

**KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH LIMBAH
PLASTIK BOTOL KEMASAN AIR MINUM *POLY ETHYLENE*
TEREPHTALATE MELALUI METODE *WET CURING***

SKRIPSI PENELITIAN



OLEH :

FIRDA HANIF AMALIA ROHMANA

D511 155 07

**DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Tambah Limbah Plastik Botol Kemasan Air Minum Melalui Metode Wet Curing”

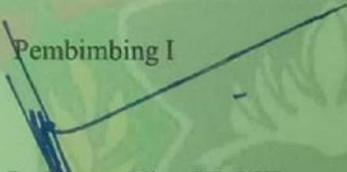
Disusun dan diajukan oleh

Firda Hanif Amalia Rohmana
D51115507

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 04 Juli 2022

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firda Hanif Amalia Rohmana

NIM : D51115507

Departemen : Arsitektur

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari saya terbukti atau tidak dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 6 Juli 2022

Yang menyatakan



FIRDA HANIF AMALIA ROHMANA

NIM. D51115507

ABSTRAK

Ada berbagai macam bahan atau material yang dapat digunakan sebagai suatu elemen struktur, beton banyak dipilih karena keawetan dan kemudahan perawatannya. Penambahan bahan tambah berbentuk serat pada beton berfungsi sebagai pencegahan retakan pada beton yang terlalu dini. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan adalah plastik berjenis poly ethylene terephthalat. Pada penelitian ini plastik yang digunakan berasal dari limbah plastik botol kemasan air mineral. Metode penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif dengan metode eksperimen laboratorium. Variasi penambahan bahan tambah serat plastik PET sebesar 0%, 0.2%, 0.3%, dan 0.4% dari berat semen dengan ukuran serat 0.2cm x 2.5cm. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan dengan menggunakan beton berbentuk silinder. Analisis data menggunakan deskriptif kuantitatif dengan membandingkan kuat tekan rata-rata beton variasi dengan kuat tekan rata-rata beton normal. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton variasi serat 0%, 0.2%, 0.3% dan 0.4% pada umur 28 hari berturut turut adalah 22.09 MPa, 26.24 Mpa, 23.56 MPa, dan 22.53 MPa. Berdasarkan hasil regresi polynomial, nilai optimum dapat dicapai pada penambahan variasi serat plastik 0.12% dengan nilai 27.14Mpa pada perawatan basah (wet curing).

Kata kunci : *Beton, Kuat Tekan, Serat Plastik*

ABSTRACT

There are various kinds of materials or materials that can be used as a structural element. Concrete is widely chosen because of its durability and ease of maintenance. The addition of fiber-like additives to concrete serves as a preventative measure against premature cracking in the concrete. One of the added materials that can be used is polyethylene terephthalate plastic. In this study, the plastic used came from plastic bottled mineral water waste. The research method used is quantitative with laboratory experimental methods. Variations in the addition of PET plastic fiber added by 0%, 0.2%, 0.3%, and 0.4% of the cement weight with a fiber size of 0.2cm x 2.5cm. The test carried out is a compressive strength test using cylindrical concrete. Data analysis used quantitative descriptive by comparing the average compressive strength of variation concrete with the average compressive strength of normal concrete. The results of the average compressive strength test of fiber variation of 0%, 0.2%, 0.3%, and 0.4% at the age of 28 days, respectively, were 22.09 MPa, 26.24 MPa, 23.56 MPa, and 22.53 MPa. Based on the results of polynomial regression, the optimum value can be achieved by adding 0.12% plastic fiber variation with a value of 27.14Mpa in wet curing.

Keywords : *Concrete, Compressive Srength, Fiber Plastic*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu WaTa'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Adapun judul penelitian ini adalah :

**“KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH LIMBAH
PLASTIK BOTOL KEMASAN AIR MINUM *POLY ETHYLENE
TEREPHTHALATE* MELALUI METODE *WET CURING*”**

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kurangnya pemahaman penulis dalam hal ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan menjadi lebih baik

Terwujudnya 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-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang saya sayangi yang telah banyak membantu saya dengan selalu mendoakan saya, memberi dukungan moril dan finansial selama ini kepada saya
2. Adik adik saya yang saya sayangi yang telah membantu saya, memberi dukungan dan do'at serta menemani saya dalam proses penyusunan skripsi ini sampai selesai
3. Eyang kakung, Eyang Uti, Tante, om dan keluarga saya yang selalu mendo'akan dan mendukung saya
4. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT, ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
5. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin Junus, ST., MT, selaku pembimbing pertama dan Ibu Dr. Imriyanti, ST., MT, selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing, memberi saran, ide dan

membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini

6. Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT, dan Ibu Pratiwi Muhsar, ST.MT, selaku dosen penguji yang telah memberi koreksi dan saran di dalam proses penyusunan skripsi ini
7. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin Junus, ST., MT, selaku Kepala Lab. Material, Struktur dan Konstruksi Bangunan
8. Ibu Hj. Nurmaida Amri, ST., MT. selaku pembimbing akademik selama masa studi di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang senantiasa memberikan semangat, motivasi dan do'a kepada penulis mulai dari awal hingga saat ini
9. Seluruh Dosen, Staf, dan Karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
10. Muhammad Irsyad, S.Ars, Mulyadi Tajuddin, S.Ars sebagai rekan yang selalu membantu dan mendukung saya selama proses perkuliahan dan dalam proses penyusunan skripsi ini
11. Muhammad Alif Rahmatullah, Fahmi Achmad, S.Ars, Muhammad Khaliq, Purnama, S.Ars, Husnul Khatimah, Lily Adrianti Irawan, yang telah membantu penulis saat proses penelitian di laboratorium dan penyelesaian skripsi ini
12. Kak Mega yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam proses penelitian selama di laboratorium
13. Teman-teman Mahasiswa Arsitektur angkatan 2015 yang telah memberi dukungan moril bagi penulis, terkhusus anggota grup "penghuni lab perkim" yang menyemangati penulis dan berjuang bersama menyelesaikan skripsi
14. Serta semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Semoga segala bantuan yang tidak ternilai harganya ini mendapat imbalan di sisi Allah Subhanahu wata'ala sebagai amal ibadah, Amin.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. Amin

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	ivi
DAFTAR TABEL.....	iix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
1.7 Keaslian Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Definisi Beton	11
2.2 Karakteristik Beton.....	12
2.2.1 Beton berdasarkan tingkat kepadatan dan kekuatan beton	12
2.2.2 Beton berdasarkan kelas dan mutu	13
2.2.3 Beton berdasarkan jenisnya.....	14
2.2.4 Kelebihan dan kekurangan beton	15
2.2.5 Kuat tekan	16

2.2.6 Permeabilitas beton.....	19
2.2.7 Densitas.....	19
2.2.8 Absorbs atau daya serap air	19
2.3 Beton Serat.....	19
2.4 Material Penyusun Beton.....	21
2.4.1 Semen Portland Komposit	22
2.4.2 Agregat.....	25
2.4.3 Air.....	27
2.4 Plastik	28
2.5 Slump Beton	29
2.5.1 Definisi Slump Beton.....	29
2.5.2 Alat Uji Slump Beton	29
2.5 Polyethylene terephthalate (PET)	31
2.6 Kuat Tekan Beton.....	32
2.7 Mutu Beton	33
2.8 Wet Curing.....	33
2.9 Pola Retak Beton.....	34
2.10 Penelitian Terkait	36
2.11 Kerangka Penelitian	40
2.12 Hipotesis Penelitian.....	41
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Jenis Penelitian.....	42
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian	42
3.3 Variabel Penelitian	44
3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	45

3.4.1	Alat penelitian	45
3.4.2	Bahan penelitian	48
3.5	Tahap dan Prosedur Penelitian.....	48
3.5.1	Tahap Persiapan	48
3.5.2	Tahap Pemeriksaan Bahan	50
3.5.3	Tahap Perhitungan <i>Mix design</i>	58
3.5.4	Tahap Pembuatan Beton Segar	62
3.5.5	Tahap Pengujian Slump	63
3.5.6	Tahap Pencetakan Benda Uji	63
3.5.7	Tahap Perawatan (<i>Curing</i>)	64
3.5.8	Tahap Pengujian Beton	64
3.5.9	Tahap Analisis Data.....	65
3.5.10	Tahap Pengambilan Keputusan	65
3.5.11	Alur Penelitian.....	65
BAB IV	67
HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1	Pengaruh Penambahan Serat Plastik Terhadap Kuat Tekan Beton.....	67
4.1.1	<i>Mix Design</i>	67
4.2	Nilai Optimum Penambahan Serat Plastik terhadap Kuat Tekan Beton	106
BAB V	108	
KESIMPULAN DAN SARAN	108
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian	8
Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Semen	22
Tabel 2. 2 Empat Senyawa Utama dari Semen Portland	23
Tabel 2. 3 Sifat Masing-masing Komposisi Utama Semen.....	24
Tabel 2. 4 Jenis-jenis Semen Portland dengan Sifat-sifatnya.....	24
Tabel 2. 5 Kuat Tekan Minimum Semen Portland	24
Tabel 2. 6 Batas Gradasi Agregat Halus	26
Tabel 2. 7 Batas Gradasi Agregat Kasar	27
Tabel 2. 8 Penelitian Terkait.....	36
Tabel 3. 1 jenis variabel penelitian	44
Tabel 3. 2 Variabel Penelitian.....	45
Tabel 4. 1 Hasil Percobaan Analisis Berat Jenis dan Penyerapan dari Agregat kasar (batu pecah).....	68
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat kasar (batu pecah).....	69
Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan dari Agregat kasar	69
Tabel 4. 4 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat kasar	71
Tabel 4. 5 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur dari Agregat kasar (batu pecah).....	71
Tabel 4. 6 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat jenis dan Penyerapan dari Agregat halus	72
Tabel 4. 7 Hasil Pemeriksaan Analisis Berat Volume dari Agregat halus (pasir). 73	
Tabel 4. 8 Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan dari Agregat halus	73
Tabel 4. 9 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Air dari Agregat halus	75
Tabel 4. 10 Hasil Pemeriksaan Analisis Kadar Lumpur dari Agregat halus	75
Tabel 4. 11 Standar warna	76
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat kasar (krikil)	77
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat halus (pasir)	77
Tabel 4. 14 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton.....	80
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Bobot Isi Beton Pada Perawatan basah	85

Tabel 4. 16 Hasil Kuat Tekan 7 Hari	88
Tabel 4. 17 Hasil Kuat Tekan 21 Hari	89
Tabel 4. 18 Hasil Kuat Tekan 28 Hari	90
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perawatan Basah ...	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Plastik Thermoplast.....	31
Gambar 2. 2 Pola Retak Beton	35
Gambar 2. 3 Kerangka Penelitian	40
Gambar 3. 1 Benda Uji Silinder 10 x 20 cm	47
Gambar 3. 2 Persiapan serat Plastik.....	50
Gambar 3. 3 Bagan Alur Penelitian	66
Gambar 4. 1 Kerucut Abram	30
Gambar 4. 2 Grafik Gradasi analisis agregat kasar.....	70
Gambar 4. 3 Grafik Gradasi Agregat halus	74
Gambar 4. 4 Grafik Gradasi Penggabungan Agregat.....	78
Gambar 4. 5 kerikil Gambar 4. 6 Pasir.....	80
Gambar 4. 7 Pencampuran material beton	81
Gambar 4. 8; a. pengolesan oli pada cetakan, b. penggetaran beton, c. meletakkan beton yang telah melalui tahap penggetaran	82
Gambar 4. 9 Perawatan benda uji (wet curing)	83
Gambar 4. 10 Hasil Tes Slump beton	85
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Persentase Serat Plastik Terhadap Berat Beton	86
Gambar 4. 12 Menimbang berat beton.....	86
Gambar 4. 13 Pengujian kuat tekan menggunakan alat UTM.....	87
Gambar 4. 14 Grafik Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 7 Hari....	88
Gambar 4. 15 Grafik Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 21 Hari ...	90
Gambar 4. 16 Grafik Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 28 Hari ...	91
Gambar 4. 17 Grafik Persentase Beton Serat plastik Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Perawatan Basah Umur 7, 21, 28 Hari	92
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Berat Beton dan Kuat Tekan beton umur 7 hari	93
Gambar 4. 19 Grafik Perbandingan Berat Beton dan Kuat Tekan beton umur 14 hari	93
Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Berat Beton dan Kuat Tekan Beton umur 28 hari	94

Gambar 4. 21 Pola Retak Beton	104
Gambar 4. 22 Karakteristik warna beton	104
Gambar 4. 23 Karakteristik warna beton	105
Gambar 4. 24 Karakteristik warna beton	105
Gambar 4. 25 Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton.....	106
Gambar 4. 26 Grafik polynomial kadar optimum penambahan serat plastik pada campuran beton umur 28 hari dengan Metode Perawatan Basah (Wet Curing) .	107

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pengujian material	112
Lampiran 2 Analisis Penggabungan Agregat Kasar & Halus	123
Lampiran 3 Rancang Campuran Beton	131
Lampiran 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	141
Lampiran 5 Dokumentasi Kegiatan Penelitian	147

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dibidang infrastruktur dan konstruksi yang semakin meningkat, hal ini disebabkan semakin bertambahnya populasi manusia dan sisi lain kebutuhan masyarakat terhadap infrastruktur yang maju seperti bangunan tinggi, jembatan, tol, stasiun kereta api dan berbagai infrastruktur lain sebagai penunjang aktifitas masyarakat. Dalam kurun waktu 1999-2004 diadakan pembangunan jalan tol sepanjang 13 km di Indonesia, pada kurun waktu 2005-2014 sepanjang 228km jalan tol di bangun, dan pada tahun 2015-2019 dibangun jalan tol sepanjang 1.298km (Sub Direktorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Jalan dan Jembatan. Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Direktorat Jendral Bina Marga, 2019). Ada berbagai macam bahan atau material yang dapat digunakan sebagai suatu elemen struktur, namun beton banyak dipilih karena keawetan dan kemudahan perawatannya.

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling sering digunakan selain baja. Beton di gunakan hampir di semua proyek pembangunan infrastruktur, seperti pembangunan jembatan, jalan raya, jalan tol, rumah, bendungan, terowongan bawah tanah dan sebagainya.

Beton tersusun dari semen hidrolik (Portland Cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture dan additive). Nawy mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentukannya (Mulyono, 2004). Namun tidak hanya itu, terkadang di dalam penyusunannya, beton ditambahkan dengan beberapa bahan tambah untuk membentuk suatu karakteristik tertentu seperti untuk keawetan (durability), kemudahan pekerjaan (workability) dan waktu pengerasan (McCormac, 2000).

Bahan tambah yang digunakan untuk mencapai suatu mutu beton yang di inginkan ada berbagai macam, mulai dari Air Entraining Agent atau yang a dikenal dengan ASTM C260, Admixture Kimia (bahan tambah kimia),

ASTM C49, BS 5075, atau bahan tambah yang berbentuk mineral atau yang anya dikenal dengan nama mineral admixture contohnya seperti Pozzolan, Slag, Fly ash atau abu terbang. Bahan tambah yang juga bisa dimasukkan di dalam campuran penyusun beton bisa berbentuk miscellaneous admixture atau yang hanya dikenal dengan bahan tambah lainnya seperti Polymer, fiber mash, bahan pencegah karat dan masih banyak lagi.

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat adalah memberi tulangan pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan (Soroushian dan Bayasi, 1987, Mediyanto, 2001).

Serat untuk campuran beton dengan bahan non fabrikasi (bahan yang diproduksi bukan untuk difungsikan sebagai serat) terbukti dapat difungsikan sebagai pengganti bahan serat untuk beton, sebagai contoh penggunaan kawat bendrat seperti penelitian yang dilakukan Suhendro (1991). Penelitian serupa dengan bahan serat plastik pada beton juga menunjukkan peningkatan kuat tekan hal ini mengacu penelitian Wibowo 2016 yaitu, penambahan serat polyethylene ke dalam campuran beton dengan kadar 0,3%, meningkatkan kuat tekan sebesar 20,36%, meningkatkan kuat belah sebesar 2,05%, meningkatkan nilai kapasitas momen balok beton sebesar 15,79% dan meningkatkan nilai toughness beton sebesar 318,61%.

Sekarang manusia perlahan mulai peduli kepada lingkungan demi keberlangsungan hidupnya di bumi ini. Melihat dari kondisi lingkungan yang makin lama makin tercemar diakibatkan banyaknya limbah dan sampah dari berbagai macam hasil dari aktifitas manusia, ada satu jenis limbah yang paling mencemari lingkungan dan bumi ini, yaitu limbah atau sampah berjenis plastik. Berbagai macam sampah plastik mulai dari sampah kantong plastik, sedotan plastik, plastik kemasan makanan, botol bekas sampo dan sabun, botol bekas air mineral dan masih banyak sampah-sampah plastik

dengan berbagai jenis plastik dan yang mencemari lingkungan, karena plastik bukan merupakan senyawa biologis, dibutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar plastik dapat terurai secara sempurna di bumi. Limbah plastik yang berasal dari industri, perusahaan, sekolah, maupun rumah tangga merupakan salah satu limbah yang memiliki dampak paling besar terhadap tercemarnya lingkungan, tidak hanya mencemari tanah, limbah plastik juga turut andil dalam pencemaran udara, bahkan pencemaran air laut yang diakibatkan limbah plastik jumlahnya sangat besar.

Upaya dalam mengurangi pemakaian sampah plastik diumumkan di seluruh dunia. Pada tahun 2010, produksi sampah plastik yang mencemari alam dan tidak terolah secara benar mencapai 3,2 juta ton, dan itu membuat Indonesia menjadi negara penyumbang sampah terbanyak kedua setelah Cina, begitupun dengan sampah yang mengalir ke lautan sebanyak 1,29 juta ton. Empat negara Asia Tenggara seperti Filipina, Thailand, Vietnam, dan juga Indonesia, sedangkan Cina menjadi penyumbang 60% sampah plastik di lautan dunia. Juru kampanye lingkungan Ocean Conservancy menuliskan laporan pada tahun 2015. Sejumlah paus dan kura-kura laut telah mati di pesisir Asia Tenggara dalam beberapa tahun terakhir dengan sampah plastik di perut mereka. Pada Agustus 2019 bayi duyung di Thailand tewas karena sampah plastik setelah diselamatkan pada bulan April oleh petugas. (Koran.tempo.co, 2019)

Pada tahun 2018, sebanyak 1,27 juta ton di 87 kota seluruh Indonesia memberikan kontribusi sampah plastik ke lautan, data tersebut dikutip dari data The World Bank. Berdasarkan penelitian dari University of Georgia, Jenna R *Other 8% Chips & confectionary bags 19% Bottles/caps /lids 12% PET Bottles 10% Supermarket/Retail bags 7% Straws 7% Garbage bags 7% Packaging 7% Food bags 5% Cling wrap 4% Fruit juice bottles 3% Water/soft drink bottles 3% Cups/utensils 2% Food containers 2% Milk bottles 2% 6 pack rings 1% Cigarette lighter 1%* Sources of Plastik Waste 8 Jambeck mengungkapkan pada 2010, jumlah sampah plastik yang telah diproduksi sekitar 275 juta ton di seluruh dunia, 4,8-12,7 juta ton mencemari

lingkungan atau terbuang sembarangan dan juga mencemari lautan (Indonesia.go.id, 2019).

Limbah plastik yang dihasilkan di kota-kota besar semakin lama meningkat dan salah satu penyumbang terbanyak limbah plastik tersebut adalah botol kemasan air minum, termasuk botol bekas air mineral berjenis plastik PET. Banyaknya sampah atau limbah botol air mineral adalah akibat dari konsumsi masyarakat yang cukup tinggi terhadap air mineral dengan kemasan sekali pakai karena masyarakat menganggap air mineral dalam kemasan sekali pakai lebih praktis.

Industri air minum baik itu air putih maupun minuman dengan rasa, ataupun jenis minuman kemasan lebih memilih menggunakan plastik jenis PET untuk mengemas air minum tersebut karena dianggap lebih murah dan lebih dapat menjaga kondisi cairan di dalamnya, padahal penggunaan plastik PET secara *massive* hal ini akan berdampak dengan semakin banyaknya limbah plastik yang dapat ditimbulkan. Melihat potensi limbah plastik PET yang cukup besar, di harapkan agar pemanfaatan limbah plastik PET dapat memberikan dampak yang lebih baik bagi lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas adanya peluang pemanfaatan limbah plastik PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) yang dapat digunakan dalam pembuatan beton dan perlu nya melakukan penelitian tentang penggunaan limbah PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton terhadap kuat tekan, sehingga penulis membuat penelitian ini dengan judul **“Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Tambah Tambah Limbah Plastik Botol Kemasan Air Minum Melalui Metode *Wet curing*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan ,maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- 1). Bagaimana pengaruh serat *PET* sebagai bahan tambah beton terhadap nilai kuat tekan dengan variasi 0%, 0.2%, 0.3% dan 0.4% pada pengujian umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari dengan metode *wet curing*?

- 2). Berapa nilai optimum kuat tekan beton dengan bahan tambah serat *PET* berdasarkan variasi 0.2%, 0.3% dan 0.4% pada pengujian umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari dengan metode *wet curing*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dipaparkan, maka dapat disimpulkan tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1). Untuk mengetahui pengaruh *PET* sebagai bahan tambah beton terhadap nilai kuat tekan dengan variasi 0%, 0.2%, 0.3% dan 0.4% pada pengujian umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari dengan metode *wet curing*.
- 2). Untuk mengetahui berapa nilai optimum kuat tekan beton dengan bahan tambah *PET* berdasarkan variasi 0.2%, 0.3% dan 0.4% pada pengujian umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari dengan metode *wet curing*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penulis dari hasil penelitian ini adalah:

- 1). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama dalam bidang material bangunan yang memanfaatkan limbah *PET (Poly Ethylene Terephthalate)*
- 2). Memberikan hasil tentang pengaruh variasi penambahan *PET (Poly Ethylene Terephthalate)* terhadap kuat tekan beton dengan metode perawatan *wet curing*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penelitian dan menguraikan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan limbah *PET* berasal dari kota Makassar dan kabupaten Gowa,

2. Penggunaan agregat kasar dan halus berasal dari kabupaten Gowa, semen yang digunakan adalah semen *Portland Composite Cement* (PCC) merek Tonasa.
3. Standard pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standard nasional Indonesia (SNI).
4. Rencana campuran beton menggunakan cara DOE (*Development Of Environment*)
5. Mutu Beton yang ingin dicapai adalah mutu 25 MPa
6. Metode perawatan yang digunakan dalam perawatan beton adalah *wet curing*
7. Variasi ukuran plastik PET yang digunakan pada campuran beton yaitu $\pm 0.2 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm}$
8. Variasi penambahan PET yang digunakan pada campuran beton yaitu 0%, 0.2%, 0.3% dan 0.4% dari berat semen
9. Pengujian kuat tekan beton PET menggunakan alat Universal testing machine (UTM).
10. Sampel silinder memiliki diameter 10cm dan tinggi 20cm dengan jumlah sampel beton sebanyak 36 buah untuk variasi ukuran plastik PET 0.2 cm x 2.5 cm pada variasi umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari
11. Tidak dilakukan penelitian mengenai zat yang terkandung dalam limbah plastik ini dan tidak membahas mengenai reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan-bahan yang digunakan
12. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material, Struktur dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam skripsi penelitian ini sistematika penulisan disusun dalam 5 (Lima) Bab yang secara

berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bagian ini diharapkan akan diperoleh gambaran tentang betapa pentingnya penelitian ini dilakukan sehingga akan diperoleh data-data yang terkait dalam pencapaian tujuan penelitian.

- **BAB II TINJAUAN PENELITIAN**

Bab ini menyajikan teori secara singkat dan gambaran umum mengenai beton, PET, kuat tekan pada beton, *wet curing* dan penelitian terkait lainnya.

- **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menyajikan bahasan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, jenis variabel dan data penelitian, instrument penelitian, metode pengambilan data, metode analisis data serta kerangka kerja penelitian

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh. Bab ini juga menguraikan tentang pra rancangan, pengaruh hasil persentasi serat plastik PET terhadap bobot isi beton, serta kuat tekan beton

- **BAB V PENUTUP**

Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dari hasil analisis masalah dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan.

1.7 Keaslian Penelitian

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian

PENELITI	Anang Budhisantosa	Wibowo	Purnawan Gunawan, Slamet Prayitno, Warsino	Firda Hanif Amalia Rohmana
TAHUN PENELITIAN	2004	2006	2015	2021
JUDUL PENELITIAN	Pengaruh Serat Polyethlene Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Non Pasir Dengan Agregat Krikil Asal Gunung Merapi	Kapasitas Lentur, Toughness, dan Stiffness Balok Beton Berserat Polyethylene	Pengaruh Penambahan Serat Polyethylene Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas	Kinerja Kuat Tekan Beton Melalui Metode <i>Wet Curing</i> Dengan Menggunakan Bahan Tambah Limbah Plastik Botol Kemasan Air Minum <i>Poly Ethylen Terephthalate</i>
	Cetakan beton berbentuk silinder 15 cm x 30 cm		Cetakan beton berbentuk silinder 10 cm x 20 cm	Cetakan beton berbentuk silinder 10 cm x 20 cm

VARIABEL PENELITIAN	Variasi campuran serat plastik PET adalah 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1% (terhadap volume semen).	Variasi campuran serat plastik PET adalah 0%, 0.3%, 0.75%, dan 1%	Variasi campuran serat plastik PET adalah 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, dan 1%	Variasi campuran serat plastik PET 0%, 0.2%, 0.3%, dan 0.4% (terhadap berat semen).
VARIABEL PENELITIAN	Menguji kuat tekan dan kuat tarik beton	Menguji kapasitas lentur, kuat tekan, kuat tarik belah, <i>toughness</i> dan <i>stiffness</i>	Menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas	Menguji kuat tekan beton
	Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton pada umur beton 28 hari		Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton pada umur beton 28 hari	Pengujian kuat tekan pada umur beton 7 hari, 21 hari dan 28 hari
	Perawatan beton menggunakan metode <i>wet curing</i>			Perawatan beton menggunakan metode <i>wet curing</i>
			Pengujian dilakukan dengan standar	mix design menggunakan cara DOE

			ASTM & SK SNI	(Department of Environment)
	Benda uji berupa Beton	Benda uji berupa Beton	Benda uji berupa Beton Ringan	Benda uji berupa Beton

BAB II TINJAUN PUSTAKA

2.1 Definisi Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Kardiyono Tjokrodimulyo,2007).

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa tambahan membentuk massa padat (SNI-2847-2013).

Agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susun nya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun nya terdiri dari bahan semen hidrolik (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Pemilihan material yang layak komposisinya akan menghasilkan beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan dan memenuhi persyaratan *service ability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi (Mulyono, 2005). Beton mempunyai bahan baku utama terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian

dirawat. Keunggulan beton utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat bangunan itu sendiri, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

2.2 Karakteristik Beton

2.2.1 Beton berdasarkan tingkat kepadatan dan kekuatan 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. Kelas beton ini juga didasarkan pada penggunaan jenis agregat ringan yang digunakan. Berikut ini beton dan jenis jenisnya berdasarkan density atau kerapatan beton yang dihasilkan:

1). 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.

2). 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 alam ilainnya 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.

3). 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-jenis nya 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.

2.2.2 Beton berdasarkan kelas dan mutu

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu, beton dibedakan berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

1). 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 disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

2). Beton kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural 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 K225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil

pemeriksaan benda uji.

3). Beton kelas III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

2.2.3 Beton berdasarkan jenisnya

Beton berdasarkan jenis nya terbagi menjadi 6 jenis, yaitu :

1). 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 800-1800 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

2). 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 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

3). Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4). Beton massa (*mass concrete*)

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

5). 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.

6). 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.

2.2.4 Kelebihan dan kekurangan beton

Menurut Tjokrodimuljo (2007) beton memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut ini.

1). Kelebihan

- a. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat
- b. Termasuk bahan yang 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 dipaa untuk pondasi, kolom, balok dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya dapat

diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya

- d. Pengerjaan (*workability*) mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

2). Kekurangan

- 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 pula
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

2.2.5 Kuat tekan

Kuat tekan disebut pula dengan istilah *Compressive Strength*. Karakteristik beton yang diperhitungkan dalam memenuhi kekuatan suatu struktur adalah kuat tekan beton. Apabila dalam pengujian kuat tekan beton tersebut mencapai hasil yang telah ditargetkan maka beton tersebut memenuhi dan mampu memberikan informasi yang cukup.

Kuat tekan beton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

dimana :

- $f'c$ = kuat tekan beton (N/mm²)
 P = beban maksimum yang diberikan (N)
 A = luas bidang benda uji (mm²)

Kuat tekan beton rata – rata dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'c}{N}$$

dimana :

- f'_{cr} = kuat tekan beton rata – rata (N/mm²)
 N = jumlah benda uji

Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

1. Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan banyaknya air kecuali yang terserap agregat, terhadap banyaknya semen dalam adukan beton (Subakti,1994). Semakin tinggi f.a.s yang digunakan semakin rendah mutu kekuatan beton, tetapi semakin rendah f.a.s yang digunakan tidak dapat dipastikan akan meningkatkan mutu kekuatan beton tersebut. Hal ini dikarenakan semakin rendah f.a.s yang digunakan akan menyulitkan dalam pelaksanaan pemadatan sehingga menyebabkan mutu kekuatan beton menurun. Oleh karena itu, nilai f.a.s minimum yang digunakan adalah sekitar 0.4 – 0.65 (Mulyono, 2003).

Faktor air semen perlu dihitung agar campuran air dan semen menjadi pasta yang baik, artinya tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Apabila faktor air semen tinggi, berat air tinggi, sehingga kelebihan air akibatnya air akan keluar membawa sebagian pasta semen, pasta tidak cukup mengikat agregat dan mengisi rongga yang menyebabkan beton tidak kuat. Hal ini perlu dipahami oleh pembuat beton. Terkadang karena menginginkan jumlah pasta yang besar dengan menambahkan air tanpa perhitungan, sehingga beton menjadi encer.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin

rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini.

Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya. Pada praktiknya, untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai FAS ini, ditambahkan bahan tambah *admixture concrete* yang bersifat menambah keenceran.

2. Pemisahan kerikil (Segregasi)

Beton dikatakan mengalami pemisahan apabila agregat kasar terpisah dari campuran selama pengangkutan, pengecoran dan pemadatan sehingga sukar dipadatkan, berongga-rongga tidak homogen, beton yang berongga-rongga kurang kuat / mudah pecah.

3. Umur Beton

Kuat tekan pada beton akan meningkat sesuai dengan bertambahnya umur beton. Ditinjau dari pemakaiannya beton termasuk bahan yang tahan lama. Standar hubungan antara umur dan kuat tekan beton ditetapkan waktu beton berumur 28 hari dengan nilai kuat tekan beton 100%.

4. *Bleeding*

Bleeding adalah pemisahan air dan campuran beton yang merembes kepermukaan beton waktu diangkut, dipadatkan atau setelah dipadatkan. *Bleeding* terjadi karena : 1. Pemakaian air berlebihan 2. Semennya yang kurang 3. Agregat kasar turun karena beratnya sendiri dan air naik kepermukaan dengan sendirinya akibat gaya kapilaritas. *Bleeding* dapat mengakibatkan permukaan beton rusak dan apabila penguapan terjadi lebih cepat.

5. Perawatan (*Curing*)

Perawatan beton (*curing*) adalah proses atau langkah untuk menjaga tingkat kelembaban dan temperatur ideal untuk mencegah hidrasi yang berlebihan sehingga menghindari terjadinya retak dan berkurangnya kekuatan beton. Beberapa metode perawatan beton yang biasa dipakai untuk benda uji kubus/silinder yaitu:

- a. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
- b. Menaruh beton segar diatas genangan air
- c. Menaruh beton segar didalam air

2.2.6 Permeabilitas beton

Pada beton dan jenis-jenisnya perlu pula diukur permeabilitasnya. Permeabilitas ialah 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.

2.2.7 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 penghitungan ini.

2.2.8 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 direndam kedalam air. Pengukuran selesai ketika sudah memasuki massa jenuh atau ketika beton sudah tidak bisa menyerap air lagi.

2.3 Beton Serat

Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen hidrolik, air,

agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang disebar secara diskontinu. Menurut Tjokrodimulyo (2004: XII.15) "Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang serupa serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 mikro meter dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm.

Beton serat merupakan beton dengan campuran seperti beton pada umumnya tetapi pada campurannya ditambahkan fiber/serat (ACI Committee 544, 1982). Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (ACI, 1982).

Dalam ACI Comitte 544 dikatakan bahwa semua material yang terbuat dari baja / besi yang berbentuk fisik kecil / pipih dan panjang dapat dimanfaatkan sebagai serat pada beton. Dalam ACI Comitte 544 secara umum fiber baja panjangnya antara 0,5 in (12,77 mm) sampai 2,5 in (63,57 mm) dengan diameter antara 0,017 in (0,45 mm) sampai 0,04 in (1,0 mm).

Penambahan serat pada beton dapat membuat peningkatan yang signifikan pada beberapa sifat beton, contohnya saja meningkatnya daktilitas, ketahanan impact, kuat tarik dan lentur, ketahanan terhadap leleh, ketahanan terhadap susut dan ketahanan terhadap pengelupasan.

Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat. Dengan adanya penambahan serat, sifat-sifat beton dapat mengalami peningkatan seperti meningkatnya : daktilitas, ketahanan impact, kuat tarik dan lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap pengaruh susutan, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan atau fragmentasi, ketahanan terhadap pengelupasan (Bagariang, 2014).

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Berbagai macam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat – sifat mekanik beton antara lain adalah fiber baja (steel fibre), fiber polypropylene (sejenis plastik mutu tinggi), fiber kaca (glass fibre), fiber karbon (carbon fibre), serta fiber dari bahan alami (natural fibre),

seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni, serat tumbuh-tumbuhan lainnya, bahkan serat buatan yang berasal dari limbah kaleng bekas (Bagariang, 2014).

Serat untuk campuran beton dengan bahan non fabrikasi (bahan yang diproduksi bukan untuk difungsikan sebagai serat) terbukti dapat difungsikan sebagai pengganti bahan serat untuk beton, sebagai contoh penggunaan kawat bendrat seperti penelitian yang dilakukan Suhendro (1991). Penelitian serupa dengan bahan serat plastik pada beton juga menunjukkan peningkatan kuat tarik hal ini mengacu penelitian Mediyanto (Thesis, 2001) yang menyatakan bahwa penambahan serat polyester dapat menambah kapasitas momen ultimit dan geser berturut-turut sebesar tidak kurang dari 127,31 % dan 43,17% dan Wibowo (PDM, 2002).

Penambahan serat pada adukan beton dapat menimbulkan masalah pada fibre dispersion dan kelecakan (workability) adukan. Fibre dispersion dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah berupa superplasticizer ataupun dengan meminimalkan diameter agregat maksimum, sedangkan pada workability adukan beton dapat dilakukan dengan modifikasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kelecakan adukan beton yaitu nilai fas, jumlah dan kehalusan butiran semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, tipe butiran agregat, diameter agregat maksimum serta bahan tambah. (Bagariang, 2014).

2.4 Material Penyusun Beton

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 4%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Pencampuran bahan – bahan tersebut menghasilkan suatu adukan yang mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan, karena adanya hidrasi semen oleh air maka adukan tersebut akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk memikul beban. Penggunaan material lain yang memiliki berat jenis ringan dalam campuran beton akan mengurangi berat beton secara keseluruhan. Adapun material penyusun beton yang digunakan pada penelitian ini yakni Semen PCC, agregat kasar dan halus, air, serta limbah plastik PET dengan perbandingan variasi yang

berbeda-beda yakni variasi 0.2%, 0.3% dan 0.4% terhadap berat semen.

2.4.1 Semen Portland Komposit

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi (adhesive) dan kohesif (cohesive) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. 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 hamper semua jenis konstruksi.

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Semen

Oksida	Oksida
Kapur (CaO)	60 – 67
Silika (SiO ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6,0
Magnesia (MgO)	0,1 – 4,0
Sulfur (SO ₃)	1,3 – 3,0
Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,4 – 1,3

Sumber: Parthasarathi, 2017

Keunggulan dari PCC (Portland Composite Cement) yaitu lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, permukaan acian dan beton lebih halus, lebih kedap air, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding OPC (Ordinary Portland Cement).

Senyawa kimia utama penyusun semen Portland antara lain Trikalsium silikat Dengan sifat-sifat yang berbeda pada senyawa kimia utama penyusun

semen didapat bermacam jenis semen dengan cara mengubah kadar masing-masing komponen sesuai dengan tujuan pemakaian semen. Berdasarkan SNI S-041989-F semen Portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya, yaitu :

- 1). Tipe I Semen Portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- 2). Tipe II Semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- 3). Tipe III Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
- 4). Tipe IV Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
- 5). Tipe V Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

Semen Portland harus memenuhi syarat kuat tekan minimum yang telah ditentukan untuk masing-masing tipe pada umur rencana 7 hari, 21 hari dan 28 hari.

Tabel 2. 2 Empat Senyawa Utama dari Semen Portland

Nama Oksida Utama	Rumus Empiris	Rumus Oksida	Notasi Pendek	Kadar Rata-Rata (%)
Trikalsium Silikat	Ca ₃ SiO ₅	3CaO.SiO ₂	C3S	50
Dikalsium Silikat	Ca ₂ SiO ₄	2CaO.SiO ₂	C2S	25
Trikalsium Aluminat	Ca ₂ Al ₂ O ₆	3CaO.Al ₂ O ₃	C3A	12
Tetrakalsium Aluminoferrit	2CaAlFeO ₅	4CaO.Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	C4AF	8

(C3S), Dikalsium Silikat (C2S), Trikalsium Aluminat (C3A), Tetrakalsium Aluminoferrit (C4AF)

Tabel 2. 3 Sifat Masing-masing Komposisi Utama Semen

Kalsium	Sulfat Dihidrat (Gypsum)	CaSO₄.2H₂O	CSH₂	3,5
	Kecepatan Hidrasi	Panas hidrasi (Joule/gram)	Andil Terhadap Kekuatan	Susut
C3S	Cepat	503 – tinggi	>>dalam 28 hari	Sedang
C2S	Lambat	260 – rendah	>setelah 28 hari	Sedang
C3A	Sangatcepat	867 – sangatteringgi	>dalam 1 hari	Besar
C4AF	Cepat	419 - sedang	Sedikit	Kecil

Sumber : Nugraha, P dan Antoni, 2007

Tabel 2. 4 Jenis-jenis Semen Portland dengan Sifat-sifatnya

Tipe semen	Sifat pemakaian	Kadar Senyawa				Kehalusan blaine (m²/kg)	Kuat 1 hari (kg/cm²)	Panas hidrasi (J/g)
		C3S	C2S	C3A	C3A F			
I	Umum	50	24	11	8	350	1000	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	350	900	350
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	450	2000	500
IV	Panas hidrasi	25	50	5	12	300	2000	500

Sumber : Nugraha, P dan Antoni, 2007

Tabel 2. 5 Kuat Tekan Minimum Semen Portland

Umur	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IV	Tipe V
1 hari	-	-	125	-	-
3 hari	125	100	125	-	85
7 hari	200	175	-	70	150
21 hari	-	-	-	175	210

Sumber :Sugiyanto, dkk, 2000

2.4.2 Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapatdikerjakan (workable), kuat, tahan lama (durable), dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alami atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu (PBI, 1971) :

- Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
- Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
- Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
- Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama)

1). Agregat halus

Dalam penelitian ini digunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (Wuryati Samekto 2001:16) yaitu :

- Pasir Galian Pasir galian 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 butir menjadi agak kurang baik.
- Pasir Laut Pasir laut adalah pasir yang di peroleh 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.

Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No.100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. (Edward G. Nawyhal : 14) Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi ‘alami’ batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir serbesar 5,0 mm. (SK SNI 03-2847- 2002).

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

- Mempunyai butiran yang halus.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
- Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama)

Tabel 2. 6 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
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

2). Agregat Kasar

Dalam penelitian ini digunakan agregat kasar yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan dengan ukuran diameter maksimum 20 mm. Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan kedalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahan nya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. (Nawy 1998 : 13).

Tabel 2. 7 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	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber : SNI 03-2834-1993

2.4.3 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai untuk campuran beton

akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan. (Nawy1998:12). Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

- 1). Ukuran agregat maksimum : diameter membesar, maka kebutuhan air menurun.
- 2). Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).
- 3). Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- 4). Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
- 5). Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun. (Paul Nugraha 2007:74).

Adapun air yang digunakan pada penelitian ini adalah air PDAM yang berada di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin, Gowa

2.4 Plastik

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya.

Pada awalnya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian,

tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak – anak dan produk – produk industri lainnya. Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu : plastik thermoplast dan plastik thermoset.

Plastik thermoplast adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas . Yang termasuk plastik thermoplast antara lain : PE, PP, PS, ABS, SAN, nylon, PET, BPT, Polyacetal (POM), PC dll. Sedangkan plastik thermoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Yang termasuk plastic thermoset adalah : PU (Poly Urethane), UF (Urea Formaldehyde), MF (Melamine Formaldehyde), polyester, epoksi dll. Untuk membuat barang-barang plastik agar mempunyai sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang akan dihasilkan. Berdasarkan fungsinya , maka bahan tambahan atau bahan pembantu proses dapat dikelompokkan menjadi : bahan pelunak (plasticizer), bahan penstabil (stabilizer), bahan pelumas (lubricant), bahan pengisi (filler), pewarna (colorant), antistatic agent, blowing agent, flame retardant dsb.

2.5 Slump Beton

2.5.1 Definisi Slump Beton

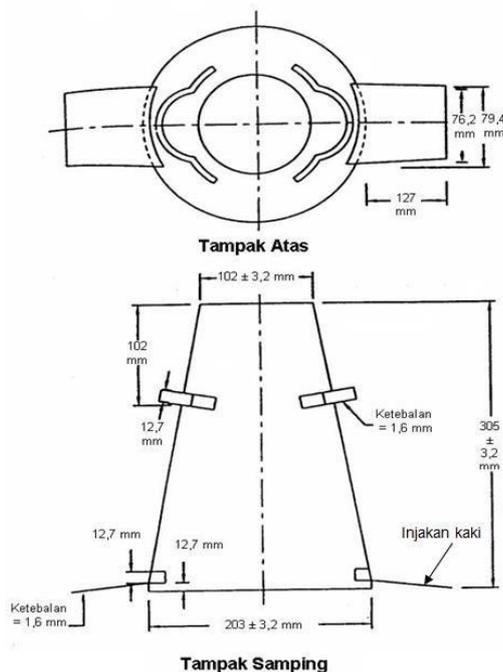
Penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat (SNI 1972 2008).

2.5.2 Alat Uji Slump Beton

Alat uji harus berupa sebuah cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Ketebalan logam tersebut tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm dan bila dibentuk dengan

proses pemutaran (*spinning*), maka tidak boleh ada titik dalam cetakan yang ketebalannya lebih kecil dari 1,15 mm.

Cetakan harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 102 mm, tinggi 305 mm. Permukaan dasar dan permukaan atas kerucut harus terbuka dan sejajar satu dengan yang lain serta tegak lurus terhadap sumbu kerucut. Batas toleransi untuk masing-masing diameter dan tinggi kerucut harus dalam rentang 3,2 mm dari ukuran yang telah ditetapkan. Cetakan harus dilengkapi dengan bagian injakan kaki dan untuk pegangan seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.1 Bagian dalam dari cetakan relatif harus licin dan halus, bebas dari lekukan, deformasi atau mortar yang melekat. Cetakan harus dipasang secara kokoh di atas pelat dasar yang tidak menyerap air. Pelat dasar juga harus cukup luas agar dapat menampung adukan beton setelah mengalami slump.

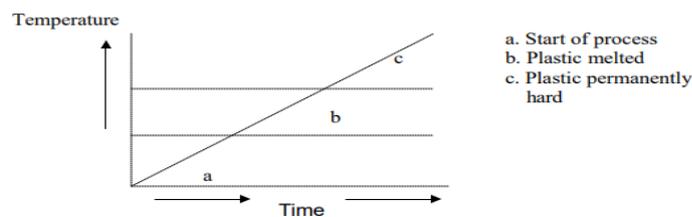


Gambar 4. 1 Kerucut Abram

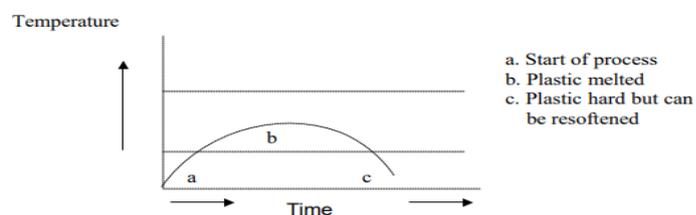
Sumber : SNI 1972 2008

2.5 Polyethylene terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate atau yang biasanya di sebut dengan PET dibuat dari glikol (EG) dan terephthalic acid (TPA) atau dimetyl ester atau asam terephthalat (DMT). Sifat-sifat PET : PET merupakan keluarga polyester seperti halnya PC. Polymer PET dapat diberi penguat fiber glass, atau filler mineral. PET film bersifat jernih, kuat, liat, dimensinya stabil, tahan nyala api, tidak beracun, permeabilitas terhadap gas, aroma maupun air rendah. PET engineer resin mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (strength)-nya tinggi, kaku (stiffness), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. PET dapat diproses dengan proses ekstrusi pada suhu tinggi 518- 608 o F, selain itu juga dapat diproses dengan tehnik cetak injeksi maupun cetak tiup. Sebelum dicetak sebaiknya resin PET dikeringkan lebih dahulu (maksimum kandungan uap air 0,02 %) untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa selama pencetakan. Penggunaan PET sangat luas antara lain : botol-botol untuk air mineral, soft drink, kemasan sirup, saus, selai, minyak makan.



Gambar 1. Plastik Termoset



Gambar 2. Plastik Thermoplast

Gambar 2. 1 Plastik Thermoplast

Sumber : Iman Mujiarto, Traksi. Vol. 3. No. 2, Desember 2020

2.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Rumus yang digunakan untuk mencari kuat tekan beton adalah :

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

Dimana :

$f'c$ = kuat tekan beton (N/mm^2)

P = bebantekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

Kekuatan beton yang sebenarnya tidak sama dengan kekuatan yang diukur saat pengujian dilakukan. Kuat tekan ini sendiri dipengaruhi oleh:

- 1). Efek dari jenis dan jumlah semen Semakin banyak jumlah semen yang terdapat dalam campuran, maka kuat tekan beton akan semakin tinggi.
- 2). Efek dari agregat
 - Kekuatan beton meningkat seiring peningkatan dari modulus kehalusan dari agregat halus, yang menggambarkan ukuran dari agregatnya.
 - Agregat kasar dengan tekstur permukaannya yang kasar serta bersudut seperti granit dan kapur dapat meningkatkan kekuatan beton sampai 20% dibanding dengan menggunakan batu kali dengan rasio air-semen yang sama
- 3). Efek dari rasio air-semen Rasio air-semen adalah perbandingan antara berat air dan semen dalam campuran beton. Kekuatan optimum dapat dicapai bila jumlah air campuran cukup untuk proses hidrasi, namun ketika kadar air meningkat, dengan jumlah semen yang tetap, maka rongga yang ada semakin besar dan kuat tekannya akan menurun.

- 4). Pengaruh rongga udara (void) Peningkatan kandungan air akan meningkatkan void dalam beton sehingga daya tahan, impermeabilitas dan kuat tekan menjadi berkurang.
- 5). Keuntungan dari curing Beton memiliki kekuatan yang semakin besar seiring dengan waktu dan curing yang baik. Curing yang baik dapat menjaga kelembaban suhu serta mengontrol hidrasi dari beton.

2.7 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 $f'c$

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

Mutu beton $f'c$ ke K

- b) $K = f'c / 0,083$

Keterangan :

$$f'c = \text{KuatTekan (MPa)}$$

$$K = \text{KuatTekan (Kg/cm}^2\text{)}$$

2.8 Wet Curing

Wet curing merupakan metode perawatan beton dengan menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor.

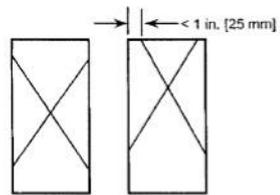
Selain dengan mekanisme di atas pekerjaan perawatan dengan wet curing ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- 1). Menaruh beton segar dalam ruangan lembab
- 2). Menaruh beton 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

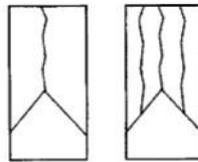
2.9 Pola Retak Beton

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)
Kerucut yang terbentuk dengan baik di kedua ujungnya, retakan pada tutup kurang dari 1 inci (25 mm)
- 2). Pola retak kerucut dan belah (cone and split)
Kerucut yang terbentuk dengan baik di satu ujung, retakan vertikal mengalir melalui tutup, tidak ada kerucut yang terdefinisi dengan baik di ujung lainnya
- 3). Pola retak memanjang (columnar)
retak vertikal kolumnar melalui kedua ujungnya, tidak ada kerucut yang terbentuk dengan baik
- 4). Pola retak geser (diagonal)
fraktur diagonal tanpa retak pada ujungnya; ketuk dengan palu untuk membedakan dari Tipe 1
- 5). Pola retak sisi atas dan bawah (side fractures at top and bottom)
fraktur samping di bagian atas atau bawah (umumnya terjadi dengan tutup yang tidak terikat)
- 6). Pola retak sama tipe 5 tetapi dengan retak sisi atas pada titik tengah (*similar to type 5 but end of cylinder is pointed*)
mirip dengan tipe 5 tetapi ujung silindernya runcing



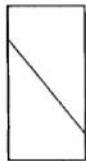
Type 1
Reasonably well-formed
cones on both ends, less
than 1 in. [25 mm] of
cracking through caps



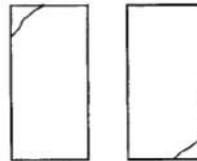
Type 2
Well-formed cone on one
end, vertical cracks running
through caps, no well-
defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking
through both ends, no well-
formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no
cracking through ends;
tap with hammer to
distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or
bottom (occur commonly
with unbonded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end
of cylinder is pointed

Gambar 2. 2 Pola Retak Beton

sumber: ASTM C39/C39M-14

2.10 Penelitian Terkait

Tabel 2. 8 Penelitian Terkait

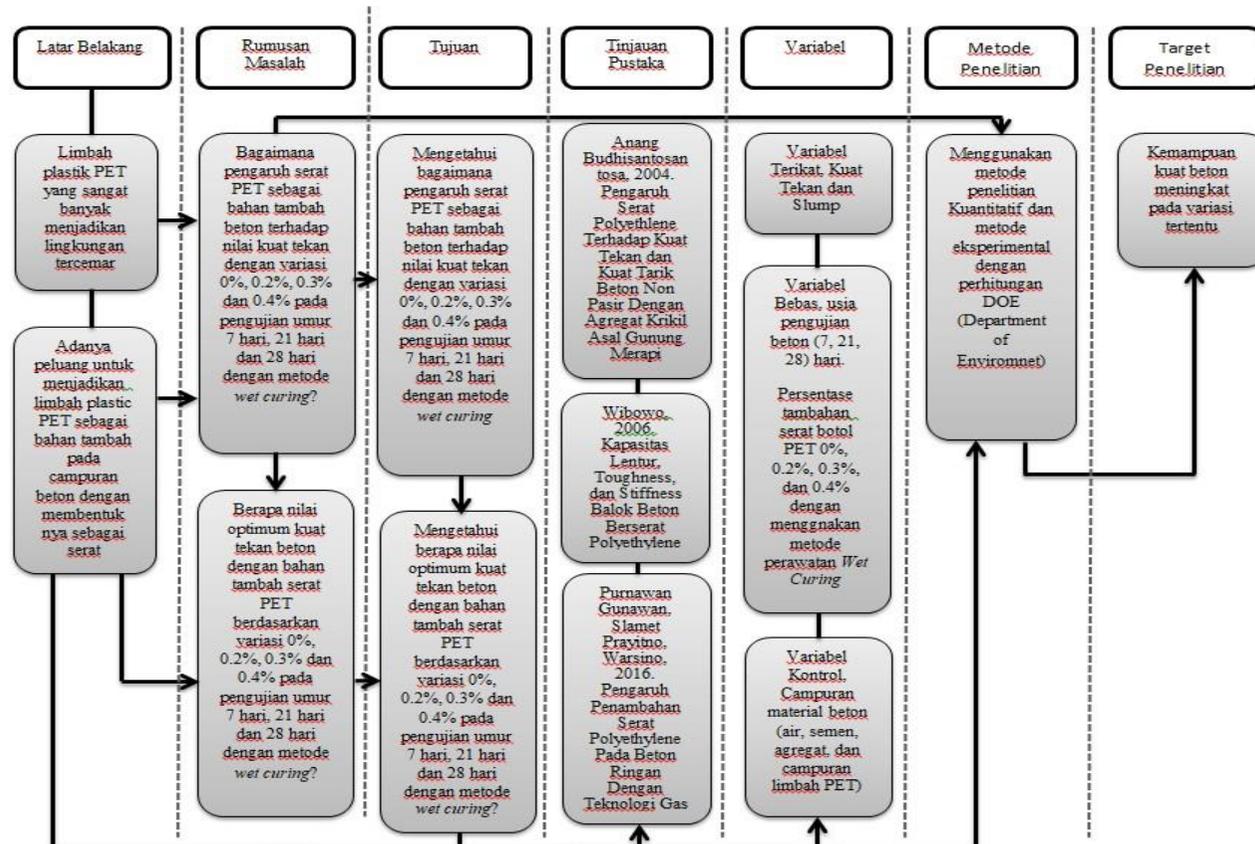
No.	1.	2.	3.
Judul Penelitian	Pengaruh Serat Polyethylene Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Non Pasir Dengan Agregat Krikil Asal Gunung Merapi	Kapasitas Lentur, Toughness, dan Stiffness Balok Beton Berserat Polyethylene	Pengaruh Penambahan Serat Polyethylene Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas
Nama Peneliti	Anang Budhisantosa	Wibowo	Purnawan Gunawan, Slamet Prayitno, Warsino
Tahun	2004	2006	2015
Metode Penelitian	Metode Kuantitatif (Eksperimen)	Metode Kuantitatif (Eksperimen)	Metode Kuantitatif (Eksperimen)
Hasil Penelitian	1. Dari hasil pengujian nilai kuat tarik beton non pasir dengan persentase serat polyethylene 0%, 0,25 %, 0,5 %, 0,75 % dan 1,0 % sebesar 19,6280 kg/cm ² , 21,0526 kg/cm ² , 21,7928 kg/cm ² , 21,0043 kg/cm ² dan 19,8796 kg/cm ²	1. Penambahan limbah serat polyethylene dengan kadar tertentu pada campuran beton mengakibatkan peningkatan kuat tekan. Setelah mencapai nilai kuat tekan beton maksimum, penambahan	1. Penambahan limbah serat polyethylene dengan kadar tertentu pada campuran beton mengakibatkan peningkatan kuat tekan. Setelah mencapai nilai kuat tekan beton maksimum, penambahan kadar limbah kaleng selanjutnya

	<p>2. Kuat tarik tertinggi dicapai beton serat polyethylene persentase 0,5% yaitu sebesar 21,7928 kg/cm², sedangkan beton tanpa serat (0%) kuat tariknya sebesar 19,6280 kg/cm². Berarti penambahan serat polyethylene sebanyak 0,5% terhadap volume beton non pasir memberikan peningkatan kuat tarik sebesar 11,03%. Pada grafik tersebut juga menunjukkan semakin kecilnya penambahan kuat tekan beton non pasir dengan persentase volume serat diatas 0,5% bahkan pada persentase 1% peningkatan kuat tariknya sangat kecil dan bisa diabaikan. Beton non pasir dengan penambahan serat polyethylene 0,25% memberikan kenaikan kuat</p>	<p>kadar limbah kaleng selanjutnya mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton.</p> <p>2. Penggunaan kadar serat polyethylene dapat menaikkan nilai kapasitas momen balok beton sebesar 15,79% dibanding beton normal (tanpa serat). Namun setelah mencapai kadar penambahan polyethylene yang optimal, beton mulai mengalami penurunan kuat desak. Kecenderungan ini sesuai pada hasil pengujian sebelumnya yaitu uji desak dan kuat belah beton, parameter di atas berpengaruh langsung terhadap kapasitas momen balok.</p>	<p>mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton.</p> <p>2. Berat jenis rata-rata dari hasil pengujian beton ringan adalah 1847,942 kg/m³, sehingga termasuk beton ringan. Menurut SNI menyatakan bahwa beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan 1900 kg/m³.</p> <p>3. Nilai kuat tekan beton ringan pada umur 28 hari dengan presentase serat 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 1%, hasilnya beturut-turut adalah 8,559MPa; 10,097MPa; 10,748MPa; 10,470MPa; 9,212MPa, dengan peningkatan 17,964%; 25,573%; 22,329%; 7,626%, dari kuat</p>
--	---	--	---

	<p>tekan sebesar 7,26%, sedangkan pada persentase serat 0,75% dan 1,0% masing-masing membenkan kenaikan kuattarik sebesar 7,01% dan 1,28%.</p> <p>3. Penambahan serat polyethylene menyebabkan berkurangnya kelekatan antar agregat sehingga volume rongganya bertambah besar. Penambahan volume serat polyethylene sampai dengan 0,5 % memberikan kenaikan kuat tarik maksimum, dan penambahan serat lebih besar dari 0,5 % menyebabkan penurunan kuat tekan dan kuat tarik maksimum akan tetapi penambahan ini masih mampu menaikkan kuat tarik dari beton non pasir tanpa serat (0 %), sebenarnya serat mampu menahan tegangan</p>	<p>3. penggunaan kadar serat polyethylene tidak dapat menaikkan nilai stiffness balok</p> <p>4. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan kadar serat polyethylene 0,3% dapat menaikkan nilai toughness beton sebesar 318,61% dibanding beton normal (tanpa serat).</p> <p>5. Penambahan serat polyethylene ke dalam campuran beton dengan kadar 0,3%, meningkatkan kuat tekan sebesar 20,36%, meningkatkan kuat belah sebesar 2,05%, meningkatkan nilai kapasitas momen balok beton sebesar 15,79%. dan meningkatkan nilai</p>	<p>tekan beton ringan dengan teknologi gas tanpa serat. Nilai optimum 10,794MPa dengan nilai maksimum 10,470MPa.</p> <p>4. Nilai kuat tarik belah beton ringan pada umur 28 hari dengan presentase serat 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 1%, hasilnya beturut-turut adalah 2,063MPa; 2,343MPa; 2,566MPa; 2,498MPa; 2,312MPa, dengan peningkatan 13,534%; 24,346%; 21,071%; 12,067% dari kuat tarik beton ringan dengan teknologi gas tanpa serat. Nilai optimum 2,575 MPa dengan nilai maksimum 2,566MPa.</p> <p>5. Hasil nilai modulus elastisitas beton ringan pada umur 28 hari dengan</p>
--	---	---	--

	<p>tarik pada beton tetapi oleh karena besarnya volume rongga menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.</p> <p>4. serat polyethylene 0,5 % juga mempunyai kuat tarik tertinggi dan yang lainnya. Hal ini berarti lebih menguatkan anggapan yang telah disimpulkan pada pembahasan kuat tekan diatas, yaitu ternyata persentase serat 0,5 % memberikan kuat tekan dan kuat tarik maksimum, maka dapat disimpulkan bahwa persentase serat polyethylene 0,5 % adalah dosis optimum untuk mendapatkan kuat desak dan kuat tarik beton non pasir dengan agregat krikil asal Gunung Merapi.</p>	<p>toughness beton sebesar 318,61%.</p>	<p>presentase serat 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 1%, hasilnya beturut-turut adalah 5681 MPa; 5852 MPa; 6083 MPa; 5825 MPa; 5757 MPa. Nilai optimum 6084 MPa dengan nilai maksimum 6083MPa.</p>
--	--	---	--

2.11 Kerangka Penelitian



Gambar 2. 3 Kerangka Penelitian

2.12 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir di atas, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut : Diduga beton yang menggunakan limbah serat plastik PET sebagai bahan tambah dengan persentase serat plastik 0,2%, 0,3%, dan 0,4% dapat mencapai mencapai mutu beton 25 MPa.