

**STUDI SIFAT MEKANIK LIMBAH BETON SEBAGAI BAHAN
PEMBENTUK BETON BERMUTU TINGGI DENGAN PENAMBAHAN
ZAT ADITIF**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Fajar**

**OLEH
MUHAMMAD FACHRI DHARMAWAN
1520121037**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI SIFAT MEKANIK LIMBAH BETON SEBAGAI BAHAN
PEMBENTUK BETON BERMUTU TINGGI DENGAN PENAMBAHAN
ZAT ADITIF**

Oleh:

MUHAMMAD FACHRI DHARMAWAN

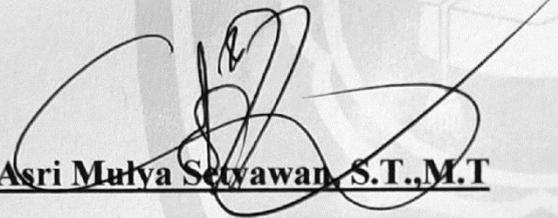
1520121037

Menyetujui

Tim Pembimbing Tugas Akhir

Tanggal, 28 Juli 2022

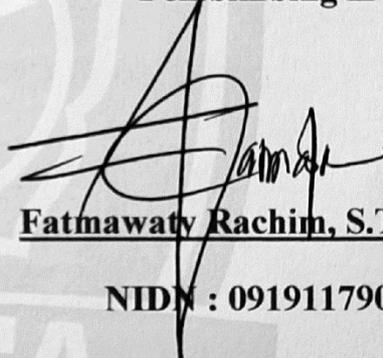
Pembimbing I



Asri Mulya Setyawan, S.T., M.T

NIDN : 0921118801

Pembimbing II



Fatmawaty Rachim, S.T., M.T

NIDN : 0919117903

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

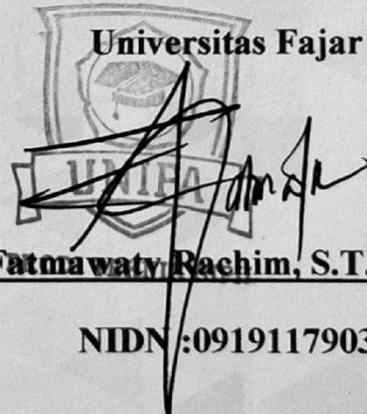
Universitas Fajar



Prof. Dr. Ar. Erniati, S.T., M.T
UNIVERSITAS FAJAR
DEKAN FAKULTAS
NIDN : 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Fajar



Fatmawaty Rachim, S.T., M.T
NIDN : 0919117903

PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir : “Studi Sifat Mekanik Limbah Beton Sebagai Bahan Pembentuk Beton Bermutu Tinggi Dengan Penambahan Zat Aditif “ adalah karya orisinal saya dan seluruh sumber acuan tertulis dengan panduan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.

Makassar, 01 September 2022

Menyatakan



Muhammad Fachri Dharmawan

ABSTRAK

Studi Sifat Mekanik Limbah Beton Sebagai Bahan Pembentuk Beton Bermutu Tinggi Dengan Penambahan Zat Adiktif, Muhammad Fachri Dharmawan.

Beton merupakan material yang tersusun dari agregat, air, dan semen, dan berupa satuan jenis material yang paling dalam bangunan infrastruktur, seperti lapisan tanah seperti bangunan, jembatan, jalan, dan pondasi. (Departemen Pekerjaan Umum, 2000-SNI 03-6468), beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang dipersyaratkan lebih besar dari 41,4 MPa dalam hal peningkatan kualitas beton, plasticizer fungsi ganda yang bila dicampur dalam jumlah tertentu dapat mengurangi konsumsi air, mempersingkat waktu pemeraman, meningkatkan kemampuan kerja, dan mengurangi kadar air campuran beton. adalah. Hal ini dapat dicapai dengan menambahkan aditif seperti superplasticizer. Penambahan superplasticizer, aditif yang dapat meningkatkan workability campuran beton untuk pencampuran, penuangan, pengangkutan, dan pemadatan. Penambahan bahan aditif tersebut pada proses pencampuran beton. Perancangan campuran sesuai dengan metode DOE (Development of Environment). Benda uji yang disiapkan adalah beton dengan variasi beton biasa dan beton lama yang telah diawetkan sebagai pengganti agregat kasar. Variasi sampel yang dihasilkan terdiri dari penggantian agregat kasar sampai dengan 0%, 50%, dan 100% dengan beton lama, benda uji berupa silinder berukuran 10x20 cm yang terbuat dari beton daur ulang yang akan dibuat sebanyak 28 buah dilanjutkan dengan tahap curing di Institut Bahan Beton dan Teknik Sipil Universitas Fajar dimana diberi perlakuan suhu ruang hingga kuat tekan masing-masing sampel mencapai 28 hari. Kuat tekan beton pada pembebanan 0%; 50%; 100% limbah beton berumur 28 hari berturut-turut 44,36 MPa. 44,36 MPa; dan 43,43 MPa sedangkan keseimbangan optimal beton tua sebagai pengganti agregat kasar yakni 50%.

Kata Kunci: *Beton Mutu Tinggi, Limbah Beton, Superplasticizer, Kuat Tekan*

ABSTRACT

Study of the Mechanical Properties of Waste Concrete as a Forming Material for High Quality Concrete with the Addition of Addictive Substances, Muhammad Fachri Dharmawan. Concrete is a material composed of aggregates, water, and cement, and in the form of the most unit of material type of infrastructure building, such as land layers such as buildings, bridges, roads, and foundations. (Department of Public Works, 2000-SNI 03-6468), High quality concrete is concrete that has the required compressive strength greater than 41.4 MPa in terms of improving concrete quality, plasticizer of dual functions which when mixed in certain amounts can reduce water consumption, shorten the time of the affairs, increase work ability, and reduce water content concrete mixture. is. This can be achieved by adding additives like superplasticizer. The addition of superplasticizer, additives that can increase workability of concrete mixture for mixing, pouring, transporting, and compacting. The addition of the additive material to the concrete mixing process. Mixed design in accordance with the DOE (Development of Environment) method. The test specimens prepared are concrete with ordinary concrete variations and old concrete that have been preserved as a substitute for coarse aggregate. The variation of the sample produced consists of coarse aggregate replacement up to 0%, 50%, and 100% with old concrete, the test specimen in the form of a 10x20 cm cylinder made of recycled concrete which will be made as many as 28 pieces followed by the curing stage in the university laboratory Fajar Makassar which is given the temperature of the room until the compressive strength of each sample reaches 28 days. Concrete compressive strength in loading 0%; 50%; 100% concrete waste aged 28 days in a row 44.36 MPa. 44.36 MPa; and 43.43 MPa while the optimal balance of old concrete as a substitute for coarse aggregate is 50%.

Keywords: High Quality Concrete, Waste Concrete, Superplasticizer, Compressive Strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis Penulis skripsi ini ingin memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil dari Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.

Dalam menyelesaikan proposal, penulis mendapatkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya untuk menyelesaikan proposal ini.
2. Asri Mulya Setyawan, ST., MT adalah Dosen pada Program Penelitian Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Makassar dan Pembimbing I yang telah membimbing, menasehati dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
3. Orang tua akan selalu memiliki rasa hormat yang besar dan rasa terima kasih yang mendalam atas doa dan cinta yang tak tertandingi yang Anda doakan siang dan malam.
4. Keluarga besar penulis, yang selalu mengingatkan dan mendukung penulis untuk menyelesaikan proposal.

Akhir kata penulis mohon maaf atas segala kesalahan yang pernah dilakukan. Kami berharap proposal ini dapat membawa manfaat yang merangsang penelitian lebih lanjut.

Makassar, 28 Juli 2022

MUHAMMAD FACHRI DHARMAWAN

DAFTAR ISI

Hal

SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
I.5 Batasan Masalah	3
BAB II TAJUAN PUSTAKA	5
II.1 Beton.....	5
II.2 Sejenis Beton	7
II.2.1 Kekuatan dan Kelemahan Beton	7
II.2.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Daya Tahan Beton	8
II.3 Bahan Penyusun Beton	8
II.3.1 Semen Portland	8
II.3.2 Air	12

II.3.3 Agregat Kasar	13
II.3.4 Agregat Halus	13
II.3.5 Limbah Beton	14
II.4 Kuat Tekan	15
II.5 Perawatan (<i>Curing</i>)	16
II.6 Penelitian Terdahulu	16
II.6.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
III.1 Berwaktu dan Berlokasi Uji	21
III.2 Alat dan Bahan	21
III.2.1 Alat	21
III.2.2 Bahan	21
III.3 Pelaksanaan Penelitian	23
III.3.1 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	25
III.3.2 Produksi Benda Uji	25
III.3.3 Perawatan <i>Curing</i>	26
III.3.4 Pengujian Kuat Tekan	27
III.4 Metode Pengumpulan Data	28
III.5 Olah Data	28
III.6 Analisis Data	28
III.7 Bagan Alur Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV.1 Karakteristik Material Beton	31
IV.1.1 Agregat Kasar (alami) dan Agregat Halus	31
IV.1.2 Limbah Beton	33
IV.2 Rancangan Campuran Beton (<i>Mix Design Concrete</i>)	33
IV.3 Karakteristik Beton Mutu Tinggi Yang Menggunakan Limbah Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar	34

IV.3.1 Slump Tes	34
IV.3.2 Workability	35
IV.4 Kuat Tekan Beton	36
BAB V PENUTUP.....	38
V.1 Kesimpulan	38
V.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

HAL

Tabel II.1	Susunan Oksida Semen Portland	9
Tabel II.2	Persenyawaan Dari Semen Portland	9
Tabel II.3	Jenis – Jenis Semen Portland	11
Tabel II.4	Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu Dan Penelitian Lanjutan ..	18
Tabel III.1	Metode Pengujian Agregat Halus	23
Tabel III.2	Metode Pengujian Agregat Kasar	23
Tabel III.3	Ketentuan Nilai Slump	24
Tabel. III.4	Jumlah Benda Uji Untuk Variasi Limbah Beton	26
Tabel IV.1	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	31
Tabel IV.2	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	32
Tabel IV.3	Rekapitulasi Hasil Pengujian Limbah Beton (Agregat Kasar)	33
Tabel IV.4	Komposisi Campuran Material Beton Mutu Tinggi	34
Tabel. IV.5	Nilai Slump Untuk Tiap Variasi Limbah Beton	35
Tabel IV.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Curing Air Tawar	36

DAFTAR GAMBAR

HAL

Gambar III.1 Sketsa Bentuk Dan Ukuran Benda Uji	25
Gambar III.2 Alat Pengujian Kuat Tekan	27
Gambar III.3 Bagan Alur Penelitian	30
Gambar IV.1 Hasil Uji Slump	35
Gambar IV.2 Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Yang Menggunakan Limbah Beton	37

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Beton merupakan material yang tersusun dari agregat, air, dan semen, dan berupa satuan jenis material yang paling dalam bangunan infrastruktur, seperti lapisan tanah seperti bangunan, jembatan, jalan, dan pondasi.

(Departemen Pekerjaan Umum, 2000-SNI 03-6468), beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang dipersyaratkan lebih besar dari 41,4 MPa. Untuk mendapatkan beton mutu tinggi, dapat meningkatkan kekerasan dan kehalusan agregat partikel semen. Dalam hal peningkatan kualitas beton, plasticizer fungsi ganda yang bila dicampur dalam jumlah tertentu dapat mengurangi konsumsi air, mempersingkat waktu pemeraman, meningkatkan kemampuan kerja, dan mengurangi kadar air campuran beton. adalah. Hal ini dapat dicapai dengan menambahkan aditif seperti superplasticizer.

Faktor lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan bangunan adalah efektivitas dan efisiensi. Pada umumnya bahan pengisi beton terbuat dari bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (workability).

Keberbagian melaporkan dan telah melakukan di bidang beton untuk meningkatkan mutu beton. Bahan dan teknik kinerja yang diperoleh dari studi dan eksperimen ini dirancang untuk memenuhi tuntutan penggunaan beton yang terus meningkat dan untuk mengatasi hambatan yang sering dihadapi dalam konstruksi gedung pencakar langit dan bangunan bervolume tinggi lainnya telah kekuatan beton sangat kuat.

dibutuhkan, itu adalah pilihan yang baik. Hal ini paling tepat karena beton mutu tinggi ini merupakan jenis beton yang mempunyai kekuatan tinggi. Dorong di atas 6000 psi (40 MPa).

Limbah beton adalah pembongkaran bangunan dan infrastruktur. Limbah beton yang tidak diolah menimbulkan masalah lingkungan tersendiri.

Oleh karena itu, para peneliti menggunakan beton limbah sebagai pengganti agregat kasar untuk membuat ulang beton berkekuatan tinggi. Hal ini dapat menjadi keunggulan material karena material yang digunakan adalah satu-satunya limbah beton yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar. Menggunakan limbah beton dapat menyelamatkan ekosistem alam. Hal ini karena penggunaan kerikil memiliki dampak yang signifikan terhadap ekosistem alam akibat degradasi batuan, dan seiring waktu agregat alam akan habis di masa depan.

Penambahan superplasticizer, aditif yang dapat meningkatkan workability campuran beton untuk pencampuran, penuangan, pengangkutan, dan pemadatan. Penambahan bahan aditif tersebut pada proses pencampuran beton. Superplasticizer merupakan bilangan dalam beton, dan bila dicampur dalam jumlah tertentu dapat mengurangi konsumsi air, mempersingkat waktu pemeraman, meningkatkan workability, dan mengurangi kadar air campuran beton. Karena memiliki banyak fungsi. - Beton berkualitas tinggi yang secara permanen membuat beton kedap air.

Dalam penelitian ini, penulis ingin mengetahui bagaimana penggunaan beton daur ulang sebagai pengganti agregat kasar mempengaruhi kuat tekan beton. Beton mutu tinggi adalah berat beton. Kuat tekan beton yang penulis tuju adalah 40 MPa atau lebih. Dengan memilih kuat tekan, seharusnya dapat dimanfaatkan hasil penelitian dalam pembangunan infrastruktur. Dari berat total agregat alam pada hari ke-28 pengujian. Hasil kuat tekan dibandingkan dengan kuat tekan beton biasa.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, kami ingin menyelidiki sifat mekanik beton tua sebagai bahan cetakan untuk beton mutu tinggi dengan menambahkan agregat. Investigasi Sifat Mekanik Beton Tua sebagai Bahan Cetakan untuk Beton Berkualitas Tinggi yang Mengandung Aditif.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pembahasan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Berapa hasil kuat tekan beton dengan bahan tambahan *superplasticizer*?
2. Berapa proporsi optimal beton tua dengan agregat beton mutu tinggi?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Penentuan nilai kuat tekan beton dengan bahan tambahan *superplasticize*.
2. Menentukan persentase limbah beton yang optimal untuk penggunaan agregat pada beton mutu tinggi.

I.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat menentukan nilai kuat tekan beton dengan bahan tambahan *superplasticizer*.
2. Mengetahui proporsi limbah beton yang optimal saat menggunakan agregat pada beton mutu tinggi.

I.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penyelidikan ini, masalahnya harus dipersempit menjadi:

1. Pemanfaatan Beton Beton di Institut Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar dan Institut Teknik Sipil Universitas Negeri Makassar.
2. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 10 x 20 cm.
3. Lama perendaman atau perawatan adalah 28 hari.
4. Parameter pengujian adalah kuat tekan
5. 1% *superplasticizer*.
6. Uji penetrasi Slump pada benda uji.

7. Persentase keseluruhan limbah beton pada penelitian ini adalah 0%, 50%, dan 100%.
8. Kuat tekan beton $f_c = 40 - 60$ MPa.
9. Uji kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.
10. Beton butiran (miring) bekas dilewatkan melalui "ayakan" dan dimaksudkan untuk ditahan pada layar "" dan "3/8" atau 1-3 cm.
11. Penggunaan agregat kasar alam dan skrap beton bekas adalah 70% dari agregat yang tertahan di saringan 3/8 inci, dan total kebutuhan agregat untuk setiap varian sama dengan agregat yang tertahan saringan. 30% dari bahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Beton

Menurut SNI-03-2847-2002, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk suatu massa padat. membentuk. membentuk. Beton tersusun dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya berupa pasir alam atau pasir galian dan agregat kasar yaitu batu alam atau batu hasil produksi industri penggalian.

Beton terbagi menjadi beberapa jenis, seperti beton biasa yang merupakan campuran dari semen portland, air, dan agregat, serta beton khusus selain beton biasa. Beton khusus biasanya beton dengan bahan khusus seperti pozzolan, aditif dan serat. Aditif dikatakan membuat beton khusus lebih unggul dari beton biasa (Tjokrodinuljo, 2007).

Beton merupakan komponen fungsi yang terdiri dari semen hidrolis (semen Portland), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan (additive atau bahan tambahan) (Tri Mulyono, 2004).

II.2 Sejenis beton

1. Berat jenis beton ringan
<math> < 1900 \text{ kg/m}^3 </math>, digunakan untuk elemen non struktural. Metode konstruksi: Buat gelembung udara dengan mortar semen, gunakan agregat ringan (tanah liat/batu apung yang dikalsinasi), atau buat beton non-pasir.
2. Beton normal
Beton biasa memiliki massa jenis $2200\text{-}2500 \text{ kg/m}^3$ dan digunakan di hampir semua bangunan.
3. Beton berat
Berat jenisnya $>2500 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk struktur tertentu yang harus tahan terhadap radiasi atom.
4. Beton massa (*mass concrete*)
Beton yang tulangan dalam volume besar, biasanya untuk pilar, bendungan dan pondasi turbin pada pembangkit listrik.
5. Beton serat (*fibre concrete*)
Komposit beton serat dan bahan lain yang berupa serat adalah serat plastik atau baja. Beton ini digunakan pada bangunan hidrolik, landasan pacu, jalan raya dan lantai jembatan.
6. Beton siklop
Beton siklop dengan ukuran agregat besar. Agregat kasar bisa sampai 20 cm. Beton ini digunakan dalam konstruksi pondasi bendungan dan jembatan
7. Beton hampa
Sama seperti beton biasa, tetapi setelah beton mengeras, dilakukan penghisapan vakum untuk menghilangkan sisa air dari reaksi hidrasi (metode vakum).

8. Beton ekspose

Beton ekspos adalah beton yang tidak memerlukan perawatan pasca. Beton ini biasanya terdiri dari bahan bekisting (baja atau beberapa lembaran logam) yang mampu menghasilkan permukaan beton yang halus. Beton ini digunakan untuk balok jembatan, jembatan, kolom dan balok bangunan.

II.2.1 Kekuatan dan kelemahan beton

Menurut Mulyono (2004), secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

1. Manfaat
 - a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan.
 - b. Dapat membawa beban berat.
 - c. Tahan terhadap suhu tinggi.
 - d. Biaya perawatan yang cukup rendah
2. Kelemahan
 - a. Sulit berubah bentuk.
 - b. Akurasi tinggi diperlukan untuk melakukan pekerjaan.
 - c. Berat jenis yang lebih tinggi.
 - d. Refleksi suara yang cukup baik.

II.2.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Dan Daya Tahan Beton

Secara umum mengenai persyaratan mutu dan durabilitas yang tinggi, beberapa faktor yang harus diperhatikan dan diperhitungkan dalam memproduksi beton mutu tinggi, antara lain (Mulyono, 2004)

1. Proporsi bahan.
2. Metode desain.
3. Pemulihan.
4. Kondisi pada saat penuangan terutama tergantung pada lingkungan setempat.

II.3 Bahan Penyusun Beton

Beton merupakan bahan elemen struktur dengan sifat tertentu yang terdiri dari beberapa komponen seperti :

II.3.1 Semen Portland

Semen portland adalah bubuk halus klinker (dibakar secara homogen yang mengandung Kapur, Silika, Alumina, dan Oksida besi) yang digiling bersama dengan gipsum dalam jumlah yang cukup sebagai bahan tambahan. Serbuk halus ini mengeras seiring waktu ketika dicampur dengan air dan baik untuk pengikat hidrolik. (Kardiyono, 1989) Semen bila tercampur dengan air terbentuk campuran pasta semen. Ketika tercampur dengan agregat halus (pasir), membentuk campuran yang disebut mortar ketika dicampur dengan air dan agregat kasar (kerikil). membentuk apa yang disebut beton. Campuran beton, semen dan air memiliki gugus aktif serta pasir dan kerikil, dan gugus pasif adalah gugus yang bertindak sebagai pengisi. (Tjokrodimulyo, 1995). Semen biasa digunakan.:

1. Campurkan pasir dan kerikil untuk mengikat beton.
2. Mengisi rongga antar partikel agregat. Komposisi oksida semen Portland (Antono, 1995) adalah:

Tabel II. 1 Oksida Semen Portland

Oksida	%Rata-Rata
Kapur (CaO)	63
Silika (SiO ₂)	22
Alumunia (Al ₂ O ₃)	7
Besi (Fe ₂ O ₃)	3
Magnesia (MgO)	2
Sulfur (SO ₃)	3

Sumber: Antono, 1995

Sifat kimia bahan cetakan ini mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan massa yang diperoleh dari semen portland karena komposisi kimia yang terjadi.

Tabel II. 2 Persenyawaan Dari Semen Portland

Senyawaan	Oksida	Notasi	Rata-rata
Tricalcium Silikat	3CaO.SiO ₂	C ₃ S	50
Dicalcium Silikat	2CaO.SiO ₂	C ₂ S	25
Tricalcium Alumut	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A	12
Tetracalsium Aluminoforit	4CaO.Al ₂ O ₃ FeO ₃	C ₄ Af	8

Sumber: Neville, 1975

Persenyawaan Semen Portland termodinamika mudah menguap dan memiliki kecenderungan untuk bereaksi dengan air.

1. Trikalsium silikat (C3S) = $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Persenyawaan terhidrasi dengan secepatnya, menyebabkan pengerasan baru jadi dan menunjukkan degradasi (pembelahan) air tanah yang diinduksi sulfat dan retak, mungkin karena perubahan volumetrik.
2. Dikalsium silikat (C2S) = $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Koneksi sembu mendalami perubahan jam atau melepaskan panas. berkualitas sambungan membentuk mempengaruhi kekuatan pada hari-hari pertama umur beton, terutama pada umur 28 hari pertama.
3. Trikalsium Aluminat (C3A) = $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
Pembentukan persenyawaan lambat, pelepasan memanaskan lambat, persenyawaan mempengaruhi proses peningkatan kekuatan yang terjadi mulai hari ke-28, dan tahan terhadap serangan kimia. Resistensi yang relatif tinggi dan penyusutan yang relatif rendah.
4. Tetracalcium aluminoferrite (C4AF) = $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}_3$
Kehadiran senyawa aluminoferrit tidak terlalu penting karena tampaknya tidak mempengaruhi kekuatan dan sifat semen secara signifikan, Dengan memvariasikan memvariasikan rasio 4 elemen semen, beberapa jenis semen diproduksi untuk tujuan yang berbeda. Semen Portland.
Berikut ini dibagi menjadi lima jenis:

Tabel II. 3 jenis Jenis Semen Portland

Jenis Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa(%)				Panas Hidrasi 7 hari (J/g)
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	
I	Normal	50	24	11	8	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	250
III	Kekuatan Awal Tinggi	60	13	9	8	500
IV	Panas Hidrasi Rendah	26	50	5	12	210
V	Tahan Sulfat	40	40	9	9	250

Sumber: menurut ASTM C.150

Keterangan:

Tipe I adalah semen Portland tujuan umum saja dan biasanya tidak memerlukan sifat khusus. B. Bangunan, trotoar, jembatan, dll.

Tipe II memiliki ketahanan sedang terhadap panas dan hidrasi sulfat, ketahanan sulfat tinggi dan digunakan untuk pir (dinding angkatan laut) dan dinding tanah yang tebal. c.

Tipe III adalah semen Portland mentah berkekuatan tinggi. Ketegasan umumnya dicapai dalam waktu seminggu. Umumnya digunakan Ketika bekisting perlu dibongkar sesegera mungkin atau struktur perlu dioperasikan dengan cepat.

Tipe IV adalah semen Portland dengan panas hidrasi rendah. Digunakan dalam kondisi di mana laju dan jumlah panas yang dihasilkan harus diminimalkan. Misalnya, bangunan besar seperti bendungan gravitasi besar. Ekspansi kekuatannya lebih lambat dari Kelas I.

Tipe V adalah semen Portland tahan sulfat yang digunakan pada beton yang Terpapar sulfat suhu tinggi. Lokasi di mana biasanya konsentrasi.

II.3.2 Air

Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas air erat kaitannya dengan komponen-komponen yang terkendala dalam air. Kelembaban berlebih mengurangi kekuatan beton itu sendiri, dan kelembapan berlebih menyebabkan beton berdarah. Ini berarti bahwa air, bersama dengan semen, naik ke titik tertinggi dari campuran beton yang baru dituang. Hal ini menyebabkan hilangnya daya rekat beton antara lapisan permukaan (akibat pencampuran) dan lapisan beton di bawahnya. Misalnya, penggunaan air dalam produksi beton harus memenuhi persyaratan produksi beton berkualitas tinggi. Penggunaan air dalam beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Dian Rahma Fitriani, 2010):

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.

4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter

II.3.3 Agregat Kasar

SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil hasil industri batu pecah berupa batu pecah yang telah terurai secara alami dan memiliki ukuran butir 4,75 mm (#4) sampai 40 mm (#1 inci). Menurut ASTM C33, agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah yang mengandung partikel lebih besar dari 5 mm atau 9,5 mm dan 37,5 mm.

Agregat kasar yang dapat digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Kerikil harus keras dan tidak berpori. Kerikil tidak boleh dihancurkan di bawah pengaruh cuaca. Sifat keras juga diperlukan untuk mendapatkan beton keras. Tidak berpori untuk menghasilkan beton yang kedap air.
2. Agregat bersih dari organik.
3. Kerikil tidak boleh mengandung lebih dari 10% lumpur menurut berat keringnya. Lumpur yang dimaksud dikumpulkan pada saringan dengan berdiameter 0,0063 mm. Jika lumpur melebihi 10% dari berat kering, kerikil harus dicuci terlebih dahulu.
4. Kerikil memiliki bentuk yang tajam. Semakin tajam bentuknya, semakin besar gesekannya, semakin baik ikatannya, dan semakin tajam pasta semennya, semakin baik agregat yang diikat bersama.

II.3.4 Agregat Halus

SNI 03-6820-2002, agregat berdebu adalah agregat berupa pasir alam yang diperoleh dengan cara menghancurkan batu pecah atau pasir batu dengan ukuran butir 4,75 mm yang dihasilkan oleh stone capper. Agregat halus merupakan pengisi antara agregat kasar karena mengikat lebih kuat pada $B_j 1400 \text{ kg/m}$. Agregat halus yang terdiri dari partikel keras dan tajam yang mengandung tidak lebih dari 5% bahan organik menurut beratnya, bervariasi antara ukuran filter standar AS #4 dan #100.

Persyaratan agregat halus (pasir) sebagai bahan pembuatan beton adalah:

1. Partikel berukuran kurang dari 5 mm atau lolos saringan #4 dan tertahan oleh saringan #200.
2. Bahan terbuat dari bahan alam dengan kekerasan permukaan yang optimum, sehingga kuat tekan beton lebih besar.
3. Tajam, keras, tahan lama dan tidak bereaksi dengan bahan beton lainnya.
4. Karena kepadatan agregat tinggi dan agregat padat, beton yang dihasilkan kuat dan tahan lama.
5. Grade to spec dan hindari agregat gap grading karena lebih banyak semen diperlukan.
6. Bentuk yang bulat untuk mengisi celah antara yang satu dengan yang lainnya, jika ada yang pipih atau lonjong dibatasi paling banyak 15% dari total berat agregat.
7. Kandungan lumpur total tidak boleh melebihi 5% dari berat kering karena mempengaruhi kuat tekan.

II.3.5 Limbah Beton

Limbah beton adalah setiap limbah yang dihasilkan oleh pembongkaran bangunan. Secara visual, pemborosan beton adalah perawatan material keras (untuk) agregat. Beton tua dapat digunakan sebagai campuran beton jika sifat-sifatnya memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Hasil studi eksperimental menghasilkan beberapa persamaan dan model konstitutif untuk menggambarkan sifat mekanik yang berbeda dan perilaku beton daur ulang. Pertimbangan ketika menggunakan agregat pasca beton termasuk penyerapan air yang tinggi yang membutuhkan air bebas pada formulasi tinggi, plastisitas rendah karena waktu pemadatan yang lama, dan sifat permukaan kasar agregat. Pertimbangan ketika menggunakan agregat pasca beton termasuk penyerapan air yang tinggi yang membutuhkan air bebas pada formulasi tinggi, plastisitas rendah karena waktu pemadatan yang lama, dan sifat permukaan kasar agregat. Studi empiris menunjukkan bahwa

agregat daur ulang mengandung mortar dengan agregat kasar 25-45% dan agregat halus 70-100%. Selain itu, microcracks juga dapat dilihat pada agregat daur ulang.

Retak-retak ini dapat disebabkan oleh agregat reklamasi yang menabrak stone crusher selama proses pembuatan, tidak mampu membelah pelat atau menghancurkan agregat alami. Selain itu, penelitian sinar-X eksperimental telah menunjukkan bahwa agregat daur ulang mengandung berbagai tingkat unsur kimia, yaitu silikon dioksida (Si) dan kalsium (Ca). Ini adalah reaksi hidrasi di mana unsur-unsur Si dan Ca yang terkandung dalam agregat daur ulang diubah dari kalsium silikat terhidrasi (C-S-H), ettringite (C-A-S-H), dan Ca(OH)_2 . Pasta semen terdiri dari beton. masih terkait dengan aditif alami. Oleh karena itu, unsur Ca lebih besar dari pada unsur Si pada agregat daur ulang (Suharmanto, 2008).

II.4 Kuat Tekan

Sifat yang paling penting dari beton adalah kekuatannya. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lainnya. Jika kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995). Kuat tekan beton dapat mencapai 1000 kg/cm² atau lebih, tergantung dari jenis campuran, jenis agregat dan kualitas perawatannya. Beton yang paling umum digunakan memiliki kuat tekan sekitar 200 kg/cm² sampai 500 kg/cm². Nilai kuat tekan beton adalah nilai yang diukur dengan menerapkan beban tekan secara bertahap pada kenaikan beban yang tidak berubah pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 150 mm menggunakan mesin uji. Ditentukan oleh prosedur pengujian yang sesuai. 300mm. Kemudian dorong sampai benda uji pecah.

Cara menghitung energi tekan beton adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (II.3)$$

Dimana:

- $f'c$ = Kuat Tekan (N/mm²)
- P = Beban maksimum atau pembacaan pada alat uji tekan (N)
- A = Luas penampang yang menerima beban (mm²)

Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Tjokrodimulyo, 1995):

1. Otoritas mutu semen portland.
2. Akibat dari rasio pencampuran beton.
3. Efek air untuk membuat campuran.
4. Penganruh umur pada beton.
5. Pengaruh waktu pencampuran beton.
6. Pengaruh perawatan.
7. Pengaruh efek samping adiktif.

II.5 Perawatan (*Curing*)

Curing dilakukan ketika beton telah mengeras kemudian dilepaskan dari bekisting dengan tujuan agar beton tidak cepat mengalami kehilangan air dan sebagai langkah menjaga kelembaban beton agar beton dapat mencapai mutu beton sesuai yang direncanakan.

II.6 Penelitian Terdahulu

Literatur penelitian menyerukan penelitian daur ulang limbah beton bekas sebagai pengganti agregat kasar dan halus. Mulyati dan Arman (2014) melakukan perincian dengan menggunakan bongkaran pratekan adalah agregat kasar dengan halus. Bongkaran pratekan yang telah melewati filter dan disortir melalui uji analitik. Umur rencana beton 7, 14, 21, dan 28 hari, sembilan metode pencampuran digunakan dalam penelitian ini. Ini termasuk persentase keseluruhan. Sampah, sampah kebesaran 80%, denda 50%, denda 60%, denda 70%, denda 80%. Pada

penelitian ini kuat tekan beton tertinggi ditentukan 25,82 MPa. Pengujian, kuat pratekan meningkat pada 21 menjadi 28hari. Beton berumur 28hari memiliki rata-rata 60 n dan 24,82 MPa. Penggunaan pratekan tua sebagai agregat halus pada taraf 80% memberikan nilai kuat tekan sebesar 25,82 MPa. setimpal.

II.6.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Perbedaan dari penelitian sebelumnya pada beton lama untuk beton dapat dilihat pada Tabel II.4 di bawah ini.

Tabel II. 4 Perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian lanjutan

Peneliti Terdahulu					Penelitian Lanjutan
Peneliti	Shrimali, Chauhan, Gupta, dan Sharma (2016)	Mulyati dan Arman (2014)	Soelarso, Baehaki, dan Sidik (2016)	Hamid, As'ad, dan Safitri (2014)	Indra Kusumawardhana (2017)
Judul	Perilaku beton dengan agregat daur ulang	Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Beton High Performance Grade 80	Pengaruh Penggunaan Buangan Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas	Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Berkinerja Tinggi Grade 80	Pengaruh Penggunaan agregat beton daur ulang terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton normal
Mutu Beton Rencana (MPa)	25	25	25	80	25
Variasi (%)	0; 15; 30; 60; 80	0; 50; 60; 70; 80 limbah kasar dan 0; 50; 60; 70; 80 limbah halus	0; 25; 50; 75; 100	0; 20; 40; 60; 80; 100	0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100
Penelitian Terdahulu					Penelitian Lanjutan

Peneliti	Shrimali, Chauhan, Gupta, dan Sharma (2016)	Mulyati dan Arman (2014)	Soelarso, Baehaki, dan Sidik (2016)	Hamid, As'ad, dan Safitri (2014)	Indra Kusumawardhana
Jumlah Benda Uji Beton	80	108	48	54	66
Jenis Pengujian Beton	Energi tekan, kekuatan tarik, tingkat penyusutan, modulus elastisitas	Kuat Tekan	Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas	Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas	Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah
Hasil yang Diperoleh	<p>di setiap rasio asosiasi</p> <p>Mencapai 30% kuat tekan sebanding dengan beton konvensional, susut terjadi</p> <p>Jika campuran 50% agregat daur ulang dan rasio campuran 20%-30% agregat daur ulang, modulus tidak terpengaruh secara signifikan.</p>	<p>Kuat tekan beton rata-rata tertinggi</p> <p>Persentase kemudian 28 hari dari penggunaan beton tua sebagai agregat kasar</p> <p>Kuat tekan 24,82 MPa dengan 60% limbah beton sebagai agregat halus</p> <p>80% berbagi</p> <p>Kuat tekan adalah 25,82 MPa.</p>	<p>Tren menuju kekuatan tekan berkurang seiring bertambahnya</p> <p>Persentase limbah agregat beton dengan pengurangan rata-rata terendah</p> <p>Terjadi pada tingkat beton tua 45,39%, tingkat limbah 25% 50% betonnya 56,99% dan persentase limbah betonnya 75%.</p> <p>Penurunan terbesar di 61,65%</p> <p>Persentase limbah beton 100D44 66,62%.</p>	<p>Kuat tekan beton menurun secara signifikan (di bawah f_c') untuk setiap varian.</p> <p>80 MPa), modulus elastisitas menurun dengan setiap variasi.</p>	<p>Nilai kuat tekan dan kuat tarik yang optimal untuk beton dapat ditemukan pada variasi persentase</p> <p>40% dengan nilai kuat tekan 31,85 MPa</p> <p>Tahan terhadap MPa masa lalu 3,87 MPa.</p>
Penelitian Terdahulu				Penelitian Lanjutan	

Peneliti	Shrimali, Chauhan, Gupta, dan Sharma (2016)	Mulyati dan Arman (2014)	Soelarso, Baehaki, dan Sidik (2016)	Hamid, As'ad, dan Safitri (2014)	Indra Kusumawardhana (2017)
Substansi Penelitian	<p>1. Perhatikan kuat tekan beton, kuat lentur, susut dan modulus normal.</p> <p>2. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 120 x 200 mm dan komposisi campuran 0%. 15%; 30%; 60%; 80% pengganti agregat beton daur ulang.</p> <p>3. Menentukan Umur Beton 7, 28, dan 56 hari.</p>	<p>1. Pengamatan kuat tekan beton silinder mutu beton normal.</p> <p>2. Benda uji dibuat dengan dimensi 150 x. 300 mm, kompon sintetis dengan substitusi 0%. 50%; 60%; 70%; Perkiraan Biaya Tambahan 80% 0%; 50%; 60%; 70%; 80% limbah beton berasal dari agregat halus. 3. Penentuan usia subjek 7, 14, 21 dan 28 hari.</p>	<p>1. Pengamatan kuat tekan beton silinder mutu beton normal.</p> <p>2. Benda uji dibuat dengan dimensi 150 x. 300mm, 25% pengganti campuran sintetis. 50%; 75%; 100% dari berat total dalam limbah beton kasar. 3. 3. Penentuan sampel 7-, 14-, 21-, dan 28 hari.</p>	<p>1. Pengamatan Kuat Tekan dan Modulus Beton High Performance Grade 80</p> <p>2. Format benda uji adalah: silinder 7,62 cm dan 15,24 cm, komposisi campuran adalah 3,0%. 20%; 40%; 60%; 80%; 100% pengganti agregat kasar beton lama.</p> <p>3. Penetapan Usia Kandidat 28 hari.</p>	<p>1. Perhatikan baik-baik beton mutu tinggi, kuat tekan f'c 25Mpa awal dan kuat tarik beton biasa.</p> <p>2. Sampel dibuat dengan dimensi 150 x 300 mm. . 3,0% komposisi alternatif campuran agregat kasar alam; 10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80%; 90%; .</p> <p>4. Penetapan Usia Kandidat 28 hari.</p>

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Berwaktu dan Berlokasi Uji

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juli s/d September 2020. Proses pembuatan dan pengujian Beton dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Unifa.

III.2 Peralatan dan Bahan

III.2.1 Peralatan

1. Timbangan dengan kapasitas 50 kg untuk menimbang agregat, semen, air; *Oven* untuk mengeringkan material.
2. Satu set saringan ASTM.
3. Mesin *los an geles* untuk uji keausan.
4. *Mixer*, cetakan silinder
5. Uji kuat tekan menggunakan UTM (*universal testing machine*), serta alat bantu.

III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen portland yang digunakan semen pcc .
2. Limbah beton yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Makassar.
3. Agregat Halus (pasir).
4. Air tawar yang ada di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Air untuk perendaman Beton.
6. Superplasticizer.

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Pencapaian ini berlangsung dalam sekian tahap:

1. Tahap persiapan/studi literature

Pada tahap ini, kami akan melakukan atau mencari literatur dan bahan terkait penelitian yang akan dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya, pengolahan data, dan penulisan artikel.

2. Tahap persiapan alat dan bahan

Kegiatan Siapkan alat dan bahan dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan yang akan diuji dalam penelitian dan alat yang akan digunakan di laboratorium sebelum melakukan penelitian.

3. Tahap pemeriksaan sifat material penyusun beton

Ini juga memberi tahu Anda jika materi memenuhi persyaratan Anda. Pengujian ini menggunakan persyaratan sifat spesifik agregat menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian sifat material, yaitu agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil).

Untuk lebih spesifiknya jenis pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel III.1 dan Tabel III.2.

Tabel III. 1 Metode pengujian karakteristik agregat halus

No	Karakteristik	Spesifikasi SNI	Metode
1	Kadar Lumpur	Maks 5%	SNI 03-4141-1996
2	Kadar Organik	< No.3	SNI 03-2816-1992
3	Kadar Air	2% - 5%	SNI 03-1971-1990
4	Berat Volume		SNI 03-4804-1998
	a. Kondisi Lepas	1.4 – 1.9 kg/liter	
	b. Kondisi Padat	1.4 – 1.9 kg/liter	
5	Absorpsi	Maks 2%	SNI 03-1970-1990
6	Barat Jenis SSD	1.6 - 3.3	SNI 03-1970-1990
7	Modulus Halus	2.50 - 3.80	SNI 03-1968-1990

Sumber: Standar Nasional Indonesia (Sni)

Tabel III. 2 Metode pengujian karakteristik Agregat kasar

No	Karakteristik	Spesifikasi SNI	Metode
1	Kadar Lumpur	0.2% - 1%	SNI 03-4141-1996
2	Kehausan	15% - 50%	SNI 03-2417-1991
3	Kadar Air	0.5% - 2%	SNI 03-1971-1990
4	Berat Volume		SNI 03-4804-1998
	a. Kondisi Lepas	1.6 - 1.9 kg/liter	
	b. Kondisi Padat	1.6 - 1.9 kg/liter	
5	Absorpsi	02% - 4%	SNI 03-1969-1996
6	Barat Jenis SSD	1.6 - 3.2	SNI 03-1969-1990
7	Modulus Kehausan	5.5 - 8.5	SNI 03-1968-1990

Sumber: Standar Nasional Indonesia (Sni)

4. Pengukuran *slump test*

Tahap ini dilakukan pengujian slump test yang dilakukan pada saat pembuatan benda uji. Kemerosotan beton harus dikurangi sebanyak mungkin ke kisaran yang sesuai untuk transportasi, penempatan dan pemadatan. Status intrusi dapat dilihat pada Tabel III.3

Tabel III. 3 Ketentuan nilai slump

No	Pemakaian Beton	Nilai Slump
1	plat pondasi, pondasi telapak bertulang	5 - 12,5
2	pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur bawah tanah	2,5 - 9
3	plat, balok, kolom, dinding	7,5 - 15
4	pengerasan jalan	5 - 7,5
5	pembetonan massal	2,5 - 7,5

Sumber : PBI 1971 N.I.-2

Apabila nilai standar *slump test* telah memenuhi untuk perencanaan pemakaian beton yang telah ditetapkan maka dilanjutkan ke tahap pembuatan benda uji.

5. Tahap pembuatan *mix design*

Tahap ini melakukan *mix design* pada kuat tekan yang menggunakan limbah beton sebagai substitusi agregat kasar (SNI) 03-1974-1990 beton.

6. Tahap 1 Pembuatan Spesimen Selama tahap ini, spesimen diproduksi berdasarkan hasil desain campuran yang dilakukan pada tahap 3, antara lain:

- 1) Pembuatan beton dengan adukan dari limbah beton, pasir, semen, dan air.
- 2) Penuangan ke dalam cetakan benda uji.
- 3) Spesimen setelah 1hari (24jam).

7. Tujuan dari tahap perawatan (curing) pada benda uji ini adalah untuk mengetahui perkembangan kuat tekan beton hasil cetakan pada umur 28 hari yang diberikan.

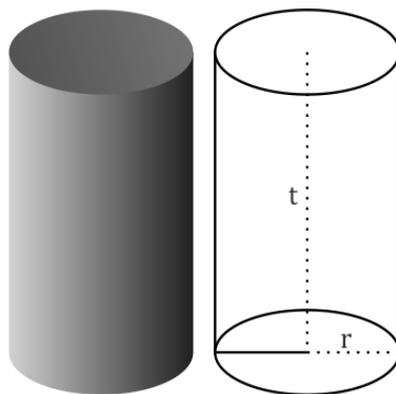
8. Tahap Uji Benda Uji Tahap ini menguji kuat tekan benda uji yang telah mengalami proses perlakuan yang ditentukan. Kuat tekan beton diuji menggunakan UTM (Universal Testing Machine) selama 28 hari.
9. Tahap Analisis/Pemeriksaan Data Pada tahap ini, data benda uji yang diolah dalam uji kuat tekan dikumpulkan dan dilakukan perhitungan dari hasil uji kuat tekan beton.
10. Tahap Kesimpulan Pada tahap ini ditarik kesimpulan dari hasil data yang dikumpulkan, dihitung dan dianalisis.

III.3.1 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Pada fase ini dilakukan perancangan formulasi sesuai dengan metode DOE (Development of Environment). Benda uji yang disiapkan adalah beton dengan variasi beton biasa dan beton lama yang telah diawetkan sebagai pengganti agregat kasar. Variasi sampel yang dihasilkan terdiri dari penggantian agregat kasar sampai dengan 0%, 50%, dan 100% dengan beton lama. Pengujian khusus yang dilakukan adalah kuat tekan.

III.3.2 Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan benda uji berupa silinder berukuran 10 x 20 cm yang terbuat dari beton daur ulang.



Gambar III.1 Bentuk Dan Ukuran Benda Uji

Pembuatan benda uji beton berdasarkan variasi campuran beton yang telah direncanakan, Benda uji yang akan dibuat yaitu 28 buah dimana setiap variasi dibuat 3 buah benda uji. Untuk lebih spesifiknya dapat dilihat pada Tabel III.4

Tabel III. 4 Jumlah Benda Uji Untuk Tiap Persentase Limbah Beton

No	Variasi limbah beton sebagai substitusi agregat kasar	28 hari	
		Kuat Tekan	Kuat Tarik
1	0%	4	4
2	50%	5	5
3	100%	5	5
Jumlah		28	

Berikut langkah-langkah membuat objek uji:

1. Timbang bahan bangunan beton dengan konsep pencampuran.
2. Campur limbah beton dan tambahkan ke dalam campuran beton, terus aduk campuran sampai homogen dalam rasio limbah beton, pasir.
3. Menuang adukan beton yang telah dicampur ke dalam cetakan yang berbentuk silinder. Kemudian permukaan pada silinder diratakan.
4. Ulangi langkah 3 untuk item tes lainnya hingga volume yang diinginkan.
5. Benda uji kemudian dikeluarkan dari cetakan, dilanjutkan dengan tahap curing dimana benda uji diberi perlakuan suhu ruang hingga kuat tekan masing-masing sampel mencapai 28 hari.

III.3.3 Perawatan curing

Kekuatan beton dipengaruhi oleh beberapa metode, antara lain alat yang digunakan dalam proses pencampuran, komposisi bahan yang digunakan, dan perlakuannya. Proses perawatan beton harus dilakukan untuk menghindari objek uji terkena panas hidrasi yang berhubungan dengan suhu. Selain itu, perlakuan yang dilakukan mempengaruhi kuat tekan benda uji.

Oleh karena itu, proses pemeliharaan harus tepat waktu dan terencana. Proses pengawetan limbah beton dalam penelitian ini dapat

dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut. Oleh karena itu, proses pemeliharaan harus tepat waktu dan dijadwalkan.

1. Diamkan spesimen dalam cetakan selama ± 6 jam.
2. Benda uji yang sudah dibongkar tahap kedua dibiarkan di dalam ruangan selama 28 hari.
3. Tahap ketiga adalah (UTM).
4. Sampel berumur 28 hari (tahap 2 dan 3) juga diperlakukan dengan cara yang sama.

III.3.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian mekanik yang dilakukan adalah kuat tekan berdasarkan (SNI 1974-1990). Pengujian sifat mekanik (kuat tekan) dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin *UTM* kapasitas 1000 KN. Adapun cara kuat tekan yaitu letakkan benda uji pada mesin *UTM* dan jalankan mesin kuat tekan, lakukan sampai jarum berwarna merah turun dan matikan mesin. Sketsa pengujian kuat tekan, dapat dilihat pada Gambar III.2:



Gambar III.2 Alat Pengujian Kuat Tekan

III.4 Metode Pengumpulan Data

Semua data percobaan laboratorium: agregat halus, data umur beton, dan uji kuat tekan dan tarik yang dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

III.5 Olah Data

Setelah menerima informasi tersebut, hitung besarnya susut dengan menggunakan persamaan II.3. Selain itu, dengan membandingkan dan menguji beton biasa dan beton bekas alih-alih bahan kasar, kami telah mencapai beton mutu tinggi, Untuk melakukannya, gunakan persamaan II.4. Berapa kuat tekan dan kuat tarik silinder 10 x 20 cm?.

III.6 Analisis Data

Analisis data untuk penentuan sifat bahan beton menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia), khususnya spesifikasi batuan (halus dan kasar). Mix design menggunakan data yang diperoleh dari metode DOE (perkembangan lingkungan) dan hasil pengujian sifat mekanik (kuat tekan dan tarik) beton menggunakan persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (II.3)$$

Dimana:

- $f'c$ = Kuat Tekan (N/mm²)
- P = Beban maksimum atau pembacaan pada alat uji tekan (N)
- A = Luas penampang yang menerima beban (mm²).

Selain itu, sebagai pengganti agregat kasar, beton biasa dan beton bekas dibandingkan dan diperiksa untuk mendapatkan beton mutu tinggi. Kekuatan tarik lebih sulit diukur daripada kekuatan tekan karena masalah penjepitan mekanis. Ada beberapa metode pengujian kekuatan tarik, yang paling umum digunakan adalah Uji Celah Silinder atau Uji Brasil.

$$fct = 2P/LD \dots \dots \dots (II.4)$$

Mana:

f_{ct} = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban pada waktu belah (N)

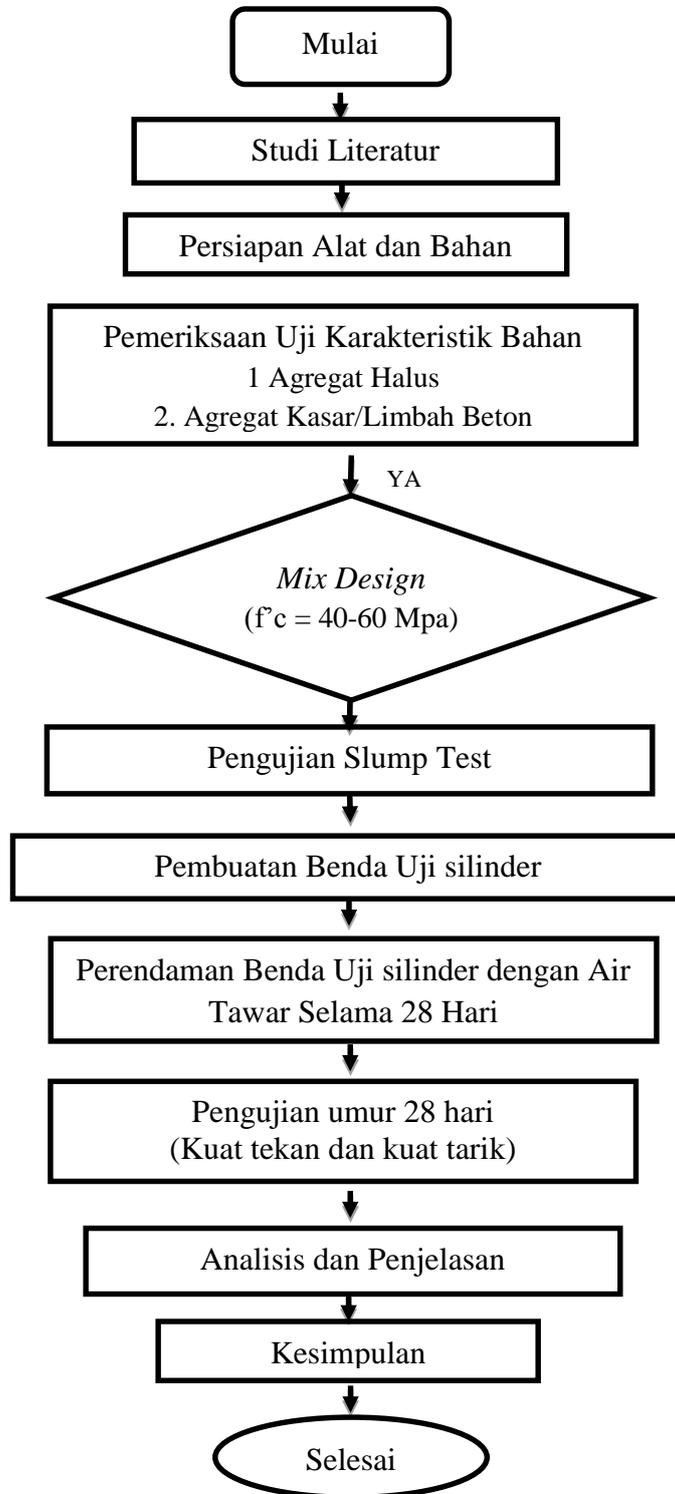
L = Panjang benda uji silinder (mm)

D = Diameter benda uji silinder (mm)

Setelah diolah, data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dan dianalisis di Microsoft Office Excel menggunakan persamaan linier atau non-linier. Tujuan analisis dalam penelitian ini adalah menggunakan beton tambang sebagai alternatif pengawetan air tawar terhadap sifat batuan campuran beton dan agregat kasar.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menarik kesimpulan mengenai tujuan penelitian untuk mencari komposisi variasi limbah beton yang optimal sebagai pengganti agregat kasar.

III.7 Skema Jalur Penelitian



Gambar III.3 Skema Jalur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Karakteristik Material Beton

Pengujian karakteristik material beton bertujuan untuk mengetahui jenis agregat yang digunakan telah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia. Karakteristik material beton yang di uji yaitu agregat halus, agregat kasar serta limbah beton.

IV.1.1 Agregat Kasar (alami) dan Agregat Halus

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alami dan juga material lainnya yaitu limbah beton berasal dari Laboratorium Universitas Fajar dan Laboratorium Universitas Negeri Makassar. Uji properti batuan dilakukan di Institut Bahan Bangunan dan Beton Universitas Fajar. Tes ini mengacu pada standar nasional Indonesia. Hasil ringkasan pengujian ditunjukkan pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Rekapitulasi Hasil pengujian AH

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	4,88	0,2 - 5	Terpenuhi
2	Kadar Air (%)	3,35	3 - 5	Terpenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,70	1,4 - 1,9	Terpenuhi
	b. Kondisi Padat (kg/ltr)	1,75	1,4 - 1,9	Terpenuhi
4	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata (gr)	2,88	1,60 - 3,30	Terpenuhi
	b. Bj. Dasar Kering (gr)	2,30	1,60 - 3,31	Terpenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan (gr)	2,50	1,60 - 3,32	Terpenuhi
5	Absorpsi (%)	2,04	0,2 - 2	Terpenuhi
6	Modulus Kehalusan	3,00	2,3 - 3,1	Terpenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Terpenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari pengujian yang telah dilaksanakan diperoleh hasil pemeriksaan memenuhi persyaratan SNI karena semua hasil pengujian agregat halus masuk dalam interval agregat halus yang di isyaratkan SNI.

Tabel IV.2 Rekapitulasi hasil pengujian AK

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	0,4	Maks 1	Terpenuhi
2	Kadar Air (%)	1,2	0,5-2	Terpenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,67	1,6 - 1,9	Terpenuhi
	b. Kondisi Padat (kg/ltr)	1,69	1,6 - 1,9	Terpenuhi
4	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata (gr)	2,68	1,60 - 3,33	Terpenuhi
	b. Bj. Dasar Kering (gr)	2,49	1,60 - 3,34	Terpenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan (gr)	2,56	1,60 - 3,35	Terpenuhi
5	Absorpsi (%)	2,87	Maks 4	Terpenuhi
6	Modulus Kehalusan	6,62	6 - 7,1	Terpenuhi
7	Keausan (%)	40	Maks 50	Terpenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Pada tabel IV.2 dapat disimpulkan bahwa agregat kasar memenuhi persyaratan SNI karena semua hasil pengujian agregat kasar masuk dalam interval agregat halus yang di isyaratkan SNI.

IV.1.2 Limbah Beton

Sifat beton tua diuji di Institut Bahan Beton dan Teknik Sipil Universitas Fajar. Ujian ini mengacu pada (SNI) Rangkuman hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Limbah Beton (agregat kasar)

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	1 %	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air (%)	1,35 %	0,5-2%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,61	1,6 - 1,9	Memenuhi
	b. Kondisi Padat (kg/ltr)	1,69	1,6 - 1,9	Memenuhi
4	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata (gr)	2,91	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering (gr)	2,43	1,60 - 3,34	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan (gr)	2,48	1,60 - 3,35	Memenuhi
5	Absorpsi (%)	2,01%	Maks 4%	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	6,21	6 - 7,1	Memenuhi
7	Keausan (%)	41,20%	Maks 50%	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Pada tabel IV.3 dapat disimpulkan bahwa limbah beton sebagai substitusi agregat kasar memenuhi persyaratan SNI karena semua hasil pengujian agregat kasar masuk dalam interval agregat halus yang di isyaratkan SNI.

IV.2 Rancangan Campuran Beton (*mix design concrete*)

Mix design beton yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Department of the Environment (DOE). Kuat tekan yang dibutuhkan (kualitas beton) beton ditargetkan pada $f_c = 40$ Mpa. Tabel IV.4 menunjukkan komposisi masing-masing material yang digunakan berdasarkan hasil perhitungan desain formulasi. Dari hasil perhitungan campuran beton ditambahkan $F_{as}=0.2$, dan 1% fluidizer untuk meningkatkan workability.

Tabel IV.4 Komposisi Campuran Material Beton mutu tinggi

Bahan Beton	Berat kg/m ³ Beton	Rasio Terhadap Jml Semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	250,000	0,200	0,3925
Semen	1250,00	1,000	1,962
Pasir	271,25	0,217	0,425
Kerikil	503,75	0,403	0,790
Superplasticizer	1%	0,01	0,019

Catatan: untuk satu sampel beton volumenya 0,00157 m³

IV.3 Karakteristik Beton Mutu Tinggi Yang Menggunakan Limbah Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar.

IV.3.1 Slump Tes

Pengujian slump tes dilakukan untuk mengetahui Kekentalan (workability) adukan beton. Kekentalan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk dikerjakan dalam pekerjaan konstruksi tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat kekentalan beton dipengaruhi oleh jumlah air, jumlah semen, bentuk butir agregat dan besar butir agregat

Tabel IV.5 Nilai slump untuk tiap variasi Limbah Beton

No	Varisasi Campuran (%)	Test Slump (Cm)	Nilai Rata-Rata (Cm)
1	0%	8	8
2	50%	8	8
3	100%	8	8

IV.3.2 Workability

Workability adalah salah satu sifat beton yang dikehendaki pada tiap perencanaan campuran adukan beton. workability ialah kemudahan pengerjaan beton untuk dicampur, dicor dan diangkut serta didapatkan tanpa mengurangi homogenitas beton dan beton tak terurai.



Gambar IV.1 Hasil Uji Slump

Hasil uji slump yang terlihat pada Gambar IV.1 dengan slump rata-rata 8

Variasi dan no. Sampel	Tinggi Silinder (cm)	Diameter (cm)	Luas (mm ²)	P maks (kN)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Rata-Rata
0	1	20	7850	345,00	43,94	44,36
	2	20	7850	360,00	45,85	
	3	20	7850	340,00	43,31	
50	1	20	7850	350,00	44,58	43,94
	2	20	7850	330,00	42,03	
	3	20	7850	355,00	45,22	
100	1	20	7850	345,00	43,94	43,43
	2	20	7850	353,00	44,96	
	3	20	7850	325,00	41,40	

cm sesuai dengan slump yang direncanakan

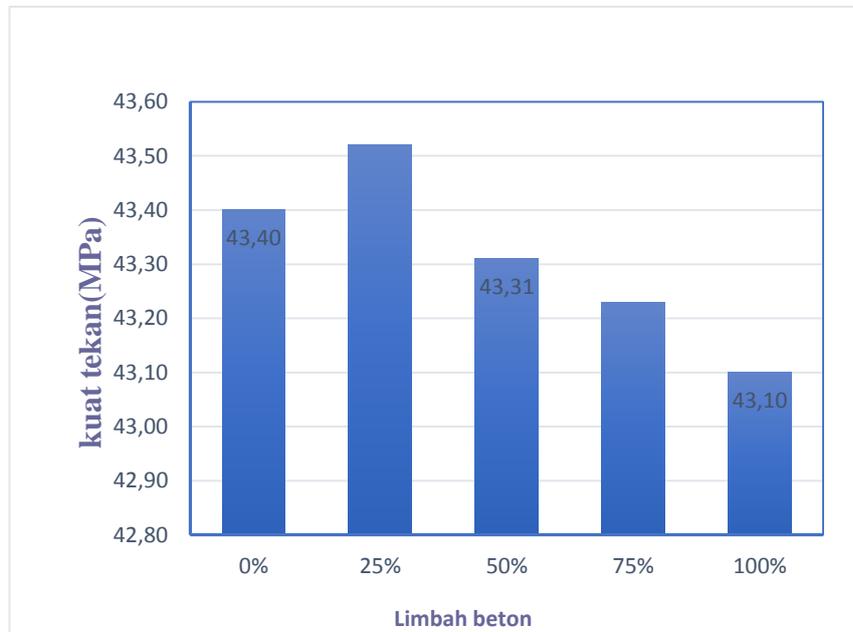
IV.4 Kuat Tekan Beton

Tabel IV.6 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan curing air tawar

Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin UTM berkapasitas 1000KN pada saat sampel berumur 28 hari dan berukuran 100mm x 200mm. Nilai yang diperoleh dihitung dengan menghitung kuat tekan dengan mengacu pada SNI-03-6825-2002. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm dipasang vertikal pada mesin uji universal. Pembebanan dilakukan sampai benda uji retak dan tidak mampu lagi menahan beban yang diberikan. Ditandai dengan jarum pada skala pembacaan, berhenti dan kemudian bergerak ke bawah. Objek uji yang dapat dipertahankan diketahui. Kemudian kuat tekan beton dihitung. Ini adalah besarnya beban per satuan luas.

Pengujian dilakukan pada hingga 18 sampel dalam penyelaman pengerasan air tawar di laboratorium Universitas Fajar Makassar. Nilai kuat tekan masing-masing benda uji dapat dilihat pada Tabel IV.6 menggunakan agregat batu pecah

0% sebesar 44,36 MPa, sedangkan nilai kuat tekan tinggi menggunakan 50% dan 100% skrap beton sebagai agregat kasar Beton memiliki kuat tekan sebesar 43,94 MPa dan 43, masing-masing.43 MPa.



Gambar IV.2 Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Yang Menggunakan Limbah Beton Pada 0%, 50%, 100%

Kuat tekan yang didapat pada umur 28 hari rata rata 43,94 MPa Adapun yang mempunyai potensi optimal yaitu variasi 0%, 50 % & 100% .

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi kami, kami dapat menarik konsekuensi sebagai berikut;

1. Kuat tekan beton pada pembebanan 0%; 50%; 100% limbah beton berumur 28 hari berturut-turut 44,36 MPa. 44,36 MPa; dan 43,43 MPa.
2. Keseimbangan optimal beton tua sebagai pengganti agregat kasar adalah 50%.

V.2 Saran

1. Perlunya perbaikan mesin pencampuran beton (molen) dari pihak kampus agar campuran agregat beton dapat menyatu dengan baik (homogen).
2. Perlu dilakukan kalibrasi alat uji kuat tekan agar nilai yang dihasilkan semakin akurat.
3. Bagi peneliti selanjutnya dapat menggunakan limbah beton yang kuat tekan beton yang 40 MPa

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A. (2009). Investigasi beton mutu tinggi menggunakan slag sebagai agregat halus dan bahan pereduksi air kinerja tinggi dan silika fume sebagai agregat kasar. Makalah, 1-47.
- Chandra, Y. (2015). Studi Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton Menggunakan Limbah Ban (Tire) Sebagai Agregat. In Anzdoc.
- Dwi, K., & Januar, J. (2012). Dalam Adukan Beton Kuat Tekan Beton. November, 43–48.
- Halabi, W. C. (1991). High Strength Concrete Corbels. 355.
- Hamid, Assad, Safitri. 2014. Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Beton Kinerja Tinggi Kelas 80 (Online). Matriks Jurnal Online Teknik Sipil UNSSurakarta. #3. (<http://sipil.ft.uns.ac.id/ojsin/index.php/MaTekSi/article/view/161>)
- Mu, A. (2019). Jurnal Informasi Kimia dan Pemodelan, 53(9), 1689-1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mulyati dan Armand. Pengaruh Kuat Tekan Beton Biasa Saat Digunakan Sebagai Agregat. (on line). #1 JournalMomentum.ISSN:1693752X.(<https://ejournal.itp.ac.id/index.php/momentum/article/view/197>).
- Prayuda, H. & Pujianto, A. (2018). Kuat tekan beton mutu tinggi dengan perbandingan agregat Gamarama, agregat Merapi dan agregat Kaliprogo. Jurnal Penelitian Teknik Sipil, 2(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v2i1.24316>
- Rahman, F.I., Tambunan, A. K., Djakfar, L., dan Zacoeb, A. (2010). Penelitian pemanfaatan limbah beton sebagai substrat pengolahan semen (Ctb). 12.
- Risamawarni. (2019). Studi Kuat Tekan Beton Menggunakan Beton Limbah Sebagai Pengganti Agregat Kasar di Air Laut dan Air Tawar, Program Pascasarjana, Universitas Fajar,

- Shrimali, Chauhan, Gupta, Sharma 2016, Perilaku Beton dengan Agregat Daur Ulang. (Online) Ashish Shrimali dkk. int. Jurnal Teknik Penelitian dan Aplikasi ISSN: 2248-9622, (www.ijera.com/papers/Vol7_issue1/Part-5/K0701057279.Pdf).SII-0052-80. Metode pengujian.SK SNI-15-1991-03. Prosedur perhitungan untuk struktur beton bangunan. Bandung.Standar Nasional Indonesia. (2002). SNI Beton 03-2847-2002 Tata cara perhitungan struktur beton suatu bangunan. Badan Standardisasi Nasional
- Soelarso dkk, (2016). Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Vol. 3, No. 3, No. 2., hlm.: 8 – 16
- Soebandono, B., Pujiyanto, A., & Kurniawan, D. (2013). Beton dicampur dengan limbah plastik perilaku kuat tekan dan tarik. Jurnal Ilmiah Alam Semesta, 16(1), 76–82
- Suraatmadja, D., Rukmantar, R., dan Imran, I. (1996). Sifat Protektif Beton Berkualitas Tinggi Terhadap Sinar Gamma 0,661 Mev1 (Hasil Awal) Redaman Foton I = Iobe- / Lx.Civil, D.T., Engineering, F., Tangerang, UM, & Press, K. (2012). Denah beton mutu tinggi (kuat tekan tinggi). 1(2), 1-7.