

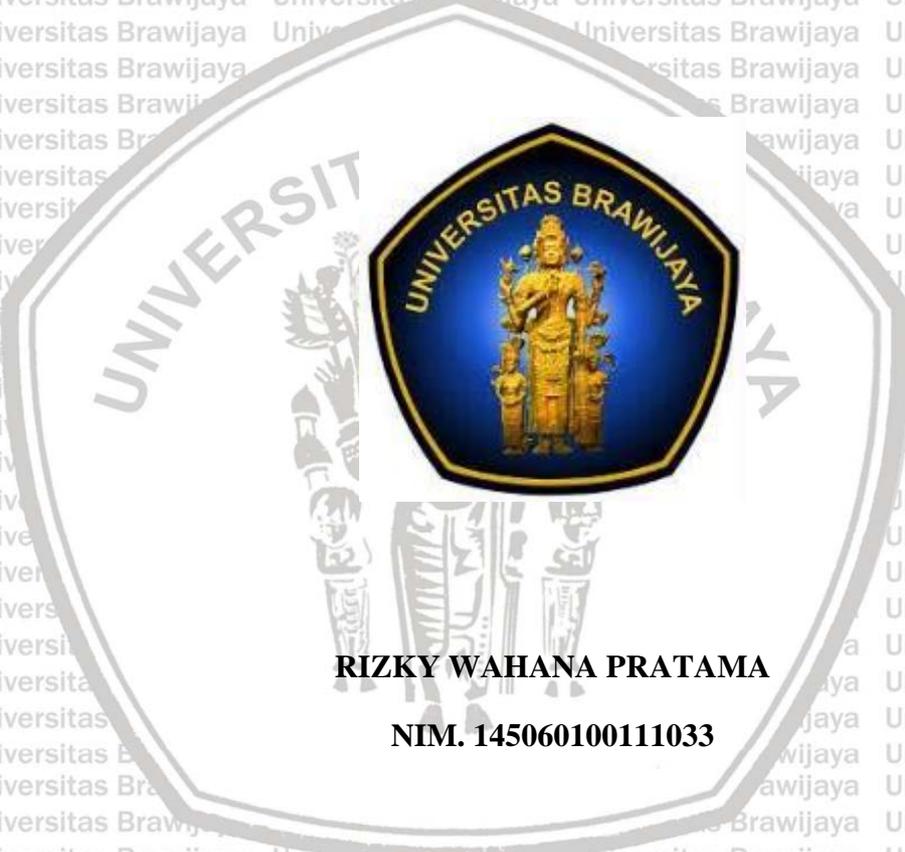
**PENGARUH VARIASI FRAKSI DARI SERAT PLASTIK TERHADAP KUAT
TEKAN, KUAT TARIK, DAN MODULUS ELASTISITAS**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZKY WAHANA PRATAMA

NIM. 145060100111033

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2021



LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI FRAKSI DARI SERAT PLASTIK TERHADAP KUAT
TEKAN, KUAT TARIK, DAN MODULUS ELASTISITAS**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZKY WAHANA PRATAMA

NIM. 145060100111033

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pada Tanggal 1 Juli 2022

Dosen pembimbing I

Dosen pembimbing 2

Ir. Christin Remayanti N., ST., MT
NIP. 19840325 2015042 001

Ir. Ananda Insan Firdausy, ST., MT., M.Sc
NIP. 20160790 05041 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1



Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng.(Pract)
NIP. 198102202 006041 002



HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

Pengaruh Variasi Fraksi Dari Serat Plastik Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, Dan Modulus Elastisitas

Nama Mahasiswa : Rizky Wahana Pratama

Nim : 145060100111033

Program Studi : Teknik Sipil

Minat : Struktur

Tim Dosen Penguji

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST, M.Eng (Prac.)

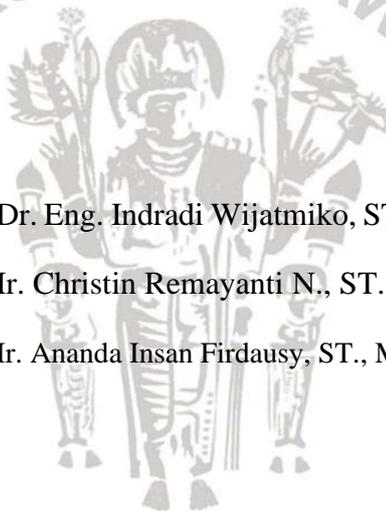
Dosen Penguji 2 : Ir. Christin Remayanti N., ST., MT

Dosen Penguji 3 : Ir. Ananda Insan Firdausy, ST., MT., M.Sc

Tanggal Ujian : 16 Juni 2021

SK Penguji : 932/UN10.FK07/KP/2021

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

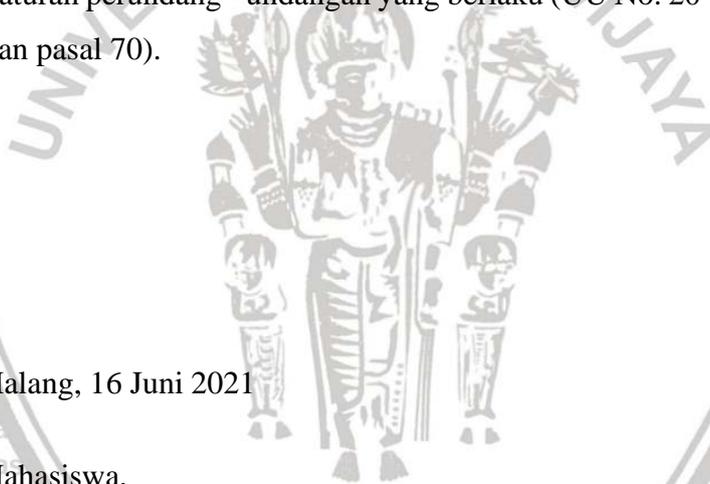
Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang - undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 16 Juni 2021

Mahasiswa,

Rizky Wahana Pratama

NIM. 145060100111033



RINGKASAN

Rizky Wahana Pratama, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Pengaruh Variasi Fraksi Dari Serat Plastik Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, Dan Modulus Elastisitas, Dosen Pembimbing : **Ir. Christin Remayanti N., ST., MT dan Ir. Ananda Insan Firdausy, ST., MT., M.Sc**

Beton merupakan bahan kebutuhan untuk masyarakat modern masa kini. Beton adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam struktur bangunan. Karena teknologi semakin maju maka penggunaan beton dituntut untuk semakin meningkat dari segi kualitas maupun kuantitas, inovasi-inovasi terus dilakukan untuk memperkuat keunggulan kuat tekan dan memperkecil kelemahan kuat tarik beton. Penambahan yang dilakukan dapat berupa penambahan serat plastik untuk mengoptimalkan kuat tarik beton. Dikarenakan masih banyaknya sampah botol plastik ini merupakan salah satu cara mendaur ulang botol plastik dengan cara membuat botol plastik tersebut menjadi lempengan datar yang nantinya akan dipotong kecil-kecil dengan ukuran tertentu dan menjadikannya seperti serat-serat. Untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh pemanfaatan botol plastik sebagai fiber maka peneliti membuktikan ini dapat menjadi solusi dari permasalahan limbah botol bekas air mineral yaitu dengan cara membuat beton dengan campuran serat plastik bekas air mineral dengan variasi fraksi sebesar 10%, 15% dan 20% dari volume beton silinder.

Selain untuk mengetahui pengaruh serat plastik pada campuran beton terhadap kuat tarik, peneliti juga menganalisa pengaruh serat plastik terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Pengujian dilakukan pada beton yang berusia 28 hari. Terdapat 3 pengujian yaitu pengujian tarik belah, pengujian kuat tekan menggunakan *compression machine*, dan uji modulus elastisitas menggunakan *extensometer*.

Hasil pengujian kuat tarik belah tidak menunjukkan adanya hasil yang optimum pada setiap fraksi serat plastik. Demikian pula dengan pengujian kuat tekan dan uji modulus elastisitas yang menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas tidak memberikan pertambahan hasil yang signifikan

Kata kunci : serat plastik, botol minuman bekas, kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas

Abstract

Rizky Wahana Pratama, Departement of Civil Engineering, Faculty of engineering, Universitas Brawijaya, *The effect of Fraction Variations of Plastic Fibers on Compressive Strength, Tensile Strength, and Modulus of Elasticity*, Supervisor : **Ir. Christin Remayanti N., ST., MT and Ir. Ananda Insan Firdausy, ST., MT., M.Sc**

Concrete is a substitute for the needs of today's modern society. Concrete is one of the very important elements in the building structure. Because technology is increasingly advanced, the use of concrete is demanded to increase in terms of both quality and quantity, innovations are continuously made to strengthen the compressive strength advantages and minimize the tensile strength weaknesses of concrete. The additions made can be in the form of adding plastic fibers to optimize the tensile strength of concrete. Because there is still a lot of plastic bottle waste, this is one way to recycle plastic bottles by making the plastic bottles into flat plates, which in turn will be cut into small pieces of a certain size and made into fibers. To find out more about the effect of using plastic bottles as fiber, the researchers proved that this could be a solution to the problem of waste mineral water bottles, namely by making concrete with a mixture of plastic fibers used in mineral water with a fraction variation of 10%, 15% and 20% of the volume. cylindrical concrete.

In addition to knowing the effect of iplastic fiber on the concrete mixture to the tensile strength, the researchers also analyzed the effect of plastic fiber on the compressive strength and elastic modulus of concrete. The test was carried out on concrete which is 28 days old. There are 3 tests : split tensile test, compression strength test using icompression machine, and elasticity modulus testing using extensometer.

The results of the split-fiber tensile strength test did not show that there was an optimal yield for each of the iplastic fiber fractions. Likewise, with the compression strength test and the elastic modulus test, which shows that the value of the elastic modulus does not give a significant increase in the results.

Keywords: plastic fiber, used drink bottles, compressive strength, tensile strength, modulus of elasticity

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusun skripsi dengan judul “PENGARUH VARIASI FRAKSI DARI SERAT PLASTIK TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN MODULUS ELASTISITAS” dapat diselesaikan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis telah menyelesaikan skripsi ini dan banyak kendala dalam menyusunnya, namun berkat Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin berterima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu dan adik serta keluarga besar yang selalu membantu dan mensupport dalam keadaan apapun.
2. Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST, M.Eng (Prac.) selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Ir. Christin Remayanti N., ST., MT selaku dosen pembimbing 1.
5. Ir. Ananda Insan Firdausy, ST., MT., M.Sc selaku dosen pembimbing 2.
6. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST, M.Eng (Prac.) selaku dosen penguji.
7. Staff recording yang membantu dalam administrasi.
8. Saudara kontrakan suci 2014 yang tidak bisa disebutkan satu satu terimakasih atas bantuan dan doanya.
9. Saudara Teknik sipil 2014, keluarga besar Teknik sipil 2014 doa, dukungan selama berada di kampus Teknik sipil

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan manfaat walaupun penulis sadar skripsi ini jauh dari kata sempurna. Penulis pun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan semoga Allah SWT memberi perlindungan bagi kita semua.

Malang, 16 juni 2021

Rizky Wahana Pratama

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Beton Normal	4
2.2 Beton Serat	4
2.3 Semen	4
2.4 Air	5
2.5 Faktor Air Semen	6
2.6 Agregat	6
2.7 Serat Plastik	7
2.8 Extensometer	7
2.9 Sifat Mekanik Beton	8
2.9.1 Kuat Tekan	8
2.9.2 Kuat Tarik Belah	10
2.9.3 Tegangan dan Regangan	11
2.9.4 Modulus Elastisitas	12
2.10 Pemanfaatan Serat dalam Campuran Beton	14
BAB III	16
METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Rancangan Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.4 Diagram Alir Penelitian	18
3.5 Analisis Material	19
3.5.1 Agregat Halus	19



3.5.2 Agregat Kasar.....	20
3.5.3 Air.....	20
3.5.4 Semen.....	20
3.5.5 Pemeriksaan Berat Isi Serat Botol Plastik Air Mineral Bekas.....	20
3.6 Prosedur Penelitian.....	21
3.6.1 Tahap Pertama.....	21
3.6.2 Tahap Kedua.....	21
3.6.3 Tahap Ketiga.....	22
3.7 Prosedur Pengujian Sifat Mekanik Beton.....	23
3.7.1 Uji Slump.....	23
3.7.2 Uji Tekan Beton.....	24
3.7.3 Uji Modulus Elastisitas Beton.....	25
3.7.4 Uji Kuat Tarik Belah Beton.....	26
3.8 Variabel Penelitian.....	27
3.9 Metode Analisis Data.....	27
3.10 Hipotesis Penelitian.....	30
BAB IV.....	32
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Serat Botol Plastik.....	32
4.1.1 Karakteristik Plastik.....	32
4.1.2 Berat Isi Plastik.....	32
4.2 Perencanaan <i>Mix Design</i> Beton Normal.....	34
4.3 Perencanaan <i>Mix Design</i> Beton Normal Tanpa Serat.....	34
4.4 Perencanaan <i>Mix Design</i> Beton dengan Serat Plastik 10%.....	34
4.5 Hasil Pengujian.....	35
4.5.1 Pengujian Beton Segar (Uji Slump).....	35
4.5.2 Berat Isi Beton.....	36
4.5.3 Uji Kuat Tarik Belah.....	37
4.5.4 Uji Kuat Tekan.....	40
4.5.5 Hubungan antara Kuat Tarik dan Kuat Tekan.....	42
4.6 Uji Modulus Elastisitas (<i>Extensometer</i>).....	44
4.7 Perhitungan Modulus Elastisitas Secan.....	54
4.8 Perhitungan Modulus Elastisitas Initial Tangen.....	56
4.9 Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan SNI 2847:2019.....	58
BAB V.....	62
PENUTUP.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62





5.2 Saran



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berbagai Penelitian Tentang Beton Serat13

Tabel 3.1 Jumlah benda uji.....21

Tabel 3.2 Nilai-nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan beton.....24

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan berat isi serat kaleng.....32

Tabel 4.2 Perencanaan *mix design* beton normal dengan menggunakan perbandingan volume.....34

Tabel 4.3 Perencanaan *mix design* beton normal berdasarkan berat.....34

Tabel 4.4 Perencanaan mix design beton dengan serat plastik 10%.....35

Tabel 4.5 Nilai uji *slump* beton silinder.....36

Tabel 4.6 Berat isi rata-rata beton.....37

Tabel 4.7 Hasil pengujian uji kuat tarik belah.....39

Tabel 4.8 Hasil pengujian uji kuat tekan.....41

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Uji Kuat Tekan Rata-Rata dan Uji Kuat Tarik Belah.....42

Tabel 4.10 Hasil perhitungan K.....44

Tabel 4.11 Tegangan dan regangan beton normal dengan variasi fraksi 10%.....45

Tabel 4.12 Tegangan dan regangan beton normal dengan variasi fraksi 15%.....48

Tabel 4.13 Tegangan dan regangan beton normal dengan variasi fraksi 20 %.....51

Tabel 4.14 Hasil pengujian uji modulus elastisitas secan.....56

Tabel 4.15 Hasil pengujian uji modulus elastisitas Initial Tangen.....57

Tabel 4.16 Hasil pengujian uji modulus elastisitas SNI 2847:2019.....59

Tabel 4.17 Selisih nilai modulus elastisitas60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Uji Kuat Tekan Beton.....8

Gambar 2.2 Tegangan tekan benda uji beton.....8

Gambar 2.3 Diagram hubungan kuat tekan beton dengan umur beton.....9

Gambar 2.4 Uji kuat tarik belah beton silinder.....10

Gambar 2.5 Sampel benda uji (a) beton silinder (b) beton kubu.....10

Gambar 2.6 Regangan (*strain*).....11

Gambar 2.7 Uji Modulus Elastisitas menggunakan *extensometer*.....13

Gambar 3.1 Grafik rencana hubungan fraksi serat dengan kuat tekan beton.....28

Gambar 3.2 Grafik rencana hubungan fraksi serat dengan kuat tarik belah beton.....28

Gambar 3.3 Grafik rencana hubungan fraksi serat dengan modulus elastisitas beton.....29

Gambar 3.4 Grafik rencana hubungan tegangan dan regangan pada variasi fraksi 10%.....29

Gambar 3.5 Grafik rencana hubungan tegangan dan regangan pada variasi fraksi 15%.....30

Gambar 3.6 Grafik rencana hubungan tegangan dan regangan pada variasi fraksi 20%.....30

Gambar 4.1 Fiber plastik.....36

Gambar 4.2 Uji Slump dengan fiber.....36

Gambar 4.3 Proses pengujian kuat tarik belah.....38

Gambar 4.4 Model kehancuran beton serat plastik setelah uji tarik.....40

Gambar 4.5 Model kehancuran beton berserat.....42

Gambar 4.6 Grafik hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik pada beton.....43

Gambar 4.7 Proses pengujian kuat tekan menggunakan *ekstensometer*.....45

Gambar 4.8 Grafik hubungan tegangan dan regangan beton normal variasi fraksi 10%.....47

Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan dan regangan beton normal variasi fraksi 15 %.....50

Gambar 4.10 Grafik hubungan tegangan dan regangan beton normal variasi fraksi 20 %...53

Gambar 4.11 Grafik tegangan dan regangan masing-masing benda uji.....54

Gambar 4.12 Grafik tegangan dan regangan beton normal tanpa serat.....55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1. Perhitungan regangan dengan cara interpolasi

Lampiran-2. Dokumentasi beton yang sudah diuji Kuat Tekan dan Kuat Tarik



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan kebutuhan untuk masyarakat modern masa kini. Beton adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam struktur bangunan. Di Indonesia hampir seluruh konstruksi bangunan menggunakan beton sebagai bahan bangunan, seperti pada konstruksi bangunan gedung, jembatan, jalan dan lainnya. Kelebihan beton dibandingkan material lain diantaranya adalah tahan api, tahan lama, kuat tekannya cukup tinggi serta mudah dibentuk ketika masih segar. Beton dimasa kini mengalami banyak perkembangan, baik dalam pembuatan campuran beton maupun dalam pelaksanaan konstruksi. Karena teknologi semakin maju maka penggunaan beton dituntut untuk semakin meningkat dari segi kualitas maupun kuantitas, sehingga dibutuhkan cara untuk meningkatkan kekuatan beton. Bahan susun beton pada dasarnya adalah semen, pasir, kerikil dan air

Dalam perkembangannya, inovasi-inovasi terus dilakukan untuk memperkuat keunggulan kuat tekan dan memperkecil kelemahan kuat tarik beton. Inovasi yang dilakukan antara lain penambahan suatu bahan penyusun maupun penggantian bahan penyusun beton. Penambahan yang dilakukan dapat berupa penambahan serat untuk mengoptimalkan kuat tarik beton. Yang digunakan sebagai bahan serat tambahan diutamakan adalah bahan dengan harga murah, namun cukup kuat sehingga dengan penambahan bahan tersebut dapat mengoptimalkan biaya dan kekuatan beton.

Pertumbuhan dan perkembangan manusia yang berkembang pesat berdampak pada makin banyaknya limbah yang dihasilkan oleh manusia. Limbah yang paling banyak dijumpai adalah limbah plastik, khususnya air mineral dalam kemasan berbentuk botol dengan bahan dasar plastik. Maka dari itu pemanfaatan limbah botol plastik sebagai bahan campuran beton dianggap hal yang tepat karena dapat mengurangi dampak limbah botol plastik serta sebagai penambah kekuatan beton. Menurut Soroushian dan Bayasi (1982) materi yang bisa digunakan sebagai serat adalah baja (*steel*) berupa batangan kecil, plastik (*polypropylene*), kaca (*glass*) dan karbon (*carbon*).

Untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh pemanfaatan plastik sebagai fiber maka peneliti membuktikan ini dapat menjadi solusi dari permasalahan limbah botol bekas air mineral yaitu dengan cara membuat beton dengan campuran serat plastic bekas air mineral dengan variasi fraksi sebesar 10%, 15% dan 20% dari volume beton silinder.

1.2 Rumusan Masalah

Penambahan serat plastik pada beton normal akan mempengaruhi perilaku dari beton tersebut. Rumusan permasalahan yang akan diteliti pada perilaku beton ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi serat plastik pada kuat tekan beton fiber ?
2. Bagaimana pengaruh variasi fraksi serat plastik pada kuat tarik belah beton fiber ?
3. Bagaimana pengaruh variasi fraksi serat plastik pada Modulus Elastisitas beton fiber ?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah penelitian ini adalah:

1. Jenis plastik yang digunakan adalah botol plastik air mineral 1,5L bekas
2. Variasi fraksi plastik yang digunakan adalah 10% ; 15% ; 20% dari volume beton silinder
3. Beton yang digunakan adalah beton silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
4. Pengaruh lingkungan luar diabaikan
5. Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I
6. Faktor air semen (FAS) sebesar 0,6
7. Panjang serat plastik yang digunakan adalah 4 cm
8. Agregat kasar berupa kerikil
9. Agregat halus berupa pasir
10. Pengujian dilakukan pada saat umur beton 28 hari atau lebih

1.4 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang diharapkan tercapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi serat botol plastik air mineral terhadap kuat tekan beton fiber

2. Untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi serat botol plastik air mineral terhadap kuat tarik belah beton fiber
3. Untuk menganalisis pengaruh variasi fraksi serat botol plastik air mineral terhadap Modulus Elastisitas beton fiber

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan penambahan ilmu dan wawasan kepada dunia teknik sipil tentang beton normal yang diberi tambahan serat botol plastik air mineral bekas yang pada akhirnya membuat beton normal tersebut menjadi beton serat. Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh penambahan serat botol plastik air mineral terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas pada beton fiber. Penelitian ini akan menghasilkan perbandingan hasil kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas dengan variasi fraksi serat botol plastik minuman bekas 10% ; 15% ; 20% dari volume beton silinder.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Normal

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (Surya Sebayang, 2000). Beton normal merupakan bahan bangunan yang relatif cukup berat dengan berat jenis berkisar 2,4 atau berat 2400 kg/m³.

2.2 Beton Serat

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).

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.

2.3 Semen

Semen dapat diartikan sebagai bahan jadi yang mengeras dengan adanya air (semen hidrolis) yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Nurlina, 2011,p.64).

Pada umumnya campuran beton biasanya menggunakan semen portland. Semen portland adalah semen yang bersifat hidrolis yaitu sebagai perekat, semen ini akan mengeras bila bereaksi dengan air, tahan dan stabil dalam air yang diperoleh dari hasil penghalusan butiran-butiran klinker dengan tambahan gipsum. Semen ini memiliki karakteristik warna abu-abu dengan ukuran berkisar (45-75) μm , dan tidak stabil secara termodinamis.

Kategori semen dapat dikelompokkan berdasarkan tujuan pemakaiannya, yaitu sebagai berikut:

- 1) Tipe I adalah semen untuk pemakaian konstruksi biasa yang banyak digunakan untuk bangunan, dimana tidak diperlukan sifat khusus.
- 2) Tipe II adalah semen untuk pemakaian konstruksi biasa, dimana diperlukan dalam ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi yang sedang.
- 3) Tipe III adalah semen untuk pemakaian konstruksi yang menginginkan beton supaya cepat mengeras dan memiliki kekuatan awal yang tinggi.
- 4) Tipe IV adalah semen untuk pemakaian konstruksi yang menginginkan panas hidrasi pada beton yang rendah.
- 5) Tipe V adalah semen untuk pemakaian konstruksi yang menginginkan daya tahan yang sangat tinggi terhadap sulfat dan perlindungan terhadap korosi akibat dari air laut, air danau, air tambang, maupun garam sulfat dalam air (Nurlina, 2011,p.66-67)

2.4 Air

Air merupakan salah bahan penyusun beton yang berfungsi sebagai bahan pereaksi semen, rekasi yang dihasilkan oleh air dan semen ini dapat membuat semen menjadi bahan pengikat agregat. Air juga mempermudah pengerjaan pencampuran bahan-bahan beton. Air yang digunakan pada pencampuran beton sebaiknya merupakan air bersih yang dapat diminum, tetapi tidak berarti air harus memenuhi persyaratan air minum. Jika diperoleh air dengan standar air minum, maka dapat dilakukan pemeriksaan secara visual yang menyatakan bahwa air tidak berwarna, tidak berbau, dan cukup jernih.

Menurut Kardiyono (1996), dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik, dll) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal serta kekuatan beton setelah mengeras. Adanya lumpur dalam air diatas 2 gram/liter dapat mengurangi kekuatan beton. Air dapat memperlambat ikatan awal beton sehingga beton belum mempunyai

kekuatan dalam umur 2-3 hari. Konsentrasi *Sodium karbonat* dan *potasium dapat* mengurangi kekuatan beton jika konsentrasinya berlebih dan akan ikatan awal akan terjadi sangat cepat. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi kira-kira 25% dari berat semen (Kardiyono, 1996).

Selain digunakan sebagai bahan campuran beton, air juga digunakan sebagai bahan perawatan beton. Setelah selesai dicor, beton harus dirawat dengan cara membasahi dengan air selama 28 hari.

2.5 Faktor Air Semen (FAS)

Faktor Air Semen atau biasa disebut dengan FAS adalah perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Fungsi dari FAS, yaitu:

- a. Untuk memungkinkan rekasi kimia terjadi yang dapat membuat semen menjadi pengikat dalam campuran beton
- b. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*)

Air yang berlebihan dapat menyebabkan banyak gelembung setelah proses hidrasi terjadi, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak selesai seluruhnya. Air yang sedikit akan membuat kekuatan yang lebih tinggi pada beton tetapi akan susah dalam hal pengerjaannya. Air yang terlalu banyak akan membuat pengerjaan menjadi lebih mudah tetapi kekuatan hancur beton akan lebih menurun. Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Tetapi nilai FAS yang semakin rendah tidak pasti berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Pada umumnya, nilai FAS yang diberikan minimum 0,4 dan maksimum adalah 0,65 (Tri Mulyono, 2004).

2.6 Agregat

Agregat adalah salah satu bahan dalam campuran beton. Agregat berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton. Terdapat 2 macam agregat dalam campuran beton yaitu pasir dan kerikil, pasir dan kerikil ini akan diikat oleh pasta semen. Besarnya beton dipengaruhi oleh banyaknya kerikil dan agregat karena sekitar 60% hingga 80% volume beton berisi agregat. Penanganan yang tidak sesuai pada agregat dalam pencampuran beton akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Penanganan yang dimaksud adalah yang berkaitan dengan kualitas agregat, proporsi campuran, serta kebersihan air dan agregatnya (Nurlina, 2011, p.69). Agregat terdiri dari 2 macam, yaitu :

F. Agregat kasar, yaitu bahan pengisi beton yang dapat berupa kerikil, batu pecah, atau bahan buatan yang memiliki ukuran tertentu. Bahan pengisi beton yang akan digunakan sebagai agregat kasar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Ukuran diameter agregat kasar yang baik adalah 5 mm sampai 40 mm.
- Bersifat padat, keras, dan tidak berpori.
- Harus bersih dan tidak mengandung lumpur lebih dari 1%.
- Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat.

2. Agregat halus, yaitu bahan pengisi beton yang dapat berupa pasir atau bahan buatan yang memiliki ukuran tertentu dan lebih kecil dari agregat kasar. Bahan pengisi beton yang akan digunakan sebagai agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Ukuran diameter agregat halus yang baik adalah 1 mm sampai 5 mm.
- Berbutir tajam dan keras.
- Bersifat kekal, tidak mudah hancur oleh perubahan cuaca.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat keringnya.
- Tidak boleh menggunakan pasir laut, kecuali dengan petunjuk staf ahli. Karena pasir laut memiliki kandungan garam tinggi yang dapat merusak beton/baja tulangan. (Asroni, 2010, p.4-5)

2.7 Serat Plastik

Serat limbah botol plastik adalah salah satu jenis serat plastik dari golongan polyethylene. Bahan baku serat banyak ditemui di lingkungan sekitar sebagai limbah bekas tempat minum, yang selanjutnya dilakukan pengolahan sedemikian rupa hingga menjadi serat. Adapun serat jenis polyethylene mempunyai sifat ringan, tahan lama, tahan panas, tidak reaktif dengan semen, tidak menyerap air. Modulus Elastisitas antara 5000-17200 Mpa dan kuat tarik 200-3030 Mpa.

2.8 Extensometer

Extensometer adalah alat yang digunakan untuk mengetahui perubahan panjang yang terjadi pada benda uji sehingga dapat diketahui nilai tegangan dan regangan yang terjadi disetiap perubahan beban. Persamaan yang digunakan dalam menghitung regangan adalah sebagai berikut :

$$\text{Regangan } (\epsilon) = \frac{\Delta l}{l} \times 10^{-3} \dots \dots \dots (2-1)$$

Dengan :

Δl = Penurunan arah longitudinal

L = Tinggi benda uji relatif (jarak antara dua *ring dial*) = 195 mm

$\times 10^{-3}$ = konversi satuan dial *extensometer* dari μm ke mm

sedangkan persamaan yang digunakan dalam menghitung regangan adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2-2)$$

Dengan :

σ = Tegangan (Mpa)

P = Beban (N)

A = Luas penampang melintang (mm^2)

2.9 Sifat Mekanik Beton

2.9.1 Kuat Tekan

Beton mempunyai kelebihan dalam kuat tekan. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menerima gaya tekan persatuan luas. Mutu dari beton dapat dilihat dari kuat tekan beton itu sendiri. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) sampai nilai tertinggi atau sampai hancur. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah Standar Nasional Indonesia (SNI, 2011, p.8). Tegangan tekan beton adalah perbandingan gaya yang mampu ditahan benda uji silinder persatuan luas penampang alas silinder.

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2-3)$$

dengan :

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



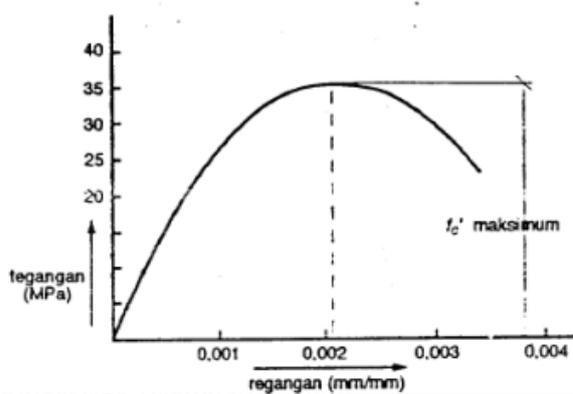
P = Besar gaya yang mampu ditahan oleh silinder (N)

A = Luas penampang silinder (mm^2)



Gambar 2.1 Uji Kuat Tekan Beton

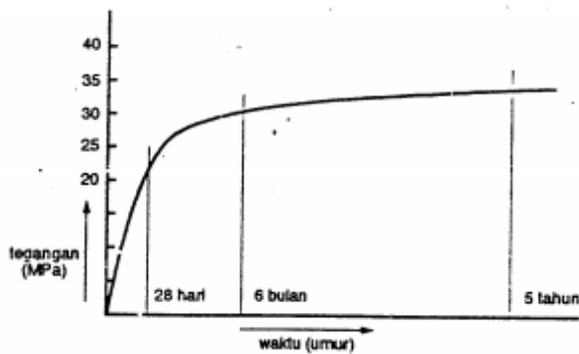
Tegangan tekan beton (f'_c) akan menghasilkan kuat tekan beton pada masing-masing benda uji yang diuji menggunakan mesin uji dengan beban yang semakin lama semakin meningkat dengan kecepatan pembebanan tertentu. Tegangan tekan (f'_c) yang dihasilkan bukan pada saat benda uji beton tersebut hancur melainkan pada saat tegangan maksimum beton mencapai regangan (ϵ_b) dengan nilai 0,002.



Gambar 2.2 Tegangan tekan benda uji beton

Sumber: (Istimawan, 1996, p.7)

Nilai kuat tekan beton semakin hari semakin bertambah sesuai dengan umurnya, pada umumnya kuat tekan beton normal ditentukan pada saat umur beton 28 hari setelah pengecoran. Pada saat umur beton 7 hari, kuat tekan beton baru mencapai 70% dari nilai kuat tekan pada saat 28 hari. Pada umur 14 hari, kuat tekan beton mencapai nilai 85% - 90% dari nilai kuat tekan beton pada saat 28 hari.



Gambar 2.3 Diagram hubungan kuat tekan beton dengan umur beton Sumber: (Istimawan, 1996, p.9)

2.9.2 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton Berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan (SNI 03-2491-2002). Menurut (BJBPI, 2008), kuat tarik belah merupakan alternatif terhadap kuat tarik langsung dengan melakukan uji kuat tarik dengan gaya aksial secara langsung. Benda uji yang digunakan dalam pengujian kuat tarik belah adalah berupa silinder atau kubus sebagaimana yang digunakan untuk pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah umumnya menggunakan benda uji silinder.

Benda uji silinder beton akan terbelah pada saat beban P mencapai nilai maksimum. Pada umumnya nilai kuat tarik belah beton berkisar 9% - 15% nilai kuat tekan beton. Tegangan tarik yang timbul sesaat benda uji silinder terbelah disebut *split cylinder strength*.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot D} \dots \dots \dots (2-4)$$

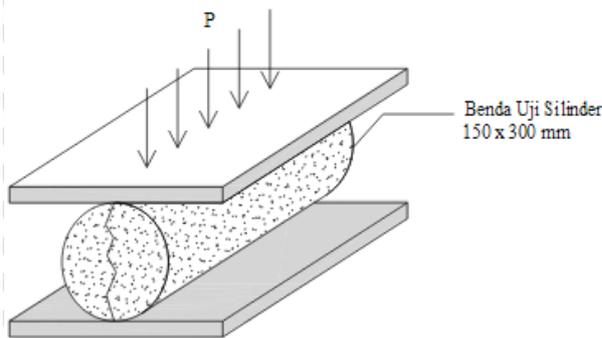
dengan :

f_{ct} = Kuat tarik belah (N/mm²)

P = Beban uji maksimum (N)

L = Tinggi benda uji silinder (mm)

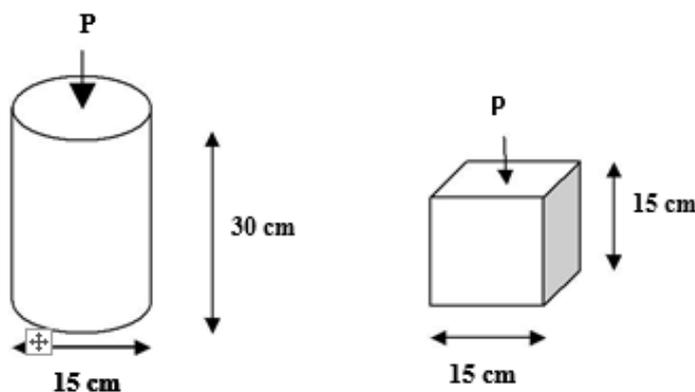
D = Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2.4 Uji kuat tarik belah beton silinder

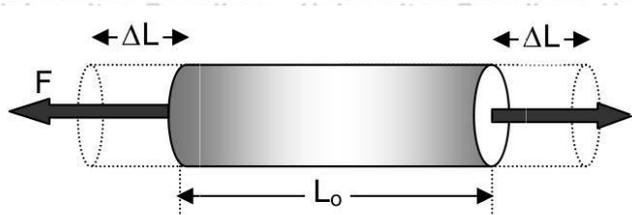
2.9.3 Tegangan dan Regangan

Tegangan didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang bekerja pada benda uji dengan luas penampang benda uji. Tegangan biasanya diberi notasi huruf Yunani " σ " (*sigma*). Tegangan terbagi menjadi 2 yaitu tegangan tekan jika benda uji ditekan dan tegangan tarik apabila benda uji ditarik oleh gaya sebesar P .



Gambar 2.5 Sampel benda uji (a) beton silinder (b) beton kubus

Tegangan yang diberikan pada sebuah benda uji akan mengakibatkan sebuah regangan. Sebuah benda uji ketika diberi suatu beban tertentu akan mengalami perubahan bentuk atau deformasi, perubahan benda uji dapat menjadi lebih panjang ataupun menjadi lebih pendek. Suatu benda uji yang memiliki panjang sebesar L , akan mengalami perubahan bentuk atau deformasi sebesar $L + \Delta L$ (jika ditarik) atau $L - \Delta L$ (jika ditekan). Jadi regangan adalah rasio perbandingan antara Rasio ΔL dan L inilah yang dilambangkan dengan " ϵ " (*epsilon*).



Gambar 2.6 Regangan (*strain*)

2.9.4 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada sebuah benda uji akibat diberi beban. Menurut Murdock dan Brook (1999), Modulus Elastisitas adalah perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan. Modulus elastisitas dipengaruhi oleh umur beton, sifat – sifat dari campuran agregat dan semen, kecepatan dari pembebanan, jenis dan ukura benda uji (Wang & Salmon, 1994). Beberapa rumus Modulus Elastisitas yang seing digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Menurut Eurocode 2 (1992)

$$E_c = \frac{0,4 f'c}{\varepsilon (0,4 f'c)} \dots\dots\dots (2 - 5)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

ε = Regangan aksial (mm/mm)

$f'c$ = kuat tekan beton umur 28 hari (Mpa)

- b. Menurut ASTM C469

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots\dots\dots (2 - 6)$$

dimana

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

σ_1 = Tegangan untuk regangan 0,00005

σ_2 = Tegangan 40% dari tegangan hancur ultimate

ε_1 = 0,00005

ε_2 = Regangan yang menghasilkan σ_2

c. Menurut SNI 2894:2019 :

Ada dua rumus yang tertulis pada SNI 2894:2019, dan pembagiannya berdasarkan berat isi dari beton. Yang pertama apabila $1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$ maka :

$$E_c = 0,043 \times W_c^{1,5} \times f'c^{0,5} \dots \dots \dots (2-7)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

W_c = Berat isi beton (kg/m³)

$f'c$ = kuat tekan beton berumur 28 hari (Mpa)

d. Menurut TS 500 (Turkey Standart)

$$E_c = (3250 \times \sqrt{f'c}) + 14000 \dots \dots \dots (2-8)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

$f'c$ = kuat tekan beton berumur 28 hari (Mpa)

Pada beton normal biasanya diambil rumus empiris sebesar $4700 \sqrt{f'c}$. Pengujian modulus elastisitas pada umumnya menggunakan alat *extensometer*.



Gambar 2.7 Uji Modulus Elastisitas menggunakan *extensometer*

Sumber : Dokumentasi Penelitian

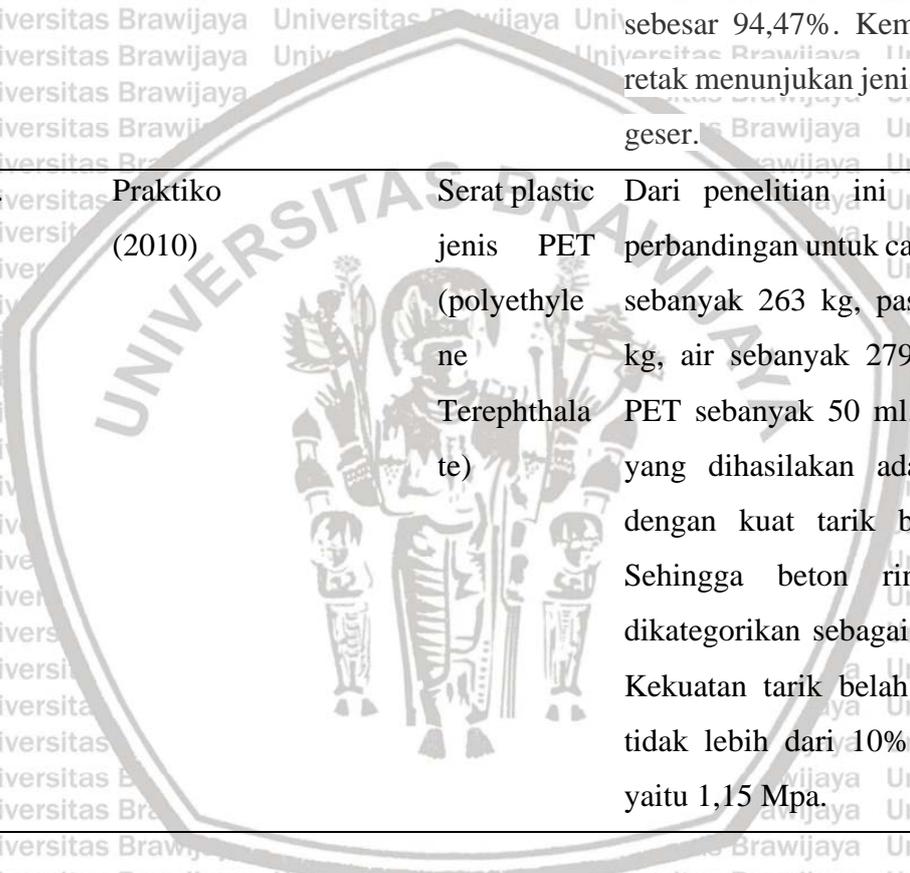
2.10 Pemanfaatan Serat dalam Campuran Beton

Beberapa penelitian terdahulu yang telah menggunakan serat sebagai campuran adukan beton adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Berbagai Penelitian Tentang Beton Serat

Nomor	Peneliti	Jenis Serat	Kesimpulan
1.	Lestario dan Mahendya (2008)	Serat Plastik (PET)	Dari hasil pengujian terhadap beton yang telah mengeras didapatkan hasil dengan penambahan cacahan botol plastic PET optimum sebesar 0,5% terjadi peningkatan kuat tarik belah sebesar 25,44% pada umur 7 hari, sedangkan pada umur 28 hari peningkatan optimum pada 0,7% yaitu sebesar 19,39%. Pada kuat geser peningkatan optimum terjadi pada 0,5% yaitu sebesar 37,19%
2.	Wibowo (2005)	Serat <i>Poyethylene</i>	Penambahan serat ke dalam campuran beton dengan kadar 0,3% meningkatkan kuat tekan sebesar 20,36%, meningkatkan kuat tarik belah sebesar 2,05%, meningkatkan nilai kapasitas momen balok sebesar 15,79% dan meningkatkan nilai <i>toughness</i> sebesar 318,61%
3.	Bayasi dan Seng (1993)	Serat <i>Polypropelene</i>	Presentase volume serat < 0,5% tidak mempengaruhi <i>workability</i> , sedangkan apabila volume serat > 0,5% mempengaruhi <i>workability</i>
4.	Fat-Hanna Marami S. A., Christin Remayanti Nainggolan, Lilya Susanti	Serat Plastik	Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat plastik dapat mengurangi lendutan pada balok beton bertulang. Nilai lendutan pada balok

Nomor	Peneliti	Jenis Serat	Kesimpulan
	(2011)		<p>untuk fraksi 5%, fraksi 10%, dan fraksi 15% terjadi penurunan berturut-turut sebesar 12,17%, 26,09%, dan 1,74% terhadap balok normal. Selanjutnya untuk nilai lebar retak terjadi penurunan lebar retak sebesar 46,12% dan 2,48%. Namun untuk balok serat plastik fraksi 15% terjadi kenaikan nilai lebar retak sebesar 94,47%. Kemudian hasil Pola retak menunjukkan jenis pola retak geser.</p>
5.	Praktiko (2010)	Serat plastic jenis PET (polyethylene Terephthalate)	<p>Dari penelitian ini didapatkan rasio perbandingan untuk campuran setiap m³ sebanyak 263 kg, pasir sebanyak 420 kg, air sebanyak 279 kg dan agregat PET sebanyak 50 ml. Kekuatan tekan yang dihasilkan adalah 17,49 Mpa dengan kuat tarik belah 1,15 Mpa. Sehingga beton ringan ini dapat dikategorikan sebagai beton struktural. Kekuatan tarik belah yang dihasilkan tidak lebih dari 10% kekuatan tekan, yaitu 1,15 Mpa.</p>



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benda uji beton silinder (diameter 150 mm x tinggi 300 mm) yang dicampur dengan serat kaleng minuman bekas dengan variasi berat serat sebesar 10% ; 15% ; dan 20% terhadap volume beton silinder. Panjang serat botol plastik air mineral bekas yang digunakan adalah 4 cm dengan lebar 0,2 cm. Pengujian yang dilakukan adalah uji tekan, uji tarik belah, dan uji modulus elastisitas benda uji. Pengujian dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Pelaksanaan penelitian terhadap benda uji meliputi dua analisis sebagai berikut :

1. Analisis teori atau studi literatur yaitu dengan cara menggunakan teori yang sudah ada sebelumnya untuk memprediksi sifat-sifat mekanik beton silinder yang dicampur dengan serat botol plastik air mineral sehingga analisis ini akan menghasilkan nilai-nilai teoritis berdasarkan tinjauan pustaka.
2. Analisis data eksperimental, data teknis dari pengujian pada benda uji silinder yang akan menghasilkan nilai kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, dan modulus elastisitas beton.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium struktur dan Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang dan dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2018.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

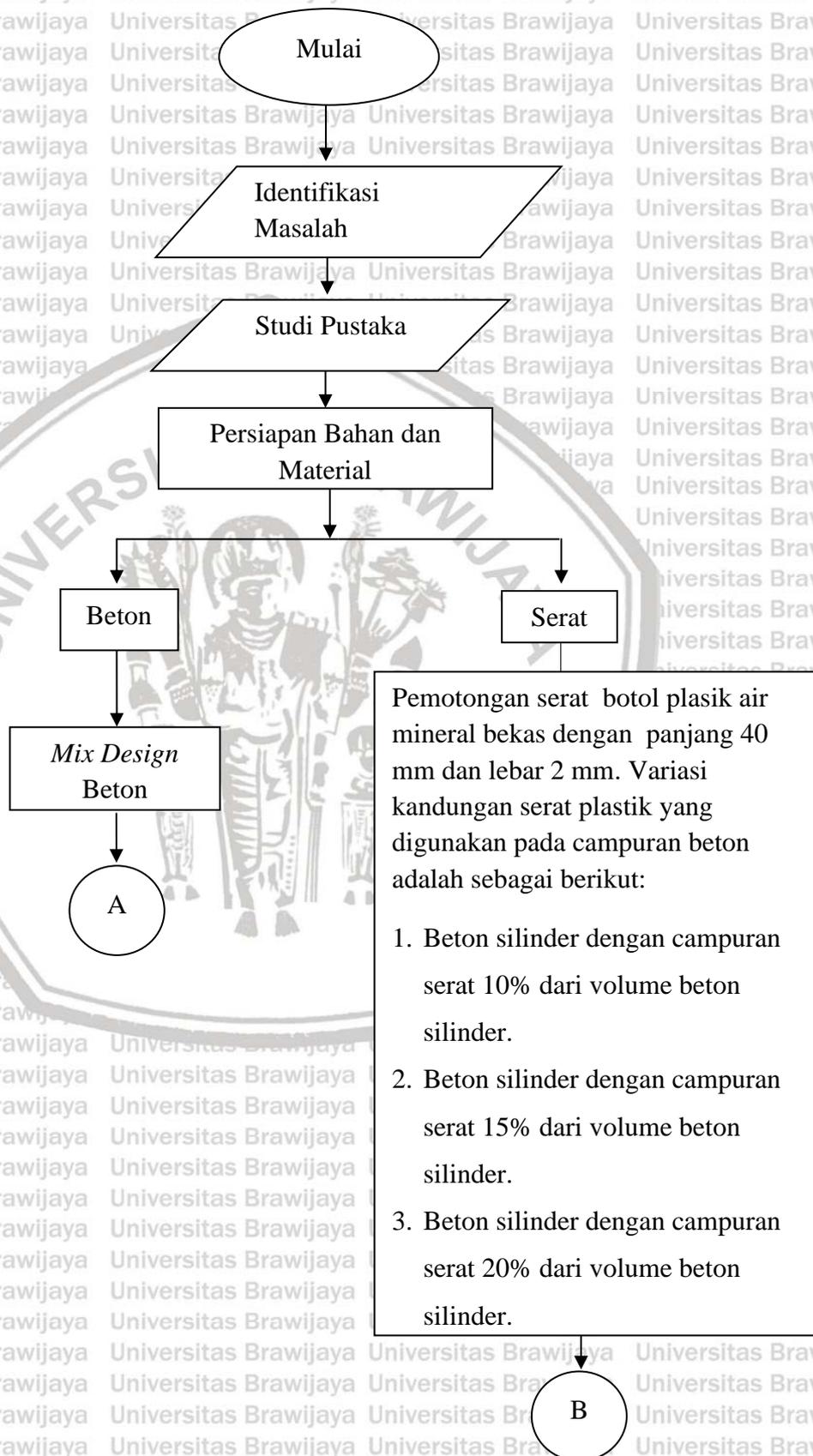
1. Peralatan
 - a. Ayakan
 - b. Timbangan digital dengan ketelitian 0,1%
 - c. Pemotong kertas

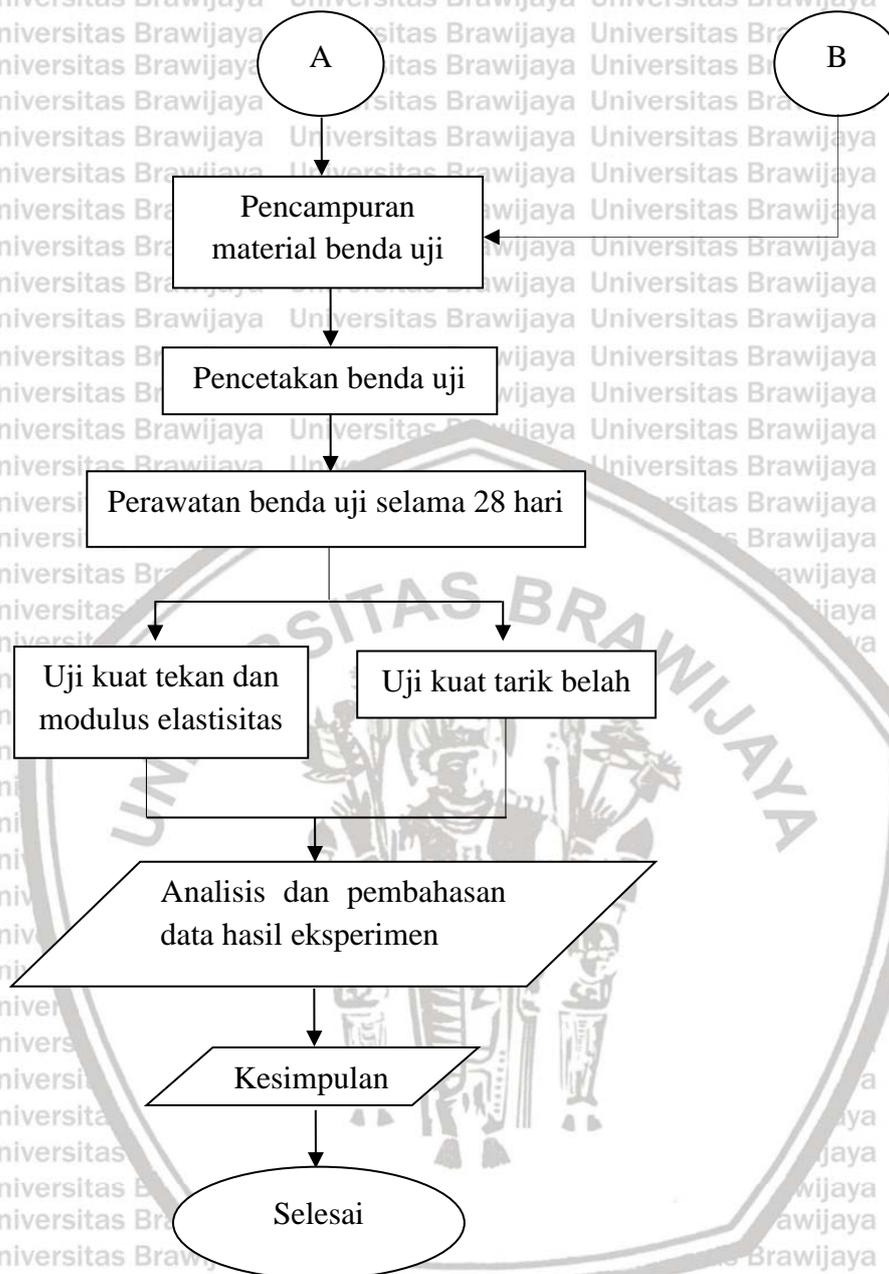
- d. Gunting atau *cutter*
- e. Pengaduk beton untuk mencampur bahan-bahan pembentuk beton agar dapat membentuk campuran yang homogen
- f. Vibrator untuk memadatkan campuran beton
- g. Cetakan benda uji silinder (*bekisting*) dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm
- h. *Slump test apparatus* untuk mengukur nilai slump pada campuran beton. Alat ini berbentuk kerucut dengan ukuran diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm, dan diameter bawah 20cm
- i. Alat uji tekan (*compression test*) untuk menguji kuat tekan benda uji dan menguji kuat tarik belah benda uji.
- j. *Extensometer*
- k. *Strain meter*

2. Bahan

- a. Serat plastik dari botol air mineral ukuran 1,5 liter bekas dengan dimensi 40 mm x 2 mm
- b. Semen Gresik tipe PPC
- c. Agregat halus berupa pasir dari pasaran
- d. Agregat kasar berupa kerikil dari pasaran
- e. Air bersih PDAM Kota Malang

3.4 Diagram Alir Penelitian





3.5 Analisis Material

3.5.1 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir. Pasir yang berada dipasaran akan tetap terjaga dari kotoran organik maupun non-organik.

3.5.2 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil. Kerikil diperoleh dari pasaran sehingga kerikil tetap terjaga dari adanya kotoran-kotoran organik maupun non-organik.

3.5.3 Air

Air yang digunakan adalah air yang berasal dari PDAM Kota Malang, maka tidak ada pengujian khusus pada air ini.

3.5.4 Semen

Semen yang digunakan adalah semen PPC merk semen gresik sehingga tidak ada perlakuan khusus pada semen ini.

3.5.5 Pemeriksaan Berat Isi Serat Botol Plastik Air Mineral Bekas

1. Bahan
 - a. Serat plastik dengan ukuran panjang 40 mm dan lebar 2 mm
 - b. Air
2. Alat
 - a. Cawan plastik
 - b. Tongkat penumbuk kecil
 - c. Spidol
 - d. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
3. Pelaksanaan
 - a. Timbang dan catat berat cawan plastik
 - b. Beri tanda cawan plastik dengan spidol untuk pembatas volume yang akan digunakan
 - c. Tuangkan air hingga batas yang telah ditentukan, lalu timbang dan catat beratnya
 - d. Kosongkan cawan plastik, lalu isi dengan serat plastik hingga batas yang telah ditentukan. Cara memasukkan tidak perlu ditekan, sehingga serat plastik dalam keadaan lepas (*loose*)
 - e. Timbang dan catat berat cawan dengan benda uji
 - f. Lakukan kembali langkah (a) hingga (e) sebanyak 30 kali

- g. Setelah itu, kosongkan cawan dan masukkan kembali benda uji dengan cara ditumbuk dengan tongkat penumbuk kecil sebanyak 25 kali tiap lapis sebanyak 3 lapis hingga batas yang telah ditentukan
- h. Timbang dan catat berat cawan beserta benda uji
- i. Ulangi kembali langkah (g) dan langkah (h) sebanyak 30 kali

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Tahap Pertama

Tahap pertama merupakan tahap persiapan, pada tahap ini dilakukan pengadaan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pemeriksaan karakteristik material yang akan digunakan untuk membuat benda uji. Tahap-tahap pemeriksaan material adalah sebagai berikut :

1. Persiapan perencanaan mix design dengan mutu beton K-200 (Kuat tekan Rencana $f'c = 17 \text{ Mpa}$)
2. Persiapan pemotongan serat botol plastik air mineral bekas dengan panjang 40 mm dan lebar 2 mm
3. Variasi fraksi berat serat botol plastik air mineral bekas yang digunakan dalam campuran beton adalah 10%, 15%, dan 20%

3.6.2 Tahap Kedua

Tahap kedua adalah tahap pembuatan dan perawatan beton untuk masing-masing variasi serat plastik yang telah ditentukan. Jumlah benda uji yang akan dibuat dijelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Jumlah benda uji

Benda Uji	Fraksi serat (%)	Dimensi Serat		Jumlah Benda Uji (buah)	
		Panjang Plastik (mm)	Lebar Plastik (mm)	Kuat tekan dan modulus elastisitas	Kuat tarik
Beton silinder	10	40	2	3	3

dengan tambahan serat	15	40	2	3	3
plastik minuman bekas	20	40	2	3	3
Beton normal	-	-	-	3	3
Total Benda Uji				24	

Sumber : Rancangan Penelitian

Berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan pada tahap kedua :

1. Olesi bagian dalam *bekisting* dengan sedikit oli secara merata agar beton mudah dilepaskan dari *bekisting* setelah 24 jam
2. Timbang bahan-bahan benda uji yaitu pasir, kerikil, air, dan semen sesuai takaran *mix design* yang telah dibuat sebelumnya
3. Timbang serat botol plastik air mineral bekas menjadi beberapa bagian yaitu 10%, 15%, dan 20% dari volume beton silinder
4. Pengecoran dilakukan dengan alat *concrete mixer* agar semua bahan tercampur aduk merata dan menjadi homogen
5. Lakukan uji *slump* untuk mengetahui nilai *slump* benda uji tersebut
6. Masukkan adonan beton ke dalam cetakan silinder (*bekisting*) dan masukkan juga vibrator selama beberapa detik tiap lapis sebanyak 2 lapis yang terbagi sama rata
7. Lepaskan *bekisting* setelah 24 jam dan lakukan perawatan (*curing*) selama 7 hari

3.6.3 Tahap Ketiga

Tahap ketiga adalah tahap pengujian sifat mekanik dari benda uji beton itu sendiri.

Tahap ini dilakukan etika umur beton telah mencapai 28 hari. Langkah – langkah yang harus di lakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan *capping* atau melapisi permukaan beton dengan menggunakan serbuk belerang yang telah dilelehkan pada beton yang telah berumur 28 hari
2. Uji kuat tekan dan modulus elastisitas benda uji beton dilakukan bersamaan dengan menggunakan *compression machine* dan *extensometer* untuk modulus elastisitasnya
3. Menguji kuat tarik belah menggunakan *compression machine*

4. Pengamatan dan pencatatan hasil dari uji kuat tekan, uji tarik belah dan modulus elastisitas benda uji beton
5. Pengolahan data dan analisis dari hasil yang telah didapatkan
6. Penarikan kesimpulan

3.7 Prosedur Pengujian Sifat Mekanik Beton

3.7.1 Uji Slump

Uji *slump* dilakukan pada saat pengecoran beton, uji slump dilakukan dengan tujuan agar kita dapat mengerti berapa nilai dari kelecakan (*workability*) dari benda uji beton tersebut. Alat yang dibutuhkan serta langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Alat
 - a. Cetakan logam berbentuk kerucut dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm.
 - b. Pelat untuk tempat perletakan kerucut
 - c. Tongkat penumbuk dengan diameter 16 mm
2. Pelaksanaan
 - a. Letakkan cetakan kerucut pada pelat datar yang telah disiapkan
 - b. Masukkan adonan beton yang telah jadi ke dalam kerucut dan tumbuk adonan sebanyak 25 kali. Terdapat 3 lapis dalam satu kerucut yang terbagi sama rata, yaitu 1/3 dari tinggi kerucut
 - c. Penumbukan harus dilakukan secara merata pada tiap lapisan. Pada lapisan pertama, pemadatan dilakukan secara miring mengikuti bentuk dari kerucut itu agar meratakan bagian tepi kerucut
 - d. Setelah dilakukan pemadatan, ratakan permukaan kerucut dengan tongkat dan sisa benda uji yang berada disekitar kerucut dibersihkan
 - e. Angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus. Pengujian yg dilakukan dari pengisian hingga pengangkatan cetakan harus dilakukan dalam jangka waktu 2,5 menit
 - f. Cetakkan yang sudah terlepas selanjutnya dibalik dan diletakkan disamping benda uji. Kemudian ukur nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi benda uji

dari titik awal puncak ke titik runtuh. Pada pengujian beton ini, nilai *slump* yang diharapkan adalah 7,5 hingga 15 cm. Berikut adalah nilai *slump* yang biasa digunakan dan kaitannya dengan pengaplikasian benda uji menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971:

Tabel 3.2 Nilai-nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan beton

Uraian	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, Balok, Kolom, dan Dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : PBI 1971 cetakan keempat (1971,p.38)

3.7.2 Uji Tekan Beton

1. Bahan

- a. Benda uji beton silinder yang telah berumur 28 hari
- b. Bubuk belerang

2. Alat

- a. *Compression test machine* (Mesin Uji Kuat Tekan)
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- c. Kompor
- d. Satu set alat *capping*

3. Pelaksanaan

- a. Timbang dan catat berat benda uji
- b. Panaskan bubuk belerang dengan suhu 200-1000°C hingga bubuk menjadi cair, kemudian tuangkan ke alat *capping*. Angkat benda uji beton dan letakkan secara tegak lurus pada alat *capping* dan pastikan cairan belerang tersebar secara merata, tambahkan cairan lewat samping jika dirasa kurang rata. Tunggu hingga belerang mengering lalu angkat dan lepas benda uji dari alat *capping*. Hal ini dilakukan agar ketika benda uji beton diuji, permukaan

sama rata sehingga beban tersebar dengan rata dan mendapatkan hasil yang baik.

c. Diamkan benda uji hingga beleran benar-benar kering dan siap diuji

d. Letakkan benda uji pada *compression test machine* dengan kondisi benda uji berdiri

e. Jalankan *compression test machine* dengan penambahan beban yang konstan

f. Hentikan pengujian jika benda uji telah hancur dan catatlah beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji selama pengujian benda uji beton

3.7.3 Uji Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas dilakukan secara bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton. Satu benda uji beton bisa dilakukan dua pengujian secara bersamaan yaitu uji kuat tekan dan uji modulus elastisitas beton. Berikut adalah alat serta langkah-langkah pada pengujian modulus elastisitas beton :

1. Bahan

Benda uji beton yang telah berumur 28 hari dan sudah dilakukan capping

2. Alat

a. *Compression test machine* (Mesin Uji Kuat Tekan)

b. *Extensometer*

c. Tripod dan kamera

3. Pelaksanaan

a. Timbang dan catat berat benda uji

b. Pasang alat extensometer pada benda uji beton, pasikan mur dan baut terpasang dengan kencang sehingga ketika beton diuji, tidak tergeser dan lepas

c. Letakkan benda uji yang telah terpasang *extensometer* pada mesin uji

d. Lepaskan pengeang pada *extensometer* kemudian atur dial *extensometer* menjadi nol

e. Siapkan kamera dan tripod tepat di depan mesin uji untuk merekam perubahan nilai beban dan *dial extensometer* yang terjadi selama pengujian berlangsung

f. Nyalakan mesin uji dan atur agar penambahan beban konstan

g. Rekamlah selama pengujian berlangsung

- h. Hentikan pengujian setelah benda uji hancur dan beban mengalami penurunan hingga setengah dari beban maksimal. Periksa kembali rekaman pengujian dan catat hasil *displacement* yang tercatat pada *dial extensometer* setiap penambahan beban 10 Kn.

3.7.4 Uji Kuat Tarik Belah Beton

1. Bahan

Benda uji beton silinder yang telah berumur 28 hari

2. Alat

- Compression test machine* (Mesin Uji Kuat Tekan)
- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Spidol
- Penggaris
- Pelat dasar dengan permukaan datar
- Bantalan penekakan yang terbuat dari besi dan dibagian bawahnya terdapat lapisan yang terbuat dari *plywood*
- Strain stress gauges

3. Pelaksanaan

- Timbang dan catat berat benda uji
- Beri tanda pada sisi atas dan sisi bawah benda uji berupa garis diameter pada setiap akhir *specimen* sehingga garis diameter berada pada aksial yang sama
- Letakkan pelat dasar tepat pada tengah mesin uji sebagai tumpuan perletakkan benda uji
- Letakkan benda uji di atas pelat dasar dan pastikan diameter berada tepat pada tengah pelat dasar. Berilah pasir atau kerikil pada samping kiri dan kanan benda uji agar benda uji tidak menggelinding
- Pasang bantalan penekan dan pastikan garis diameter terletak segaris dengan bagian tengah dari bantalan penekan. Setelah itu naikan mesin uji hingga menyentuh bagian atas bantalan penekan
- Setelah benda uji dipastikan tidak geser lagi, bersihkan pasir atau kerikil di samping kanan dan kiri benda uji
- Lakukan pembebanan hingga keruntuhan tarik terjadi
- Catat hasil beban maksimum benda uji selama pengujian berlangsung

3.8 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada 3 macam yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing variabel :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang dapat menyebabkan perubahan. Pada penelitian ini serat keleng minuman bekas yang dicampurkan dalam campuran beton adalah variabel bebas.

2. Variabel terikat

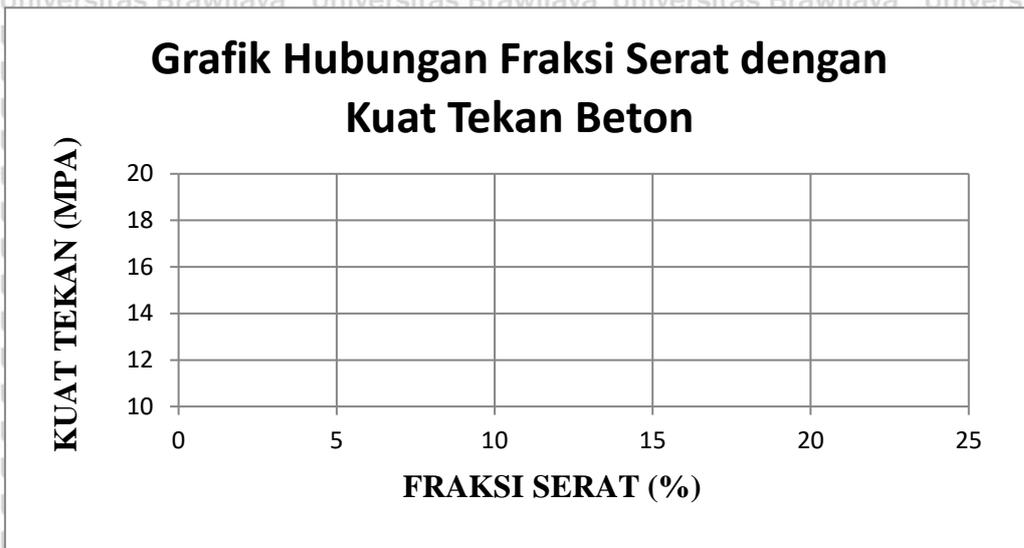
Variabel terikat adalah variabel yang diamati dan diukur oleh peneliti. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik belah beton.

3. Variabel kontrol adalah variabel yang menyebabkan variabel bebas dan variabel terikat bisa tetap konstan. FAS dan campuran beton lain adalah variabel kontrol dalam penelitian ini

3.9 Metode Analisis Data

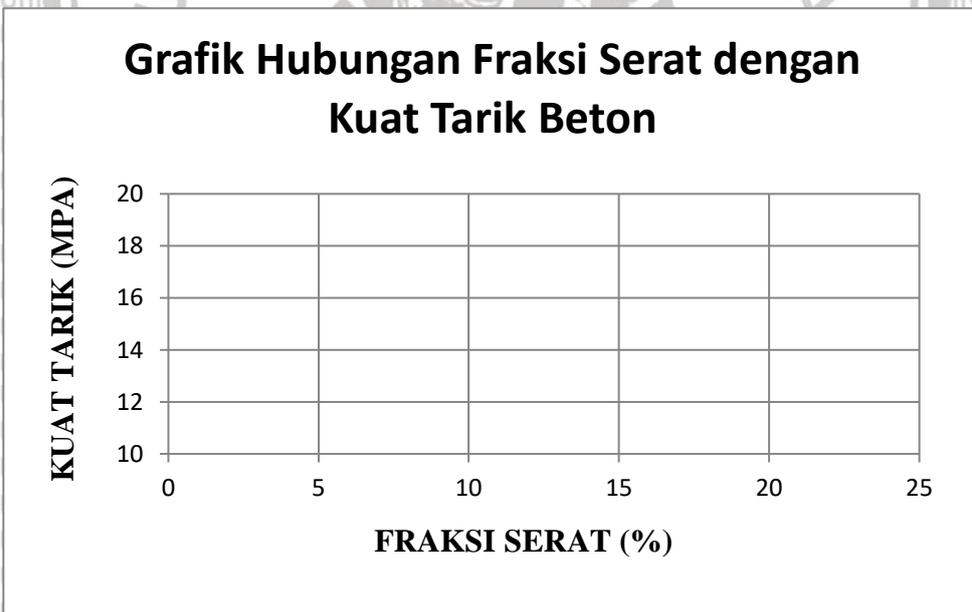
Pengambilan data dilakukan dengan dua cara yaitu studi literatur dan dari pengujian benda uji beton silinder dengan campuran serat plastik minuman bekas yang telah berumur 28 hari. Dari hasil studi literatur yang ada beton silinder dapat menerima kuat tekan ($f'_c = 17$ Mpa) yang dihitung menggunakan *mix design*.

Analisis data diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium. Data yang didapatkan pada pengujian beton silinder berserat kaleng minuman bekas ini adalah beban maksimum (P_{max}) yang mampu ditahan oleh benda uji ketika diuji dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Nilai beban maksimum ini nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas pada benda uji. Sehingga setelah data diolah, akan didapatkan grafik yang menggambarkan hubungan antara variasi fraksi serat plastik minuman bekas pada beton silinder terhadap nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton.



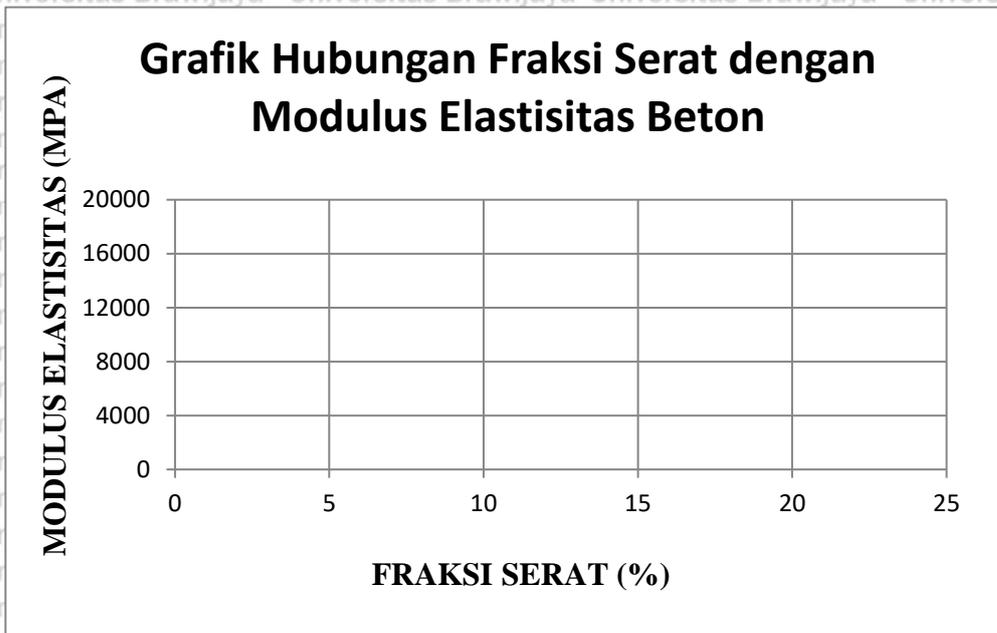
Gambar 3.1 Grafik rencana hubungan fraksi serat dengan kuat tekan beton

Sumber : Rancangan Penelitian



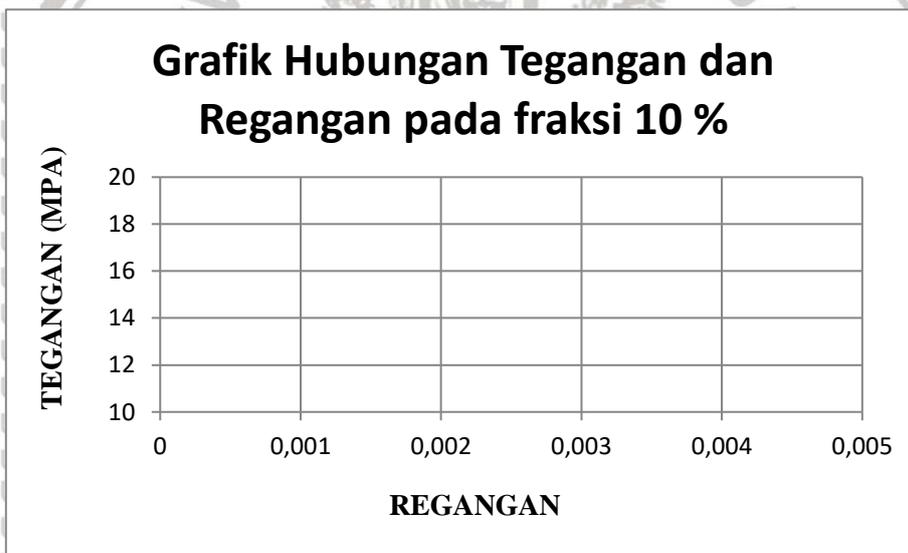
Gambar 3.2 Grafik rencana hubungan fraksi serat dengan kuat tarik belah beton

Sumber : Rancangan Penelitian



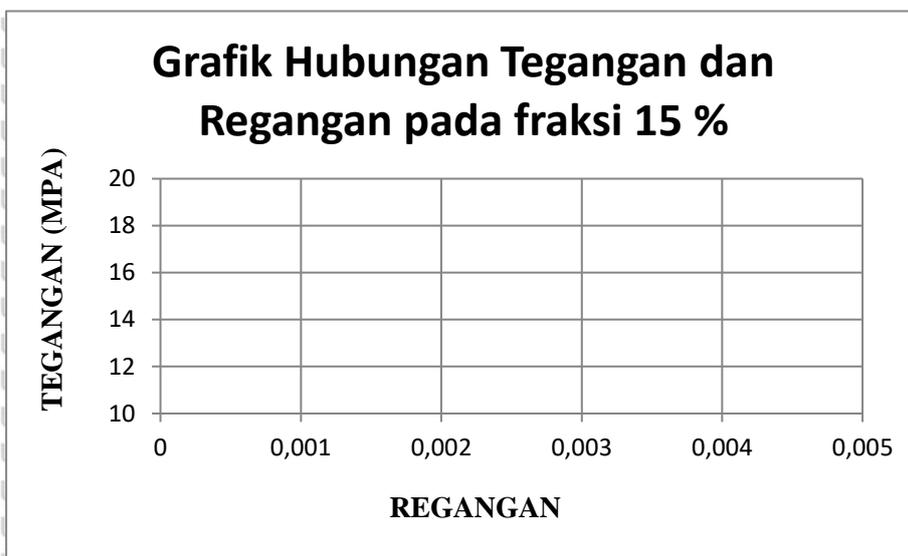
Gambar 3.3 Grafik rencana hubungan fraksi serat dengan modulus elastisitas beton

Sumber : Rancangan penelitian



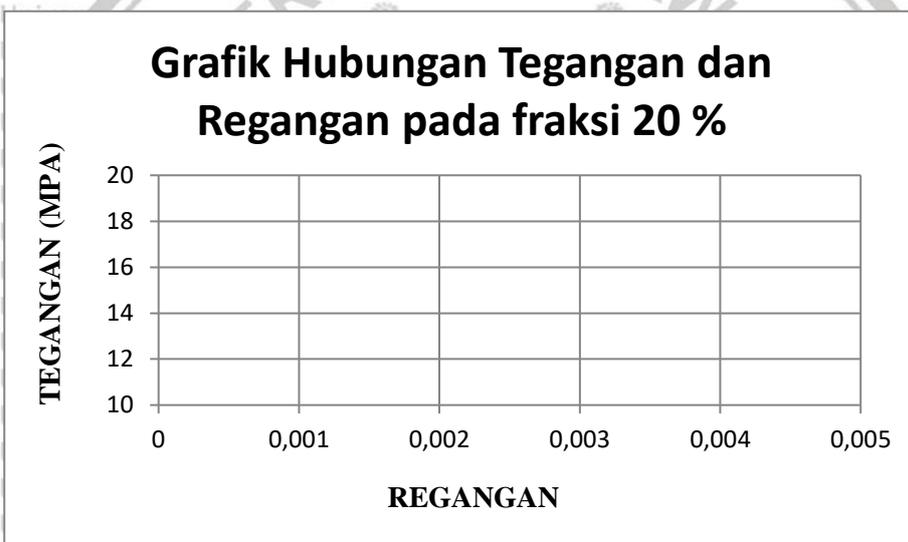
Gambar 3.4 Grafik rencana hubungan tegangan dan regangan pada variasi fraksi 10%

Sumber : Rancangan penelitian



Gambar 3.5 Grafik rencana hubungan tegangan dan regangan pada variasi fraksi 15%

Sumber : Rancangan penelitian



Gambar 3.6 Grafik rencana hubungan tegangan dan regangan pada variasi fraksi 20%

Sumber : Rancangan penelitian

3.10 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan beton silinder akan bertambah sesuai dengan peningkatan variasi fraksi serat plastik yang ditambahkan pada campuran beton
2. Nilai kuat tarik belah beton silinder akan bertambah sesuai dengan peningkatan variasi fraksi serat plastik yang ditambahkan pada campuran beton

3. Nilai modulus elastisitas beton silinder akan bertambah sesuai dengan peningkatan variasi fraksi serat plastik yang ditambahkan pada campuran beton



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini bertujuan untuk menjelaskan hasil pembuatan benda uji berupa beton silinder dengan tambahan serat botol plastik serta hasil analisis material baik agregat kasar maupun halus dan hasil pengujian beton serat botol plastik yang terdiri dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas.

4.1 Serat Botol Plastik

4.1.1 Karakteristik Plastik

Jenis Serat : Limbah botol plastik 1,5 liter yang biasa ditemui dipasaran

Material : Plastik

4.1.2 Berat Isi Plastik

Limbah botol plastik yang digunakan dalam penelitian ini dipotong dengan panjang 40 mm dan lebar 2 mm. Dalam pengujian ini, metode yang digunakan untuk menghitung berat isi serat adalah metode *loose* karena metode ini memiliki cara pengaplikasian yang paling mungkin saat dilakukan di lapangan. Hasil pemeriksaan berat isi serat plastik dijelaskan pada tabel 4.1. Berikut ini merupakan data awal yang diperoleh untuk mendapatkan berat isi serat plastik :

- Berat Air + Cawan = 1650 gram
- Berat Cawan = 20 gram
- Berat Jenis Air = 1 gr/cm³ atau 1000 kg/cm³
- V silinder = 5298,75 cm³

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan berat isi serat kaleng

No	Berat Fiber Loose (gr)	Volume Air (cm ³)	Berat isi fiber Loose (gr/cm ³)
1	93,9	1630	0,0576
2	87,5	1630	0,0537

3	98,4	1630	0,0604
4	94,7	1630	0,0581
5	100,1	1630	0,0614
6	87,6	1630	0,0537
7	92,6	1630	0,0568
8	92,6	1630	0,0568
9	97,8	1630	0,0600
10	98,3	1630	0,0603
11	98,6	1630	0,0605
12	92,3	1630	0,0566
13	96,3	1630	0,0591
14	93,3	1630	0,0572
15	103,1	1630	0,0633
16	102,9	1630	0,0631
17	95,9	1630	0,0588
18	95,9	1630	0,0588
19	97,7	1630	0,0599
20	98,9	1630	0,0607
		Rata-rata	0,0588

$$\begin{aligned}
 \text{Berat isi serat} &= \frac{\text{berat serat loose}}{\text{volume air}} \\
 &= \frac{93,9 \text{ gr}}{1630 \text{ cm}^3} \\
 &= 0,0576 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

4.2 Perencanaan *Mix Design* Beton Normal

Perencanaan *Mix Design* yang digunakan dalam percobaan ini merupakan perbandingan volume komposisi semen: pasir: batu pecah yang digunakan dalam satu adukan yang berisi 6 benda uji silinder dengan kuat tekan yang direncanakan sebesar 17 Mpa. Perencanaan *mix design* beton normal akan dijelaskan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Perencanaan *mix design* beton normal dengan menggunakan perbandingan volume

Jenis Material	Perbandingan volume
Semen	1
Air	1,211
Pasir	2,18
Batu Pecah	2,93

4.3 Perencanaan *Mix Design* Beton Normal Tanpa Serat

Perencanaan *mix design* beton Normal dijelaskan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Perencanaan *mix design* beton normal berdasarkan berat

Jenis Material	Berat (kg)
Semen	14,62
Air	2,95
Pasir	31,81
Batu Pecah	42,79

4.4 Perencanaan *Mix Design* Beton dengan serat plastik 10% Menggunakan

Perbandingan volume dengan data berat dijelaskan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Perencanaan mix design beton dengan serat plastik 10% menggunakan perbandingan

Jenis Material	Berat (kg)
Semen	14,62
Air	2,95
Pasir	31,81
Batu Pecah	42,79
<i>Serat plastik</i>	190,2

Campuran beton menggunakan nilai FAS yang berbeda – beda dikarenakan nilai slumpnya sudah ditentukan dan nilai slump tersebut tidak melebihi 16 cm. Faktor air semen didapatkan dari ketentuan yang berlaku pada SNI 03-3449-2002.

4.5 Hasil Pengujian

4.5.1 Pengujian Beton Segar (Uji *Slump*)

Bahan-bahan penyusun beton yang baru dicampurkan membentuk beton segar. Pengujian yang dilakukan adalah uji *slump* yang berguna untuk menunjukkan kelecakan (*workability*) dalam campuran beton. Nilai *slump* diperoleh dari besarnya penurunan campuran beton segar yang telah dimasukkan kedalam kerucut Abrams dan diisi tiap $\frac{1}{3}$ bagian dengan setiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali. Setelah itu, alat uji *slump* diangkat searah vertikal secara perlahan untuk memperoleh penurunan dari beton segar tersebut.

Pada penelitian ini proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan bantuan alat pengaduk semen. Material pasir, kerikil, semen di masukkan ke dalam alat pengaduk kemudian ditambahkan air secara perlahan. Dalam pengujian slump dilakukan dengan 2 kali pengujian yang pertama yaitu tanpa serat plastik dan yang kedua dengan menggunakan serat plastik. Gambar 4.1 merupakan serat plastik sebelum di campur kedalam alat pengaduk. Setelah beton segar terbentuk barulah melakukan uji *slump* untuk mendapatkan *slump* beton normal tanpa serat, setelah itu beton segar diaduk kembali dan ditambahkan serat secara merata. Proses pengukuran nilai *slump* beton segar yang telah dicampur oleh serat plastik dapat dilihat pada gambar 4.2. Data *slump* tiap benda uji dijelaskan pada tabel 4.5



Gambar 4.1 Fiber plastik



Gambar 4.2 Uji Slump dengan fiber

Untuk penjelasan gambar 4.1 yaitu contoh serat plastik yang sudah dipotong menjadi panjang 40 mm dan lebar 2 mm.

Untuk penjelasan gambar 4.2 yaitu adalah cara menghitung tinggi slump beton.

Tabel 4.5 Nilai uji *slump* beton silinder

Tipe Beton	Nilai <i>Slump</i> Awal (cm)	Nilai <i>Slump</i> serat (cm)
Normal	16	-
Variasi fraksi serat 10 %	17	15
Variasi fraksi serat 15 %	17	15
Variasi fraksi serat 20 %	17	16

Pada tabel 4.5 dijelaskan nilai *slump* serat lebih rendah daripada nilai *slump* awal. Hal ini dikarenakan penambahan serat membuat bahan campuran agregat lebih renggang dan tidak menyatu

4.5.2 Berat Isi Beton

Berat isi beton merupakan perbandingan antara berat beton (W_c) dengan volume beton (V_c).

$$\text{Berat isi} = \frac{W_c}{V_c} \dots\dots\dots(4-1)$$

Dimana :

W_c = Berat beton (kg)

V_c = Volume beton (m^3)

Dengan rumus di atas, berikut ini contoh menghitung berat isi benda uji beton normal

Berat beton (W_c) = 10,85 kg

Dimensi silinder :

H (tinggi) = 30 cm = 0,30 m

D (diameter) = 15 cm = 0,15 m

Volume silinder = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times L$

= $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3$

= 0,0053 m³

$W_c = \frac{10,85}{0,0053} = 2047,169 \text{ kg/m}^3$

Perhitungan berat isi beton dilakukan pada semua benda uji sehingga didapatkan hasil yang telah direkapitulasi pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Berat isi rata-rata beton

No	Jenis Benda Uji Beton Silinder	Rerata Berat Beton (kg)	Rerata Berat Isi Beton (kg/m ³)
1	Beton Normal	12,600	2377,358
2	Variasi fraksi serat 10 %	11,700	2207,547
3	Variasi fraksi serat 15 %	11,600	2188,667
4	Variasi fraksi serat 20 %	12,067	2276,792

Sesuai dengan SNI 03-2834-2000 bahwa berat isi beton normal pada umumnya berkisar antara 2200 – 2500 kg/m³. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berat isi benda uji pada penelitian ini telah sesuai dengan syarat pada SNI.

4.5.3 Uji Kuat Tarik Belah

Benda uji untuk kuat tarik belah merupakan benda uji slinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Apabila beban diberikan sepanjang sumbu, maka elemen pada diameter vertikal akan mengalami tegangan tekan vertikal dan tegangan tarik horizontal. Proses uji kuat tarik belah dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Alat pengujian kuat tarik belah

Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times D} \dots\dots\dots (4-2)$$

dimana :

f_t = kuat tarik belah beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

L = Tinggi silinder beton (mm)

D = Diameter benda uji silinder (mm)

Dengan menggunakan rumus di atas, berikut ini contoh perhitungan kuat tarik belah :

$$P = 86000 \text{ N}$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$f_t = \frac{2 \times 86000}{\pi \times 300 \times 150} = 1,216 \text{ Mpa}$$

Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat selengkapnya pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil pengujian uji kuat tarik belah

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Berat Rata-Rata (Kg)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
1	P.1	28	12,6	12,600	86	1,216	1,216
2	P.2		12,6		86	1,216	
3	F.P10.4	28	11,7	11,700	75	1,061	1,131
4	F.P10.5		11,6		87	1,230	
5	F.P10.6		11,8		78	1,103	
6	F.P15.4	28	11,6	11,600	84	1,188	1,136
7	F.P15.5		11,7		80	1,131	
8	F.P15.6		11,5		77	1,089	
9	F.P20.4	28	12,3	12,067	79	1,117	1,174
10	F.P20.5		12,1		82	1,160	
11	F.P20.6		11,8		88	1,244	

Pada tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa penambahan serat plastik dengan variasi 10%, 15% dan 20% tidak dapat meningkatkan kuat tarik belah beton normal secara maksimal. Meskipun pada fraksi 20% mendekati nilai dari beton normal, hal ini dapat diartikan bahwa serat plastik dengan variasi fraksi diatas belum mampu menahan gaya tarik ke arah horizontal. Pada gambar 4.4 dapat dilihat kondisi serat plastik di dalam benda uji. Salah satu sisi serat plastik masih mengikat di dalam benda uji, namun di sisi lain ikatannya telah terlepas dari benda uji. Maka dapat disimpulkan gaya tarik ke arah horizontal membuat ikatan serat plastik dengan agregat di dalam benda uji terlepas sehingga menghilangkan fungsi utama penambahan serat plastik sebagai penahan gaya tarik horizontal pada benda uji.



Serat plastik yang lepas dari campuran beton

Gambar 4.4 Model kehancuran beton serat plastik setelah uji tarik

Untuk penjelasan gambar 4.4 yaitu lepasnya serat plastik dari permukaan beton yang kegunaan serat plastik tersebut untuk menambah kekuatan tarik belah pada beton.

4.5.4 Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan beton adalah uji untuk mengetahui seberapa besar kemampuan beton dalam menerima gaya terhadap luas penampangnya. Uji kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm serta beton telah mencapai umur 28 hari.

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (4-3)$$

dimana :

f_c = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang silinder (mm²) = 0,25

Dengan menggunakan rumus di atas, berikut ini contoh perhitungan

uji kuat tekan pada beton :

$$P = 161900 \text{ N}$$

$$A = 0,25 \times \pi \times (150)^2$$

$$= 17678,57 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{161900}{17678,57}$$

$$= 9,1579 \text{ Mpa}$$

Berikut hasil uji kuat tekan beton untuk semua variasi benda uji yang dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil pengujian uji kuat tekan

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Berat Rata-Rata (kg)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Nilai Slump (cm)
1	P.3	28	12,6	12,600	260,5	14,735	14,735	16
2	P.4		12,6		260,5	14,735		
3	F.P10.1	28	11,7	11,700	161,9	9,158	9,607	15
4	F.P10.2		11,6		129,8	7,342		
5	F.P10.3		11,8		217,8	12,320		
6	F.P15.1	28	11,6	11,600	193,8	10,962	10,436	15
7	F.P15.2		11,7		188,5	10,663		
8	F.P15.3		11,5		171,2	9,684		
9	F.P20.1	28	12,3	12,067	277,8	15,714	13,506	16
10	F.P20.2		12,1		250,2	14,153		
11	F.P20.3		11,8		188,3	10,651		

Tujuan penambahan serat plastik dengan variasi fraksi 10%, 15% dan 20% diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan benda uji dengan cara memanfaatkan ikatan plastik dengan agregat didalam benda uji untuk menahan regangan horizontal yang terjadi pada benda uji. Terbukti pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa penambahan serat plastik dengan variasi fraksi 10%, 15% dan 20% tidak dapat meningkatkan kuat tekan secara maksimal bisa jadi dikarenakan metode pengecoran yang masih salah. Pada gambar 4.5 dapat terlihat serat plastik yang salah satu sisinya masih mengikat dengan benda uji, sedangkan sisi lainnya telah terlepas dari benda uji.



Lepasnya serat plastik terhadap permukaan beton

Gambar 4.5 Model kehancuran beton berserat

Untuk penjelasan gambar 4.5 yaitu lepasnya serat plastik dari permukaan beton dikarenakan pengujian tekan.

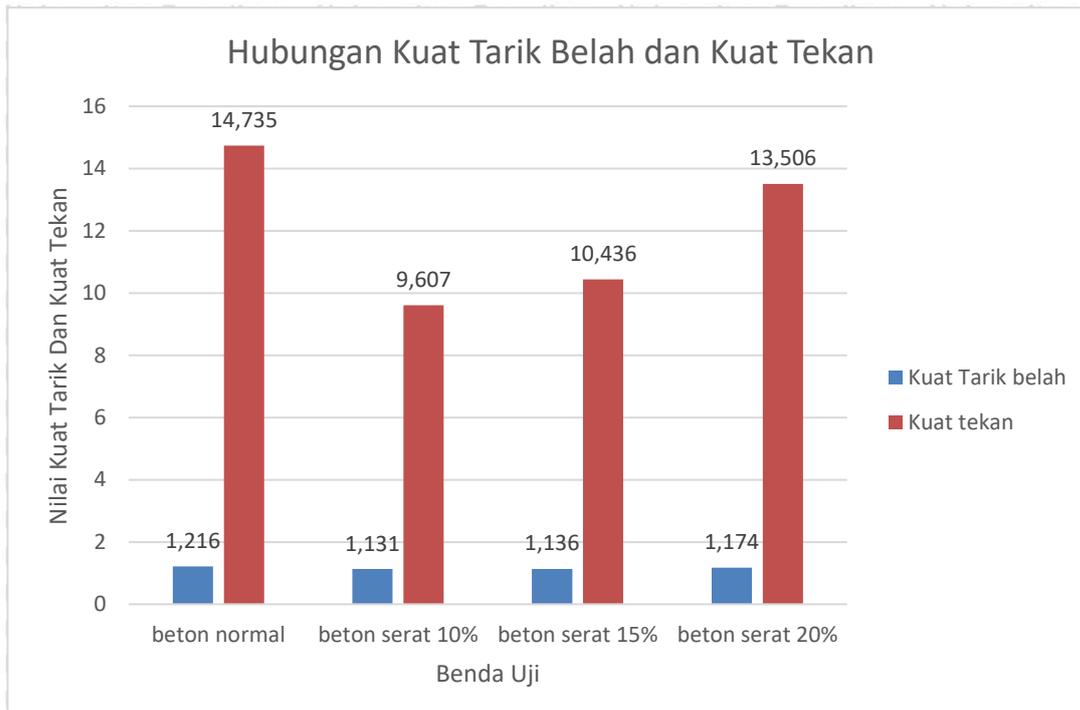
4.5.5 Hubungan antara Kuat Tarik dan Kuat Tekan

Pengecekan data yang didapat dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata dan kuat tarik belah rata-rata sesuai pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Uji Kuat Tekan Rata-Rata dan Uji Kuat Tarik Belah

No	Benda Uji Beton	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (Mpa)
1	Beton normal	14,735	1,216
2	Beton serat 10%	9,607	1,131
3	Beton serat 15%	10,436	1,136
4	Beton serat 20%	13,506	1,174

Dari tabel 4.9 dibuat grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata beton dan kuat tarik rata-rata beton



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik pada beton.

Dapat disimpulkan dari grafik gambar 4.6 diatas bahwa penambahan presentase dari serat mempengaruhi kekuatan beton pada pengujian kuat tarik dan pengujian kuat tekan, dan juga dari grafik diatas dapat disimpulkan peningkatan nilai kuat tekan beton seiring dengan peningkatan nilai kuat tarik pada beton.

Dari hasil tabel 4.9 bisa dilakukan pengecekan, Dengan rumus sebagai berikut:

$$F_r = K \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (4-4)$$

Dimana:

F'_c = Kuat Tekan Beton (Mpa)

K = 0,4

F_r = Kuat Tarik (Mpa)

Contoh perhitungan :

$$F_r = K \sqrt{f'_c}$$

$$1,216 = K \sqrt{14,735}$$

$$0,3174 \approx 0,4$$

Tabel 4.10 Hasil perhitungan K

No	Beda uji beton	K
1	Beton Normal tanpa serat	0,3174
2	Beton serat 10%	0,3648
3	Beton Serat 15%	0,3516
4	Beton Serat 20%	0,3194

Disampaikan bahwa dalam peraturan hubungan kuat tarik dan tekan ada variabel K dimana dengan penambahan fiber nilai tersebut mengalami penurunan akan tetapi tidak jauh dari nilai K yang pada rumus yaitu 0,4.

4.6 Uji Modulus Elastisitas (*Extensometer*)

Uji modulus elasisitas dilakukan bersamaan dengan uji kuat tekan dengan penambahan alat bernama *extensometer*. Pada saat uji tekan, alat *extensometer* memberikan bacaan regangan pada dial seiring dengan bertambahnya beban pada benda uji. Modulus Elastisitas beton merupakan kemiringan kurva tegangan regangan beton pada kondisi linier atau mendekati linier sebelum kondisi plastis. Proses pengujian dengan menggunakan alat *extensometer* dapat dilihat pada gambar 4.7



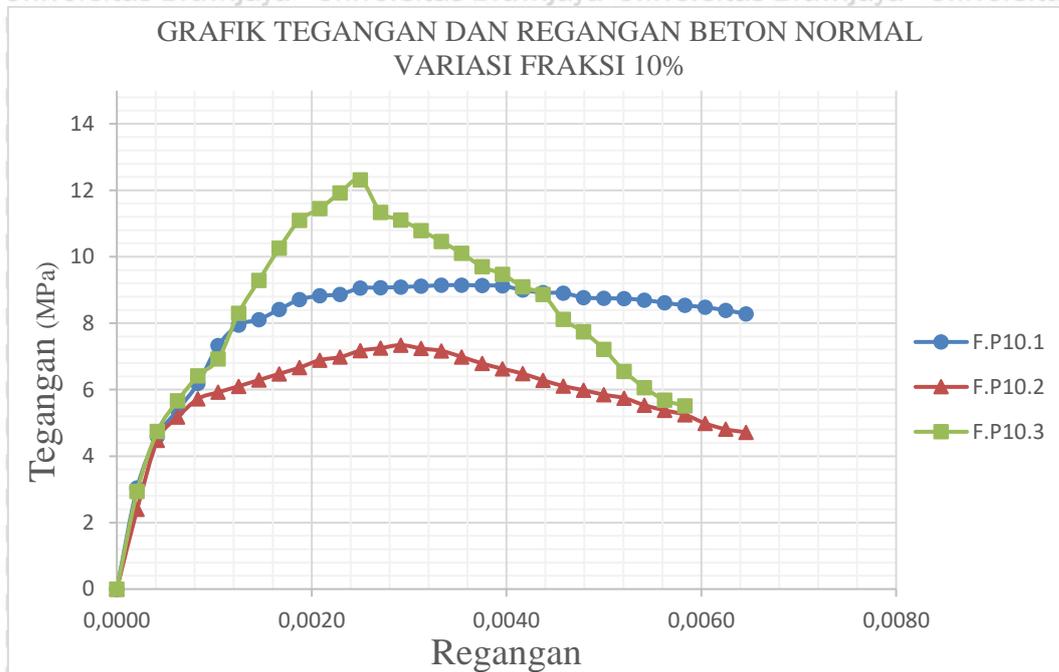
Gambar 4.7 Proses pengujian kuat tekan menggunakan *ekstensometer*

Tabel 4.11 berisi data regangan dan tegangan yang dihasilkan benda uji dengan variasi fraksi 10% saat pengujian Modulus Elastisitas menggunakan *ekstensometer*

Tabel 4.11 Tegangan dan regangan beton normal dengan variasi fraksi 10%

No	Regangan	Kode Benda Uji			Rata-Rata
		F.P10.1	F.P10.2	F.P10.3	
		Tegangan (Mpa)	Tegangan (Mpa)	Tegangan (Mpa)	Tegangan (Mpa)
1	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,0002	3,043	2,404	2,941	2,796
3	0,0004	4,593	4,480	4,746	4,606
4	0,0006	5,396	5,176	5,668	5,413
5	0,0008	6,188	5,724	6,420	6,111
6	0,0010	7,331	5,922	6,929	6,728
7	0,0013	7,947	6,103	8,304	7,452
8	0,0015	8,112	6,290	9,288	7,897
9	0,0017	8,417	6,477	10,255	8,383
10	0,0019	8,711	6,663	11,098	8,824
11	0,0021	8,824	6,890	11,449	9,054
12	0,0023	8,869	6,980	11,924	9,258
13	0,0025	9,056	7,173	12,320	9,516

14	0,0027	9,067	7,252	11,336	9,218
15	0,0029	9,090	7,342	11,109	9,181
16	0,0031	9,113	7,240	10,787	9,047
17	0,0033	9,141	7,167	10,459	8,922
18	0,0035	9,147	6,986	10,103	8,745
19	0,0038	9,135	6,788	9,701	8,541
20	0,0040	9,124	6,629	9,475	8,409
21	0,0042	9,000	6,482	9,096	8,193
22	0,0044	8,920	6,284	8,864	8,023
23	0,0046	8,909	6,109	8,117	7,712
24	0,0048	8,773	5,985	7,744	7,501
25	0,0050	8,751	5,849	7,218	7,272
26	0,0052	8,739	5,747	6,556	7,014
27	0,0054	8,694	5,532	6,064	6,763
28	0,0056	8,615	5,379	5,685	6,560
29	0,0058	8,536	5,244	5,515	6,432
30	0,0060	8,479	4,983	-	-
31	0,0063	8,389	4,808	-	-
32	0,0065	8,281	4,718	-	-
33	0,0067	-	4,644	-	-
34	0,0069	-	4,565	-	-
35	0,0071	-	-	-	-
				MAX	9,516



Gambar 4.8 Grafik hubungan tegangan dan regangan beton normal variasi fraksi 10%

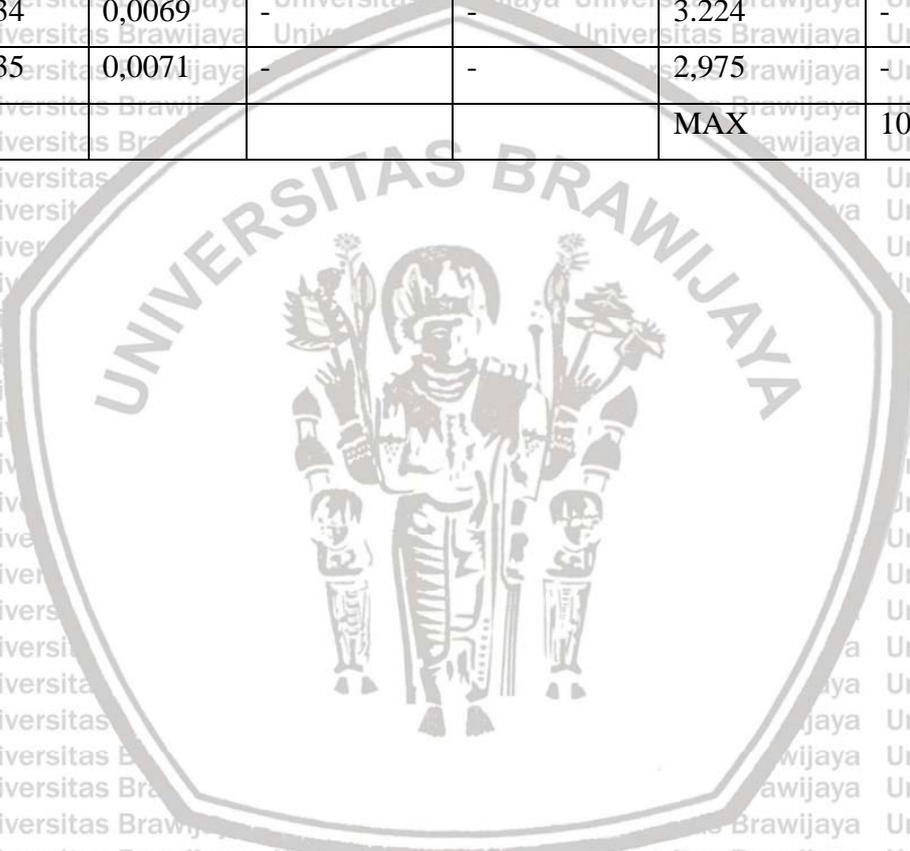
Modulus elastisitas merupakan kemiringan kurva tegangan terhadap regangan beton pada kondisi linier. Semakin besar kemiringan sudut grafik maka semakin besar juga nilai modulus elastisitasnya. Dari gambar 4.7 dapat dilihat grafik beton normal antar variasi mempunyai kemiringan sudut yang hampir serupa. Maka perbandingan nilai modulus elastisitas antar variasi 10% tidak dapat dilihat melalui grafik dan diperlukan perhitungan lebih lanjut.

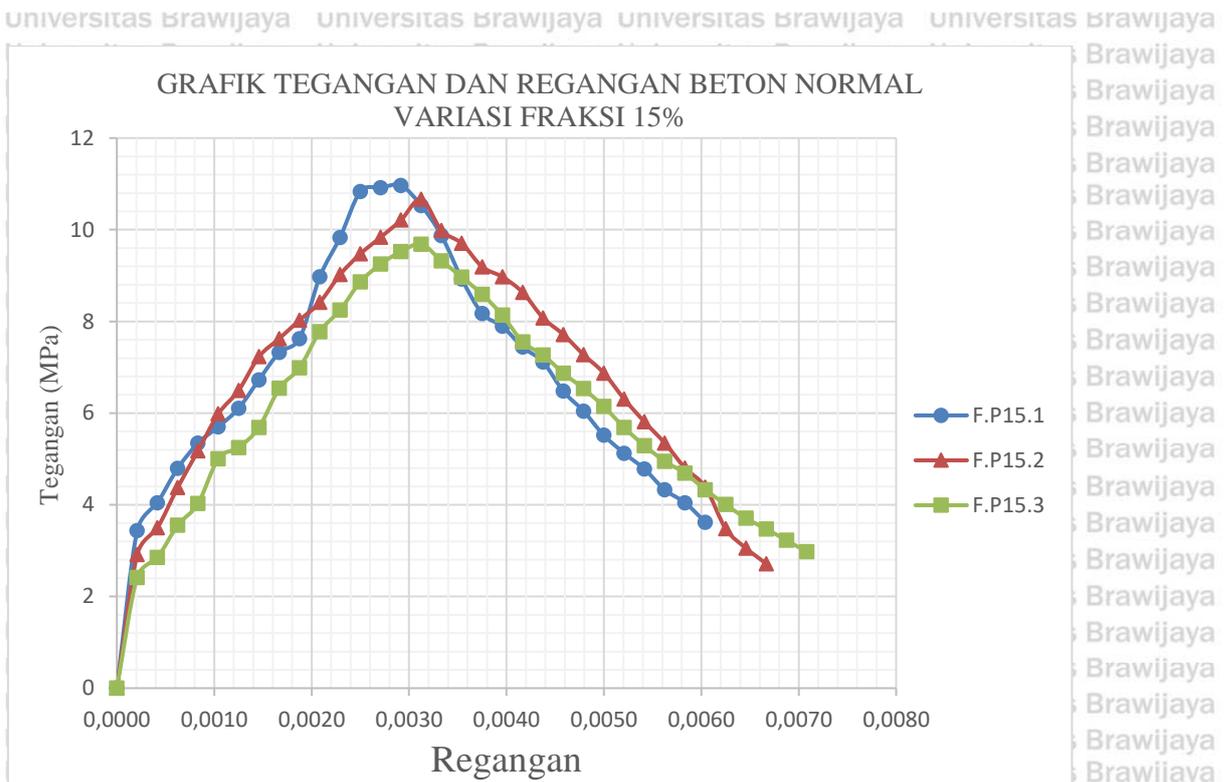
Tabel 4.12 berisi data regangan dan tegangan yang dihasilkan benda uji dengan variasi fraksi 15% saat pengujian Modulus Elastisitas menggunakan *ekstensometer*

Tabel 4.12 Tegangan dan regangan beton normal dengan variasi fraksi 15%

No	Regangan	Kode Benda Uji			Rata-Rata
		F.P15.1	F.P15.2	F.P15.3	
		Tegangan	Tegangan	Tegangan	Tegangan
		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,0002	3,434	2,913	2,415	2,921
3	0,0004	4,044	3,496	2,851	3,464
4	0,0006	4,797	4,378	3,552	4,242
5	0,0008	5,345	5,176	4,027	4,850
6	0,0010	5,702	5,985	5,006	5,564
7	0,0013	6,103	6,494	5,249	5,949
8	0,0015	6,726	7,229	5,685	6,547
9	0,0017	7,320	7,625	6,539	7,161
10	0,0019	7,625	8,027	6,986	7,546
11	0,0021	8,971	8,417	7,778	8,389
12	0,0023	9,831	9,022	8,247	9,034
13	0,0025	10,832	9,475	8,864	9,724
14	0,0027	10,917	9,837	9,248	10,001
15	0,0029	10,962	10,210	9,526	10,233
16	0,0031	10,527	10,663	9,684	10,291
17	0,0033	9,871	9,984	9,322	9,726
18	0,0035	8,926	9,701	8,966	9,198
19	0,0038	8,174	9,192	8,592	8,653
20	0,0040	7,891	8,971	8,134	8,332
21	0,0042	7,438	8,632	7,552	7,874
22	0,0044	7,116	8,078	7,269	7,487
23	0,0046	6,477	7,716	6,873	7,022
24	0,0048	6,041	7,274	6,533	6,616

25	0,0050	5,515	6,873	6,143	6,177
26	0,0052	5,125	6,307	5,685	5,706
27	0,0054	4,780	5,809	5,289	5,293
28	0,0056	4,327	5,345	4,949	4,874
29	0,0058	4,044	4,802	4,689	4,512
30	0,0060	3,620	4,384	4,327	4,110
31	0,0063	-	3,479	4,005	-
32	0,0065	-	3,055	3,705	-
33	0,0067	-	2,715	3,473	-
34	0,0069	-	-	3,224	-
35	0,0071	-	-	2,975	-
				MAX	10,291





Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan dan regangan beton normal variasi fraksi 15 %

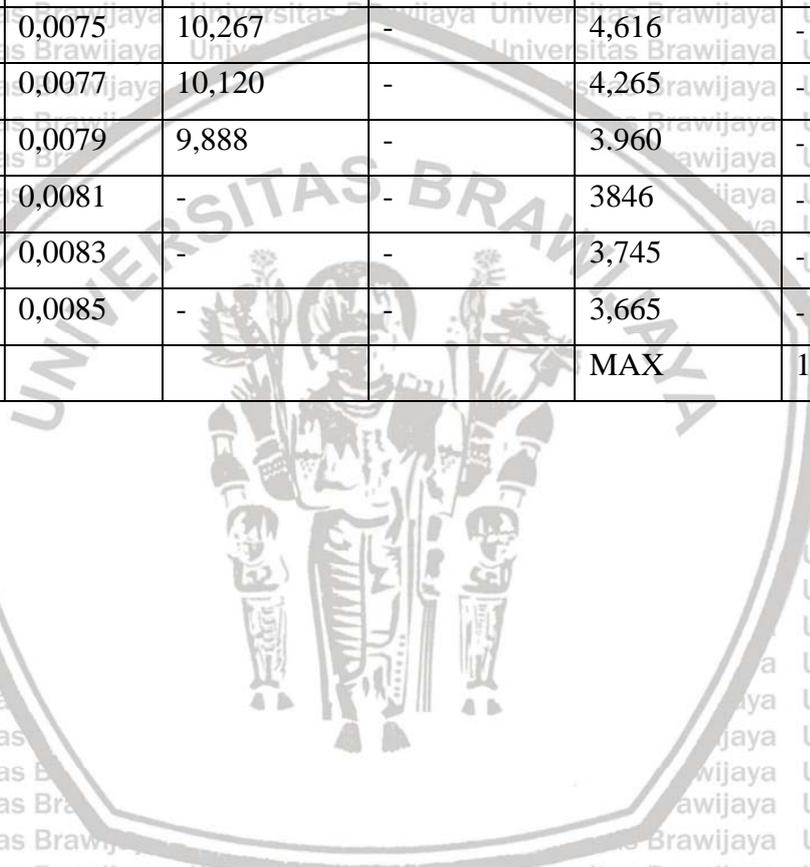
Dari gambar 4.9 dapat dilihat grafik beton normal F.P15.2 mempunyai kemiringan sudut yang paling besar dibanding dengan kemiringan sudut grafik F.P15.1 dan F.P15.3. Maka dengan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa beton normal F.P15.2 mempunyai nilai modulus elastisitas yang paling besar.

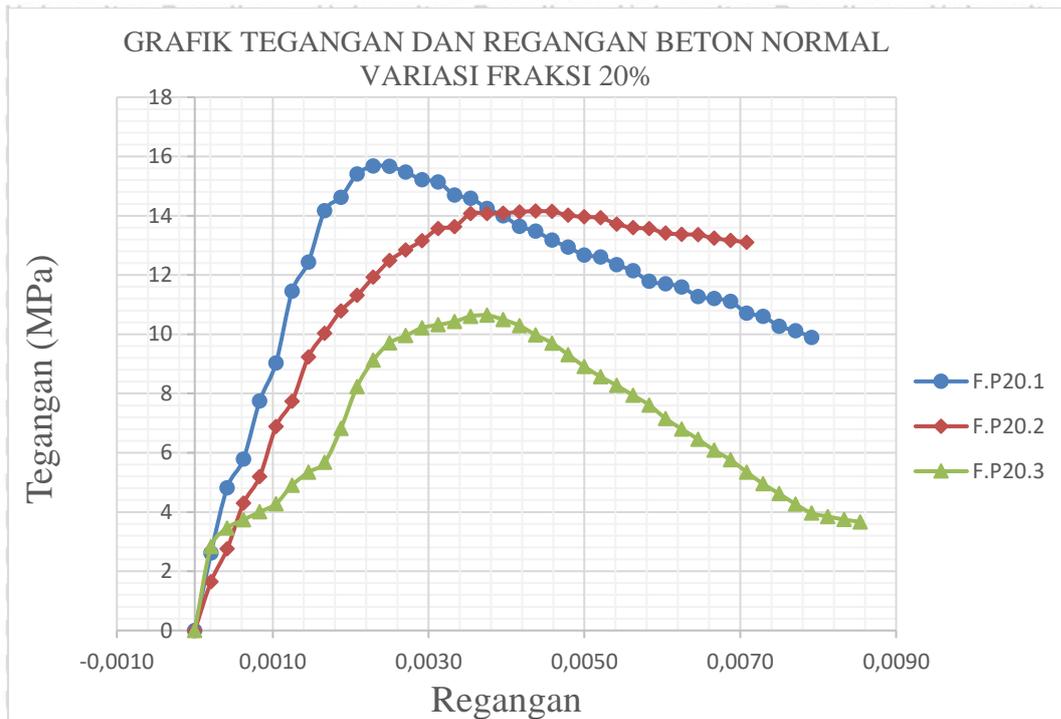
Tabel 4.13 berisi data regangan dan tegangan yang dihasilkan benda uji dengan variasi fraksi 20% saat pengujian Modulus Elastisitas menggunakan *ekstensometer*

Tabel 4.13 Tegangan dan regangan beton normal dengan variasi fraksi 20 %

No	Regangan	Kode Benda Uji			Rata-Rata
		F.P20.1	F.P20.2	F.P20.3	
		Tegangan (Mpa)	Tegangan (Mpa)	Tegangan (Mpa)	Tegangan (Mpa)
1	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,0002	2,613	1,646	2,828	2,363
3	0,0004	4,819	2,755	3,462	3,679
4	0,0006	5,787	4,293	3,739	4,606
5	0,0008	7,744	5,187	4,005	5,645
6	0,0010	9,028	6,878	4,276	6,728
7	0,0013	11,455	7,733	4,904	8,030
8	0,0015	12,433	9,237	5,345	9,005
9	0,0017	14,170	10,029	5,674	9,957
10	0,0019	14,622	10,787	6,816	10,742
11	0,0021	15,403	11,307	8,236	11,649
12	0,0023	15,674	11,924	9,124	12,241
13	0,0025	15,663	12,484	9,707	12,618
14	0,0027	15,471	12,840	9,950	12,754
15	0,0029	15,216	13,157	10,216	12,863
16	0,0031	15,143	13,564	10,318	13,008
17	0,0033	14,696	13,632	10,425	12,918
18	0,0035	14,594	14,074	10,606	13,091
19	0,0038	14,249	14,074	10,640	12,987
20	0,0040	14,000	14,085	10,493	12,859
21	0,0042	13,644	14,130	10,289	12,688
22	0,0044	13,474	14,153	9,978	12,535
23	0,0046	13,180	14,141	9,701	12,341
24	0,0048	12,937	14,017	9,305	12,086
25	0,0050	12,671	13,960	8,909	11,847
26	0,0052	12,603	13,926	8,564	11,698
27	0,0054	12,343	13,717	8,270	11,443

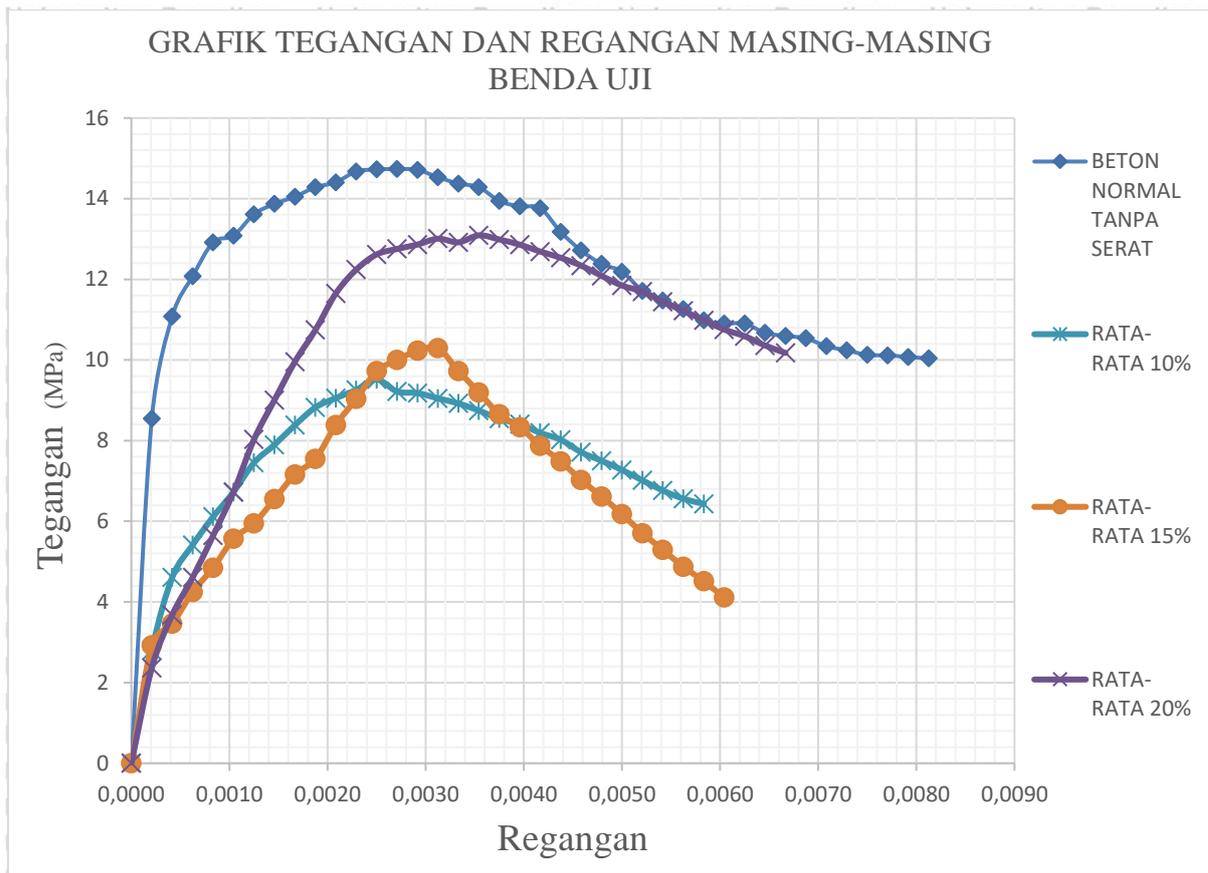
28	0,0056	12,139	13,593	7,936	11,223
29	0,0058	11,783	13,564	7,608	10,985
30	0,0060	11,698	13,412	7,156	10,755
31	0,0063	11,596	13,372	6,799	10,589
32	0,0065	11,268	13,355	6,454	10,359
33	0,0067	11,200	13,242	6,081	10,174
34	0,0069	11,109	13,168	5,758	-
35	0,0071	10,714	13,106	5,345	-
36	0,0073	10,606	-	4,949	-
37	0,0075	10,267	-	4,616	-
38	0,0077	10,120	-	4,265	-
39	0,0079	9,888	-	3,960	-
40	0,0081	-	-	3846	-
41	0,0083	-	-	3,745	-
42	0,0085	-	-	3,665	-
				MAX	13,091





Gambar 4.10 Grafik hubungan tegangan dan regangan beton normal variasi fraksi 20 %

Dari gambar 4.10 dapat dilihat grafik beton normal F.P20.3 mempunyai kemiringan sudut yang paling besar dibanding dengan kemiringan sudut grafik F.P20.1 dan F.P20.2. Dapat disimpulkan bahwa beton normal F.P20.3 mempunyai nilai modulus elastisitas yang paling besar.



Gambar 4.11 Grafik tegangan dan regangan masing-masing benda uji

Dari gambar 4.11 kemiringan grafik beton normal dengan variasi fraksi 10% dan beton normal dengan variasi fraksi serat 15% mempunyai kemiringan yang hampir sama. Maka diperlukan perhitungan lebih lanjut untuk menganalisa perbandingan besar modulus elastisitas antar benda uji.

4.7 Perhitungan Modulus Elastisitas Secan

Modulus elastisitas secan adalah kemiringan dari garis lurus kurva tegangan dan regangan dimana nilai tegangan dan regangan yang digunakan untuk memperoleh nilai modulus elastisitas itu bernilai 40% dari tegangan maksimum yang terjadi pada beton tersebut yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

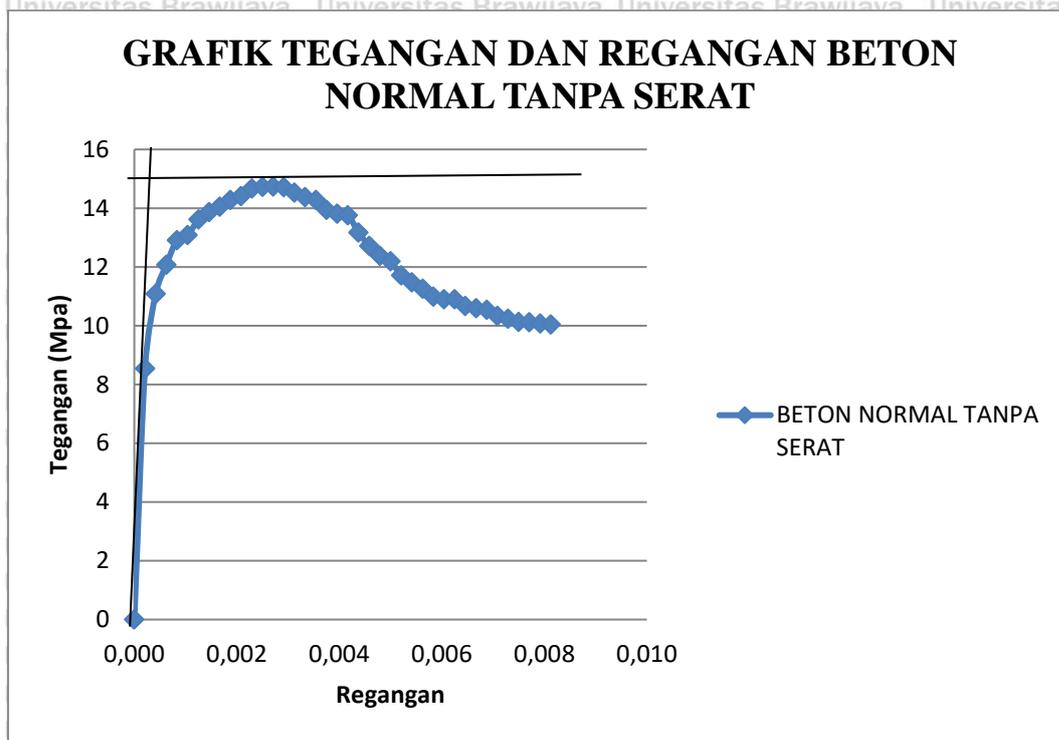
$$E_c = \frac{0,4 \times f_{max}}{\epsilon} \dots \dots \dots (4-5)$$

Dimana :

E_c = Modulus Elastisitas Beton (Mpa)

f_{maks} = tegangan beton maksimum (Mpa)

ϵ = regangan beton pada saat 40% tegangan maksimum



Gambar 4.12 Grafik tegangan dan regangan beton normal tanpa serat

Dari grafik hubungan tegangan dan regangan pada gambar 4.12, tarik garis sejajar dengan titik 40% dari nilai maksimum, lalu dibuat garis bantu linier yang bersinggungan dengan grafik tersebut. Contoh perhitungan nilai secan modulus elastisitas:

$$E_c = \frac{0,4 \times f_{maks}}{\epsilon}$$

$$E_c = \frac{5,894}{0,00125} = 47153,131 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.14 Hasil pengujian uji modulus elastisitas secan

No	Kode Benda Uji	Tegangan Maksimum (Mpa)	40% Tegangan Maksimum (kN)	Regangan Saat 40% Regangan Maksimum	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas Rata-Rata (Mpa)
1	P.4	14,735	5,894	0,000125	47153,131	47153,131
2	F.P10.1	9,158	3,663	0,000275	13320,698	12462,751
3	F.P10.2	7,342	2,937	0,000250	11747,556	
4	F.P10.3	12,320	4,928	0,000400	12320,000	
5	F.P15.1	10,962	4,385	0,000146	30068,364	32524,929
6	F.P15.2	10,663	4,265	0,000104	40944,485	
7	F.P15.3	9,684	3,874	0,000146	26561,939	
8	F.P20.1	15,714	6,286	0,000708	8873,754	18856,035
9	F.P20.2	14,153	5,661	0,000833	6793,309	
10	F.P20.3	10,651	4,261	0,000104	40901,042	

Pada tabel 4.14 dapat diketahui bahwa modulus elastisitas paling besar didapat oleh beton normal tanpa serat dengan nilai modulus elastisitas 47153,131 Mpa. Sedangkan beton normal dengan variasi fraksi 15% merupakan benda uji dengan nilai modulus elastisitas paling besar diantara beton normal fraksi lainnya dengan nilai 32524,929 Mpa.

4.8 Perhitungan Modulus Elastisitas Initial Tangen

Modulus Elastisitas Initial Tangen merupakan kemiringan dari kurva tegangan dan regangan pada saat awal pembebanan. Adapun perhitungan modulus elastisitas initial tangen dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_c = \frac{S_1}{\epsilon_c} \dots \dots \dots (4-6)$$

dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton (Mpa)

S_1 = Tegangan awal yang terjadi

ϵ_c = Regangan longitudinal akibat Tegangan S_1

Dengan menggunakan rumus diatas, berikut ini contoh perhitungan modulus elastisitas initial tangen

$$E_c = \frac{8,541}{0,0002} = 42707,071 \text{ Mpa}$$

Berikut hasil pengujian modulus elastisitas tangen awal dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Hasil pengujian uji modulus elastisitas Initial Tangen

No	Kode Benda Uji	Tegangan Awal (Mpa)	Regangan Awal	Initial Tangen Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas Rata-Rata (Mpa)
1	P.4	8,541	0,0002	42707,071	42707,071
2	F.P10.1	3,043	0,0002	15216,162	13981,145
3	F.P10.2	2,404	0,0002	12020,202	
4	F.P10.3	2,941	0,0002	14707,071	
5	F.P15.1	3,434	0,0002	17167,677	14603,367
6	F.P15.2	2,913	0,0002	14565,657	
7	F.P15.3	2,415	0,0002	12076,768	
8	F.P20.1	2,613	0,0002	13066,667	11812,795
9	F.P20.2	1,646	0,0002	8230,303	
10	F.P20.3	2,828	0,0002	14141,414	

Pada tabel 4.15 dapat diketahui bahwa perhitungan modulus elastisitas Initial Tangen dengan nilai paling besar didapat oleh beton normal tanpa serat dengan nilai modulus elastisitas 42707,071 Mpa. Sedangkan beton normal dengan variasi fraksi 15% merupakan benda uji dengan nilai modulus elastisitas paling besar diantara beton normal bervariasi fraksi lainnya dengan nilai 14603,367 Mpa.

4.9 Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan SNI 2847:2019

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton menggunakan nilai berat isi beton dan kuat tekan beton untuk mencari nilai modulus elastisitas. Rumus pada SNI 2847:2019

- untuk $1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$ Rumus yang digunakan

$$E_c = 0,043 \times W_c^{1.5} \times f'_c{}^{0.5} \dots \dots \dots (4-7)$$

Keterangan :

E_c = Modulus elastisitas beton (Mpa)

W_c = Berat isi beton (kg/m^3)

f'_c = Kuat Tekan beton silinder (Mpa)

Dengan menggunakan rumus diatas, berikut ini contoh perhitungan modulus elastisitas berdasarkan SNI

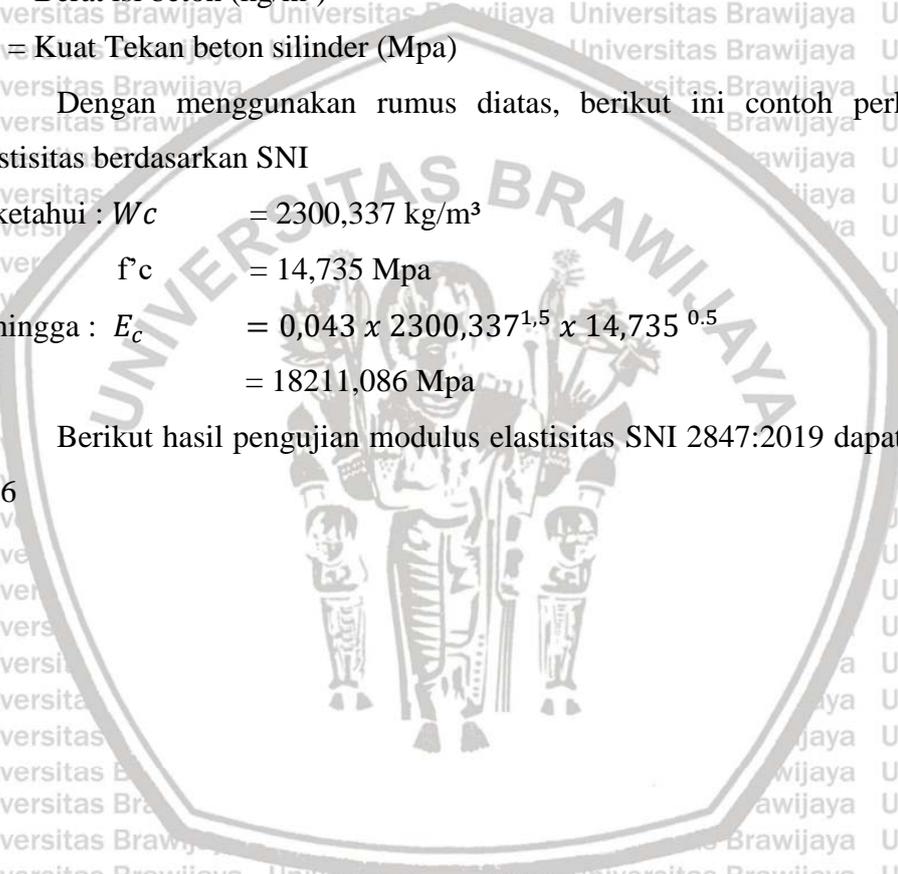
Diketahui : $W_c = 2300,337 \text{ kg/m}^3$

$f'_c = 14,735 \text{ Mpa}$

Sehingga : $E_c = 0,043 \times 2300,337^{1.5} \times 14,735^{0.5}$
 $= 18211,086 \text{ Mpa}$

Berikut hasil pengujian modulus elastisitas SNI 2847:2019 dapat dilihat pada tabel

4.16



Tabel 4.16 Hasil pengujian uji modulus elastisitas SNI 2847:2019

No	Kode Benda Uji	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Berat Benda Uji	Berat Isi Beton	Modulus Elastisitas	Modulus Elastisitas Rata-Rata
		(kN)	(Mpa)	(Kg)	(kg/m ³)	(Mpa)	(Mpa)
1	P.4	260,500	14,735	12,2	2300,337	18211,086	18211,086
2	F.P10.1	161,900	9,158	11,7	2206,061	13483,246	13747,069
3	F.P10.2	129,800	7,342	11,6	2187,205	11918,362	
4	F.P10.3	217,800	12,320	11,8	2224,916	15839,599	
5	F.P15.1	193,800	10,962	11,6	2187,205	14563,176	14207,689
6	F.P15.2	188,500	10,663	11,7	2206,061	14548,784	
7	F.P15.3	171,200	9,684	11,5	2168,350	13511,105	
8	F.P20.1	277,800	15,714	12,3	2319,192	19037,768	17131,365
9	F.P20.2	250,200	14,153	12,1	2281,481	17628,443	
10	F.P20.3	188,300	10,651	11,8	2224,916	14727,886	

Pada tabel 4.16 diketahui bahwa perhitungan modulus elastisitas dengan cara SNI 2847:2019 paling besar didapat oleh beton normal tanpa serat dengan nilai modulus elastisitas 18211,086 Mpa. Sedangkan beton normal dengan variasi fraksi 20% merupakan benda uji dengan nilai modulus elastisitas paling besar diantara beton normal bervariasi fraksi lainnya dengan nilai 17131,365 Mpa. Angka tersebut lebih kecil 5% dari nilai modulus elastisitas beton normal tanpa serat.

Berikut rangkuman hasil perhitungan modulus elastisitas dan selisih nilai modulus elastisitas yang telah diperoleh dapat dilihat di tabel 4.17.

Tabel 4.17 Selisih nilai modulus elastisitas

No	Kode Benda Uji	Secan Modulus Elastisitas (Mpa)	Initial Tangen Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas Berdasarkan SNI (Mpa)	Beda Relatif	
					Selisih Secan Berdasarkan SNI (%)	Nilai dan Selisih Initial-Tangen dan Berdasarkan SNI (%)
1	P.4	47153,131	42707,071	19114,015	1,467	1,234
2	F.P10	12462,751	13981,145	13747,069	0,093	0,017
3	F.P15	32524,929	14603,367	14207,689	1,014	0,028
4	F.P20	18856,035	11812,795	17131,365	0,101	0,310

Pada tabel 4.17 terdapat penjabaran selisih untuk masing-masing metode perhitungan modulus elastisitas. Modulus elastisitas dengan cara SNI 2847:2019 digunakan sebagai pembandingan karena metode perhitungan dengan menggunakan Secan Modulus dan Initial Modulus merupakan 2 metode yang menggunakan hasil regangan dan tegangan benda uji. Sedangkan perhitungan menggunakan cara SNI 2847:2019 merupakan cara mencari nilai modulus elastisitas berdasarkan mutu beton. Dari data tersebut, diketahui bahwa nilai modulus elastisitas yang paling tinggi antar benda uji dengan serat plastik diperoleh benda uji variasi fraksi 15% dengan nilai sebesar 32524,929 Mpa dengan metode perhitungan secan. Namun demikian, nilai modulus elastisitas beton normal dengan penambahan serat tidak lebih tinggi dari nilai modulus elastisitas beton normal tanpa serat. Pembahasan modulus elastisitas juga berhubungan dengan hasil uji kuat tekan pada pembahasan

sebelumnya yaitu nilai rata-rata mutu beton benda uji tanpa serat lebih tinggi daripada nilai rata-rata mutu beton benda uji dengan variasi fraksi 10%, 15% dan 20%. Dari pernyataan tersebut menguatkan alasan rendahnya nilai modulus elastisitas beton dengan penambahan serat dibandingkan beton tanpa serat karena modulus elastisitas berhubungan dengan tegangan yang diperoleh benda uji.



Bab V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan hasil penelitian yang telah dibahas, maka kesimpulan yang didapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Pada pengujian kuat tekan beton normal tanpa serat memiliki nilai kuat tekan yaitu 14,735 Mpa, dibandingkan dengan beton normal yang diberikan serat dengan nilai masing masing 10%, 15%, 20% yaitu 9,607 Mpa, 10,436 Mpa, 13,506 Mpa maka beton normal tanpa serat memiliki nilai kuat tekan paling tinggi. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan serat pada beton normal mengalami penurunan terhadap pengujian kuat tekan tersebut.
2. Pada pengujian kuat tarik belah beton normal tanpa serat memiliki nilai kuat Tarik yaitu 1,216 Mpa, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat plastik dengan variasi 10%, 15% dan 20% mengalami penurunan pada kuat tarik belah beton normal. Dikarenakan gaya tarik kearah horizontal membuat ikatan serat plastik dengan agregat di dalam benda uji terlepas sehingga menghilangkan fungsi utama penambahan serat plastik sebagai penahan gaya tarik horizontal pada benda uji. Hubungan antara kuat tarik dan kuat tekan pertambahan presentase dari serat mempengaruhi kekuatan beton pada pengujian kuat tarik dan pengujian kuat tekan, dan juga peningkatan nilai kuat tekan beton seiring dengan peningkatan nilai kuat tarik pada beton.
3. Dalam pengujian modulus elastisitas mendapatkan nilai modulus elastisitas berdasarkan cara perhitungan dengan modulus elastisitas berdasarkan **SNI 2847:2019**, modulus elastisitas secan dan yang ketiga modulus elastisitas tangen. Dari ketiga cara ini dalam perhitungan modulus elastisitas mendapatkan, beton normal tanpa serat memiliki nilai modulus elastisitas paling tinggi di antara beton normal dengan serat dengan variasi 10%, 15%, 20%. Nilai ini didapatkan dari hasil perhitungan modulus elastisitas secan dengan nilai rata – rata sebesar 47153,131 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat plastik pada beton membuat penurunan pada kekuatan beton tersebut.

5.2 Saran

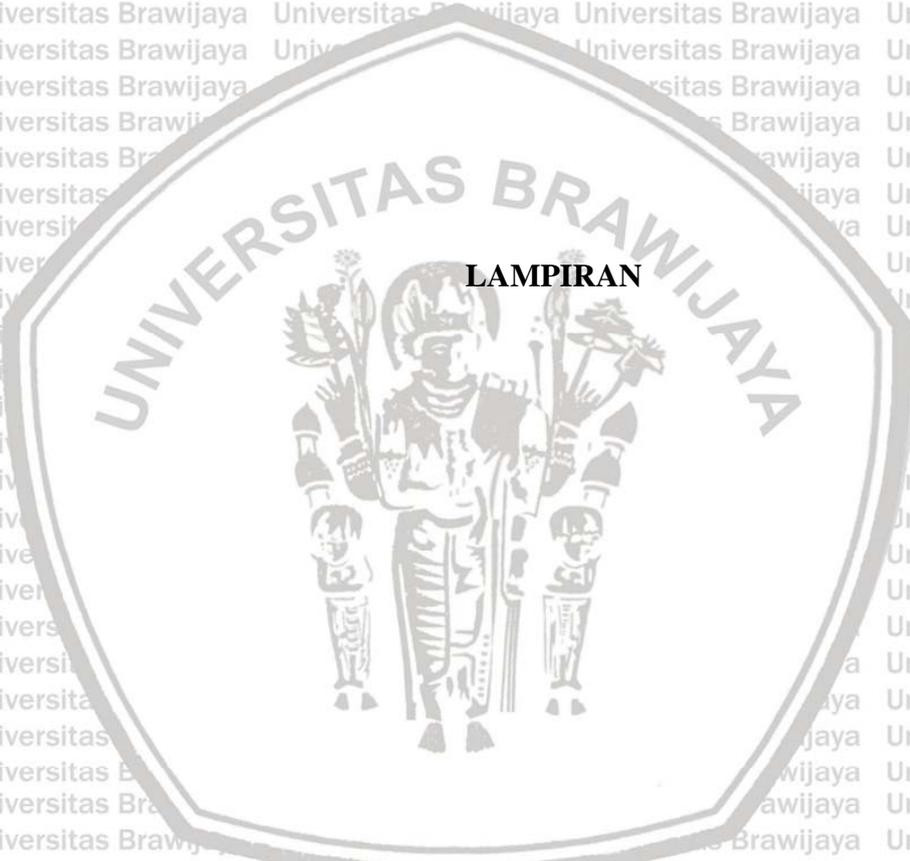
Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan, maka penulis memberikan beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya guna memperbaiki kekurangan penelitian ini, antara lain adalah:

1. Meningkatkan kuat lekat serat plastik dengan beton, misalnya dengan cara memperkasar permukaan serat plastik.
2. Perlunya melakukan penelitian ke tahap selanjutnya atau tahap yang lebih detail dengan variasi yang lebih banyak atau luas untuk mengetahui apakah penambahan serat ini menimbulkan efek yang positif terhadap beton normal.



Daftar Pustaka

- Bayasi dan Saeng (1993). "Pengaruh Penambahan Serat Seng Pada Beton Ringan dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas", Universitas Sebelas Maret
- Fat-Hanna Marami S. A., Christin Remayanti Nainggolan, Lilya Susanti (2011). "PENGARUH VARIASI FRAKSI SERAT PLASTIK TERHADAP KUAT LENTUR, LENDUTAN, DAN POLA RETAK BALOK BETON BERTULANG", Universitas Brawijaya
- Lestariyono, Bambang Mahendya (2008). "Penggunaan Limbah botol plastik (PET) sebagai campuran beton untuk meningkatkan kapasitas tarik belah dan geser", Perpustakaan Universitas Indonesia, Universitas Indonesia.
- Nurlina, Siti. (2011). *Teknologi Bahan I*. Malang: Bergie Media.
- Nurlina, Siti. (2008). *Struktur Beton*. Malang: Bergie Media.
- Pratikto (2010). "Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate)", Politeknik Negeri Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia 1974. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Syarat Industri Indonesia 0052-80. (1980). *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Jakarta: Departemen Perindustrian Republik Indonesia
- SNI 2847-2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia*. SNI 03-2847:2019. Sni 2847:2019, 8, 1-695.
- Wibowo (- 2005). "Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE", Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Lampiran 1 Perhitungan Regangan Dengan Menggunakan Metode Interpolasi

P. 10. 1.

$x - 0,0002 = \frac{0,0004 - 0,0002}{4,593 - 3,043}$	$\frac{0,0004 - 0,0002}{4,593 - 3,043}$	Regangan = $\frac{\Delta L}{L}$
$x - 0,0002 = \frac{0,0002}{0,616}$	$\frac{0,0002}{1,55}$	$0,000275 = \frac{\Delta L}{240}$
$1,55x - 0,00031 = 0,000123$		$\Delta L = 0,06696$
$1,55x = 0,000433$		
$x = \frac{0,00043}{1,55}$		
$x = 0,000279$		

P. 10. 2.

$x - 0,0002 = \frac{0,0004 - 0,0002}{4,1400 - 2,1937}$	$\frac{0,0004 - 0,0002}{4,1400 - 2,1937}$	Regangan = $\frac{\Delta L}{L}$
$x - 0,0002 = \frac{0,0002}{0,533}$	$\frac{0,0002}{2,076}$	$0,000251 = \frac{\Delta L}{240}$
$2,076x - 0,0004152 = 0,0001066$		$\Delta L = 0,6024$
$x = \frac{0,0005218}{2,076}$		
$x = 0,000251$		

P. 10. 3.

$x - 0,0004 = \frac{0,0006 - 0,0004}{12,320 - 4,746}$	$\frac{0,0006 - 0,0004}{12,320 - 4,746}$	Regangan = $\frac{\Delta L}{L}$
$x - 0,0004 = \frac{0,0002}{0,182}$	$\frac{0,0002}{7,574}$	$0,000404 = \frac{\Delta L}{240}$
$7,574x - 0,0030296 = 0,000364$		$\Delta L = 0,09696$
$7,574x = 0,003066$		
$x = 0,000404$		

P. 15. B.

$x - 0 = \frac{0,0002 - 0}{5,674 - 3,874}$	$\frac{0,0002 - 0}{5,674}$	Regangan = $\frac{\Delta L}{L}$
$5,674x = 0,000775$		$0,00014 = \frac{\Delta L}{240}$
$x = 0,00014$		$\Delta L = 0,034$

P. 15. 2.

$x - 0 = \frac{0,0002 - 0}{8,915 - 4,265}$	$\frac{0,0002 - 0}{8,915}$	Regangan = $\frac{\Delta L}{L}$
$8,915x = 0,000853$		$0,000958 = \frac{\Delta L}{240}$
$x = 0,000958$		$\Delta L = 0,2304$



No. _____

Date _____

P. 15.1

$x - 0 = \frac{0,0002}{5,894}$	Regangan: $\frac{\Delta L}{L}$
$5,894x = 0,0009$	$0,00012 = \frac{\Delta L}{240}$
$x = 0,000152$	$\Delta L = 0,03640$

P. 20.1

$x - 0,0006 = \frac{0,0008 - 0,0006}{7,744 - 5,787}$	Regangan: $\frac{\Delta L}{L}$
$x - 0,0006 = \frac{0,0002}{1,957}$	$0,0007 = \frac{\Delta L}{140}$
$1,957x - 0,0012 = 0,00010$	$\Delta L = 0,168$
$1,957x = 0,0013$	
$x = 0,0007$	

P. 20.2

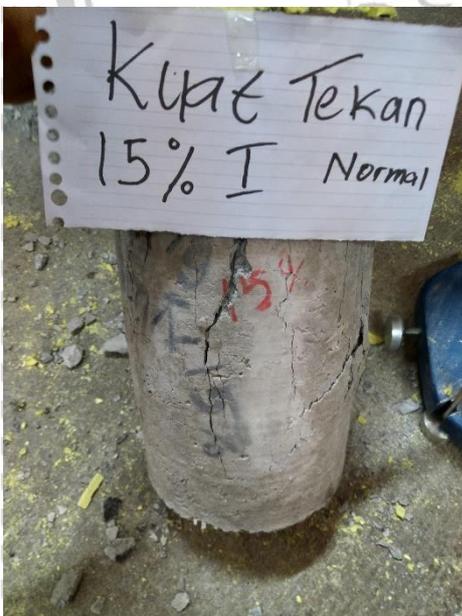
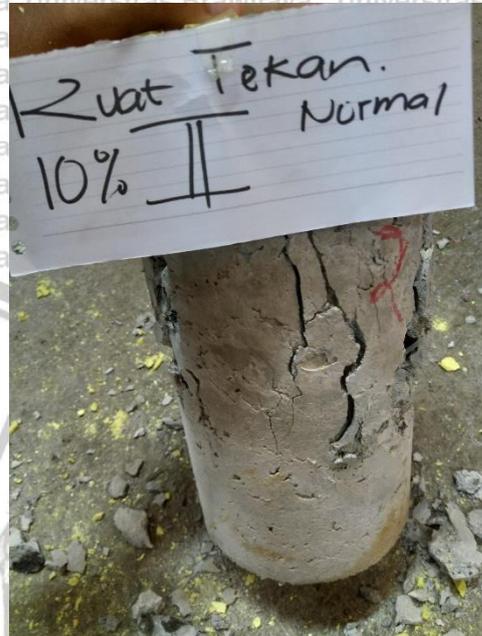
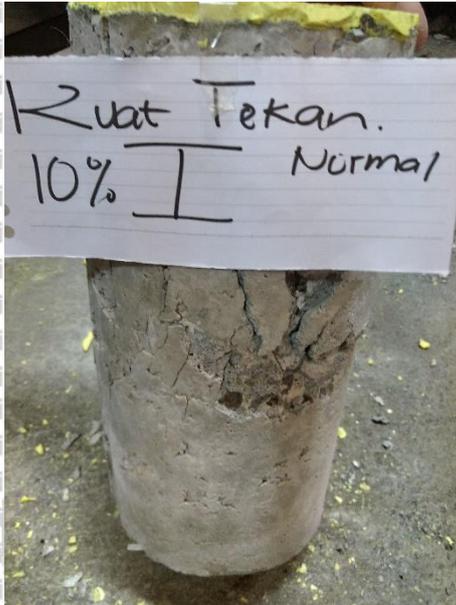
$x - 0,0008 = \frac{0,0010 - 0,0008}{6,878 - 5,187}$	Regangan: $\frac{\Delta L}{L}$
$x - 0,0008 = \frac{0,0002}{1,691}$	$0,00086 = \frac{\Delta L}{240}$
$1,691x - 0,0014 = 0,00009$	$= 0,2064$
$1,691x = 0,00149$	
$x = 0,00086$	

P. 20.3

$x - 0 = \frac{0,0002}{0,321}$	Regangan: $\frac{\Delta L}{L}$
$0,321x = 0,00085$	$0,000102 = \frac{\Delta L}{240}$
$x = 0,000102$	$\Delta L = 0,02448$

Lampiran 2 Dokumentasi Hasil Beton yang telah dilakukan Uji Tekan Dan Uji Kuat Tarik Belah

Berikut hasil dari beton yang sudah di uji Kuat Tekan 10%, 15% dan 20%

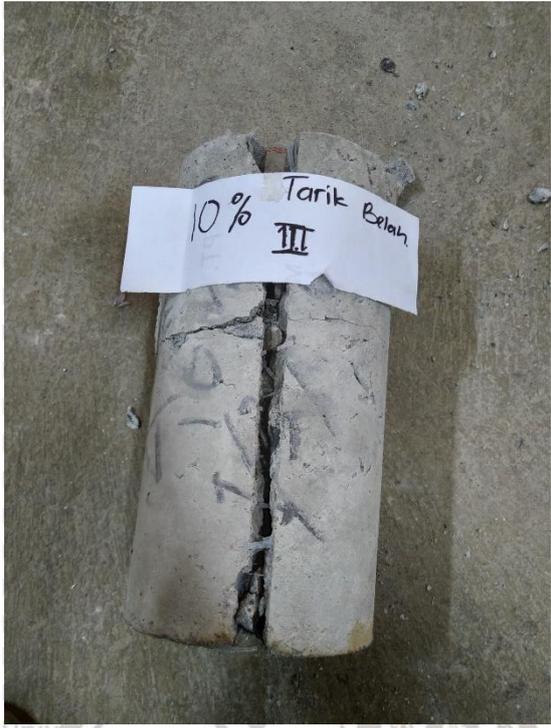




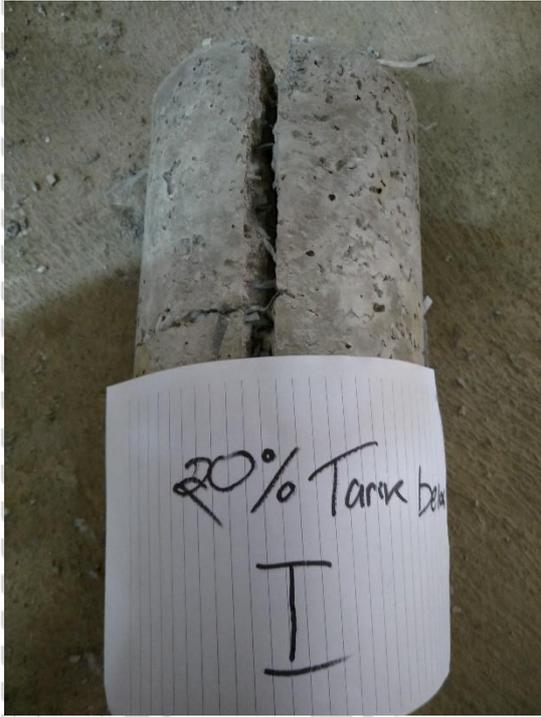
Selanjutnya ada hasil dokumentasi dari beton yang sudah di uji Kuat Tarik Belah 10%, 15% dan 20%



Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya



Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya



Dan yang terakhir ada beton yang di Uji Kuat Tekan dengan menggunakan strain gauge 10%, 15% dan 20%

