TUGAS AKHIR

PENGARUH CAMPURAN LIMBAH BANGUNAN DARI BATU BATA SEBAGAI PENGGANTI AGGREGAT KASAR TERHADAP UJI KUAT TARIK BELAH BETON. (Studi Penelitian)

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

YUSUF SUTOWO

1907210091

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yusuf Sutowo

NPM : 1907210091

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Campuran Limbah Bangunan Dari Batu Bata Sebagai Pengganti Aggregat Kasar Terhadap Uji Kuat Tarik Belah Beton.

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan , 19 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing

Sri frapanti S.T.,M.T.,

Dosen Pembanding I

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen PembandingII

Rizki Efrida S.T.,M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

LEMBAR PERTANYAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Sutowo

NPM : 1907210091

Tempat, tanggal lahir : Tandun, 8 Agustus 2001

Fakultas : Teknik

Program studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

" Pengaruh Campuran Limbah Bangunan Dari Batu bata Sebagai Pengganti Aggregat Kasar Terhadap Uji Kuat Tarik Belah Beton.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari di duga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,

Yusuf Sutowo

ii

ABSTRAK

PENGARUH CAMPURAN LIMBAH BANGUNAN DARI BATU BATA SEBAGAI PENGGANTI AGGREGAT KASAR TERHADAP UJI KUAT TARIK BELAH BETON.

Yusuf Sutowo

1907210091

Sri Frapanti S.T.,M.T.,

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur dan gedung. Kekuatan dan daya tahan beton sangat bergantung pada kualitas agregat yang digunakan dalam campurannya. Agregat kasar, seperti kerikil atau batu pecah, adalah salah satu komponen utama dalam campuran beton yang memberikan kekuatan dan stabilitas struktural. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai kuat tarik belah beton, yang terdiri dari hasil pengujian yang telah di lakukan di dapat nilai rata-rata kuat tarik belah beton dengan variasi LB 15%, 25%, dan 35% yang di uji pada umur 28 hari adalah 2,03 MPa, 1,83 MPa, dan 1,67 Mpa. Sehingga nilai kuat tarik optimum pada beton terdapat pada variasi LB 15% dengan nilai 2,03 MPa. Dari hasil tersebut dapat di simpulkan semakin banyak pengguanaan campuran limbah batu bata pada aggregat kasar nilai kuat tarik belah nya pun semakin menurun.

Kata kunci: Limbah batu bata, Kuat tarik belah

ABSTRACT

THE EFFECT OF CONSTRUCTION WASTE MIXTURE FROM BRICKS AS A SUBSTITUTE FOR COARSE AGGREGATE ON CONCRETE SPLIT TENSILE STRENGTH TEST.

Yusuf Sutowo

1907210091

Sri Frapanti S.T.,M.T.,

Concrete is one of the most widely used construction materials in infrastructure and building construction. The strength and durability of concrete are highly dependent on the quality of the aggregate used in its mixture. Coarse aggregate, such as gravel or crushed stone, is one of the main components in the concrete mixture that provides structural strength and stability. The purpose of this study was to determine the value of the splitting tensile strength of concrete, which consists of the results of tests that have been carried out, the splitting tensile strength values of concrete with variations of LB 15%, 25%, and 35% which were tested at the age of 28 days were 2.03 MPa, 1.83 MPa, and 1.67 MPa. So that the optimum tensile strength value of concrete is found in the variation of LB 15% with a value of 2.03 MPa. From these results it can be concluded that the more the use of brick waste mixture in coarse aggregates, the lower the splitting tensile strength value.

Key words: Brick waste, Splitting tensile strength

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Pengaruh Substitusi Limbah Beton Terhadap Agregat Kasar Pada Uji Kuat Tekan Beton" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Sri Frapanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Penguji I yang telah memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida.ST.,M.T selaku Dosen Penguji II yang telah memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi penelitian

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teristimewa sekali penulis ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, yang sangat berusaha dalam membesarkan dan memberikan kasih sayangnya kepada penulis.
11. Dan penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Gragas (Angkatan 19) Teknik Umsu yang nama nya tidak bisa saya sebut satu persatu yang selalu membantu dan memberi dukungan kepada penulis.
12. Dan juga teman – teman dari kampung saya yang mau menemanin dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 19 Agustus 2025

Penulis

Yusuf Sutowo

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR i

LEMBAR PENGESAHAN i

LEMBAR PERTANYAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ii

ABSTRAK iii

ABSTRACT iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR NOTASI xii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Ruang Lingkup 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematis Penelitian 3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Umum 4
2.1.1 Kelebihan Beton 4
2.1.2 Kekurangan Beton 5
2.2 Limbah Uji Bata 5
2.3 Aggregat Kasar 7
2.4 Kuat Tarik Belah Beton 9

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 12

3.1 Metode Penelitian 12
3.2 Tahapan penelitian 12
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian 15

3.4 Sumber Dan Teknik Pengambilan Data 15
3.4.1 Data Primer 15
3.4.2 Data Skunder 15
3.5 Bahan Dan Alat 15
3.5.1 Bahan 16
3.5.2 Alat 16
3.6 Langkah langkah Pemeriksaan Aggregat 18
3.6.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Aggregat 18
3.6.2 Kadar Air Aggregat Halus 19
3.6.3 Kadar Lumpur Aggregat Halus 19
3.6.4 Berat Isi Aggregat Halus 20
3.7 Limbah Uji Bata Silinder 20
3.8 Mix Design 21
3.9 Pembuatan Benda Uji 21
3.10 Pemeriksaan *Slump Test* 22
3.11 Perawatan (*Curring)* Benda Uji 23
3.12 Kuat Tarik Belah Beton 23
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL 26
4.1 Tinjaun Umum 26
4.2 Agregat Halus 26
4.3 Analisa Saringan Aggregat Halus 26
4.3.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Aggregat Halus 29
4.3.2 Berat Isi Aggregat Halus 29
4.3.3 Kadar Air Aggregat Halus 30
4.3.4 Kadar Lumpur Aggregat Halus 31
4.3.5 Pemeriksaan Aggregat Kasar 31
4.3.6 Analisa Saringan Aggregat Kasar 32
4.3.7 Berat Jenis Dan Penyerapan Aggregt Kasar 33
4.3.8 Berat Isi Aggregat Kasar 34
4.3.9 Kadar Air Aggregat Kasar 34
4.3.10 Kadar Lumpur Aggregat Kasar 35
4.4 Perencana Campuran Beton 36
4.4.1 Mix Design Beton 36
4.4.2 Proporsi kebutuhan benda uji beton 42
4.4.3 Hasil pengujian *slump* 44

4.5 Hasil Dan Analisa Penyerapan Air 45
4.6 Pengujian kuat tarik belah beton 46
4.7 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton 50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 52
5.1 Kesimpulan 52
5.2 Saran 52
DAFTAR PUSTAKA 54
LAMPIRAN 56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas gradasi agregat kasar 8
Table 4. 1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus 27
Table 4. 2 Daerah gradasi agregat halus. 27
Table 4. 3 lanjutan 28
Table 4. 4 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. 29
Table 4. 5Hasil pengujian berat isi agregat halus 30
Table 4. 6 Hasil pengujian kadar air agregat halus. 30
Table 4. 7Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus. 31
Table 4. 8 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar 32
Table 4. 9 Hasil pengujian kadar airaggregat kasar 33
Table 4. 10 Hasil pengujian berat isi agregat kasar. 34
Table 4. 11 Hasil pengujian kadar air agregat kasar 34
Table 4. 12 Lanjutan Hasil pengujian kadar air agregat kasar 35
Table 4. 13 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar. 35
Table 4. 14 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 MPa 41
Table 4. 15 Jumlah limbah bata 43
Table 4. 16 Hasil pengujian Slump 44
Table 4. 17 Analisa Penyerapan Air 45
Table 4. 18 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. 49
Table 4. 19 presentase penurunan mutu beton 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batas gradasi aggregat kasar 9

Gambar 2. 2 Kuat tarik belah beton 11

Gambar 3.1 Bagan alir penelitian 14

Gambar 3. 2 Detail peralatan bantu penandaan specimen 24

Gambar 3. 3 Benda uji beton silinder 25

Gamabr 4. 1 Grafik gradasi agregat halus daerah 2. 28

Gamabr 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm). 33

Gambarr 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000). 37

Gamabr 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat 38

Gamabr 4. 5 Penentuan berat isi beton basah 39

Gamabr 4. 6 Grafik Slump Test. 45

Gamabr 4. 7 Grafik penyerapan Air 46

Gambar 4. 8 Grafik pengujian tarik belah beton 49

Gamabr 4. 9 presentase penurunan mutu beton 51

DAFTAR NOTASI

A = luas penampang benda uji (mm^2)

a = berat benda uji kering oven (gr)

B = jumlah air (kg/m^3)

b = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

B' = berat agregat setelah

B_o = berat agregat sebelum pengujian (gr)

C = jumlah agregat halus (kg/m^3)

C = berat benda uji dalam air (gr)

Ca = absorbsi agregat halus (%)

Ck = kadar air agregat halus (%)

D = jumlah agregat kasar (kg/m^3)

Da = absorbsi agregat kasar (%)

Dk = kadar air agregat kasar (%)

Fas = faktor air semen bebas

$f'c$ = kuat tekan beton benda uji (MPa)

$f'cr$ = kuat tekan beton rata-rata (MPa)

M = nilai tambah margin

M_c = berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)

M_m = berat wadah ukur (kg)

N = jumlah benda uji

P = beban maksimum (N)

S = standar deviasi

Vm = volume wadah ukur (m^3)

$Wair$= kadar air bebas

LB = limbah beton campuran bata

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur dan gedung. Kekuatan dan daya tahan beton sangat bergantung pada kualitas agregat yang digunakan dalam campurannya. Agregat kasar, seperti kerikil atau batu pecah, adalah salah satu komponen utama dalam campuran beton yang memberikan kekuatan dan stabilitas struktural. Beton merupakan bahan pembentuk struktur bangunan yang terdiri dari campuran agregat kasar dan halus (alam atau buatan), semen (umumnya portland cement), dan air. Kelebihan beton sebagai bahan struktur bangunan adalah memiliki kuat tekan yang tinggi, sedangkan kelemahannya adalah kuat tarik yang rendah. (Rocy & Rahayu.2018).

Namun, dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan bahan konstruksi dan isu-isu terkait keberlanjutan lingkungan, ada dorongan untuk mencari alternatif bahan baku yang lebih ramah lingkungan. Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan limbah bangunan, seperti bata bakar, sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton. Pemanfaatan bata bakar yang merupakan produk sampingan dari proses konstruksi dapat mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir dan mengurangi kebutuhan akan agregat kasar konvensional.

Bata bakar, meskipun umumnya dianggap sebagai limbah, memiliki potensi untuk digunakan sebagai agregat kasar dalam beton. Namun, karakteristik mekanik beton yang menggunakan bata bakar sebagai substitusi agregat kasar perlu diuji untuk memastikan bahwa beton tersebut memenuhi standar kekuatan dan daya tahan yang diperlukan.

Uji kuat tarik belah adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan beton. Uji ini mengukur kapasitas beton untuk menahan gaya tarik dan memeriksa daya tahannya terhadap kerusakan yang disebabkan oleh gaya tarik. Dengan menggunakan uji kuat tarik belah, dapat diperoleh

informasi yang relevan mengenai performa beton dengan campuran bata.

Dalam skripsi ini, akan dilakukan uji kuat tarik belah pada beton yang menggunakan campuran bata sebagai pengganti agregat kasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah penggunaan bata dapat menghasilkan beton dengan kekuatan tarik yang memadai dan untuk menilai dampak penggunaan bata terhadap sifat mekanik beton. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan material beton yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, serta memberikan panduan bagi praktisi konstruksi dalam memilih bahan baku yang efisien dan ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan bata sebagai pengganti agregat kasar terhadap kekuatan tarik belah beton?
2. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanik bata sebagai agregat kasar mempengaruhi performa beton dalam uji kuat tarik belah?

1.3 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini menguji kuat tarik belah beton yang menggunakan bahan batu bata sebagai campuran pengganti anggregat kasar.
2. Penggunaan limbah bangunan batu bata sebagai material konstruksi alternatif, studi sebelumnya terkait daur ulang bata dalam beton.
3. Penelitian di lakukan di Laboraturium beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 12 sampel benda uji.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Dari penelitian ini mengukur apakah beton yang menggunakan bata sebagai pengganti aggregat kasar memiliki kekuatan tarik belah yang lebih tinggi, setara, atau lebih rendah di bandingkan beton konvesional.
2. Menilai potensi pemanfaatan limbah bata bakar dalam konstruksi sebagai langkah untuk mengurangi limbah bangunan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini semoga menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dengan suatu acuan bahwa penggunaan limbah beton yang berasal dari hasil uji kuat tekan dapat dipergunakan kembali sebagai komponen pembentuk beton dan patut dipertimbangkan untuk mendapatkan/merubah sifat dan mutu beton tertentu sesuai yang diinginkan.

1.6 Sistematis Penelitian

PENULISAN LAPORAN TUGAS AKHIR INI DIURAIKAN MENJADI LIMA BAB DENGAN SISTEMATIKA SEBAGAI BERIKUT:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menuangkan teori-teori yang menjadi landasan teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-medote perhitungan yang akan digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tempat dan waktu penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data-data hasil penelitian yang telah diperoleh dan dibuatkan pembahasan yang digunakan untuk memecahkan masalah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Perkembangan teknologi dalam kehidupan beberapa dekade terakhir semakin maju dan modern. Dalam dunia konstruksi juga mengalami perkembangan salah satu nya dalam teknologi pembuatan beton. Pembangunan insfrastruktur di dukung dengan adanya perkembangan teknologi pada beton sebagai bentuk Upaya memperbaiki indeks logistic, peningkatan konektivitas antar daerah dan mendorong pemerataan Pembangunan. Dalam dunia konstruksi beton yang digunakan mengutamakan aspek kekuatan yang tinggi, kekakuan, dan durabilitas yang tinggi untuk mendapatkan konstruksi dengan kualitas yang baik dan memiliki daya tahan yang baik.(Wijaya et al. 2024).

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (Pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan itu adalah semen, air, dan agregat. Proses pengerasan beton terjadi setelah melalui peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, berlangsung pada waktu yang panjang seiring dengan pertambahan umur beton.(Novi & Angjaya.2013).

Adapun kelebihan dan kekurangan beton menurut Kardiyono Tjokrodimuljo 2021 di dalam kutipan artikel milik (Lumbangaol & Panjaitan, 2021) merumuskan beberapa kelebihan dan kekurangan beton dibandingkan bahan bangunan lain antara lain:

2.1.1 Kelebihan Beton

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya tersedia di dekat lokasi pembangunan, kecuali semen Portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil

mungkin harga beton agak mahal.

2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan kebakaran, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan murah.
3. Kuat tekannya cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tarik tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat. Beton dan baja tulangan dikatakan mempunyai koefisien muai yang hampir sama. Saat ini beton bertulang banyak dipai untuk fondasi, kolom, balok, dinding, jalan raya, landasan pesawat udara, gedung, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.
4. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan dapat pula dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah.

2.1.2 Kekurangan Beton

1. Bahan dasar penyusun beton (agregat halus maupun agregat kasar) bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacammacam pula
2. Beton keras mempunyai beberapa kelas kekuatan sehingga harus disesuaikan dengan bagian bangunan yang dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaannya bermacam-maacm pula.
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas/rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberikan cara-cara mengatasinya misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat dan sebagainya.

Beton juga memiliki sifat-sifat di antaranya adalah keawetan (*durability)*, kuat tekan beton, kuat tarik beton, modulus elastisitas, *rangkak (creep)*, susut *(shrinkage)* dan kecelakan *(workability).*

2.2 Limbah Uji Bata

Penanganan limbah adalah suatu keharusan karena limbah dapat memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan keberlanjutan. Beberapa limbah dapat didaur ulang atau diproses kembali untuk

menghasilkan bahan baku yang dapat digunakan kembali. Dengan menangani limbah dengan benar, kita dapat mengurangi kebutuhan akan bahan baku alam baru dan mendukung konservasi sumber daya.

Limbah batu bata adalah limbah bahan kontruksi yang saat ini belum terlalu banyak termanfaatkan (Page & Adiktif, 2024) Limbah batu bata berasal dari proses pembangunan, renovasi, atau pembongkaran bangunan-bangunan yang menggunakan batu bata sebagai bahan konstruksi. Ketika sebuah bangunan dirobohkan atau direnovasi, batu bata dari struktur tersebut dapat menjadi limbah konstruksi. Namun tidak semua batu bata tersebut dapat dimanfaatkan apabila tidak sesuai ukuran atau mengalami retak atau pecah sehingga menjadi limbah dan tidak dapat didaur ulang. Hal ini sering terjadi dan dibiarkan saja oleh masyarakat sehingga kadang kala menumpuk atau dijadikan bahan timbunan saja (Yulian et al., 2023). Limbah batu bata dapat juga dihasilkan dari pemotongan atau penyesuaian ukuran batu bata yang dihasilkan selama proyek konstruksi bangunan baru. Pada pabrik atau lokasi produksi batu bata, material sisa produksi atau batu bata cacat yang tidak memenuhi standar kualitas dapat menjadi limbah (Nindya et al. 2024). Penggunaan agregat daur ulang dapat membantu mengurangi sumber daya alam dan meminimalkan pembuangan limbah. Minimnya penggunaan agregat daur ulang dikarenakan limbah sampel beton mengandung mortar dari beton sebelumnya yang membuatnya memiliki pori-pori dan memiliki daya serap yang tinggi dibandingkan dengan agregat alami. Hal ini menyebabkan susut pengeringan dan rangkak beton meningkat secara signifikan dengan penggunaan agregat daur ulang (Andardi, dan Prasetyo 2022).

Pemanfaatan limbah bata ringan sebagai material pengganti aggregat pada beton memang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya menurut Kurniawan dkk (2020) di dalam kutipan jurnal milik (As’at Pujianto dkk. 2021) melakukan penelitian mengenai uji kuat tekan dan absorsi pada beton ringan dengan penambahan limbah bata ringan dan bubuk talek. Limbah bata ringan digunakan sebagai material pengganti pasir mampu meningkatkan kuat tekan beton akan tetapi meningkatkan nilai absorsi pada beton. Susanto dkk (2020) juga melakukan kajian mengenai beton ringan dengan menggunakan semen slag dan

limbah bata ringan sebagai agregat kasar. Hasil menunjukkan bahwa berat jenis beton dengan kadar limbah yang tinggi lebih rendah dari beton dengan menggunakan agregat kasar normal serta kuat tekan yang diperoleh berkisar 6,16 MPa sampai 13,82 MPa.

Dan menurut (SNI 15-2094-1991, SII-0021-78) batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang di peruntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

2.3 Aggregat Kasar

Menurut (ASTM C 33-93) pengertian agregat kasar adalah batuan berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau kombinasi diantaranya sesuai dengan spesifikasi yang diijinkan. Ukuran-ukuran agregat kasar adalah semua butiran yang tertahan pada saringan di atas 4,76 mm. Agregat yang digunakan harus memenuhi ketentuan SII 0052-80 dan dalam hal-hal yang tercakup dalam peraturan tersebut juga harus memenuhi ketentuan ASTM. Sifat kekerasan agregat sangat diperlukan, karena pada waktu pembuatan beton akan mengalami gerakan-gerakan yang keras dalam *mixer* dan juga akan menerima gesekan pada saat pengecoran dan pemadatan. Agregat harus dapat menahan pengausan, pemecahan degradasi (penurunanmutu) serta disintegrasi (penguraia n). Agregat kasar merupakan bahan pengisi dalam beton yang memiliki ukuran butir lebih dari 4,75 mm atau tertahan pada saringan No.4.Prasanti & Saelan (2019). Agregat harus dapat menahan pengausan, pemecahan degradasi (penuru nan mutu) serta disintegrasi (penguraian) (Diwa, dkk. 2022).

Dalam kuat tarik Agregat kasar berfungsi sebagai pengisi volume rongga yang berkurang. Agregat kasar sangat penting dalam pencampuran beton karena menghasilkan beton yang padat sehingga membuat beton kuat terhadap pembebanan. Pemilihan batas gradasi kerikil atau koral diameter maksimum 37,5 mm sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (SNI 03-2834 2000), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir

agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah maupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan. Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan betonnya. Ukuran maksimal dari beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan (Sulianti 2018).

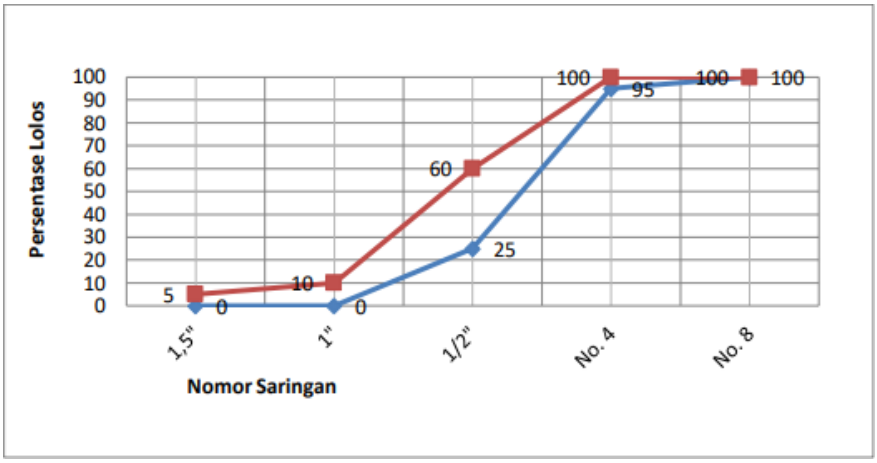
Menurut (SNI 03-2834 2000) agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

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

Menurut (SNI 03-2834 2000) batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.1 dan dijelaskan melalui Gambar 2.1.

Tabel 2. 1 Batas gradasi agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (1/2 in)	25	60
4,75 (No.4)	95	100
2,36 (No.8)	100	100



Gambar 2.1 Batas gradasi aggregat kasar

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar (SNI 03-2834-2000), agregat kasar diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (Absorbsi)
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.
7. Keausan agregat

2.4 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik beton merupakan suatu bagian yang penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu dan pembebanan. Kuat tarik beton sangat dipengaruhi oleh lekatan antara pasta semen dengan agregat kasar. Penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton menurut (Edhi Wahjuni : 1996) dilam kutipan artikel milik (Kartini, n.d.) Hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta semen dengan serat cukup besar (Safrin Z : 2002)) Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya (f'c) adalah 0,5 $\sqrt{}$ f'c – 0,6 $\sqrt{}$ f'c. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15

% dari kuat tekannyaNilai pastinya sulit diukur.). Pengujian kuat tarik biasanya diadakan untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang. Penentuan kuat tarik belah beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dan benda uji silinder 15 x 30 (cm) dengan prosedur ASTM C 496 – 94. Kuat tarik beton biasanya 8-15% dari kuat tekan beton, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambantan dan ukuran retak di dalam struktur. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder, dimana silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan kuat tekan diletakkan pada sisinya di atas mesin uji dan beban dan beban tekan dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji.

Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder, dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji. Benda uji akan terbelah dua pada saat tercapainya kekuatan tarik belah. maka kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur (modulus of rupture) (SNI_2491_2014) Standar ini meliputi penentuan kekuatan tarik belah spesimen beton silinder, seperti silinder yang dicetak dan beton inti. Metode uji ini terdiri dari pemberian gaya tekan sepanjang diameter spesimen beton silinder pada kisaran laju yang ditentukan sampai batas keruntuhan. Pembebanan ini menimbulkan tegangan tarik pada bidang datar yang diberi beban dan gaya tekan yang relatif tinggi di daerah sekitar beban kerja. Keruntuhan tarik terjadi akibat dari keruntuhan tekan karena area beban dalam keadaan tekan triaksial, sehingga memungkinkan untuk menahan tegangan tekan lebih tinggi dari yang ditunjukkan oleh hasil uji kekuatan tekan uniaksial. Bantalan kayu lapis yang tipis, yang digunakan untuk meratakan beban sepanjang silinder. Beban maksimum yang diberikan pada spesimen dibagi dengan faktor geometri yang tepat untuk mendapatkan kekuatan tarik belah. Besarnya nilai kuat tarik belah beton (tegangan rekah beton) dapat dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{2P}{\pi DL} \quad (1)$$

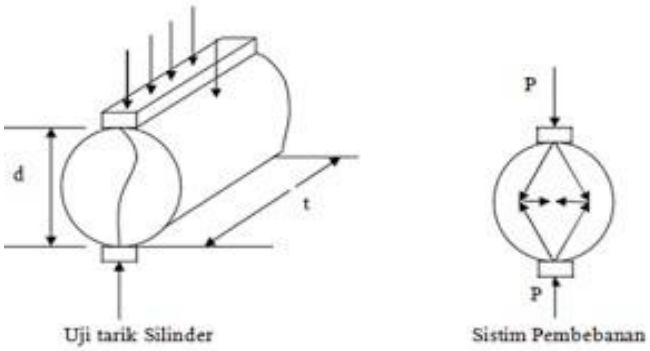
Keterangan :

T = Kuat tarik belah beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter silinde (mm)

L = Panjang silinder (mm)



Gambar 2. 2 Kuat tarik belah beton

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang penulis gunakan dalam pembuatan beton dengan memanfaatkan limbah uji beton silender sebagai bahan substitusi agregat kasar adalah dengan metode *experiment*, yaitu metode yang dilakukan dengan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data.

3.2 Tahapan penelitian

Bagan alir penelitian ini adalah suatu cara pembuatan campuran beton yang memiliki beberapa proses untuk mendapatkan setiap hasil penelitian yang dimana hal ini dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

1. Persiapan.

Dalam hal ini menyiapkan material yang digunakan seperti (Agregat Kasar, Agregat Halus, Semen, Limbah Uji Beton Silinder, dan Air). Penelitian dilaksana kan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

2. Pemeriksaan Bahan Material Penyusun Beton.

Pemeriksaan bahan material ini ditujukan untuk memastikan apakah bahan penyusun beton telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, apabila digunakan dalam pencampuran (*mix design*).

3. Pengujian Dasar Material

Pengujian dasar dilakukan pada sampel agregat kasar, agregat halus, dan limbah beton. Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur, dan berat isi.

4. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*mix design*) dilakukan mengacu pada metode *American Concrete Institute* (ACI). Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil

dari *mix design* ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

5. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

a. Pembuatan adukan beton.
b. Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 1972:2008.
c. Pengecoran ke dalam cetakan silinder.
d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder.

6 Perawatan Benda Uji

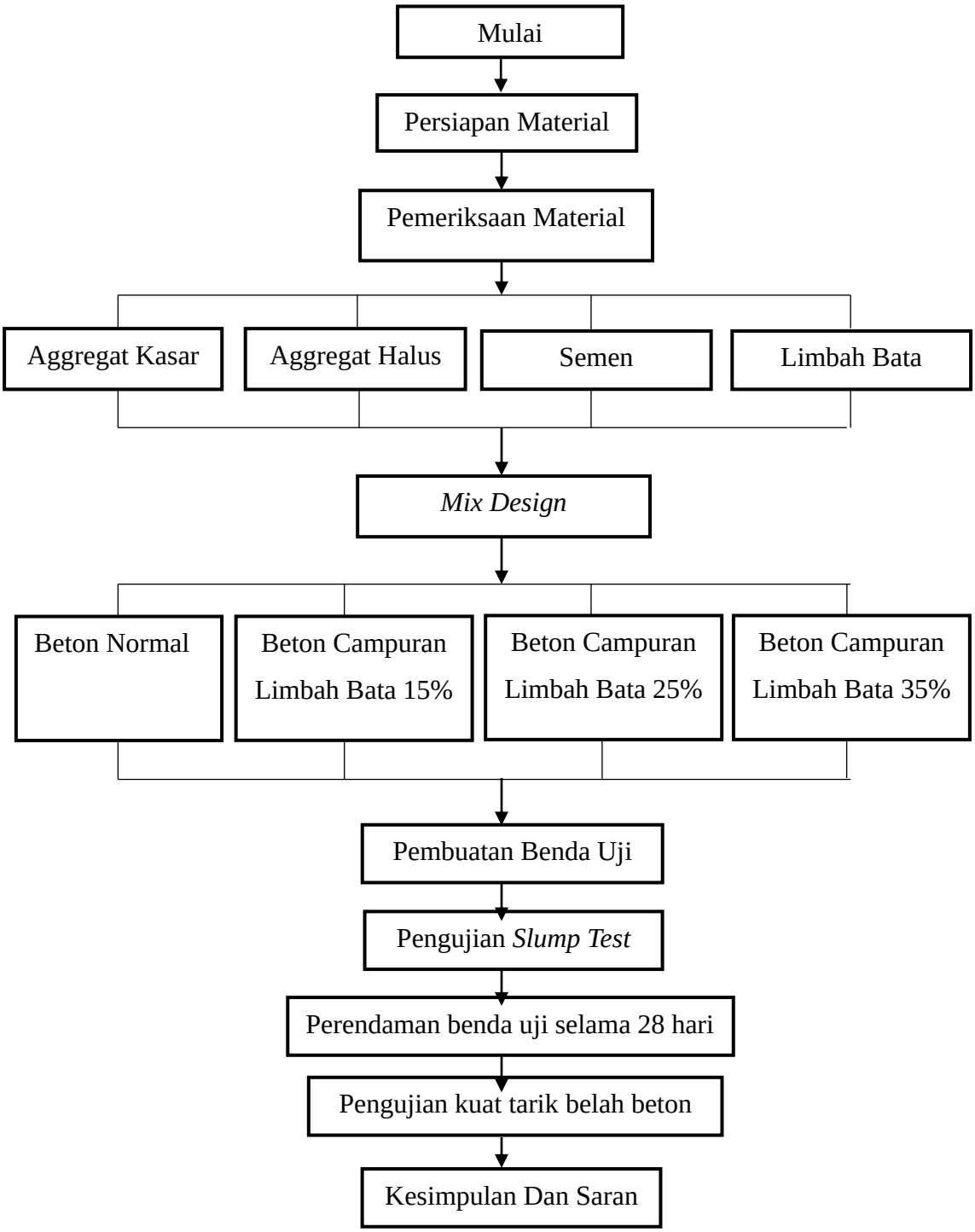
Pada bagian ini beton yang sudah didiamkan di cetakan dan sudah mengering, beton tersebut diangkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (*curring*). Perawatan tersebut dilakukan dengan perendaman beton pada bak perendam yang memiliki estimasi waktu 28 hari. Setelah selesai perawatan tersebut, beton dikeluarkan dari bak dan dikeringkan.

7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu. Analisis Data dan Pembahasan

8 Pembahasan dan Laporan Akhir

Dengan diketahuinya nilai kuat tekan beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir adalah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammad iyah Sumatera Utara, Jl. Muchtar Basri. Waktu penelitian yang dilakukan direncan akan kurang lebih selama 2 bulan dan dimulai pada akhir bulan September 2024.

3.4 Sumber Dan Teknik Pengambilan Data

3.4.1 Data Primer

Data ini adalah data yang telah berhasil diperoleh dari data laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti:

1. Analisa Saringan agregat
2. Berat jenis dan penyerapan
3. Pemeriksaan kadar air aggregat
4. Pemeriksaan kadar lumpur aggregat
5. Pemeriksaan berat isi aggregat
6. Perbanndingan dalam campuran beton (mix design)
7. Kekentalan adukan beton segar (slump test)
8. Uji kuat tarik belah beton

3.4.2 Data Skunder

Data sekunder ini adalah data yang diperoleh dari buku-buku, jurnal-jurnal yang berhubungan penelitian ini, dimasukan juga referensi pembuatan beton berdasarkan :

1. SNI (Nasionnal Indonesia) tentang cara pembuatan beton normal.
2. SNI_2491_2014. Standar metode uji kekuatan tarik belah spesimen Beton Slinder. (*Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*)
3. Jurnal-jurnal ilmiah dan buku-buku, sebagai acuan untuk penelitian ini.

3.5 Bahan Dan Alat

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, maka diperlukan peralatan dan bahan yang sudah tersedia di laboratorium teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Alat-alat yang digunakan sebagai berikut:

3.5.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

   Semen yang digunakan,dalam penelitan ini adalah semen tipe 1.

2. Agregat Halus

   Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah medan sekitar.

3. Agregat kasar

   Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah medan berkuran maksimum 20 mm.

4. Limbah Bata Bakar

   Limbah bata yang di gunakan dalam penelitian ini adalah limbah bata dari hasil limbah bangunan yang sudah tidak lagi layak di gunakan

5. Air

   Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.5.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Saringan agregat

   Saringan agregat yang digunakan antara lain saringan No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, dan No 100 Untuk agregat halus, sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1,1/2”, ¾”, 3/8”, dan No 4.

2. Wadah

   Digunakan untuk menampung air atau agregat dalam pembuatan benda uji.

3. Timbangan digital

   Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa pada bahan material pada penelitian.

4. Timbangan digital

   Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa pada bahan material pada penelitian.

5. Kuas

   Kuas digunakan untuk mengoleskan vaseline pada cetakan benda uji saat akan di tuangkan.

6. Sekop

   Sekop digunakan untuk meratakan atau mengambil bahan material pada penelitian.

7. Terpal

   Terpal digunakan untuk meletakkan bahan saat akan dijemur.

8. Pan

   Digunakan untuk meletakkan bahan atau agregat yang akan dicuci.

9. Piknometer

   Piknometer digunakan untuk mengukur banyak campuran air yang digunakan pada campuran pembuatan beton.

10. Sarung tangan

    Digunakan untuk melindungi tangan pada saat pekerjaan

11. Masker

    Digunakan untuk melindungi mulut atau muka dari debu dan kotoran.

12. Vaselin

    vaselin digunakan untuk dioleskan pada cetakan agar beton tidak lengket pada cetakan pada saat akan dibuka.

13. Gelas ukur

    Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyak air yang digunakan dalam pencampuran beton

14. Cetakan benda uji silinder

    Digunakan untuk mencetak benda uji.

15. Satu set alat slump test

    Slump test digunakan untuk melihat seberapa kental adukan beton yang akan dibuat.

16. Bak perendaman

    Digunakan untuk merendam benda uji selama waktu yang direncanakan.

17. Oven

    Oven digunakan untuk mengeringkan sampel atau bahan.

18. Mesin pengaduk semen

    Digunakan untuk mengaduk semen agar pengadukan tercampur merata.

19. Mesin penguji kuat tarik belah beton

    Digunakan untuk mengetahui nilai kuat tarik belah pada beton uji.

3.6 Langkah langkah Pemeriksaan Aggregat

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai di lokasi maka material dipindahkan menurut jenis untuk mempermudah dalam tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan mengdakan penjemuran pada material yang basah. Setelah segala persiapan material selesai kemudian lanjut pada pemeriksaan agregat.

3.6.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Aggregat

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128) serta mengikuti buku panduan praktikum beton progra studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus . Langkah-langkah dan penyerapan agregat halus :

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Mengeringkan agregat halus yang jenuh air sampai sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Memasukkan contoh agregat halus kedalam cetakan kerucut pasir, lalu memadatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi-sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Memasukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu menmbang dan mencatat hasilnya.
5. Membuang air dari piknometer.
6. Memasukkan contoh agregat sebanyak 500 gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan ir ampai penuh.
7. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.

8. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama kurang lebih 15 menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
9. Merendam piknometer ke dalam ember berisi air selama kurang lebih 24 jam.
10. Setelah direndam, piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

3.6.2 Kadar Air Aggregat Halus

Pengujian kadar air ini berfungsi sebagai koreksi terhadap pemakaian air untuk campuran beton yang disesuakan dengan kondisi agregat di lapangan. Kadar air dalam agregat dapat mempengaruhi Faktor Air Semen (FAS) untuk campuran beton dan mempengaruhi kuat tekan beton.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM 56 serta mengikuit buku panduan praktikum beton Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus.

Langkah-langkah pengerjaan kadar air agregat halus:

1. Mengambil contoh bahan sebagian untuk mewakili jumlah besar bahan yang akan digunakan.
2. Memasukkan contoh kedalam wadah lalu ditimbang.
3. Mengeringkan contoh bahan sampai berat konstan kedalam oven selama $\pm$ 24 jam dengan suhu $\pm$ 105℃.
4. Mengeluarkan contoh bahan dari oven untuk mendinginkan dalam suhu ruang kemudian ditimbang.
5. Melakukan percobaan diatas sebanyak 2 kali.

3.6.3 Kadar Lumpur Aggregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-199 serta mengikuti buku panduan praktikum. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No 200, persentse yang didapat dhitung dari pembagian bert kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya didalam persentase.

Langkah-langkah pengerjaan kadar lumpur agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan, lalu diayak dengan saringan No.4 dan mengambil agregat yang lolos saringan.
3. Menimbang berat contoh setelah diayak.
4. Mengambil air dengan ember untuk mencuci agregat.
5. Mencuci contoh bahan tersebut dengan air bersih yang telah disiapkan, lalu menyaringnya dengan saringan No.200 dan masukkan e dalam wadah.
6. Melakukan prosedur nomor 4 dan nomor 5 secara berulang-ulang supaya tidak mengandung kadar lumpur lagi.
7. Mengeluarkan contoh bahan yang telah di oven selama ± 24 jam hingga berat konstan.
8. Mengeluarkan contoh bahan yang telah di panaskan dalam oven selama ± 24 jam, lalu mendinginkan beberapa saat, lalu ditimbang.
9. Menghitung persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah mencucinya.

3.6.4 Berat Isi Aggregat Halus

Penentuan berat isi dari campuran beton dan beberapa formula untuk menghitung volume produksi campuran, kadar semen, dan kadar udara dalam beton. Prosedur percobaan berat isi aggregate sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
2. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm di atas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
3. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
4. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W2).
5. Selanjutnya dihitung berat benda uji (W3 = W2 - W1).

3.7 Limbah Uji Bata Silinder

Limbah bata banyak terdapat di beberapa laboratorium pengujian beton, maupun di luar laboraturium terkadang sudah menumpuk karena sulitnya mencari

lokasi sebagai tempat pembuangannya. Hal ini akan berdampak buruk terhadap pelestarian lingkungan. Proses daur ulang merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan limbah bata. Pada penelitian ini, limbah beton yang akan digunakan adalah limbah uji kuat tarik belah beton silinder dengan mutu f`c 20 dari laboratorium teknik sipil universitas muhammadiyah sumatera utara.

3.8 *Mix Design*

Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan. Tahapan mix design beton menurut *American Concrete Institutemen* (ACI) adalah sebagai berikut :

1. Rencanakan kuat tekan yang dikehendaki.
2. Tetapkan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki dan keawetannya (berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan).
3. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregatnya. Slump yang dianjurkan pada jenis pekerjaan berkisar antara 75 mm - 150 mm.
4. Tetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan.
5. Hitungan semen yang diperlukan, berdasarkan langkah (2) dan (4) di atas.
6. Tetapkan volume agregat kasar yang diperlukan permeter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya.
7. Hitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (metode volume). Bisa juga dengan menggunakan metode berat.

3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan menggunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Yang berjumlah 4 buah, untuk pengujian kuat

tekan. Dalam proses pembuatan benda uji, dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan. Tahapan tersebut adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji.
2. Menimbang satu persatu bahan sesuai dengan yang telah ditentukan.
3. Membersihkan cetakan dengan menggunakan sekrup dan kain lap, lalu mengolesinya dengan *vaseline* secukupnya.
4. Menghidupkan mesin pengaduk (*mixer*).
5. Masukkan bahan dimulai dari agregat kasar, agregat halus, dan semen.
6. Setelah tercampur rata masukkan limbah bata lalu diaduk hingga merata.
7. Masukkan air kedalam mesin pengaduk sesuai ukuran takaran yang digunakan.
8. Memeriksa *slump flow* pada beton.
9. Memasukkan campuran beton kedalam cetakan hingga penuh.
10. Meratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.
11. Mendiamkan beton selama 24 jam hingga beton mengeras dengan sempurna.
12. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (*curring*) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 28 hari.
13. Setelah direndam selama 28 hari, angkat beton dan keringkan.
14. Melakukan uji kuat tarik belah beton.

3.10 Pemeriksaan *Slump Test*

Tahapan pengujian *slump test*:

1. Membasahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Angkat dan letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan *stopwatch.*

4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 50 cm dan hentikan *stopwatch* saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.11 Perawatan (*Curring)* Benda Uji

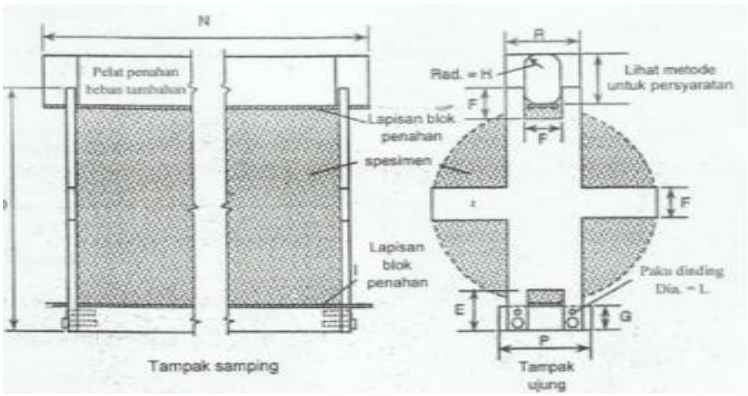
Proses perawatan (curring) untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan (*Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, 2019). Proses ini dilakukan dengan tahapan cara perendaman benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari). Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut:

1. Mengeluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih dari kran air Laboratorium Teknik
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan rendaman benda uji tersebut pada umur 27 hari, lalu angkat pada umur 28 hari.
6. Tunggu benda uji mengering dan timbang benda uji tersebut.

3.12 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik beton biasanya 8-15% dari kuat tekan beton, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambantan dan ukuran retak di dalam struktur. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder, dimana silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan kuat tekan diletakkan pada sisinya di atas mesin uji dan beban dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji.

Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder dengan diameter 150 mm × 300 mm, dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji. Benda uji akan terbelah dua pada saat tercapainya kekuatan tarik belah. Pengaturan posisi dengan tanda garis diameter - Letakkan sebuah dari dua bantalan kayu lapis pada tengah-tengah pada bagian bawah blok penahan baban. Letakkan spesimen di atas bantalan kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada ujung spesimen terlihat tegak lurus terhadap titik tengah dari bantalan kayu lapis. Letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas silinder sedemikian rupa hingga bagian tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder.



Gambar 3. 2 Detail peralatan bantu penandaan specimen

Laju pembebanan - Pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakan, dengan laju tegangan tarik belah konstan yang berkisar antara 0,7 MPa/menit sampai 1,4 MPa/menit [100 psi/menit sampai 200 psi/menit] sampai spesimen hancur. Catat beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji. Catat jenis keruntuhan dan tampak penampang beton.

Acuan yang dipakai untuk pengujian kuat tekan adalah SNI 2491-2014 tentang “Cara uji kuat tarik belah beton dengan benda uji silinder”. Pemberian beban tarik dilakukan bertahap dengan laju pembebanan tertentu atas uji beton. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{2P}{\pi DL} \quad (1)$$

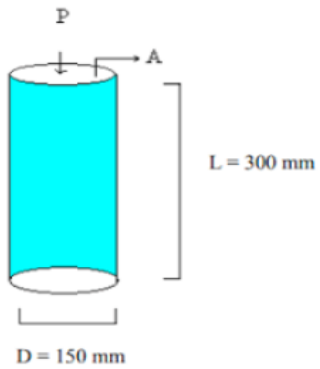
Keterangan :

T = Kuat tarik belah beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter silinder 150 mm

L = Panjang silinder 300 mm



Gambar 3. 3 Benda uji beton silinder

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Tinjaun Umum

Penelitian ini menggunakan material agregat yang berasal dari limbah bangunan, dimana agregat halus yang digunakan telah lolos saringan No.8 dan agregat kasar telah lolos saringan $1^1/_2$". Kemudian material agregat dicuci untuk menghilangkan kandungan lumpur dan sampah organik lainnya, lalu material tersebut dikeringkan pada lapangan terbuka.

Prosedur pengujian yang dilakukan terdiri dari tahap persiapan material, pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat dan buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.2 Agregat Halus

Pemeriksaan sifat fisik agregat halus untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Agregat halus mempunyai peran yang sangat penting dalam mempengaruhi kekuatan beton, agar mendapatkan kualitas yang baik maka perlu dilakukan pemeriksaan agregat. Pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, kadar lumpur dan berat isi.

4.3 Analisa Saringan Aggregat Halus

Pengujian analisa saringan dilakukan berdasarkan acuan SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisan saringan agregat halus dan kasar. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Table 4. 1 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3/8”	0	0	0	100
4,8	No.4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No.8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No.16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No.30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No.50	561	28,05	77,65	22,35
0,15	No.100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,10	

Berdasarkan Tabel 4.1, maka nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan dapat dihitung sebagai berikut:

Modulus kehalusan (*finess modulus)* = $\frac{276,10}{100}$ = 2,76

Sesuai dengan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada percobaan ini didapat nilai modulus kehausan sebesar 2,76%. Nilai tersebut masih diizinkan untuk masuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diizinkan sebesar 1,5% -3,8%. Hasil pengujian ini digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat halus. Penentuan daerah gradasi agregat halus ditetapkan berdasar kan persentasi berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Table 4. 2 Daerah gradasi agregat halus.

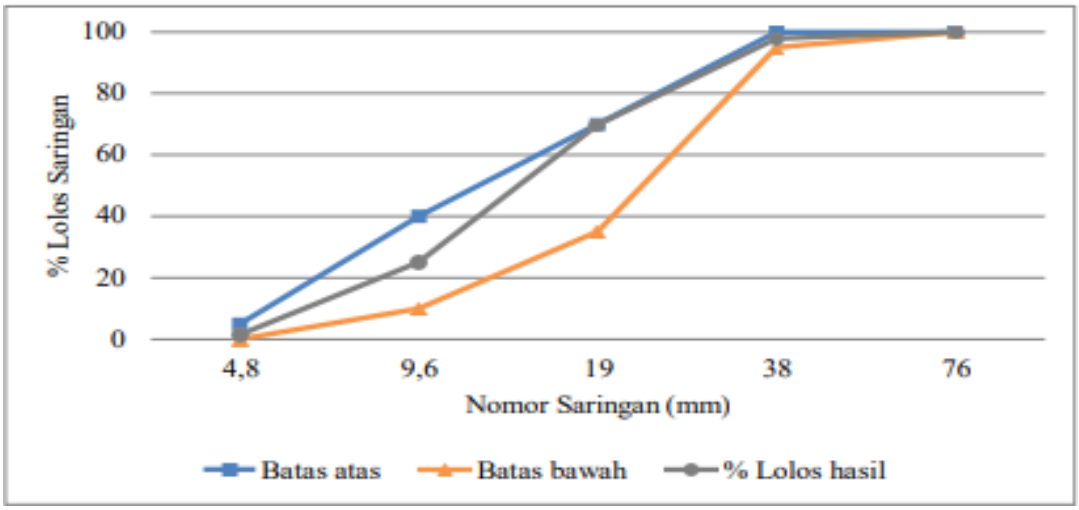
Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
3/8”	9,6	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100

4	4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
8	2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100

Table 4. 3 lanjutan

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% Lolos Saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
16	1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
30	0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
50	0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
100	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Berdasarkan tabel gradasi tersebut, gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan untuk agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada Daerah II dengan jenis gradasi pasir sedang. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gamabr 4. 1 Grafik gradasi agregat halus daerah 2.

4.3.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Aggregat Halus

Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Table 4. 4 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Uraian	Hasil pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), (B)	500	500	500
berat pasir kering mutlak, (E)	486	464	475
berap piknometer berisi pasir dan air, (C)	948	943	945,5
berat piknometer berisi air, (D)	673	665	669
berat jenis curah = (E / (B + D - C))	2,16	2,09	2,13
berat jenis kering muka = (B / (B + D - C))	2,22	2,25	2,24
berat jenis semu = (E / (E + D - C))	2,30	2,49	2,40
Penyerapan air, [(B - E) / E] x 100%	2,88	7,76	5,32

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis kering muka (SSD) sebesar 2,24. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rataa yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

4.3.2 Berat Isi Aggregat Halus

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas,cara tusuk ,dan cara penggoyangan.

Table 4. 5Hasil pengujian berat isi agregat halus

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	25050	25430	25150	25210	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	31450	31830	31550	31610	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm^3
Berat isi	1,62	1,64	1,63	1,63	gr/cm^3

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,63 gr/cm^3, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan berdasarkan SII No.52 – 1980 yaitu minimal 1,2 gr/cm^3.

4.3.3 Kadar Air Aggregat Halus

Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air pada adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Hasil pengujian dari kadar air agregat halus ini tertera pada Tabel 4.6 berikut.

Table 4. 6 Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508
Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4,33	6,52
Rata-rata	%	5,43	

.

4.3.4 Kadar Lumpur Aggregat Halus

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Table 4. 7Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	511	507
Berat Pasir kering mutlak (W2), gr	500	500
Berat Pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata %	3,20	

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982) pasir yang bisa yang digunakan untuk bahan bangunan jika kandungan lumpurnya tidak lebih dari 5% (lima persen). Dari hasil pengujian pada Tabel 4.6 dapat dilihat kandungan lumpur pada pasir sebesar 3,20%. Hal ini karena pasir tersebut telah dicuci terlebih dahulu sebelum langsung dapat digunakan dalam pembuatan beton.

4.3.5 Pemeriksaan Aggregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu material penyusun beton dengan persentase terbesar dibandingkan material penyusun beton lainnya. Pengujian agregat kasar yang dilakukan sama dengan pengujiann agregat halus, yaitu pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian analisa saringan, pengujian kadarair, dan kadar lumpur

4.3.6 Analisa Saringan Aggregat Kasar

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan**.** Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

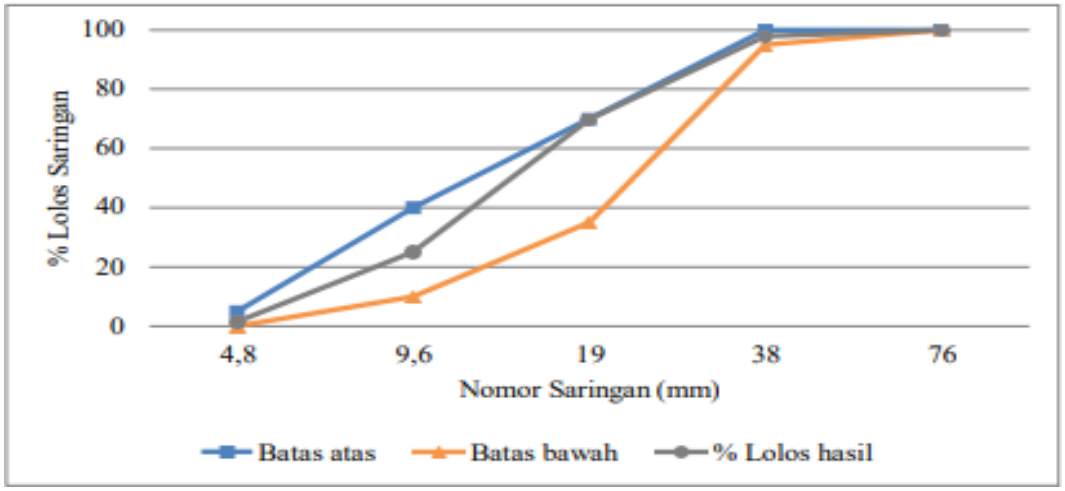
Table 4. 8 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3”	0	0	0	100
38 mm	1½”	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	3/4"	561	28,05	30,20	69,80
9,6 mm	3/8“	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No.4	472	23,60	98,50	1,50
2,4 mm	No.8	0	0,00	98,50	1,50
1,2 mm	No.16	0	0,00	98,50	1,50
0,6 mm	No.30	0	0,00	98,50	1,50
0,3 mm	No.50	0	0,00	98,50	1,50
0,15 mm	No.100	0	0,00	98,50	1,50
Pan		30	1,50		0
Total		2000	100	698,25	

Berdasarkan dari tabel 4.8, maka dapat di hitung nilai modulus halus butir (MHB) / Modulus kehalusan:

Modulus Kehalusan (*finnes modulus*) = $\frac{698,25}{100}$ = 6,98

Hasil pengujian analisa saringan digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat kasar. Gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan agregat kasar berada dalam batas yang disyaratkan yaitu pada daerah gradasi dengan jenis besar butir maksimum 40 mm. Berikut merupakan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan. Gambar 4.2



Gamabr 4. 2 Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).

4.3.7 Berat Jenis Dan Penyerapan Aggregt Kasar

Data pengujian berat jenis dan penyerapan air daana agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut.

Table 4. 9 Hasil pengujian kadar airaggregat kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kondisi jenuh kering muka (SSD), (A)	6446	6466	6456
berat krikil kering mutlak, (B)	6284	6307	6296
berat kerikil dalam air, (C)	4047	4060	4053,5
berat jenis curah = (B / (A - C))	2,62	2,62	2,62
berat jenis kering muka = (A / (A - C))	2,69	2,69	2,69
berat jenis semu = (B / (B - C))	2,81	2,81	2,81
Penyerapan air, ([(A - B) / B] x 100%)	2,58	2,52	2,55

Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2-2,7. Dari Tabel 4.8 dapat dilihat hasil dari pengujian berat jenis jenuh kering muka didapatkan angka rata-rata sebesar 2,69. Berdasarkan Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa penyerapan air rerata sebesar 2,55%.

4.3.8 Berat Isi Aggregat Kasar

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.10 berikut.

Table 4. 10 Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	22450	22640	23640	22910	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	28850	29040	30040	29310	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm^3
Berat isi	1,45	1,46	1,53	1,48	gr/cm^3

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian sebesar 1,48 gr/cm^3 , nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm^3 (SII No.52 – 1980).

4.3.9 Kadar Air Aggregat Kasar

Berikut merupakan data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Table 4. 11 Hasil pengujian kadar air agregat kasar

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6684	6597
Berat contoh SSD	gr	6191	6029

Table 4. 12 Lanjutan Hasil pengujian kadar air agregat kasar

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6588	6541
Berat wadah	gr	493	568
Berat air	gr	96	56
Berat contoh kering	gr	6095	5973
Kadar air	%	1,58	0,94
Rata-rata	%	1,25	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 1,58% dan sampel 2 sebesar 0,94% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 1,26%.

4.3.10 Kadar Lumpur Aggregat Kasar

Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut.

Table 4. 13 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	494	566
Berat Krikil kering mutlak (W2), gr	1500	1500
Berat Krikil setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	1977	2042
berat lumpur (W4), gr	17	24
Kadar lumpur %	1,15	1,63
Kadar lumpur rata-rata %	1,39	

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur agregat kasar rata-rata 1,39%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK-SNI S-04-1989-F), sehingga agregat aman digunakan.

4.4 Perencana Campuran Beton

4.4.1 Mix Design Beton

Perhitungan *mix design* pada penelitian ini mengacu pada (SNI 03-2834, 2000) dengan mutu yang direncanakan yaitu 25 MPa. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan *mix design*:

1. Kuat tekan yang direncanakan = 25 MPa
2. Menentukan nilai tambah/margin (M)

Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03-2834, 2000, karena jumlah pengujian yang di buat adalah 10 buah maka jumlah data uji tersebut kurang dari 15 buah, oleh karena itu kuat tekan rata-rata yang ditargetkan fcr harus diambil tidak kurang dari (f'c + 12 MPa).

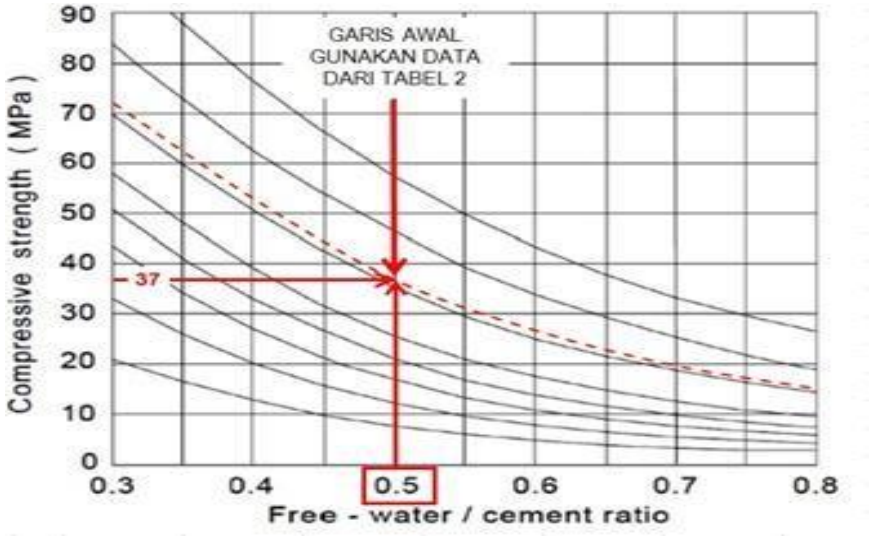
3. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (*fcr*) = f'c + M

   fcr = 25 + 12

   fcr = 37 MPa

4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.
5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir.
6. Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah berasal dengan ukuran maksimal 40 mm.
7. Penetapan Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekannya. Pada Tabel 3.5, jenis semen tipe 1, dengan jenis agregat kasar batu pecah benda uji silinder memiliki kuat tekan sebesar 37 MPa pada umur 28 hari dengan nilai FAS yang digunakan sebesar 0,5. Karena kuat tekan yang ditargetkan (*fcr*) adalah 37 MPa, maka penarikan garis tidak diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambarr 4. 3 Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).

8. Penetapan Kebutuhan Air

Penentuan kebutuhan air dapat digunakan, berikut urutan penentuan kebutuhan air:

a. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar adalah 40 mm.
b. Penetapan nilai slump, nilai *slump* berpengaruh terhadap *workability*, pada penelitian ini penetapan nilai *slump* sebesar 30-60 mm.
c. Maka diperoleh:

Batu tak dipecahkan / alami (Wh) =160

Batu pecah (Wk) = 190

d. Kebutuhan air $= \frac{2}{3}\ Wh\ + \frac{1}{3}\ Wk$

Kebutuhan air $= \frac{2}{3}\ 160\ + \frac{1}{3}\ 190\ = 170\ kg/m^3$

9. Penetapan Jumlah Semen Minimum

Berdasarkan perhitungan didapatkan penentuan jumlah semen minimum sebagai berikut : Jumlah semen = kebutuhan air / fas

Jumlah semen = 170 / 0,5

Jumlah semen = 340 kg/m^3

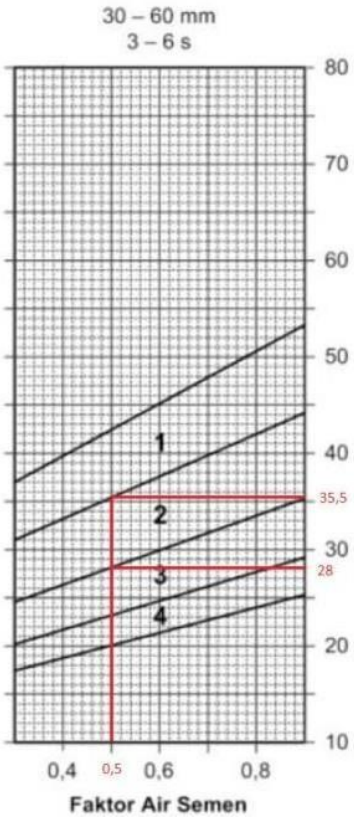
Kadar semen minimum dengan jenis pembetonan beton di dalam ruangan bangunan serta beton berada pada lingkungan tidak korosif adalah 275 kg/m^3. Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dibandingkan dengan kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen yaitu 340 kg/m^3.

10. Penentuan Persentase Agregat

a. Cara menentukan persentase agregat yang pertama yaitu kita harus dapat menentukan batas bawah dan batas atas terlebih dahulu pada Gambar 4.4 di bawah. Pertama menentukan titik faktor air semen (FAS) yaitu 0,5 berdasarkan perhitungan sebelumnya.

b. Setelah faktor air semen (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu gradasi 2.

c. Setelah garis faktor air semen (FAS) sudah bersinggungan dengan garis batas gradasi 2, cara selanjutnya adalah dengan menarik garis tegak lurus ke arah kanan, sehingga didapatkan batas bawah dan batas atasnya.



Gamabr 4. 4 Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat

yangdigunakan pada penelitian (butir maksimum 40 mm)

d. Dari Gambar 4.4 didapatkan sebagai berikut:

Batas bawah 28

Batas atas : 35,5

Presentase aggregat halus : $\frac{28+35,5}{2} = 23\%$

Presentase aggregat kasar : 100% - 32% = 68%

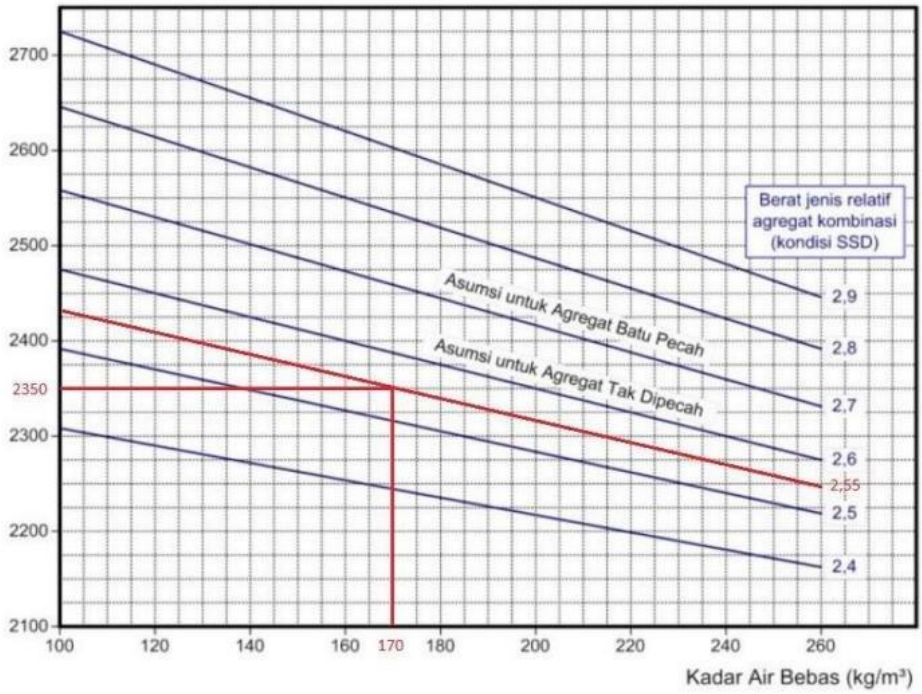
11. Berat Jenis Agregat

a. Berat jenis SSD pasir : 2,24

b. Berat jenis SSD krikil : 2,69

c. Berat jenis gabungan : $(\frac{32}{100} \times 2,24) + (\frac{68}{100} \times 2,69) = 2,55$

12. Penetapan Berat Isi Beton



Gamabr 4. 5 Penentuan berat isi beton basah

Dari Gambar 4.5 diatas diperoleh berat isi beton adalah 2350 kg/m^3.

13. Penentuan Berat Agregat Campuran.

Berat agregat campuran = Berat isi beton – berat semen – berat air Berat agregat campuran = 2350 – 340 – 170

Berat agregat campuran = 1840 kg/m^3

14. Penentuan Berat Agregat Halus dan Agregat Kasar yang diperlukan.

Berat aggregat halus = $\frac{32}{100} \times 1840$ kg/m^3 = 588,8 kg/m^3

Berat aggregat kasar = 1840 – 588,8 = 1251,2 kg/m^3

15. Proporsi Campuran

Kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan, maka jumlah semen, air,agregat halus dan agregat kasar yang dibutuhkan per m^3 adukan:

a. Semen = 340 kg/m^3
b. Air = 170 kg/m^3
c. Pasir = 588,8 kg/m^3
d. Krikil = 1251,2 kg/m^3

16. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila aggregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus di koreksi terhadap kandungan air dalam aggregat. Koreksi propersi campuran dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

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

$$\text{Agregat halus} = C + (C_K - C_a) \times \frac{C}{100}$$

$$\text{Aggregat kasar} = D + (C_k - D_a) \times \frac{C}{100}$$

Dimana :

B adalah jumlah air = 170 kg/m^3
C adalah jumlah agregat halus = 588,8 kg/m^3
D adalah jumlah agregat kasar = 1251,2 kg/m^3

Ca adalah absorbsi agregat halus = 5,32%

Da adalah absorbsi agregat kasar = 2,55%

Ck adalah kadar air agregat halus = 5,43%

Dk adalah kadar air agregat kasar = 1,26%

Maka proporsi terkoreksi adalah.

a. Air = $170 - (5{,}43 - 5{,}32) \times \frac{588{,}8}{100} - (1{,}26 - 2{,}55) \times \frac{1251{,}2}{100}$

$= 185{,}49$ kg/m^3

b. Aggregat halus $= 588{,}8 + (5{,}43 - 5{,}32) \times \frac{588{,}8}{100}$

$= 589{,}45$ kg/m^3

c. Agregat kasar $= 1251{,}2 + (1{,}26 - 2{,}55) \times \frac{1251{,}2}{100}$

$= 1235{,}06$ kg/m^3

Rekapitulasi *mix design* beton dengan mutu 25 Mpa menggunakan metode SNI 03-2834 – 2000 dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut :

Table 4. 14 Rekapitulasi mix design beton mutu 25 MPa

No	Uraian	nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana *(f'c)*	25	MPa
2	*Deviasi standart*	-	-
3	Nilai tambah	12	-
4	Kuat tekan beton ditargetkan *(fcr)*	37	MPa
5	Jenis semen	Tipe I	-
6	Faktor air semen (fas)	0,5	-
7	Ukuran agregat maksimum	40	Mm
8	Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (Wh)	160	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (Wk)	190	-
10	Jumlah air yang digunakan	170	Kg/m^3
11	Bj agregat halus	2,24	-
12	Bj agregat kasar	2,69	-
13	Bj butiran agregat gabungan	2,55	-

14	Persen agregat halus	32	%
15	Persen agregat kasar	68	%
16	Berat isi beton	2350	Kg/m^3
17	Kadar agregat gabungan	1840	Kg/m^3
18	Kadar agregat halus	588,8	Kg/m^3
19	Kadar agregat kasar	1251,2	Kg/m^3
20	Jumlah semen yang digunakan	340	Kg/m^3
21	Jumlah air terkoreksi	185,49	Kg/m^3
22	Jumlah agregat halus terkoreksi	589,45	Kg/m^3
23	Jumlah agregat kasar terkoreksi	1235,06	Kg/m^3

4.4.2 Proporsi kebutuhan benda uji beton

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan berat dan volume masing-masing agregatnya untuk tiap silinder beton yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka di dapatkan perhitungan sebagai berikut.

Volume silinder $= \frac{1}{4}\,\pi\,\times\,D^2t$

$$= \frac{1}{4}\,\pi\,\times\,15^2\,\times 30\,= 5298{,}75\,cm^3/0{,}0053\,m^3$$

Maka volume tiap satu silinder adalah 0,0053 m^3. Dengan hasil tersebut selamjutnya volume silinder dapat dihitung dengan cara mengalikan tiap tiap agregat dengan volume silinder dan dikali 110% untuk *safety* dari *mix design* dengan perhitungan sebagai berikut :

Aggregat halus = 589,45 x 0,0053 x 110% = 3,44 kg

Aggregat kasar = 1235,06 x 0,0053 x 110% = 7,20 kg

Semen = 340 x 0,0053 x 110% = 1,98 kg

Air = 185,49 x 0,0053 x 110% = 1,08 liter

Total = 13,7 kg

Untuk perhitungan *mix design* beton dengan bahan batu bata (LB) sebagai campuran aggregat kasar maka perhitungan aggregat nya berubah, sehingga berat aggregat akan dikurangi dengan berat LB yang penggunaan nya yaitu 15% ; 25%; dan 35% dari berat aggregat, maka dari itu hasil mix design dapat dituliskan sebagai berikut :

1. Penambahan limbah batu bata (LB) 15%
   LB = 15% x 7,20 = 1,08 kg
   Aggregat kasar = 7,20 – 1,08 = 6,12 kg

2. Penambahan limbah batu bata (LB) 25%
   LB = 25% x 7,20 = 1,80 kg
   Aggregat kasar = 7,20 – 1,80 = 5,4 kg

3. Penambahan limbah batu bata (LB) 35%
   LB = 35% x 7,20 = 2,52 kg
   Aggregat kasar = 7,20 – 2,52 = 4,68 kg

Penggunaan bahan tambah dalam penelitian ini, yaitu menggunakan limbah bata sebesar 15%, 25% dan 35% dari berat pengganti agregat kasar keseluruhan. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut:

Table 4. 15 Jumlah limbah bata

Persentase banyaknya limbah bata (%)	Banyaknya limbah bata dari berat agregat kasar (kg)
15	6,12
25	5,4
35	4,68

4.4.3 Hasil pengujian *slump*

Uji *Slump* adalah suatu uji yang digunakan untuk menentukan *workability* pada beton dari campuran beton segar (*fresh concrete*) agar diketahui apakah campuran tersebut dapat dikerjakan atau tidak. Dalam suatu campuran beton, uji *slump* juga dapat menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Kadar air merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam suatu campuran beton, karena akan menentukan tingkat *workability*nya atau tidak.

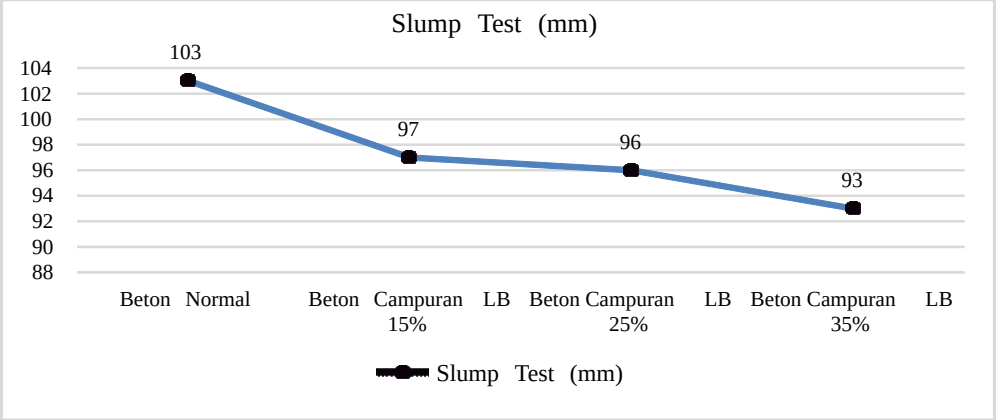
Hal-hal yang mempengaruhi *slump Test,* yaitu:

a. Kadar air agregat.
b. Kadar lumpur agregat.
c. Faktor air semen.
d. Gradasi agregat.
e. Bahan tambah yang digunakan.

Dalam pengujian ini maka didapatkan hasil data *slump test* dengan melihat beton yang dimasukan kedalam kerucut *abrams*. Berikut hasil dari pengujian *slump test* beton normal dan beton variasi campuran limbah beton dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut:

Table 4. 16 Hasil pengujian Slump

No.	Variasi Beton	*Slump Test* (mm)
1.	Beton Normal	103
2.	Beton Campuran LB 15%	97
3.	Beton Campuran LB 25%	96
4.	Beton Campuran LB 35%	93



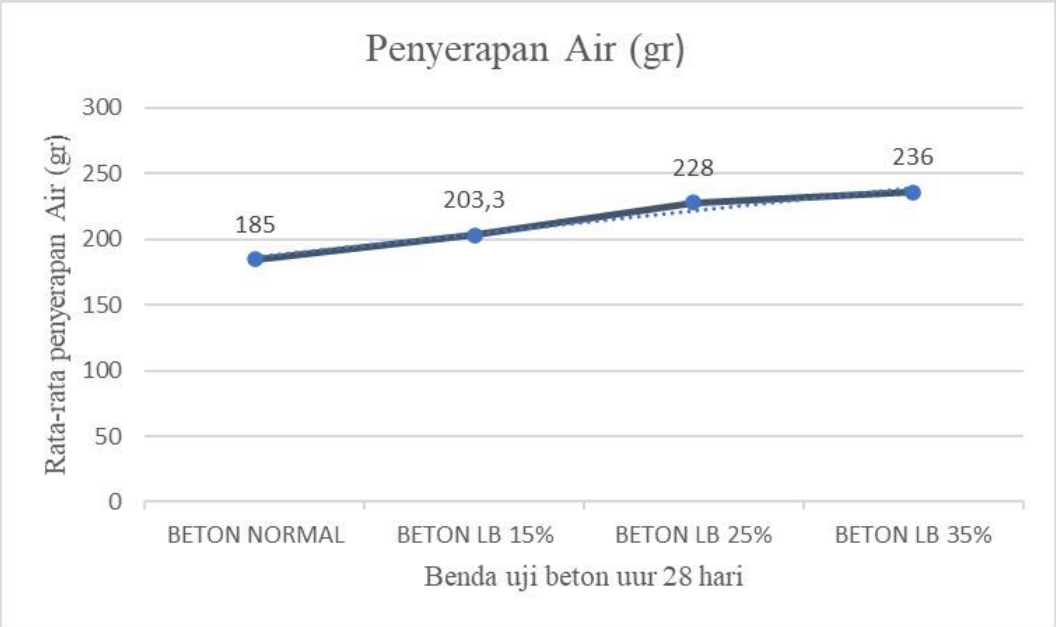
Gamabr 4. 6 Grafik Slump Test.

Pada penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa nilai pengujian beton dapat dipengaruhi oleh variasi slump dengan penambahan jumlah air, semakin tinggi nilai slump maka kuat tekan beton semakin turun demikian juga sebaliknya.

4.5 Hasil Dan Analisa Penyerapan Air

Table 4. 17 Analisa Penyerapan Air

Sample Umur Beton 28 Hari		Berat Beton Pada Penyerapan		Penyerapan Air Pada Beton (gr)	Rata - Rata Penyerapan Air Pada Beton (gr)
		Sebelum (gr)	Sesudah (gr)		
Beton Normal	1	12755	12924	169	185
	2	12926	13117	191	
	3	12575	12770	195	
Beton LB 15%	1	12040	12250	210	203,3
	2	11930	12145	215	
	3	12245	12430	185	
Beton LB 25%	1	11660	11889	229	228
	2	11810	12035	225	
	3	11895	12125	230	
Beton LB 35%	1	11499	11742	243	236
	2	11620	11850	230	
	3	11560	11795	235	



Gamabr 4. 7 Grafik penyerapan Air

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah di lakukan, maka di dapat penyerapan air pada beton nornal umur 28 hari sebanyak 185 gr, beton LB 15% sebanyak 203,3 gr, beton LB 25% sebanyak 228 gr, dan beton LB 35% sebanyak 236 gr. Untuk penyerapan air tertinggi beton terjadi pada benda uji yang menggun akan subtitusi aggregat kasar dengan campuran limbah bata 35%, Hal ini disebab kan karena keadaan aggregat limbah bata memiliki pori yang besar sehingga penyerapan air menjadi tinggi, dan untuk beton dengan penyerapan air terendah terdapat pada sample yang menggunakan aggregat limbah bata 15%. Dan hasil perbedaan nilai penyerapan air pada beton tersebut, dampak pori limbah bata yang besar mengakibatkan nilai ujin kuat tarik belah yang menurun.

4.6 Pengujian kuat tarik belah beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan saat benda uji berumur 28 hari dan telah melalui masa perawatan dengan cara perendaman dalam air dan pengeringan 1 hari sebelum pengujian. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan alat Compression Testing Machine sehingga dapat diperoleh beban maksimum saat beton mengalami kehancuran. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dapat dihitung seperti berikut ini.

A. Beton normal

Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal adalah sebagai berikut:

- Beban (P) = 212,61 kN

  = 212610 N

- Panjang benda uji (L) = 300 mm

- Diameter benda uji (D) = 150 mm

- Kuat tarik belah beton = $\frac{2P}{\pi D L}$

  $= \frac{2 \times 212610}{\pi \times 300 \times 150}$

  = 3,01 Mpa

B. Beton dengan campuran aggregat LB 15%

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan campuran aggregat LB 15%

- Beban (P) = 147,12 kN

  =147120 N

- Panjang benda uji (L) = 300 mm

- Diameter benda uji (D) = 150 mm

- Kuat tarik belah beton = $\frac{2P}{\pi D L}$

  $= \frac{2 \times 147120}{\pi \times 300 \times 150}$

  = 2,08 MPa

C. Beton dengan campuran aggregat LB 25%

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan campuran LB 25%

- Beban (P) = 135,33 kN

  = 135,330 N

- Panjang benda uji (L) = 300 mm

- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2P}{\pi\ D\ L}$

  $= \frac{2 \times 135{,}330}{\pi \times 300 \times 150}$

  = 1,91 MPa

D. Beton dengan campuran aggregat LB 35%

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan campuran LB 35%

- Beban (P) = 122,22 kN

  = 122,220 N

- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton = $\frac{2P}{\pi\ D\ L}$

  $= \frac{2 \times 122{,}220}{\pi \times 300 \times 150}$

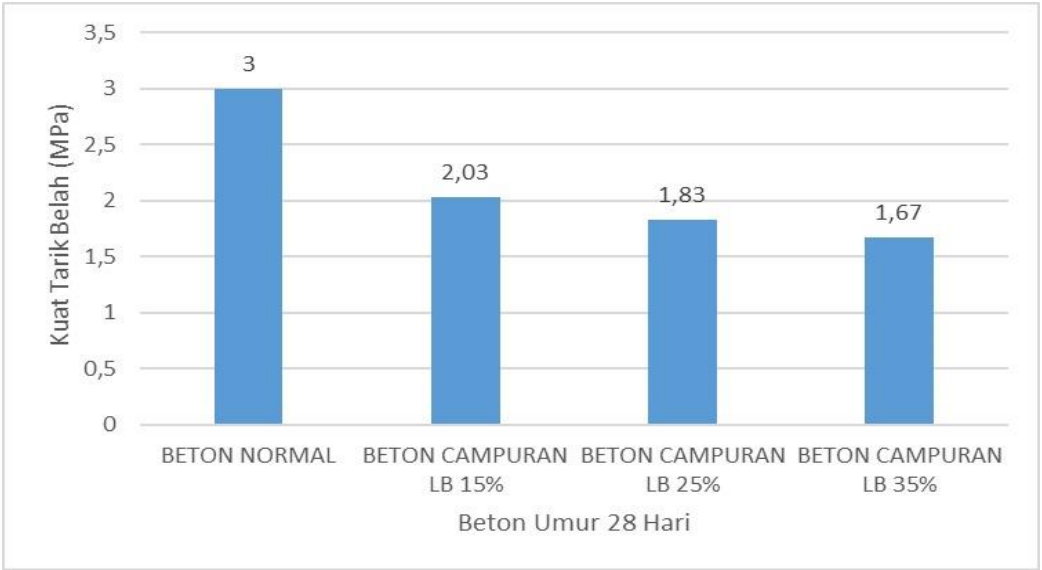
  = 1,72 Mpa

Nilai yang di dapatkan dari pengujian kuat tarik belah beton sangat berpeng aruh terhadap mutu beton itu sendiri, yang dapat di lihat pada Table 4.18 sebagai berikut:

Table 4. 18 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

No	Benda uji	Umur	Beban maksimum	Dimensi		Kuat tarik belah	Nilai rata-rata kuat Tarik Belah
				Panjang (L)	Diameter (P)		
		Hari	kN	mm	mm	MPa	Mpa
1	Beton normal	28	196,54	300	150	2,78	3,00
			226,68			3,23	
			212,61			3,01	
2	Beton campuran LB 15 %	28	147,12	300	150	2,08	2,03
			132,14			1,87	
			151,56			2,14	
3	Beton campuran LB 25%	28	135,33	300	150	1,91	1,83
			124,76			1,76	
			129,12			1,82	
4	Beton campuran LB 35 %	28	122,22	300	150	1,72	1,67
			115,23			1,63	
			118,67			1,67	

Dari data tersebut dapat diperoleh grafik yang menggambarkan pengaruh campuran limbah batu bata terhadap aggregat kasar dan terhadap kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 8 Grafik pengujian tarik belah beton

Berdasarkan dari grafik kuat tarik belah beton di atas dapat di lihat bahwa pada beton normal atau beton variasai 0% dengan hasil rata rata tarik belah beton normal yang di dapatkan sebesar 3,00 Mpa. Sementara itu, beton dengan campuran limbah bata sebagai pengganti aggregat kasar mengalamin penurunan kuat tarik belah jika di bandingkan dengan beton normal.

Pada beton dengan variasi campuran limbah bata sebesar 15% mengalami penurunan kekuatan menjadi 2,03 Mpa. Begitu juga dengan variasi campuran limbah bata sebesar 25%, dan 35% juga mengalami penurunan kuat tarik belah.

4.7 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton

Dari hasil penelitian kuat tarik belah beton yang berumur 28 hari, terdapat penurunan kuat tarik belah beton pada variasi campuran limbah batu bata pada agregat kasar denagn campuran 15%, 25% dan 35%, penjelasan perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

a. Variasi campuran limbah batu bata (LB) dengan campuran 15%

   Perbandingan umur beton 28 hari

   $= \frac{2,03}{3,00} = 0,67$

   Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

   $= \frac{2,03 - 3,00}{3,00} \times 100\% = -32,3\ \%$

b. Variasi campuran limbah batu bata (LB) dengan campuran 25%

   Perbandingan umur beton 28 hari

   $= \frac{1,83}{3,00} = 0,61$

   Presentase prubahan kuat tekan beton umur 28 hari

   $= \frac{1,83 - 3,00}{3,00} \times 100\% = -39\ \%$

c. Variasi campuran limbah batu bata (LB) dengan campuran 35%

   Perbandingan umur beton 28 hari

   $= \frac{1,67}{3,00} = 0,55$

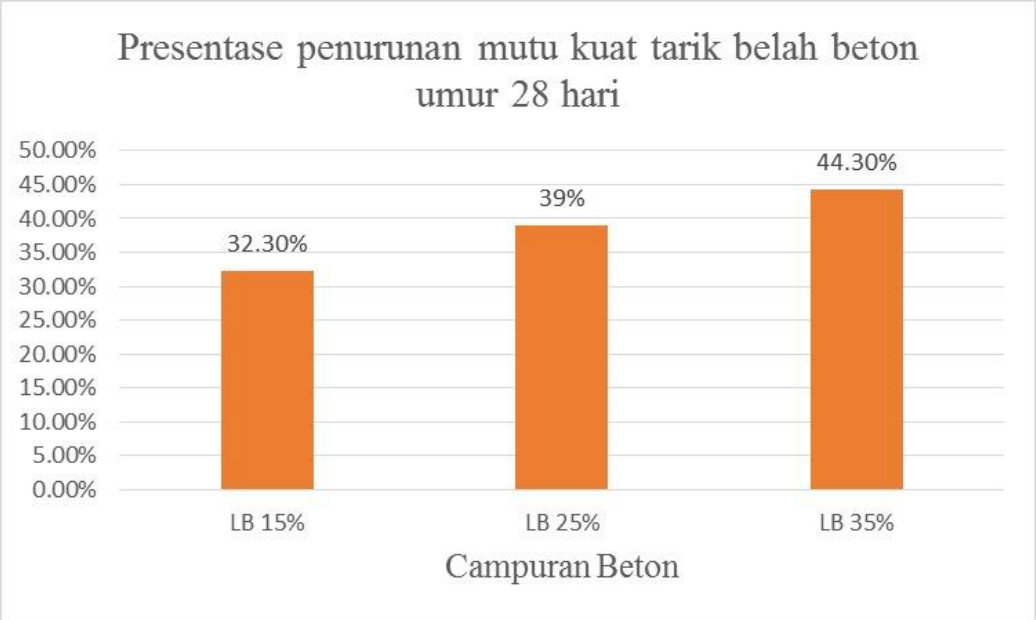
   Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

   $= \frac{1,67 - 3,00}{3,00} \times 100\% = -44,3\ \%$

Berdasarkan perhitungan yang telah di lakukan dengan campuran limbah batu bata terhadap aggregat kasar pada beton terjadi penurunan pada kuat tarik belah beton. Beton pada variasi LB 15% terjadi penurunan sebesar 32,3% dan pada variasi LB 25% mengalami penurunan juga sebesar 39%, dan pada variasi LB 35% juga mengalami penurunan sebesar 44,3% dari beton normal. Dapat di lihat dari tabel 4.19 berikut;

Table 4. 19 presentase penurunan mutu beton

Presentase perubahan mutu beton umur 28 hari	
Campuran beton	Presentase penurunan kuat tekan belah beton
LB 15%	32,3%
LB 25%	39%
LB 35%	44,3%



Gamabr 4. 9 presentase penurunan mutu beton

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah di lakukan dapat di tarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penggunaan limbah batu bata sebagai media campuran aggregat kasar sangat berpengaruh terhadap kuat tarik belah beton, yang di mana di dapat mutu kuat tarik belah beton normal dengan nilai rata-rata uji 3,00 MPa, Dan terjadi penurunan terhadap beton campuran LB aggregat kasar 15% dengan rata –rata nilai uji 2,03 MPa. Dan beton dengan campuran LB 25% di dapat rata-rata nilai uji 1,83MPa. Dan begitu juga dengan campuran LB 35% di dapat nilai uji rata-rata 1,67MPa. Sehingga nilai kuat tarik optimum pada beton terdapat pada variasi LB 15% dengan nilai 2,03MPa.
2. Menurut penelitian ini potensi penggunaan limbah batu bata sebagai media campuran aggregat kasar belum maksimal hasil nya karena melihat potensi kuat tekan dan kuat tarik nya sendiri sangat rendah bila di gunakan sebaigai campuran beton.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan yang di dapatkan dari penelitian yang di lakukan dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasillkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa di ambil antara lain:

1. Penggunaan variasi campuran aggregat kasar mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai tarik belah pada beton. Perlu di lakukan riset lebih mendalam terhadap kandungan dan takaran yang di gunakan serta perlu di coba dengan mix design yang berbeda sebagai perbandingan terhadap mutu beton yang di hasilkan.

2. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton yang lebih baik dari pada penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

As'at Pujianto[1], Restu Faizah. (2021.) [1]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya,email:fadhilafirdausa@polsri.ac.*idPemanfaatan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan penyusun pengganti pada beton.*

Andardi, Faris Rizal, and Lukito Prasetyo. 2022. "Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Dan Agregat Halus Berdasarkan Grafik Fuller Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan." *Rekayasa Sipil* 11 (1):1. https://doi.org/10.22441/jrs.2022.v11.i1.01.

Diwa, Boby AYU, Program Studi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, and Sumatera Utara. 2022. *"PENGARUH PENGGUN AAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON."* University Muhammadiyah North Sumatera.

J. H., & Adiktif, Z. (2024). *JURNAL TEKNIK SIPIL Universitas 17 Agustus 1945 Semarang Infrastruktur Ramah Lingkungan dengan Beton Limbah Batu Bata*. *17*(1), 30–45.

Kartini, W. (2007). *PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE UNTUK MENINGKATKAN KUAT TARIK BELAH BETON*.

Lumbangaol, P., & Panjaitan, Y. (2021). Pengaruh Penggunaan Limbah Tempurun g Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil*, *Vol.1*(No.1), 25–31.

Nindya,R., Hapsari, A., Yuhanafia, N., Anggraini, N. K., Miftahul Muna, Y., Istianti, M. A., & Zulfiqor, R. A. (2024). Infrastruktur Ramah Lingkungan dengan Beton Limbah Batu Bata Penggaron dan Zat Adiktif Sikament-NN. *Jurnal Teknik Sipil*, *17*(1), 30 45. https://jurnal2.untagsmg.ac.id/index.php/JTS

Novi dan Angjaya, 2013 *Pernandingan Kuat Tekan Antara Beton Dengan Perawatan Pada Elevated Temperature & Perawatan Dengan Cara PERENDAMAN SERTA TANPA PERAWATAN.*

Prasanti, P. P., & Saelan, P. (2019). *Tinjauan Kembali Mengenai Batasan Gradasi Agregat Kasar dalam Campuran Beton*.

Rocky, Tanjung, 2018. *PENINGKATAN NILAI KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN CAMPURAN PET. Vol 10, No 1 (2018)*

Sulianti, Ika; Amiruddin; Shaputra Rio; Daryoko. 2018. "Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap." *Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap* 7 (1): 35–42.

Wijaya, D. W. T., Safitri, E., & Wibowo, W. (2024). Kajian Kuat Tarik Belah Pada Beton Bubuk Reaktif Dengan Pasir Kuarsa 30% dan Variasi Fly Ash sebagai Substitusi Parsial Semen. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, *1*(2), 10. https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i2.2964

Yulian, H.,Carlo,N.,& Khaidir,I.(2023). Pengaruh Limbah Batu Bata Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, *19*(2), 322 334 https://doi.org/10.28932/jts.v19i2.6176

Standardisasi, B.,&Bsn,(2000). *Standar Nasional Indonesia Tata cara rencana campuran beton normal*.

Standard Specification for Concrete Aggregates 1. (2000),www.astm.org.

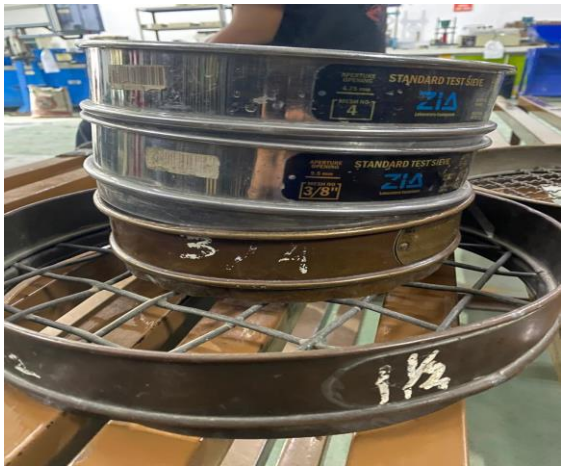
Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate 1. (n.d.). www.astm.org,

Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. (2019). ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0031_C0031M-19

LAMPIRAN

Lmpiran 1 limbah batu bata

Lmpiran 2 bahan pembuatan



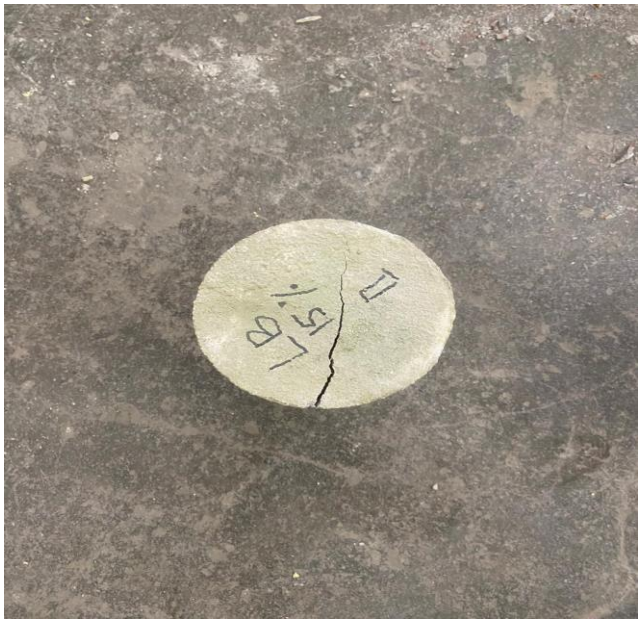
Lmpiran 3 saringan aggregat

Lmpiran 4 *mix design*

Lmpiran 5 pengujian slump

Lmpiran 6 pemeriksaan benda uji

Lmpiran 7 pengujian kuat tarik belah beton



Lmpiran 8 retakan beton setelah di uji

Lmpiran 9 beton setelah di uji

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap	: Yusuf Sutowo
Tempat Tanggal Lahir	: Tandun, 08 Agustus 2001
Alamat	: Desa Kasikan, Kec. Tapung Hulu. Kab. Kampar.
Jenis Kelamin	: Laki laki
Agama	: Islam
No.HP/Telp	: 085272724776
Nama Orang Tua	
Ayah	: Tasum
Ibu	: Azizah Hafni Nasution

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa	: 1907210091
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Sipil
Perguruan Tinggi	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi	: Jalan Kapten Muchtar Basri BA No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	TK	TK Flamboyan kec. Tapung Hulu	
2	SD	SDN 014 Tapung Hulu	2013
3	SMP	MTS. PP, Ar raudhatul Hasanah. Medan	2016
4	SMA	SMA Satria Binjai	2019
5	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 Sampai Selesai		