas dalam berbagai konstruksi seperti gedung, jembatan, dan infrastruktur lainnya karena daya tahannya yang kuat dan ketahanannya terhadap tekanan. Dalam sintesisnya, beton normal sangat cocok untuk konstruksi karena nilai kuat tekannya yang tinggi dan kemampuan untuk menahan beban tekan dan tarikan yang besar. Namun perlu diingat bahwa kekuatan beton normal juga bergantung pada beberapa faktor lain yang perlu diperhatikan dalam proses penggunaannya. Beton berongga adalah jenis beton yang mengandung rongga-rongga udara di dalamnya.

Rongga ini dibuat dengan menggunakan bahan tambahan atau cetakan khusus saat pencetakan beton. Beton berongga lebih ringan dibandingkan beton normal dan memiliki isolasi termal yang lebih baik. Namun, karena keberadaan rongga-rongga ini, beton berongga memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal, sehingga penggunaannya lebih cocok untuk konstruksi yang memerlukan berat ringan dan isolasi termal, seperti panel dinding atau lantai non-struktural.

Beton *styrofoam* atau sering disebut juga beton ringan, adalah jenis beton yang dicampur dengan butiran *styrofoam*. *Styrofoam* berfungsi sebagai agregat ringan yang mengurangi berat total beton. Beton *styrofoam* sangat ringan, lebih ringan dibandingkan beton normal dan beton berongga. Kelebihan utamanya adalah kemampuannya mengurangi beban struktur, mempercepat proses konstruksi, dan memberikan isolasi termal yang sangat baik. Namun, kekuatannya lebih rendah dibandingkan dengan beton normal, sehingga penggunaannya lebih cocok untuk elemen non-struktural seperti dinding partisi, lantai, dan elemen dekoratif. Secara keseluruhan, beton *styrofoam* merupakan pilihan ideal ketika berat yang lebih ringan dan isolasi termal adalah prioritas, meskipun dengan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan beton normal dan beton berongga.

4.4 Analisis Aspek Ekonomis

4.4.1 Biaya Produksi Beton Ringan Tanpa *Styrofoam*

Dalam produksi beton ringan tanpa *styrofoam*, komponen utama yang mempengaruhi biaya adalah semen, pasir, dan koral.

4.4.2 Penjelasan Biaya

1. Biaya Semen: Harga semen di pasar adalah Rp 50.000 per sak.

2. Biaya Pasir: Pasir sebagai agregat halus dengan harga sekitar Rp 800.000 per pick up.
3. Biaya Koral: Koral sebagai agregat kasar dengan harga sekitar Rp 550.000 per pick up.

4.4.3 Perhitungan Biaya

Untuk menghitung biaya produksi beton ringan tanpa *styrofoam*, kita akan menggunakan rumus sebagai berikut:

Biaya Beton Ringan Tanpa *Styrofoam* = Biaya Semen + Biaya Pasir + Biaya Koral

Rumus untuk Volume Beton yang Dibutuhkan:

Volume Beton = Luas x Ketebalan

Biaya Bahan:

1. Biaya Semen: Rp 50.000 per sak
2. Biaya Pasir: Rp 800.000 per pick up
3. Biaya Koral: Rp 550.000 per pick up

Total Biaya:

Volume Beton yang Dibutuhkan: Asumsikan luas 1 meter persegi dan ketebalan 15 cm (0.15 meter).

Volum Beton = $1\text{m}^2 \times 0.15\text{m} = 0.15\text{ m}^3$

1. Biaya Semen: $\text{Rp } 50.000 \times \frac{1}{0,15} = \text{Rp } 333.333$
2. Biaya Pasir: $\text{Rp } 800.000 \times \frac{1}{0,15} = \text{Rp } 5.333.333$
3. Biaya Koral: $\text{Rp } 550.000 \times \frac{1}{0,15} = \text{Rp } 3.666.667$

Total Biaya:

Total biaya = Biaya Semen + Biaya Pasir + Biaya Koral = Rp 9.333.333

4.4.4 Biaya Produksi Beton Ringan dengan *Styrofoam*

Dalam produksi beton ringan dengan *styrofoam*, komponen utama yang mempengaruhi biaya adalah semen, pasir, dan *styrofoam*.

4.4.5 Penjelasan Biaya

1. Biaya Semen: Harga semen di pasar adalah Rp 50.000 per sak.
2. Biaya Pasir: Pasir sebagai agregat halus dengan harga yang sama, sekitar Rp 800.000 per pick up.
3. Biaya *Styrofoam*: *Styrofoam* sebagai pengganti koral dengan harga sekitar Rp 85.000 per kilogram.

4.4.6 Perhitungan Biaya

Untuk menghitung biaya produksi beton ringan dengan *styrofoam*, kita akan menggunakan rumus yang sama dengan penyesuaian pada biaya koral.

Biaya Bahan:

1. Biaya Semen: Rp 50.000 per sak
2. Biaya Pasir: Rp 800.000 per pick up
3. Biaya Styrofoam: Rp 85.000 per kilogram

Total Biaya:

Total biaya = Biaya Semen + Biaya Pasir + Biaya Styrofoam

Rumus untuk Volume Beton yang Dibutuhkan:

Volume Beton = Luas x Ketebalan

Total Biaya:

Volume Beton yang Dibutuhkan: Asumsikan luas 1 meter persegi dan ketebalan 15 cm (0.15 meter).

1. Volume Beton = $1\text{m}^2 \times 0.15\text{m} = 0.15\text{ m}^3$
2. Biaya Semen: $\text{Rp } 50.000 \times \frac{1}{0,15} = \text{Rp } 333.333$
3. Biaya Pasir: $\text{Rp } 800.000 \times \frac{1}{0,15} = \text{Rp } 5.333.333$
4. Biaya Koral: $\text{Rp } 550.000 \times \frac{1}{0,15} = \text{Rp } 3.666.667$

Total Biaya:

Total biaya = Biaya Semen + Biaya Pasir + Biaya Styrofoam = Rp 6.233.333

4.5 Perbandingan Biaya Produksi

USM

Kesimpulan:

Biaya Produksi Beton Tanpa Styrofoam: Rp 9.333.333 per meter persegi

Biaya Produksi Beton dengan Styrofoam: Rp 6.233.333 per meter persegi

Dari perbandingan ini, kita akan mengetahui seberapa ekonomis penggunaan beton ringan dengan *styrofoam* dibandingkan dengan beton ringan tanpa *styrofoam*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai "Potensi Pemanfaatan *Styrofoam* Pengganti Agregat Kasar untuk Beton Ringan", dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Efektivitas Penggunaan *Styrofoam*:

Penggunaan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dalam beton ringan terbukti efektif dalam mengurangi berat jenis beton. Penambahan *styrofoam* mengurangi berat volume beton hingga 26.92%, menjadikannya lebih ringan dibandingkan beton normal.

2. Kekuatan Tekan Beton Ringan:

Beton ringan dengan *styrofoam* menunjukkan penurunan kekuatan tekan dibandingkan beton normal. Namun, kekuatan tekan yang dihasilkan masih memenuhi beberapa standar konstruksi ringan. Dengan penambahan *styrofoam*, beton ringan dapat diaplikasikan pada elemen struktural tertentu yang tidak memerlukan kekuatan tekan tinggi.

3. Aspek Ekonomis:

Penggunaan *styrofoam* sebagai bahan substitusi agregat kasar dapat mengurangi biaya produksi beton. *Styrofoam* yang murah dan melimpah, sebagai limbah rumah tangga, dapat dimanfaatkan secara ekonomis dalam pembuatan beton ringan. Beton ringan yang dihasilkan juga lebih ekonomis dalam hal transportasi dan pemasangan karena beratnya yang lebih ringan dibandingkan beton normal.

4. Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan:

Pemanfaatan *styrofoam* dalam beton membantu mengurangi jumlah limbah *styrofoam* yang sulit terurai di lingkungan. Hal ini memberikan dampak positif bagi lingkungan dengan mengurangi pencemaran dan mendukung praktik konstruksi yang lebih ramah lingkungan.

5. Keunggulan Beton Ringan dengan *Styrofoam*:

Beton ringan dengan *styrofoam* memiliki keunggulan dalam isolasi termal dan kedap suara karena kepadatannya yang lebih rendah. Beton ini cocok digunakan untuk dinding partisi, lantai, dan elemen non-struktural lainnya. Meskipun memiliki

kekuatan tekan yang lebih rendah, beton ringan dengan *styrofoam* tetap dapat memberikan kinerja yang memadai dalam aplikasi tertentu.

Kesimpulan ini menunjukkan bahwa penggunaan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dalam beton ringan adalah solusi inovatif yang menawarkan manfaat ekonomi dan lingkungan yang signifikan, dengan potensi aplikasi yang luas dalam industri konstruksi.



DAFTAR PUSTKA

- Ay Lie, H., & Dianugrah, R. (2023). *Jurnal Teknik Sipil PENGGUNAAN PORTLAND COMPOSITE CEMENT SEBAGAI SUBSTITUSI ORDINARY PORTLAND CEMENT PADA BETON RIGID PAVEMENT DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU DAN WAKTU IKAT AWAL SEMEN*. 12(2), 105–115.
- Azhari. (2008). *Pemanfaatan Limbah Styrofoam Pada Pembuatan Beton Ringan*. 1–7.
- Hidayat, A., & Afrina, Y. (2023). Job Mix Design Beton K-250 Menggunakan Metode DoE (Departemen of Environment). *Aptek*, 15(2), 158–162.
<http://journal.upp.ac.id/index.php/aptek/article/view/1948%0Ahttp://journal.upp.ac.id/index.php/aptek/article/download/1948/1139>
- Kinniburgh, W. (2019). Perilaku Mekanik Beton Ringan Styrofoam Dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi. *Bangun Rekaprima*, 5(1), 29–40.
<https://doi.org/10.32497/bangunrekaprima.v5i1.1407>
- Noer, A. D. M., Pujianto, A., & Faizah, R. (2016). Pengaruh Umur Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Bata Ringan. *Univeritas Muhammadiyah Yogyakarta*, 1–13.
- Puro, S. (2014). Study of Compressive and Tensible Strength Of Lightweight Concrete Utilizing Rice Husk and Fly Ash With Cement Content 350 Kg/m³. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(2).
- Putra, A. A. F. (2015). Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *Skripsi*, 1–92.
- Richter, L. E., Carlos, A., & Beber, D. M. (n.d.)
- Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., & Windah, R. S. (2014). PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI Servie O. Dapas. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(4), 215–218. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/7133>
- Sumarni, N. K., Sosidi, H., Rahman, A. B. D., & Musafira. (2013). Kajian Fisika Kimia Limbah Styrofoam dan Aplikasinya. *Online Journal of Natural Science*, 2(3), 123–131.
- Syahrul, 2022. (2022). Karakteristik Beton Ringan Menggunakan Foam Agent Sebagai Busa. *Jurnal UMJ, November*, 1–8.
- Tarihoran, E., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2020). Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi. *Jurnal Sipil Statik*, 8(6), 859–866.
- A Rivai, M., Kimi, S., & Revisdah, R. (2020). Inovasi Beton Ramah Lingkungan. Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil, 6(2).

- <https://doi.org/10.32502/jbearing.2829201962>
- Ala, P., & Arruan, H. (2017). Beton Ringan Menggunakan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 2017, 67–72.
- Anugraha, R. B., & Mustaza, S. (2010). Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m³. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 8(2), 57. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v8i2.2722>
- Cahyono, D. B., Pratikso, Adi, H. P., & Wahyudi, I. (2023). Campuran Expanded Polystyrene System (Styrofoam) Untuk Beton Ringan. *Teknika*, 18(2), 95–103. <https://journals.usm.ac.id/index.php/teknika/article/view/7839%0Ahttps://journals.usm.ac.id/index.php/teknika/article/download/7839/3499>
- Damayanti, R. (2022). Pengaruh Campuran Styrofoam Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Tambahan Superplasticizer. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 15(2), 71–76. <https://doi.org/10.23917/dts.v15i2.18736>
- Husin, A. A., & Sugiharto, B. (2008). Peningkatan Mutu Agregat Ringan Buatan untuk Beton Ringan Struktural. *Jurnal Permukiman*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.31815/jp.2008.3.1-4>
- Kinniburgh, W. (2019). Perilaku Mekanik Beton Ringan Styrofoam Dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi. *Bangun Rekaprima*, 5(1), 29–40. <https://doi.org/10.32497/bangunrekaprima.v5i1.1407>
- Mansyur, M., Yusmartini, E. S., & Kharismadewi, D. (2021). Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Kualitas Beton K-255. *Distilasi*, 6(2), 1–6.
- Miswar, K. (2018). Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 33–39. <https://doi.org/10.30811/portal.v10i1.981>
- Noer, A. D. M., Pujianto, A., & Faizah, R. (2016). Pengaruh Umur Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Bata Ringan. *Univeritas Muhammadiyah Yogyakarta*, 1–13.
- Purwanto, D., Permadi, D. D., & Saputri, U. S. (2023). Analisis Uji Kuat Beton dengan Menggunakan Limbah Styrofoam sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus. *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 10–17.
- tamdullah, habib. (2014). Dampak Penggunaan Dan Analisa Pengaruh Styrofoam Sebagai Substitusi Pasir Dengan Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), 254–263.
- Tarihoran, E., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2020). Pengaruh Penggunaan Styrofoam

- Sebagai Substitusi. *Jurnal Sipil Statik*, 8(6), 859–866.
- Wardana, D. P., Evriantama, G. F., & Riyadi, M. (2021). Pemanfaatan Styrofoam Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Beton Dengan Fas 0.4. *Construction and Material Journal*, 3(1), 65–72. <https://doi.org/10.32722/cmj.v3i1.3731>
- Dhamang Budi Cahyono, P. (2023). Campuran Expanded Polystyrene System (Styrofoam) Untuk Beton. *Jurnal Ilmiah Universitas Semarang*, 95-103.
- Djauharotun. (2002). Pengaruh Pemanfaatan Debu Batu Dari Unit Pemecahan Batu Pucanggading Sebagai Pengganti. *Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta* .
- Maksum, T. (2015). Bahan - bahan konstruksi dalam konteks teknik sipil.
- Miswar, K. (2018). Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam. *Jurnal Teknik Sipil* 10(1).
- Mukminah, I. A. (2019). Bahaya Wadah Styrofoam dan Alternatif Penggantinya. *Majalah Farmasetika*, 4 (2) 2019, 32-34, 32-34.
- Mulyono, T. (2004). *Teknik Beton, Fakultas Teknik, Universits Negeri Jakarta*,. Jakarta: ANDI OFFSET.
- Mulyono, T. (2005). Teknologi Beton.
- Nanto2, D. B. (2018). KAJIAN PERENCANAAN BETON RINGAN MENGGUNAKAN STYROFOAM. *Portal Sipil, Dominggus Bakarbessy dan Rizki Nanto, (hal. 1-9), 1-9*.
- Samaria, N. S. (2020). Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Ali, J. C. (2009). Pembuatan Panel Beton Ringan Berbasis Perlit Dan Efek Komposisi Terhadap Karakteristiknya,. *Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara*.



YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp.(024)6702757 Fax.(024)6702272

LEMBAR BIMBINGAN

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : EKHA MAFARIKHA
NIM : C.111.20.0195
Judul : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti agregat kasar untuk beton ringan

NO	TANGGAL	PEMBAHASAN	VALIDASI
1	25-03-2024	BAB I * Uraian Mahasiswa : Asistensi BAB 1 * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Kata asing cetak miring (styrofoam, fragile, dll) 2. Margin atas 3; kiri 3; bawah 2,5; kanan 2,5 3. Lanjut BAB 2	Revisi
2	31-03-2024	BAB II * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB II * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi 2. Tambahkan Daftar Isi dan Nomor Halaman 3. Lanjutkan BAB 3	Revisi
3	08-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB 3 * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi 2. Perbaiki kesalahan penulisan kata 3. Cek typo, kata asing cetak miring	Revisi
4	15-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB III * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi 2. Cek typo, kata asing cetak miring 3. Tambahkan metode analisis data 4. Perbaiki tabel time schedule	Revisi
5	17-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR BAB III * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi	Revisi
6	17-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR BAB III * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. BAB 1, 2, dan 3 OK 2. Lanjut Pembimbing 2	Revisi
7	01-07-2024	Laporan Lengkap * Uraian Mahasiswa : LAPORAN LENGKAP * Uraian Dosen Pembimbing : Laporan ACC	Acc

Semarang,
Pembimbing,

Dr. PURWANTO, S.T., M.T.
NIS. 06557003102051



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG**

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp.(024)6702757 Fax.(024)6702272

LEMBAR BIMBINGAN

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : EKHA MAFARIKHA
NIM : C.111.20.0195
Judul : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti agregat kasar untuk beton ringan

NO	TANGGAL	PEMBAHASAN	VALIDASI
1	02-05-2024	BAB IV * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB IV * Uraian Dosen Pembimbing : cek flowchart, metodologi	Revisi
2	16-05-2024	BAB IV * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB IV * Uraian Dosen Pembimbing : diagram batang	Revisi
3	27-05-2024	BAB IV * Uraian Mahasiswa : Asistensi BAB IV * Uraian Dosen Pembimbing : kerangka teori dan konsep dibuat, artikel dibuat sesuai jurnal yg akan dikirim minimal sinta 5	Revisi
4	24-06-2024	Demo Hasil Penelitian * Uraian Mahasiswa : Bimbingan Jurnal * Uraian Dosen Pembimbing : bab 5, dilengkapi artikel, daftar isi, silahkan ke pembimbing I	Acc

USM

Semarang,
Pembimbing,

NGUDI HARI CRISTA, S.T., M.T.
NIS. 06557003102148



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG**

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp.(024)6702757 Fax.(024)6702272

LEMBAR BIMBINGAN

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD VEGATIA NURROHMAN
NIM : C.111.20.0095
Judul : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti agregat kasar untuk beton ringan

NO	TANGGAL	PEMBAHASAN	VALIDASI
1	25-03-2024	BAB I * Uraian Mahasiswa : Asistensi BAB I * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Kata asing cetak miring (styrofoam, fragilel, dll) 2. Margin atas 3; kiri 3; bawah 2,5; kanan 2,5 3. Lanjut BAB 2	Revisi
2	31-03-2024	BAB II * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB-II * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi 2. Tambahkan Daftar Isi dan Nomor Halaman 3. Lanjutkan BAB 3	Revisi
3	08-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB 3 * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi 2. Perbaiki kesalahan penulisan kata 3. Cek typo, kata asing cetak miring	Revisi
4	15-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB III * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi 2. Cek typo, kata asing cetak miring 3. Tambahkan metode analisis data 4. Perbaiki tabel time schedule	Revisi
5	17-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR BAB III * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. Sesuaikan dengan file revisi	Revisi
6	17-04-2024	BAB III * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR BAB III * Uraian Dosen Pembimbing : Koreksi: 1. BAB 1, 2, dan 3 OK 2. Lanjut Pembimbing 2	Revisi
7	01-07-2024	Laporan Lengkap * Uraian Mahasiswa : LAPORAN LENGKAP * Uraian Dosen Pembimbing : Laporan ACC	Acc

Semarang,
Pembimbing,

Dr. PURWANTO, S.T., M.T.
NIS. 06557003102051



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG**

Sekretariat : Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang 50196 Telp.(024)6702757 Fax.(024)6702272

LEMBAR BIMBINGAN

Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD VEGATIA NURROHMAN
N I M : C.111.20.0095
Judul : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti agregat kasar untuk beton ringan

NO	TANGGAL	PEMBAHASAN	VALIDASI
1	16-05-2024	BAB IV * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB IV * Uraian Dosen Pembimbing : cek flow cat	Revisi
2	02-05-2024	BAB IV * Uraian Mahasiswa : ASISTENSI BAB IV * Uraian Dosen Pembimbing : diagram batang, metodologi diterangkan	Revisi
3	27-05-2024	BAB IV * Uraian Mahasiswa : Asistensi BAB IV * Uraian Dosen Pembimbing : landasan teori dan landasan konsep penelitian, jurnal untuk direvisi dan diperbaiki disubmit di jurnal sinta 5	Revisi
4	24-06-2024	Demo Hasil Penelitian * Uraian Mahasiswa : Bimbingan Jurnal * Uraian Dosen Pembimbing : lengkapi ke peming I dapat diseminarkan	Acc

Semarang,

Pembimbing,

USM

NGUDI HARI CRISTA, S.T., M.T.

NIS. 06557003102148



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG
UPT PERPUSTAKAAN**

Sekretarian : Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang 50196 Telp. (024) 6702757 Fax (024) 6702272
Website : www.usm.ac.id e_mail : info@usm.ac.id

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLISH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ekha Mafarikha
NIM : C.111.20.0195 Email : ikhamafarikha0305@gmail.com
Fakultas : Teknik Program Studi : Teknik Sipil
Judul SKRIPSI/TA : Potensi pemanfaatan Styrofoam pengganti Agregat kasar untuk beton ringan

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada UPT Perpustakaan Universitas Semarang untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses SKRIPSI/TA elektronik sebagai berikut (beri tanda (√) pada kotak yang sesuai):

Kategori Upload (√)	Akses Jaringan Lokal USM	Akses Jaringan Internet
() Published	Full Document (Upload di Eskripsi)	Full Document (Upload di Eskripsi)
(√) Approved	Full Document (Upload di Eskripsi)	Half Document (Upload di Eskripsi) (Judul, Abstrak (Indonesia-Inggris), Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Daftar Isi, Bab Penutup, Daftar Pustaka)
() NANP (Not Approved and Not Published)	File Tersimpan secara offline di Perpustakaan USM Semua File Dokumen Skripsi (Judul, Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Abstrak (Indonesia-Inggris), Daftar Isi, Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V, Bab Penutup, Daftar Pustaka, File Komplit Lembar Konsultasi, dan Lembar Publish) dikirim dalam bentuk winrar ke email tugasakhir@usm.ac.id	

- Kategori upload dengan pilihan (√) **published atau approve** wajib mengisi data dan upload seluruh file di e-skripsi, sedangkan kategori upload dengan pilihan (√) **NANP** hanya mengisi data dan mengupload lembar pengesahan, lembar publish, dan lembar bimbingan di e-skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 1 Agustus 2024


Yang membuat pernyataan


Ekha Mafarikha

Tanda tangan & nama terang Mahasiswa

Mengetahui,

Pembimbing I


Dr. Purwanita S.T., M.T.
Tanda tangan & nama terang

Pembimbing II


Ngudi Hari Crista, S.T., M.T.
Tanda tangan & nama terang



**YAYASAN ALUMNI UNIVERSITAS DIPONEGORO
UNIVERSITAS SEMARANG
UPT PERPUSTAKAAN**

Sekretarian : Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang 50196 Telp. (024) 6702757 Fax (024) 6702272
Website : www.usm.ac.id e_mail : library@usm.ac.id

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLISH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Vegatia Nurrohmah
NIM : C.111.20.0095 Email : vegatia21@gmail.com
Fakultas : Teknik Program Studi : Teknik Sipil
Judul SKRIPSI/TA : potensi pemanfaatan styrofoam pengganti Agregat kasar untuk beton ringan

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada UPT Perpustakaan Universitas Semarang untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses SKRIPSI/TA elektronik sebagai berikut (beri tanda (√) pada kotak yang sesuai):

Kategori Upload (√)	Akses Jaringan Lokal USM	Akses Jaringan Internet
() Published	Full Document (Upload di Eskripsi)	Full Document (Upload di Eskripsi)
(√) Approved	Full Document (Upload di Eskripsi)	Half Document (Upload di Eskripsi) (Judul, Abstrak (Indonesia-Inggris), Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Daftar Isi, Bab Penutup, Daftar Pustaka)
() NANP (Not Approved and Not Published)	File Tersimpan secara offline di Perpustakaan USM Semua File Dokumen Skripsi (Judul, Halaman Persetujuan, Surat Keaslian (Orisinalitas), Abstrak (Indonesia-Inggris), Daftar Isi, Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V, Bab Penutup, Daftar Pustaka, File Komplit Lembar Konsultasi, dan Lembar Publish) dikirim dalam bentuk winrar ke email tugasakhir@usm.ac.id	

- Kategori upload dengan pilihan (√) **published atau approve** wajib mengisi data dan upload seluruh file di e-skripsi, sedangkan kategori upload dengan pilihan (√) **NANP** hanya mengisi data dan mengupload lembar pengesahan, lembar publish, dan lembar bimbingan di e-skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 1 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan

M. Vegatia M.

Tanda tangan & nama terang Mahasiswa

Mengetahui,

Pembimbing I

Dr. Purwaningrum, S.T., M.T.

Tanda tangan & nama terang

Pembimbing II

Ngudi Hari Crista, S.T., M.T.

Tanda tangan & nama terang