

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI CACAHAN BAN
DALAM BEKAS TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN
METODE *WET CURING***

Disusun dan diajukan oleh:

**HARDIANTI ALI RAZAK
D51116001**



**DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Pengaruh Penambahan Variasi Cacahan Ban Dalam Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode *Wet Curing*”

Disusun dan diajukan oleh

Hardianti Ali Razak
D51116001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 04 Agustus 2023

UNIVERSITAS HASANUDDIN
Menyetujui

Pembimbing I



Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST. MT.
NIP. 19710316 199702 1 001

Pembimbing II



Pratiwi Mushar, ST.,MT
NIP. 9860119 201404 2 001

Mengetahui



Dr. Ir. H. Edward Syarif, MT.
NIP. 19690612 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hardianti Ali Razak
NIM : D51116001
Program Studi : Arsitektur
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

Pengaruh Penambahan Variasi Cacahan Ban Dalam Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode *Wet Curing*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasikan oleh Penulis dimasa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 4 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Hardianti Ali Razak

ABSTRAK

Hardianti Ali Razak. *Pengaruh Penambahan Variasi Cacahan Ban Dalam Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Metode Wet Curing* (dibimbing oleh Nasruddin dan Pratiwi)

Beton merupakan salah satu bahan yang umum digunakan dalam sebuah konstruksi. Dengan berkembangnya teknologi beton maka semakin banyak inovasi untuk meningkatkan mutu beton. Salah satu inovasi tersebut adalah dengan menambah campuran beton normal dengan bahan tambah (*admixture*). Salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai *admixture* pada campuran beton adalah limbah ban bekas yang dapat membantu memperbaiki mutu beton. Diperkirakan 1000 juta ban mencapai akhir masa pakainya setiap tahun dan 5000 juta lebih diperkirakan akan dibuang pada tahun 2030. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan cacahan ban dalam (CBD) pada campuran beton dengan variasi 0%, 2,25%, 2,5%, dan 2,75% pada umur 7, 10, dan 28 hari. Serta untuk mengetahui seberapa besar perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah CBD pada umur 7, 10, dan 28 hari. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton CBD menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dibanding beton normal pada umur pengujian 7 dan 10 hari, sedangkan pada umur 28 hari, beton CBD variasi 2,25% lebih tinggi dibanding beton normal, serta variasi 2,5% dan 2,75% lebih rendah dibanding beton normal. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dengan variasi 0%, 2,25%, 2,5% dan 2,75% berturut-turut adalah 16,02 MPa, 16,80 MPa, 15,17 MPa, dan 15,61 MPa. Dengan perbandingan sebagai berikut: kuat tekan beton normal sebesar 16,02 MPa sedangkan variasi 2,25% meningkat sebesar 4,63% dengan nilai 16,80 MPa, variasi 2,5% menurun sebesar 5,28% dengan nilai 15,17 MPa, variasi 2,75% menurun sebesar 2,54% dengan nilai 15,61 MPa.

Kata Kunci : Cacahan Ban Dalam, Beton, Kuat Tekan, Bahan Tambah Beton

ABSTRACT

Hardianti Ali Razak. *Effect of Adding Variations of Used Inner Tire Shreds on the Compressive Strength of Concrete by Wet Curing Method (supervised by Nasruddin and Pratiwi)*

Concrete is one of the most commonly used materials in construction. With the development of concrete technology, there are more and more innovations to improve the quality of concrete. One of these innovations is to add normal concrete mixtures with admixtures. One of the wastes that can be used as an admixture in concrete mixtures is waste tires that can help improve concrete quality. An estimated 1000 million tires reach the end of their useful life each year and 5000 million more are expected to be disposed of by 2030. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of chopped inner tubes (CBD) in concrete mixtures with variations of 0%, 2.25%, 2.5%, and 2.75% at the age of 7, 10, and 28 days. And to find out how much the comparison of the compressive strength value of normal concrete with concrete using CBD additives at the age of 7, 10, and 28 days. This type of research is quantitative research with experimental methods. The results showed that CBD concrete produced a lower compressive strength than normal concrete at the age of 7 and 10 days, while at the age of 28 days, the CBD concrete variation of 2.25% was higher than normal concrete, and the variations of 2.5% and 2.75% were lower than normal concrete. The results of the compressive strength test at the age of 28 days with variations of 0%, 2.25%, 2.5% and 2.75% respectively are 16.02 MPa, 16.80 MPa, 15.17 MPa, and 15.61 MPa. With the following comparison: normal concrete compressive strength of 16.02 MPa while the 2.25% variation increased by 4.63% with a value of 16.80 MPa, the 2.5% variation decreased by 5.28% with a value of 15.17 MPa, the 2.75% variation decreased by 2.54% with a value of 15.61 MPa.

Keywords: Inner tube shreds, concrete, compressive strength, concrete additive

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Keaslian Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Beton	8
2.1.1 Definisi beton	8
2.1.2 Karakteristik Beton	9
2.1 Material Penyusun Beton	14
2.1.3 Semen	14
2.1.4 Agregat	15
2.1.5 Air	19
2.1.6 Bahan tambah (<i>Admixture</i>)	20
2.2 Limbah Ban Bekas	20
2.2.1 Ban dalam bekas	21
2.2.2 Jenis/ merk ban dalam bekas	22
2.3 Kuat Tekan Beton	22
2.4 Mutu Beton	23
2.5 Slump beton	24
2.6 Perawatan Basah (<i>Wet Curing</i>)	25
2.7 Pola Retak Beton	26
2.8 Penelitian Terkait	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Jenis Penelitian	30
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.3 Variabel Penelitian	30
3.4 Instrumen Penelitian	31
3.4.1 Bahan penelitian	31
3.4.2 Alat Penelitian	31
3.5 Tahap dan Prosedur Penelitian	34
3.5.1 Tahap persiapan	34
3.5.2 Tahap pemeriksaan bahan	34
3.5.3 Tahap perhitungan <i>mix design</i>	41

3.5.4	Tahap pembuatan dan pencampuran beton.....	43
3.5.5	Tahap pengujian <i>slump</i>	48
3.5.6	Tahap pencetakan benda uji.....	48
3.5.7	Tahap perawatan (<i>curing</i>).....	49
3.5.8	Pemberian kode sampel	49
3.5.9	Tahap pengujian beton.....	50
3.5.10	Tahap analisis data.....	51
3.5.11	Tahap pengambilan keputusan	51
3.5.12	Alur penelitian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Pemeriksaan Karakteristik Material	54
4.1.1	Air	54
4.1.2	Semen	54
4.1.3	Agregat halus (Pasir)	54
4.1.4	Agregat kasar (Batu pecah)	58
4.1.5	Rekapitulasi uji karakteristik agregat	61
4.2	Hasil Perhitungan <i>Mix Design</i>	62
4.3	Proses Pemotongan Limbah Ban Dalam Bekas.....	64
4.4	Pembuatan Benda Uji	66
4.4.1	Persiapan material.....	66
4.4.2	Pembuatan campuran beton	67
4.4.3	Pencetakan benda uji	69
4.4.4	Perawatan benda uji	70
4.5	Hasil Pengujian Benda Uji.....	72
4.5.1	Hasil pengujian <i>slump</i>	72
4.5.2	Hasil pengujian berat volume	74
4.5.3	Karakteristik beton setelah perawatan basah (<i>wet curing</i>)	75
4.5.4	Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari	75
4.5.5	Hasil pengujian kuat tekan beton umur 10 hari	77
4.5.6	Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari	78
4.5.7	Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan	80
4.5.8	Perbandingan kuat tekan dan berat volume sampel.....	81
4.5.9	Pola retak	82
BAB V PENUTUP.....		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA		86
LAMPIRAN.....		88

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Keaslian penelitian.....	5
Tabel 2 Susunan unsur semen portland.....	15
Tabel 3 Batas–batas gradasi untuk agregat halus.....	17
Tabel 4 Batas gradasi agregat kasar.....	18
Tabel 5 Standar nilai <i>slump</i>	24
Tabel 6 Penelitian terkait.....	28
Tabel 7 Variabel penelitian.....	30
Tabel 8 Rincian jumlah benda uji.....	33
Tabel 9 Tahapan pencampuran beton.....	45
Tabel 10 Rencana kode sampel.....	50
Tabel 11 Data hasil pemeriksaan berat volume agregat halus.....	55
Tabel 12 Data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.....	55
Tabel 13 Data hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.....	56
Tabel 14 Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.....	57
Tabel 15 Data hasil pemeriksaan analisis saringan agregat halus.....	57
Tabel 16 Data hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar.....	58
Tabel 17 Data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.....	59
Tabel 18 Data hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.....	59
Tabel 19 Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.....	60
Tabel 20 Data hasil pemeriksaan analisis saringan agregat kasar.....	61
Tabel 21 Rekapitulasi data hasil pemeriksaan agregat halus.....	61
Tabel 22 Rekapitulasi data hasil pemeriksaan agregat kasar.....	62
Tabel 23 Hasil pengujian <i>slump</i>	73
Tabel 24 Data hasil pengujian berat volume sampel.....	74
Tabel 25 Hasil pengujian beton umur 7 hari.....	76
Tabel 26 Hasil pengujian beton umur 10 hari.....	77
Tabel 27 Hasil pengujian beton umur 28 hari.....	79
Tabel 28 Rekapitulasi kuat tekan beton.....	80
Tabel 29 Perbandingan kuat tekan dan berat volume sampel.....	81
Tabel 30 Data hasil pengujian pola retak.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Beton	8
Gambar 2 Beton ringan	10
Gambar 3 Beton normal	11
Gambar 4 Beton massa (Jembatan).....	11
Gambar 5 Ferro-cement	12
Gambar 6 Beton serat.....	12
Gambar 7 Semen portland.....	14
Gambar 8 Agregat halus.....	17
Gambar 9 Agregat Kasar.....	18
Gambar 10 Cacahan ban dalam.....	21
Gambar 11 Pola retak beton.....	26
Gambar 12 Benda uji silinder	32
Gambar 13 Diagram alur penelitian	53
Gambar 14 Limbah ban dalam bekas.....	64
Gambar 15 Memotong ban menjadi 3 atau 4 bagian	64
Gambar 16 Mencuci dan mengeringkan ban	65
Gambar 17 Ban yang dirobek memanjang.....	65
Gambar 18 Memotong ban membentuk cacahan.....	65
Gambar 19 Mengayak CBD.....	66
Gambar 20 CBD yang telah ditimbang dan dipisahkan.....	66
Gambar 21 Proses persiapan material; (a) menimbang pasir, (b) menimbang kerikil (c) menimbang semen, (d) menimbang air.....	67
Gambar 22 Membasahi dinding molen.....	68
Gambar 23 Memasukkan material kedalam mesin molen	68
Gambar 24 Beton segar yang dipindahkan ke dalam wadah dan ditimbang	69
Gambar 25 Proses bekisting; (a) membersihkan bekisting, (b) mengolesi bekisting dengan oli.....	69
Gambar 26 Perojokan dan memasukan beton segar ke dalam bekisting	70
Gambar 27 Beton segar telah selesai dicetak.....	70
Gambar 28 Melepaskan beton dari cetakan	70
Gambar 29 Benda uji yang telah kering; (a) variasi 0%, (b) variasi 2,25%, (c) variasi 2,5%, dan (d) variasi 2,75%.....	71
Gambar 30 Menimbang dan mencatat berat benda uji sebelum perawatan.....	71
Gambar 31 Proses perawatan benda uji; (a) Memasukkan benda uji kedalam bak perendaman, dan (b) Membuat label kode sampel benda uji	72
Gambar 32 Benda uji dengan perawatan basah (<i>wet curing</i>).....	72
Gambar 33 Hasil pengujian slump; (a) CBD 0%, (b) CBD 2,25%, (c) CBD 2,5%, (d) CBD 2,75%	73
Gambar 34 Grafik berat volume sampel	74
Gambar 35 Karakteristik beton setelah perawatan basah (<i>wet curing</i>).....	75
Gambar 36 Grafik persentase CBD terhadap kuat tekan beton umur 7 hari.....	76
Gambar 37 Grafik persentase CBD terhadap kuat tekan beton umur 10 hari.....	78
Gambar 38 Grafik persentase CBD terhadap kuat tekan beton umur 28 hari.....	79
Gambar 39 Grafik rekapitulasi kuat tekan beton	81
Gambar 40 Pola Retak; (a) tipe 1, (b) tipe 2, (c) tipe 3%, (d) tipe 4.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pemeriksaan Material.....	89
Lampiran 2 Perencanaan <i>Mix Design</i>	96
Lampiran 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	103
Lampiran 4 Logbook Kegiatan	107

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir / skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Variasi Cacahan Ban Dalam Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Metode *Wet Curing*”

Saya menyadari sepenuhnya bahwa skripsi penelitian ini tidak lepas dari bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu tanpa mengurangi rasa hormat, perkenankanlah saya untuk mengucapkan terima kasih yang tulus kepada mereka :

1. Kedua orangtua saya Bapak Ali Razak dan Ibu Tercinta Hj. Ma'wa dan juga saudara-saudari saya, serta keluarga besar yang memberikan dukungan dan doa tiada henti.
2. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT selaku Ketua Departemen Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST., MT. selaku Pembimbing I dan Ibu Pratiwi Mushar, ST., MT. selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu saya.
4. Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT. dan Dr. Imriyanti, ST., MT. selaku dosen Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M. Eng. dan Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT. selaku pembimbing akademik selama masa studi di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Semua dosen, staf, dan karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Sahabat seperjuangan Nurul Faidah Takdir, Nadra Annisa Hass, Andi Ayu Ningsih, Annisa Jasin, dan Risya Nur Filawati Salam yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penelitian tugas akhir ini.

8. Kawan saya Andi Faqih Abdullah Awal, Nurfatuurrahmat, Muh. Syaiful Haq, Alwan Luthfi, dan Mursyid Hidayat, serta adik-adik angkatan 2022 yang telah menyumbangkan tenaga selama proses penelitian tugas akhir ini.
9. Teman lab. Struktur dan Konstruksi Bangunan, Nadra Annisa Hass dan Andi Faqih Abdullah Awal yang telah bertukar pendapat dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
10. Teman-teman PREZIZI 2016 yang telah menemani selama kurang lebih 7 tahun, dari awal perkuliahan sampai akhir masa studi.
11. Terima kasih pula saya ucapkan kepada keluarga dan teman-teman yang tidak sempat saya tuliskan namanya satu persatu dan semua pihak yang telah membantu selama pembuatan skripsi hingga selesai.

Akhirnya kepada Allah SWT saya serahkan segalanya dan memanjatkan doa tiada henti, juga rasa syukur yang teramat besar saya haturkan kepada-Nya, atas segala izin dan limpahan berkah-Nya, saya dapat menyelesaikan penulisan proposal ini. Saya menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi isi, teknik penulisan maupun bahasa yang digunakan dalam penyusunan. Oleh karena itu saran dan kritik sangat saya harapkan. Saya juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membacanya. Semoga bantuan dan dukungan dari semua pihak mendapat Ridho dan Rahmat dari Allah SWT.

Gowa, 1 Agustus 2023

Hardianti Ali Razak

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan beton dalam berbagai aplikasi teknologi konstruksi modern meningkat dengan cepat. Pembangunan di berbagai bidang struktur dewasa ini mengalami kemajuan yang cukup pesat, misalnya gedung, jembatan, tower, jalan dan sebagainya. Beton diminati karena banyak memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara lain harganya yang relatif murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, dan tidak mengalami pembusukan.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat umum digunakan dalam sebuah konstruksi, baik dalam konstruksi bangunan, jembatan, jalan, dan konstruksi lainnya, hal ini dikarenakan beton memiliki kelebihan seperti mudah dalam pengerjaan, kuat tekan yang tinggi, dan memiliki nilai ekonomis dalam pembuatan dan perawatan. Beton adalah pencampuran dari semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan. Beberapa sifat mekanis beton yang penting, salah satunya kuat tekan beton.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan tambahan (*additive*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Dari sifat yang dimiliki beton itulah menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk diteliti baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Secara struktural beton mempunyai kekuatan yang cukup besar dalam menahan gaya tekan. Kelemahan beton adalah rendahnya kemampuan menahan beban tarik, oleh karena beton merupakan bahan yang getas (*brittle*). Sifat beton yang getas mengakibatkan beton segera retak jika menerima beban tarik yang besar. Oleh karena itu, dengan sifat beton inilah beton membutuhkan tulangan atau bahan tambah untuk menambah kekuatan pada beban tarik.

Berkembangnya teknologi beton di era sekarang ini, maka semakin banyak pula inovasi untuk meningkatkan mutu beton dan untuk penyesuaian pekerjaan di

lapangan. Salah satu inovasi tersebut adalah dengan menambah campuran proporsi beton normal dengan bahan tambah (*admixture*). *Admixture* merupakan bahan-bahan yang ditambahkan pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari *admixture* ini adalah untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan *workability*, penghematan biaya, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Akhir-akhir ini penggunaan limbah sering dibicarakan sebagai bahan tambah pada campuran beton.

Berbagai jenis limbah yang digunakan berasal dari limbah organik dan limbah anorganik sebagai bahan tambah pembuatan beton. Salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton adalah limbah ban bekas yang tentunya berbahan dasar karet. Dalam hal ini, bagian yang akan dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan beton ialah limbah ban dalam.

Banyak usaha yang telah dilakukan untuk mengurangi efek pencemaran yang disebabkan oleh limbah ban bekas. Salah satunya adalah industri kecil yang memanfaatkan limbah ban bekas menjadi produk olahan berupa karet dan kawat baja. Seiring dengan itu, maka limbah ban yang tidak terpakai di lingkungan semakin meningkat, sehingga ban karet ini dapat dijadikan alternatif dari segi kuantitas karena tingkat kelangkaannya rendah.

Pada sisi lain, pemanfaatan ban karet di Indonesia masih sangat terbatas, antara lain hanya untuk pelindung dermaga (*fender*), sandal, tempat sampah, kerajinan kursi, dll. Limbah ban akan memberikan sifat kelenturan dan akan mencegah keretakan beton.

Selain itu dengan penambahan limbah ban dapat memperbaiki mutu beton. Perbaikan mutu tersebut antara lain berupa: ketahanan *impact* yang lebih baik, kemampuan beton untuk meredam gelombang getaran, menurunkan sifat penghantar panas/suara, dan menambah ketahanan terhadap bahan agresif. (*Frankowski, 1994, dalam Huynh, 1997*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun rumusan masalah yang akan dikaji sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan cacahan ban dalam (CBD) pada campuran beton dengan variasi 0%, 2,25%, 2,5%, dan 2,75% pada umur 7, 10, dan 28 hari?
2. Seberapa besar perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah CBD pada umur 7, 10, dan 28 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan CBD dalam campuran beton dengan variasi 0%, 2,25%, 2,5%, dan 2,75% pada umur 7, 10, dan 28 hari.
2. Untuk mengetahui seberapa besar perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah pada umur 7, 10, dan 28 hari.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan sebagai acuan dan informasi yang berhubungan dengan pencampuran beton dengan menggunakan CBD sebagai bahan tambah pada campuran beton.
2. Mengetahui karakteristik beton dengan menggunakan limbah ban bekas, yaitu menggunakan CBD.
3. Sebagai referensi salah satu cara untuk pemanfaatan (daur ulang) limbah ban bekas.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan, ada beberapa lingkup masalah yang dibatasi, yaitu karakteristik bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah sebagai berikut ini:

1. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement Composite* (PCC) tipe 1 produk dari Semen Tonasa.
2. Dimensi benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 100 mm x 200 mm.
3. Dimensi ban dalam bekas motor (CBD) merk *Swallow 70/90-15* sebagai bahan

tambah dengan lolos saringan agregat halus (pasir) nomor 4,75.

4. Variasi penambahan CBD yang digunakan ialah 0%, 2,25%, 2,5%, dan 2,75%.
5. Perhitungan *mix design* dengan metode *Development of Environment* (DOE).
6. Pengujian dilakukan pada umur 7, 10, dan 28 hari.
7. Menggunakan metode perawatan yaitu perawatan basah (*wet curing*).
8. Pengujian kuat tekan beton dengan penambahan CBD menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dan standar pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).
9. Lokasi penelitian ini di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur, Kampus II Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1.6 Keaslian Penelitian

Tabel 1 Keaslian penelitian

PENELITI	TAHUN	JUDUL PENELITIAN	VARIABEL PENELITIAN
R. Dedi Kurnia, Iskandar Azis & Faisal	2019	STUDI VARIASI PENAMBAHAN SERAT KARET BAN BEKAS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN FAKTOR AIR SEMEN 0,5.	<ul style="list-style-type: none"> - Cetakan benda uji silinder 15 x 30 cm. - Variasi penambahan serat sebesar 0%, 0,5%, 0,75%, dan 1% dari volume campuran beton. - Sebagai bahan tambah. - Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. - Perawatan dengan metode <i>wet curing</i>. - Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
Hermansyah, Dedy Dharmawansyah, Afri Budianto.	2022	PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI CACAHAN LIMBAH KARET BAN SEPEDA MOTOR TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> - Cetakan benda uji silinder 15 x 30 cm - Variasi penambahan serat karet sebesar 0%, 1%, 2% dan 3% dari berat volume beton normal. - Sebagai bahan tambah. - Pengujian kuat tekan beton. - Perawatan dengan menggunakan metode <i>wet curing</i>. - Pengujian dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.

PENELITI	TAHUN	JUDUL PENELITIAN	VARIABEL PENELITIAN
Ragil Habib Sidik, (Nasyih Faqih, S.T., M.T., Ir. H. Suharto, M. Eng.)	2022	PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH GEODIPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN SERTA PENAMBAHAN SERAT KARET BAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON.	<ul style="list-style-type: none"> - Cetakan benda uji silinder 15 x 30 cm dan kubus 15 x 15 cm. - Variasi penambahan serat karet ban bekas sebesar 0,40%, 0,60% dan 0,80% dari total berat campuran beton dan semen. - Sebagai bahan tambah. - Pengujian kuat tekan beton. - Perawatan dengan menggunakan metode <i>wet curing</i>. - Pengujian pada umur 28 hari.
Hardianti Ali Razak	2023	PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI CACAHAN BAN DALAM BEKAS TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN METODE <i>WET CURING</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Cetakan benda uji silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. - Variasi penambahan cacahan ban dalam bekas sebesar 0%, 2,25%, 2,5%, dan 2,75% dari berat pasir. - Sebagai bahan tambah. - Pengujian kuat tekan beton. - Perawatan dengan metode <i>wet curing</i>. - Pengujian pada umur 7, 10, dan 28 hari.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, keaslian penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang jenis penelitian, variabel penelitian, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian, serta tahap dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil analisis masalah dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

2.1.1 Definisi beton

Beton (SNI 03-287-2002) adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), beton adalah campuran semen, kerikil, dan pasir yg diaduk dng air untuk tiang rumah, pilar, dinding, dsb. Beton memiliki beberapa bahan campuran, yaitu semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Beton juga dapat ditambah bahan pembantu (admixture) untuk merubah sifat-sifat tertentu beton.

Beton merupakan material yang menyerupai batu diperoleh dengan membuat suatu campuran. Campuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir dan agregat lainnya dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Salah satu kekuatan beton adalah termasuk bahan yang berkekuatan tinggi. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya dapat sama dengan batuan alami (Tjokorodimoljo,1996).



Gambar 1 Beton

Sumber : construction.pages

Kekuatan, keawetan, dan sifat beton sangat tergantung pada sifat-sifat bahan dasar seperti kerikil, pasir dan semen nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pemadatan, maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton dan perawatan selama proses pengerasan.

Bahan yang digunakan harus disesuaikan, dicampur atau digunakan pada beton untuk menghasilkan beton dengan sifat-sifat khusus diinginkan untuk tujuan tertentu dengan cara yang paling ekonomis. Bahan-bahan campuran beton tersebut harus mempunyai perbandingan yang optimal agar menghasilkan beton yang memiliki kekuatan yang diharapkan.

Beton lebih diutamakan sebagai struktur bangunan dibanding bahan lainnya karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu: (Mulyono, 2004)

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperature yang tinggi.
4. Biaya pemeliharaan yang kecil.

Beton juga memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan saat digunakan untuk struktur bangunan, yaitu: (Mulyono, 2004)

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
2. Pelaksanaan kegiatan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Berat.
4. Daya pantul suara besar.
5. Lemah terhadap gaya tarik.

Bahan penyusun beton dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bahan aktif dan bahan pasif. Kelompok aktif yaitu semen dan air sedangkan yang pasif yaitu pasir dan kerikil (disebut agregat halus dan agregat kasar). Kelompok yang pasif disebut pengisi, sedangkan yang aktif disebut perekat/pengikat. (Kardiyono, 1996).

2.1.2 Karakteristik Beton

Jenis beton cukup beragam berdasarkan karakteristik yang dimiliki. Berdasarkan kekuatannya beton terbagi dalam 2 jenis, yaitu :

a. Beton Struktural

Beton struktural adalah beton yang digunakan pada komponen struktur untuk menahan beban dan memiliki kekuatan tekan yang diisyaratkan minimal 17 MPa (SNI 6680-2016).

b. Beton Non struktural

Beton non struktural adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen portland, dan air untuk menghasilkan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan (Tri Mulyono, 2003).

Lalu berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara $1440\text{--}1850 \text{ kg/m}^3$, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.



Gambar 2 Beton ringan
Sumber : arsiturstudio

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara $2200 \text{ kg/m}^3\text{--}2400 \text{ kg/m}^3$ dengan kuat tekan sekitar 15– 40 MPa.



Gambar 3 Beton normal
Sumber : megacomperkasa.com

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (mass concrete)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.



Gambar 4 Beton massa (Jembatan)
Sumber : ilmu beton

e. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.



Gambar 5 Ferro-cement
Sumber : theconstructor.org

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.



Gambar 6 Beton serat
Sumber : builder.id

Menurut Mulyono (2014), secara umum beton dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu berdasarkan kelas dan mutu beton, dibedakan menjadi 3 kelas :

a. Beton kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

b. Beton kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan structural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak

diisyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

c. Beton kelas III

Beton kelas III adalah untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K225. Pelaksanaanya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Diisyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Selain itu, ada beberapa beton dan jenis- jenisnya yang berdasarkan density atau kerapatan beton yang dihasilkan.

a. Jenis beton insulasi

Beton ini memiliki kerapatan atau densitas antara 300 kg /m³ hingga 800 kg/m³. Untuk kekuatan kompresi yang dimiliki yaitu berkisar antara 0,69 dan 6,89 MPa. Dengan karakter tersebut, maka beton isolasi banyak dimanfaatkan untuk menahan panas dan merupakan isolator yang baik. Peran ini disebut juga sebagai insulasi termal atau low density beton. Peran beton ini didukung dengan kapasitas konduktivitas termal di dalamnya yang rendah.

b. Beton dengan kekuatan sedang

Beton dengan densitas sedang ini memiliki density antara 800 kg /m³ hingga 1440 kg / m³. Beton jenis ini terbuat dari agregat buatan yang ringan seperti: terak, fly ash, lempung, batu tulis, agregat alami lainnya yang lembut, seperti batu apung, skoria dan tufa. Untuk beton dan jenis-jenisnya ini memiliki kekuatan tekan yang bervariasi, yaitu 6,89 hingga 17,24 MPa.

c. Beton struktural

Beton jenis struktural memiliki densitas antara 1440 kg / m³ hingga 1850 kg/m³. Beton ini sangat kuat dengan kuat tekan yang tinggi. Maka, untuk pembuatannya, beton jenis ini harus memakai material terbaik.

Beton dan jenis-jenisnya di atas adalah didasarkan pada densitas atau kerapatan beton. Sementara itu, ada beberapa cara untuk menghasilkan beton, yang

bergantung pada ketersediaan rongga udara pada beton. Beton dan jenis- jenisnya sangat beragam. Bukan hanya bergantung dari bahan pembuatnya saja namun bisa pula berdasarkan kekuatan beton. Bagi yang ingin mencari jenis beton untuk keperluan konstruksi, maka akan lebih baik jika mencari tahu dengan detail, beton seperti apa yang dibutuhkan, karena masing-masing tipenya memiliki karakter yang berbeda hingga akan mempengaruhi fungsi dan kekuatan konstruksi

2.1 Material Penyusun Beton

Campuran unsur-unsur pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar (*fresh concrete*) yang mudah dikerjakan (*workability*) dan memenuhi kuat tekan rencana setelah beton mengeras (*hardened concrete*), Murdock dan Brook, (1986).

2.1.3 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen berfungsi sebagai perekat agregat dan juga sebagai bahan pengisi. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan pasta yang jika mengering akan memiliki kekuatan seperti batu (Nawy 1998: 9).

Menurut ASTM C-150.1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga- rongga udara diantara butir-butir agregat.



Gambar 7 Semen portland
Sumber: Pinhome

Semen dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan penggunaannya. Jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut:

- a. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lain, aplikasi pada bangunan umum (rumah, gedung, jembatan, pasangan batu/bata).
- b. Jenis II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen Portland yang penggunaannya menggunakan tahap tinggi dalam tahap permulaan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
- d. Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi terhadap sulfat (SNI-15-2049-2004).

Bahan dasar semen portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung unsur kimia seperti yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2 Susunan unsur semen portland

Unsur	Komposisi (%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO ₂)	17-25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3.0-8.0
Besi (Fe ₂ O ₃)	0.5-6.0
Magnesia (MgO)	0.5-4.0
Sulfur (SO ₃)	1.0-2.0
Soda/potash (Na ₂ O+K ₂ O)	0.5-1.0

Sumber: Tjokrodinuljo, 2007

2.1.4 Agregat

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton atau adukan semen hidrolis. Agregat

terdiri dari Agregat halus dan agregat kasar. Agregat ini adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat (bahan pengisi) di dalam adukan beton menempati 70% dari volume beton. Oleh karena itu, sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi sifat-sifat beton yang dihasilkan. Sifat yang paling penting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen.

Menurut Amri (2005), agregat berdasarkan asal perolehannya dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Agregat alam, yaitu agregat yang berasal langsung dari alam, melalui proses pemecahan sehingga batuan tersebut berbentuk pasir dan kerikil dan butirannya berbentuk bundar.
2. Agregat buatan, yaitu agregat yang dibuat untuk menggantikan fungsi agregat alam. Contohnya adalah agregat lempung bekah, bermis, perlit, agregat udara, kelereng, dan lain-lain.

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Pemilihan agregat merupakan bagian yang sangat penting karena karakteristik agregat akan sangat mempengaruhi sifat-sifat mortar atau beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dibagi menjadi dua yaitu:

1. Agregat halus

Agregat halus (pasir) adalah bahan batuan halus yang terdiri dari butiran sebesar 0,14 mm sampai 5 mm didapat dari hasil diintegrasikan batu alam (*natural sand*) atau dapat juga pemecahannya (*artificial sand*), dari kondisi pembentukan tempat terjadinya pasir alam dapat dibedakan atas: pasir galian, pasir sungai, pasir laut yaitu bukit-bukit pasir yang dibawa ke pantai.



Gambar 8 Agregat halus
Sumber: Calon Insinyur Sipil

Standar pengujian agregat halus untuk beton normal mengacu pada ASTM C33 dan SNI 5-04-1989-F. Pada bahan penyusun agregat halus terdapat syarat yang harus terpenuhi sebagai bahan konstruksi antara lain sebagai berikut:

- 1) Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- 2) Tidak mengandung zat organik tinggi.
- 3) Memiliki modulus halus butir berkisar antara 2,3 – 3,1.
- 4) Maksimum penyerapan air 3%.

Berdasarkan SK SNI T-15-1990-03, tingkat kekasaran pasir dibedakan menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir kasar, pasir agak kasar, pasir agak halus, dan pasir halus, lebih lengkap dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Batas-batas gradasi untuk agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: SK SNI T-15-1990-03

2. Agregat kasar

Agregat kasar memiliki pengaruh yang besar terhadap kekuatan dan sifat-sifat struktural beton. Oleh karena itu, agregat kasar yang digunakan sebaiknya memiliki butiran yang cukup keras, bebas dari retakan atau bidang-bidang yang lemah, bersih dan permukaannya tidak tertutupi oleh lapisan. Selain itu sifat-sifat agregat kasar juga mempengaruhi lekatan antara agregat-mortar dan kebutuhan air pencampur. Agregat yang memiliki ukuran butiran yang lebih kecil memiliki potensial untuk menghasilkan beton yang memiliki kekuatan tinggi. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat alam berupa batu pecah dari sungai.



Gambar 9 Agregat Kasar
Sumber: hizrian-medium

Standar pengujian agregat kasar untuk beton ringan mengacu pada ASTM C330 dan SNI 03-2461. Pada bahan penyusun agregat kasar terdapat syarat yang harus terpenuhi sebagai bahan konstruksi antara lain sebagai berikut:

- 1) Tidak mengandung lumpur lebih dari 2%,
- 2) Tidak mengandung zat organik tinggi,
- 3) Untuk gradasi butir agregat kasar sebaiknya memiliki variasi ukuran butir,
- 4) Nilai modulus halus butir antara 6,0- 7,1,
- 5) Berat satuan volume maksimum 880 kg/m^3 ,
- 6) Pada pengujian keawetan agregat maksimum 12%.

Tabel 4 Batas gradasi agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan		
		4,8-38	4,8-19

38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10- 40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber: SNI 03-2834-1993

2.1.5 Air

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton, senyawa yang terkandung dalam air akan mempengaruhi kualitas beton untuk itu diperlukan standar yang baik untuk kualitas air. Selain itu air dan semen akan terjadi reaksi kimia maka diperlukan perbandingan/faktor air semen yang baik akan menghasilkan kualitas beton yang baik. (Mulyono, 2004).

Menurut Tjokrodimulyo (1996: 45), kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal serta kekuatan beton setelah mengeras. Adanya lumpur dalam air diatas 2 gram/liter dapat mengurangi kekuatan beton. Air dapat memperlambat ikatan awal beton sehingga beton belum mempunyai kekuatan dalam umur 2-3 hari. *Sodium karbonat* dan *potassium* dapat menyebabkan ikatan awal sangat cepat sehingga konsentrasi yang timbul menjadi besar dan akan mengurangi kekuatan beton. Persyaratan air menurut SKSNI S-04-1989-F ialah:

- 1) Bersih.
- 2) Tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung lain yang bisa dilihat secara visual.
- 3) Tidak mengandung benda tersuspens > 2 gram/liter.
- 4) Tidak mengandung garam yang mudah larut dan mudah merusak beton (asam, zat organik) > 15 gram/liter.
- 5) Kandungan $C_1 < 500$ ppm.
- 6) Senyawa sulfat < 1000 ppm sebagai SO_3 .
- 7) Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari

10%.

- 8) Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
- 9) Untuk beton pratekan kecuali persyaratan air diatas tidak boleh mengandung $C_1 > 50$ ppm.

2.1.6 Bahan tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton, SK SNI S-18-1990-03).

Admixture atau bahan tambah yang didefinisikan dalam *Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) adalah sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

2.2 Limbah Ban Bekas

Di Indonesia masih belum terdata seberapa banyak ban bekas yang dibuang untuk setiap tahunnya, namun laporan data penjualan APBI (Asosiasi Perusahaan Ban Indonesia) 2010 menunjukkan angka 41.000.000 unit. Limbah ban karet ditimbun setiap tahun menjadi limbah utama di dunia. Diperkirakan 1000 juta ban mencapai akhir masa pakainya setiap tahun dan 5000 juta lebih diperkirakan akan dibuang secara teratur pada tahun 2030. Dengan demikian, maka limbah karet ban yang tidak terpakai semakin lama semakin meningkat. Limbah ini dapat membawa ke banyak masalah mengerikan di lingkungan. Masalah ini menjadi semakin besar karena ban tidak dapat terurai dengan mudah apabila hanya dibiarkan begitu saja, sehingga diperlukan usaha untuk memanfaatkan buangan karet ban tersebut

sebagai bahan interlayer. Ada berbagai jenis limbah ban kendaraan, yaitu motor, mobil, truk, dsb. Dalam penelitian ini, jenis limbah ban bekas yang akan digunakan ialah ban motor dan bagian ban yang digunakan ialah ban dalam motor.

2.2.1 Ban dalam bekas

Karet ban dikenal sebagai bahan yang ringan dan mempunyai daktalitas tinggi yang tahan terhadap deformasi. Potensi pemanfaatan karet sebagai bahan interlayer sangat didukung oleh potensi buangan karet setiap tahunnya, (Satyarno dalam Edward, 2015).

Karet merupakan bahan yang baik dalam menahan kuat tarik, karena bentuknya yang elastis dan tidak mudah putus. Bahan baku utama komponen karet ban adalah karet alam dan karbon hitam. Karbon hitam adalah bubuk halus yang menghasilkan minyak mentah atau gas alam yang dibakar dengan oksigen dalam jumlah yang terbatas. Belerang dan bahan kimia lainnya juga ditambahkan ke dalam ban untuk mencapai karakteristik yang diinginkan.



Gambar 10 Cacahan ban dalam
Sumber: [springer link](#)

Didasarkan pada bahan-bahan penyusun utamanya yaitu karet alam dan karet sintetis, dimana karet secara umum memiliki sifat tahan terhadap cuaca, tahan terhadap air, memiliki kestabilan yang cukup, ketahanan yang tinggi, dan memiliki tingkat fleksibilitas dan sifat lentur yang cukup baik serta karet memiliki sifat menyerap getaran sehingga memberikan kenyamanan dalam menggunakan kendaraan.

Pada dasarnya karet bisa berasal dari karet alam, yaitu dari getah pohon karet (atau dikenal dengan istilah latex), maupun produksi manusia (sintetis). Proses pembuatan ban dalam menggunakan tiga bahan utama, yaitu karet, karbon

hitam, dan pelumas. Ketiga material tersebut kemudian dilebur menjadi satu, agar tercipta gumpalan karet, kemudian dilanjutkan ke tahapan berikutnya sampai menjadi ban dalam. Sifat- sifat dari karet ialah sebagai berikut.

1. Memiliki daya elastisitas atau daya lenting sempurna.
2. Memiliki plastisitas, sehingga mudah diolah.
3. Memiliki daya aus tinggi.
4. Tidak mudah panas (*low heat build up*).
5. Memiliki daya tahan tinggi terhadap keretakan.

Penggunaan limbah ban sebagai campuran beton di dasarkan pada banyaknya limbah ban bekas yang tak terpakai, dimana jumlahnya semakin lama semakin banyak sehingga diperlukannya cara daur ulang agar limbah tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik, salah satunya dengan menggunakan limbah ban dalam sebagai bahan tambah pada campuran beton.

2.2.2 Jenis/ merk ban dalam bekas

Berdasarkan jenis ban dalam yang digunakan, ada berbagai merk ban dalam motor, salah satunya merk *swallow* 70/90-15. Ban dalam bekas tersebut nantinya yang digunakan dalam penelitian ini lalu diolah dalam bentuk cacahan dan digunakan sebagai *admixture* dalam campuran beton.

2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Kuat tekan beton normal antara 20-40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh: faktor air semen (water cement ratio = w/c), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (*workability*), perawatan (*curing*) beton dan umur beton.

Kuat tekan dinotasikan dengan f'_c , yaitu tegangan tekan maksimum yang didapatkan melalui pengujian dalam tata cara standar, menggunakan mesin uji CTM (*Compression Testing Machine*) yang memberikan beban bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu pada benda uji silinder sampai hancur.

Faktor air semen (water cement ratio = w/c) sangat mempengaruhi kuat

tekan beton. Semakin kecil nilai w/c nya maka jumlah airnya sedikit yang akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi.

Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan. Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimia penuh.

Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

2.4 Mutu Beton

Mutu beton selalu digambarkan sebagai nilai kuat tekan beton. Untuk pembangunan Gedung dan bangunan infrastruktur kadang diperlukan beton dengan spesifikasi yang ditentukan oleh konsultan perencana struktur. Satuan mutu beton terdiri atas K, f'_c dan lain-lain, tetapi di Indonesia yang sering digunakan pada umumnya adalah K (Karakteristik).

Mutu beton K ini menyatakan kuat tekan karakteristik minimum, misalnya mutu beton K250, maka kuat tekan karakteristik minimum beton tersebut adalah 250 kg/cm². Pada (Peraturan Beton Indonesia, Tahun 1971), jika benda uji atau sampelnya berbentuk kubus maka kekuatannya dinyatakan dengan K. Sedangkan

mutu beton $f'c$ misalnya beton dengan $f'c$ 25. Hal ini menunjukkan bahwa beton memiliki kuat tekan minimum sebesar 25 MPa. Satuan ini untuk mengatur kekuatan benda uji atau sampelnya berbentuk silinder.

Adapun rumus untuk mengkonversi satuan-satuan tersebut, yakni:

- a. Mutu beton K ke $f'c$

$$f'c = K \times 0,083$$

- b. Mutu beton $f'c$ ke K

$$K = f'c / 0,083$$

Keterangan:

$f'c$ = Kuat Tekan (MPa)

K = Kuat Tekan (Kg/cm²)

2.5 Slump beton

Berdasarkan (Badan Standardisasi Nasional, 1990) yang dimaksud dengan slump beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*)/ plastisitas dan kohesif dari beton segar. Tujuan dari pengujian slump adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*) yang dinyatakan dalam nilai tertentu. Slump didefinisikan sebagai besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat (Tri Hardagung, Harnung, Adi Sambowo, dan Gunawan, 2014).

Nilai slump dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi fas maka nilai slump akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen, sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai slump lebih tinggi. Semakin besar nilai *slump test* berarti adukan beton semakin mudah dikerjakan.

Adapun standar nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton dapat dilihat berdasarkan tabel berikut:

Tabel 5 Standar nilai *slump*

Uraian	Slump	
	Maximum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0

Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

Sumber : (Iskandar, Darmansyah Tjitradi, 2005)

2.6 Perawatan Basah (*Wet Curing*)

Wet curing merupakan metode perawatan beton dengan menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor. Selain dengan mekanisme di atas pekerjaan perawatan dengan *wet curing* ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

1. Menaruh beton segar dalam ruangan lembab
2. Menaruh beton agar dalam genangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
5. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
6. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*

Perawatan beton dimaksudkan memelihara kelembaban dan suhu beton selama masa tertentu segera setelah beton selesai di cor, sehingga sifat-sifat beton yang diinginkan dapat berkembang dengan baik. Perawatan beton sangat penting untuk mencegah hilangnya sebagian air akibat panas hidrasi sehingga hidrasi tidak terganggu. Kehilangan air yang cepat akan menyebabkan beton menyusut, terjadi tegangan tarik pada beton yang sedang mengering sehingga dapat menimbulkan retak. Jadi perawatan perlu dilakukan untuk mengisi pori-pori kapiler dengan air, karena hidrasi yang terjadi didalamnya, yang dalam pengujian ini menggunakan perawatan basah (*wet curing*).

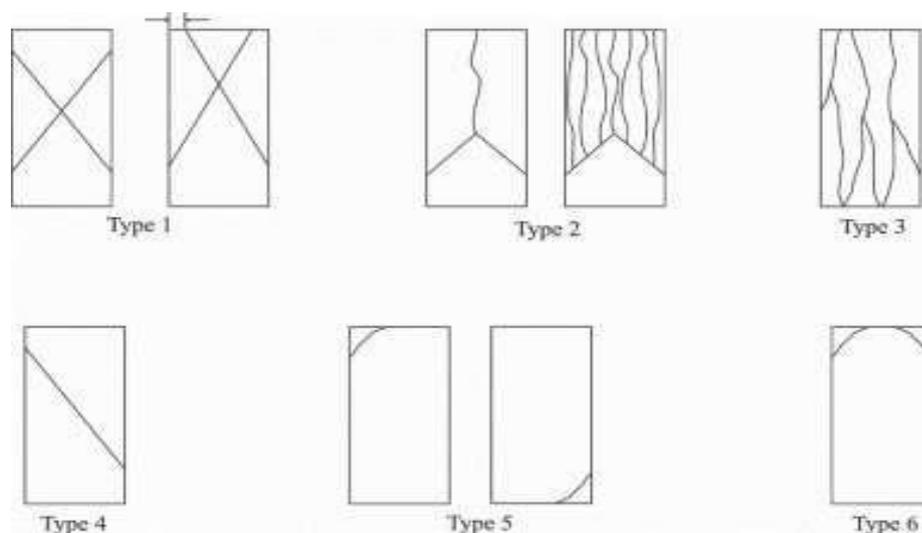
Menurut A.M. Neville (2002), ada empat hal yang mempengaruhi proses penguapan yang dapat menyebabkan kehilangan air pada beton, yaitu:

1. Kelembaban relatif. Semakin besar nilai kelembaban relatif, maka semakin sedikit kehilangan air yang terjadi.
2. Temperatur udara dan beton. Temperatur udara dan beton sangat mempengaruhi proses penguapan yang terjadi pada beton. Semakin tinggi temperatur maka kehilangan air yang terjadi semakin banyak.
3. Kecepatan udara. Proses penguapan juga dipengaruhi oleh adanya angin. Kecepatan angin yang besar akan mempercepat proses penguapan yang terjadi
4. Temperatur beton. Perbedaan diantara temperatur udara dan beton juga mempengaruhi terhadap kehilangan air.

2.7 Pola Retak Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 *Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* tahun 2014 terbagi atas beberapa tipe, yaitu sebagai berikut:

1. Pola retak kerucut (*cone*)
2. Pola retak kerucut dan belah (*cone and split*)
3. Pola retak memanjang (*columnar*)
4. Pola retak geser (*diagonal*)
5. Pola retak sisi atas dan bawah (*side fractures at top and bottom*)
6. Pola retak sama tipe 5 tetapi dengan retak sisi atas pada titik tengah (*similar to type 5 but end of cylinder is pointed*)



Gambar 11 Pola retak beton
Sumber: ASTM C39/C39M-1

2.8 Penelitian Terkait

Tabel 6 Penelitian terkait

JUDUL	TAHUN	PENELITI	HASIL PENELITIAN
STUDI VARIASI PENAMBAHAN SERAT KARET BAN BEKAS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN FAKTOR AIR SEMEN 0,5.	2019	R. Dedi Kurnia, Iskandar Azis & Faisal	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan yang diperoleh untuk tiap variasi 0%, 0,5%, 0,75%, dan 1% masing- masing adalah 31,33 MPa, 30,79 MPa, 30,51 MPa, dan 29,65 MPa. - Pengujian kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 0%, dan terendah pada variasi 1%. - Masing-masing variasi penambahan serat ban bekas melampaui kuat tekan yang diisyaratkan.
PENGARUH PERBEDAAN UKURAN KARET BAN BEKAS TERHADAP SIFAT MEKANIK	2020	Multilawati Nasution, Akhmad Aminnulah, Bambang Suhendro.	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata dengan nilai tertinggi di dapatkan pada beton standar (0%) pada umur 7 hari yaitu 22,040 MPa, dan pada umur 28 hari yaitu 27,949 MPa.

JUDUL	TAHUN	PENELITI	HASIL PENELITIAN
PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI CACAHAN LIMBAH KARET BAN SEPEDA MOTOR TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL	2022	Hermansyah, Dedy Darmawansyah, Afri Budianto.	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan yang diperoleh untuk tiap variasi 0%, 1%, 2%, dan 3% masing- masing pada umur 7 hari ialah 19,97 MPa, 22,232 MPa, 24,364 MPa, dan 20,25 MPa, dan masing-masing pada umur 28 hari ialah 22,345 MPa, 24,326 MPa, 28,478 MPa, dan 23,232 MPa. - Hasil pengujian kuat tekan mengalami peningkatan optimum dengan variasi penambahan cacahan limbah ban sepeda motor 2% pada pengujian umur 7 hari dengan kuat tekan 24,364 MPa, dan pada pengujian umur 28 hari dengan kuat tekan 28,478 MPa.