



**KUAT TEKAN MORTAR DENGAN MEMAKAI LIMBAH LAS  
KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

**PROYEK AKHIR**

Oleh

**FAJAR RIZKI HIDAYA TULLOH**

**NIM. 161903103015**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**KUAT TEKAN MORTAR DENGAN MEMAKAI LIMBAH LAS  
KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan guna melengkapi proyek akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III (D3) Teknik Sipil dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh

**FAJAR RIZKI HIDAYA TULLOH**

**NIM. 161903103015**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikanku kekuatan dan ketabahan, serta membekaliku dengan ilmu pengetahuan, sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan. Kupersembahkan karya tulis ini sebagai rasa terima kasih, dan rasa cintaku kepada :

1. Allah SWT dan Rosulullah Muhammad SAW.
2. Kedua orang tuaku yang telah menjadi bapak dan ibu sekaligus sahabat yang medoakanku, memberiku rasa cinta, kasih sayang, nasihat dan pengorbanan yang tidak akan bisa tergantikan hingga akhir usiaku.
3. Terima kasih untuk seluruh keluarga besarku yang memberiku motivasi, nasihat, dan dorongan.
4. Terima kasih juga kepada Ibu Wiwik dan Bapak Dwi yang tidak henti - hentinya memberikan dukungan, motivasi, dan selalu mengingatkan untuk mengerjakan proyek akhir ini dengan sabar terima kasih ibu dan bapak bagi D3.
5. Terima kasih untuk keluarga kecil kontrakan yang telah berjuang bersama – sama setiap harinya.
6. Teman – teman D3 maupun S1 Teknik Sipil angkatan 2016.
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTTO**

“Dengan ilmu, kita menuju kemuliaan”.  
(Ki Hajar Dewantara)

“Selalu positif”.  
(H Fajar R)

“Jangan sekali-kali merendahkan orang lain”.  
(H Fajar R)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Rizki Hidayat Tulloh

NIM : 161903103015

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **”Kuat Tekan Mortar Dengan Memakai Limbah Las Karbit Sebagai Substitusi Semen”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juli 2019

Yang menyatakan,

Fajar Rizki Hidayat Tulloh

NIM. 161903103015

**PROYEK AKHIR**

**KUAT TEKAN MORTAR DENGAN MEMAKAI LIMBAH LAS KARBIT  
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

Oleh :

**FAJAR RIZKI HIDAYA TULLOH**

**NIM. 161903103015**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Wiwik Yunarni Widiarti, ST., MT

**PERSETUJUAN**

**KUAT TEKAN MORTAR DENGAN MEMAKAI LIMBAH LAS KARBIT  
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan untuk dipertahankan didepan penguji guna menyelesaikan program  
Diploma III, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Jember

Oleh

Nama Mahasiswa : Fajar Rizki Hidayatulloh  
NIM : 161903103015  
Jurusan : Teknik Sipil  
Program Studi : Diploma III Teknik Sipil  
Angkatan Tahun : 2016  
Daerah Asal : Nganjuk  
Tempat, Tanggal Lahir : Nganjuk, 05 Juni 1997

Disetujui :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dwi Nurtanto, ST.,MT  
NIP. 19731015 199802 1 001

Wiwik Yunarni W, ST., MT  
NIP. 19700613 199802 2 001

**PENGESAHAN**

Proyek Akhir berjudul "Kuat Tekan Mortar Dengan Memakai Limbah Las Karbit Sebagai Substitusi Semen" karya Fajar Rizki Hidayah Tulloh telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : 22 Juli 2019

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dwi Nurtanto, ST.,MT

NIP. 19731015 199802 1 001

Wiwik Yunarni W, ST., MT

NIP. 19700613 199802 2 001

Tim Penguji :

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Indra Nurtjahjaningtyas, ST ., MT

NIP. 19701024 199803 2 001

Gati Annisa Hayu, ST ., MT ., M.Sc

NIP. 760015715

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.

NIP. 19661215 199503 2 001





## RINGKASAN

Kuat Tekan Mortar Dengan Memakai Limbah Las Karbit Sebagai Substitusi Semen; Fajar Rizki Hidayah Tulloh; 161903103015; 2019; halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jember.

Limbah las karbit sebagai bahan dalam pembuatan mortar merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan semen portland, karena limbah las karbit tidak terpakai atau dibiarkan menumpuk begitu saja terutama dibengkel las karbit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan mortar dengan variasi prosentase limbah las karbit 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai substitusi semen. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan ide, gagasan, inovasi atau alternatif baru tentang manfaat limbah las karbit untuk campuran semen terhadap kuat tekan mortar.

Penelitian menggunakan proporsi campuran dengan perbandingan 1:4 (1 semen : 4 pasir) bahan penyusun mortar terdiri dari semen, limbah las karbit, pasir, dan air. Perbandingan komposisi campuran yang dipakai adalah (100% semen : 0% limbah karbit : 4 pasir), (95% semen : 5% limbah karbit : 4 pasir), (90% semen : 10% limbah karbit : 4 pasir), (85% semen : 15% limbah karbit : 4 pasir), dan (80% semen : 20% limbah karbit : 4 pasir). Cetakan benda uji berukuran 5 cm x 5 cm x 5cm sebanyak 30 buah, pengujian dilakukan pada umur 14 dan 28 hari.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan terbesar terjadi pada perbandingan campuran (100% semen : 0% limbah karbit : 4 pasir) yaitu sebesar 17,89 Mpa 14 hari dan 22,04 Mpa 28 hari, sedangkan kuat tekan terkecil terjadi pada perbandingan campuran (80% semen : 20% limbah karbit : 4 pasir) yaitu 9,81 Mpa 14 hari dan 13,01 Mpa 28 hari. Nilai hasil kuat tekan dengan penambahan prosentase limbah las karbit nilai kuat tekan akan semakin menurun.

## SUMMARY

Mortar Compression Strength By Using Welded Waste Carb As Cement Substitution; Fajar Rizki Hidayatulloh; 161903103015; 2019; pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering University of Jember.

Carbide welding waste as an ingredient in making mortar is one way to reduce the use of Portland cement, because the carbide welding waste is not used or left to pile up just like that, especially in the field of carbide welding. This study aims to determine the compression strength of mortar with variations in the percentage of carbide welding waste 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% as cement substitution. The benefit of this research is to provide new ideas, ideas, innovations or alternatives about the benefits of carbide welding waste for cement mixtures against mortar compression strength.

The study uses the proportion of mixtures with a ratio of 1: 4 (1 cement: 4 sand) mortar constituent material consisting of cement, carbide, sand and water welding wastes. Comparison of the composition of the mixture used is (100% cement : 0% carbide waste : 4 sand), (95% cement : 5% carbide waste : 4 sand), (90% cement : 10% carbide waste : 4 sand), (85% cement : 15% carbide waste : 4 sand), and (80% cement : 20% carbide waste : 4 sand). Molds of specimens measuring 5 cm x 5 cm x 5 cm are 30 pieces, testing is done at the age of 14 and 28 days.

From the test result showed that the greatest compression strength occurred at the ratio of mixture (100% cement : 0% waste carbide : 4 sand) that is equal to 17, 89 Mpa 14 days and 22,04 Mpa 28 days, while the smallest compression strength occurred in mixed comparisons (80% cement : 20% carbide waste : 4 sand) which is 9,81 Mpa 14 days and 13,01 Mpa days. The value of the compression strength by increasing the percentage of carbide welding waste compression strength values will decrease further.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul ” Kuat Tekan Mortar Dengan Memakai Limbah Las Karbit Sebagai Subtitusi Semen ”. Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga (DIII) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr.Triwahju Hardianto, ST., MT selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Bapak Dwi Nurtanto, ST., MT selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Sipil dan sekaligus dosen pembimbing utama (DPU) proyek akhir.
4. Ibu WiwikYunarni Widiarti, ST ., MT selaku dosen pembimbing anggota (DPA) proyek akhir.
5. Kedua Orang tua yang telah memberikan dukungan dan do’a sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini dengan baik.
6. Teman-teman Teknik Sipil 2016 yang telah memberikan dukungan, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan proyek akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 22 Juli 2019

Fajar Rizki H  
NIM. 161903103015

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBINGAN .....	vii
HALAMAN PENGESAHAN.....	viii
RINGKASAN .....	ix
<i>SUMMARY</i> .....	x
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Mortar.....	4
2.1.1 Sifat – sifat mortar .....	5
2.2 Material Penyusun Mortar .....	6
2.2.1 Semen portland.....	6
2.2.2 Agregat .....	7
2.2.3 Agregat halus (pasir) .....	8
2.2.4 Air.....	9
2.3 Limbah Las Karbit .....	9

2.4 Kuat Tekan Mortar .....	10
2.5 Laju Kenaikan Kuat Tekan .....	10
2.6 Uji Coba (trial) .....	11
2.6.1 Trial limbah las karbit .....	11
2.6.2 Trial semen dan limbah las karbit .....	12
2.7 Kajian Pustaka.....	14
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Pengumpulan Data .....	16
3.2 Tahap Pengujian Material .....	17
3.2.1 Semen .....	17
3.2.2 Agregat halus.....	17
3.2.3 Limbah karbit .....	18
3.3 Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar.....	19
3.3.1 Penimbangan dan perhitungan bahan susun mortar .....	19
3.3.2 Pembuatan pasta mortar .....	19
3.3.3 Pembuatan benda uji mortar.....	19
3.4 Perawatan Benda Uji .....	20
3.5 Uji Mortar .....	20
3.6 Analisis Data dan Pembahasan .....	20
3.7 Bagan Alir Kegiatan Penelitian.....	23
<b>BAB 4. PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Mortar .....	24
4.1.1 Semen portland.....	24
4.1.2 Agregat halus (pasir) .....	24
4.1.3 Limbah las karbit.....	24
4.2 Kebutuhan Campuran Mortar .....	24
4.3 Pengujian Kuat Tekan .....	25
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan .....	30

5.2 Saran..... 30

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Limbah Karbit .....	10
Tabel 4.1 Campuran Bahan Penyusun Mortar .....	26
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 14 Hari.....	26
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari.....	28



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Limbah Las Karbit (fas 0,4) .....	11
Gambar 2.2 Limbah Las Karbit (fas 0,5) .....	11
Gambar 2.3 Limbah Las Karbit (fas 0,6) .....	11
Gambar 2.4 Kuat Tekan (fas 0,4) .....	12
Gambar 2.5 Kuat Tekan (fas 0,5).....	12
Gambar 2.6 Kuat Tekan (fas 0,6).....	12
Gambar 2.7 Campuran Semen Dengan Limbah Las Karbit (50%:50%) .....	12
Gambar 2.8 Campuran Semen Dengan Limbah Las Karbit (75%:25%) .....	13
Gambar 2.9 Campuran Semen Dengan Limbah Las Karbit (100%:0%) .....	13
Gambar 2.10 Kuat Tekan (50%: 50%).....	13
Gambar 2.11 Kuat Tekan (75%: 25%).....	13
Gambar 2.12 Kuat Tekan (100%: 0%).....	14
Gambar 4.1 Kuat Tekan Umur 14 Hari .....	26
Gambar 4.2 Kuat Tekan Umur 28 Hari.....	28
Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Tekan Umur 14 dan 28 Hari.....	28

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun yang semakin meningkat dengan pesat akan berpengaruh terhadap bertambahnya permintaan akan kebutuhan bahan bangunan. Inovasi-inovasi baru sangat dibutuhkan pada bidang Teknik Sipil khususnya di bidang konstruksi bangunan agar memenuhi kebutuhan bahan bangunan yang tinggi tersebut.

Salah satu bahan bangunan yang sering dipakai yaitu mortar. Mortar adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen *portland*, agregat halus (pasir), dan air. Mortar berfungsi sebagai perekat batu bata (hebel), batako, plesteran dan sebagainya. Salah satu bahan utama dari campuran mortar yaitu semen. Penggunaan semen yang semakin meningkat berpengaruh terhadap kebutuhan semen yang tinggi sehingga mengakibatkan bahan baku untuk pembuatan semen semakin berkurang, contohnya semen gresik. Dahulu semen tersebut dibuat di Kabupaten Gresik tetapi sekarang pindah ke Kabupaten Tuban karena habisnya bahan untuk membuat semen. Sementara itu, pabrik di Gresik difungsikan sebagai tempat *finishing* dan analisa laboratorium saja. Maka dari itu diperlukan bahan alternatif untuk substitusi semen yang mempunyai karakteristik/kandungan yang sama. Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai alternatif campuran semen adalah limbah dari las karbit.

Limbah las karbit adalah sisa dari pembakaran karbit yang berasal dari reaksi antara air dan karbit pada reaktor pembuatan gas *asetilen*. Limbah karbit diperoleh dari bengkel-bengkel las karbit di Kecamatan Balung, Kabupaten Jember yang tidak terpakai atau dibuang begitu saja karena dianggap tidak bernilai ekonomis ataupun tidak berguna sehingga dibiarkan menumpuk begitu saja. Dari hasil survei dalam sehari satu bengkel las karbit dapat menghasilkan 1-2 Kg limbah las karbit, maka dalam hitungan tahun untuk beberapa bengkel cukup banyak jumlah limbah karbit yang terbuang sia-sia karena tidak dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan Lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun

2014 mengenai Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah karbit terdaftar sebagai limbah B3 dari sumber spesifik dengan kode limbah B356-1 dengan kategori bahaya kronis, berpotensi pada pencemaran lingkungan, dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat sekitar.

Limbah karbit memiliki komposisi kimia 60% *Calcium* (CaO), 1,48% SiO<sub>2</sub>, 0,09% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9,07% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Rajiman, 2015). Kandungan kalsium yang cukup tinggi membuat limbah karbit ini memiliki sifat-sifat fisis yang menyerupai kalsium hidroksida dalam hal senyawa kimia terbesar adalah Ca(OH)<sub>2</sub>, daya ikat terhadap air cukup tinggi, memiliki tekstur bahan berbutir, mempunyai bau yang khas, dan diameter butiran-butiran relatif lebih besar dibanding butiran lempung (Utomo, 2010). Penambahan limbah karbit dilakukan untuk upaya meningkatkan unsur kalsium yang diperlukan dalam terjadinya reaksi *pozzolanic* bila tercampur dengan SiO<sub>2</sub> dalam limbah karbit. Reaksi *pozzolanic* merupakan reaksi antara kalsium, *silika* atau *aluminat* dengan air sehingga membentuk suatu massa yang keras dan kaku yang hampir sama dengan proses hidrasi pada *Portland Cement* (Aswad, 2013).

Dalam penelitian ini prosentase campuran limbah karbit sebagai substitusi semen yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% substitusi limbah las karbit ini diharapkan dapat mengurangi kadar semen yang digunakan tanpa harus mengurangi kekuatan mortar itu sendiri, sehingga limbah karbit dapat dimanfaatkan kegunaanya dengan baik dan memiliki nilai dari segi ekonomis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penulisan proyek akhir ini adalah berapa kuat tekan mortar dengan prosentase limbah las karbit 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai substitusi semen.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan proyek akhir ini adalah dapat mengetahui kuat tekan mortar dengan prosentase limbah las karbit 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai substitusi semen.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan proyek akhir ini adalah memberikan ide, gagasan, inovasi atau alternatif baru tentang manfaat limbah las karbit untuk campuran semen terhadap kuat tekan mortar.

#### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada proyek akhir ini, antara lain :

- a. Limbah las karbit diperoleh dari bengkel las karbit di daerah Kecamatan Balung Kabupaten Jember.
- b. Benda uji berupa mortar ukuran 5 x 5 x 5 cm sebanyak 30 buah.
- c. Proporsi campuran dengan perbandingan berat 1 : 4 (1 semen : 4 pasir).
- d. Pengujian kuat tekan dilakukan pada hari ke 14 dan 28.
- e. Campuran limbah las karbit yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mortar

Mortar merupakan campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (semen *portland*, kapur, tanah liat) dan air dengan komposisi tertentu (SNI 03-6825-2002).

Macam – macam mortar :

- a. Mortar lumpur (*mud mortar*) yaitu mortar dengan bahan perekat tanah.
- b. Mortar kapur yaitu mortar dengan bahan perekat kapur.
- c. Mortar semen yaitu mortar dengan bahan perekat semen.

Berdasarkan ASTM C270, *Standart Specification for Mortar for Unit Masonry*, mortar untuk adukan pasangan dapat dibedakan atas 5 tipe yaitu :

#### 1. Mortar Tipe M

Mortar tipe M merupakan campuran dengan kuat tekan yang tinggi direkomendasikan untuk pasangan bertulang maupun pasangan tidak bertulang yang akan memikul beban tekan yang besar.

#### 2. Mortar Tipe S

Mortar tipe ini direkomendasikan untuk struktur yang akan memikul beban tekan normal tetapi dengan kuat lekat lentur yang diperlukan untuk menahan beban lateral besar yang berasal dari tekanan tanah, angin, dan beban gempa. Karena keawetannya yang tinggi, mortar tipe S juga direkomendasikan untuk struktur yang ada dibawah tanah, serta yang selalu berhubungan dengan tanah, seperti pondasi, dinding penahan tanah, perkerasan, saluran pembuangan dan mainhole.

#### 3. Mortar Tipe N

Mortar ini merupakan mortar yang umum digunakan untuk konstruksi pasangan diatas tanah. Mortar ini direkomendasikan untuk dinding penahan beban interior maupun eksterior. Mortar dengan kekuatan sedang ini memberikan kesesuaian yang paling baik antara kuat tekan dan kuat lentur, workabilitas, dan

dari segi ekonomis yang direkomendasikan untuk aplikasi konstruksi pasangan pada umumnya.

#### 4. Mortar Tipe O

Mortar tipe O merupakan mortar dengan kandungan kapur tinggi dan kuat tekan yang rendah. Mortar tipe ini direkomendasikan untuk dinding interior dan eksterior yang tidak menahan beban struktur, yang tidak menjadi beku dalam keadaan lembab atau jenuh. Tipe ini sering digunakan untuk pekerjaan setempat, memiliki workabilitas yang baik dan biaya yang ekonomis.

#### 5. Mortar Tipe K

Mortar Tipe K memiliki kuat tekan dan kuat lekat lentur yang sangat rendah. Mortar tipe ini jarang digunakan untuk konstruksi baru, dan direkomendasikan dalam ASTM C270 hanya untuk konstruksi bangunan lama yang umumnya menggunakan mortar kapur.

##### 2.1.1 Sifat – sifat mortar

Mortar harus memenuhi standar untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Mortar yang baik menurut Tjokrodimuljo (3007 : 80) harus memenuhi sifat – sifat sebagai berikut :

- a. Murah.
- b. Tahan lama (awet) dan tidak mudah rusak oleh pengaruh cuaca.
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, dan diratakan).
- d. Melekat dengan baik dengan bata, batako, batu, dan sebagainya.
- e. Cepat kering dan keras.
- f. Tahan terhadap rembesan air.
- g. Tidak timbul retak – retak setelah dipasang.

Yang perlu diperhatikan dalam mortar yaitu :

- a. Mudah dikerjakan (*workability*).
- b. Sifat penyusutan (*shrinkage*) yang kecil.
- c. Kekuatan (*strength*) yang cukup.

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingan antara bahan – bahan penyusunnya.

## 2.2 Material Penyusun Mortar

### 2.2.1 Semen *portland*

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan (SK SNI S-04-1989). Pada dasarnya semen *portland* terdiri dari 4 unsur yang paling penting yaitu :

1. *Trikalsium silikat* (C3S) atau  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ .
2. *Dikalsium silikat* (C2S) ATAU  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ .
3. *Tricalcium aluminat* (C3A) atau  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ .
4. *Tetracalsium aluminoforit* (C4AF) atau  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Prosentase oksida-oksida yang terkandung di dalam semen *portland* adalah sebagai berikut :

- |  |             |
|--|-------------|
| a. Kapur ( $\text{CaO}$ )              | : 60 – 66 % |
| b. Silika ( $\text{SiO}_2$ )           | : 16 – 25 % |
| c. Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) | : 3 – 8 %   |
| d. Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )    | : 1 – 5 %   |

*Silikat* dan *aluminat* yang terkandung dalam semen *portland* jika bereaksi dengan air akan menjadi perekat yang memadat lalu membentuk massa yang keras. Sesuai dengan tujuan penggunaannya, semen portland di Indonesia dalam SK SNI S-04-1989-F dapat dibagi menjadi 5 tipe, yaitu :

a. Tipe I

Semen jenis ini digunakan untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Kadar C3S antara 48-52% dan kadar C3A antara 10-15%.

b. Tipe II

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan *sulfat* dan panas hidrasi sedang. Kadar C3S sama besar dengan kadar C3A, yaitu maksimal 8% *alkali* rendah.

c. Tipe III

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada fase permulaan setelah terjadi pengikatan. Kadar C3S sangat tinggi dan butirannya sangat halus.

d. Tipe IV

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, sehingga kadar C3S dan C3A rendah.

e. Tipe V

Semen ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap *sulfat*.

Keunggulan semen *portland* yaitu dapat meningkatkan kekuatan dan pengerasan melalui reaksi kimia dengan air yang disebut hidrasi.

### 2.2.2 Agregat

Agregat yaitu butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. (Kusuma, 2011)

Cara membedakan jenis agregat yang sering dilakukan yaitu dengan didasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat yang memiliki ukuran butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butirannya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, keracak, batu pecah, adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang didapat dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecah batu. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1,20 mm kadang disebut juga pasir halus, sedangkan butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *slit*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay*.

Menurut (Sugeng Haryanto, 1990), agregat yang baik seharusnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Keras dan kuat.
- b. Bersih.
- c. Tahan lama.
- d. Masa jenis tinggi.
- e. Distribusi ukuran butiran merata.

### 2.2.3 Agregat halus (pasir)

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 4,76 mm. Menurut Moerdwiyono (1998) dalam Andoyo (2006), agregat halus terdiri dari butiran-butiran 0,02 - 2 mm yang didapat dari disintegrasi batuan alam (*natutal sand*) atau didapat dari memecahnya (*artificial sand*).

Agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07-5 mm (SNI 03-1750-1990).

Menurut SNI 03-1750-1990, agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dan gradasinya menerus. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
- b. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50-3,80.
- c. Kadar lumpur / bagian butir yang lebih kecil dari 0,07 maksimum 5%.
- d. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan *natrium hidroksida* 3%, jika dibandingkan dengan warna standar atau pembanding, tidak lebih tua dari pada warna standar (sama).
- e. Kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20.

#### 2.2.4 Air

Menurut *British Standard* ( BS ) 3148 : 1980, air yang berasal dari sumber alam tanpa pengolahan, sering mengandung bahan- bahan organik, zat organik dan zat-zat yang mengapung seperti tanah liat, minyak dan kotoran lainnya, yang berpengaruh buruk terhadap mutu dan sifat mortar. Fungsi air pada campuran mortar adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Persyaratan air sesuai Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 adalah sebagai berikut :

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

Pemakaian air pada pembuatan campuran harus karena terlalu kelebihan air akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, jika terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi hasil kekuatan mortar tersebut.

### 2.3 Limbah Las Karbit

Limbah karbit adalah sisa pembakaran karbit yang tidak terpakai. Limbah las karbit dapat pula meningkatkan kinerja beton, yang dalam hal ini mempengaruhi karakteristik campuran seperti persen rongga dan ketahanan terhadap deformasi. Berdasarkan Lampiran Peraturan Pemerintah Nomer 101 Tahun 2014 mengenai Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah karbit terdaftar sebagai limbah B3 dari sumber spesifik dengan kode limbah B356-1 dengan kategori bahaya kronis, berpotensi pada pencemaran lingkungan, dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat sekitar. Limbah las karbit dapat pula meningkatkan kinerja beton, yang dalam hal ini mempengaruhi karakteristik campuran seperti persen rongga dan ketahanan terhadap deformasi. Komposisi limbah karbit Budiarto 2007.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Limbah Karbit

Komposisi Kimia	Kandungan (%)
SiO <sub>2</sub>	0,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,20
CaO	72,33
Lain-lain	23,93

(Sumber : Budiarto, 2007)

Penambahan limbah karbit yaitu upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang diperlukan dalam terjadinya reaksi *pozzolanic*. Reaksi *pozzolanic* merupakan reaksi antara kalsium dengan *silikat* atau *aluminat* sehingga membentuk “*comenting agent*” berupa kalsium *silikat* dan *aluminat*. *Comenting agent* tersebut merupakan suatu massa yang keras dan kaku yang hampir sama dengan proses hidrasi pada *Portland Cement*.

#### 2.4 Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Kuat tekan didapatkan melalui tata cara pengujian standart menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder maupun kubus sampai hancur. Kuat tekan merupakan sifat paling penting bagi mortar ataupun beton. Kuat tekan mortar diperoleh dengan rumus :

$$f^c = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :  $f^c$  = Kuat tekan (Mpa)

F = Gaya beban maksimum (N)

A = Luas bidang permukaan (mm<sup>2</sup>)

#### 2.5 Laju Kenaikan Kuat Tekan

Menurut Tjokrodimuljo (2007 : 72), laju kenaikan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis semen, suhu sekeliling beton, faktor air semen, dan faktor lainnya yang sama dengan faktor yang mempengaruhi kuat tekan.

Peningkatan kuat tekan mortar terjadi karena pasta semen akan lebih banyak mengikat agregat sehingga ikatan butir antar pasir semakin kuat. Pemakaian berbagai jenis semen juga berpengaruh terhadap laju kenaikan kuat tekan beton, hal yang sama juga dapat terjadi laju kenaikan kuat tekan pada mortar (Andoyo, 2010).

## 2.6 Uji coba (*trial*)

### 2.6.1 Trial limbah las karbit

Membuat campuran limbah las karbit dengan kadar air (fas) yang berbeda dengan faktor koreksi (1,2) menggunakan cetakan kubus ukuran 5 x 5 cm yaitu :

- a. Limbah las karbit 150 gr : (fas) 0,4



Gambar 2.1 limbah las karbit (fas 0,4)

- b. Limbah las karbit 150 gr : (fas) 0,5



Gambar 2.2 limbah las karbit (fas 0,5)

- c. Limbah las karbit 150 gr : (fas) 0,6



Gambar 2.3 limbah las karbit (fas 0,6)



Gambar 2.4 kuat tekan (fas 0,4)



Gambar 2.5 kuat tekan (fas 0,5)



Gambar 2.6 kuat tekan (fas 0,6)

Dari percobaan diatas campuran kadar air (fas) yang tepat adalah 0,4 karena saat dikeluarkan dari cetakan tidak ada retakan dilihat secara fisik, uji kuat tekan mempunyai nilai yaitu 1,19 kN untuk fas 0,5 dan 0,6 tidak memiliki nilai kuat tekan yaitu 0.

#### 2.6.2 *Trial* semen dan limbah las karbit

Membuat campuran semen *portland* dan limbah las karbit yaitu :

- a. Semen 50% : limbah las karbit 50%



Gambar 2.7 campuran semen dengan limbah las karbit (50%:50%)

- b. Semen 75% : limbah las karbit 25%



Gambar 2.8 campuran semen dengan limbah las karbit (75%:25%)

- c. Semen 100% : limbah las karbit 0%



Gambar 2.9 campuran semen dengan limbah las karbit (100%:0%)



Gambar 2.10 kuat tekan (50%: 50%) Gambar 2.11 kuat tekan (75%:25%)



Gambar 2.12 kuat tekan (100%:0%)

Dari percobaan diatas uji kuat tekan yang paling besar yaitu 100% semen 0% limbah las karbit yaitu 71,38 kN dan yang paling kecil adalah 50% semen 50% limbah las karbit 23,11kN.

## 2.7 Kajian Pustaka

Penelitian mengenai limbah las karbit sebagai substitusi semen pernah dilakukan pada campuran untuk pembuatan *paving block*. Brian Bhakti Purnaseta Tokede melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* Batu Bara dan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran *Paving Block*”, dengan ukuran cetakan persegi panjang 20 cm x 10,5 cm x 8 cm. Faktor air semen 0,3 (FAS), variasi prosentase limbah las karbit dan *bottom ash* (13%, 14%, 15%, 16%, 17%) dan 30% perbandingan 1 : 3 (1 semen : 3 pasir). Hasil pengujian :

- a. Penggunaan limbah las karbit 13% = 12,47 MPa.
- b. Penggunaan limbah las karbit 14% = 13,73 MPa.
- c. Penggunaan limbah las karbit 15% = 15,19 MPa.
- d. Penggunaan limbah las karbit 16% = 13,49 MPa.
- e. Penggunaan limbah las karbit 17% = 11,88 MPa.

Dari hasil uji kuat tekan menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kuat tekan dari prosentase 13% sampai 15% limbah las karbit kemudian mengalami penurunan pada 16% - 17%. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan *silica* (Si) dan kalsium (Ca) yang dimiliki *bottom ash* lebih rendah dari kandungan Si dan Ca

pada semen. Penelitian juga dilakukan oleh Doni Kusuma tentang “Pemanfaatan Limbah Las Karbit Sebagai Campuran Pembuatan *Paving Block*” ukuran cetakan 22 cm x 11 cm x 5 cm prosentase limbah las karbit 37%, 40%, 43%, 45%, dan 47%. Hasil pengujian :

- a. Campuran 37% limbah karbit: 63% semen: 3 pasir = 126,44 kg/cm<sup>2</sup>.
- b. Campuran 40% limbah karbit: 60% semen: 3 pasir = 136,35 kg/cm<sup>2</sup>.
- c. Campuran 43% limbah karbit: 57% semen: 3 pasir = 141,31 kg/cm<sup>2</sup>.
- d. Campuran 45% limbah karbit: 55% semen: 3 pasir = 153,71 kg/cm<sup>2</sup>.
- e. Campuran 47% limbah karbit: 53% semen: 3 pasir = 170,22 kg/cm<sup>2</sup>.

Dari pengujian yang telah dilakukan pada setiap prosentase mengalami peningkatan kuat tekannya. Campuran 47% limbah las karbit: 53% semen: 3 pasir adalah memiliki nilai kuat tekan terbesar, dan campuran 37% limbah las karbit: 63% semen: 3 pasir memiliki kuat tekan terendah.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data penelitian, terlebih dahulu dipersiapkan tempat dan fasilitas (alat dan bahan) sebagai berikut :

1. Tempat penelitian dan pembuatan benda uji

Penelitian dan pembuatan benda uji mortar dilakukan di Laboratorium Struktur jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

2. Alat

- a. Ayakan dari ukuran besar sampai kecil.
- b. Timbangan.
- c. Oven.
- d. Baskom dan cawan.
- e. Jangka sorong.
- f. Picnometer 100 cc.
- g. Bejana baja.
- h. Mesin aduk mortar.
- i. Alat perojok dari besi f 16 mm dan panjang 60 cm.
- j. Cetakan mortar 5 cm x 5cm x 5cm.
- k. Desikator.
- l. Mesin uji kuat tekan beton.

3. Bahan

- a. Semen.
- b. Agregat halus (pasir).
- c. Limbah karbit didapatkan dari proses sisa pengelasan dibengkel las karbit.
- d. Air bersih.

### 3.2 Tahap Pengujian Material

#### 3.2.1 Semen

Untuk mengetahui sifat fisik semen dilakukan pengujian karakteristik sebagai berikut :

##### 1. Berat jenis semen

Pengujian dilakukan dengan cara masukkan semen kedalam picnometer, isi dengan minyak tanah lalu ditimbang. Bersihkan picno dari semen dan minyak, isikan picno dengan minyak tanah sampai batas dan ditimbang.

##### 2. Berat volume

Bertujuan mengukur berat volume/isi semen, yaitu perbandingan berat semen dengan volume cetakan.

Pengujian ada 2 macam :

- a. Tanpa rojokan : benda dimasukkan dalam cetakan silinder dan ratakan dengan spatula lalu hitung beratnya.
- b. Dengan rojokan : benda uji dimasukkan kedalam cetakan silinder dirojok setiap 1/3 lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.

#### 3.2.2 Agregat halus

##### 1. Analisa Saringan Pasir

- a. Bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran butiran atau gradasi pasir.
- b. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan pasir kedalam saringan dari ukuran yang paling besar diatas, getarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit. Selanjutnya pasir yang tertahan dalam masing masing saringan di timbang beratnya dan diketahui prosentase kelolosannya.

##### 2. Kelembaban Pasir

- a. Mengukur kelembaban/kadar air pasir dengan cara kering.
- b. Cara pengujian yaitu pasir di timbang kemudian masukan dalam oven selama 24 jam. Keluarkan pasir dalam oven dan dinginkan lalu timbang beratnya.

##### 3. Berat jenis pasir

- a. Mengukur berat jenis pasir dalam kondisi SSD (kering permukaan).

- b. Cara pengujian yaitu pasir kondisi SSD, dimasukkan kedalam picnometer dan isi dengan air lalu timbang.
4. Air resapan
    - a. Bertujuan untuk mengukur kemampuan menyerap air dan pasir.
    - b. Cara pengujian yaitu kondisi SSD ditimbang dan di oven selama 24 jam, setelah dingin ditimbang beratnya.
  5. Berat volume pasir
    - a. Mengukur berat volume pasir/isi pasir, yaitu perbandingan berat pasir dengan volume cetakan.
    - b. Prinsip pengujian ada 2 macam :
      - 1) Tanpa rojokan : benda dimasukkan kedalam cetakan silinder dan ratakan dengan spatula lalu hitung beratnya.
      - 2) Dengan rojokan : benda uji dimasukkan kedalam cetakan silinder setiap 1/3 lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.

### 3.2.3 Limbah karbit

#### A. Berat volume

- a. Bertujuan untuk mengukur berat volume atau berat isi yaitu perbandingan berat limbah karbit dengan volume cetakan.
- b. Prinsip pengujian ada 2 macam :
  - 1) Tanpa rojokan : benda dimasukkan kedalam cetakan silinder dan ratakan dengan spatula lalu hitung beratnya.
  - 2) Dengan rojokan : benda uji dimasukkan kedalam cetakan silinder setiap 1/3 lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.

#### B. Berat jenis

- a. Bertujuan untuk mengukur berat jenis limbah karbit.
- b. Cara pengujian yaitu masukkan limbah karbit kedalam picnometer dan isi dengan minyak tanah lalu ditimbang. Bersihkan picno dari limbah karbit dan minyak tersebut, isikan picno dengan minyak tanah sampai batas dan ditimbang.

### 3.3 Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar

#### 3.3.1 Penimbangan dan perhitungan bahan susun mortar

Tahap ini semua bahan dihitung kemudian ditimbang sesuai kebutuhan dari masing – masing komposisi campuran yaitu :

- |                    |               |                          |
|--------------------|---------------|--------------------------|
| a. Campuran (100%) | Semen : (0%)  | limbah karbit : 4 pasir. |
| b. Campuran (95%)  | Semen : (5%)  | limbah karbit : 4 pasir. |
| c. Campuran (90%)  | Semen : (10%) | limbah karbit : 4 pasir. |
| d. Campuran (85%)  | Semen : (15%) | limbah karbit : 4 pasir. |
| e. Campuran (80%)  | Semen : (20%) | limbah karbit : 4 pasir. |

Dengan masing – masing jumlah benda uji 10 buah setiap prosentase campuran, jadi total seluruh benda uji berjumlah 50 buah.

#### 3.3.2 Pembuatan pasta mortar

- Setelah masing – masing bahan ditimbang, bahan kemudian diaduk dalam keadaan kering sampai homogeny dalam bak adukan. Langkah ini dilakukan agar pencampuran bahan – bahan lebih mudah dan merata sehingga mendapatkan hasil yang merata.
- Tuangkan air ke dalam bak adukan dengan merata, kemudian aduk sampai didapatkan adukan yang merata.
- Diamkan selama kurang lebih 1 menit, di dalam bak adukan kemudian aduk kembali sampai benar – benar tercampur merata.

#### 3.3.3 Pembuatan benda uji mortar

Langkah – langkah pembuatan benda uji mortar adalah :

- Mengaduk kembali mortar yang ada di dalam mangkok dengan sendok pengaduk selama 15 menit.
- Masukkan mortar kedalam cetakan kubus, pengisian cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan tiap lapis dipadatkan 32 kali. Pencetakan kubus mortar harus sudah dimulai paling lama 2,5 menit setelah pengadukan.
- Meratakan permukaan kubus mortar dengan menggunakan sendok perata.
- Setelah itu cetakan dibuka dan mortar dibiarkan 24 jam.

- e. Mengumpulkan kubus – kubus mortar untuk disimpan di tempat tertentu untuk masa perawatan benda uji.

### 3.4 Perawatan Benda Uji

Setelah benda uji mortar didiamkan selama 24 jam, cetakan mortar dilepas dan benda uji diberi tanda, langkah selanjutnya lakukan proses perendaman dalam jangka waktu sesuai dengan umur mortar yang akan di uji yaitu 14 hari dan 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian dihari 14 dan 28 benda uji diangkat 1-2 hari sebelum hari pengujian pada kolam perendaman agar benda uji benar – benar kering.

### 3.5 Uji Mortar

#### 3.5.1 Pengujian kuat tekan mortar

langkah-langkah pengujian kuat tekan kubus mortar adalah sebagai berikut :

1. Masing – masing benda uji diukur panjang, lebar, tingginya, dan ditimbang beratnya serta hitung luas bidang tekannya (A).
2. Letakkan benda uji pada mesin uji tekan secara simetris atau tepat pada *center*.
3. Menyalakan mesin tekan dengan penambahan berat yang konstan. Perhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan yang terjadi.
4. Letakkan pembebanan sampai benda uji hancur (beban maksimum), kemudian baca beban maksimum yang dapat ditahan benda uji dengan melihat jarum manometer.

### 3.6 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data meliputi :

$$1. \text{BJ semen} = 0,8 \frac{W_1}{(W_1 - W_2 + W_3)} \dots\dots\dots(3-2)$$

Dimana : W1 = Berat semen (gr)  
W2 = Berat semen + minyak + picnometer (gr)  
W2 = Berat picnometer + minyak (gr)

$$2. \text{ Berat volume semen} = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots(3-3)$$

Dimana W1 = Berat silinder (gr)

W2 = Berat silinder + semen (gr)

V = Volume silinder (gr)

$$3. \text{ Kelembaban pasir} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(3-4)$$

Dimana : w1 = berat pasir asli (gr)

w2 = berat pasir kering oven. (gr)

$$4. \text{ Berat jenis pasir} = \frac{W_1}{(W_1 - W_2 + W_3)} \dots\dots\dots(3-5)$$

Dimana : W1 = berat pasir SSD (gr)

W2 = berat picnometer + pasir + air (gr)

W3 = berat picnometer + air (gr)

$$5. \text{ Kadar air resapan} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(3-6)$$

Dimana : W1 = berat pasir SSD (gr)

W2 = berat pasir oven (gr)

$$6. \text{ Berat volume pasir} = \frac{W_1 - W_2}{V} \dots\dots\dots(3-7)$$

Dimana : W1 = berat silinder (gr)

W2 = berat silinder + berat pasir (gr)

V = volume silinder (gr)

$$7. \text{ Berat volume limbah karbit} = \frac{W_1 - W_2}{V} \dots\dots\dots(3-8)$$

Dimana : W1 = berat silinder (gr)

W2 = berat silinder + limbah karbit (gr)

V = volume silinder (gr)

$$8. \text{ Berat jenis limbah karbit} = 0,8 \frac{W_1}{(W_1 - W_2 + W_3)} \dots\dots\dots(3-9)$$

Dimana :  $W_1$  = berat limbah karbit (gr)

$W_2$  = berat limbah karbit + minyak + picnometer (gr)

$W_3$  = berat picnometer + minyak (gr)

$$9. \text{ Kuat tekan mortar } f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-10)$$

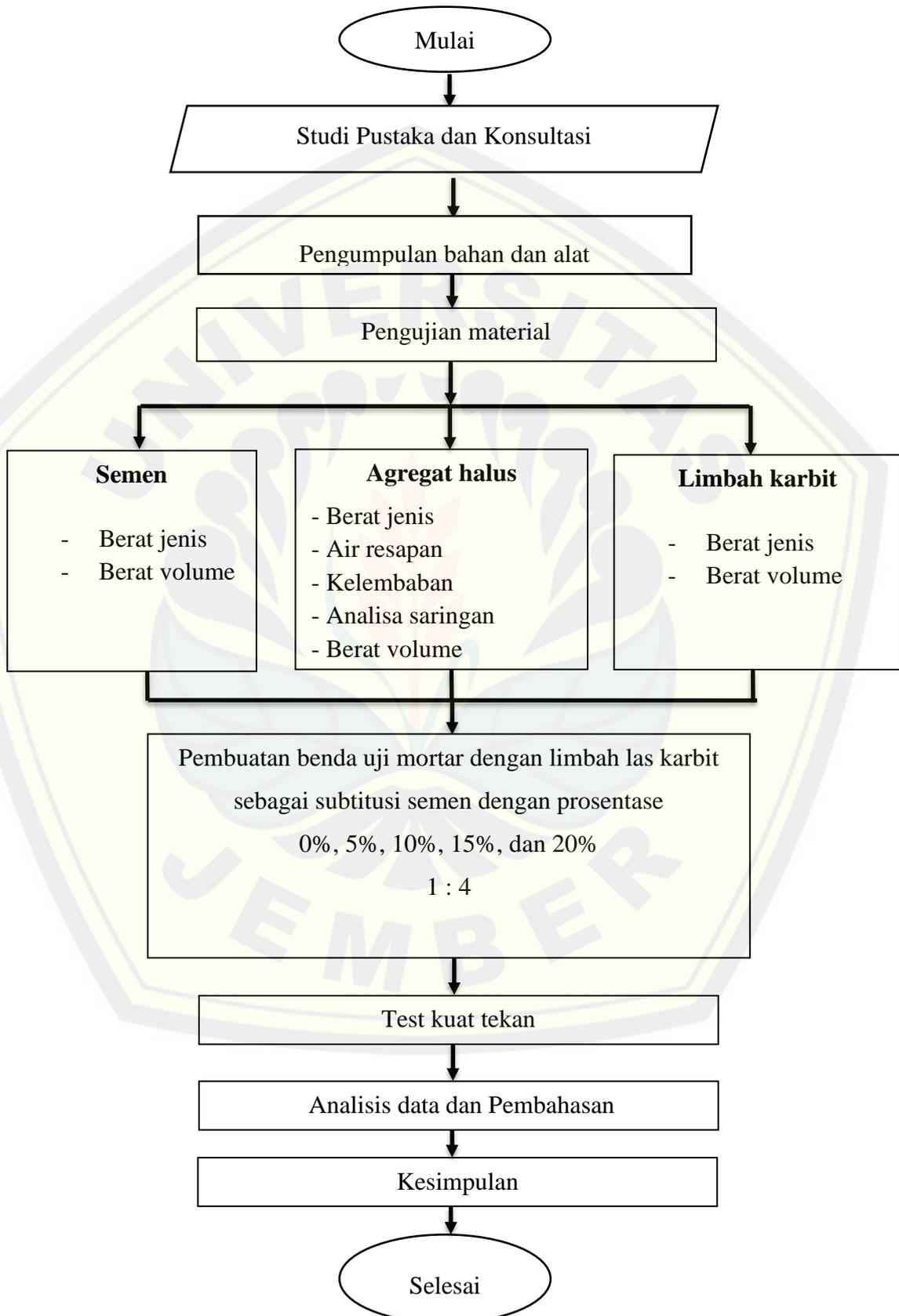
Dimana :  $f_c$  = Kuat tekan mortar ( $\text{Kg/cm}^2$ )

$P$  = Gaya beban maksimum (Kg)

$A$  = Luas bidang permukaan ( $\text{cm}^2$ )

Pembahasan pada penelitian ini adalah mengacu pada kuat tekan mortar normal terhadap campuran limbah las karbit.

### 3.7 Bagan Alir Kegiatan Penelitian



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dilaboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember maka dapat ditunjuk hasil, yaitu : Mortar dengan campuran 100% semen 0% limbah las karbit memiliki kuat tekan rata-rata terbesar dalam penelitian ini yaitu sebesar 17,89 Mpa 14 hari dan 22,04 Mpa 28 hari. Mortar dengan campuran 80% semen 20% limbah las karbit memiliki kuat tekan rata-rata terendah yaitu sebesar 9,81 Mpa 14 hari dan 13,01 Mpa 28 hari, maka dapat disimpulkan bahwa bertambahnya prosentase limbah las karbit nilai kuat tekan semakin menurun.

### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu ditambahkan bahan campuran alternatif lain untuk limbah las karbit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Sulhan. 2011. Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur Tinjauan Terhadap Angka Keleccakan, Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Rekat. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Andoyo. 2006. *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Serapan Air pada Mortar*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Anonim. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 (PUBI-1982)*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman. Balitbang Dep. PU.
- Anonim. 1989. *Standar Nasional Indonesia*. SK SNI S – 04 – 1989 – F. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Kadimas, Irenius O.R, Jusuf J.S. Pah, dan Bella Rosmiyati A. 2017. Penggunaan Pasir Weol Sebagai Bahan Campuran Mortar dan Beton Struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. VI, No 1.
- Mulyono Tri. 2006. *Teknologi beton*.
- Murdock, L. J. & Brook, K. M. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. EdisiIV. Jakarta:ERLANGGA
- Rajiman. (2015). Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Dan Material Agregat Alam (Fledspart) Terhadap Sifat Fisik Beton. *Tapak Vol. 4 No. 2*, 118-124 SNI 03-0691-1996 klasifikasi *paving block* (bata beton)
- Tjokrodikuljo. K. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Nafiri.
- TokedeBrian Bhakti Purnaseta. (2018). Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Batu Bara dan Limbah Karbit Sebagai Sustitusi Semen Pada Campuran Paving Block. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*. Vol. 1: hal.40-48
- Wardhono, Arie. (2018). Pengaruh Penggunaan *bottom ash* Batu Bara dan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran *Paving block*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

LAMPIRAN

Dokumentasi







## 1. Analisis Pengujian Material

## A. Semen

berat volume						
jenis pengujian	kondisi padat (Kg)			kondisi gembur (Kg)		
	1	2	3	1	2	3
berat silinder (W1)	7.080	7.080	7.080	7.080	7.080	7.080
berat silinder +semen (W2)	10.800	10.880	10.840	10.100	9.870	9.850
berat semen (W2-W1)	3.720	3.800	3.760	3.020	2.790	2.770
volume silinder (V)	0.003076958	0.003076958	0.003076958	0.003076958	0.003076958	0.003076958
berat volume	1208.98639	1234.986098	1221.986244	981.4889512	906.7397927	900.2398659
berat volume rata-rata (kg/m3)	1221.986			929.490		

1075.74

berat jenis	
jenis pengujian	nilai
berat benda uji semen (gram) (W)	65
tinggi minyak (cc) (v1)	0.2
tinggi minyak+semen (cc) (v2)	21.4
volume benda uji (cc)	21.2
berat jenis	3.066
bj minyak tanah =	0.8

## B. Agregat Halus (pasir)

Analisa Saringan Pasir (ASTM C 136 - 76)

Saringan		Tertinggal Pada Saringan		% Kumulatif	
Nomor	mm	gram	%	Tinggal	Lolos
4	4.76	0.40	0.04	0.04	99.96
8	2.38	101.20	10.12	10.16	89.84
16	1.19	159.30	15.93	26.09	73.91
30	0.59	311.50	31.15	57.24	42.76
50	0.297	264.70	26.47	83.71	16.29
100	0.149	116.50	11.65	95.36	4.64
pan	0.00	46.40	4.64	100	0.00
<b>Jumlah</b>		1000.00	100		

Menentukan Kelembaban Pasir (ASTM C 556 - 72)

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir Asli (W1)	250.00	250.00	250.00
Berat Pasir Oven (W2)	234.30	234.60	230.30
$Kp = \frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100\%$	6.70%	6.56%	8.55%

**Kelembaban Pasir Rata-Rata = 7.27%**

Menentukan Berat Jenis Pasir (ASTM C 128 - 78)

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Picnometer+Pasir+ Air (W2)	166.74	163.81	166.24
Berat Pasir SSD (W1)	50.00	50.00	50.00
Berat Picnometer+Air (W3)	134.17	131.6	134.06
$Bj\ Pasir = \frac{(W1)}{(W1 - W2 + W3)}$	2.869	2.811	2.806

**Bj Pasir Rata-Rata = 2.828**

Menentukan Air Resapan Pasir (ASTM C 128)

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Pasir SSD (W1)	100.00	100.00	100.00
Berat Pasir Oven (W2)	99.70	99.80	99.60
$KAR = \frac{W1-W2}{W2} \times 100\%$	0.30%	0.20%	0.40%

**KAR Pasir Rata-Rata = 0.30%**

Menentukan Berat Volume Pasir (ASTM C 29 - 78)

Percobaan Nomor	Dengan Rojokan		Tanpa Rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (W1)	7050	7050	7050	7050
Berat Silinder+Pasir (W2)	19050	19060	20430	20480
Berat Pasir (W2-W1)	12000	12010	13380	13430
Volume Silinder (V)	9807.70	9807.70	9807.70	9807.70
$BV = \frac{(W2-W1)}{V}$	1.224	1.225	1.364	1.369

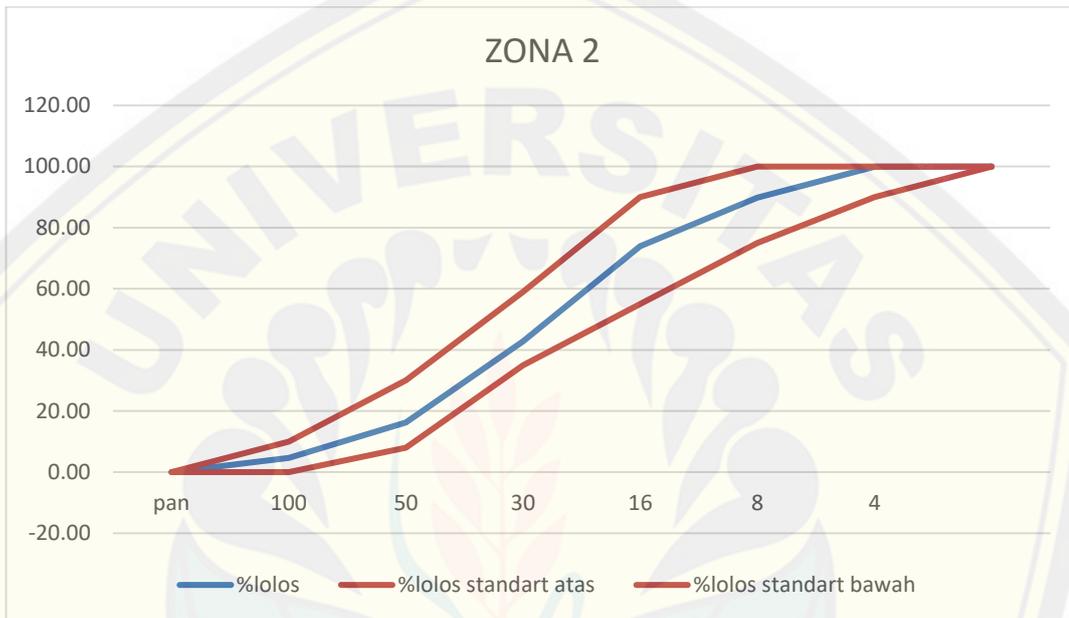
**BV Pasir Rata-Rata = 1.295 gram/cm<sup>3</sup>  
1295.41 Kg/m<sup>3</sup>**

Menentukan Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur dengan Cara Basah

Percobaan Nomor	1	2	3
Tinggi Lumpur (h)	2	1	0.5
Tinggi Pasir (H)	298	299	299.5
Kadar Lumpur = $\frac{h}{H}$	0.67%	0.33%	0.17%

**Kadar Lumpur Rata-Rata = 0.39%**

ZONA 2								
	pan	100	50	30	16	8	4	
%lolos	0.00	4.64	16.29	42.76	73.91	89.84	99.96	100
%lolos standart atas	0	10	30	59	90	100	100	100
%lolos standart bawah	0	0	8	35	55	75	90	100



### C. Limbah Las Karbit

jenis pengujian	berat volume setelah dioven					
	kondisi padat (Kg)			kondisi gembur (Kg)		
	1	2	3	1	2	3
berat silinder (W1)	7.080	7.080	7.080	7.080	7.080	7.080
berat silinder + lk (W2)	10.000	10.110	10.110	9.300	9.400	9.270
berat lk (W2-W1)	2.920	3.030	3.030	2.220	2.320	2.190
volume silinder (V)	0.003076958	0.003076958	0.003076958	0.003076958	0.003076958	0.003076958
berat volume	948.9893171	984.7389147	984.7389147	721.4918781	753.9915122	711.7419878
berat volume rata-rata (kg/m3)	972.822			729.075		

850.95

berat jenis	
jenis pengujian	nilai
berat benda uji lk (gram) (W)	65
tinggi minyak (cc) (v1)	0.6
tinggi minyak+lk (cc) (v2)	23.8
volume benda uji (cc) (v2 - v1)	23.2
berat jenis (w/v2 - v1)	2.802

## 2. Campuran Kebutuhan Mortar

5	cm x	5	cm x	5	cm =	125	cm <sup>3</sup>
						0.000125	m <sup>3</sup>
BV Semen =	1221.986	kg/m <sup>3</sup>	fas =	0.5			
BV Pasir =	1295.410	kg/m <sup>3</sup>					

kebutuhan campuran material mortar						
kode sampel	jumlah benda uji	prosentase limbah karbit (%)	komposisi 6 buah benda uji			
			semen	limbah karbit	pasir	air
A0	6	0	0.305	0	1.295	0.153
A1		5	0.290	0.015	1.295	0.153
A2		10	0.275	0.031	1.295	0.153
A3		15	0.260	0.046	1.295	0.153
A4		20	0.244	0.061	1.295	0.153

## 3. Kuat Tekan

Benda Uji		Tekan				
u/ uji		Tekan				
nama BU		0%	5%	10%	15%	20%
umur 14 hr	bu 1	42.12	35.14	33.99	29.18	24.82
	bu 2	44.7	37.31	33.95	28.28	25.13
	bu 3	47.38	39.63	32.42	29.44	23.59
umur 28 hr	bu 4	55.09	49.98	42.56	37.76	31.25
	bu 5	52.43	49.38	40.18	35.71	33.18
	bu 6	57.76	50.94	44.92	39.63	33.16

(Mpa)

Benda Uji		Tekan				
u/ uji		Tekan				
nama BU		0%	5%	10%	15%	20%
umur 14 hr	bu 1	16.85	14.06	13.60	11.67	9.93
	bu 2	17.88	14.92	13.58	11.31	10.05
	bu 3	18.95	15.85	12.97	11.78	9.44
umur 28 hr	bu 4	22.04	19.99	17.02	15.10	12.50
	bu 5	20.97	19.75	16.07	14.28	13.27
	bu 6	23.10	20.38	17.97	15.85	13.26
Rata" 7hr		17.89	14.94	13.38	11.59	9.81
Rata" 28hr		22.04	20.04	17.02	15.08	13.01

