



**SIFAT MEKANIK BETON RINGAN DENGAN CAMPURAN  
FOAM BUAH LERAK DIBANDINGKAN DENGAN  
CAMPURAN ALUMINIUM POWDER**

***MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE  
WITH LERAK FOAM COMPARED WITH ALUMINUM  
POWDER MIXTURE***

**SKRIPSI**

Oleh :

**ILGA ADYTIA RAMADHAN**

**NIM. 161910301105**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**SIFAT MEKANIK BETON RINGAN DENGAN CAMPURAN  
FOAM BUAH LERAK DIBANDINGKAN DENGAN  
CAMPURAN ALUMINIUM POWDER**

***MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE  
WITH LERAK FOAM COMPARED WITH ALUMINUM  
POWDER MIXTURE***

**SKRIPSI**

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat guna mendapatkan gelar sarjana  
teknik Studi S1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Jember

Oleh :

**ILGA ADYTIA RAMADHAN**

**NIM. 161910301105**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Puji tuhan yang maha esa. Yang menciptakan dunia beserta isinya sehingga kita semua dapat bersyukur atas karunianya kita dapat menikmatinya. Dan kita panjatkan sholawat serta salam tetap tercurah limpahkan kepada Nabi besar kita yaitu Nabi Muhammad SAW. Disini saya sebagai penulis skripsi ini mempersembahkan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis diberikan kesehatan dan kelancaran untuk dapat menyelesaikan skripsi ini .
2. Kedua orang tua, yang selalu mendampingi untuk memberikan semangat, motivasi dan dorongan kepada penulis.
3. Keluarga besar yang selalu mendukung dan mendorong penulis untuk selalu berkembang menjadi yang lebih baik.
4. Keluarga besar Biji Besi teknik sipil 2016, sebagai keluarga baru bagi penulis selama melakukan study S1 di Universitas Jember.
5. Almamater, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang menjadi kebanggaan bagi penulis.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk semua pihak yang telah disebutkan diatas dan juga kepada semua pihak yang berarti bagi penulis dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

**MOTTO**

*Pressure Is Good For You*  
Perubahan Berawal Dari Tekanan  
(ILGA A.R)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ilga Adytia Ramadhan

NIM : 161910301105

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwasanya skripsi yang saya kerjakan berjudul **“SIFAT MEKANIK BETON RINGAN DENGAN CAMPURAN FOAM BUAH LERAK DIBANDINGKAN DENGAN CAMPURAN ALUMINIUM POWDER.”** Adalah hasil dari penelitian sendiri dan karya tulis sendiri, kecuali sumber kutipan atau karya orang lain yang telah di cantumkan dalam sitasi. Penulis bertanggung jawab atas penulisan ini terhadap plagiasi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun. Adapun di kemudian hari jika ada ketidak benaran maka penulis bersedia dikenakan sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana yang telah diberikan dan sanksi lain sesuai peraturan yang telah di tetapkan oleh universitas jember.

**Jember, 17 Juli 2020**

Yang menyatakan,

Ilga Adytia Ramadhan

161910301105

**SKRIPSI**

***“SIFAT MEKANIK BETON RINGAN DENGAN CAMPURAN FOAM BUAH  
LERAK DIBANDINGKAN DENGAN CAMPURAN ALUMINIUM  
POWDER.”***

Oleh :

Ilga Adytia Ramadhan  
NIM. 161910301105

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir Krisnamurti M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Dwi Nurtanto, S.T.,M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul Sifat Mekanik Beton Ringan Dengan Campuran Foam Buah Lerak Dibandingkan Dengan Campuran Aluminium Powder telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 17 Juli 2020

Tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember

Tim Pembimbing :

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.,  
NIP 19661228 199903 1 002

Pembimbing Anggota,

Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.,  
NIP 19731015 199802 1 001

Tim Penguji :

Penguji I,

Ir. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.,  
NIP 19701024 199803 2 001

Penguji II,

Ir. Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.,  
NIP 760016772

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,



Dr. Triwahju Hurdianto, S.T., M.T.,  
NIP: 19700826 199702 1 001

## RINGKASAN

**Sifat Mekanik Beton Ringan Dengan Campuran Foam Buah Lerak Dibandingkan Dengan Campuran Aluminium Powder.** Ilga Adytia Ramadhan. 161910301105, 2020; 79 Halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan ilmu teknologi dibidang konstruksi sangatlah pesat, salah satunya yaitu perkembangan dibidang struktur beton, berbagai macam inovasi beton ringan telah dikembangkan dengan substitusi dan campuran yang beragam, salah satu inovasinya yaitu aluminium powder dan *foam* lerak. Dalam penelitian ini aluminium powder menggunakan variasi dengan kadar 3%, 5% dan 7%. Sedangkan untuk foam lerak dengan kadar 30%, 45% dan 60% kedua sifat beton ini merupakan jenis beton yang sama yaitu beton berpori, dari perbandingan ini untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik dari beton ringan. Aluminium powder ini berbentuk serbuk dan karakteristik serbuk aluminium powder ini akan membuat adonan mengembang pada saat di campurkan kedalam mortar. Sedangkan untuk *foam* lerak ini berbentuk cair dari getah buah lerak, untuk proses pembuatan dari getah menjadi *foam* maka cairan getah ini di mixer sampai menjadi *foam*, lalu foam tersebut di campur kedalam mortar untuk membuat adonan menjadi mengembang dan beton menjadi berpori. Dalam campuran ini kedua variasi dapat mengurangi berat isi beton, untuk berat isi aluminium powder memiliki berat paling ringan 9,3 kg sedangkan untuk *foam* lerak dengan berat isi paling ringan 8,6 kg. Dalam proses pengerasan beton ini sangat lambat sehingga kuat tekan ada di umur 28 hari. Di umur 7 hari aluminium powder memiliki kuat tekan 1,89 Mpa, 2,17 Mpa dan 3,11 Mpa sedangkan untuk foam lerak tidak memiliki kuat tekan di awal. Untuk kuat tekan di umur 28 hari aluminium powder memiliki kuat tekan 3,02 Mpa, 2,64 Mpa dan 3,40 Mpa sedangkan untuk kuat tekan foam lerak 2,45 Mpa, 1,89 Mpa dan 1,70 Mpa.

## SUMMARY

***Mechanical Properties Of Lightweight Concrete With Lerak Foam Compared With Aluminum Powder Mixture.*** Ilga Adytia Ramadhan. 161910301105, 2020; 79 Pages; Department Of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas of Jember.

The development of technology in the field of construction is very rapid, one of which is the development in the field of concrete structures, various kinds of lightweight concrete innovations have been developed with diverse substitutions and blends, one of the innovations is aluminum powder and foam foam. In this study aluminum powder uses variations with levels of 3%, 5% and 7%. As for lerak foam with levels of 30%, 45% and 60 both of these concrete properties are the same type of concrete that is porous concrete, from this comparison to determine the characteristics and mechanical properties of lightweight concrete. For aluminum powder, it is in the form of powder and the characteristics of this aluminum powder will make the mixture expand when mixed into a mortar. Whereas for lerak foam it is liquid from lerak fruit sap, for the process of making it from foam into foam then the liquid liquid is mixed until it becomes foam, then the foam is mixed into mortar to make the dough expand and the concrete becomes porous. In this mixture both variations can reduce the weight of concrete contents, for the weight of aluminum powder content has the lightest weight of 9.3 kg while for lerak foam with the lightest fill weight of 8.6 kg. In the process of hardening the concrete is very slow so that the compressive strength is at the age of 28 days. At the age of 7 days aluminum powder has a compressive strength of 1.89 Mpa, 2.17 Mpa and 3.11 Mpa while for lerak foam does not have a compressive strength at the beginning. For compressive strength at the age of 28 days aluminum powder has a compressive strength of 3.02 Mpa, 2.64 Mpa and 3.40 Mpa while for compressive strength of foam foam 2.45 Mpa, 1.89 Mpa and 1.70 Mpa.

**DAFTAR ISI**

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
RINGKASAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Beton .....	4
2.2 Beton Ringan .....	4
2.3 Material Penyusun Beton .....	6
2.3.1 Semen Portlan (PCC) .....	6
2.3.2 Air .....	7
2.3.3 Agregat .....	8
2.3.4 Agregat ringan .....	10
2.3.5 Buah Lerak .....	11
2.3.6 Aluminium Powder .....	12

2.4	Workability.....	12
2.5	Faktor Air Semen .....	13
2.6	Slump .....	15
2.7	Kuat Tekan Beton .....	15
2.8	Kuat Tarik Belah .....	17
2.9	Persyaratan Kinerja .....	17
2.10	Faktor Penentu Kualitas Campuran Beton .....	18
2.11	Penelitian Terdahulu.....	20
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>22</b>
3.1	Metode Penelitian .....	22
3.2	Lokasi Penelitian.....	22
3.3	Bahan Baku .....	22
3.4	Peralatan .....	23
3.5	Variabel Penelitian .....	24
3.6	Model Benda Uji.....	25
3.7	Pembuatan Benda Uji .....	25
3.8	Standar Pengujian .....	26
3.9	Tahap Pengujian Material .....	27
3.7.1	Berat Volume Agregat .....	27
3.7.2	Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat.....	27
3.7.3	Bahan Lolos Saringan .....	29
3.7.4	Kadar Lumpur Pasir .....	30
3.7.5	Kadar Air .....	30
3.7.6	Analisis Specific-Gravity dan Penyerapan Agregat Kasar.....	31
3.7.7	Analisis Specific-Gravity dan Penyerapan Agregat Halus.....	32
3.10	Metode Pengujian Beton .....	32

3.10.1 Uji Kuat Tekan Beton .....	32
3.10.2 Uji Kuat Tarik belah Beton.....	33
3.10.3 Uji Modulus Elastisitas Beton .....	34
3.11 Uji Kelayakan dan Perlakuan Bahan Campuran Buah Lerak .....	34
3.12 Analisa dan Pembahasan .....	35
3.13 Kesimpulan.....	35
3.14 Alur Penelitian.....	36
<b>BAB IV. HASIH DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Pengujian Bahan .....	38
4.1.1 Pengujian Pasir .....	39
4.1.2 Pengujian Kerikil .....	42
4.1.3 Pengujian Semen .....	47
4.2 Perhitungan Mix Design Benda Uji .....	47
4.3 Pembuatan <i>foam</i> lerak .....	49
4.4 Pengujian Slump Beton dan Kebutuhan Air.....	50
4.5 Pengujian Beton.....	52
4.4.1 Berat isi Beton Ringan .....	52
4.4.2 Pengujian Tekan dan Tarik Belah Beton .....	57
4.4.4 Pengujian Modulus Elastisitas .....	62
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67

## Daftar Tabel

Tabel 2.1 Beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat isi dan jenis agregat yang dipakai.....	6
Tabel 2.2 Syarat Fisika.....	7
Tabel 2.3 Persyaratan sifat fisis agregat ringan untuk beton ringan Struktural .....	11
Tabel 2.5 Faktor Air Semen Untuk Setiap Kondisi Lingkungan .....	14
Tabel 2.6 Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur.....	15
Tabel 3.1 Komposisi Pembuatan Benda Uji Untuk foam Lerak.....	26
Tabel 3.2 Komposisi Pembuatan Benda Uji Untuk Aluminium Powder .....	26
Tabel 3.3 Standar Pengujian .....	27
Tabel 3.4 Penjadwalan Penelitian .....	37
Tabel 4.1 Pengujian Pasir.....	38
Tabel 4.2 Berat Volume Pasir .....	39
Tabel 4.3 Berat Jenis Pasir .....	39
Tabel 4.4 Kelembaban Pasir .....	40
Tabel 4.5 Kadar air.....	40
Tabel 4.6 Kadar Lumpur .....	41
Tabel 4.7 Analisa Saringan Pasir .....	41
Tabel 4.8 Pengujian Kerikil .....	43
Tabel 4.9 Berat Jenis .....	43
Tabel 4.10 Berat Volume .....	44
Tabel 4.11 Air Resapan.....	44
Tabel 4.12 Kelembaban Kerikil .....	45
Tabel 4.13 Kadar Lumpur .....	45
Tabel 4.14 Analisa Saringan .....	46
Tabel 4.15 Berat Jenis Semen .....	47

Tabel 4.16 Mix Design.....	48
Tabel 4.17 Proporsi Campuran Aluminium Powder.....	48
Tabel 4.18 Proporsi Campuran Foam Lerak.....	49
Tabel 4.19 Slump Aluminium Powder.....	51
Tabel 4.20 Slump Foam Lerak.....	51
Tabel 4.21 Berat Isi Beton 7 Hari .....	52
Tabel 4.22 Berat Isi Beton 28 Hari .....	53
Tabel 4.23 Berat Isi Beton Tarik Belah 28 Hari .....	54
Tabel 4.24 Berat Isi Beton 28 Hari .....	55
Tabel 4.25 Berat Isi Beton Tarik Belah 28 Hari .....	56
Tabel 4.26 Pengujian Kuat Tekan 7 Hari.....	58
Tabel 4.27 Pengujian Kuat Tekan 28 Hari.....	59
Tabel 4.28 Pengujian Tarik Belah.....	60
Tabel 4.29 Pengujian Tekan 28 Hari.....	61
Tabel 4.30 Pengujian Tarik Belah.....	62
Tabel 4.31 Regangan kuat tekan .....	63
Tabel 4.32 Modulus Elastisitas .....	64
Tabel 4.33 Regangan Kuat Tekan.....	65
Tabel 4.34 Modulus Elastisitas .....	66

**Daftar Gambar**

Gambar 3.1 Dimensi Beton Silinder .....	25
Gambar 3.1 Pengujian tekan .....	33
Gambar 3.2 Pengujian kuat tarik belah .....	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Pasir .....	42
Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Kerikil.....	47
Gambar 4.3 Perasan Buah Lerak.....	50
Gambar 4.4 Pembuatan Foam Dari Getah Lerak .....	50
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Berat Isi Aluminium Powder .....	53
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Berat Isi Aluminium Powder .....	54
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Berat Isi Aluminium Powder .....	55
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Berat Isi Foam Lerak .....	56
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Berat Isi Foam Lerak .....	57
Gambar 4.10 Grafik kuat tekan 7 hari.....	58
Gambar 4.11 Grafik Kuat Tekan 28 Hari.....	59
Gambar 4.12 Grafik Kuat Tarik Belah 28 Hari.....	60
Gambar 4.13 Grafik Kuat Tekan 28 Hari.....	61
Gambar 4.14 Grafik Kuat Tarik Belah 28 Hari.....	62
Gambar 4.15 Grafik Tegangan dan Regangan.....	63
Gambar 4.16 Grafik Hubungan kuat tekan dan modulus.....	64
Gambar 4.17 Grafik Tegangan dan Regangan.....	65
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Kuat tekan dan Modulus .....	66

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu dan rekayasa dalam bidang konstruksi sangatlah pesat, salah satunya yaitu perkembangan dalam bidang struktur beton, berbagai macam inovasi beton telah dikembangkan guna mencapai efisiensi yang tinggi dalam implementasi beton di lapangan, salah satunya yaitu perkembangan beton ringan, berbagai macam inovasi beton ringan telah dikembangkan dengan substitusi dan campuran yang beragam, salah satunya yaitu penerapan beton ringan dengan membandingkan dua inovasi yaitu *foam* buah lerak dan aluminium powder.

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis (*density*) yang lebih ringan dibandingkan dengan beton pada umumnya yang dibuat dengan campuran semen, agregat halus dan bahan tambahan yang membuat beton menjadi ringan. Dalam (SNI 03-3449-2002) beton ringan struktural yang dibuat dengan agregat ringan memiliki berat jenis agregat 1,2-1,8 dan berat isi kering oven gembur maksimum  $1120\text{kg/m}^3$ . Untuk persyaratan kuat tekan beton ringan dengan berat isi maksimum  $1850\text{ kg/m}^3$  yaitu 17,24 – 41,36 Mpa . Ada beberapa contoh tambahan inovasi yang membuat beton menjadi ringan yaitu *foam* buah lerak dan aluminium powder. Kedua tambahan ini memungkinkan untuk membuat beton memiliki rongga sehingga beton menjadi ringan. Agregat halus berfungsi sebagai bahan pengisi, dan juga berfungsi sebagai penentu kualitas beton dan sifat – sifat beton, karena beton ringan sebagian besar diisi oleh agregat halus. Semakin banyaknya kebutuhan beton ringan maka semakin meningkat pula kebutuhan akan material penyusun beton ringan.

*Foam agent* adalah larutan pekat dari bahan surfakat. Terdapat dua jenis *foam agent* antara lain jenis sintetik yang merupakan produk kimia murni dan jenis protein/ organik berbasis protein hewani (Khalid, 2011). Guna untuk mengurangi bahan kimia dari beton ringan digunakan *foam agent* yang alami yaitu dengan buah lerak. Sumber

daya alam berupa *foam* buah lerak yang kurang dioptimalkan dalam pemanfaatannya dimungkinkan mampu meningkatkan kuat tekan bata beton ringan *foam*. Dari penelitian yang pernah dilakukan dengan campuran foam lerak pada beton dengan kadar 60%, 70%, dan 80% memiliki nilai kuat tekan saat umur beton 28 hari sebesar 1,271 Mpa, 0,543 Mpa dan 0,341 Mpa. Nilai daya serap air 36,34%, 43,65% dan 60,59%. Nilai berat jenis 1,149 gr/cm<sup>3</sup>, 0,894 gr/cm<sup>3</sup> dan 0,879 gr/cm<sup>3</sup>. (Andriani, 2016). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Arrummy, 2018) dengan menggunakan foam lerak kadar variasi campuran 30% dan 40% perbandingan 1pc:1ps dan 1pc:2ps berat jenis, kuat tekan, daya serap air dan nilai maksimum kuat tekan yang mampu diterima oleh beton ringan. Hasil dari pengujian yang didapat untuk kuat tekam maksimal ada di 30% dengan kuat tekan 6,583 Mpa dengan perbandingan 1pc:1ps.

Aluminium Powder adalah salah satu bahan pengembang berbentuk serbuk halus yang digunakan untuk bahan campuran beton ringan. Dari penelitian yang pernah dilakukan menggunakan variasi campuran aluminium powder dengan variasi 0%, 0,3%, 0,5% dan 0,7% terhadap berat semen, dengan perbandingan pasir 1 kg semen: 6 kg pasir. Dengan menggunakan cetakan silinder berdiameter 15 cm dan panjang 30 cm. Untuk kuat tekan dari penelitian tersebut mendapatkan hasil dari pengujian kuat tekan didapat nilai minimum 13,599 Mpa dan kuat tekan maksimum 15,286 Mpa.0Serbuk aluminium powder ini dapat mengurangi berat isi beton sebesar 1,23 % namun masih belum memenuhi dari syarat beton ringan yang di syaratkan yaitu 1.800 kg/m (Zaenudin, 2014).

Maka penelitian ini akan membandingkan dari dua variasi campuran beton ringan dengan kadar yang berbeda dalam masing-masing variasi untuk mengetahui berat dan kuat tekan yang paling baik. Dalam campuran ini, 2 variasi dijadikan sebagai filler yaitu karena *foam* buah lerak dan aluminium powder tidak berperan sebagai perekat. Untuk perbandingan dari persamaan kedua beton ringan tersebut yaitu beton ringan berpori.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah perbandingan campuran inovasi *foam* buah lerak dan campuran aluminium powder dalam masing-masing campuran yang berbeda dapat memenuhi syarat sebagai beton ringan?
2. Bagaimana pengaruh campuran kadar *foam* buah lerak terhadap sifat mekanik beton?
3. Bagaimana pengaruh campuran kadar aluminium powder terhadap sifat mekanik beton?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui berat beton ringan terhadap spesifikasi yang ditentukan.
2. Mengetahui pengaruh campuran *foam* buah lerak terhadap sifat mekanik beton.
3. Mengetahui pengaruh campuran *Aluminium Powder* terhadap sifat mekanik beton.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui berat jenis beton ringan.
2. Dapat mengetahui pengaruh yang diberikan campuran *foam* buah lerak terhadap sifat mekanik beton.
3. Dapat mengetahui pengaruh yang diberikan campuran *Aluminium Powder* terhadap sifat mekanik beton.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Tidak menganalisis sifat kuat tarik belah awal.
2. Pengujian hanya dilakukan pada uji kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Beton

Beton merupakan campuran mortar atau adonan yang terdiri dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan juga semen sebagai pengikat campuran tersebut. Pasir dan kerikil dalam beton berfungsi untuk pengisi dan juga penguat struktur beton, sedangkan untuk air dan semen berfungsi sebagai pengikat saat air dan semen menjadi pasta sewaktu dicampurkan dalam adonan. Untuk gradasi saringan kerikil dan pasir harus memenuhi syarat yang ditetapkan dalam analisa saringan standar ASTM (*American Society of Testing Materials*). Untuk bahan yang digunakan menggunakan bahan yang sesuai untuk kebutuhan yang akan di gunakan. Dalam pemilihan bahan berpengaruh terhadap kemudahan pengerjaan, dan persiapan bahan variasi atau bahan tambah. Dan pemilihan bahan ini juga berpengaruh terhadap kualitas beton.

### 2.2 Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang memiliki berat jenis (*density*) yang lebih ringan dibandingkan pada beton pada umumnya (Suseno, 2013). Menurut SNI 03-2847-2002, dapat dikatakan beton ringan jika berat isinya memenuhi syarat yang ditentukan yaitu tidak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Beton ringan AAC adalah beton seluler beton ini memiliki rongga udara yang terbentuk dari reaksi kimia atau terbentuk dari *foam*. Adonan mortar beton ringan umumnya terbentuk dari pasir, kerikil, semen, air dan bahan tambah, seperti zat kimia yang bereaksi dengan mortar sehingga menyebabkan adonan bergelembung sehingga dapat mengembang dan bahan tambah lainnya seperti bahan tambah yang ramah lingkungan yaitu *foam* dari buah lerak. Berdasarkan cara untuk membuat menurut Tjokrodinuljo (1996), beton ringan memiliki jenis yang berbeda beton ringan dapat di bedakan menjadi 3 yaitu:

a. Beton agregat ringan

Beton ringan dengan bahan agregat kasar ringan digunakan dengan mengganti kerikil atau pasir yang berat jenisnya lebih ringan sehingga dapat mengurangi berat isi dalam beton. Dalam SNI 3402-2008 beton dengan agregat ringan tidak boleh melebihi berat maksimum beton  $1840 \text{ kg/m}^3$ .

b. Beton busa

Beton busa adalah beton yang membuat beton tersebut menjadi berrongga dengan membuat udara dalam adukan mortar. Dengan begitu beton akan menjadi berpori-pori udara berukuran antara 0,1 mm hingga 1 mm. Beton ini memiliki berat isi kurang dari  $1440 \text{ kg/m}^3$  dan digunakan sebagai keperluan isolasi serta bangunan tahan terhadap api.

c. Beton tanpa agregat halus (non pasir)

Beton tanpa agregat halus ini tidak menggunakan agregat halus (non pasir) pada campuran pasta atau sering disebut beton non pasir, sehingga beton tersedut memiliki pori – pori didalamnya. Biasanya kekuatan beton non pasir memiliki kuat tekan berkisar 7 – 14 Mpa.

Berdasarkan SNI 03-3449-2002, ada tiga kelompok bagian dalam pengujian beton ringan berdasarkan berat isi, kuat tekan, dan jenis agregat yang dipakai, yaitu:

Tabel 2.1 Beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat isi dan jenis agregat yang dipakai

No	Kontruksi Bangunan	Beton Ringan		Jenis Agregat
		Kuat Tekan (Mpa)	Berat Isi (Kg/m <sup>3</sup> )	
1	Struktural:			Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau terak abu terbang.
	Minimum	17,24	1400	
	Maksimum	41,36	1850	
2	Struktural ringan:			Agregat ringan alami: skoria atau batu apung.
	Minimum	6,89	800	
	Maksimum	17,24	1400	
3	Struktural sangat ringan sebagai isolasi:			Perlit atau vemikulit.
	Minimum			
	Maksimum		800	

Sumber: SNI 03-3449-2002

### 2.3 Material Penyusun Beton

Ada beberapa material komposit dalam menyusun material beton dapat dilihat sebagai berikut :

#### 2.3.1 Semen Portland (PCC)

Penggilingan bersama terak semen portland dan gips menghasilkan bahan pengikat hidrolis, dan juga dicampur dengan bahan anorganik satu atau lebih. Untuk

bahan anorganik yang digunakan yaitu terak tanur (blast furnace slag), batu kapur, senyawa silikat, pozolan, dengan jumlah kadar bahan dari anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit (SNI 15-7064-2004)

Semen komposit ini biasanya digunakan untuk pembangunan umum seperti: pasangan bata, pekerjaan beton, pagar dinding, selokan, jalan, dan bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya. ( SNI 15-7064-2004)

Tabel 2.2 Syarat Fisika

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1.	Kehalusan dengan alat blaine	m <sup>2</sup> /kg	min. 280
2.	Kekekalan bentuk dengan autoclave:		
	- pemuaian	%	maks. 0,80
	- pengikatan akhir	%	maks. 0,20
3.	Waktu pengikatan dengan alat vicat:		
	- pengikatan awal	menit	min. 45
	- pengikatan akhir	menit	maks. 375
4.	Kuat tekan:		
	- umur 3 hari	kg/cm <sup>2</sup>	min. 125
	- umur 7 hari	kg/cm <sup>2</sup>	min. 200
	- umur 28 hari	kg/cm <sup>2</sup>	min. 250
5.	Pengikatan semu:		
	- penetrasi akhir	%	min. 50
6.	Kandungan udara dalam mortar	% volume	maks.12

(Sumber : SNI 15-7064-2004)

### 2.3.2 Air

Untuk komposisi beton, campuran air sangat penting karna merupakan campuran utama yang dapat membuat beton menjadi pasta dan menjadi adonan

beton. Air sangat menentukan terhadap mutu beton tergantung fas yang digunakan, kerana semakin tinggi fas maka semakin pasta beton tersebut sehingga terjadi *bleeding* dan mengurangi mutu beton. Peristiwa *bleeding* ini terjadi saat air melebihi rencana campuran jadi air dan semen naik keatas sedangkan kerikil dan pasir akan mengendap dibawah. *Bleeding* ini membuat lekatan pada isi beton tidan sempurna dan saat diuji penyebaran gaya tekan tidak dapat diterima maksimal. Berikut adalah faktor pengaruh air terhadap :

1. *Workability* terhadap adukan beton.
2. Besar atau kecilnya nilai slump beton.
3. Reaksi adonan dengan semen, sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu.
4. Pengerasan beton.

Penyampurkan air dalam pembuatan beton harus mengacu pada syarat yang ditentukan :

1. Air tidak mengandung kotoran atau lumpur melebihi 2 gram/liter.
2. Air tidak mengandung garam atau zat lain dalam beton seperti asam, garam dan zat organik lain melebihi 15 gram/liter.
3. Air tidak mengandung bahan kimia seperti Cl melebihi 5 gram/liter.
4. Air tidak mengandung senyawa *sulfat* melebihi 1 gram/liter.

### 2.3.3 Agregat

Agregat dalam campuran beton dibagi menjadi 2 yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar merupakan disintegrasikan alami batu batuan atau juga merupakan hasil dari pemecah batu menjadi butiran kerikil rang bergradasi sesuai ukuran, untuk agregat halus merupakan pasir yang bergradasi lebih kecil dari kerikil dapat didapatkan dari menambang di bantaran sungai. Dalam campuran beton jumlah agregat dalam satu volume berkisar antara 60% - 80%. Agregat sangat berpengaruh dalam mutu beton, sehingga pemilihan agregat suatu bagian yang penting untuk meningkatkan mutu beton.

Untuk membuat beton dengan kinerja yang baik untuk dapat menerima gaya yang maksimal maka gradasi ukuran agregat sangat penting. Gradasi agregat merupakan distribusi ukuran butiran agregat. Gradasi agregat dilakukan dengan menggunakan ayakan yang memiliki ukuran dari ayakan 76,2 mm, 38,1 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,76 mm, 2,38 mm, 1,19 mm, 0,59 mm, 0,297 mm, 0,149 mm dan pan. Dalam penggunaan batuan berfungsi untuk :

1. Menghemat penggunaan semen.
2. Menghasilkan beton mutu tinggi.
3. Mengurangi penyusutan dalam pengerasan.
4. Memiliki kualitas beton dengan ukuran gradasi yang cukup baik.
5. Mengontrol *workability* atau mempermudah pekerjaan adukan beton jika gradasi bahan agregat yang baik. (Nugraha, 1995)

Cara mengetahui dan perbedaan jenis agregat dapat dilihat dari ukuran gradasinya. Agregat yang memiliki ukuran butiran yang besar merupakan agregat kasar yang ukuran gradasinya melebihi 4,75 mm. Sedangkan untuk mengetahui agregat halus dapat dilihat dari ukuran gradasinya yang kecil dengan kurang dari 4,75 mm.

Menurut syarat yang di tentukan dalam SK-SNI-T-15-1990-03 tata cara campuran beton kekerasan pasir ada 4 kelompok menurut gradasinya. Pasir yang digunakan dalam campuran beton harus mengikuti syarat yang ditentukan sebagai berikut :

1. Pasir terdiri dari butiran yang keras dan kasar. Hal ini dapat di simpulkan bahwa dengan butiran pasir yang kasar atau permukaan tidak rata dapat memperkuat ikatan dalam adonan beton, sedangkan untuk kekerasan pasir dapat menghasilkan kuat tekan yang tinggi.
2. Butirannya harus bersifat kekal. Untuk sifat kekal pasir harus tahan terhadap berbagai cuaca dan pergantian musim sehingga beton tidak mudah rusak saat digunakan di luar maupun didalam.

3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 15% dari berat kering pasir, dengan adanya kadar lumpur yang tinggi dapat menghalangi atau mengurangi ikatan semen pada agregat sehingga dapat mengurangi kualitas dalam beton.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

#### 2.3.4 Agregat Ringan

Agregat ringan adalah agregat yang beratnya tidak lebih dari  $1120 \text{ kg/m}^3$  dalam keadaan kering oven gembur (SNI 03-2461-2002). Agregat ringan dibagi menjadi 2, agregat ringan alami dan agregat ringan buatan. Untuk agregat ringan alami agregat yang terbentuk secara alami seperti batu apung, batu letusan gunung berapi (skoria) atau batuan lahar. Ada juga agregat yang sengaja dibuat untuk campuran beton ringan dengan cara membekahkan atau dipanaskan meleburkan besi, terak, tanah liat, abu terbang sisa pembakaran, batu tulis, tanah serpih dan lempung. (SNI 03-2461-2002).

Tabel 2.3 Persyaratan sifat fisis agregat ringan untuk beton ringan struktural

NO	Sifat Fisis	Persyaratan
1	Berat Jenis	1,0 – 1,8
2	Penyerapan air maksimum (%), setelah direndam 24 jam	20
3	Berat isi maksimum:	
	- gembur kering (kg/m <sup>3</sup> )	1120
	- agregat halus	880
	- agregat kasar	1040
	- campuran agregat kasar dan halus	60
4	Nilai presentase volume padat (%)	9 – 14
5	Nilai 10 % kehalusan (ton)	
6	Kadar bagian yang terapung setelah direndam dalam air 10 menit maksimum (%)	5
7	Kadar bahan yang mentah (clay dump) (%)	< 1
8	Nilai keawetan, jika dalam larutan magnesium sulfat selama 16 – 18 jam, bagian yang larut maksimum (%)	12

Sumber : SNI 03-2461-2002

### 2.3.5 Buah Lerak

Buah lerak ini adalah bahan tambah yang digunakan untuk membuat beton menjadi ringan, yaitu memanfaatkan getah dari buah lerak untuk menciptakan *foam* sehingga dapat membuat beton menjadi berrongga. Menurut (Sulistetijono Dkk, 2016) buah lerak ini mengandung zat sponin sehingga getah buah lerak ini dapat menghasilkan busa, biasanya buah lerak ini digunakan untuk mencuci batik, dapat juga untuk digunakan sebagai pembersih berbagai peralatan dapur dan peralatan aluminium. Menurut (Arrumy Dkk, 2018) dengan menggunakan bahan tambah *foam*

lerak dengan kadar 30% dan 40% dengan 2 perbandingan yang berbeda 1pc:1ps dan 1pc:2ps terhadap berat jenis, kuat tekan, daya serap air dan kuat tekan maksimum yang mampu diterima oleh beton ringan *foam*. Untuk kuat tekan maksimum ada pada proporsi 30 % dengan kuat tekan 6,583 MPa busa lerak dengan perbandingan 1pc:1ps

#### 2.3.6 Aluminium Powder

Aluminium pasta adalah serbuk aluminium yang dicampurkan ke dalam air dan menjadi larut, campuran aluminium yang dicampurkan ke dalam beton akan bereaksi dengan silika sehingga akan menghasilkan gas hidrogen. Dalam proses pemadatan atau pengeringan gas hidrogen akan menguap sehingga menghasilkan gelembung-gelembung udara dan membentuk rongga-rongga kecil. Menurut (Zainudin, 2014) dengan campuran variasi aluminium sebesar 0,3%; 0,5% dan 0,7% menghasilkan kuat tekan maksimal 15,286 Mpa.

#### 2.4 *Workability*

*Workability* merupakan tingkat kemudahan dalam membuat adonan beton, tingkat kemudahan ini dalam hal pengadukan campuran, saat menuangkan beton, saat diangkat dan pengerasan beton. Ada beberapa unsur yang dapat mempengaruhi kemudalah dalam mengerjakan yaitu (Mulyono, 2003).

1. Jumlah air yang digunakan harus pas sesuai rencana beton yang dibuat seperti beton normal dan scc untuk beton scc menggunakan air yang sedikit lebih banyak agar mudah pengerjaannya.
2. Penambahan semen kedalam adonan dan bersamaan dengan penambahan air sehingga memperoleh faktor air semen tetap.
3. Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus harus mengikuti gradasi yang telah di syartkan dalam peraturan sehingga mempermudah dalam mengerjakan beton.
4. Pemakaian agregat yang bagus akan memudahkan *workability* atau cara pengerjaan.

5. Pemakaian gradasi butiran maksimum dapat mempengaruhi pengerjaan.
6. Sifat pekerjaan berbeda dapat dipengaruhi dari pepadatan beton.

## 2.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen (*fas*) merupakan perbandingan air terhadap semen yang di campur dalam adukan beton. Faktor air semen ini sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton semakin tinggi faktor air semen maka semakin rendah kuat tekannya semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekannya. Tetapi semakin kecil faktor air semen tidak selalu memiliki kuat tekan yang tinggi karna tergantung dari kondisi agregat tersebut. Jika faktor air semen yang rendah maka akan mempengaruhi dari kemudahan dalam pengerjaan karena sifat adonan tidak begitu pasta. Karna itu maka ada nilai faktor air semen minimum untuk kuat tekan yang maksimum. Menurut (Mulyono, 2003) nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 sedangkan maksimumnya 0,65. Berikut adalah faktor air semen sesuai kondisi lingkungan dapat dilihat dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 Faktor Air Semen Untuk Setiap Kondisi Lingkungan

Parameter	Kondisi Lingkungan		
	Kondisi Normal	Basah Kering Berganti-ganti	Dibawah
Koreksi langsing atau yang hanya mempunyai penutup tulangan kurang dari 25 mm	0,53	0,49	0,40
Struktur dinding penahan tanah, pilar, balk, abutmen.	*	0,53	0,44
Beton yang tertanam dalam pilar, balok, kolom.	-	0,44	0,44
Struktur lantai beton diatas tanah	*	-	-
Beton yang terlindung dari perubahan udara (konstruksi interior bangunan)	*	-	-

(Sumber : Tim Penyusun Struktur Beton, 1999)

Untuk perhitungan faktor air terhadap semen dapat dilihat dalam rumus Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f'c = \frac{A}{BX} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : f'c = Kuat tekan beton (Mpa)  
 X = Faktor air semen  
 A, B = Konstanta

Dapat dilihat dari rumus diatas dengan begitu semakin besar faktor air semen maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan, dalam rumus tersebut tampak bahwa semaik kecil faktor air semen maka semaik besar kuat tekannya, tetapi jika dari kondisi agregat kering maka semakin kecil faktor air semen semakin susah pengerjaannya karna adonan akan susah di padatkan sehingga terdapat rongga didalam beton yang disebabkan adonan halus tidak dapat mengisi rongga dalam beton. Dapat kita simpulkan bahwa menggunakan faktor air semen minimum dengan

kondisi agregat kering SSD dan mempermudah *workability* merupakan beton yang bagus dan dapat menghasilkan kuat tekan maksimum. Nilai faktor air dipengaruhi oleh kondisi agregat yang mengandung air di dalamnya. Faktor Air Semen dengan kondisi kering oven atau kering permukaan.

## 2.6 Slump

Slump merupakan metode mengukur adonan beton dengan cetakan slump kerucut terpancung terhadap tinggi adonan setelah cetakan ditarik. Metode slump menggunakan kerucut ini digunakan untuk menguji beton normal untuk mengetahui tingkat kelecakan adonan dari beton, semakin besar kelecakan maka semakin besar nilai slump dan akan mudah pengerjaannya (nilai *workability*). Untuk nilai slump yang digunakan dalam macam-macam jenis kegunaanya dapat dilihat dalam Tabel 2.5

Tabel 2.5 Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur

Jenis Konstruksi	Nilai Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding pelat dan pondasi	75	25
Balok dan dinding beton	100	25
Kolom	100	25
Perkerasan jalan dan lantai beton	75	25
Beton massa	50	25

(Sumber : Hanafiah, dk.. 2010)

## 2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan tekanan maksimum yang dapat diterima beton dibagi dengan luas penampang. Kuat tekan berhubungan dengan sifat beton yang lainnya dari bahan yang digunakan, campuran beton yang baik, nilai fas dan pengujian yang lainnya. Kuat tekan beton dapat mencapai hingga  $1000 \text{ kg/cm}^2$  bisa

lebih besar tergantung dari agregat dan campuran yang digunakan dalam pembuatan beton.

Dalam penggunaannya dilapangan umumnya kuat tekan beton sekitar 200-500 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, nilai kuat tekan beton dilakukan dengan beberapa proses yang mengacu pada ASTM dan Standar Nasional Indonesia (SNI), dengan menggunakan mesin uji tekan yang memberikan penambahan beban secara konstan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder 150 x 300 mm. Selanjutnya diberikan gaya tekan sampai batas maksimum yang dapat diterima oleh beton. Beban yang diperoleh sampai beton hancur dalam satuan kN dibagi dengan luas penampang merupakan kuat tekan dengan satuan Mpa atau kg/cm<sup>2</sup>. Tata carang yang digunakan dalam uji tekan ini mengacu kepada setandar **ASTM C.39** atau menurut yang disyaratkan. Rumus yang digunakan dalam kuat tekan ini adalah:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :  $f_c$  = Kuat tekan0beton (Mpa)

$P$  = Beban0maksimum (kN)

$A$  = Luas penampang0benda uji (cm<sup>2</sup>)

Ada faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan yaitu (**Tjokrodimulyo, 1992**) :

1. Dipengaruhi oleh Mutu semen portland yang digunakan.
2. Dipengaruhi oleh perbandingan adukan beton.
3. Dipengaruhi oleh faktor air semen dan jenis air yang digunakan.
4. Dipengaruhi dari umur pengujian beton.
5. Dipengaruhi oleh *setting time* yaitu waktu pencampuran beton.
6. Dipengaruhi oleh perawatan beton saat curing.
7. Dipengaruhi oleh bahan campuran yang digunakan.

## 2.8 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah ini biasanya digunakan untuk mengetahui tahanan struktur komposit yang dibuat dengan menggunakan agregat ringan. Untuk mengevaluasi kekuatan geser beton ringan, maka harus mengikuti prosedur dalam pengujian yaitu pada umur beton 28 hari, beton harus kering udara setelah pengeringan selama 21 hari dengan temperatur  $23 \pm 2^{\circ}$  dan kelembaban berkisar  $50 \pm 5\%$ . Untuk pembebanannya dilakukan secara terus menerus dengan tekanan yang konstan dengan tekanan 0,7 Mpa hingga 1,4 Mpa per menit sampai benda uji mengalami retakan dan tekanan mulai menurun. Untuk benda uji yang digunakan yaitu silinder dengan ukuran 150 x 300 mm berkisar antara 50 – 100 kN per menit. Untuk mengetahui nilai kuat tarik belah digunakan rumus sebagai berikut :

$$f_{ct} = \frac{2P}{LD} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Keterangan :
- $F_{ct}$  = Kuat tekan beton (Mpa)
  - $P$  = beban maksimum dalam satuan Newton
  - $L$  = panjang benda uji mm
  - $D$  = diameter benda uji mm

## 2.9 Persyaratan Kinerja

### a. Umur Pengujian

Untuk persyaratan kuat tekan dalam menentukan campuran proporsi beton normal menggunakan pengujian kuat tekan di umur 28 hari.

### b. Persyaratan kuat tekan

Agar kuat tekan mampu mencapai yang di syatkan, dilakukan trial dengan menggunakan beberapa variasi campuran sehingga diambil kuat tekan yang melebihi

dari syarat yang di tentukan. Produsen beton dapat menentukan campuran proporsi campuran beton normal yang paling optimal.

Berdasarkan pengalaman dalam lapangan untuk mutu beton yang di syaratkan yaitu kuat tekan rata-rata. Tidak hanya kuat tekan untuk mengetahui proporsi dan pemilihan bahan yang digunakan yaitu :

1. Kuat Tekan
2. Kuat Tarik Belah
3. Modulus Elastisitas
4. *Permeabilitas.*
5. Waktu Pengikatan.
6. Panas Hidrasi.
7. Metode Pengecoran dan Kecelakaan
8. Rangkak dan Susut Akibat Pengeringan.

### **2.10 Faktor Penentu Kualitas Campuran Beton**

Dalam menentukan kualitas beton ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi berikut adalah campuran beton yang dapat mempengaruhi kualitas beton :

#### **a. Pemilihan Bahan**

Dalam menentukan jumlah proporsi yang optimum harus mempertimbangkan dari campuran agregat yang digunakan seperti kerikil, pasir tidak hanya agregat tapi juga bahan campuran lainnya seperti karakteristik semen, proporsi pasta, campuran agregat pasta, jenis dan juga kadar dari bahan campuran yang digunakan dan pelaksanaan pengecoran.

#### **b. Semen Portland (PCC)**

Semen Portland Komposit mengacu pada SNI 15-7064-2004 yang membahas cara uji dan mutu semen portland komposit. Semen portland komposit layak digunakan atau lulus dalam syarat pengujian apa bila masuk dalam syarat fisik dalam Tabel 2.1 syarat fisika.

- c. Air  
Air yang digunakan mengacu pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)
- d. Agregat kasar  
Agregat yang digunakan yaitu batu pecah yang mengacu pada SNI 3402-2008 bahwa berat agregat tidak boleh melebihi berat maksimum beton  $1840 \text{ kg/m}^3$  dan dapat memenuhi standar ketentuan kuat tekan yang di syaratkan untuk tujuan struktural.
- e. Agregat halus  
Agregat halus yang digunakan mengacu pada SNI 03-1750-1990 tentang mutu cara uji agregat beton. Beton dengan mutu tinggi memiliki kadar lumpur yang kecil dan modulus kehalusannya berkisar 2,5 sampai 3,2.
- f. Rasio air dengan bahan bersifat semen w/c  
Jumlah air yang digunakan dengan bahan bersidat w/c berbanding dengan berat semen.
- g. Kelecekan  
Kelecekan merupakan karakteristik adonan beton dalam proses pengecoran, pengadukan, pemadatan dan kehalusan permukaan tanpa terjadinya *bleeding* atau segregasi.
- h. Slump  
Dalam pengujian slump untuk beton normal nilai optimum yaitu  $10 \pm 2 \text{ cm}$ .
- i. Metode pengujian  
Untuk metode pengujian mengacu pada ASTM dan juga SNI dimana dalam pengujian 1 proporsi menggunakan 3 benda uji untuk dirata-rata dan beton diuji pada umur optimum yaitu 28 hari. Dalam metode pengujian meliputi kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton.
- j. Ukuran benda uji  
Ukuran benda uji yang di gunakan dalam SNI yaitu  $150 \times 300 \text{ mm}$ .
- k. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji dibuat dari baja sesuai dengan *ACI 211.1.189*.

1. Mesin uji

Mesin benda harus memenuhi syarat yang ditentukan yaitu :

Kekakuan lateral minimum 17874 kg/cm

Kekakuan longitudinal minimum 178740 kg/cm.

### 2.11 Penelitian Terdahulu

Dalam setiap penelitian harus memiliki literature sebagai pendukung penelitian tersebut. Beberapa penelitian terdahulu sebagai acuan dasar terhadap penelitian ini, sebagai berikut. Adapun penelitian tersebut membahas penambahan *foam* buah lerak untuk beton ringan dengan beberapa variasi penambahan. dengan menggunakan *foam* lerak kadar variasi campuran 30% dan 40% perbandingan 1pc:1ps dan 1pc:2ps berat jenis, kuat tekan, daya serap air dan nilai maksimum kuat tekan yang mampu diterima oleh beton ringan. Hasil dari pengujian yang didapat untuk kuat tekam maksimal ada di 30% dengan kuat tekan 6,583 Mpa dengan perbandingan 1pc:1ps. (Arrummy dkk, 2018)

Peletian ini sama halnya seperti penelitian sebelumnya akan tetapi dengan variasi yang berbeda dan mengacu terhadap volume mortar. Variasi yang diujikan adalah beton dengan kadar *foam* *foam* 60%, 70%, dan 80% terhadap volume mortar. 60%, 70%, dan 80% terhadap volume mortar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton ringan dengan kadar hasil pengujian menunjukkan bahwa beton ringan dengan kadar *foam* organik 60%; 70%; dan 80% berturut-turut memiliki organik 60%; 70%; dan 80% berturut-turut memiliki nilai kuat tekan sebesar 0,651 MPa; 0,234 MPa; dan 0,178 MPa; nilai kuat tarik sebesar 0,48 MPa; 0,166 MPa; dan 0,169 nilai kuat tekan sebesar 0,651 MPa; 0,234 MPa; dan 0,178 MPa; nilai kuat tarik sebesar 0,48 MPa; 0,166 MPa; dan 0,169 MPa; nilai daya serap air sebesar 36,34%; 43,65%; dan 60,59%; dan berat jenis sebesar 1,149 gr/cm MPa; nilai daya serap air sebesar 36,34%; 43,65%; dan 60,59%; dan berat jenis sebesar 1,149 gr/cm 33; 0,894 gr/cm ; 0,894 gr/cm33; dan 0,879 ; dan 0,879 gr/cm gr/cm33. Beton ringan dengan kadar

dengan kadar foam foam 70% merupakan varian paling optimum diantara varian lainnya. (Andriani, 2016)

Penelitian ini menggunakan campuran variasi serbuk aluminium powder untuk kadar variasi 0%; 0,3%; 0,5% dan 0,7% terhadap berat semen dan perbandingan 1kg semen : 6 kg pasir. untuk pengujiannya dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Untuk pengujian berat isi beton didapat nilai minimum 1.946 kg/cm<sup>3</sup> dan untuk berat isi maksimum dengan nilai 2.069 kg/m<sup>3</sup>. Untuk kuat tekan didapat kuat tekan minimum 13,599 Mpa dan kuat tekan maksimum 15,286 Mpa. Nilai Serapan air minimum 2.918 kg/cm<sup>3</sup> dan nilai serapan air maksimum 4.403 kg/cm<sup>3</sup>. (Zainudin, 2014)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Dalam penelitian kali ini akan dilakukan berbagai trial mix design dengan beberapa kombinasi komposisi mix design yang telah direncanakan, mix design yang telah dibuat akan dilakukan beberapa pengujian beton dengan melakukan compare pada beton konvensional.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

##### **1. Tempat Penelitian**

Pelaksanaan penelitian tentang beton ringan dengan campuran *foam* buah lerak dan aluminium powder ini dilaksanakan di laboratorium patrang universitas jember

##### **2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2020 dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap penelitian, dapat dilihat pada Tabel 3.3

#### **3.3 Bahan Baku**

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini untuk sampel dalam pembuatan beton yaitu :

##### **1. Semen**

Semen merupakan bahan utama dari beton dimana semen ini berfungsi sebagai pengisi dan pengikat dalam adonan beton. Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen gersik 40 kg.

##### **2. Agregat Kasar**

Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah dimana batu pecah ini didapatkan dari tempat pecah batu dengan ukuran 20 mm. Batu pecah ini berfungsi sebagai bahan pengisi beton yang dapat memperkuat beton.

### 3. Agregat halus

Agregat pasir yang digunakan yaitu pasir lumajang dimana pasir ini mengandung kadar lumpur yang memenuhi syarat. Pasir ini berfungsi sebagai bahan pengisi beton dan juga memperkuat beton.

### 4. Air

Air yang digunakan yaitu air dari laboratorium universitas jember dimana air ini memiliki penampakan yang jernih dan tidak tercampur oleh zat-zat yang lain.

### 5. Aluminium Powder

Aluminium Powder ini berbentuk serbuk yang digunakan sebagai bahan tambah yang membuat beton mengembang sehingga menjadi ringan. Serbuk aluminium powder ini di substitusikan terhadap semen dengan kadar variasi 3%, 5%, 7%.

### 6. Buah Lerak

Buah lerak ini menggunakan buah lerak pada umumnya, yang diambil getahnya untuk dijadikan *foam* dan di campurkan dalam beton untuk membuat beton tersebut berongga sehingga menjadi beton ringan. Foam ini di campurkan terhadap faktor air dengan campuran kadar variasi 30%, 45%, 60%.

## 3.4 Peralatan

Dalam melaksanakan penelitian ini ada beberapa alat yang digunakan untuk membuat beton yaitu :

1. Timbangan digital (*weight balance digital*)
2. Mesin ayakan *shieve shaker*.
3. Oven dengan pengatur suhu ( $110 \pm 5$ ) °C
4. Alat-alat gelas ukur
5. Ayakan No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan Pan (standar ASTM)
6. *Slump test*

7. Wadah pencampur beton (ember)
8. Alat pengaduk beton
9. Cetakan betonslinder Ø 15 cm x 30 cm (*mould steel*)
10. Besi rojokan dengan diameter 16 mm dan panjang 610 mm
11. Picnometer
12. Bak
13. Sekop
14. Penggaris
15. *Compression Machine*
16. *Universal Testing Machine* (UTM)
17. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

### 3.5 Variabel Penelitian

Menurut Sugiono (2006), variabel penelitian merupakan ketetapan dalam penelitian yang digunakan untuk di pelajari sehingga didapatkan informasi sebagai kesimpulan dalam penelitian.

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang berpengaruh terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas yaitu kebutuhan semen beton, kebutuhan air setiap ml, variasi campuran buah lerak terhadap air dan variasi campuran aluminium powder terhadap semen.

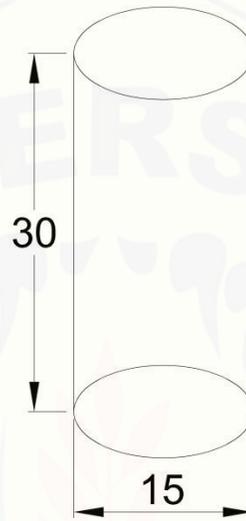
#### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah ketetapan yang di sebabkan oleh variabel bebas, maka variabel terikat tidak dapat di diubah tergantung dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- a. Nilai slump.
- b. Kuat tekan beton.
- c. Berat isi beton.

### 3.6 Model Benda Uji

Penelitian ini melakukan beberapa pengujian, ada pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, modulus dan berat isi dengan model benda uji ukuran 30 cm x 15 cm. Untuk bentuk beton ini sebagai berikut :



Gambar 3.1 Dimensi Beton Silinder

1. Ukuran dimensi yang digunakan silinder ini  $\varnothing 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ .
2. Untuk pengujianya diambil kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas dan berat isi, dengan jumlah aluminium powder 32 benda uji dan *foam* buah lerak 32 benda uji.

### 3.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji menggunakan semen, air, pasir, krikil dan *foam* buah lerak, aluminium powder sebagai filler. Pembuatan benda uji ini ada dua perbandingan untuk mengetahui sifat mekanik beton dengan variasi yang berbeda, yaitu campuran variasi *foam* buah lerak dan campuran variasi perbandingan aluminium powder. Dengan perbandingan semen dan pasir 1 : 2. Factor air semen yang digunakan fas 0.5. Sesuai perbandingan variasi komposisi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Komposisi Pembuatan Benda Uji Untuk foam LeraK

BENDA UJI	FOAM LERAK (%)	PENGUJIAN TEKAN	
		7 HARI	28 HARI
A	30%	3	5
B	45%	3	5
C	60%	3	5
	TOTAL		24

Tabel 3.2 Komposisi Pembuatan Benda Uji Untuk Aluminium Powder

BENDA UJI	ALUMINIUM POWDER (%)	PENGUJIAN TEKAN	
		7 HARI	28 HARI
A	3%	3	5
B	5%	3	5
C	7%	3	5
	TOTAL		24

### 3.8 Standar Pengujian

Standar pengujian dalam penelitian ini mengacu pada SNI dan ASTM yang berlaku dan masih digunakan. Berikut adalah standar yang digunakan :

Tabel 3.3 Standar Pengujian

Pengujian	Standar
Analisa saringan	SNI ASTM C 136:2012
	SNI 1968-1990
Berat Jenis	ASTM 128-78
	SNI 1696-2008
Kelembapan	ASTM 566-89
Berat Volume	SNI 03-4804-1998
Air Resapan	ASTM 128
	SNI 1696-2016
Kadar Lumpur	ASTM C-33

### 3.9 Tahap Pengujian Material

Pengujian material ini dilakukan guna untuk mengetahui kelayakan dan menggunakan material dengan karakteristik yang baik untuk *mix desigen*. Setiap material yang digunakan diuji menggunakan acuan standar nasional indonesia dan ASTM. Berikut adalah proses dan tahapan pengujian bahan :

#### 3.7.1 Berat Volume Agregat

Pengujian berat volume agregat ini intuk mengetahui berat volume dalam keadaan padat dan gembur.

##### a. Peralatan

1. Menggunakan timbangan digital dengan ketelitian hingga 0,1% terhadap berat material
2. Wadah yang tahan panas untuk dapat menampung material yang di oven
3. Batang besi untuk menumbuk dengan diameter 15 mm dan panjang 600 mm dengan ujung yang bulat.
4. Sekop

5. Alat perata
  6. Wadah silinder baja atau berbentuk tabung baja
- b. Bahan
1. Pasir lumajang
  2. Kerikil pecah
- c. Prosedur pengujian
1. Timbang wadah berbentuk silinder.
  2. Masukkan agregat kedalam silinder 25% dari volume silinder lalu rojok merata sebanyak 25 kali lakukan berulang selama 3 kali.
  3. Ratakan permukaan terhadap tinggi silinder menggunakan mistar perata.
  4. Lalu timbang silinder dengan berat isi padat.
  5. Hitung berat volume agregat.

### 3.7.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat

Melakukan analisis saringan agregat perlu dilakukan untuk mengetahui gradasi ukuran butir agregat, sehingga dapat diketahui ukuran yang digunakan. Untuk pasir digunakan untuk mengetahui zona pasir dan untuk kerikil digunakan dalam mengetahui ukuran kerikil.

- a. Peralatan
1. Menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,2% terhadap agregat yang digunakan
  2. Saringan dengan ukuran yang di syartkan
  3. Oven dengan suhu yang dapat diatur  $( 110 \pm 5 ) ^ 0 \text{ c}$
  4. Mesin pengayak
  5. Wadah talam
  6. Pembersih saringan berbentuk sikat besi
- b. Bahan
1. Pasir lumajang
  2. Kerikil pecah

c. Prosedur pengujian

1. Agregat dimasukkan ke oven.
2. Masukkan agregat kedalam saringan yang telah disusun dari pan, saringan terkecil hingga paling besar ke atas.
3. Gerakkan mesik pengayak selama 15 menit.
4. Lalu masing masing agregat yang tertahan dipisahkan.
5. Timbang setiap agregat yang tertahan dalam saringan.
6. Hitung analisa saringan.

3.7.3 Bahan Lolos Saringan

Agregat yang lolos dalam saringan 200 dan tertahan dalam pan untuk mengetahui dan menghitung dengan ditimbang untuk mengetahui jumlah yang dapat lolos no 200 merupakan kadar lumpur dan dapat dihilangkan dengan pencucian.

d. Peralatan

1. Menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1% terhadap agregat.
2. Saringan yang digunakan yaitu no 16 dan no 200.
3. Oven dengat suhu yang dapat diatur (  $110 \pm 5$  ) °C.
4. Bak untuk pencucian pasir.
5. Wadah talam

e. Bahan

1. Pasir lumajang

f. Prosedur pengujian

1. Masukkan pasir kedalam talam untuk dikering dalam oven.
2. Setelah benda uji kering lalu masukkan kedalam bak untuk dicuci dan diusahakan pasir sampai terendam.
3. Lalu goyangkan bak yang berisi pasir lalu ganti air sampai air sampai jernih.
4. Letakkan gradasi benda uji yang tertahan di saringan 160 dan 200 untuk di oven.
5. Lalu timbang hasil dari pengujian.
6. Hitung berat bahan kering agregat.

### 3.7.4 Kadar Lumpur Pasir

Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui kadar lumpur yang terdapat pada agregat. Kadar lumpur dalam agregat tidak boleh lebih dari 5% sebagai ketentuan yang disyaratkan dalam beton.

#### a. Peralatan

1. Gelas ukur kapasitas 1 liter
2. Alat pengaduk

#### b. Bahan

1. Pasir lumajang

#### g. Prosedur pengujian

1. Masukkan benda uji kedalam gelas berkapasitas 1 liter
2. Masukkan air kedalam gelas ukur.
3. Gelas ukur dikocok atau digoyang-goyang sampai pasir melebur dalam air.
4. Lalu diamkan benda uji di permukaan rata dalam suhu ruangan agar kadar lumpur dapat terangkat.
5. Catan tinggi pasir dari bawah sampai permukaan pasir dan catan tinggi lumpur diatas permukaan pasir.
6. Kadar lumpur dihitung.

### 3.7.5 Kadar Air

Menghitung kadar air didalam agregat untuk mengetahui kelembapan agregat dengan mengetahui berat agregat semula dan berat agregat dengan kering oven. Kondisi kadar air ini dapat digunakan dalam pengecoran untuk mengetahui kondisi agregat lapangan dan kering oven.

#### a. Peralatan

1. Timbangan digitan dengan ketelitian 0,1% terhadap agregat.
2. Menggunakan oven yang dapat mengatur suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{c}$ .
3. Talam untuk pengeringan agregat.

b. Bahan

1. Pasir lumajang.
2. Kerikil pecah.

c. Prosedur pengujian

1. Timbang keadaan pasir yang ada di lapangan
2. Masukkan agregat kedlam oven sampai keadaan berat tetap.
3. Setelah kering timbang agregat dalam keadaan kering oven.
4. Hitung kadar air agregat.

### 3.7.6 Analisis Specific-Gravity dan Penyerapan Agregat Kasar

a. Peralatan

1. Menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,5 gram yang mampu menimbang beban 5 kg
2. Oven yang suhunya dapat diatur ( $110 \pm 5$ ) °c.
3. Keranjang besi
4. Penggantung
5. handuk
6. kerikil

b. Prosedur pengujian

1. Benda uji agregat direndam dalam bak selama 24 jam
2. Lalu diamkan dan keringkan agregat dengan kering permukaan (SSD)bisa di lap dengan handuk.
3. Timbang agregat kondisi SSD, hitung berat benda uji kondisi SSD
4. Benda uji dimasukkan kedalam keranjang diusakan seluruh agregat terendalm dalam air, lalu timbang benda uji dalam kondisi jenuh.
5. Benda uji dikeluarkan dalam air, lalu keringkan benda uji sampai dalam keadaan kering dan hitung berat benda uji dalam kondisi kering..

### 3.7.7 Analisis Specific-Gravity dan Penyerapan Agregat Halus

#### a. Peralatan

1. Menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,5 gram yang mampu menimbang beban 5 kg
2. Oven yang suhunya dapat diatur  $(110 \pm 5) ^\circ \text{c}$
3. Piknometer dengan kapasitas 500 gr.
4. Cetakan krucut pasir.
5. Tongkat pemadat untuk cetakan krucut.
6. Agregat halus yang jenuh air dikeringkan.

#### b. Prosedur Pengujian

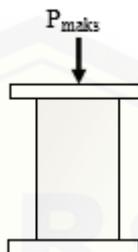
1. Masukkan benda uji pasir ke dalam metal mold. Lalu padatkan benda uji dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tumbukan. Dalam keadaan SSD maka diperoleh kondisi pasir akan runtuh atau longsor pada saat cetakan di angkat.
2. Agregat halus dengan berat 500 gr dimasukkan ke dalam piknometer lalu isi air hingga 90% penuh. Piknometer yang berisikan air dan pasir digoyang-goyang agar udara yang terdapat di dalam dapat terlepas. rendam piknometer dengan suhu  $(73,4 \pm 3) ^\circ \text{F}$  diamkan dalam waktu 24 jam.
3. Contoh benda uji dipisahkan dan dikeringkan dengan suhu  $(213-230) ^\circ \text{F}$ .
4. Piknometer ditimbang yang berisi air dengan temperatur suhu  $(73.4 \pm 3) ^\circ \text{F}$  dengan ketelitian 0,1 gram.

## 3.10 Metode Pengujian Beton

### 3.10.1 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besar satuan luas beban yang dapat membuat beton menjadi hancur dengan dibebani oleh gaya tekan yang di hasilkan oleh mesin uji tekan. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban yang mampu diterima oleh beton sampai hancur dengan luas penampang. Dalam penelitian

ini dan metode yang digunakan menggunakan acuan pada SNI 03-1974-1990 dengan rumus perhitungan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Pengujian tekan (Sumber: Achmadi,2009)

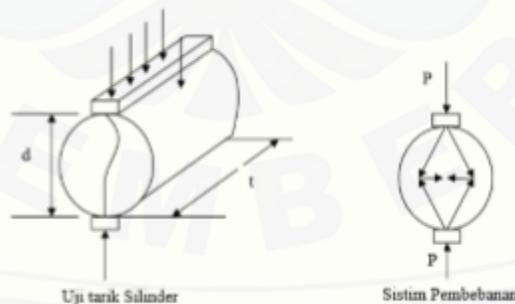
$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

- $F_c'$  = Kuat Tekan (kg/cm<sup>2</sup>)
- $P$  = Benda Uji (kg)
- $A$  = Luas Penampang (cm<sup>2</sup>)

### 3.10.2 Uji Kuat Tarik0belah Beton

Dalam penelitian ini metode kuat tarik belah menggunakan acuan pada ASTM C 496-96. Untuk rumus yang digunakan menghitung kuat tarik belah ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.2 Pengujian kuat tarik belah (Sumber: Achmadi, 2009)

$$F_{Ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

- $F_{Ct}$  = Kuat tarik belah (Mpa)

- P = beban uji maksimum (kN)  
 L = panjang benda uji (cm)  
 D = diameter benda uji (cm)

### 3.10.3 Uji Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas ini mempunyai hubungan dengan sifat beton yang lain terutama kuat tekan. Dalam penelitian ini pengujian modulus diambil bersamaan dengan kuat tekan. Pengujian ini mengacu pada sumber yaitu SK SNI T-15-1991-0.

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0,00005} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

- $E_c$  = modulus elastisitas (MPa)  
 $S_2$  = 40 % dari tagangan hancur/ $\sigma'_b$  (MPa)  
 $S_1$  = Tegangan pada saat regangan 0,00005 (MPa)  
 $\varepsilon_2$  = Regangan longitudinal akibat tegangan  $S_2$

$$E_c = (W_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

- $E_c$  = modulus elastisitas (MPa)  
 $W_c$  = berat satuan beton (kg/m<sup>3</sup>)  
 $f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)

### 3.11 Uji Kelayakan dan Perlakuan Bahan Campuran Buah Lerak

Buah lerak yang digunakan adalah buah lerak yang sudah berwarna coklat yang sudah mulai mengering dan dapat di ambil getahnya. Buah lerak ini didapatkan dari pasar tradisional. Berikut adalah cara atau treatment *foam* buah lerak :

1. Rendam buah lerak secukupnya kedalam air mendidih dengan suhu 100°C sampai airnya berubah warna menjadi kecoklatan.

2. Lalu diamkan lerak dan rebusanya di suhu normal atau suhu ruangan dan diamkan air rendaman tersebut sampai 2 malam.
3. Setelah di rendam 2 malam pencet buah lerak berulang kali untuk mengeluarkan getah saponin di dalamnya.
4. Pisahkan buah lerak dengan bijinya.
5. Setelah itu blander air rebusan buah lerak yang terdapat getah saponinnya sampai menjadi busa

### **3.12 Analisa dan Pembahasan**

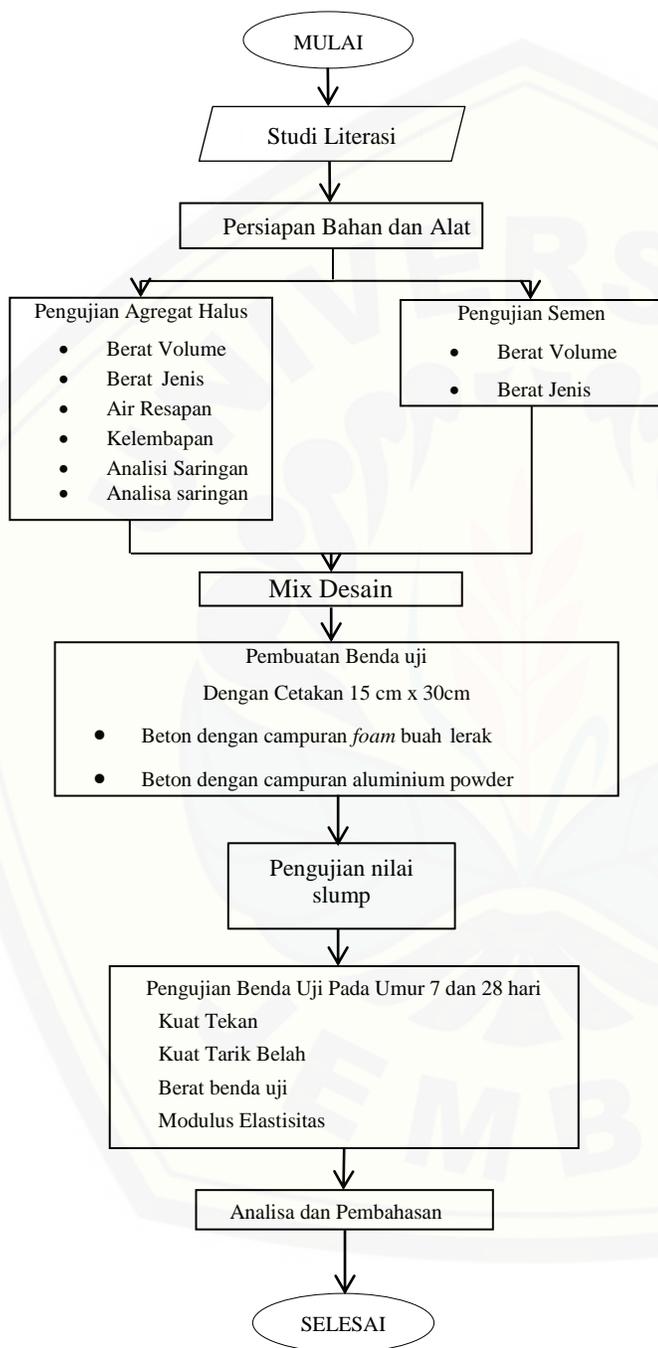
Analisa data ini bertujuan untuk mengetahui hasil yang didapat dari benda uji yang telah dibuat. Hasil dari pengujian tersebut akan dapat mengetahui kekurangan dan kelebihan dari 2 perbandingan kadar variasi yang berbeda pada benda uji. Hasil yang didapatkan dari pengujian dapat mengetahui manfaat yang ditimbulkan dari inovasi beton0ringan. Inovasi yang digunakan dalam penelitian0ini menggunakan foam buah lerak dan aluminium powder dengan kadar variasi yang berbeda, untuk mengetahui kuat tekan dan berat dengan mutu tertinggi.

### **3.13 Kesimpulan**

Hasil dari analisa data dan pembahasan akan akan mendapatkan sebuah kesimpulan. Kesimpulan ini akan menjelaskan hasil dari pengujian tersebut tentang kekurangan dan kelebihan benda uji dengan hasil optimum dari penambahan kadar variasi *foam* buah lerak dan aluminium powder. Dan dapat dijelaskan seberapa besar pengaruh dari bahan tambah beton ringan yang digunakan.

### 3.14 Alur Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

Tabel 3.4 Penjadwalan Penelitian

NO	Nama Kegiatan	BULAN I				BULAN II				BULAN III				BULAN IV				BULAN V			
		Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke			
		I	II	III	IV																
1	Studi Literatur	■	■	■	■																
2	Persiapan Material	■	■	■	■																
3	Treatment Buah Lerak					■															
4	Pengujian Agregat Halus					■															
5	Persiapan Benda Uji						■														
6	Pembuatan Beton Ringan						■	■													
7	Perawatan Benda Uji							■	■												
8	Pengujian Benda uji								■	■	■										
9	Analisis Pembahasan									■	■	■	■	■	■						
10	Seminar Hasil																	■	■		
11	Revisi BAB IV dan BAB V																	■	■	■	
12	Ujian Skripsi																			■	

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

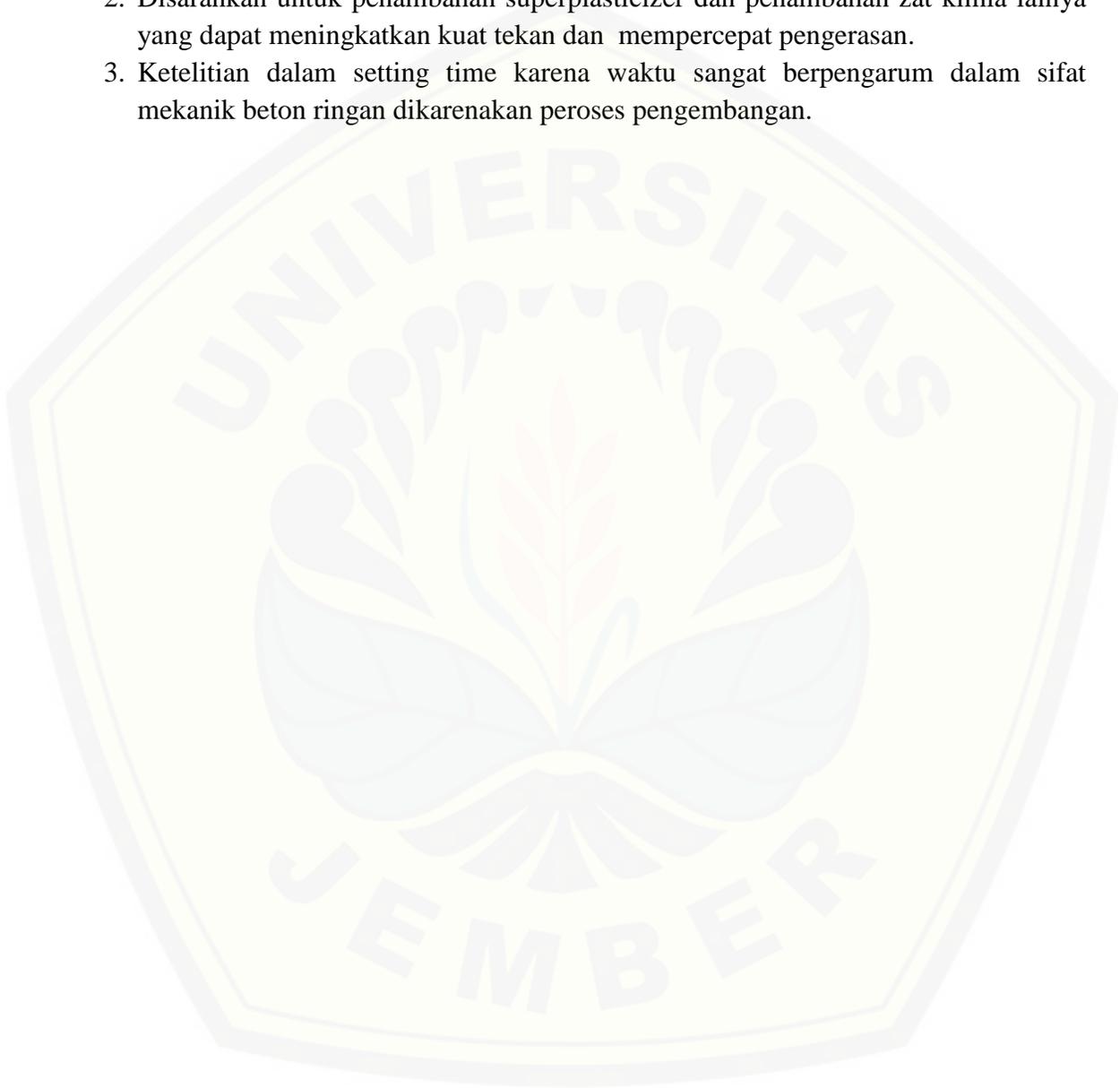
Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini yang sudah di uraikan di atas dalam perbandingan sifat mekanik dan karakteristik beton ringan dengan campuran foam lerak dibandingkan dengan aluminium powder dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan masih belum memenuhi syarat yang di tentukan dari variasi *foam* lerak maupun aluminium powder. Sedangkan untuk berat isi *foam* lerak di kadar 30%, 45% dan 60% memenuhi syarat yang ditentukan. Untuk aluminium powder yang memenuhi syarat hanya di kadar 5% saja.
2. Dalam sifat mekanik beton ringan foam lerak untuk pengujian slump semakin bertambah kadar dari *foam* maka nilai slump akan semakin besar, sedangkan untuk kuat tekan dengan kadar variasi 30% kuat tekan 2,45 Mpa, kadar 45% kuat tekan 1,89 Mpa dan kadar 60% kuat tekan 1,70 Mpa semakin banyak penambahan *foam* maka kuat tekan akan semakin kecil dan untuk kuat tarik belah di kadar 30% kuat tarik belah 0,39 Mpa, kadar 45% kuat tarik belah 0,42 Mpa dan kadar 60% kuat tarik belah 0,46 Mpa semakin banyak penambahkah maka kuat tarik belah semakin naik.
3. Dalam sifat mekanik beton ringan aluminium powder untuk pengujian slump dari setiap penambahan kadar variasi nilai slump cenderung setabil dikarenakan reaksi dari pengembangan yang sama, sedangkan untuk kuat tekan di kadar 3% kuat tekan 3,02 Mpa, kadar 5% kuat tekan 2,64 Mpa dan kadar 7% kuat tekan 3,40 Mpa kuat tekan mengalami penurunan di 5% dan kuat tekan terbesar di 7%. Untuk kuat tarik belah di kadar variasi 3% dengan kuat tarik belah 0,56 Mpa, kadar 5% kuat tarik belah 0,99 Mpa dan kadar 7% kuat tarik belah 0,7 Mpa kuat tarik belah mengalami kenaikan di 5% dan mengalami penurunan di 7%.

#### 5.2 Saran

Saran berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengacu pada kekurangan yang dapat menjadi lebih baik, dapat di rangkum sebagai berikut:

1. Untuk penelitian berlanjut saran dalam menggunakan campuran agregat yang ringan karena dalam penelitian ini agregat tidak berperan besar dalam sifat mekanik.
2. Disarankan untuk penambahan superplasticizer dan penambahan zat kimia lainya yang dapat meningkatkan kuat tekan dan mempercepat pengerasan.
3. Ketelitian dalam setting time karena waktu sangat berpengaruh dalam sifat mekanik beton ringan dikarenakan proses pengembangan.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Arrummy, R. A., S. Sumarni, dan C. Habsya. (2018). *Pemanfaatan Lerak Pada Bata Foam Yang Ramah Lingkungan*. Universitas Sebelas Maret.
- Adriani, V. (2016). *Sifat Fisik Dan Mekanik Beton Ringan Sifat Fisik Dan Mekanik Beton Ringan Foam Foam Lerak Lerak Dengan Perbandingan Semen Dan Kapur 1:4*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada
- Abdullah, M., Mohammed, S., & Al-Mattarneh, M. (2009). *Equations for mix design of structural lightweight concrete*. *European Journal of Scientific Research*, 132-141.
- Aginam, C. H., Umenwaliri, S. N., & C., N. (2013). *Influence of mix design methods on the compressive*. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol 8, 50-62.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 3402-2008 : Cara Uji Berat Isi Beton Ringan Struktural*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03-2491-2002 : Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 1972-2008 : Cara uji slump beton*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 1974-2011 : Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-7064-2004 Semen portland komposit*.

Badan Standarisasi Nasional. 1991. SK SNI T-15-1991-03 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1969-2008: *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*

Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 03-1974-1990: *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.*

Badan Standarisasi Nasional. 1998. SNI 03-4804-1998: *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.*

Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI ASTM C136-2012 *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar.*

Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 03-1968-1990: *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.*

Manuahe, R., M. D. J. Sumajouw, dan R. S. Windah. (2014). *Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash).* Universitas Sam Ratulangi.

Setiawati, M. (2018). *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton.* Palembang : Universitas Muhammadiyah.

Zainudin, ahmad. (2014). *Pengaruh Variasi Campuran Serbuk Aluminium Dalam Pembuatan Bata Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Serbuk Gypsum.* Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

**LAMPIRAN**

## Lampiran 1 Hasil Pengujian

Aluminium Powder	P(Kn)	P/A (Mpa)	Berat	$\Sigma$ P/A (Mpa)	$\Sigma$ Berat
0%	480	27,16	13	27,92	13,02
	470	26,60	13		
	530	29,99	13,05		
3%	30	1,70	10,2	1,89	10,23
	40,00	2,26	10,1		
	30,00	1,70	10,4		
5%	40,00	2,26	10,85	2,17	10,47
	40,00	2,26	10,8		
	35,00	1,98	9,75		
7%	75,00	4,24	10,85	3,11	10,72
	40,00	2,26	10,8		
	50,00	2,83	10,5		

Aluminium Powder	P(Kn)	P/A (Mpa)	Berat	$\Sigma$ P/A (Mpa)	$\Sigma$ Berat
0%	680	38,48	12,65	37,73	12,68
	840	36,22	12,6		
	680	38,48	12,8		
3%	50	2,83	9,8	3,02	9,82
	60,00	3,40	9,8		
	50,00	2,83	9,85		
5%	40,00	2,26	9,4	2,64	9,32
	40,00	2,26	9,3		
	60,00	3,40	9,25		
7%	40,00	2,26	10,25	3,40	10,37
	80,00	4,53	10,5		
	60,00	3,40	10,35		

Aluminium Powder	P(Kn)	P/A (Mpa)	Berat	$\Sigma$ P/A (Mpa)	$\Sigma$ Berat
0%	280	15,85	12,7		

	270	15,28	12,7	15,56	12,70
3%	30,00	1,70	9,95	2,26	9,88
	50,00	2,83	9,8		
5%	70,00	3,96	9,35	3,96	9,33
	70,00	3,96	9,3		
7%	70,00	3,96	10,35	3,11	10,48
	40,00	2,26	10,6		

Lerak	P(Kn)	P/A (Mpa)	Berat	$\Sigma$ P/A (Mpa)	$\Sigma$ Berat
0 ml	480	27,16	13	27,92	13,02
	470	26,60	13		
	530	29,99	13,05		
300 ml	0	0,00	10,2	0,00	10,23
	0,00	0,00	10,1		
	0,00	0,00	10,4		
450 ml	0,00	0,00	10,85	0,00	10,47
	0,00	0,00	10,8		
	0,00	0,00	9,75		
600 ml	0,00	0,00	10,85	0,00	10,72
	0,00	0,00	10,8		
	0,00	0,00	10,5		

Lerak	P(Kn)	P/A (Mpa)	Berat	$\Sigma$ P/A (Mpa)	$\Sigma$ Berat
0 ml	680	38,48	12,65	37,73	12,68
	640	36,22	12,6		
	680	38,48	12,8		
300 ml	30	1,70	9,45	2,45	9,70
	60,00	3,40	10		
	40,00	2,26	9,65		
450 ml	30,00	1,70	9,15	1,89	9,07
	30,00	1,70	8,9		
	40,00	2,26	9,15		
600 ml	20,00	1,13	8,75	1,89	8,73
	50,00	2,83	8,85		
	30,00	1,70	8,6		

Lerak	P(Kn)	P/A (Mpa)	Berat	$\Sigma$ P/A (Mpa)	$\Sigma$ Berat
0 ml	280	15,85	12,7	15,56	15,56
	270	15,28	12,7		
300 ml	30,00	1,70	9,55	1,56	9,75
	25,00	1,41	9,95		
450 ml	30,00	1,70	900	1,70	454,53
	30,00	1,70	9,05		
600 ml	35,00	1,98	8,95	1,84	1,84
	30,00	1,70	8,65		

## Lampiran 2 Hasil Pembacaan Dial Modulus Elastisitas

## Aluminium powder 7%

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,00000
10	0,57	3	0,003	0,00002
20	1,13	25	0,025	0,00013

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,00000
10	0,57	44,00	0,044	0,00022
20	1,13	61,00	0,061	0,00031
30	1,70	84,00	0,084	0,00042
40	2,26	122,00	0,122	0,00061
50	2,83	156,00	0,156	0,00078
60	3,40	232,00	0,232	0,00116
70	3,96	341,00	0,341	0,00171
80	4,53	407,00	0,407	0,00204

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,00000
10	0,57	46,00	0,046	0,00023
20	1,13	61,00	0,061	0,00031
30	1,70	75,00	0,075	0,00038
40	2,26	89,00	0,089	0,00045
50	2,83	123,00	0,123	0,00062

aluminium powder 5%

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,00000
10	0,57	33	0,033	0,00017
20	1,13	40	0,04	0,00020
30	1,70	54	0,054	0,00027
40	2,26	405	0,405	0,00203

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,00000
10	0,57	16	0,016	0,00008
20	1,13	26	0,026	0,00013
30	1,70	34	0,034	0,00017
40	2,26	45	0,045	0,00023

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,00000
10	0,57	15	0,015	0,00008
20	1,13	20	0,02	0,00010
30	1,70	29	0,029	0,00015

40	2,26	36	0,036	0,00018
50	2,83	64	0,064	0,00032
60	3,40	108	0,108	0,00054

aluminium powder 3%

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	91	0,091	0,0004550
20	1,13	123	0,123	0,0006150
30	1,70	157	0,157	0,0007850
40	2,26	248	0,248	0,0012400
50	2,83	575	0,575	0,0028750

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	14	0,014	0,0000700
20	1,13	17	0,017	0,0000850
30	1,70	20	0,02	0,0001000
40	2,26	22	0,022	0,0001100
50	2,83	23	0,023	0,0001150
60	3,40	43	0,043	0,0002150

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	77	0,077	0,0003850
20	1,13	98	0,098	0,0004900
30	1,70	138	0,138	0,0006900
40	2,26	210	0,21	0,0010500
50	2,83	633	0,633	0,0031650

foam lerak 300 ml

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	67	0,067	0,0003350
20	1,13	120	0,12	0,0006000
30	1,70	216	0,216	0,0010800
	2,26	363	0,363	0,0018150

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	22	0,022	0,0001100
20	1,13	30	0,03	0,0001500
30	1,70	43	0,043	0,0002150
40	2,26	64	0,064	0,0003200
50	2,83	85	0,085	0,0004250
60	3,40	108	0,108	0,0005400

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	52	0,052	0,0002600
20	1,13	82	0,082	0,0004100
30	1,70	302	0,302	0,0015100
40	2,26	1000	1	0,0050000

foam lerak 450ml

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta l/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	23	0,023	0,0001150

20	1,13	29	0,029	0,0001450
30	1,70	44	0,044	0,0002200
40	2,26	75	0,075	0,0003750

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	35	0,035	0,0001750
20	1,13	86	0,086	0,0004300
30	1,70	111	0,111	0,0005550

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	56	0,056	0,0002800
20	1,13	80	0,08	0,0004000
30	1,70	174	0,174	0,0008700
40	2,26	463	0,462	0,00231

foam lerak 600ml

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	46	0,046	0,0002300
20	1,13	89	0,089	0,0004450

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	45	0,045	0,0002250
20	1,13	55	0,055	0,0002750

30	1,70	63	0,063	0,0003150
40	2,26	74	0,074	0,0003700
50	2,83	310	0,31	0,00155

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,0000000
10	0,57	64	0,064	0,0003200
20	1,13	117	0,117	0,0005850
30	1,70	216	0,216	0,0010800

## Normal

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,00000
40	2,26	50	0,05	0,00025
80	4,53	90	0,09	0,00045
120	6,79	116	0,116	0,00058
160	9,06	140	0,14	0,00070
200	11,32	164	0,164	0,00082
240	13,59	185	0,185	0,00093
280	15,85	204	0,204	0,00102
320	18,12	225	0,225	0,00113
360	20,38	244	0,244	0,00122
400	22,65	276	0,276	0,00138
440	24,91	310	0,31	0,00155
480	27,18	338	0,338	0,00169
520	29,44	367	0,367	0,001835
560	31,71	406	0,406	0,00203
600	33,97	454	0,454	0,00227
640	36,23	536	0,536	0,00268

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,00000
40	2,26	23	0,023	0,00012
80	4,53	50	0,05	0,00025
120	6,79	76	0,076	0,00038
160	9,06	102	0,102	0,00051
200	11,32	133	0,133	0,00067
240	13,59	163	0,163	0,00082
280	15,85	190	0,19	0,00095
320	18,12	225	0,225	0,00113
360	20,38	260	0,26	0,0013
400	22,65	294	0,294	0,00147
440	24,91	352	0,352	0,00176
480	27,18	400	0,4	0,002
520	29,44	465	0,465	0,002325
560	31,71	520	0,52	0,0026
600	33,97	623	0,623	0,003115
610	34,54	735	0,735	0,003675

Load (tegangan Mpa)		Dial (regangan mikrometer)	Regangan (mm/mm)	$\Delta/L$
0	0,00	0	0	0,00000
40	2,26	19	0,019	0,00010
80	4,53	36	0,036	0,00018
120	6,79	53	0,053	0,00027
160	9,06	64	0,064	0,00032
200	11,32	83	0,083	0,00042
240	13,59	96	0,096	0,00048
280	15,85	114	0,114	0,00057
320	18,12	126	0,126	0,00063
360	20,38	146	0,146	0,00073
400	22,65	183	0,183	0,000915
440	24,91	205	0,205	0,001025
480	27,18	240	0,24	0,0012

520	29,44	284	0,284	0,00142
560	31,71	325	0,325	0,001625
600	33,97	403	0,403	0,002015

## Dokumentasi

