

SKRIPSI

**PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH KANTONG PLASTIK
(*HDPE*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN
METODE *DRY CURING***

Disusun dan diajukan oleh:

FITRI JUNARTI

D051181012



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Pengaruh Substitusi Limbah Kantong Plastic (HDPE) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode Dry Curing”

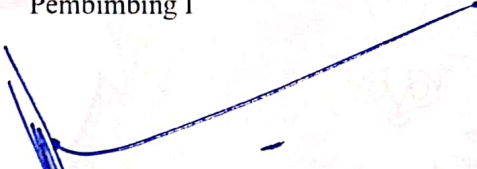
Disusun dan diajukan oleh

Fitri Junarti
D051181012


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 13 Februari 2023

Menyetujui

Pembimbing I


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

Pembimbing II


Dr. Imriyanti, ST., MT
NIP. 19730208 200604 2 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Arsitektur


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : FITRI JUNARTI

NIM : D051181012

Program Studi : ARSITEKTUR

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Pengaruh Substitusi Limbah Kantong Plastik *HDPET* Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode *Dry 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 penerbitannya. 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 untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa 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, 21 Februari 2023

Yang Menyatakan



FITRI JUNARTI

ABSTRAK

Pengaruh Substitusi Limbah Kantong Plastik HDPE Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Metode *Dry Curing*

Fitri junarti¹, Nasruddin², Imriyanti³

^{1,2,3} Labo, Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Beton merupakan salah satu material bangunan yang memiliki banyak keunggulan dibanding dengan material konstruksi lainnya. Oleh karena itu muncul berbagai inovasi untuk meningkatkan kualitas dan mutu beton. salah satunya dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Penggunaan kantong plastik ini dikarenakan produksi limbah kantong plastik yang dihasilkan cukup besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian agregat halus dari limbah kantong plastik jenis *HDPE* dengan beberapa variasi substitusi yaitu 0.00% (beton normal), 0.50%, 0.70%, dan 0.90%. Sampel yang digunakan adalah silinder ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggantian sebagian agregat halus dengan limbah kantong plastik *HDPE* mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton. Adapun nilai kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi substitusi limbah kantong plastik *HDPE* 0.0% (normal), 0.50%, 0.70% dan 0.90% berturut-turut sebesar 15.12 Mpa, 17.92 Mpa, 15.55 Mpa, dan 15.69 Mpa. Nilai optimum dicapai pada substitusi limbah kantong plastik *HDPE* pada campuran beton yaitu 0.66% dengan nilai 19.71 Mpa.

Kata kunci : Plastik *HDPE*, Kuat Tekan Beton, *Dry Curing*

ABSTRACT

Effect of Substitution of HDPE Plastic Bag Waste on Concrete Compressive Strength with the Dry Curing Method

Fitri junarti¹, Nasruddin², Imriyanti³

^{1,2,3} Labo, Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Concrete is a building material that has many advantages compared to other construction materials. Therefore, various innovations emerged to improve the quality and quality of concrete. one of them is by utilizing plastic waste as an added ingredient in the concrete mix. The use of plastic bags is due to the large amount of plastic bag waste produced. This study aims to determine the effect of replacing some of the fine aggregate from waste HDPE plastic bags with several substitution variations, namely 0.00% (normal concrete), 0.50%, 0.70%, and 0.90%. The sample used is a cylinder with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. This type of research used is quantitative research with experimental methods. From the results of research that has been done, the replacement of some of the fine aggregate with HDPE plastic bag waste can increase the compressive strength of concrete. The compressive strength value of concrete aged 28 days with variations of substitution of HDPE plastic bag waste 0.0% (normal), 0.50%, 0.70% and 0.90% respectively 15.12 Mpa, 17.92 Mpa, 15.55 Mpa and 15.69 Mpa. The optimum value was achieved in the substitution of HDPE plastic bag waste in the concrete mixture, namely 0.66% with a value of 19.71 Mpa.

Kata kunci : *HDPE Plastic, Concrete Compressive Strength, Dry Curing*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim...

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Adapun judul penelitian ini adalah “**Pengaruh Substitusi Limbah Kantong Plastik (HDPE) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode *Dry Curing***”.

Selesainya skripsi penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada:

1. Kedua orang tua, saudara dan keluarga yang telah banyak membantu dengan memberikan dorongan dan dukungan dari segi moril, materi, waktu serta kasih sayang melalui untaian doa yang tiada hentinya.
2. Bapak Dr. H. Edward Syarif, ST., MT, ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Eng. Nasruddin, ST., MT, selaku pembimbing 1 dan Ibu Dr. Imriyanti, ST., MT. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing, memberi saran, ide dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT, dan Ibu Pratiwi Muhsar, ST., MT, selaku dosen penguji. Yang telah memberi koreksi dan saran didalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. M. Yahya, ST., M.Eng, selaku pembimbing akademik atas masukan dan nasehat selama masa studi penulis.
6. Kakak A. Dian Mega Tenripada, S.Ars selaku staf laboran pada Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan dukungan serta kerja samanya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan lancar.

7. Para dosen, staf dan karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bantuan dan dukungan yang senantiasa penulis terima dari waktu ke waktu.
8. Teman-teman seperjuangan Fitra Aulia Ramadhani dan Rasmi M. yang telah meluangkan waktu untuk menemani penulis dan kesempatannya untuk bertukar pikiran dari awal sampai akhir penelitian ini.
9. Teman-teman saya Dian Ashari, Andi Indah Wahyuni, Princensia Suryani Matandung, Nanda Aulia, Musfira Rusdi, serta teman-teman LBE Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan memberi masukan dalam penyusunan skripsi ini.
10. Kak Gufran, kak Ulfa, kak Ayuni serta teman saya Muh. Rizal, Ahmad Ridha Arsyad, dan Muh. Alim yang telah meluangkan waktu dalam proses pencampuran beton.
11. Teman-teman Mahasiswa Arsitektur angkatan 2018 yang telah memberi dukungan moril bagi penulis.
12. Sepupu saya Syamsinar.S, S.Pd yang selalu mendorong dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian skripsi penelitian ini.
13. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materiil maupun inmateriil.

Semoga segala bantuan yang tidak ternilai harganya ini mendapat imbalan di sisi Allah SWT. sebagai amal ibadah Aamiin.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. Akhir kata semoga skripsi penelitian ini dapat bermanfaat.

Gowa, 07 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
1.7 Keaslian Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Beton	7
2.2 Plastik HDPE (Kantong plastik)	16
2.3 Kuat Tekan Beton	20
2.4 Metode Perawatan Beton	22
2.5 Pola Retak Beton.....	24
2.6 Penelitian Terdahulu Yang Relevan.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Jenis Penelitian.....	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.3 Variabel Penelitian	29
3.4 Sumber Data.....	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	31

3.6 Teknik Analisa Data.....	31
3.7 Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.8 Tahap dan Prosedur Penelitian.....	34
a. Tahap Persiapan.....	34
b. Tahap Mengolah Limbah Kantong Plastik	34
c. Tahap Pemeriksaan Bahan.....	34
d. Tahap Perhitungan Mix Design	40
e. Tahap Pembuatan Beton Segar (Benda Uji)	44
f. Tahap Pengujian Slump	45
g. Tahap Pencetakan Benda Uji.....	45
h. Tahap Perawatan Benda Uji.....	46
i. Tahap Pengujian Benda Uji	46
j. Tahap Analisis Data.....	47
k. Simpulan Penelitian	48
l. Diagram Alur Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1. Pengaruh substitusi limbah kantong plastik HDPE terhadap kuat tekan beton	50
4.2 Nilai Optimum Kuat Tekan Beton	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Penelitian terkait dengan judul penelitian.....	5
Tabel 2.1 batas Gradasi Agregat Halus.....	13
Tabel 2.2 batas gradasi agregat kasar.....	14
Tabel.2.3 Karakteristik Plastik HDPE	18
Tabel 2.4 Karakteristik Agregat Halus.....	19
Tabel 2.5. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton.....	22
Tabel 2.6 Penelitian terdahulu yang relevan	25
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	29
Tabel 3.2 Jumlah Benda Uji.....	29
Tabel 3.3 Coding Benda Uji Dalam Penelitian	30
Tabel 3.4. Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum	42
Tabel 3.5. Kebutuhan Semen Minimum	43
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Analisis Berat Jenis Dan Penyerapan Dari Agregat Kasar (batu pecah).....	51
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume Dari Agregat Kasar (batu pecah).....	51
Tabe 4.3 Batas Gradasi Agregat Kasar	52
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Dari Agregat Kasar	52
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air Agregat Kasar	53
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Dari Agregat Kasar (Batu Pecah)..	54
Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Jenis Dan Penyerapan Dari Agregat Halus (Pasir).....	55
Tabel 4.8 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat halus (pasir) .	55
Tabel 4.9 Gradasi Agregat Halus	56
Tabel 4.10 hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus	56
Tabel 4.11 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat Halus	57
Tabel 4.12 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur Agregat Halus.....	58
Tabel 4.13 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat Halus Limbah Kantong Plastik	59
Tabel 4.14 Hasil Gradasi Agregat Halus Limbah Kantong Plastik	59
Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Kasar	60

Tabel 4.16 Rekapitulasi uji Agregat Halus Pasir	61
Tabel 4.17 Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Halus Dari Limbah Kantong Plastik.....	61
Tabel 4.18 Perbedaan Fisik Agregat Halus (pasir) dan Agregat Halus dari Limbah Kantong Plastik	62
Tabel 4.19 Perincian Kebutuhan Material	63
Tabel 4.20 Proporsi campuran dengan angka keamanan 15%	63
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Slump Dapat Dilihat Pada Tabel Berikut	68
Tabel 4.22 Berat Satuan Sampel Beton Umur 28 Hari	69
Tabel 4.23 Hasil Uji Tekan Beton Umur 7 Hari	72
Tabel 4.24 Hasil Uji Tekan Beton Umur 14 Hari	73
Tabel 4.25 Hasil Uji Tekan Beton K-175 Umur 28 Hari	75
Tabel 4.26 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kantong Plastik HDPE.....	18
Gambar 2.2 Pola Retak Beton.....	24
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Kasar	53
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Halus	57
Gambar 4.3 Grafik Gradasi Agregat Halus Limbah Plastik <i>HDPE</i>	60
Gambar 4.4. a. Proses Melelehkan Limbah Kantong Plastik <i>HDPE</i> b. Limbah Plastik yang telah dilelehkan dan telah didiamkan	64
Gambar 4.5. Proses Menghancurkan Lelehan Plastik Yang Telah Padat	64
Gambar 4.6 a. Proses Substitusi Agregat Limbah Kantong Plastik, b. Proses Pencampuran Material Menggunakan Hand Mixer	65
Gambar 4.7. Mengolesi Cetakan Pipa PVC Dengan Oli	65
Gambar 4.8. a. Uji Slump Beton Segar b. Pengisian Beton Kedalam Cetakan Dan Penggetaran Beton (Vibrator)	66
Gambar 4.9 Beton Segar Didiamkan Selama Kurang Lebih 48 Jam	66
Gambar 4.10 Beton Yang Siap Dikeluarkan Dari Cetakan.....	66
Gambar 4.11 Proses Perawatan (<i>Dry Curing</i>) Dan Pemberian Kode Pada Sampel	67
Gambar 4.12 Permukaan Pasir Menggunakan Mikroskop binocular, dengan pembesaran 100x	68
Gambar 4.13 Permukaan Agregat Dari Plastik Menggunakan Mikroskop binocular, dengan pembesaran 100x.....	69
Gambar 4.14 Grafik hubungan Persentase Substitusi Limbah Kantong Plastik Terhadap Berat Beton	70
Gambar 4.15 Mengukur Diameter dan Tinggi Sampel	71
Gambar 4.16 Pemberian Kode Sampel dan Menimbang Berat Sampel	71
Gambar 4.17 Menguji Kuat Tekan Sampel dengan UTM	71
Gambar 4.18 Grafik Persentase Substitusi Limbah Kantong Plastik HDPE Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	72
Gambar 4.19 Grafik Persentase Substitusi Limbah Kantong Plastik <i>HDPE</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	74
Gambar 4.20 Grafik Persentase Substitusi Limbah Kantong Plastik <i>HDPE</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	75

Gambar 4.21 Grafik Persentase Substitusi Limbah Kantong Plastik <i>HDPE</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 7,14 dan 28 Hari	77
Gambar 4.22 a. Penampang variasi 0.0% <i>HDPE</i> , b. Penampang variasi 0.50% <i>HDPE</i>	77
Gambar 4.23 a. Penampang variasi 0.70% <i>HDPE</i> , b. Penampang variasi 0.90% <i>HDPE</i>	78
Gambar 4.24 Tipe Pola Retak Beton Uji	79
Gambar 4.25 Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton	79
Gambar 4.26 Grafik Analisis Regresi Polinomial kadar optimum Substitusi Limbah Kantong Plastik <i>HDPE</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	80

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik merupakan suatu bahan yang sangat mudah ditemukan di masyarakat dan merupakan bahan yang membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai sehingga dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dan didaur ulang dengan baik. Oleh karena itu peneliti mencoba untuk mendaur ulang plastik tersebut dengan menjadi bahan tambah dalam pembuatan beton. Penggunaan kantong plastik ini dikarenakan produksi limbah kantong plastik yang dihasilkan cukup besar. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengakui bahwa pada 2020 total produksi sampah nasional telah mencapai 67,8 juta ton. Artinya, ada sekitar 185.753 ton sampah setiap harinya dihasilkan oleh 270 juta penduduk. Atau setiap penduduk memproduksi sekitar 0,68 kilogram sampah per hari (Kemdikbud.go.id, 2021). Sampah plastik sulit didegradasi oleh alam, butuh waktu yang lama agar dapat terurai kembali. Jika limbah plastik dibiarkan dan tidak dimanfaatkan, hal ini dapat berdampak terhadap meningkatnya limbah padat yang dibuang ke lingkungan.

Perkembangan konstruksi di zaman sekarang ini bisa dikatakan sangat pesat. Gedung tinggi atau bangunan pencakar langit menjadi salah satu bangunan yang gencar untuk didirikan. Di Indonesia sendiri sedang gencar-gencarnya untuk membangun bangunan pencakar langit, di mana Indonesia telah tercatat sebagai peringkat keempat di dunia soal membangun gedung pencakar langit (Sindonew.com, 2017). Mengenai bangunan atau gedung, erat kaitannya dengan material-material yang digunakan. Pada umumnya material yang digunakan pada pembangunan terutama pada bangunan pencakar langit yaitu menggunakan material beton, baik itu beton siklop, beton ringan, beton bertulang, beton serat, dsb. Beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api. Selain itu, kelebihan beton lebih menonjol dibandingkan bahan konstruksi yang lain yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi. Oleh karena itu muncullah berbagai inovasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mutu beton. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan tambah dalam campuran beton, baik itu organik maupun non organik. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini

digunakan bahan tambah non organik untuk campuran agregat halus yakni limbah kantong plastik *HDPE*. Sehingga pada kesempatan ini, peneliti mencoba menjadikan limbah kantong plastik sebagai bahan tambah beton dengan berjudul “Pengaruh Substitusi Limbah Kantong Plastik *HDPE* Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode *Dry Curing*”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan, maka sebagai masalah pokok yang dijadikan kajian penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh substitusi limbah kantong plastik *HDPE* pada agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan variasi 0.0%, 0.50%, 0.70%, dan 0.90% pada masing-masing umur beton 7, 14, dan 28 hari dengan metode *dry curing*?
2. Berapa nilai optimum kuat tekan beton dengan substitusi limbah kantong plastik *HDPE* pada agregat halus variasi 0.0%, 0.50%, 0.70% dan 0.90% ?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh substitusi limbah kantong plastik *HDPE* pada agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan variasi 0.0%, 0.50%, 0.70%, dan 0.90% pada masing-masing umur beton 7, 14, dan 28 hari dengan metode *dry curing*.
2. Untuk mengetahui nilai optimum kuat tekan beton dengan substitusi limbah kantong plastik *HDPE* pada agregat halus variasi 0.0%, 0.50%, 0.70%, dan 0.90%.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan sumbangan pemikiran bagi penelitian selanjutnya dan sebagai bahan referensi yang diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan bagi pembaca.
2. Memberikan hasil tentang pengaruh variasi substitusi limbah kantong plastik *HDPE* terhadap kuat tekan beton dengan metode perawatan *dry curing*.

3. Menjadikan limbah kantong plastik *HDPE* sebagai limbah yang bermanfaat serta mengurangi dampak negatif bagi lingkungan.

1.5. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini, maka diperlukan batasan-batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan agregat kasar dan halus yang berasal dari daerah Gowa. Semen yang digunakan adalah Portland Cement (PC) tipe I yang berasal dari daerah Gowa.
2. Limbah kantong plastik *HDPE* yang digunakan adalah limbah kantong plastik yang dikumpulkan dari berbagai penghasil limbah kantong plastik di kota Enrekang.
3. Standar pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).
4. Rencana campuran beton menggunakan cara DOE (*Development Of Enviroment*).
5. Variasi substitusi limbah kantong plastik yang di gunakan untuk campuran agregat halus pada beton adalah 0.0%, 0.50%, 0.70%, dan 0.90%.
6. Penelitian ini menggunakan metode perawatan *dry curing*.
7. Pengujian kuat tekan beton dengan substitusi limbah kantong plastik menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Sampel silinder diameter 10cm dan tinggi 20cm sebanyak 36 buah dengan jumlah sampel beton masing-masing 3 buah untuk variasi umur 7, 14, dan 28 hari.
8. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruks Bangunan, Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.
9. Tidak membahas secara detail mengenai reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan-bahan yang digunakan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan serta kerangka isi. Dalam penelitian ini

sistematika penulisan disusun dalam lima bagian yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang tinjauan pustaka mengenai beton, material pembuatnya, bahan pengganti pada pasir beton berupa kantong plastik *HDPE*, serta definisi tentang tinjauan empiris terkait penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini menyajikan bahasan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, variabel penelitian, metode pengambilan data, metode analisis data, dan alur penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan hasil dan analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik.

BAB V. PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisis masalah serta saran-saran yang diusulkan.

1.7. Keaslian Penelitian

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, penulis menemukan 3 judul penelitian tentang penggunaan material yang berkaitan dengan jenis plastik *HDPE* sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Tabel perbandingan dengan penelitian terdahulu adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1. Penelitian terkait dengan judul penelitian

PENELITI	Erwin Rommel	Dantje A. T. Sina I Made Udiana Bernad D. Da Costa	Erwin Rommel Yunan Rusdianto Anita Kurniati	Fitri Junarti
TAHUN PENELITIAN	2013	2012	2014	2022
JUDUL PENELITIAN	Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik	Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik Jenis <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i> Pada Kuat Lentur Beton	Pengaruh Penggunaan Serat <i>HDPE</i> Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton	Pengaruh Substitusi Limbah Kantong plastik (<i>HDPE</i>) Terhadap Kuat Tekan Beton

<p>VARIABEL PENELITIAN</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji silinder (15 cm x 30 cm) berjumlah 135 buah - Jenis plastic HDPE berasal dari limbah botol plastic. - Metode pembuatan agregat kasar plastic dengan pemanasan/dilelehkan - Metode perawatan <i>Dry Curing</i> - Tidak menggunakan variasi penambahan - Pengujian kuat tekan beton 	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji balok (15 cm x 15 cm x 60 cm) - Variasi penambahan cacahan limbah plastik jenis HDPE yaitu 0%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90%. - Metode pembuatan/ penambahan dengan mencacah botol plastic berukuran panjang 15cm dan lebar 20cm. - Metode perawatan mengacu pada SNI 03-2493-1991. - Pengujian kuat lentur beton. 	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji silinder (15 cm x 30 cm) berjumlah 33 buah. - Variasi penambahan serat plastic HDPE yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10%. - Metode pembuatan / penambahan plastic dengan mencacah gelas plastic berukuran panjang 2,5 cm dan lebar 0,5 cm. - Pengujian kuat tarik beton. - Tidak di uraikan metode perawatan betin 	<ul style="list-style-type: none"> - Benda uji silinder 10 cm x 20 cm berjumlah 36 buah. - Variasi penambahan limbah kantong plastic 0.0%, 0.50%, 0.70%, dan 0.90% - Metode pembuatan/ penambahan agregat halus dengan cara dilelehkan/ pemanasan limbah kantong plastic. - Pengujian kuat tekan beton. - Metode perawatan beton dengan <i>Dry Curing</i>.
-----------------------------------	--	--	---	---

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil/batu buatan atau jenis agregat lainnya) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu (Samekto dan Rahmadiyanto, 2001). Menurut SNI-03-2847-2002 beton adalah campuran dari agregat halus, agregat kasar, semen Portland dan air dengan atau tanpa tambahan yang membentuk massa padat. Material beton memiliki sifat yang mirip dengan bebatuan dan batu bata, baik dari berat jenisnya yang tinggi, kuat tekan yang sedang, maupun kuat tariknya yang kecil. Dalam mendesain campuran beton, kita harus merancang dan merencanakan perbandingan campuran yang tepat sesuai dengan komposisi unsur pembentukan beton yaitu agregat kasar + Agregat halus (60% - 80%), semen (7% - 15%), air (14% - 21%), dan udara (1% - 8%).

1. Karakteristik Beton

Jenis beton cukup beragam berdasarkan karakteristik yang dimiliki. Pada umumnya, beton dapat dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan tingkat kepadatan dan kekuatan beton yang dihasilkan. 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.

Berikut ini beton dan jenis-jenisnya yang didasarkan pada kekuatannya yang dibagi menjadi 3 jenis:

a. **Beton kelas I**

Ini adalah beton yang banyak dipakai untuk konstruksi non structural. Implementasinya pada umumnya mudah dan tidak membutuhkan pengawasan khusus. Control dan pengawasan pada jenis ini ialah ditekankan pada kualitas bahan dan proses pembuatannya.

b. Beton kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Yang termasuk dalam beton kelas II adalah beton dengan mutu K-125, K-175, dan K-225. Pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan-bahan dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan secara kontinu.

c. Beton kelas III

Selanjutnya ada beton kelas III adalah beton yang khusus digunakan untuk pekerjaan structural. Kualitas beton harus lebih tinggi dari K225. Untuk implementasinya membutuhkan keterampilan khusus dan dilakukan di bawah pengawasan para ahli.

Bahan beton tidak jauh berbeda dari beton pada umumnya. Hasil dari beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus, agregat kasar, seperti pasir, kerikil/batu apung. Campuran ditambahkan dengan semen dan air agar mampu melekat sempurna. Penambahan ini membantu proses pengerasan beton. Untuk lebih jelasnya, berikut penjabaran masing-masing karakteristik beton di atas:

a. Kuat tekan

Kuat tekan disebut pula dengan istilah *Compressive Strength*. Untuk memastikan kualitas beton, maka uji kuat beton ini dilakukan saat usia beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Tahap ini memakai mesin uji tekan. Caranya dengan memberikan beban pada beton hingga beton tersebut runtuh dan hancur. Kuat tekan inilah yang menunjukkan kekuatan maksimum yang mampu dihasilkan oleh beton.

b. Permeabilitas beton

Pada beton dan jenis-jenisnya perlu pula diukur permeabilitasnya. Permeabilitas adalah kemampuan pori-pori pada beton untuk bisa dilalui oleh air. Uji permeabilitas berguna untuk mengetahui pengaruh dari variasi semen dan agregat yang dipakai dalam pembuatan beton. Semuanya bermanfaat untuk mengetahui daya serap, saluran kapiler, dan juga ketahanan beton terhadap pembekuan dan daya angkatnya.

c. Densitas

Densitas berguna untuk mengukur kepadatan beton. Untuk mengukurnya maka memakai perbandingan massa dan juga volume material yang diukur. Metode Archimedes sering dipakai dalam proses perhitungan ini.

d. Absorbs atau daya serap air

Proses untuk mengetahui karakteristik beton dan jenis-jenisnya ini sangat penting. Secara singkat, daya serap air ini menggambarkan kemampuan untuk menyerap air ketika beton tersebut di rendam ke dalam air. Pengukuran selesai ketika sudah memasuki massa jenuh atau ketika beton sudah tidak bisa menyerap air lagi.

2. Material Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi oleh sejumlah bahan penyusunnya (Nawy, 1990). Bahan penyusun beton merupakan hal penting dalam menghasilkan beton yang berkualitas. Dengan pemilihan bahan-bahan pembentukan beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton yang baik, serta pemilihan bahan tambah yang sesuai dengan takaran optimum yang diperlukan ini lah yang dapat menghasilkan beton yang berkualitas. Bahan penyusun beton terdiri atas semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah (*admixture*) jika diperlukan. Untuk pembuatan beton yang baik, bahan-bahan tersebut harus melalui tahap penelitian yang sesuai standar penelitian yang baku sehingga didapat bahan yang berkualitas baik untuk campuran beton.

a. Semen

Semen adalah jenis bahan yang memiliki sifat adhesi (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padu. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar menjadi suatu massa yang kompak, padat dan kuat. Selain itu semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-ronga diantara butiran agregat. Semen yang dimaksud dalam konstruksi beton adalah bahan yang mengeras jika bereaksi dengan air dan lazim dikenal dengan semen hidraulik (*hydraulic cement*).

Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen Portland (*portland cement*). Semen Portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dikategorikan sebagai semen ramah lingkungan dan digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi. Pada semen Portland (PC) yang sering digunakan pada suatu konstruksi, memiliki kandungan didalamnya, antara lain:

- 1) Kapur (CaO) memiliki kandungan sebesar 60% -65%.
- 2) Silika (SiO₂) memiliki kandungan sebesar 20% - 25%.
- 3) Oksida besi dan aluminium (Fe₂O₃ dan Al₂O₅) memiliki kandungan sebesar 7% - 12%.

Berdasarkan (SNI-15-2049-2004) semen portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan penggunaannya yaitu:

1) Jenis I

Yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2) Jenis II

Yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

3) Jenis III

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

4) Jenis IV

Yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

5) Jenis V

Yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Senyawa-senyawa kimia dari semen portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu di pelajari.

b. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar dan beton (Samekto, 2001). Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Mengingat bawa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Agregat yang dapat dipakai harus memenuhi syarat-syarat (Tjokrodimulyo, 1992):

- 1) Kerikil harus merupakan butiran yang keras dan tidak berpori.
- 2) Agregat harus bersih dari unsur organik.
- 3) Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering.
- 4) Kerikil mempunyai bentuk yang tajam.

Umumnya agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus :

- 1) Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).
- 2) Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976). Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih kasar dari 4.8 mm. sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4.8 mm.

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

a) Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi berupa pasir. Agregat halus merupakan agregat yang lolos ayakan 4.75 mm. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu:

- Pasir Galian

Pasir dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

- Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butri menjadi agak kurang baik.

- Pasir laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

- 1) Mempunyai butiran yang halus.
- 2) Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- 3) Tidak mengandung zat organik lebih dari 0.5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3.0 atau lebih.
- 4) Gradasi yang baik dan teratur.

Tabel 2.1 batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	90-100
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	5-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SK SNI 03-2847-2002

b) Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran lebih dari 4.75 mm dan ukuran maksimumnya 40 mm. Agregat ini harus memenuhi syarat kekuatan, bentuk, tekstur maupun ukuran. Agregat kasar yang baik bentuknya bersudut dan pipih (tidak bulat/blondos). Menurut PBI 1971 Bab 3.4. agregat kasar/split harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Kerikil yang berpori akan menghasilkan beton yang mudah ditembus air. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butirannya tidak melebihi 20% berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar tersebut harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.

- 2) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% apabila lebih dari 1% maka agregat harus dicuci terlebih dahulu.
- 3) Tidak mengandung zat-zat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif dengan alkali.
- 4) Kekerasan dari butir-butir agregat diperiksa dengan bejana penguji dari Rudelhof, atau dengan mesin pengaus Los Angeles dimana tidak boleh kehilangan berat lebih dari 50%.
- 5) Terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya atau bergradasi baik.
- 6) Besar butiran maksimum tidak boleh lebih dari $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ tebal pelat, atau $3/4$ dari jarak bersih minimum antar tulangan yang ada.
- 7) Sifat agregat sangat mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus lebih bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen.

Tabel 2.2 batas gradasi agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat Ayakan		
	4.8-38	4.8-19	4.8-9.6
38	95-100	100	100
19	35-100	95-100	100
9,6	10-40	30-60	80-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber : SNI 03-2834-1993

c. Air

Air merupakan bahan yang sangat di perlukan dalam membuat beton yang berfungsi agar terjadi proses reaksi antara semen dan air untuk membasahi agregat dan memudahkan proses pengerjaan beton. Proporsi air dalam campuran

beton harus diperhatikan. Apabila proporsi air yang digunakan sedikit maka proses hidrasi antara semen dan air tidak seluruhnya selesai, sehingga menyebabkan kelemahan beton kurang dan akan menyulitkan dalam proses pengerjaan. Sedangkan apabila proporsi air terlalu banyak akan menyebabkan gelembung-gelembung air setelah proses proses hidrasi selesai dan menyebabkan kekuatan beton menjadi kurang. Proporsi air tersebut dinyatakan dengan istilah faktor air semen, yang dapat dihitung dengan membagi berat air dengan berat semen.

Menurut PBI 1971, syarat-syarat air untuk pekerjaan beton adalah:

- 1) Air untuk perawatan dan pembuatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
- 2) Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton dan atau tulangan.
- 3) Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam ayat (2) itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan campuran semen ditambah air tersebut dan dengan air suling. Air tersebut dapat dipakai apabila kekuatan tekan pada umur 7-28 hari paling sedikit adalah 90% dengan kekuatan tekan dengan menggunakan air suling pada umur yang sama.
- 4) Jumlah air yang digunakan untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

3. Kelebihan dan kekurangan beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut:

- a. Harga yang relative murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat.

- b. Termasuk bahan awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.
- c. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.
- d. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomii menjadi lebih murah.

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007), meskipun beton memiliki banyak kelebihan namun beton juga memiliki beberapa kekurangan antara lain:

- a. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam.
- b. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam.
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

2.2. Plastik HDPE (Kantong plastik)

Plastik sudah menjadi kebutuhan penting bagi manusia, terutama penggunaannya sebagai bahan pengemas. Hal tersebut disebabkan karena plastik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan pengemas lainnya. Plastik memiliki massa lebih ringan dibandingkan dengan massa gelas atau logam. Jenis plastik yang paling umum digunakan adalah *terephthalate*, *polipropilen*, *polistiren*, dan *polietilen (PE)*. Jenis plastik *PE* merupakan jenis plastik yang paling banyak dikonsumsi didunia dan 140 juta ton diproduksi setiap tahun (Clarinsa dan Sutoyo, 2021).

Polyethylene (PE) merupakan polimer yang tergolong dalam jenis *polyolefins* yang dibuat dengan polimerisasi etilena ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). *PE* umumnya dikategorikan dalam tiga golongan, yaitu *low density polyethylene (LDPE)*, *medium density polyethylene (MDPE)*, dan *high density polyethylene (HDPE)*. Untuk plastik *HDPE*, merupakan jenis plastik *PE* yang memiliki molekul lebih padat daripada *MDPE* dan *LDPE*. *HDPE* massanya lebih berat, lebih kuat, dan lebih keras daripada *LDPE*. Kerapatan massanya tinggi berkisar 0,93 – 0,97 g/cm³. Meskipun kerapatan massa *HDPE* hanya sedikit lebih tinggi dari *MDPE* dan *LDPE*, namun *HDPE* memiliki sedikit percabangan, memberikan kekuatan tarik antar molekul yang jauh lebih kuat daripada *LDPE*. *HDPE* dapat menahan suhu lebih tinggi (120 oC / 248 F untuk jangka pendek dalam suhu 110 oC / 230 F terus menerus). Karena kelebihan tersebut, jenis plastik *HDPE* banyak diproduksi sebagai tas belanja sekali pakai.

HDPE (High Density Polyethylene) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Menurut Hariana (2008), *HDPE* lebih keras dan bisa bertahan pada temperature tinggi (120°), *HDPE* sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya : kemasan deterjen, kemasan susu, tangki bahan bakar, kayu plastik, meja lipat, kursi lipat, kantong plastik, wadah pengangkut beberapa jenis bahan kimia, sistem perpipaan transfer panas bumi, Sistem perpipaan gas alam, pipa air, pembungkus kabel, papan luncur salju. *HDPE* bukan satu-satunya jenis plastik yang tahan korosi, tetapi bahan ini terhitung unggul dibandingkan berbagai produk sejenis. Plastik ini mampu menahan cuaca atau elemen seperti hujan dan kelembapan. Selain itu *HDPE* juga tahan terhadap pengaruh mineral dan bahan kimia seperti asam, mineral basa, detergen, cairan pembersih, dan sebagainya. Kepadatan materialnya membuat cairan tidak mudah meresap atau tembus.



Gambar 2.1 Kantong Plastik *HDPE*

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Henry Miller (2006) tentang penggunaan limbah plastik sebagai pengganti bahan baku beton, dapat diketahui bahwa limbah plastik dapat digunakan sebagai bahan alternatif campuran beton tanpa efek yang merugikan. Menurut Van Vlack, (1995) karakteristik HDPE adalah sebagai berikut :

Tabel.2.3 Karakteristik Plastik HDPE

Karakteristik	Unit	Nilai
1. Berat Jenis	g/cm^3	0.96
2. Kritalinitas	v/o	-50
3. Muai Panas	$^{\circ}C^{-1}$	120×10^{-6}
4. Daya Hantar Panas	$(watt/m^2)$ $(^{\circ}C/M)$	0.52
5. Kekuatan Tarik	Mpa	20-40
6. Modulus Young	Mpa	400-1200
7. Ketahanan panas terhadap pemakaian terus-menerus	$^{\circ}C$	80-120
8. Daya hantar 10 menit	$^{\circ}C$	120-125

Tabel 2.4 Karakteristik Agregat Halus

Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
1. Kadar lumpur (%)	0.2 - 6	ASTM C117
2. Kadar organik (warna)	<No. 3	ASTM C40
3. Kadar air (%)	3 -5	ASTM C566
4. Berat volume (kg/ltr)	1.4 – 1.9	ASTM C29
5. Resapan (%)	0.20 – 2.00	ASTM C128
6. Berat jenis spesifik (g/cm ³)	1.60 – 3.20	ASTM C128
7. Modulus kehalusan	2.2 – 3.1	ASTM C136

Sumber : Arman Setiawan, 2011

Berikut beberapa kelebihan dari plastik jenis *HDPE* dalam hal ini kantong plastik adalah:

- 1) *HDPE* memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap sebagian besar bahan kimia hidup dan industri. Ini dapat menahan korosi dan pembubaran oksidan kuat, garam asam-basa dan pelarut organik.
- 2) *HDPE* adalah non-higroskopis dan memiliki sifat uap tahan air yang baik, yang dapat digunakan untuk kelembaban-bukti dan anti-rembesan atau kemasan.
- 3) *HDPE* memiliki kinerja listrik yang baik, terutama kekuatan dielektrik isolasi tinggi, sehingga cocok untuk kawat dan kabel. Nilai berat molekul sedang hingga tinggi memiliki ketahanan dampak yang sangat baik pada suhu kamar dan bahkan pada suhu rendah -40f.
- 4) *HDPE* memiliki kemampuan mesin yang baik dan penyegelan panas.
- 5) *HDPE* memiliki sifat seperti kertas, persegi dan terbuka yang tinggi, dan 4-5 kali lebih keras dari film LDPE. Kekerasan permukaannya, kekuatan tarik, kekakuan dan kekuatan mekanis lainnya dekat dengan PP, dari ketangguhan PP.

6) *HDPE* tidak beracun dan tidak berbau. Ini juga dapat digunakan dalam bahan kemasan seperti makanan, pakaian dan pakaian rajut.

Selain memiliki kelebihan plastik *HDPE* juga memiliki beberapa kekurangan antara lain sebagai berikut:

- 1) Sifat ketahanan terhadap penuaan dan tekanan lingkungan tidak sebaik *LDPE*, terutama kinerjanya akan berkurang karena oksidasi termal. Oleh karena itu, polietilen densitas tinggi ditambahkan dengan anti oksidan dan penyerap uv untuk meningkatkan kekurangannya saat membuat lembaran plastik.
- 2) Transparansi rendah *HDPE*, penghalang buruk untuk oksigen dan gas lainnya.
- 3) Sulit untuk mencetak. Selama pencetakan, pelepasan permukaan harus dilakukan.

2.3. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satuan luas permukaan beton. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu pasta semen, volume rongga, agregat, dan *interface* (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu:

1. Nilai faktor air semen (FAS). Hubungan fas dengan kuat tekan beton adalah semakin rendah nilai fas maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton. Tetapi kenyataannya pada suatu nilai fas tertentu semakin rendah nilai fas maka kuat tekan beton akan rendah. Hal ini terjadi karena jika fas rendah menyebabkan adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai optimal yang menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.
2. Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.

3. Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan.
4. Umur beton. Semakin bertambah umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.
5. Perawatan. Yaitu hal yang sangat penting pada pekerjaan dilapangan dan pada pembauatan benda uji. Efisiensi dari perawatan, kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila pengeringan terjadi sebelum waktunya.
6. Jenis semen. Kualitas pada jenis-jenis semen memiliki laju kenaikan kekuatan yang berbeda.
7. Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.
8. Kualitas agregat. Kualitas agregat yang meliputi : gradasi, teksture permukaan, bentuk, kekuatan, kekakuan, dan ukuran maksimum agregat.

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh perbandingan agregat kasar, agregat halus dan air serta semen. Perbandingan air terhadap semen (w/c) merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah w/c, semakin tinggi kekuatan tekan.

Kekuatan tekan beton dapat ditentukan dengan uji tekan yang dapat dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder/kubus. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana, f_c merupakan kuat tekan benda uji (Mpa)

P merupakan besar beban maksimum (N)

A merupakan luas penampang benda uji (mm²)

Hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton menurut PBI-1971 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

Umur	Kuat Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan air semen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat semen, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian.

2.4. Metode Perawatan Beton

Curing merupakan suatu usaha perawatan beton setelah beton di cor yang wajib dilakukan, karena bertujuan untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti agar dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembapan yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak (Arman, 2018).

Menurut SNI 03-2847-2002, beton harus dirawat pada suhu diatas 10°C dan dalam keadaan lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran kecuali jika dengan perawatan dipercepat.

Hal-hal yang mempengaruhi proses penguapan yang dapat menyebabkan kehilangan air pada beton yaitu:

1. Kelembapan relative, semakin besar nilai kelembapan relative, maka semakin sedikit kehilangan air yang terjadi.
2. Temperature 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. Temperature beton. Perbedaan diantara temperatur udara dan beton juga mempengaruhi terhadap kehilangan air.

Metode dalam perawatan beton (Muharrahm, 2012) terdapat dua metode, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Dry Curing* (Perawatan Kering)

Dilakukan dengan memberikan selaput tipis yang di bentuk dari bahan kimia yang biasa disebut dengan membran curing. Membran curing adalah selaput penghalang yang terbentuk dari cairan kimia yang berguna untuk menahan penguapan air beton. Bahan kimia yang dipakai harus sudah mengering dalam waktu 4 jam setelah disemprotkan sehingga permukaan beton akan rata dan tidak berkerut dan tidak meninggalkan warna pada beton. Metode ini sering digunakan pada perkerasan jalan serta daerah yang sulit mendapatkan air serta untuk mempermudah pelaksanaan terutama untuk posisi yang vertikal dan memiliki lokasi yang sempit sehingga tidak memerlukan banyak tenaga kerja.

b. *Wet Curing* (Perawatan Basah)

Wet Curing adalah 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:

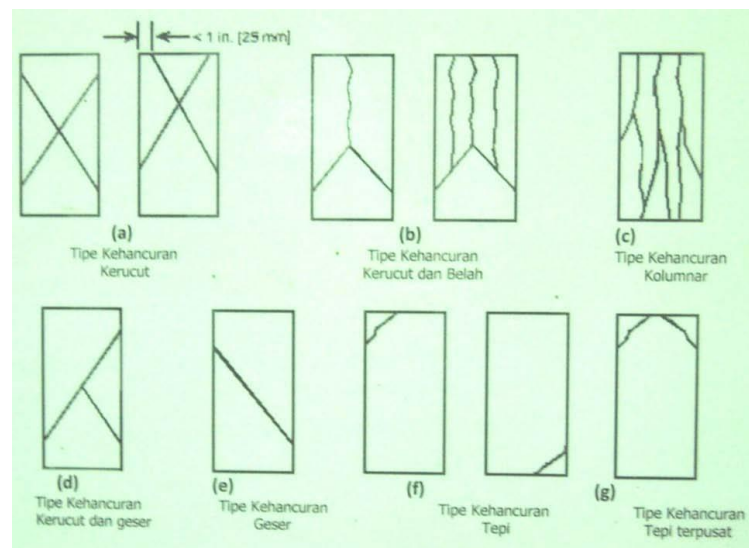
1. Menaruh beton segar dalam ruangan lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan air

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

2.5. Pola Retak Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 *Compressive Strength of Cylindrical Specimen* 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 down*)
6. Pola retak sama tipe 5 tetapi dengan retak sisi atas pada titik tengah (*similar to type 5 but and cylinder is ponted*)



Gambar 2.2 Pola Retak Beton
Sumber: ASTM C39/C39M-14

2.6. Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Tabel 2.6 Penelitian terdahulu yang relevan

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Analisis Pengaruh Penambahan Agregat Limbah Plastik PET Terhadap Kuat Tekan Beton	1. Masril 2. Jefry Rizaldo	2021	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan limbah plastic PET yaitu 0%, 5%, dan 10% terhadap volume agregat halus. Dari hasil penelitian didapatkan kuat tekan pada variasi 0% sebesar 14,5 MPa, variasi 5% sebesar 14,14 MPa, dan variasi 10% sebesar 17,05 MPa. Dari pengujian tersebut masing-masing persentase yang dibuat mengalami penambahan kuat tekan seiring dengan persentase jumlah limbah plastic PET yang ditambahkan pada campuran beton.

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Efektifitas Penggunaan Serat Plastik <i>Polypropylene</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	1. Fransisco Faldo 2. Mahfuz Hudori	2021	Penelitian dilakukan dengan variasi campuran serat polypropylene yaitu 1%, 2%, dan 3%. Pada variasi 1% mengalami penurunan kuat tekan beton yakni 438,86 kg/cm ² . Sedangkan pada variasi 2% mengalami peningkatan yakni 505,70 kg/cm ² . Namun pada variasi 3% mengalami penurunan yakni 330,31 kg/cm ² .
Pengaruh Tambahan Limbah Plastik HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125	1. Sari Utama Dewi 2. Rudi Purnomo	2016	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tambahan limbah plastic HDPE terhadap kuat tekan pada mutu beton K.125 dengan metode perawatan <i>Wet Curing</i> serta variasi penambahan plastic yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Dari hasil penelitian, pada variasi 10% dan 15% justru merusak/menurunkan kualitas beton. Tetapi pada variasi 5% justru selalu menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dari beton normal (variasi 0%).

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Penggunaan serat HDPE Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton	1. Erwin Rommel 2. Yunan Rusdianto 3. Anita Kurniati	2014	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan serat HDPE yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% dari volume campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat HDPE dapat meningkatkan nilai sisi kekuatan tarik. Ada tarik yang kuat disisi tingkat optimum dari 4% dengan kekuatan tarik 2,86 MPa meningkat sebesar 18% dari beton normal (0%) dengan kuat tarik 2,40 MPa.
Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis HDPE Pada Kuat Lentur Beton	1. Dantje A. T. Sina 2. I Made Udiana 3. Bernad D. Da Costa	2012	Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat lentur beton normal tanpa penambahan cacahan plastik (0%) sebesar 4,12 MPa, variasi (0,50%) sebesar 4,30 MPa meningkat 4,37% dari beton normal, sedangkan pada variasi (0,70%) kuat lentur beton sebesar 4,21 MPa meningkat 2,19% dari beton normal. Namun pada variasi (0,90%) kuat lentur beton sebesar 3,97 MPa menurun 3,64% dari beton normal.