

**PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK  
*POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TARIK LENTUR PADA  
CAMPURAN *RIGID PAVEMENT***

(Skripsi)

Oleh :

**ILHAM MANGESTI AJI**

**NPM 1755011006**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2022**

## ABSTRAK

### **PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE TERHADAP KUAT TARIK LENTUR PADA CAMPURAN RIGID PAVEMENT**

Oleh

**ILHAM MANGESTI AJI**

Perkerasan lentur (*Flexible pavement*) adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan aspal untuk lapisan permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan yang berada di bawah. *Flexible pavement* cenderung lebih cepat mengalami kerusakan yang disebabkan langsung menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut dan rentan terhadap cuaca. Karenanya dipakai *Rigid pavement* atau perkerasan kaku yang terbuat dari beton. Rigid pavement menahan tekan dan tarik secara bergantian. Untuk meningkatkan kemampuannya dalam menahan tekan dan tarik, diteliti campuran beton berserat plastik. Plastik memiliki sifat ringan, kuat, mampu menahan tarik, fleksibel, dan tahan terhadap korosi. Hal ini juga dapat membantu mengurangi limbah plastik.

Pada penelitian ini menggunakan aspek rasio plastik 37,5; 50; 62,5. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton mengalami kenaikan pada serat L/d 62,5 saat umur 28 hari sebesar 27,01 MPa atau meningkat 12,49 % dari beton tanpa serat. Sedangkan pada umur 56 hari, kuat tekan beton tanpa serat sebesar 33,12 MPa dan mengalami penurunan pada campuran serat L/d 37,5; 50; 62,5. Kuat tarik lentur mengalami kenaikan paling optimum pada serat L/d 37,5 saat umur 28 hari sebesar 4,96 MPa atau 25,28% dari beton tanpa serat, sedangkan pada umur 56 hari mengalami peningkatan paling optimum pada serat L/d 37,5 sebesar 5,24 MPa meningkat sebesar 2,16 % dari beton tanpa serat. Umur beton mempengaruhi nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur. Kuat tekan dan kuat lentur umur 56 hari dengan L/d 37,5 mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan umur 28 hari.

## ***ABSTRACT***

### ***THE EFFECT OF POLYPROPYLENE WASTE FIBER RATIO ON FLEXURAL TENSILE STRENGTH IN RIGID PAVEMENT MIXTURES***

**By**

**ILHAM MANGESTI AJI**

Flexible pavement is a pavement that generally uses asphalt for the surface layer and granular material as the layer below. Flexible pavement tends to be damaged faster because it directly withstands the load of vehicles that pass through the road and is vulnerable to weather. Therefore, Rigid pavement is used or rigid pavement made of concrete. Rigid pavement resists compression and tension alternately. To improve its ability to withstand compression and tension, a plastic fiber concrete mixture was investigated. Plastics are light, strong, able to withstand tensile, flexible, and resistant to corrosion. It can also help reduce plastic waste.

In this study, the plastic aspect ratio was 37.5; 50; 62.5. The results showed that the compressive strength of concrete increased at 62.5 L/d fiber at the age of 28 days by 27.01 MPa or an increase of 12.49% from fiber-free concrete. Meanwhile, at the age of 56 days, the compressive strength of the fiber-free concrete was 33.12 MPa and decreased in the L/d fiber mixture of 37.5; 50; 62.5. Flexural tensile strength experienced the most optimum increase at 37.5 L/d fiber at the age of 28 days at 4.96 MPa or 25.28% from fiber-free concrete, while at 56 days the most optimum increase was at 37 L/d fiber, 5 of 5.24 MPa, an increase of 2.16% from fiber-free concrete. The age of the concrete affects the compressive strength and flexural tensile strength. The compressive strength and flexural strength of 56 days with L/d 37.5 have higher values than those of 28 days.

**PENGARUH ASPEK RASIO SERAT LIMBAH PLASTIK  
POLYPROPYLENE TERHADAP KUAT TARIK LENTUR PADA  
CAMPURAN RIGID PAVEMENT**

**Oleh**

**ILHAM MANGESTI AJI**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

**SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Program Studi S1 Teknik Sipil**

**Jurusan Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH ASPEK RASIO SERAT  
LIMBAH PLASTIK *POLYPROPYLENE*  
TERHADAP KUAT TARIK LENTUR  
PADA CAMPURAN *RIGID PAVEMENT***

Nama Mahasiswa : **Waham Mangesti Aji**

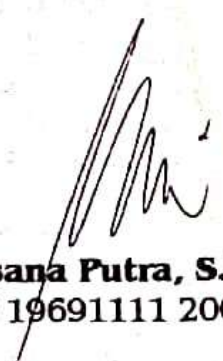
Nomor Pokok Mahasiswa : 1755011006

Program Studi : S1 Teknik Sipil

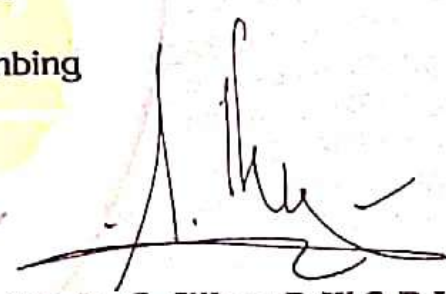
Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



**Sasana Putra, S.T., M.T.**  
NIP 19691111 200003 1 002



**Dr. Ir. C. Niken D.W.S.B.U., M.T.**  
NIP 19580613 198403 2 003

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil



**Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19720829 199802 1 001



**Ir. Laksmi Irianti, M.T.**  
NIP 19620408 198903 2 001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Sasana Putra, S.T., M.T.**

Sekretaris : **Dr. Ir. C. Niken D.W.S.B.U., M.T.**

Anggota : **Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.**



### 2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 Juli 2022**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilham Mangesti Aji

NPM : 1755011006

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul : Pengaruh Aspek Rasio Serat Limbah Plastik *Polypropylene*  
Terhadap Kuat Tarik Lentur Pada Campuran *Rigid Pavement*

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengakui tata penulisan karya ilmiah yang telah ditetapkan. Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan ada ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang berlaku.

Bandar Lampung, Rabu 20 Juli 2022



**Ilham Mangesti Aji**  
NPM 1755011006

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Ilham Mangesti Aji, dilahirkan di Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten pada 15 September 1998. Penulis merupakan anak Pertama dari empat bersaudara, putra dari Bapak Puji Antara dan Ibu Khaeriah.

Jenjang Pendidikan Penulis dimulai dari Sekolah Dasar di SDIT Tirtayasa dimulai dari tahun 2005-2011. Setelah lulus SD penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 15 Kota Serang 2011-2014 dan melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Atas di MAN 1 Kota Serang 2014-2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur SMMPTN-Barat.

Pada tahun 2018 sampai 2020 penulis tercatat sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Hubungan Luar. Kemudian pada periode 2019/2020 penulis tercatat sebagai Anggota Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung. Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Kebon Jahe, Kecamatan Serang, Banten selama 40 hari pada periode I (satu), 3 Januari–10 Februari 2020. Dalam pengaplikasian ilmu di bidang Teknik Sipil, penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di MAPOLDA Sumatera Selatan pada Proyek Pembangunan Gedung MAPOLDA Sumatera Selatan selama 3 bulan.

Selanjutnya, penulis mengambil tugas akhir untuk skripsi pada tahun 2021, dengan judul skripsi Pengaruh Aspek Rasio Serat Limbah Plastik *Polypropylene* Terhadap Kuat Tarik Lentur pada Campuran *Rigid Pavement*.



# MOTTO

**"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai  
kesanggupannya"  
(Q.S. Al-Baqarah: 286)**

**"Akan ada yang lulus tepat waktu, dan ada yang  
lulus tepat pada waktunya"  
(Unknown)**

***"Be kind to others but don't forget to be kind to  
yourself too"*  
(Dhiman)**

# PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, atas Anugerah serta Karunia yang selalu diberikan, yang selalu memberikan kekuatan serta menunjukkan jalan terbaik untuk menyelesaikan semua ini.

## **Ku persembahkan setulus hati kepada:**

### **Bapak dan Ibu ku Tercinta**

Terima kasih atas dukungan dan kasih sayang yang tidak pernah putus untuk adek. Terima kasih untuk selalu memberikan kepercayaan atas apa yang adek lakukan sehingga dapat menyelesaikan skripsi tercinta. Ini hanyalah sebuah karya kecil yang tidak bisa dibandingkan dengan pengorbanan dan kerja keras Bapak Ibu selama ini. Panjang umur Bapak dan Ibu, Aamiin.

### **Adik ku Tersayang**

Terima kasih kepada Adik Izhma, Isti, dan Irsyad yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

### **Bapak dan Ibu Guru serta Bapak dan Ibu Dosen**

Terima kasih atas ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan, semoga jasa Bapak dan Ibu dapat selalu membawa keberkahan, Aamiin.

Angkatanku 2017 Tercinta yang Sangat Luar Biasa

Keluarga Besar Teknik Sipil Universitas Lampung

Almamater Tercinta Universitas Lampung

## SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur kehadeirat Allah SWT yang telah mmberikan rahmat dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Adapun skripsi yang diberi judul **“Pengaruh Aspek Rasio Serat Limbah Plastik *Polypropylene* Terhadap Kuat Tarik Lentur pada Campuran *Rigid Pavement* ”** adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.
4. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang sudah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, serta semangat dalam membimbing penelitian.
5. Ibu Dr. Ir. Chatarina Niken Dwi Wahyuni Setya Budi Utami, M.T., selaku Pembimbing Kedua yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian ini.
6. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Penguji yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan dalam penelitian ini maupun dalam akamedik saya.

7. Bapak Ir. Surya Sebayang, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada saya selama masa perkuliahan.
8. Bapak dan Ibu Dosen serta staf pegawai Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu dalam bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.
9. Keluarga tercinta Bapak, Mamah, dan Adik-adik yang selalu memberikan dukungan, dorongan material dan spiritual selama penulis berkuliah di kampus Teknik Sipil Universitas Lampung.
10. Sabilatul Hayati yang telah menemani, mendoakan ,membantu dan mendukung pada masa penelitian.
11. Evanthe Calosa, Theo Gideon Marpaung dan M. Dzaky Abiyyu sebagai *partner* terbaik selama masa penelitian dan penyelesaian penulisan skripsi ini.
12. Aprilia Lestari Wijaya dan Masrifatun Fadzilah yang telah membatu tugas selama perkuliahan.
13. I Wayan Deva Aryana, I Gusti Made Ferdi Kusuma, Dimas Prayoga dan Arbi Laksana Marga selaku sohib yang menemani sejak awal perkuliahan.
14. Terimakasih juga kepada sahabatku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2017 yang telah memberikan masukan, kritikan, saran, do'a nya kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir.
15. Pihak-pihak yang membantu penulis dalam penyelesaian penulisan skripsi ini dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga masih terdapat kekurangan, atas segala kekurangan dan ketidak sempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini, agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat lebih baik.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak dan semoga segala amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah swt.

Bandar Lampung, Juni 2022  
Penulis,

Ilham Mangesti Aji

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>6</b>
1.1. Latar Belakang.....	6
1.2. Rumusan Masalah .....	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Batasan Penelitian .....	8
1.5. Manfaat Penelitian.....	8
1.6. Sistematika Penulisan.....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1. Material Beton .....	10
2.1.1. Pengertian Beton .....	10
2.1.2. Sifat-Sifat Beton.....	10
2.1.3. Bahan Pembentuk Beton .....	13
2.1.4. Berat Volume Beton.....	16
2.2. Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ).....	17
2.2.1. Pengertian Perkerasan Kaku .....	17
2.2.2. Struktur Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ) .....	17
2.2.3. Jenis Perkerasan Kaku.....	18
2.3. Plastik .....	21
2.3.1. Pengertian Plastik.....	21
2.3.2. Jenis – Jenis Plastik.....	21
2.3.3. Dampak Bahaya Plastik .....	23
2.4. Landasan Teori .....	24
2.5. Beton Berserat Plastik Berdasarkan Penelitian Yang Sudah Ada.....	26

<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1. Umum.....	31
3.2. Penyiapan Material.....	31
3.3. Benda Uji.....	32
3.4. Alat-Alat Penelitian .....	34
3.5. Prosedur Penelitian.....	35
3.6. Analisa Data .....	39
3.7. Diagram Alir Penelitian.....	40
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1. Umum.....	41
4.2. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Material.....	41
4.3. Pelaksanaan Campuran Beton .....	42
4.4. Keleccakan ( <i>Workability</i> ).....	43
4.5. Berat Volume Beton .....	45
4.6. Kuat Tekan Beton.....	48
4.7. Kuat Tarik Lentur Beton .....	53
4.8. Hubungan Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton.....	58
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alat CTM ( <i>Compression Testing Machine</i> ).....	38
Gambar 2. Balok Sederhanan yang dibebani P.....	38
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian .....	40
Gambar 4. Pelaksanaan campuran beton pada setiap variasi .....	42
Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai rasio serat dan nilai <i>slump</i> .....	44
Gambar 6. Grafik hubungan antara nilai rasio serat dan nilai <i>VB-time</i> .....	44
Gambar 7. Berat volume rata-rata beton .....	48
Gambar 8. Tipe-tipe pola retak (ASTM C39/C 39M – 05) .....	48
Gambar 9. Tipe pola retakan yang terbentuk pada benda uji setelah diberi beban .....	49
Gambar 10. Grafik perbandingan kuat tekan umur 28 hari dan 56 hari .....	52
Gambar 11. Grafik kolom perbandingan kuat tekan umur 28 dan 56 hari .....	52
Gambar 12. Tipe-tipe pola retakan balok .....	53
Gambar 13. Tipe pola retakan balok yang terbentuk pada benda uji setelah diberi beban .....	54
Gambar 14. Patahan bagian dalam balok dengan serat plastik .....	54
Gambar 15. Grafik perbandingan kuat tarik lentur umur 28 hari dan 56 hari ....	57
Gambar 16. Perbandingan kuat tekan dan kuat tarik lentur .....	57
Gambar 17. Hubungan kuat lentur dan kuat tekan .....	58



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis-jenis beton berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya .....	12
Tabel 2. Klasifikasi beton berdasarkan berat volume menurut <i>American Concrete Institute</i> (ACI) .....	16
Tabel 3. Klasifikasi beton berdasarkan berat volume beton menurut (SNI 03–2847–2002) .....	17
Tabel 4. Beton berserat plastik beberapa penelitian yang telah ada.....	26
Tabel 5. Nilai Equivalent dan Aspek Rasio.....	33
Tabel 6. Tabel Jumlah dan Kode Benda Uji Umur 28 Hari.....	33
Tabel 7. Tabel Jumlah dan Kode Benda Uji Umur 56 Hari.....	33
Tabel 8. Hasil pengujian material campuran beton .....	42
Tabel 9. Komposisi keperluan material per m <sup>3</sup> beton serat plastik .....	43
Tabel 10. Nilai <i>slump</i> dan <i>VB-time</i> beton serat .....	43
Tabel 11. Berat Volume Kuat Tarik Lentur 28 Hari .....	46
Tabel 12. Berat Volume Kuat Tarik Lentur 56 Hari .....	46
Tabel 13. Berat Volume Kuat Tekan 28 Hari .....	47
Tabel 14. Berat Volume Kuat Tekan 56 Hari .....	47
Tabel 15. Data Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Uji <i>Dixon Criteria</i> Umur 28 Hari .....	50
Tabel 16. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari .....	50
Tabel 17. . Data Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Uji <i>Dixon Criteria</i> Umur 56 Hari .....	51
Tabel 18. Data Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Umur 56 Hari .....	51
Tabel 19. Data hasil kuat tarik lentur dengan <i>Dixon Criteria</i> umur 28 hari .....	55
Tabel 20. Data hasil pengujian kuat tarik lentur umur 28 hari .....	55
Tabel 21. Data hasil kuat tarik lentur dengan <i>Dixon Criteria</i> umur 56 hari .....	56
Tabel 22. Data hasil pengujian kuat tarik lentur umur 56 hari .....	56
Tabel 23. Perhitungan factor kuat tarik lentur .....	59
Tabel 24. Hubungan kuat lentur beton dan kuat tekan beton .....	59

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan sebuah prasarana transportasi yang berada di darat yang berfungsi sebagai penghubung antar wilayah. Peningkatan bidang ekonomi, sosial budaya, pendidikan, perdagangan, dan sektor lainnya dapat terjadi karena adanya jalan. Jalan juga berfungsi sebagai pembatas (*dileneator*) antar lokasi seperti blok bangunan, wilayah administrasi, dan peruntukan lahan.

Perkerasan jalan yang berkualitas sangat diperlukan untuk menjamin keamanan dan kenyamanan bagi para pengendara itu sendiri. Jenis perkerasan terbagi menjadi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur. Perkerasan lentur adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan aspal untuk lapisan permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan yang berada di bawah. Sedangkan perkerasan kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan yang menggunakan pelat beton yang terletak pada pondasi atau tanah dasar (Maharani & Wasono, 2018). Setiap perkerasan mempunyai keunggulan dan kekurangan, keunggulan perkerasan kaku yaitu dapat lebih bertahan saat kondisi drainase yang kurang baik, sedangkan kekurangan perkerasan kaku yaitu agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang. Keunggulan perkerasan lentur yaitu lebih mudah untuk melakukan pelapisan ulang, sedangkan kekurangan perkerasan lentur yaitu tidak mampu bertahan pada saat kondisi drainase yang kurang baik (Wiyanti, 2011). Salah satu cara yang cukup efektif untuk mencegah terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan yang diakibatkan beban muatan kendaraan dengan cara meningkatkan kualitas dan stabilitas perkerasan tersebut. Karena itu penggunaan bahan tambah (*additive*) menjadi salah satu alternatif yang cukup efektif untuk mendapatkan kekuatan lapis perkerasan yang baik (Pratama dkk, 2018).

*Rigid pavement* cenderung lebih cepat mengalami kerusakan yang disebabkan langsung menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. *Rigid pavement* menerima tekan dan tarik secara bergantian juga beban rem dan beban kejut. Agar tidak terjadinya kerusakan karena hal tersebut, perlu ditambahkan bahan yang mampu mengakomodasi pergantian tekan dan tarik supaya meningkatkan mutu *rigid pavement*.

Plastik mudah dijumpai sehari-hari. Plastik memiliki beberapa kelebihan diantaranya ringan, kuat, mampu menahan tarik, fleksibel, dan tahan terhadap korosi. Plastik juga memiliki kelemahan antara lain membutuhkan waktu 1000 tahun lamanya untuk terurai sempurna terhadap tanah. Bahan plastik seperti gelas air mineral sangat banyak digunakan. Hal ini dapat menimbulkan masalah serius karena berakibat yaitu akan timbul gunung sampah. Negara Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil limbah plastik. Salah satu cara menanggulangi sampah plastik adalah dengan daur ulang.

Berdasarkan latar belakang di atas, dibutuhkan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh limbah plastik yang berasal dari gelas air mineral sebagai bahan tambahan pada campuran *rigid pavement*. Aspek rasio serat (*fiber aspect ratio*) adalah nilai banding antara panjang dengan diameter serat (Suhardiman, 2011). Maka, judul dari penelitian ini adalah “Pengaruh Aspek Rasio Serat Limbah Plastik *Polypropylene* Terhadap Kuat Tarik Lentur pada Campuran *Rigid Pavement*.”

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh serat limbah plastik *polypropylene* terhadap kuat tarik lentur pada campuran beton ?
2. Bisakah kuat tarik dan tekan pada campuran beton serat plastik *polypropylene* memenuhi Standar Nasional Indonesia yang telah ditentukan ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh penggunaan limbah plastik *polypropylene* terhadap kuat tarik lentur pada *rigid pavement*.
2. Mengetahui kuat tarik dan tekan pada campuran beton serat plastik *polypropylene* memenuhi Standar Nasional Indonesia yang telah ditentukan.

### 1.4. Batasan Penelitian

1. Campuran beton itu sendiri berisikan serat limbah plastik *polypropylene* dengan persentase 0,25% dari volume fraksi setiap benda uji.
2. Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Lampung.
3. Limbah plastik yang akan digunakan dari gelas plastik bekas yang sudah tidak terpakai lagi.
4. Peraturan yang ditinjau dengan metode kuat lentur beton normal menggunakan SNI 4431 : 2011.
5. Panduan mengacu pada pedoman pelaksanaan perkerasan beton bertulang serat Kementerian PUPR tahun 2017.

### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah plastik.
2. Menganalisis limbah plastik sebagai bahan campuran pada *rigid pavement*.
3. Menganalisa kekuatan dari kuat tarik lentur pada *rigid pavement*.
4. Menambah informasi pengaruh penggunaan limbah plastik *polypropylene* terhadap *rigid pavement*.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Secara sistematis pembahasan yang diuraikan pada penelitian ini dibagi menjadi lima bab, antara lain sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang teori-teori yang mendasari serta menunjang penelitian yang akan dilakukan dan diperoleh dari berbagai sumber.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan gambaran umum lokasi penelitian, diagram alir, dan metodologi yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis serta pembahasan data berdasarkan hasil yang diperoleh dan teori yang ada.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil-hasil yang didapat dari pengolahan data dan memberikan saran untuk hasil tersebut.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Material Beton**

#### **2.1.1. Pengertian Beton**

Beton juga banyak digunakan sebagai bahan utama pada konstruksi karena banyak keuntungan seperti kekuatan, daya tahan, kemudahan fabrikasi, dan tidak mudah terbakar (Kacianauskas dkk, 2014). Beton dapat didefinisikan perpaduan antara semen portland atau semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI 2847 : 2019). Beton dapat juga diartikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya bisa ditentukan terlebih dahulu dengan cara mengadakan perencanaan dan pengawasan yang cukup teliti terhadap bahan mutu pembentuknya (Samekto dkk, 2004). Dengan berjalannya waktu, beton akan terus mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada umur 28 hari. Beton juga merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan pada perkerasan kaku (Srivastava & Kumari, 2016).

#### **2.1.2. Sifat-Sifat Beton**

Ada beberapa sifat beton yang perlu diketahui supaya mendapatkan mutu beton yang sesuai oleh tuntutan konstruksi yang bersangkutan. Pada saat segar atau sesaat setelah dicetak, beton memiliki sifat plastis dan mudah sekali dibentuk. Sedangkan saat beton sudah keras bisa memiliki kekuatan yang cukup untuk menerima beban (Pane dkk, 2015).

Adapun sifat-sifat beton segar itu seperti :

- Kelecekan (*Workability*)  
Sifat ini merupakan salah satu bentuk dari tingkat kemudahan campuran saat diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pembentuk beton.
- Rangkak (*Creep*)  
Salah satu sifat beton adalah rangkak dimana beton mengalami deformasi terus - menerus secara perlahan (Bazant & Wittmann, 1982).
- Modulus elastisitas  
Modulus elastisitas dapat diperoleh dengan cara membandingkan besarnya tegangan dan regangan material saat kondisi elastis (Pratama, 2018).
- Keawetan (*Durability*) dan susut (*Shrinkage*)  
Keawetan merupakan salah satu sifat beton yaitu kemampuan beton bertahan tanpa terjadi korosi (degradasi) dalam jangka waktu yang telah direncanakan. Sedangkan susut adalah perubahan volume yang diakibatkan terjadinya hidrasi pada beton saat proses perkerasan beton.
- Berat jenis  
Beton ringan yaitu beton dengan berat jenis antara 1000-2000 kg/m<sup>3</sup>. Berat jenis beton dapat dikelompokkan menjadi empat bagian (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis-jenis beton berdasarkan berat jenis dan Pemakaiannya.

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non struktur
Beton ringan	1000-2000	Struktur ringan
Beton normal	2300-2500	Struktur
Beton berat	> 3000	Perisai sinar X

Sumber: (Tjokrodimuljo, 1996)

- Kuat tekan

Kuat tekan adalah salah satu sifat yang dimiliki beton karena mampu menahan tekanan yang cukup besar. Kuat tekan diperoleh dari uji tekan pada umur 28 hari. Bentuk benda uji tekan adalah kubus dengan ukuran sisi 150 mm untuk *British Standar*, sedangkan standar ACI menggunakan bentuk benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm, tinggi 300 mm dengan satuan MPa (N/mm<sup>2</sup>). Kuat tekan pada beton akan mencapai maksimum dimana beton berumur 28 hari setelah dicetak, namun apabila memakai abu terbang, kuat tekan maximum lebih dari 28 hari.

- Kuat tarik

Kuat tarik adalah salah satu sifat beton yang harus diperhatikan, karena hanya kecil sehingga di daerah tarik mudah terjadi retak. Pada perkerasan kaku, beton akan menderita tekan dan tarik karena beban datang dan pergi. Berdasarkan hal tersebut, material beton harus mampu menahan kedua jenis tegangan tersebut tanpa retak.



### 2.1.3. Bahan Pembentuk Beton

#### ➤ Semen Portland

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak yang terdiri atas kalsium silikat, batu kapur, dan tanah liat yang bersifat hidrolis dan dicampurkan bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh juga ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

SNI 15-2049-2004 membagi semen portland menjadi 5 jenis:

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak dibutuhkan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan terhadap jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya dibutuhkan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya dibutuhkan kekuatan tinggi terhadap tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya dibutuhkan kalor hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya dibutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

#### ➤ Agregat

Agregat merupakan bahan-bahan beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kuat tekan. Pada beton biasanya terisi campuran agregat kisaran 60% sampai 80% volume beton. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa supaya seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat berukuran kecil berguna sebagai pengisi celah-celah yang berada di antara agregat yang berukuran besar (Nawy,1990).

- **Agregat Halus**

Agregat halus dapat berupa dari pasir alam, pasir hasil olahan atau perpaduan dari kedua pasir tersebut. Sesuai dengan (SNI 03 - 2847- 2002), agregat halus merupakan agregat yang memiliki ukuran butir maksimum sebesar 5,00 mm. Agregat halus yang baik harus terbebas dari bahan organik, lempung, partikel-partikel yang lebih kecil dari saringan no.100, atau bahan-bahan lain yang dapat menimbulkan kerusakan campuran pada beton. Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah dapat digunakan sebagai agregat halus.

- **Agregat Kasar**

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Sesuai dengan SNI 03 - 2847 - 2002, agregat kasar merupakan agregat yang memiliki ukuran butir kisaran 5,00 mm hingga 40 mm.

Jenis agregat kasar yang umum adalah:

1. Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang didapat dari hasil galian. Batu ini dapat berasal dari gunung api, sedimen jenis tertentu, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah juga kurang memberikan kemudahan terhadap pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
2. Kerikil alami: Kerikil didapat dari pembentukan alami, yaitu dari pengikisan tepi ataupun dari dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan batu pecah, tetapi memberikan kemudahan terhadap pengerjaan yang lebih tinggi.

3. Agregat kasar buatan: *slag* atau *shale* bisa digunakan sebagai agregat kasar untuk beton berbobot ringan. Slag biasanya merupakan residu pembakaran tanur tinggi, yang dihasilkan dari industri peleburan baja seperti dari *blast furnace* dan lain-lain.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Dengan adanya tuntutan yang cukup spesifik pada zaman atom saat ini, dan juga untuk perlindungan dari radiasi nuklir sebagai akibat dari banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu beton yang bisa melindungi manusia dari sinar x, sinar gamma, dan neutron. Dengan demikian syarat beton ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat kasar yang memenuhi klasifikasi ini antara lain baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

➤ **Air**

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak seperti oli, asam alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan beton atau tulangan (SNI-03-2847-2002). Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak mempunyai rasa atau bau yang mencolok memenuhi syarat sebagai air campuran untuk pembuatan beton. Apabila ketidak murnian dalam air campuran berlebihan, dapat mempengaruhi tidak hanya waktu pengikatan (*setting time*), kuat beton, stabilitas volume (perubahan panjang), tetapi juga dapat mengakibatkan pengefloran (*efflorescence*) atau korosi tulangan. Konsentrasi tinggi dari bahan solid yang mudah larut dalam air, sebaiknya dihindari. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi (SNI-03-2847-2002):

1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air pada sumber yang sama.
2. Hasil dari pengujian pada umur 7 dan 28 hari terhadap kubus uji mortar yang terbuat dari adukan dengan air yang tidak bisa diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

#### 2.1.4. Berat Volume Beton

Berat volume dapat didefinisikan yaitu perbandingan antara berat benda uji beton dengan volume beton :

$$D = \frac{W}{V}$$

Dimana :

D = Berat Volume Beton (kg/m<sup>3</sup>)

W = Berat Benda Uji (kg)

V = Volume Beton (m<sup>3</sup>)

Berdasarkan pada berat volume (kerapatan), pada beton dapat diklasifikasikan dengan tabel seperti (Tabel 1 dan Tabel 2) :

Tabel 2. Klasifikasi beton berdasarkan berat volume menurut *American Concrete Institute (ACI)*.

<b>Klasifikasi</b>	<b>Berat Volume Beton (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Beton ultra ringan	300 – 1100
Beton ringan	1100 – 1600
Beton ringan struktural	1450 – 1900
Beton normal	2100 – 2550
Beton berat	2900– 6100

Tabel 3. Klasifikasi beton berdasarkan berat volume beton menurut (SNI 03 – 2847 – 2002).

Jenis Beton	Berat Volume Beton
	Kering Udara ( $\text{kg/m}^3$ )
Beton ringan	< 2200
Beton normal	2200 – 2500
Beton berbobot berat	> 2500

## 2.2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

### 2.2.1. Pengertian Perkerasan Kaku

Perkerasan Kaku (*rigid pavement*) diartikan sebagai struktur perkerasan yang terbentuk dari beberapa plat beton bersambungan (tidak menerus) dengan menggunakan tulangan atau tanpa tulangan, atau plat beton menerus dengan tulangan, yang terbentuk dari lapis pondasi bawah, tanpa aspal atau menggunakan aspal sebagai lapis permukaan (Departemen Pekerjaan Umum, 2011). Perkerasan kaku atau *rigid pavement* menggunakan bahan baku utama agregat dan semen sebagai bahan pengikatnya, agar mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi bila dibandingkan perkerasan aspal (perkerasan lentur). Modulus elastisitas (E) menjadi salah satu parameter dari tingkat kekuatan konstruksi dan dapat juga digunakan sebagai acuan ilustrasi tingkat kekakuan konstruksi perkerasan. Pada perkerasan aspal (perkerasan lentur), modulus elastisitas sekitar 4.000 MPa, sedangkan pada perkerasan kaku modulus elastisitasnya berkisar pada 40.000 MPa dengan perbandingan 10 kali lipat dari perkerasan lentur (PUPR, 2017).

### 2.2.2. Struktur Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Struktur perkerasan jalan beton semen atau biasa disebut dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terdiri dari bagian-bagian seperti :

### 1. Plat Beton (*Concrete Slab*)

Lapisan plat (*slab*) beton adalah semen dengan beton mutu tinggi berkisar K-350 hingga K-400. Di atas perkerasan kaku terdapat lapisan permukaan (*surface course*) yang terdiri dari aspal beton (*AC*) yang berkontak langsung dengan roda lalu lintas. Maka dari itu permukaan harus rata supaya tidak mudah mengikis roda dan tidak licin terhadap roda.

### 2. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah menjadi lantai kerja (*working platform*), berfungsi meratakan dan memperkuat tanah dasar yang telah dipersiapkan supaya tidak rusak oleh roda kendaraan konstruksi saat pelaksanaan pekerjaan, selain itu dapat juga berguna untuk mencegah *pumping* (pemompaan), dan berguna untuk menambah kekuatan pada tanah dasar. Agregat subbase harus dipadatkan  $\geq 95\%$  dengan kepadatan mengacu AASHTO T99. Agregat subbase mempunyai nilai indeks plastisitas (PI)  $\leq 6$ .

### 3. *Bond Breaker*

*Bond breaker* dipasang di antara lapis pondasi bawah dan plat beton agar tidak terjadi kelekatan (*bonding*) atau gesekan (*friction*). Pada praktek *bond breaker* terbuat dari plastik tebal (minimum 125 mikron), maka dari itu lapis pondasi bawah tidak boleh dikasarkan (*grooving* atau *broshing*).

## 2.2.3. Jenis Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku terdiri dari pelat beton yang dilengkapi dengan beberapa sambungan, seperti sambungan susut melintang, sambungan memanjang, sambungan pelaksanaan dan sambungan memuai. Ada dua hal yang terpenting pada perkerasan kaku. Yang pertama adalah kekuatan perkerasan terhadap beban lalu lintas

yang biasa disebut dengan kuat tarik lentur dari beton itu sendiri. Tulangan yang dipasang untuk mengontrol retak bukan dipergunakan untuk memikul beban lalu lintas. Hal yang kedua adalah perkerasan kaku akan mengembang dan menyusut akibat dari proses hidrasi yang dipengaruhi suhu dan kelembaban lingkungan. Tipe perkerasan kaku yang dikenal ada 5 menurut (PUPR, 2017), yaitu :

1. Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan (*Joint Plain Concrete Pavement – JPCP*)

Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan adalah jenis yang paling sering digunakan karena biaya yang relatif murah pada pelaksanaan dibandingkan dengan jenis lainnya. Sambungan susut pada biasanya dibuat setiap 3,6 m dan 6 m (di Indonesia biasanya berjarak 4,5 m dan 5 m). Sambungan biasanya mempunyai jarak yang cukup dekat sehingga tidak terjadinya retakan di dalam pelat sampai akhir umur yang telah direncanakan.

2. Perkerasan Kaku Bersambung Dengan Tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement – JRCP*)

Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan atau JRCP mirip dengan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (JPCP) yang membedakan ukuran pelat lebih panjang dan ada penambahan tulangan pada pelat. Jarak sambungan biasanya antara 7,5 m dan 12 m, walaupun ada juga jarak sambungannya sebesar 30 m. Presentase tulangan pada arah memanjang biasanya berkisar 0,1% dan 0,2% dari luas penampang melintang, sedangkan penulangan melintang lebih kecil. Penulangan pada perkerasan kaku bertujuan untuk tidak terjadi retakan bukan untuk memikul beban lalu lintas.

3. Perkerasan Kaku Menerus Dengan Tulangan (*Continuous Reinforced Concrete Pavement – CRCP*)

Perkerasan kaku menerus dengan tulangan adalah pelat yang jumlah tulangnya cukup banyak tanpa menggunakan sambungan susut. Dengan menggunakan jumlah tulangan pada arah memanjang biasanya sekitar 0,6% dan 0,8% dari luas penampang melintang, dan jumlah yang digunakan arah melintang lebih kecil dari arah memanjang. Retakan biasanya muncul pada kisaran jarak 0,6 m hingga 2,4 m. Retakan pada perkerasan menerus dengan tulangan biasanya hanya retak rambut. Pada tahun 2000 Amerika Serikat pernah membuktikan kinerja CRCP sangat bagus, melalui survey pada umur perkerasan antara 21 tahun hingga 30 tahun serta telah melayani lalu lintas berat dan mempunyai kondisi yang bagus dengan nilai *serviceability* 4 atau lebih.

#### 4. Perkerasan Kaku Prategang (*Prestres Concrete Pavement*)

Perkerasan kaku prategang mulai dikenal pada akhir 1940 an dan pertama kali dipakai di lapangan terbang. Sekitar tahun 1959 oleh pangkalan militer digunakan untuk lapangan terbang di Texas. Di Indonesia dilakukan percobaan dengan menggunakan perkerasan kaku prategang pada tahun 2011 di Buntu, Jawa Tengah, sepanjang 80 m, lebar 7 m, dan tebal 20 cm, pada saat itu dilakukan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan.

Perkerasan kaku prategang memiliki potensi yang berkaitan dengan dua hal, yaitu:

- Penggunaan bahan yang cukup efisien.
- Sambungan yang digunakan lebih sedikit dan memungkinkan terjadinya retakan lebih kecil, yang menjadikan biaya pemeliharaan lebih sedikit dan umur perkerasan lebih tahan lama.

#### 5. Perkerasan Kaku Pracetak

Perkerasan kaku pracetak telah dibuat oleh Missouri dan Indiana, Amerika Serikat pada tahun 2005, sedangkan pada



2010 Indonesia telah memakai jenis perkerasan kaku pracetak pada ruas jalan tol Kanci – Pejagan (Provinsi Jawa Barat – Jawa Tengah) dari Kabupaten Cirebon Km 231+000 (Km 0 Jkt) sampai Kabupaten Berebes Km 266+000 (Km 0 Jkt) dengan total panjang jalan tol ini 35 Km. Keuntungan perkerasan kaku pracetak adalah terjaganya kualitas beton agar tetap tinggi sesuai dengan yang telah direncanakan, pengaruh cuaca sangat kecil, dan pada pelaksanaan tidak menghambat lalu lintas.

## **2.3. Plastik**

### **2.3.1. Pengertian Plastik**

Plastik adalah suatu bahan polimer yang memiliki sifat – sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah bahan yang terdiri dari unit molekul yang biasa disebut monomer (Mujiarto, 2005). Bahan polimer sintesis yang terbuat dari proses poli- merisasi juga disebut plastik (Nasution, 2015). Plastik adalah bahan yang mudah beradaptasi, ringan, fleksibel, tahan lembab, kuat dan relatif (Naresh dkk, 2017).

### **2.3.2. Jenis – Jenis Plastik**

Plastik sudah sering dijumpai dalam kehidupan sehari – hari karena plastik terlihat bersih, praktis, sehingga digunakan pada kebutuhan sehari – hari. Maka dengan ini hampir semua orang memakai plastik seperti botol minuman, gelas minuman, piring, kantong plastik, dan lain – lain. Ada beberapa jenis plastik menurut (Karuniastuti, 2013), yaitu :

#### **1. *Polyethylene Terephthalate* (PET)**

Bahan PET ini biasa dipakai pada botol, direkomendasikan hanya untuk sekali pakai dan apabila terlalu sering digunakan untuk mengisi air hangat atau air panas akan mengakibatkan lapisan polimer yang ada pada botol akan meleleh dan

mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) dan titik lelehnya 85°C.

2. *High Density Polyethylene (HDPE)*

HDPE salah satu bahan plastik yang cukup aman dipakai karena mampu mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik HPE dengan kemasan makanan/minuman. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih keras, kuat, buram dan lebih tahan dengan suhu tinggi jika dibandingkan dengan PET.

3. *Polyvinyl Chloride (PVC)*

PVC lebih tahan terhadap bahan senyawa kimia, minyak dan sebagainya. PVC sendiri mengandung DEHA yang dapat beraksi dengan makanan yang berada didalam kemasan plastik dan akan bersentuhan langsung dengan makanan ketika titik lelehnya 70 - 140°C. Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang berada dalam kemasan plastik sangat berbahaya untuk ginjal, hati, dan penurunan berat badan. Pembakaran jenis plastik PVC dapat mengeluarkan racun.

4. *Low Density Polyethylene (LDPE)*

LDPE memiliki sifat mekanis yaitu kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan sedikit berlemak. Plastik jenis LDPE ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang perlu fleksibilitas tetapi kuat, dan mempunyai resistensi yang baik kepada reaksi kimia. Bahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi baik digunakan pada tempat makanan atau minuman karena sulit bereaksi terhadap kimiawi pada makanan atau minuman yang ada pada kemasan dengan bahan ini.

5. *Polypropylene (PP)*

PP memiliki karakteristik yaitu transparan yang tidak jernih atau sedikit gelap. PP ini lebih kuat dan ringan dengan daya tembus yang rendah, tahan terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. PP memiliki kode angka 5 pada barang berbahan plastik, titik leleh mencapai 165°C.

#### 6. *Polystyrene (PS)*

PS dapat mengeluarkan bahan styrene ke dalam makanan saat makanan tersebut bersentuhan. Bahan ini berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen terhadap wanita, mengganggu pertumbuhan dan sistem syaraf, bahan ini juga sulit untuk didaur ulang. Ketika kemasan plastik ini dibakar akan meninggalkan jelaga, dan titik leleh mencapai 95°C.

#### 7. *Polycarbonate*

Bahan plastik ini biasa digunakan untuk mengemas barang-barang konsumen seperti botol yang bisa digunakan kembali, plastik ini mengandung BPA. Karena paparan suhu yang tinggi BPA dapat larut dari wadah *polycarbonate* ke dalam minuman atau makanan yang tersimpan di dalamnya. Maka dari itu penggunaan plastik *polycarbonate* sudah menurun.

### 2.3.3. Dampak Bahaya Plastik

Plastik sudah bersahabat pada kehidupan modern massa kini terlihat dari ketergantungan manusia terhadap plastik. Hal ini disebabkan plastik merupakan sebagai wadah pembungkus yang praktis, terlihat bersih, mudah didapat, tahan lama, murah harganya. Sayangnya manusia tidak banyak yang mengetahui bahaya dari plastik karena penggunaan yang tidak benar.

Misalnya seperti dari penggunaan bahan pelembut bisa berdampak menimbulkan masalah kesehatan, sebagai contoh PCB (*polychlorinated biphenyls*) merupakan senyawa chlorinated aromatic hidrokarbon yang sangat stabil dan berwarna bening atau kuning pucat, memiliki sifat tidak larut dalam air. PCB bisa menimbulkan kematian dan kanker pada manusia, maka dari itu di Jepang sudah dilarang menggunakan PCB dikarenakan banyak merugikan masyarakat dan dapat menimbulkan penyakit yang biasa dikenal sebagai *yusho* (Karuniastuti, 2013). Ada kerugian lainnya seperti meningkatkan resiko alergi dan asma, penurunan

kualitas sperma, mempengaruhi kadar hormon reproduksi manusia, penurunan jarak anogenital pada bayi laki-laki, kelenjar tiroid, dan resistensi insulin (Jurewicz dkk, 2013; Vom Saal & Vandenberg, 2021)

Pembuangan limbah plastik dan produk plastik sembarangan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan yang bisa dilihat ada beberapa hal yang termasuk merusak keindahan alam (Alabi dkk, 2019). Limbah sampah plastik sangat sulit dikelola, waktu yang diperlukan bisa sampai puluhan bahkan ratusan tahun baru bisa terurai dan dibutuhkan waktu 1000 tahun supaya plastik dapat terdekomposisi oleh tanah.

#### 2.4. Landasan Teori

##### 1) Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah batas retak dari balok yang diberi beban sehingga timbul momen yang menyebabkan deformasi. Momen lentur tersebut dilawan oleh gaya tekan dan gaya dalam beton yang menimbulkan momen kopel. Tegangan yang muncul selama terjadinya deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin beton tersebut (Rahamudin dkk, 2016). Menurut (SNI 4431 : 2011) kuat tarik lentur dapat diketahui dengan menguji sebagai kemampuan balok yang diletakkan pada kedua perletakan dan menahan gaya tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah. Satuannya adalah Mega Pascal (MPa). Uji kuat lentur beton menggunakan benda uji berbentuk balok beton berukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm.

Rumus kuat tarik lentur sebagai berikut:

$$f_r = \frac{3 P a}{b h^2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

- fr = Kuat tarik lentur (MPa)
- P = Beban pada waktu lentur (kN)
- a = Jarak dari perletakan ke gaya (mm)
- b = Lebar penampang balok (mm)
- h = Tinggi penampang balok (mm)

## 2) Kuat Tekan

Kuat tekan beton yaitu besar beban per satuan luas pada benda uji beton umur 28 hari saat hancur apabila diberikan gaya tekanan tertentu dari mesin tekan (Manuahe dkk, 2014). Bentuk benda uji tekan beton yaitu silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm.

Rumus kuat tekan beton yaitu:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- f'c = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

## 3) *Fibre Reinforced Concrete* (Beton Serat)

Beton serat (*fibre reinforced concrete*) adalah beton yang mengandung campuran bahan berserat yang dapat meningkatkan sifat mekanis, dan ketahanan elemen struktural (Ragavendra dkk, 2017).

Jenis-jenis serat seperti:

- Serat baja
- Serat kaca
- Serat sintetis
- Serat alami.

Menurut (Mohan dkk, 2010) beton serat menggunakan serat baja menjadikan beton itu meningkat lebih baik dan terbukti menjadi bahan yang menjanjikan. Pada penelitian (Wafa, 1990) dengan menggunakan serat pada beton dapat menjadikan kemungkinan kecil terjadi retakan dan mengurangi lebar retakan yang terjadi pada beton.

#### 4) Plastik PP (*Polypropylene*)

Plastik ini biasa digunakan untuk gelas-gelas *cup coffe* atau *cup* gelas tempat makan siap saji dan juga terdapat pada kemasan air mineral yang berbahan PP (*Polypropylene*). PP ini lebih kuat dan ringan dengan daya tembus yang rendah, tahan terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan mengkilap (Karuniastuti, 2013). Sedangkan menurut (Suwarno dkk, 2021) dengan pemanfaatan limbah plastik yang bisa diaplikasikan untuk campuran beton dapat berharap bisa mengurangi dan mendaurulang plastik untuk kepentingan konstruksi supaya tidak mencemari lingkungan. Menurut (Hasan dkk, 2019) pemanfaatan plastik pada beton dapat mendorong kondisi ramah lingkungan dan dapat meningkatkan kemampuan beton terhadap tekan dan tarik lentur. Bahan bening ini mudah untuk didapat. Bahan ini bisa kita gunakan sebagai bahan campuran pada beton dan sedikit mengurangi sampah plastik yang ada pada lingkungan sekitar.

### 2.5. Beton Berserat Plastik Berdasarkan Penelitian Yang Sudah Ada

Tabel 4. Beton berserat plastik beberapa penelitian yang telah ada.

No	Tahun	Judul Artikel	Pengarang	Nama jurnal, no, vol,hal,url	Intisari
1.	2012	Pembuatan beton dengan campuran limbah plastik dan karakteristiknya	Yessi Rismayasari, Utari, Usman Santosa		Menggunakan limbah ember plastik dibuat potongan dengan diameter 0.1 – 0.8 cm dengan jenis plastik PP ( <i>polypropilene</i> ) yang diperlukan sebanyak 0%, 2%, 4%, 6% , 8%, 10% dari massa semen. Penambahan variasi limbah plastik 4% memiliki nilai kuat tekan terbesar $21,8 \times 10^6 \text{N/m}^2$ . Penambahan campuran 0% menghasilkan $18 \times 10^6 \text{N/m}^2$ . Dengan mutu beton K-225.

Tabel 4 (Lanjutan).

No	Tahun	Judul Artikel	Pengarang	Nama jurnal, no, vol,hal,url	Intisari
2.	2013	Perilaku kuat tekan dan kuat tarik beton campuran limbah plastik HDPE	BAGUS SOEBAN DONO, AS'AT PUJIANTO, DANAR KURNIA WAN	JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA Vol. 16, No. 1, 76-82	Limbah plastik HDPE dengan ukuran lolos saringan 19 mm dan tertahan saringan 4,75 mm bentuknya menyerupai agregat kasar. Kuat tekan agregat kasar limbah plastik HDPE 0% (normal), 10%, 15% dan 20% berturut-turut sebesar : 27,88 MPa; 15,67 MPa; 14,96MPa; 11,08 MPa. Kuat tarik agregat kasar limbah plastik HDPE 0% (normal), 10%, 15% dan 20% berturut-turut sebesar : 2,71 MPa; 2,34 MPa; 2,01 MPa; 1,72 MPa. Paling optimum menggunakan persentase 10%. Menggunakan mutu beton K-350.
3.	2013	Pembuatan beton ringan dari agregat buatan berbahan plastik	Erwin Rommel	Volume 9, Nomor 1, <a href="http://ejournal.uumm.ac.id/index.php/gamma/article/view/2417">http://ejournal.uumm.ac.id/index.php/gamma/article/view/2417</a>	Pecahan-pecahan yang bentuknya menyerupai agregat dengan ukuran diameter yang beragam antara 10 – 20 mm. pada rancangan beton normal 17.24 MPa. Sedangkan pada beton ini kekuatan tekan beton ringan dari agregat plastik diperoleh sebesar 13,16 MPa. Dengan mutu beton K-225.

Tabel 4 (Lanjutan).

No	Tahun	Judul Artikel	Pengarang	Nama jurnal, no, vol,hal,url	Intisari
4.	2015	Pemakaian serat plastik secara parsial pada penampang balok	Erwin Rommel dan Rusdianto	Seminar Teknologi dan Rekayasa (SENTRA), ISBN: 978-979-796-238-6	Limbah plastik berjenis HDPE ( <i>high density poly-ethylene</i> ) dengan rasio L/d = 5 (cacahan serat diameter 0,5 mm ; panjang 2,5 mm) dan jumlah serat sebesar 5% dari volume beton. dengan mutu beton 20 MPa. Pemberian serat plastik pada ½ ketinggian penampang balok dapat meningkatkan nilai MOR sebesar 25,8% yakni 4,29 MPa.
5.	2016	Pengaruh penggunaan sampah botol plastic sebagai bahan tambahan pada campuran lapisan aspal beton (LASTON)	Nugraha Yuda Pratama, Slamet Widodo, Eti Sulandari		Bentuk cacahan botol plastic ( <i>Polyethylene Terephthalate</i> ) yang digunakan yaitu dengan kadar 0% ; 0,1%, 0,3% ; 0,5% ; 0,7% dari berat aspal. Penambahan plastik dengan kadar 0,3% merupakan kadar terbaik yang dapat digunakan dalam campuran beraspal
6.	2017	Desain dan estimasi ramah lingkungan jalan kaku dengan geotekstik plastik batu bata di daerah pedesaan	Sankuru Naresh, S.S. Asadi, A.V.S. Prasad	Volume 8, Issue 3, <a href="http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp">http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp</a>	Cacahan yang diperlukan sebanyak 0%, 2%, 4%. Dengan mempunyai kuat 40 Mpa. Dengan mutu K-500 pada jalan pedesaan. Dengan waktu yang optimum pada umur 28 hari, mengalami peningkatan yang baik. Campuran plastik yang optimum pada 2%.



Tabel 4 (Lanjutan).

No	Tahun	Judul Artikel	Pengarang	Nama jurnal, no, vol,hal,url	Intisari
7.	2017	Studi alternatif bahan konstruksi rumah lingkungan dengan pemanfaatan limbah plastik kemasan air mineral pada campuran beton	Indah Handayasari	POLITEKNOLOGI VOL. 16 No. 1	Limbah plastik kemasan air mineral terhadap agregat halus 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Berdasarkan hasil uji nilai kuat lentur/tarik yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai tertinggi adalah beton dengan variasi cacahan limbah plastik kemasan air mineral sebesar 5% pada umur perawatan 28 hari yaitu sebesar 2,666 MPa. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada beton dengan umur perawatan 28 hari yaitu sebesar 22,741 MPa untuk campuran beton dengan 5% cacahan limbah plastik kemasan air mineral. Dengan mutu beton K-225.
8.	2018	Peningkatan nilai kuat tarik belah beton dengan campuran limbah botol plastik <i>POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET)</i>	Rocky Armidion dan Tanjung Rahayu	Jurnal Konstruksia, Volume 10 Nomer 1	Cacahan limbah botol plastik jenis <i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i> variasi campuran 0 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 %. Kuat tarik belah beton dengan campuran cacahan PET sebanyak 0,6% nilai 2,753 Mpa meningkat sebesar 23,29 % dari beton normal. Dengan menggunakan mutu K-250.

Tabel 4 (Lanjutan).

No	Tahun	Judul Artikel	Pengarang	Nama jurnal, no, vol,hal,url	Intisari
9.	2019	Pengaruh <i>polyethylene terephthalate</i> (limbah penghalang jalan) pada beton untuk perkerasan kaku	D Hasan, N Juhari, M H Rofi dan A Albar	Journal of Physics: Conference Series	PET yang dipotong menjadi serat dengan panjang 15 mm dan tebal 5 mm. dengan variasi campuran 0%, 1%, 2%, 3%. Dengan kuat tekan beton optimum pada campuran 2% nilai kuat tekan 42,13 Mpa sedangkan 0% 40,56 Mpa. Menggunakan mutu beton K-500. <i>Dengan pendekatan aspek rasio 18,75</i>
10.	2019	Evaluasi terhadap perkerasan kaku dengan serat limbah plastik	A. M. Abu Abdo dan S. J. Jung	VOL. 14, NO. 13, <a href="http://www.arpnjournals.com">www.arpnjournals.com</a>	Berbentuk cacahan ukuran 30x5x1 mm limbah plastik PET dengan campuran persentase 0.25%, 0.375%, dan 0.5%. Pada penambahan plastik 0,25% mempunyai kekuatan tekan 31,5 Mpa, sedangkan beton 0% mempunyai kekuatan tekan 19,5 Mpa. Mengalami kenaikan pada kuat tekan beton serat. Dan memiliki kuat lentur 3,95 Mpa pada campuran 0,25%. Dengan mutu beton K-250. <i>Dengan pendekatan aspek rasio 37,5</i>

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Umum

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan mengetahui pengaruh rasio limbah plastik gelas air mineral terhadap kuat tarik lentur pada perkerasan kaku. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Metode ini dapat menggambarkan *lay-out* dari benda uji tersebut dan mempresentasikan hasil yang telah dilakukan dari pengujian di laboratorium.

#### 3.2. Penyiapan Material

Pada penelitian ini material yang akan digunakan adalah:

1) Cacahan Plastik

Cacahan yang akan digunakan yaitu cacahan plastik gelas air mineral yang akan di potong bervariasi dengan ukuran 30 x 5 mm dengan aspek rasio 37,5; 40 x 5 mm dengan aspek rasio 50; 50 x 5 mm dengan aspek rasio 62,5. Pada penelitian ini peneliti mendapatkan referensi dari penelitian (Abdo dan Jung, 2019) dengan menggunakan plastik PET pada campuran beton dengan aspek rasio 37,5.

2) Semen

Semen berguna untuk bahan pengikat agregat dan mengisi ruang kosong antar agregat supaya terbentuk massa yang padat. Penelitian ini menggunakan semen PCC (*Portland Composite Cement*) dengan keadaan yang masih tertutup rapat dalam kemasan (zak) dan mempunyai berat 50 kg dan menggunakan produk semen Padang karena mudah untuk mendapatkan pada toko material.

### 3) Agregat Kasar

Agregat kasar yang akan digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah yang lolos dengan ukuran saringan 19 mm, yang didapat dari proses batuan pecah hasil dari industri pemecah batu.

### 4) Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang lebih halus dengan lolos saringan ukuran 4,75 mm. Yang didapat dari industri pasir.

### 5) Air

Air yang dipakai pada penelitian ini harus air bersih, tidak terkontaminasi minyak, lumpur, dan zat-zat lain yang dapat merusak beton. Pada penelitian ini air yang dipakai berasal dari air mengalir.

## 3.3. Benda Uji

Benda uji tekan akan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dan benda uji lentur adalah balok dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm. Penambahan variasi serat limbah plastik gelas air mineral dalam campuran beton dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Variasi rasio terdiri dari 6 (enam) sampel benda uji yaitu 3 (tiga) benda uji silinder dan 3 (tiga) benda uji balok. Setiap benda uji akan dilakukan pengujian setelah berumur 28 hari dan 56 hari. Setiap benda uji diberikan kode untuk uji kuat tekan (T), uji tarik lentur (TL). Benda uji mempunyai mutu dengan K-300. Untuk pencampuran limbah plastik gelas air mineral dengan persentase 0,25% dari berat.

Menurut ACI Committee 544 (2002) persoalan State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete, aspek rasio serat yaitu perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat, yang mana equivalent diameter juga dapat digunakan. Diperoleh dari sumber yang sama, dipaparkan equivalent diameter yaitu diameter sebuah lingkaran yang memiliki luas yang sama dengan luas penampang melintang dari serat.

Cara mendapatkan nilai aspek rasio pada serat bentuk pipih, penampang melintang serat bisa diekuivalensikan supaya berbentuk lingkaran.

Luas lingkaran = Luas penampang serat melintang

$$0,25 \times \pi \times d^2 = \text{lebar} \times \text{tebal}$$

- Dengan panjang serat 30 mm, lebar 5 mm, tebal 0,1 mm

Luas lingkaran = Luas penampang serat melintang

$$0,25 \times \pi \times d^2 = 5 \times 0,1$$

$$d = \sqrt{\frac{0,5}{0,25 \times \pi}} = 0,8 \text{ mm}$$

Perhitungan equivalent diameter dan aspek rasio serat selanjutnya dipaparkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Equivalent dan Aspek Rasio.

No	Panjang Serat (mm)	Equivalent Diameter (mm)	Aspek Rasio (L/d)
1	30	0,8	37,5
2	40	0,8	50
3	50	0,8	62,5

Tabel 6. Tabel Jumlah dan Kode Benda Uji Umur 28 Hari.

Aspek Rasio Plastik	37,5	50	62,5	Jumlah
Kuat tekan (T) 28 Hari	T.1.3.28 T.2.3.28 T.3.3.28	T.1.4.28 T.2.4.28 T.3.4.28	T.1.5.28 T.2.5.28 T.3.5.28	3 3 3
Kuat tarik lentur (TL) 28 Hari	TL.1.3.28 TL.2.3.28 TL.3.3.28	TL.1.4.28 TL.2.4.28 TL.3.4.28	TL.1.5.28 TL.2.5.28 TL.3.5.28	3 3 3
Jumlah	6	6	6	18

Tabel 7. Tabel Jumlah dan Kode Benda Uji Umur 56 Hari.

Aspek Rasio Plastik	37,5	50	62,5	Jumlah
Kuat tekan (T) 56 Hari	T.1.3.56 T.2.3.56 T.3.3.56	T.1.4.56 T.2.4.56 T.3.4.56	T.1.5.56 T.2.5.56 T.3.5.56	3 3 3
Kuat tarik lentur (TL) 56 Hari	TL.1.3.56 TL.2.3.56 TL.3.3.56	TL.1.4.56 TL.2.4.56 TL.3.4.56	TL.1.5.56 TL.2.5.56 TL.3.5.56	3 3 3
Jumlah	6	6	6	18

### 3.4. Alat-Alat Penelitian

Alat yang akan dipakai pada penelitian ini:

1. Cetakan Benda Uji

Cetakan yang dipakai pada penelitian untuk mencetak beton dengan bentuk silinder dan balok. Dengan bentuk silinder mempunyai ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm yang dipakai untuk menguji kuat tekan. Sedangkan dengan bentuk balok mempunyai ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm yang dipakai untuk menguji kuat tarik lentur.

2. Oven

Oven berguna untuk mengeringkan bahan-bahan pada pengujian material saat kondisi kering, oven yang akan digunakan mempunyai kapasitas suhu maksimum 110° C.

3. Saringan

Saringan ini berfungsi untuk mengukur gradasi agregat supaya mengetahui nilai modulus kehalusan agregat halus dan agregat kasar. Pada penelitian ini gradasi agregat kasar dan agregat halus berlandaskan standar ASTM C-33.

4. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk mengetahui berat masing-masing bahan yang akan digunakan untuk penyusun beton sesuai yang telah direncanakan. Ada timbangan manual dengan kapasitas 50 kg untuk mengukur berat beton dan ada juga timbangan elektronik dengan kapasitas 20 kg untuk mengukur bahan campuran beton.

5. *Concrete Mixer*

Alat ini sebagai alat pengaduk campuran beton. Dengan memiliki kapasitas 0,125 m<sup>3</sup> mempunyai kecepatan 20 hingga 30 putaran per menit.

6. *Slump Test Apparatus*

Kerucut Abrams biasa digunakan dengan tilam pelat baja dan tongkat baja supaya mengetahui kelecakan (*workability*) adukan dengan sederhana untuk percobaan *slump test*. Untuk ukuran kerucut mempunyai diameter 100 mm di bagian atas dan 200 mm di bagian

bawah, dan tinggi 300 mm. Sedangkan ukuran tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm.

7. Piknometer

Alat ini berguna supaya berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu, berat jenis kering, dan penyerapan agregat halus dapat diketahui.

8. Botol *La Chatelier*

Alat ini berguna supaya berat jenis PCC (*Portland Composite Cement*) dapat diketahui. Kapasitas botol *La Chatelier* sebesar 250 ml.

9. Alat Vicat

Alat ini berguna supaya waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir pada PCC (*Portland Composite Cement*) dapat diketahui.

### 3.5. Prosedur Penelitian

Ada beberapa prosedur penelitian yaitu:

1. Persiapan bahan dan alat-alat

Tahapan pertama menyiapkan bahan-bahan yang akan dibutuhkan. Setelah itu dilakukan pengecekan peralatan kembali, untuk mengetahui alat yang masih berfungsi atau tidak agar penelitian tidak terhambat.

2. Pemeriksaan bahan campuran beton

Tahap kedua ini adalah pengujian bahan campuran beton sesuai aturan yang telah tertera pada ASTM, yang berguna untuk mengetahui dan mendapatkan data bahan campuran beton memenuhi persyaratan atau tidak.

3. *Mix Design*

Tahap ini adalah tahap pembuatan rencana campuran beton dengan menggunakan metode ACI (ACI Committee 544, 1993). Perencanaan campuran beton dengan semen, agregat, dan air sangat utama agar mendapatkan kekuatan beton yang telah direncanakan dengan kuat tarik lentur ( $f_t$ ) = 3,8 MPa dan kuat tekan ( $f'_c$ ) = 24,9MPa atau K-300.

4. Pembuatan benda uji

Ada beberapa tahap untuk pembuatan benda uji yaitu:

- Pembuatan campuran adukan beton dari hasil yang telah diperhitungkan
  - 1) Mempersiapkan bahan adukan beton

Bahan penyusun beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan semen dipersiapkan dengan kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Hal ini dilakukan supaya bahan-bahan yang telah disiapkan tidak menyerap air. Penambahan air saat pencampuran akan berpengaruh pada kekuatan beton.
  - 2) Setelah bahan siap, dilanjutkan dengan pencampuran bahan. Perbandingan bahan-bahan sesuai butir.
  - 3) Langkah awal agregat kasar dimasukkan, selanjutnya sebagian air pencampur dimasukkan. Selanjutnya mesin pengaduk dihidupkan, kemudian setelah itu agregat halus, agregat kasar, semen dan air dimasukkan pada mesin pengaduk bekerja.

Proses pencampuran berlangsung selama tiga menit.
- Penambahan cacahan plastik

Penambahan cacahan dilakukan dengan cara bertahap supaya cacahan tercampur secara merata pada adukan beton supaya tidak terjadi gumpalan sehingga mempengaruhi kekuatan beton.
- Mengetahui nilai *Slump* dan VB - time
  - 1) Persiapkan kerucut Abrams, setelah itu adukan beton dimasukkan pada kerucut Abrams hingga  $\frac{1}{3}$  bagian, dipadatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 25 kali. Adukan ditambah hingga  $\frac{2}{3}$  bagian, setelah itu ditumbuk kembali sebanyak 25 kali. Sesudah itu adukan dimasukkan sampai penuh, kemudian setelah itu tumbuk kembali sebanyak 25 kali setelah itu kerucut Abrams diisi penuh dan diratakan.
  - 2) Selanjutnya kerucut Abrams diangkat ke atas dan dilihat penurunan yang terjadi lalu diukur agar mendapatkan nilai *slump*.



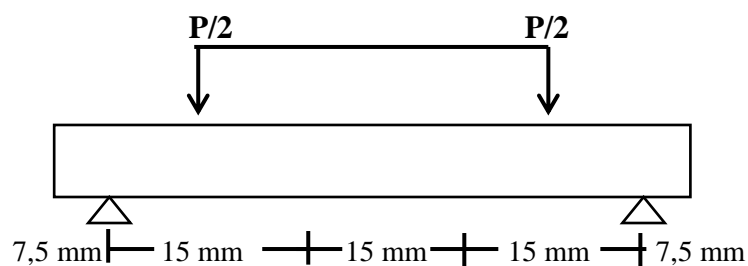
- 3) Setelah kerucut Abrams ditarik adukan diberi alas kontainer yang digetarkan di atas meja getar hingga permukaan menjadi rata. Waktu yang diperlukan bagi permukaan menjadi rata dinamakan *VB-time*.
  - Pencetakan benda uji balok dan silinder dilakukan dengan cara sebagai berikut:
    - 1) Persiapan cetakan benda uji
    - 2) Pengolesan oli pada sisi dalam benda uji
    - 3) Pemasukan adukan ke dalam cetakan hingga penuh dan pemadatan adukan menggunakan *vibrator*, supaya tidak terjadi segregasi pada campuran beton.
    - 4) Perataan bagian atas permukaan cetakan ketika sudah penuh dan padat, langsung ditutup dengan plastik.
    - 5) Pelepasan beton dari cetakan setelah 24 jam pengecoran.
    - 6) Pemberian kode pada setiap sampel di bagian atas.
5. Perawatan benda uji (*Curing*)
- Perawatan beton untuk membuat beton selalu lembab. Kelembaban membuat proses hidrasi berjalan dengan baik dan proses pengerasan jadi lebih sempurna sehingga mutu beton tercapai. Proses *curing* ini dilakukan dengan cara perendaman benda uji selama 28 hari dan 56 hari dalam bak air.
6. Pengujian benda uji
- Uji kuat tekan
- Uji tekan beton dengan menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*) dengan kapasitas 150 ton dan kecepatan pembebanan 0,14-0,34 MPa/detik. Benda uji silinder setelah proses *curing* diangkat dan ditimbang, setelah itu di catat. Benda uji diberi lapisan belerang 1,5-3 mm pada permukaan yang ditekan. Pengujian ini dilakukan pada umur beton mencapai 28 hari dan 56 hari.



Gambar 1. Alat CTM (*Compression Testing Machine*).

- Uji kuat tarik lentur

Pengujian benda uji dilakukan saat umur beton mencapai 28 hari dan 56 hari. Kuat lentur diteliti dengan cara diberi beban pada balok setiap sepertiga bentang dengan beban pada titik  $1/2P$ . Setelahnya, dilakukan pembebanan dari *Flexural testing frames* dimana kondisi balok mencapai keruntuhan lentur, terjadi retakan utama pada sekitar tengah – tengah bentang. Waktu terjadi retakan pertama dicatat dengan *stop watch*, setelah itu dianalisis beban maksimum yang telah didapat.



Gambar 2. Balok sederhana yang dibebani gaya  $P$ .

### 3.6. Analisa Data

Data dianalisis dengan ASTM E 178-02 dibandingkan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dengan serangkaian pengujian yang dilaksanakan di laboratorium, yang didapatkan nilai uji kuat tekan dan uji kuat tarik lentur.

Uji kuat tarik lentur menurut SNI 4431 : 2011 dengan rumus tegangan, yaitu:

- a) Daerah retakan terjadi di 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah, dapat dilihat sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots (3)$$

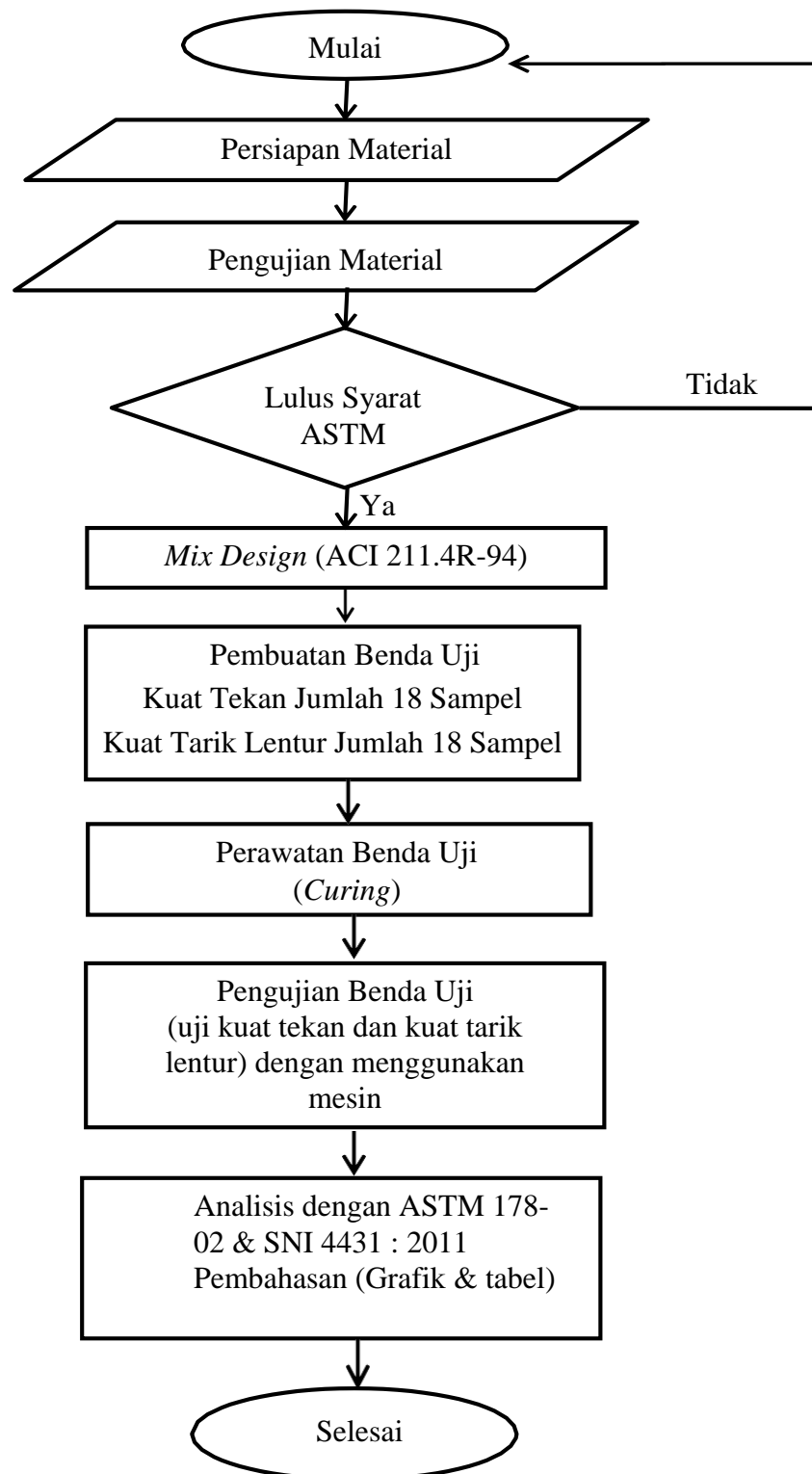
- b) Daerah retakan terjadi di luar 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah, dapat dilihat sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots (4)$$

dengan pengertian:

- $\sigma_1$  = kuat lentur benda uji (MPa)
- P = beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)
- L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
- b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)

### 3.7. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan pada kuat tekan dan kuat lentur beton masing-masing tiga variasi penambahan serat plastik *polypropylene* yang telah dilaksanakan, bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai slump mengalami penurunan dan nilai VB-time mengalami kenaikan waktu ketika telah dicampur serat, yang berarti menurunkan kelecakan (*workability*).
2. Hasil kuat tekan beton mengalami kenaikan dengan serat L/d 62,5 saat umur 28 hari sebesar 27,01 MPa atau meningkat 12,49 % dari beton tanpa serat. Sedangkan pada umur 56 hari, kuat tekan beton tanpa serat sebesar 33,12 MPa dan mengalami penurunan pada campuran serat L/d 37,5 ; 50 ; 62,5. Semua kuat tekan memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia.
3. Hasil kuat tarik lentur memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia dan mengalami kenaikan paling optimum pada campuran L/d 37,5 saat umur 28 hari sebesar 4,96 MPa atau 25,28% dari beton tanpa serat, sedangkan untuk umur 56 hari mengalami peningkatan paling optimum pada campuran L/d 37,5 sebesar 5,24 MPa meningkat sebesar 2,16 % dari beton tanpa serat. Semakin tinggi nilai L/d semakin ada rongga di dalam beton. Hal ini terjadi karena serat saling *overlap* dan saling terikat sehingga bisa menyebabkan pergerakan agregat semakin sulit.
4. Penambahan serat plastik polypropylene tidak berpengaruh besar pada kuat tekan akan tetapi sangat berpengaruh pada peningkatan kuat tarik lentur beton.

5. Faktor umur beton mempengaruhi nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur. Kuat tekan dan kuat lentur umur 56 hari dengan L/d 37,5 mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan umur 28 hari.

## 5.2. Saran

Dari beberapa kekurangan dalam penelitian yang ada, maka peneliti memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut untuk melengkapi dan mengembangkan penelitian ini. Saran-saran yang bisa peneliti berikan sebagai berikut:

1. Penggunaan serat plastik dengan *aspect ratio* yang berbeda.
2. Peningkatan ketelitian dalam penimbangan bahan karena sangat menentukan kualitas beton.
3. Penggunaan aspect ratio L/d tidak melebihi 37,5 supaya serat plastik tidak menggumpal, sehingga beton tercampur secara merata.
4. Peningkatan perhatian dalam proses pencampuran bahan dan pemadatan beton sehingga serat plastik bisa tercampur secara merata pada beton yang akan dicetak.
5. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan untuk umur 90 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdo, A. M. A., & Jung, S. J. (2019). Evaluation of Enforcing Rigid Pavements With Plastic Waste Fibers. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(13), 2348–2355.
- ACI Committe 544. (1993). *Guide for Specifying , Proportioning , Mixing , Placing , and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete*. American: American Concrete Institute.
- Alabi, O. A., Ologbonjaye, K. I., Awosolu, O., & Alalade, O. E. (2019). Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*, 5(1), 2–13. <https://doi.org/10.23937/2572-4061.1510021>
- (BSN), B. S. N. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019). *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 8, 653–659.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*, 251.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. In *Badan Standar Nasional Indonesia*. Jakarta: Author.
- Bazant, Z. P., & Wittmann, F. H. (1982). *Creep and Shrinkage in Concrete Structures*. New York: John Wiley & Sons.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2011). *Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Beton*. Jakarta: Author.
- Hasan, D., Juhari, N., Rofi, M. H., & Albar, A. (2019). The Effect of Polyethylene Terephthalate (Road Barrier Waste) In Concrete For Rigid Pavement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1349, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1349/1/012009>
- Jurewicz, J., Radwan, M., Sobala, W., Ligocka, D., Radwan, P., Bochenek, M., ... Hanke, W. (2013). Human Urinary Phthalate Metabolites Level and Main Semen Parameters, Sperm Chromatin Structure, Sperm Aneuploidy and Reproductive Hormones. *Reproductive Toxicology*, 42, 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.10.001>
- Kacianauskas, R., Raftoyiannis, I. ., & Wang, J. (2014). Properties of Concrete At Elevated Temperatures. *ISRN Civil Engineering*, 2014, 429–432. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2014/468510>

- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, 3(1), 6–14. Retrieved from <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/43/65>
- Kumari, B., & Srivastava, V. (2016). Effect of waste plastic and fly ash on mechanical properties of rigid pavement. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 7(5), 247–256.
- Maharani, A., & Wasono, S. B. (2018). Perbandingan Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pantai Prigi Popoh Kab. Tulungagung. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 1(2), 89–94.
- Manuahe, R., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2014). Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash). *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 277–282.
- Mohan, G., Nazeer, M., Nizad, A., & Suresh, S. (2010). Fibre Reinforced Concrete - A State-of-The-Art Review. *Internatonal Journal of Earth Sciences and Engineering*, 3(4), 634–642.
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi*, 3(2), 65–74.
- Naresh, S., Asadi, S. S., & Prasad, A. V. S. (2017). Design and estimation of eco friendly rigid pavement with geo plastic bricks in rural areas. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(3), 50–63.
- Nasution, R. S. (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 97–104. Retrieved from <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawnie/article/view/522>. Diakses 01 Januari 2021
- Nawy, E. G. (1990). *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*. Bandung: PT. Eresco.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Pratama, M. M. A. (2018). Analisis Numerik Modulus Elastisitas Beton Gradasi. *Jurnal Bangunan*, 23(1), 1–8.
- Pratama, N. Y., Widodo, S., & Sulandari, E. (2018). Pengaruh Penggunaan Sampah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Lapis Aspal Beton (Laston). *Jurnal Elektronik Laut, Sipil, Tambang*, 5(3), 1–17.
- PUPR. (2017). *Modul 1 Konsep Dasar dan Konstruksi Perkerasan Kaku*. Bandung: Author.



- Ragavendra, S., Reddy, I. P., & Dongre, A. (2017). Fibre Reinforced Concrete- A Case Study. *33rd National Convention of Architectural Engineers and National Seminar on "Architectural Engineering Aspect for Sustainable Building Envelopes" ArchEn-BuildEn-2017*, 1–16.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar ( Batu Apung ) Dan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231.
- Samekto, Wuryati, & Candra. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suhardiman, M. (2011). Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. *Jurnal Teknik*, 1(2), 88–95.
- Suwarno, A., Sudarmono, & JS, K. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek Berwarna Untuk Pembuatan Beton Ringan Penutup Saluran dan Blok Tiang Bendera Rt 03 Dan Rt 06/ Rw 17 Pucang Sari Desa Batusari Kecamatan. *SITECHMAS (Hilirisasi Technology Kepada Masyarakat) Vol.*, 2(1), 617–623.
- Tjokrodimulyo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit.
- Vom Saal, F. S., & Vandenberg, L. N. (2021). Update on The Health Effects of Bisphenol A: Overwhelming Evidence of Harm. *Endocrinology (United States)*, 162(3), 1–25. <https://doi.org/10.1210/endo/bqaa171>
- Wafa, F. F. (1990). Properties and Applications of Fiber Reinforced Concrete. *JKAU*, 2, 49–63.
- Wiyanti, D. S. (2011). Keuntungan dan Kerugian Flexible Pavement dan Rigid Pavement. *Teodolita (Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik)*, 12(2), 12–18.