

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI**

**BAHAN PENGISI**

**UNTUK KUAT TEKAN MORTAR**

*(Studi Penelitian)*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**LANJAR AYUN**  
**1107210096**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2016**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Lanjar Ayun

NPM : 1107210106

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : PEMANFAATAN ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI  
BAHAN PENGISI UNTUK KUAT TEKAN MORTAR

Bidang ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2016

Mengetahui dan menyetujui:

Pembimbing I/Penguji

Pembimbing II/Penguji

Ir. Ellyza Charina, MSi.

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc.

Pembanding I/Penguji

Dr. Ade Faisal, ST, MSc.  
Pembanding II/Penguji

Mizanuddin Sitompul, ST, MT

Program Studi Teknik Sipil  
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc.

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Lanjar Ayun

Tempat/tgl. Lahir: Singkil, 10 Oktober 1992

NPM : 1107210096

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PEMANFAATAN ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN PENGISI UNTUK KUAT TEKAN MORTAR”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juni 2017

Materai  
Rp  
6000

aya yang menyatakan,  
(Lanjar Ayun)

## **ABSTRAK**

### **PEMANFAATAN ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN PENGISI UNTUK KUAT TEKAN MORTAR (STUDI PENELITIAN)**

Lanjar Ayun  
1107210096

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.  
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc.

Seiring meningkatnya perindustrian di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang terus berkembang. Hal ini mengakibatkan munculnya benda-benda tak habis pakai atau limbah menumpuk. Salah satu limbah yang belum begitu banyak diteliti sebagai bahan dalam campuran mortar yaitu abu tongkol jagung. Pada penelitian ini, abu tongkol jagung sebagai bahan pengisi dari penggunaan semen dalam campuran mortar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan kadar abu tongkol jagung terhadap kuat tekan mortar. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dengan menggunakan metode dan langkah-langkah sesuai SNI 03-2834-1993. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan pemanfaatan abu tongkol jagung dalam pembuatan mortar, dengan variasi penambahan abu tongkol jagung 4 %, dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan normalnya sebesar 14.094 Mpa dan variasi penambahan abu tongkol jagung pada 4 % yaitu 9,189 Mpa pada umur 7 hari dan 14,484 Mpa pada umur 28 hari. Untuk penambahan abu tongkol jagung pada 6 % adalah 8.438 Mpa umur 7 hari dan 13.293 Mpa pada umur 28 hari. Melihat dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa variasi penambahan abu tongkol jagung 4 % mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 2.767 % dan variasi penambahan abu tongkol jagung 6 % mengalami penurunan kuat tekan mortar sebesar 5.683 %.

Kata kunci: Mortar, Abu Tongkol Jagung, Kuat Tekan Mortar.

## **ABSTRACT**

### **THE USE OF CORN COB ASH AS FILLER MATERIALS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR (RESEARCH STUDY)**

Lanjar Ayun

1107210096

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc.

*As the increasing of industry in this globalization era and the evolve of technology. It caused the appear of objects which is not consumable (waste) accumulates. One of the waste that has not been that much researched as a composition in mortars mixture is corn cob ash. In this research, corn cob ash as the replacement composition of cement in mortars mixture. This research was purposed to determine the extent of the corn cob ashes effect levels to the mortars compressive strength quality. This research was conducted at the Laboratory of Civil Engineering Muhammadiyah University of North Sumatera, using methods and measures in accordance with SNI 03-2834-1993. The experiment about mortars with rason to using corn cob ash, by addition 4 % and 6 %. The results showed that the normal compressive of 14.094 Mpa. The experiment result showed that strenght and pull strenght at 4 % that is 9.189 Mpa at the age of 7 days and 14.484MPa at the age of 28 days. For the addition of corn cob ash at 6% is 8.438 Mpa age of 7 days and 13.293 Mpa at 28 days. See from the results, it can be concluded that addition of 4 % corn cob ash increased compressive strenght of 2.767 % and the variation of the addition of corn cob ash 6 % decline mortar compressive strenght of 5.683 %.*

*Keywords : Mortar, Corn Cob Ash, Mortar Compressive Strength.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pemanfaatan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Pengisi Untuk Kuat Tekan Mortar” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si., selaku Dosen Pembimbing - I dalam penulisan tugas akhir ini dan juga pelaksana Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST. MSc., selaku Dosen Pembimbing - II dalam penulisan tugas akhir ini .
3. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing - I dalam penulisan tugas akhir ini dan juga Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Mizanuddin Sitompul, ST, MT selaku Dosen Pembimbing - II dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Ibu Irma Dewi, S.T., M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Tukiman dan Ibunda tercinta Sartinah yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
9. Terima Kasih kepada Riya Afrida ST, Kakanda Jerry Haposan ST, Kakanda Huly Rizka ST, Rizki Erriagusta ST, Arya Beni ST, Rendi Vianda ST, Iwan Rahmat, Chaidir, Sitz Jibril Ulunggara C, Darwin ST, Muhammad Reza Syahputra, rekan teknik sipil 11, Keluarga Besar Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga tugas akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Amin.

Medan, September 2016

Penulis

Lanjar Ayun  
1107110096

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi	4
1.7 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Mortar	6
2.2 Material Pembentuk Campuran Mortar	7
2.2.1. Semen	7
2.2.2. Agregat	8
2.2.3. Air	12
2.2.4. Abu Tongkol Jagung	13
2.3 Perencanaan Pembuatan Campuran Buatan Mortar	
	vii

Standar Menurut SNI 03-2834-1993	14
2.4 <i>Slump Test</i>	22
2.5 Perawatan Mortar	23
2.6 Pengujian Kuat Tekan	24
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>25</b>
3.1 Umum	25
3.1.1 Metodologi Penelitian	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Bahan dan Peralatan	27
3.3.1. Bahan	27
3.3.2. Peralatan	27
3.4 Persiapan Penelitian	28
3.5 Pemeriksaan Agregat	28
3.6 Pemeriksaan Agregat Halus	28
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	28
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	29
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	30
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	30
3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus	31
3.7 Perencanaan Campuran Mortar	34
3.8 Pelaksanaan Penelitian	34
3.9.1. <i>Trial Mix</i>	34
3.9.2. Pembuatan Benda Uji	35
3.9.3. Pengujian <i>Slump</i>	35
3.9.4. Perawatan Mortar	35
3.9.5. Pengujian Kuat Tekan	35
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>36</b>
4.1 Perencanaan Campuran Mortar ( <i>Mix Design</i> )	36
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	42
4.2 Pembuatan Benda Uji	46
4.3 <i>Slump Test</i>	47
4.4 Kuat Tekan Mortar	48

4.4.1 Kuat Tekan Mortar Normal	49
4.4.2 Kuat Tekan Mortar Abu Tongkol Jagung 4%	49
4.4.3. Kuat Tekan Mortar Abu Tongkol Jagung 6%	50
4.5 Pembahasan	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIR	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas gradasi agregat halus	9
Tabel 2.2	Batasan kimia untuk air campuran	13
Tabel 2.3	Komposisi kimia abu tongkol jagung	14
Tabel 2.4	Faktor pengali untuk standard deviasi bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30	14
Tabel 2.5	Tingkat mutu pekerjaan pemortaran	15
Tabel 2.6	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pemortaran dalam lingkungan khusus	17
Tabel 2.7	Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan mortar	18
Tabel 2.8	Koefisien perbandingan kekuatan tekan mortar pada berbagai umur	24
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	29
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	29
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	30
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	31
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	31
Tabel 4.1	Perencanaan campuran mortar	37

Tabel 4.2	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 3 benda uji	39
Tabel 4.3	Banyak abu tongkol jagung dan semen yang dibutuhkan untuk 3 benda uji	40
Tabel 4.4	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji	41
Tabel 4.5	Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	48
Tabel 4.6	Hasil pengujian kuat tekan mortar normal	49
Tabel 4.7	Hasil pengujian kuat tekan mortar abu tongkol jagung 4%	50
Tabel 4.8	Hasil pengujian kuat tekan mortar abu tongkol jagung 6%	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar	10
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir agak kasar	10
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus	11
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus	11
Gambar 2.5	Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)	16
Gambar 2.6	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	19
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	19
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	20
Gambar 2.9	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi mortar	21
Gambar 2.10	Tipe-tipe keruntuhan <i>slump</i>	23
Gambar 3.1	Bagan metodologi penelitian	26
Gambar 3.2	Gradasi agregat halus (zona 1 pasir kasar)	34
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus mortar	43
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	44
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi mortar	45
Gambar 4.4	Beban tekan pada benda uji kubus	48
Gambar 4.5	Grafik perbandingan kuat tekan mortar	52
Gambar 4.6	Grafik persentase kenaikan/penurunan kuat tekan mortar	53

## DAFTAR NOTASI

$A$	=	Luas penampang	(cm <sup>2</sup> )
$B_j$	=	Berat jenis	gr/cm <sup>3</sup>
$B_{jh}$	=	Berat jenis agregat halus	-
$B_{j\text{camp}}$	=	Berat jenis agregat campuran	-
$FM$	=	Modulus kehalusan	-
$f'_c$	=	Kuat tekan	(MPa)
$n$	=	Jumlah benda uji	(Buah)
$P$	=	Beban tekan	(kg)
$t$	=	Tinggi benda uji	(cm)
$V$	=	Volume	(cm <sup>3</sup> )
$W$	=	Berat	(kg)
$\phi$	=	Diameter	(cm)
$Kh$	=	Persentasi berat agregat halus terhadap agregat campuran	(%)
$C_a$	=	Absorpsi air pada agregat halus	(%)
$C_k$	=	Kadar air pada agregat halus	(%)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Mortar merupakan salah satu bahan bangunan yang berfungsi untuk merekatkan pasangan batu bata, batako, plesteran dan sebagainya. Selama ini mortar masih menggunakan agregat halus atau pasir dan semen *portland* sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif pengikat lainnya yang memiliki harga lebih murah dan diprediksi dapat meningkatkan sifat mekanik mortar. Bahan pengikat alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pembakaran abu tongkol jagung.

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

Mortar digolongkan menurut penggunaannya, misalnya untuk sambungan, tembok, tahan air, tahan api dan seterusnya. Mortar untuk sambungan digunakan untuk menyambungkan bata, batu, dan blok beton. mortar tembok yang dipergunakan dalam berbagai perbandingan campuran untuk memenuhi keperluan pekerjaan. pekerjaan penghalusan, pelapisan kedua dan penyelesaian (Surdia, 1996).

Mortar dan beton dibuat dari semen dan agregatnya yang di campur dengan air. Yang perlu diketahui dari bahan bangunan adalah kuat tekan. Dalam hubungan dengan panas maka mortar juga perlu diketahui sifat - sifatnya, misalnya sebuah dinding yang terbuat dari beton mempunyai konduktifitas yang berbeda dengan bahan bangunan erat sekali hubungannya dengan penggunaan bahan bangunan (Daryanto, 1994).

Mortar dapat digunakan dalam bentuk pasta kubus beton struktur maupun struktural, misalnya pada pekerjaan pasangan dinding bata atau batako, pekerjaan plesteran dinding, pekerjaan pasangan keramik dinding, pekerjaan perataan dasar lantai sampai pada pekerjaan pasangan keramik lantai (Prasetiyo, 2008).

Indonesia sebagai negara agraris memiliki kekayaan alam dari struktur perkebunan. Berbagai jenis perkebunan yang dapat menjadi komoditif ekspor dapat ditemukan di Indonesia seperti perkebunan kelapa sawit karet, tembakau, jagung, tebu, perkebunan buah - buahan dan lainnya.

Tingginya permintaan jagung sebagai bahan produksi pakan ternak ataupun digunakan sebagai kebutuhan pokok masyarakat yang terus meningkat membawa dampak terhadap peningkatan limbah tongkol jagung. Tongkol jagung yang merupakan limbah buangan ini belum dapat dimanfaatkan secara maksimal, namun sebagian masyarakat memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan asesoris lampu dan alat - alat rumah tangga.

Penelitian ini mencoba membandingkan kuat tekan mortar normal dengan abu hasil pembakaran tongkol jagung sebagai agregat halus untuk kuat tekan mortar. Adapun penelitian ini diambil karena penggunaan abu tongkol jagung untuk kuat tekan beton sudah pernah dicoba oleh Erriagusta (2015). Dimana penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi mortar dengan memanfaatkan limbah yang tidak memiliki nilai jual.

## **1.2 Permasalahan**

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Pada perencanaan campuran mortar, apakah metode yang digunakan?
2. Mampukah abu tongkol jagung sebagai *filler* pada agregat halus untuk sebagai bahan campuran mortar?
3. Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah apakah dengan penambahan abu tongkol jagung pada campuran mortar dapat memperbaiki kualitas dari mortar itu sendiri?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penulis dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan abu pembakaran tongkol jagung terhadap kekuatan mortar.
2. Mengetahui hasil pengujian pada mortar normal dan mortar dengan campuran abu pembakaran tongkol jagung pada masing-masing variasi.
3. Membandingkan hasil pengujian kuat tekan mortar normal dan mortar dengan campuran abu pembakaran tongkol jagung, apakah terjadi kenaikan atau penurunan kuat tekan.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Sehubungan dengan luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu yang ada, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan penulis bahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kuat tekan mortar normal dan mortar yang diberi abu pembakaran tongkol jagung sebagai agregat halus dan membandingkan hasilnya.
2. Penggunaan abu pembakaran tongkol jagung sebagai agregat halus sebanyak 4% dan 6% dalam pembuatan mortar untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan.
3. Metode untuk perencanaan campuran adukan mortar menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993) yang di modifikasi.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat dapat mengetahui fungsi lebih dari abu pembakaran tongkol jagung. Selain itu diharapkan abu pembakaran tongkol jagung sebagai bahan campuran dalam pembuatan mortar dapat digunakan dalam teknologi mortar.

#### **1.6 Metodologi**

- A. Pengambilan data

Pengambilan data untuk penulisan Tugas Akhir ini didapat dengan beberapa cara:

1. Data primer adalah data-data yang diperoleh langsung dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium.
2. Data sekunder adalah data-data yang diperoleh dari sumber-sumber yang terkait seperti data teknis SNI (Standar Nasional Indonesia), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

#### B. Analisa data

1. Setelah seluruh data-data yang diperlukan telah terkumpul, baru kemudian dilakukan analisa data guna untuk menentukan perencanaan suatu campuran mortar (*mix design*) dan didapat suatu perbandingan campuran, selanjutnya dilakukan penimbangan kebutuhan material untuk pembuatan benda uji.
2. Adapun metode untuk perencanaan campuran (*mix design*) menggunakan metode SNI, dilakukan dengan cara penimbangan berat material dan pemeriksaan kuat tekan mortar (*compression test*) dengan menggunakan alat mesin penguji.

### 1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan masing-masing bab adalah sebagai berikut:

#### BAB 1 Pendahuluan

Bab ini mencakup umum, latar belakang penelitian, permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi dan sistematika penulisan.

#### BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang teori yang mendasari penelitian.

#### BAB 3 Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang diagram alir penelitian, peralatan, bahan-bahan, pembuatan sampel uji, pengujian sampel.

#### BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang hasil penelitian dan menganalisis data yang diperoleh dari penelitian.

#### BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang didapat berdasarkan data-data setelah dilakukannya penelitian.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Mortar**

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

Dalam *SNI 03-6882-2002* dan *ASTM C 270*, mortar diklasifikasikan menjadi 4 tipe berdasarkan proporsi bahan (*proportion specifications*) dan sifat mortar (*propety specifications*), yaitu : M, S, N, dan O, yang masing-masing tipe terdiri atas agregat halus pasir, air, dan semen.

Persyaratan spesifikasi sifat mortar yang disiapkan di laboratorium harus terdiri dari suatu bahan pengikat bersifat semen, agregat dan air seluruhnya harus memenuhi persyaratan bahan. Menurut *ASTM C270* standar mortar berdasarkan kekuatannya dibedakan sebagai berikut:

- Mortar tipe M

Mortar tipe M adalah adukan dengan kuat tekan yang tinggi. Kuat tekan minimumnya 175 kg/cm<sup>2</sup>.

- Mortar tipe N

Mortar tipe N adalah adukan kuat tekan sedang. kuat tekan minimumnya adalah 124 kg/cm<sup>2</sup>.

- Mortar tipe S

Mortar tipe S adalah adukan dengan kuat tekan sedang. Kuat tekan minimumnya adalah 52,5 kg/cm<sup>2</sup>.

- Mortar tipe O

Mortar tipe O adalah adukan dengan kuat tekan rendah. Kuat tekan minimumnya adalah 24,5 kg/cm<sup>2</sup>.

- Mortar tipe K

Mortar tipe K adalah adukan dengan kuat tekan rendah. Kuat tekan minimumnya adalah 5,25 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.2. Material Pembentuk Campuran Mortar

### 2.2.1. Semen

Semen *Portland Pozzolan* adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen *portland* dengan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen *portland* dan *pozzolan* bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen *portland* dengan bubuk *pozzolan*, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar *pozzolan* 6 % sampai dengan 40 % massa semen *portland pozzolan* (SNI 15-0302-2004).

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

a. Tipe I (*Normal portland cement*)

Semen *portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.

b. Tipe II (*High – early – strength portland cement*)

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan mortar yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam *sulfat*) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa.

c. Tipe III (*Modified portland cement*)

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen jenis ini

digunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (*winter season*).

d. Tipe IV (*Low heat portland cement*)

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar dan masif, umpamanya untuk pekerjaan bendung, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya.

e. Tipe V (*Sulfate resisting portland cement*)

Semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung *sulfat* dalam persentase yang tinggi.

Menurut Murdock dan Brook (1979), secara garis besar ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen *portland*, yaitu:

- a. *Trikalsium Silikat* ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi  $\text{C}_3\text{S}$ .
- b. *Dikalsium silikat* ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi  $\text{C}_2\text{S}$ .
- c. *Trikalsium Aluminat* ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi  $\text{C}_3\text{A}$ .
- d. *Tertakalsium aluminoforit* ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi  $\text{C}_4\text{AF}$ .

### 2.2.2. Agregat

Agregat merupakan komponen mortar yang paling berperan dalam menentukan besarnya kuat tekan. Pada mortar biasanya terdapat sekitar 100% volume agregat halus, karena mortar tidak menggunakan agregat kasar. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI-03-2834-1993).

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971) agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan mortar harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam, dan keras.
2. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063mm.
4. Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
5. Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.
6. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk mortar.

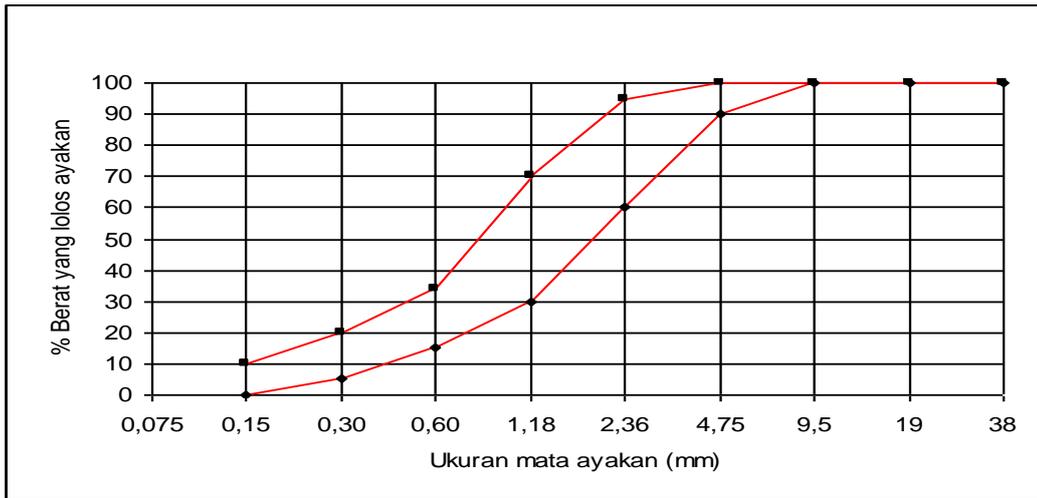
Persyaratan batas gradasi agregat halus juga dijelaskan pada SNI-03-2834-1993 seperti Tabel 2.1, Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3, dan Gambar 2.4.

Tabel 2.1: Batas Gradasi Agregat Halus (SNI-03-2834-1993).

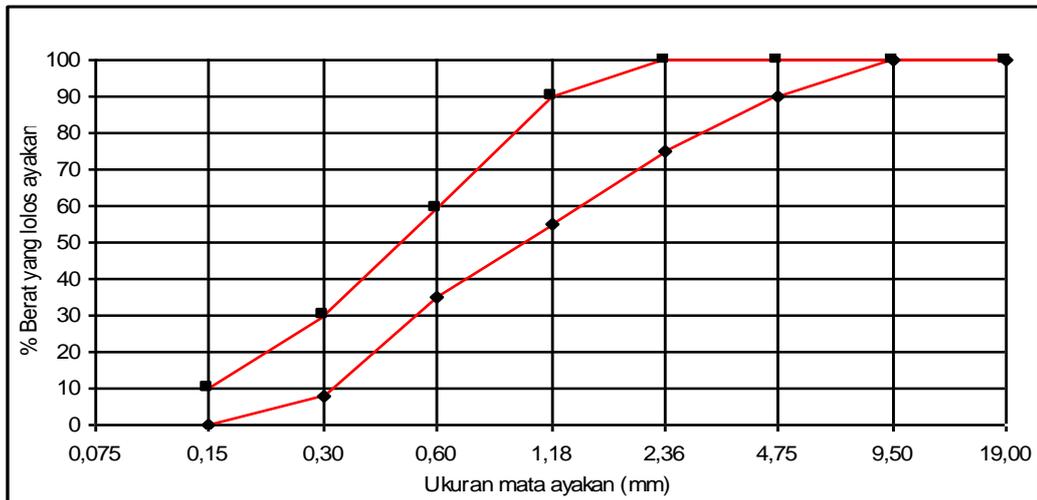
Lubang Ayakan (mm)	No.	Persen Berat Butir yang Lolos Ayakan			
		1	2	3	4
9.6	3/8 in	100	100	100	100
4.8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

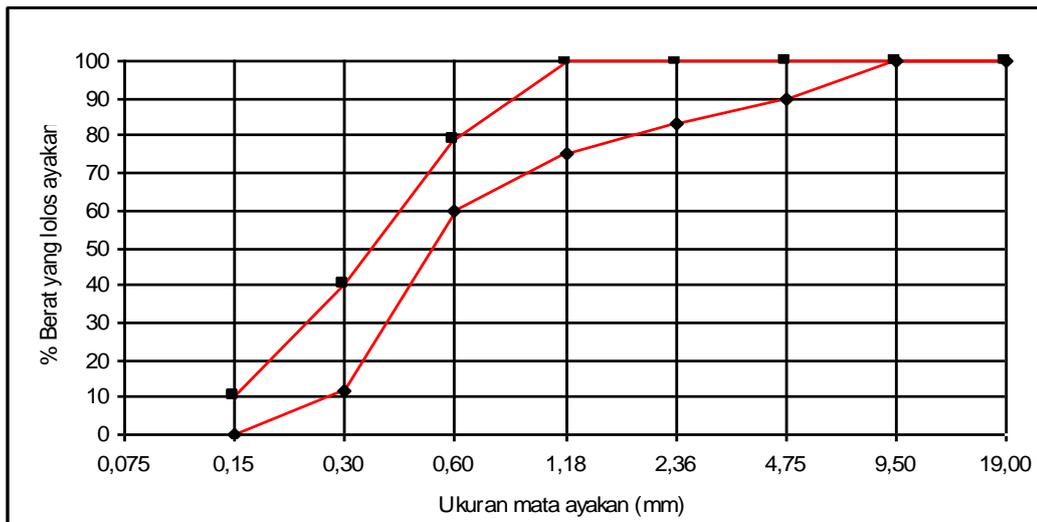
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
- Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.



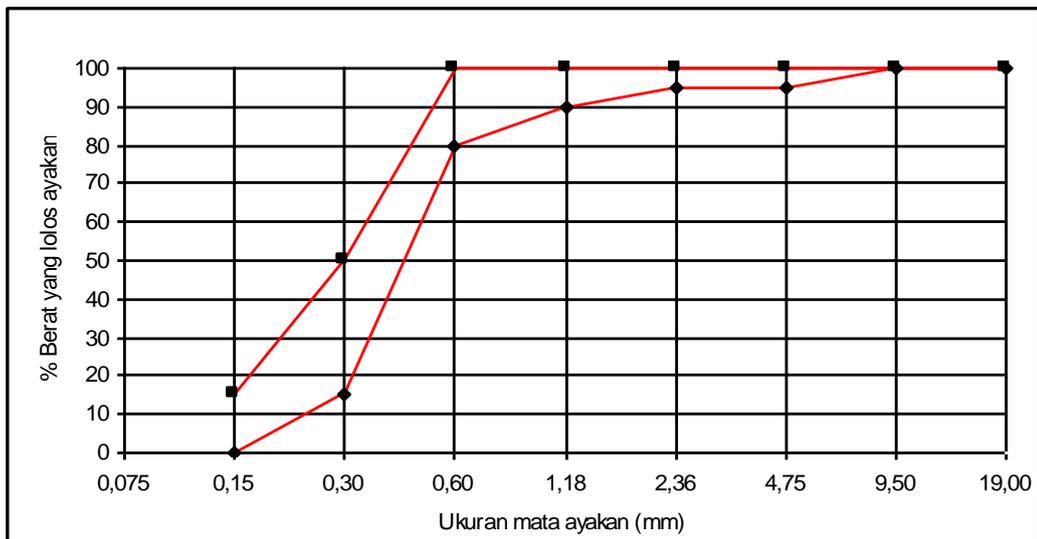
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI-03-2834-1993).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir agak kasar (SNI-03-2834-1993).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SNI-03-2834-1993).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SNI-03-2834-1993).

Pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI, agar agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan
2. Berat jenis
3. Absorpsi
4. Kadar air
5. Kadar lumpur
6. Berat isi

### 2.2.3. Air

Air yang dimaksud disini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan meliputi kegunaannya dalam pembuatan dan perawatan mortar. Air diperlukan pada pembuatan mortar untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan mortar.

Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara semen dan faktor air. Persyaratan Mutu Air menurut SNI 03-2847-2002, adalah sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran mortar harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap mortar atau tulangan.
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung yang dapat dilihat secara visual.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada mortar, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
  1. Pemilihan proporsi campuran mortar harus didasarkan pada campuran mortar yang menggunakan air dari sumber yang sama.
  2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (Menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109 ).

Selain syarat-syarat mutu air seperti di atas, Nugraha dan Antoni juga menjelaskan batasan zat kimia yang terkandung dalam air campuran mortar pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Batasan kimia untuk air campuran (Nugraha dan Antoni, 2007).

Kandungan Kimia	Konsentrasi maksimum (ppm)	Cara Uji
Klorida pada		ASTM D512
Beton Pratekan, beton untuk lantai jembatan	500	
Yang Lain	1000	
Sulfat $SO_4^{++}$	3000	ASTM D512
Alkali ( $Na_2O+0.658 K_2O$ )	600	
Total Solid	50000	AASHTO T26

#### 2.2.4. Abu Tongkol Jagung

Menurut Prihatman (2010), tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Sekitar abad ke-16 orang Portugal menyebarkan ke Asia termasuk Indonesia. Orang Belanda menamakannya *mais* dan orang Inggris menamakannya *corn*.

Akhir-akhir ini tanaman jagung semakin meningkat penggunaannya. Tanaman jagung banyak sekali gunanya, sebab hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan antara lain:

- Batang dan daun muda untuk pakan ternak.
- Batang dan daun tua (setelah panen) untuk pupuk hijau atau kompos.
- Batang dan daun kering untuk kayu bakar.
- Batang jagung untuk lanjaran (turus), bahan kertas (*pulp*).
- Biji jagung tua untuk pengganti nasi, marning, brondong, roti jagung, tepung, bihun, bahan campuran kopi bubuk, biskuit, kue kering, pakan ternak, bahan baku industri bir, industri farmasi, dextrin, perekat, industri tekstil.

Menurut Subekti dkk. (2012), tanaman jagung mempunyai satu atau dua tongkol, tergantung varietas. Tongkol jagung diselubungi oleh daun kelobot. Tongkol jagung yang terletak pada bagian atas umumnya lebih dahulu terbentuk

dan lebih besar dibanding yang terletak pada bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10-16 baris biji yang jumlahnya selalu genap.

Menurut Raheem dkk. (2010), komposisi kimia dari abu tongkol jagung dapat dilihat dari Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Komposisi kimia abu tongkol jagung (Raheem dkk, 2010).

Kandungan Kimia	Komposisi (%)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	rata-rata
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.74	5.61	3.97	4.44
CaO	10.29	12.89	11.53	11.57
MgO	1.82	2.33	2.02	2.06
SO <sub>3</sub>	1.11	1.10	1.01	1.07
Na <sub>2</sub> O	0.39	0.48	0.36	0.41
K <sub>2</sub> O	4.20	4.92	5.64	4.92

### 2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Mortar Menurut SNI 03-2834-1993

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran mortar normal dilakukan sebagai berikut:

- a. Menentukan kuat tekan mortar yang disyaratkan  $f_c'$  pada umur tertentu.
- b. Menghitung nilai deviasi standar (S).

Faktor pengali untuk standard deviasi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Faktor pengali untuk standard deviasi bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI-03-2834-1993).

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	12 MPa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

- c. Perhitungan nilai tambah (margin) dengan Pers. 2.1 dan nilai S dapat dilihat pada Tabel 2.5.

$$\text{Nilai tambahan (m)} = \text{Standar deviasi} + \text{mutu pengerjaan} \quad (2.1)$$

Tabel 2.5: Tingkat mutu pekerjaan pemortaran (Mulyono, 2004).

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Hampir Memuaskan	3,5
Sangat Baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
Kurang	7,0

d. Kuat tekan rata-rata perlu  $f'_{cr}$ .

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.2.

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (2.2)$$

dengan,

$f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata perlu, MPa.

$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan, MPa.

$m$  = nilai tambah, MPa.

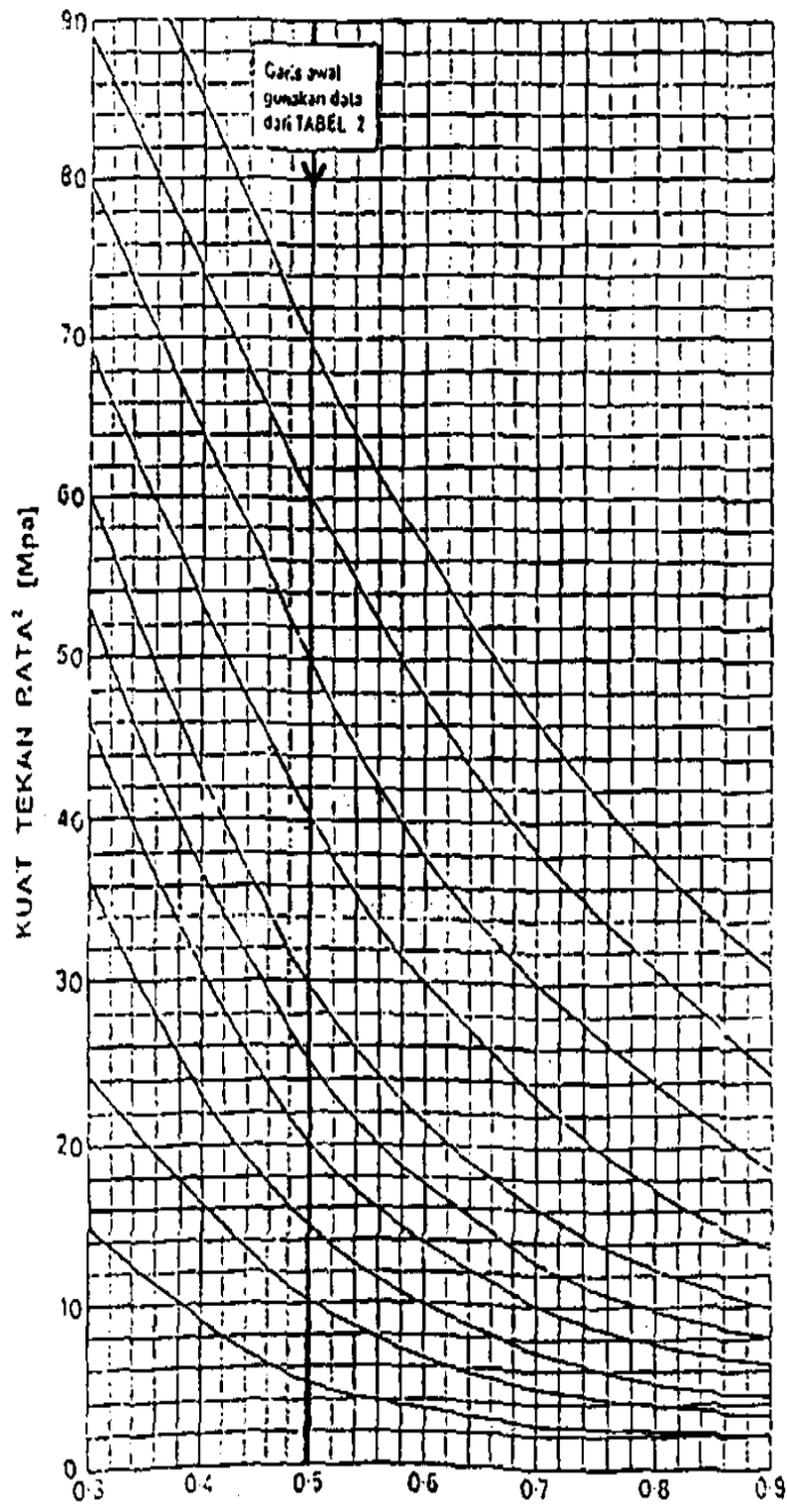
e. Penetapan jenis semen *Portland*.

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

f. Penetapan jenis agregat.

Jenis agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami atau pasir.

g. Penetapan nilai faktor air semen bebas dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI-03-2834-1993).

h. Faktor air semen maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam mortar dalam lingkungan khusus (SNI-03-2834-1993).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m <sup>3</sup> mortar (kg)	Nilai faktor Air-Semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0.60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Mortar di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
		0.60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	
Mortar masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Mortar yang kontinyu berhubungan:		
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

i. Penetapan nilai *slump*.

Penetapan nilai *slump* ditentukan, berupa 0-10 mm, 10-30 mm, 30-60 mm, atau 60-180 mm.

j. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir maksimum agregat pada mortar ialah 8.00 mm

k. Jumlah kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Perkiraan kadar air bebas (kg/m<sup>3</sup>) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan mortar (SNI-03-2834-1993).

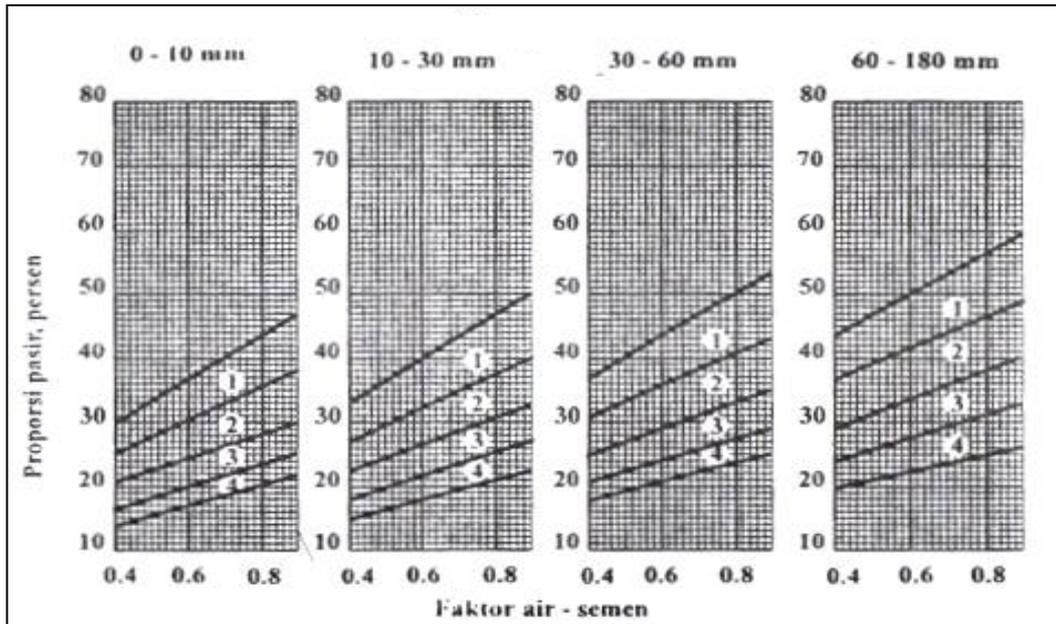
Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	-	-	-	-
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

1. Berat semen yang diperlukan per meter kubik mortar dihitung dengan Pers. 2.3.

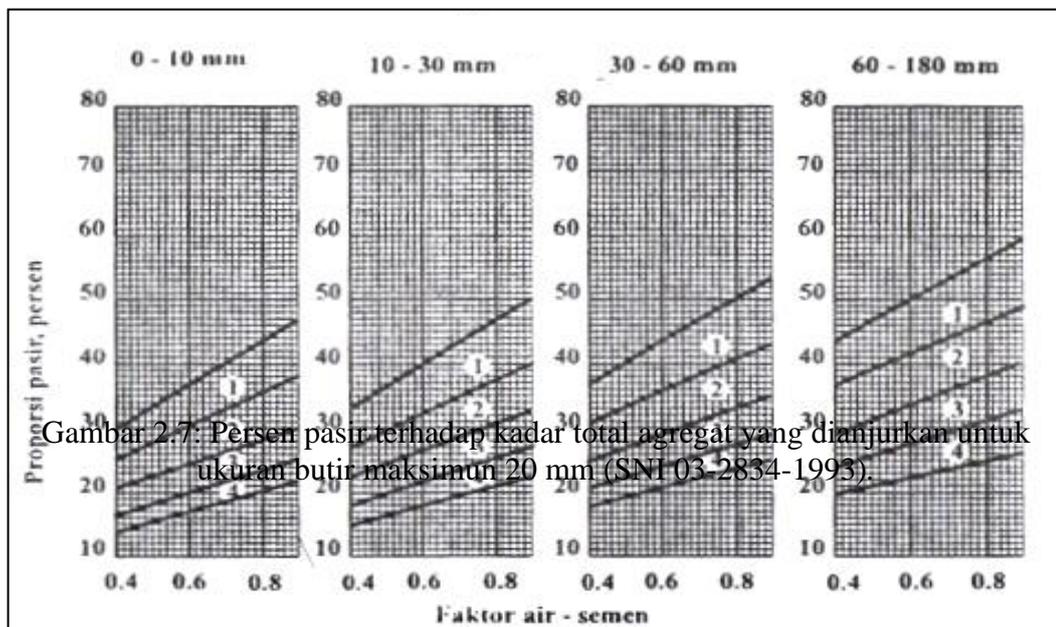
$$W_{s_{mn}} = \frac{1}{Fas} \times W_{air} \quad (2.3)$$

Fas = Faktor air per meter kubik mortar.

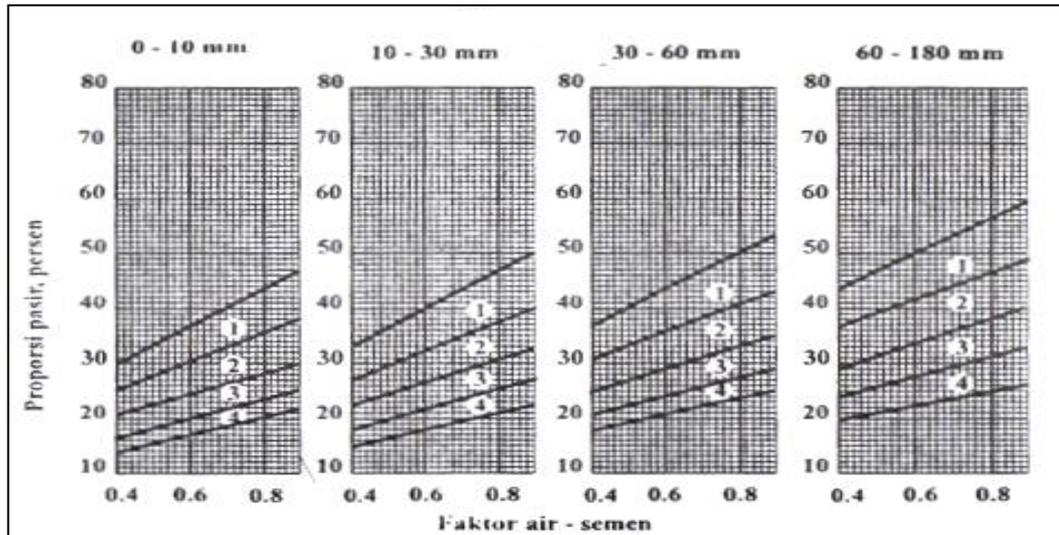
- m. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
- n. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Jika tidak, lihat pada tabel SNI jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.
- o. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.



Gambar 2.6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-1993).

p. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan Pers. 2.4.

$$B_{j \text{ camp}} = (k_h/100 \times b_{jh}) \quad (2.4)$$

Dimana:

$B_{j \text{ camp}}$  = berat jenis agregat campuran.

$B_{jh}$  = berat jenis agregat halus.

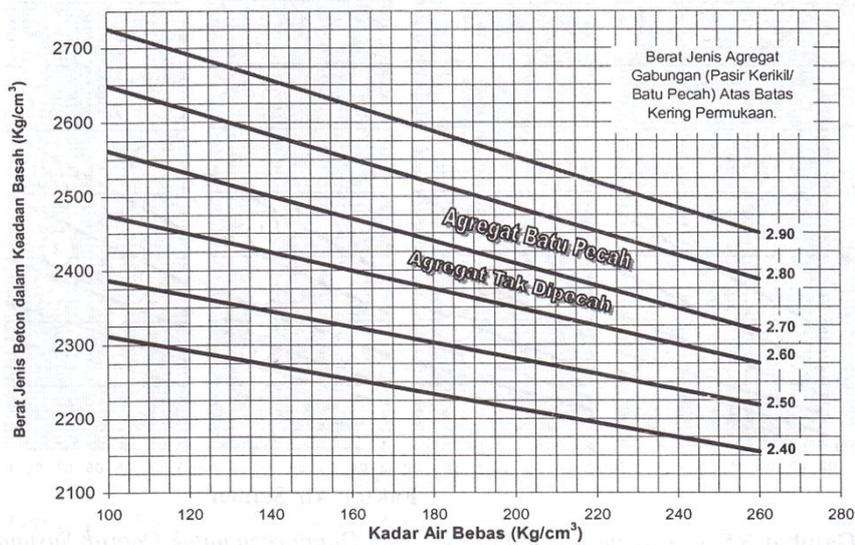
$K_h$  = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

Berat jenis agregat halus diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar:

$B_j = 2,60$  untuk agregat tak pecah/alami.

q. Perkiraan berat mortar.

Perkiraan berat mortar diperoleh dari Gambar 2.9.



Gambar 2.9: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi mortar (SNI 03-2834-1993).

r. Dihitung kebutuhan berat agregat.

Kebutuhan berat agregat dihitung dengan Pers. 2.5.

$$W_{agr,camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.5)$$

Dengan:

$W_{agr,camp}$  = Kebutuhan berat agregat per meter kubik mortar (kg).

$W_{btn}$  = Berat mortar per meter kubik mortar (kg).

$W_{air}$  = Berat air per meter kubik mortar (kg).

$W_{smn}$  = Berat semen per meter kubik mortar (kg).

s. Hitung berat agregat yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21).

Kebutuhan agregat dihitung dengan Pers. 2.6.

$$W_{agr,h} = k_h \times W_{agr,camp} \quad (2.6)$$

Dengan:

$k_h$  = persentase berat agregat terhadap agregat campuran.

$W_{agr,h}$  = kebutuhan berat agregat per meter kubik mortar (kg).

t. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat harus dihitung dalam per m<sup>3</sup> adukan.

u. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan, proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut Pers 2.8, 2.9, dan 2.10.

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \quad (2.8)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (2.9)$$

Dengan:

B adalah jumlah air ( $\text{kg/m}^3$ ).

C adalah agregat ( $\text{kg/m}^3$ ).

$C_a$  adalah absorpsi air pada agregat (%).

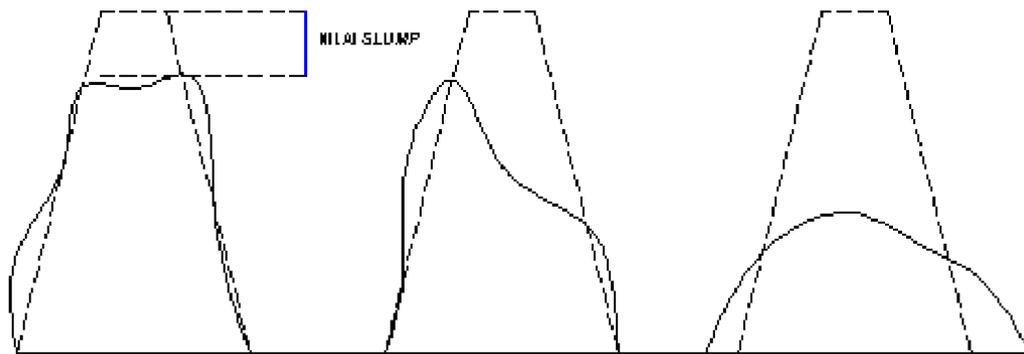
$C_k$  adalah kandungan air dalam agregat (%).

#### **2.4. Slump Test**

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan mortar. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan mortar biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan mortar makin mudah untuk dikerjakan.

Dalam praktek, ada tiga macam tipe slump yang terjadi yaitu:

- a. *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
- b. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring.
- c. *Slump* runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.
- d. Nilai *slump* yang digunakan 30-60 mm.



Gambar 2.10: Tipe-tipe keruntuhan *slump* (1) *slump* sebenarnya (2) *slump* geser (3) *slump* runtuh (Neville dan Brooks, 1987).

## 2.5. Perawatan Mortar

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan mortar. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika mortar terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan mortar akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan mortar yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

### 1. *Water (Standar Curing)*

Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan media air. Mortar direndam didalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan mortar tersebut.

### 2. *Exposed Atmosfer*

Disini mortar dibiarkan setelah dibuka dari cetakan didalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.

### 3. *Saeled* atau *wropping*

Perawatan mortar dengan cara ini membalut dan menutupi menutupi semua permukaan mortar. Mortar dilindungi dengan karun basah, film plastic atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam mortar tidak hilang.

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk mortar yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80 - 150 C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

5. *Autoclave*

Perawatan mortar dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada mortar dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan mortar mutu tinggi.

## 2.6. Pengujian Kuat Tekan

Kekuatan tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mortar mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu mortar yang dihasilkan. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari benda uji. Pengukuran kuat tekan (*Compressive Strength*) berdasarkan SNI 03-1974-1990, dapat dihitung dengan Pers. 2.11 dan koefisien perbandingan kuat tekan mortar pada berbagai umur dapat dilihat pada Tabel 2.8.

$$f(\text{saat pengujian}) = \frac{P}{A} \quad (2.11)$$

Dimana:

$f(\text{saat pengujian})$  = Kuat tekan saat pengujian ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

P = Beban tekan (kg).

A = Luas penampang ( $\text{cm}^2$ ).

Tabel 2.8: Koefisien perbandingan kekuatan tekan mortar pada berbagai umur (PBI 1971).

Umur Mortar (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen <i>Portland</i> Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
Semen <i>Portland</i> dengan Kekuatan Awal yang Tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Umum

#### 3.1.1. Metodologi Penelitian

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

##### 1. Data primer

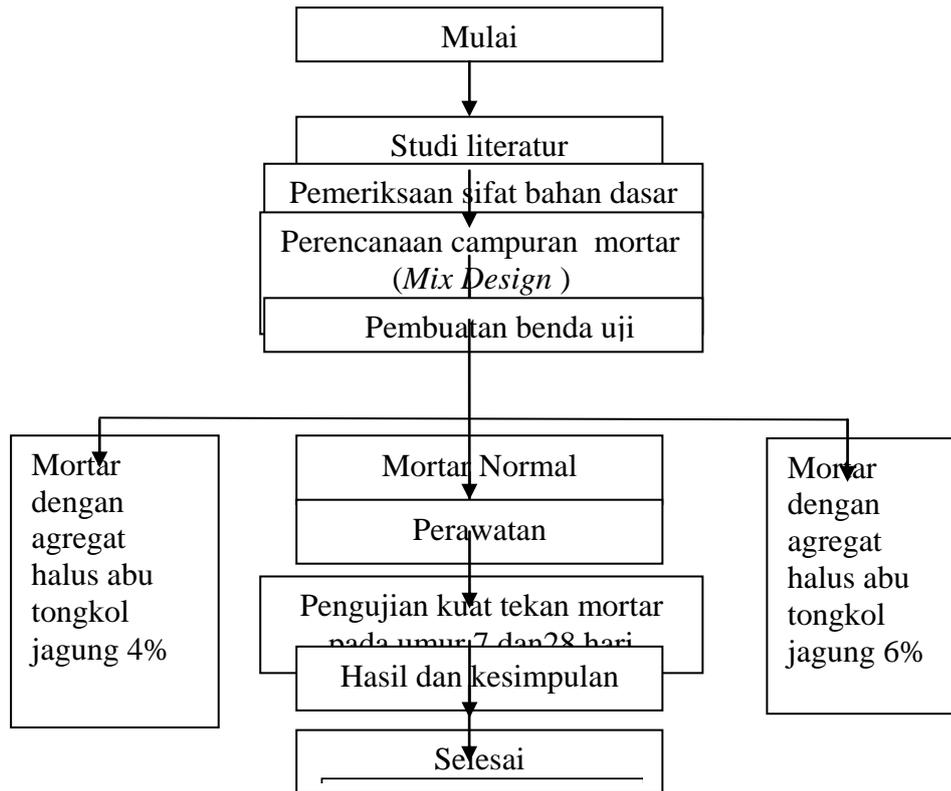
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran mortar (*Mix design*).
- Kekentalan adukan mortar segar (*slump*).
- Uji kuat tekan mortar.

##### 2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik mortar/literatur dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing serta konsultasi dengan asisten laboratorium di laboratorium Mortar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir metode penelitian

### **3.2. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dimulai pada bulan November 2015 hingga April 2016. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mortar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### **3.3. Bahan dan Peralatan**

#### **3.3.1. Bahan**

Komponen bahan pembentuk mortar yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang Type 1 (*Portland Pozzolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai.

c. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

d. Abu Tongkol Jagung

Abu tongkol jagung yang digunakan dalam penelitian ini adalah tongkol jagung sebagai sisa pengolahan pabrik dan dari sisa para pedagang jagung bakar dalam bentuk padat dapat dibakar dan menghasilkan abu tongkol jagung.

#### **3.3.2. Peralatan**

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

a. Alat-alat pendukung pengujian material.

b. Timbangan digital.

c. Alat pengaduk mortar (*mixer*).

d. Cetakan benda uji berbentuk kubus.

e. Mesin kompres (*compression test*).

### **3.4. Persiapan Penelitian**

Setelah seluruh material sampai di lokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan nantinya dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

### 3.5. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat halus dilakukan di laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### 3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

#### 3.6.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus.

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Berat sampel SSD dan berat wadah (W1)	678	678	679

Berat sampel kering oven & berat wadah (W2)	665	665	666
Berat wadah (W3)	178	178	176
Berat Air (W1-W2)	13	13	13
Berat sampel kering (W2-W3)	487	487	490
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2.67	2.67	2.65
Rata-rata	2.67		

### 3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-1993 serta mengikuti buku panduan praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
Berat sampel kering (gr)	500	500	500	500.000
Berat sampel setelah dicuci (gr)	495	496	495	495.333
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	5	4	5	4.667
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	1	0.8	1	0.933

### 3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU

tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Lolos ayakan No. 4	1	2	3	Rata-rata
Berat sampel SSD (kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500	500
Berat sampel SSD kering oven (110 <sup>0</sup> c) Sampai Konstan (E)	488	487	487	487,33
Berat Piknometer penuh air (D)	693	691	692	692
Berat sampel SSD di dalam piknometer penuh air (C)	979	977	974	976,66
Berat jenis sampel kering $E / (B + D - C)$	2.28	2.27	2.23	2.26
Berat jenis sampel SSD $B / (B + D - C)$	2.33	2.33	2.29	2.32
Berat jenis sampel semu $E / (E + D - C)$	2.41	2.42	2.37	2.40
Penyerapan ( <i>Absorbtion</i> ) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	2.4	2.6	2.6	2.53

#### 3.6.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

No.	Pengujian	Unit	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	Berat sampel & wadah	gr	29836	31576	31540

2	Berat wadah		gr	6471	6471	6471
3	Berat sampel	$\frac{1}{2}$	gr	23365	25105	25069
4	Volume wadah		cm <sup>3</sup>	14897.73	14897.73	14897.73
5	Berat Isi	$\frac{3}{4}$	gr/cm <sup>3</sup>	1.533	1.648	1.645
6	Rata-rata		gr/cm <sup>3</sup>	1.61		

### 3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 136 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Nomor Saringan	Berat Tertahan					Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Sampel 3 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
							100
1,5	0	0	0	0	0.00	0.00	100
3/4	0	0	0	0	0.00	0.00	100
3/8	0	0	0	0	0.00	0.00	100
No. 4	1.58	2.42	2.58	6.58	2.19	2.19	97.81
No. 8	4.08	4.42	4.17	12.67	4.22	6.42	93.58
No. 16	25.83	26.75	25.17	77.75	25.92	32.33	67.67
No. 30	37.61	32.5	41.5	111.61	37.20	69.54	30.46
No.50	16.34	18.58	10.08	45	15.00	84.54	15.46

Tabel 3.5: Lanjutan.

Nomor Saringan	Berat Tertahan					Kumulatif	
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Berat Total	%	Tertahan	Lolos

	( gr )	( gr )	( gr )	( gr )			
No. 100	9.23	10.58	9.17	28.98	9.66	94.20	5.80
Pan	5.33	4.75	7.33	17.41	5.80	100.00	0.00
Total	100	100	100	300	100		

Total berat pasir = 300gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{6.58}{300} \times 100\% = 2.19 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{12.67}{300} \times 100\% = 4.22 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{77.75}{300} \times 100\% = 25.92 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{111.61}{300} \times 100\% = 37.20 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{45}{300} \times 100\% = 15.00 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{29.98}{300} \times 100\% = 9.66 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{17.41}{300} \times 100\% = 5.80 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{No.4} = 0 + 2.19 = 2.19 \%$$

$$\text{No.8} = 2.19 + 4.22 = 6.42 \%$$

$$\text{No.16} = 6.42 + 25.92 = 32.33 \%$$

$$\text{No.30} = 32.33 + 37.20 = 69.54 \%$$

$$\text{No.50} = 69.54 + 15.00 = 84.54 \%$$

$$\text{No.100} = 84.54 + 9.66 = 94.20 \%$$

$$\text{Pan} = 94.20 + 5.80 = 100.00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan 289.22 %

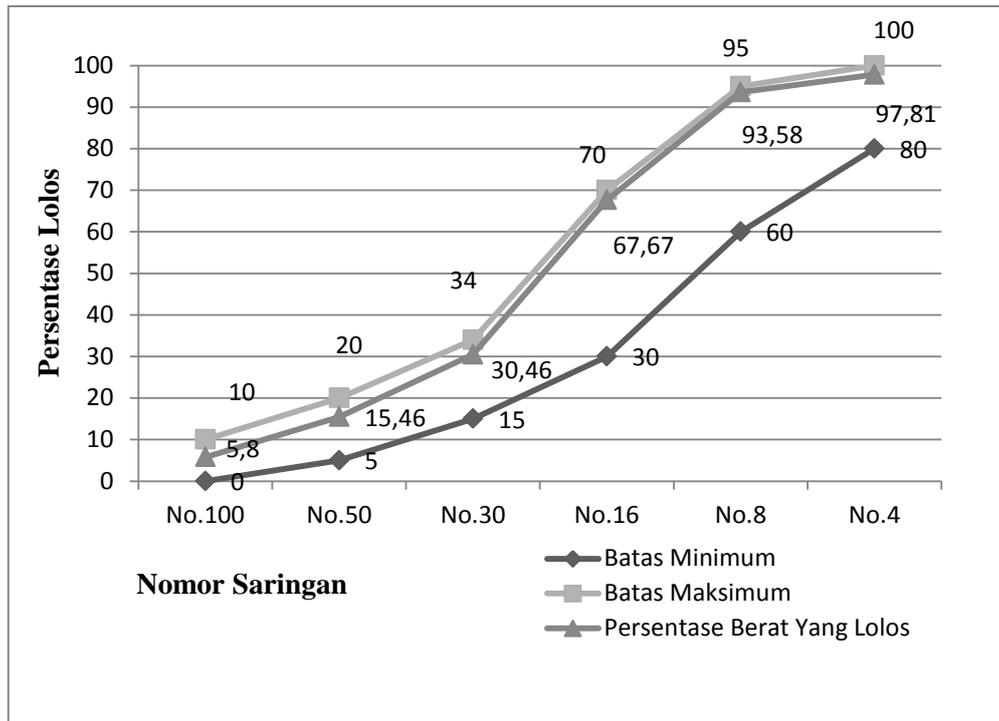
$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{289.22}{100} \end{aligned}$$

$$\text{FM} = 2.89$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	2.19	=	97.81	%
No.8	=	100	-	6.42	=	93.58	%
No.16	=	100	-	32.33	=	67.67	%
No.30	=	100	-	69.54	=	30.46	%
No.50	=	100	-	84.54	=	15.46	%
No.100	=	100	-	94.20	=	5.80	%
Pan	=	100	-	100.00	=	0	%

Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus (zona 1 pasir kasar).



### 3.7. Perencanaan Campuran Mortar

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran mortar, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk mortar sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran mortar berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

### 3.8. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.8.1. Trial Mix

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk mortar untuk memperoleh suatu campuran mortar yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

#### 3.8.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk kubus dengan sisi berukuran 15 cm yang berjumlah 30 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

### **3.8.3. Pengujian *Slump***

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standard yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-1993.

### **3.8.4. Perawatan Mortar**

Setelah mortar dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 7 dan 28 hari.

### **3.8.5. Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis mortar. Jumlah sampel pengujian untuk setiap umur direncanakan sebanyak 5 buah benda uji.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perencanaan Campuran Mortar (*Mix Design*)

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran mortar yang diinginkan.

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat = 2.32 gr/cm<sup>3</sup>
- Kadar lumpur agregat = 0.93 %
- Berat isi agregat = 1.61 gr/cm<sup>3</sup>
- FM agregat halus = 2.89
- Kadar air agregat = 2.67 %
- Penyerapan agregat = 2.53 %
- Nilai *slump* rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 7.13 mm

Maka, dari data-data diatas kami membuat perencanaan campuran mortar (*Mix Design*) penelitian ini mengadopsi beberapa langkah yang ada dalam buku Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standard yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834 (1993).

Maka, dari hasil perencanaan mortar diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m<sup>3</sup> adalah:

Semen :	Pasir	:	Air
344.54 :	1602.701	:	202.759
1 :	4.652	:	0.588

Tabel 4.1: Perencanaan campuran mortar (SNI 03-2834-1993).

PERENCANAAN CAMPURAN MORTAR SNI 03-2834-1993				
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Ditetapkan		12.5 MPa
2	Deviasi Standar			12 MPa
3	Nilai tambah ( <i>margin</i> )	-		Cara pengerjaan baik (5.7)
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		30.2 MPa
5	Jenis semen			Tipe I
6	Jenis agregat : - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai
7	Faktor air-semen bebas			0.595
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0.60
9	<i>Slump</i>	Ditetapkan		30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan 3/8 = 9.50mm 4 = 4.76 mm		Hasil 7.13 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		205 kg/m <sup>3</sup>
12	Jumlah semen	11:7		344.54 kg/m <sup>3</sup>
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		344.54 kg/m <sup>3</sup>
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m <sup>3</sup>
15	Faktor air-semen yang d disesuaikan	Ditetapkan		0.6
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3		Daerah gradasi zona 1
18	Persen agregat halus	Grafik 13-15		100% = 1
19	Berat jenis relatife agregat kering permukaan (SSD)	Ditetapkan		2.32 gr/cm <sup>3</sup>
20	Berat isi mortar	Grafik 16		2150 kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat	20-(12+11)		1600.46 kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat halus	18 x 21		1600.46 kg/m <sup>3</sup>
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)
		Halus		
		- Tiap m <sup>3</sup>	344.54	205
	- Tiap campuran uji m <sup>3</sup>	1	0.595	4.645

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai
		Perhitungan		
24	- Tiap campuran uji 0.003375m <sup>3</sup> (1 kubus)	1.163	0.691	5.401
25	Koreksi proporsi campuran			
	- Tiap m <sup>3</sup>	344.54	202.759	1602.701
	- Tiap campuran uji m <sup>3</sup>	1	0.588	4.652
	- Tiap campuran uji 0.003375 m <sup>3</sup> (1 kubus)	1.163	0.684	5.409

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

Sisi = 15 cm

Volume kubus = sisi x sisi x sisi

$$= 15 \times 15 \times 15$$

$$= 3375 \text{ cm}^3$$

$$= 0.003375 \text{ m}^3$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 3 benda uji

$$= \text{banyak semen} \times \text{Volume 3 benda uji}$$

$$= 344.54 \text{ kg/m}^3 \times 0.010125 \text{ m}^3$$

$$= 3.488 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 3 benda uji

$$= \text{banyak semen} \times \text{Volume 3 benda uji}$$

$$= 1602.701 \text{ kg/m}^3 \times 0.010125 \text{ m}^3$$

$$= 16.227 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 3 benda uji

$$= \text{banyak semen} \times \text{Volume 3 benda uji}$$

$$= 202.759 \text{ kg/m}^3 \times 0.010125 \text{ m}^3$$

$$= 2.053 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 3 benda uji:

Semen : Pasir : Air

3.488 : 16.227 : 2.053

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Banyak agregat yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 3 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat pasir	
No.4	2.19	$\frac{2.19}{100}$	X 16.227	0.355
No.8	4.22	$\frac{4.22}{100}$	X 16.227	0.685
No.16	25.91	$\frac{25.91}{100}$	X 16.227	4.204
No.30	37.08	$\frac{37.08}{100}$	X 16.227	6.017
No.50	14.97	$\frac{14.97}{100}$	X 16.227	2.429
No.100	9.64	$\frac{9.64}{100}$	X 16.227	1.564
Pan	5.80	$\frac{5.80}{100}$	X 16.227	0.941
Total				16.227

b. Bahan pengisi semen

Untuk penggunaan bahan pengisi menggunakan abu tongkol jagung sebanyak 4% dan 6% dapat dilihat pada Tabel 4.3.

- Abu tongkol jagung yang dibutuhkan sebanyak 4% untuk 3 benda uji.

$$= \frac{4}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{4}{100} \times 3.488$$

$$= 0.139 \text{ kg}$$

Maka, semen yang digunakan adalah

$$= 3.488 - 0.139$$

$$= 3.349 \text{ kg}$$

- Abu tongkol jagung yang dibutuhkan sebanyak 6% untuk 3 benda uji.

$$= \frac{6}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{6}{100} \times 3.488$$

$$= 0.209 \text{ kg}$$

Maka, Semen yang digunakan adalah

$$= 3.488 - 0.209$$

$$= 3.279 \text{ kg}$$

Tabel 4.3: Banyak abu tongkol jagung dan semen yang dibutuhkan untuk 3 benda uji.

Penggunaan Bahan Pengisi	Berat Abu Tongkol Jagung (kg)	Berat Semen (kg)
4%	0.139	3.349
6%	0.209	3.279

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 30 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 30 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 30 benda uji
  - Untuk mortar normal
    - = banyak semen untuk 3 benda uji x 4
    - =  $3.488 \times 4$
    - = 13.954 kg
  - Untuk mortar bahan pengisi 4%
    - = banyak semen untuk 3 benda uji x 4
    - =  $3.349 \times 4$

$$= 13.396 \text{ kg}$$

- Untuk mortar bahan pengisi 6%
  - = banyak semen untuk 3 benda uji x 4
  - =  $3.279 \times 4$
  - = 13.116 kg

Maka, jumlah semen yang dibutuhkan untuk 30 benda uji adalah

$$= 13.954 + 13.396 + 13.116 = 40.466 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 30 benda uji
  - = banyak pasir untuk 3 benda uji x 10
  - =  $16.227 \times 10$
  - = 162.27 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 30 benda uji
  - = banyak air untuk 3 benda uji x 10
  - =  $2.053 \times 10$
  - = 20.53 kg

Perbandingan untuk 30 benda uji:

$$\begin{array}{l} \text{Semen : Pasir : Air} \\ 40.466 : 162.27 : 20.53 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 30 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Banyak agregat yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	2.19	$\frac{2.19}{100}$	x 162.27	3.554
No.8	4.22	$\frac{4.22}{100}$	x 162.27	6.848
No.16	25.91	$\frac{25.91}{100}$	x 162.27	42.044

Tabel 4.4: *Lanjutan.*

Nmor saringan	% berat tertahan	Rumus	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{berat pasir}$	
No.30	37.08	$\frac{37.08}{100} \times 162.27$	60.171
No.50	14.97	$\frac{14.97}{100} \times 162.27$	24.292
No.100	9.64	$\frac{9.64}{100} \times 162.27$	15.643
Pan	5.80	$\frac{5.80}{100} \times 162.27$	9.412
Total			162.27

#### 4.1.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kuat tekan mortar yang disyaratkan sudah ditetapkan 12.5 MPa untuk umur 28 hari.
- Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
- Nilai tambah (*margin*) 5.7 berdasarkan Tabel 2.7.
- Kuat tekan rata-rata perlu  $f'_{cr}$

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.2.

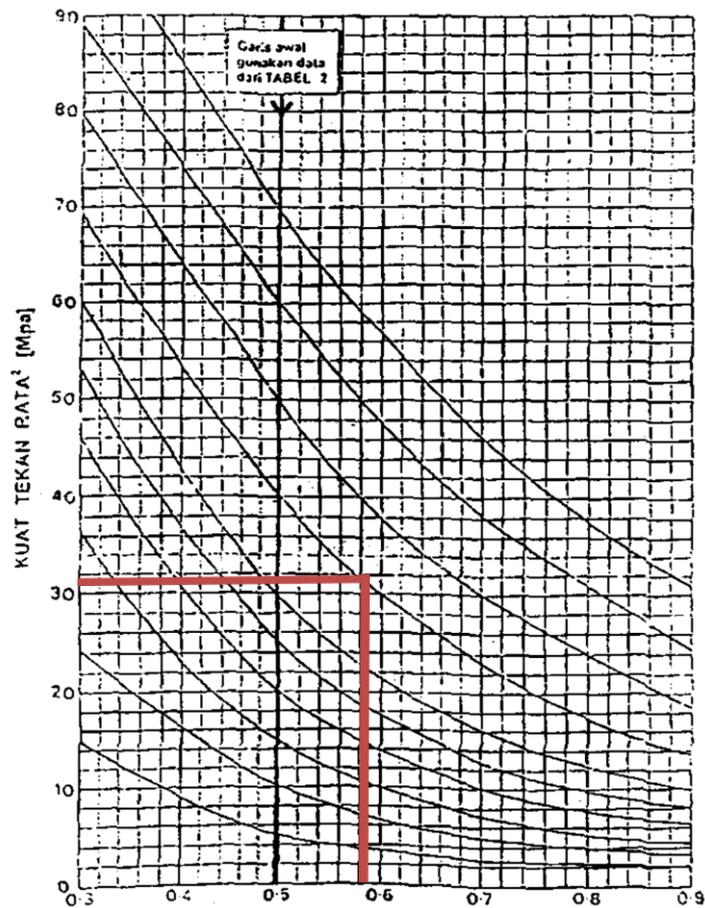
$$f'_{cr} = f'_c + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah}$$

$$f'_{cr} = 12.5 + 12 + 5.7$$

$$= 30.2 \text{ MPa}$$

- Jenis semen yang digunakan adalah semen tipe I.
- Jenis agregat diketahui :
  - agregat halus alami = pasir

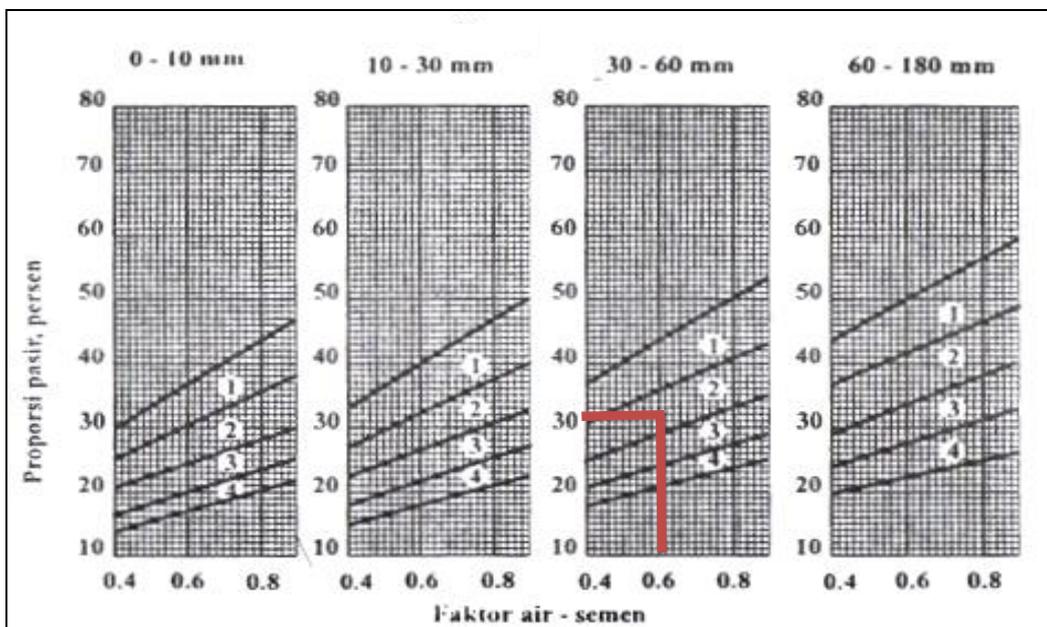
- g. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 30.2 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen yaitu 0.595, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus mortar (Mulyono, 2003).

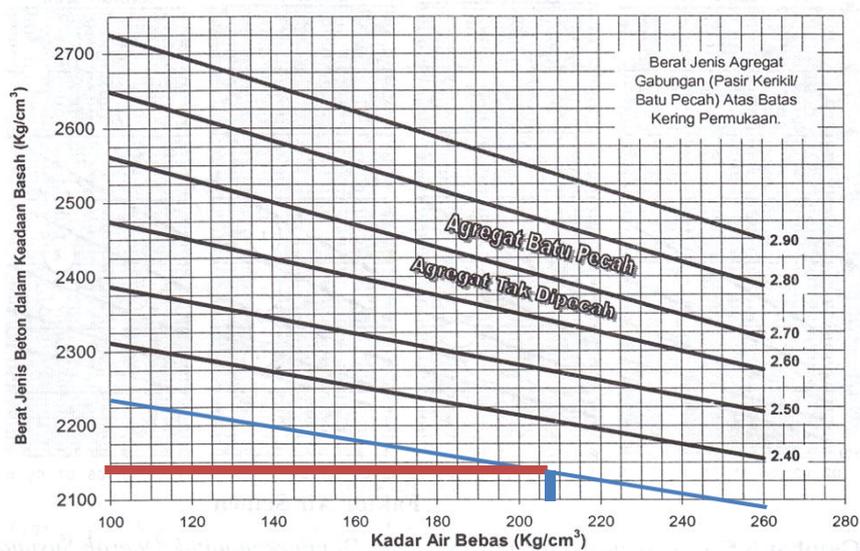
- h. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 2.8. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
- i. Nilai *slump* ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.9.
- j. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 7.13 mm hasil interpolasi.
- k. Kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 2.9

- l. Jumlah semen, yaitu :  $205 : 0.595 = 344.54 \text{ kg/m}^3$
- m. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin k.
- n. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.2.
- o. Persen agregatnya 100% dicari dalam Gambar 2.6 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 10 mm pada nilai *slump* 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,6. Bagi agregat halus atau pasir yang termasuk daerah susunan butir No.1 seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-1993).

- p. Berat jenis relatif agregat adalah 2.32
- q. Berat isi mortar diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat, yaitu 2.32. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini  $205 \text{ kg/m}^3$ ), menunjukkan nilai berat jenis mortar yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka  $2150 \text{ kg/m}^3$ .



Gambar 4.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

- r. Kadar agregat = (berat isi mortar) – (jumlah kadar semen + kadar air bebas)
- $$= 2150 - (344.54 + 205) = 1600.46 \text{ kg/m}^3$$
- s. Kadar agregat = (persen agregat) x (Kadar agregat)
- $$= 100\% \times 1600.46$$
- $$= 1600.46 \text{ kg/m}^3$$
- t. Proporsi campuran dari langkah (a) hingga (v) kita dapatkan susunan campuran mortar teoritis.
- untuk tiap  $\text{m}^3$  sebagai berikut:
- Semen = 344.54 kg
  - Air = 205 kg
  - Agregat = 1600.46 kg
- u. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka

teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.8, 2.9, dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 205 - (2.67 - 2.53) \times \frac{1600.46}{100} \\
 &= 202.759 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 1600.46 + (2.67 - 2.53) \times \frac{1600.46}{100} \\
 &= 1602.701 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kubus sebagai benda uji dengan ukuran sisi 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 30 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

##### a. Pengadukan mortar

Mortar diaduk dengan menggunakan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula – mula sebagian air (kira-kira 75 % dari jumlah air yang ditetapkan) dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu agregat, dan semen. Setelah diaduk rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran juga homogen. Setelah mortar tercampur merata kemudian adukan mortar tersebut dituang ke dalam pan.

##### b. Pencetakan

Sebelum mortar di masukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan mortar dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukkan adukan mortar kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul–pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet sebanyak 10 sampai 15 kali agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari mortar segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan mortar

Setelah cetakan dibuka kemudian mortar tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditetapkan. Ruang penyimpanan harus bebas gataran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

### 4.3. *Slump Test*

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan mortar segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira–kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap–tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu  $5 \pm 2$  detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2 1/2 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

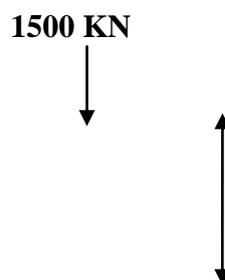
Tabel 4.5: Hasil Pengujian Nilai *Slump*.

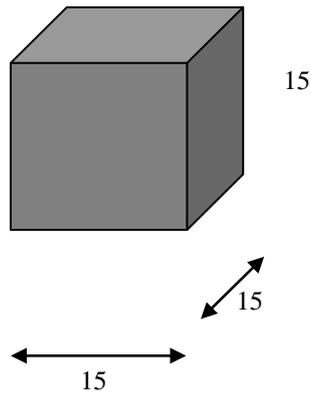
Keterangan	Mortar Normal		Mortar dengan Campuran Abu Tongkol Jagung			
			4%		6%	
<i>Slump</i> 7 hari	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
<i>Slump</i> 28 hari	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm	3,5 cm

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa mortar penambahan abu tongkol jagung untuk masing-masing variasi tidak mempengaruhi nilai *slump* nya.

#### 4.4. Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada saat mortar berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan panjang sisi 15 cm dan jumlah benda uji 30 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.4.





Gambar.4.4: Beban tekan pada benda uji kubus.

#### 4.4.1. Kuat Tekan Mortar Normal (saat pengujian)

Pengujian mortar normal dilakukan pada saat mortar berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan pada Tabel 4.6, dari 5 benda uji mortar yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan karakteristik rata-rata sebesar 8.717 MPa pada umur mortar 7 hari dan 14.094 MPa untuk umur mortar 28 hari.

Tabel 4.6: Hasil pengujian kuat tekan mortar normal.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225\text{cm}^2$ $f_c = P/A$ (MPa)	$f_c$ rata-rata
Umur 7 hari			
1	18375	8.167	8.717
2	18938	8,417	
3	19500	8,667	

4	20250	9,000	
5	21000	9,333	
Umur 28 hari			
1	30000	13.333	14.094
2	31200	13.867	
3	31850	14.156	
4	32500	14.445	
5	33000	14.667	

#### 4.4.2. Kuat Tekan Mortar Abu Tongkol Jagung 4 % (saat pengujian)

Pengujian ini dilakukan pada umur 7 dan 28 hari setelah dilakukan perendaman dan diuji kuat tekannya. Pada kuat tekan mortar yang telah diberi penambahan abu tongkol jagung sebesar 4% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 9.189 MPa dan 14.484 MPa pada umur 28 hari, seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil pengujian kuat tekan mortar abu tongkol jagung 4%.

anda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm <sup>2</sup> $f_c = P/A$ (MPa)	$f_c$ rata-rata
Umur 7 hari			
1	20000	8.889	9.189

2	20750	9.222	
3	20875	9.278	
4	20250	9.000	
5	21500	9.556	
Umur 28 hari			
1	32000	14.222	14.484
2	32250	14.333	
3	32500	14.444	
4	32900	14.622	
5	33300	14.800	

#### **4.4.3. Kuat Tekan Mortar Abu Tongkol Jagung 6 % (saat pengujian)**

Pengujian ini dilakukan pada umur 7 dan 28 hari setelah dilakukan perendaman dan diuji kuat tekannya. Pada kuat tekan mortar yang telah diberi penambahan abu tongkol jagung sebesar 6% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 8.438 MPa dan 13.293 MPa pada umur 28 hari, seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil pengujian kuat tekan mortar abu tongkol jagung 6%.

enda Uji	Beban tekan (P)  (kg)	A= 225cm <sup>2</sup>  $f_c = P/A$  (MPa)	$f_c$ rata-rata
Umur 7 hari			
1	18450	8.200	8.438
2	18725	8.322	
3	19000	8.444	
4	19250	8.556	
5	19500	8.667	
Umur 28 hari			
1	29490	13.107	13.293
2	29500	13.111	
3	30000	13.333	
4	30050	13.356	
5	30500	13.556	

#### 4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan mortar normal dengan mortar yang menggunakan abu tongkol jagung, maka dapat dilihat pada mortar yang menggunakan abu tongkol jagung sebanyak 4% mengalami kenaikan dan mortar

yang menggunakan abu tongkol jagung sebanyak 6% mengalami penurunan. Persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

❖ Penambahan abu tongkol jagung 4%

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan (umur 7 hari)} &= \frac{9.189 - 8.717}{8.717} \times 100\% \\ &= 5.415 \%\end{aligned}$$

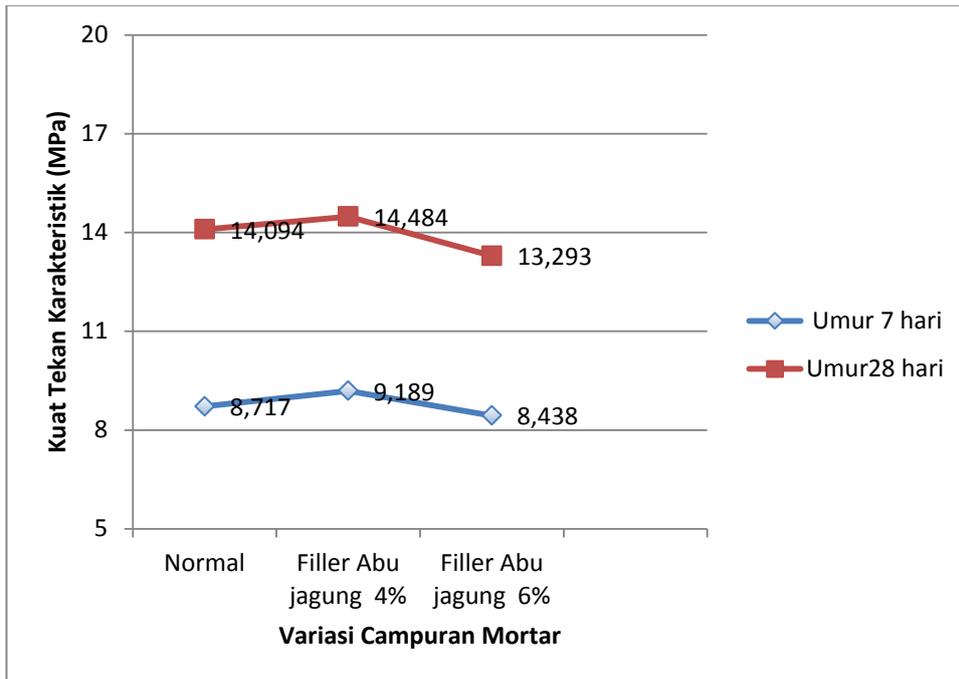
$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{14.484 - 14.094}{14.094} \times 100\% \\ &= 2.767 \%\end{aligned}$$

❖ Penambahan abu tongkol jagung 6%

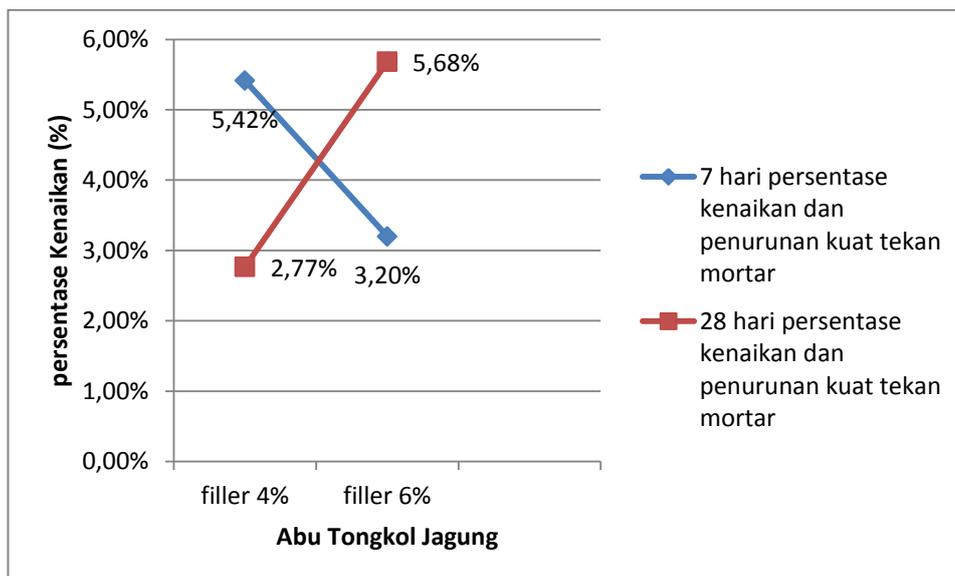
$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= \frac{8.717 - 8.438}{8.717} \times 100\% \\ &= 3.201 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{14.094 - 13.293}{14.094} \times 100\% \\ &= 5.683 \%\end{aligned}$$

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan dan penurunan kuat tekan mortar, dapat digambarkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5: Grafik perbandingan kuat tekan mortar.



Gambar 4.6: Grafik persentase kenaikan/penurunan kuat tekan mortar.

Dari hasil pada Gambar 4.5, dapat dilihat bahwa persentase penurunan kuat tekan mortar pada penambahan abu tongkol jagung 6% terjadi penurunan pada umur 7 hari dan 28 hari, sebaliknya pada penambahan abu tongkol jagung 6% terjadi

peningkatan kuat tekan yang signifikan pada umur 7 hari dan 28 hari, adapun faktor-faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah :

1. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan pada saat melakukan pencampuran mortar/pembuatan benda uji.
2. Kemungkinan adanya kekeliruan (kurangnya ketelitian) dalam pengerjaan.
3. Penggunaan abu tongkol jagung dengan menggantikan semen sebanyak 6% dari total berat semen pada campuran mortar melebihi batas untuk mendapatkan kuat tekan yang maksimal.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan dari data kuat tekan mortar yang dihasilkan bahwa variasi persen abu tongkol jagung dapat mempengaruhi mutu mortar yang didapat, yaitu:
  - Mortar dengan penambahan abu tongkol jagung sebesar 4% didapat kuat tekan sebesar 9.189 MPa pada umur 7 hari dan 14.484 MPa pada umur 28 hari.
  - Mortar dengan penambahan abu tongkol jagung sebesar 6% didapat kuat tekan sebesar 8.438 MPa pada umur 7 hari dan 13.293 MPa pada umur 28 hari.
  - Mortar dengan penambahan abu tongkol jagung untuk masing-masing variasi sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan, berdasarkan data dari masing-masing variasi dan umur mortar juga sangat mempengaruhi nilai kuat tekan.
2. Berdasarkan data dari kuat tekan mortar yang di dapat, bahwa mortar ditambah dengan abu tongkol jagung sebesar 6% mempunyai kuat tekan yang rendah tetapi untuk mortar dengan penambahan abu tongkol jagung sebesar 4% di dapat kuat tekan mortar yang tinggi dibandingkan dengan mortar normal. Pada mortar normal didapat kuat tekan sebesar 8.717 MPa pada umur 7 hari dan 14.094 pada umur 28 hari serta pada mortar dengan penambahan abu tongkol jagung di dapat sebagai berikut:
  - Penambahan abu tongkol jagung 4% pada umur 7 hari didapati peningkatan sebesar 5.415 %.
  - Penambahan abu tongkol jagung 4% pada umur 28 hari didapati peningkatan sebesar 2.767 %.

- Penambahan abu tongkol jagung 4% pada umur 7 hari didapati penurunan 3.201 %
  - Penambahan abu tongkol jagung 6% pada umur 28 hari didapati penurunan sebesar 5.683 %.
3. Berdasarkan data dan *slump test* dapat disimpulkan bahwa mortar penambahan abu tongkol jagung untuk masing-masing variasi tidak mempengaruhi nilai *slump* nya.
  4. Berdasarkan dari data kuat tekan mortar yang dihasilkan bahwa penambahan abu tongkol jagung sebesar 6% sebagai bahan pengisi menghasilkan kuat tekan mortar dibawah mortar normal tetapi berbanding terbalik terhadap penambahan abu tongkol jagung sebesar 4% sebagai bahan pengisi menghasilkan kuat tekan mortar diatas mortar normal.

## **5.2. Saran**

1. Dari hasil penelitian yang didapat, campuran dengan menggunakan abu tongkol jagung sebesar 4% sebagai bahan pengisi dapat menaikkan kuat tekan mortar. Maka dari itu disarankan penggunaannya pada campuran mortar, tetapi untuk penambahan abu tongkol jagung sebesar 6% tidak disarankan mengingat hasil penelitian yang menunjukkan besarnya persentase penurunan nilai kuat tekan mortar.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk pengujian kuat tarik dan lentur akibat pengaruh penambahan abu tongkol jagung dalam campuran mortar.
3. Perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk umur mortar yang lebih lama lagi dan dengan perbandingan bahan pengisi yang lebih bervariasi pula terutama pada variasi diantara 4% - 6% sehingga diketahui batas pemakaian abu tongkol jagung yang dapat meningkatkan kuat tekan mortar.

## DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Materials C33 (1985,1986) *Standards Specification For Agregates*, Philadelphia: ASTM.

American Society for Testing and Materials C39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Spesimens*, Philadelphia: ASTM.

American Society for Testing and Materials C150 (1986) *Standards Specification For Portland Cement*, Philadelphia: ASTM.

Dinas Pekerjaan Umum (2002) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI 03-2847-2002)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia

Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (2004) *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI-03-1974-1990)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.

Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.

- Murdock, L.J. Brook dan Hindarko (1991) *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Neville, A.M. dan Brooks, J.J. (1987) *Concrete Technology*. London: Prentice Hall.
- Nugraha, P. dan Antoni (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Prihatman, K.. (2010) *Budidaya Pertanian: Jagung*. Jakarta: Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Raheem, A.A., Oyebisi, S.O., Akintayo, S.O., dan Oyeniran, M.I. (2010) Effects of Admixtures on the Properties of Corn Cob Ash Cement Concrete. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies ISSN 1583-1078*.
- Subekti, N.A., Syafruddin, Efendi, R, dan Sunarti, S. (2012) Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung, *Jurnal Balai Penelitian Tanaman Serealia*, hal 16-28.
- Dariyanto (1994). *Pengetahuan Teknik Bangunan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Surdia, T. (1996). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan keenam. Jakarta : PT. Pradinya Paramita
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi beton*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta
- Erriagusta, Rizki (2015) *Pemanfaatan Abu Tongkol Jagung Sebagai Agregat Halus Untuk Kuat Tekan Beton*, Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Sipil, Bidang Struktur, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara: Medan
- Badan Standard Nasional (2002) *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil* (SNI 03-6825-2002). BSN. Indonesia

# LAMPIRAN

LAMPIRAN

Tabel L1: Satu Set Saringan Agregat Halus

Nomor saringan	Ukuran		Keterangan
	mm	Inchi	
-	9,50	3/8	Satu set saringan untuk agregat halus (pasir) Berat minimum: 500 gram
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	
No.30	0,59	-	
No.50	0,297	-	
No.100	0,149	-	
No.200	0,075	-	

Tabel L2: Perbandingan kekuatan mortar berbagai umur (hari)

Umur Mortar	Faktor	Umur Mortar	Faktor
3	0,400	23	0,964
4	0,463	24	0,971
5	0,525	25	0,979
6	0,588	26	0,986

7	0,650	27	0,993
8	0,683	28	1,000
9	0,718	35	1,023
10	0,749	36	1,026
11	0,781	45	1,055
12	0,814	46	1,058
13	0,847	50	1,071
14	0,880	51	1,074
15	0,890	55	1,087
16	0,900	56	1,090
17	0,910	65	1,119
18	0,920	66	1,123
19	0,930	90	1.200
20	0,940	350	1,342
21	0,950	360	1,347
22	0,957	365	1,350

Tabel L3: Perbandingan kekuatan mortar pada beberapa beberapa benda uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan Mortar
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder Ø 15 x 30 cm	0,83

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI  
 LABORATORIUM MORTAR PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Gambar L1: Material agregat yang akan digunakan.



Gambar L2: Semen Padang Tipe 1 PPC.



Gambar L3: Pembakaran tongkol jagung.



Gambar L4: Limbah tongkol jagung sebelum dibakar.



Gambar L5: Abu tongkol jagung yang akan digunakan pada campuran mortar.



Gambar L6: Proses Pemeriksaan Berat Isi.



Gambar L7: Proses pencetakan Mortar.



Gambar L8: Hasil pengujian *slump test*.



Gambar L9: Proses perendaman benda uji.



Gambar L10: Benda uji yang sedang dijemur.



Gambar L11: Proses pengujian kuat tekan pada beton.



Gambar L12: Uji kuat tekan beton normal 28 hari: 30 T.



Gambar L13: Uji kuat tekan beton campuran abu tongkol jagung 4% 28 hari: 33 T.



Gambar L14: Uji kuat tekan beton campuran abu tongkol jagung 6% 28 hari: 29  
T.



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a)</b>	Lab No : /LB/FT/UMSU/2015
	Sampling Date : 21 November 2015
	Testing Date : 21 November 2015

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Lanjar Ayun

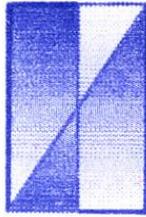
Sieve Size	Retained Fraction					Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	1,58	2,42	2,58	6,58	2,19	2,19	97,81
2.36 (No. 8)	4,08	4,42	4,17	12,67	4,22	6,42	93,58
1.18 (No.16)	25,83	26,75	25,17	77,75	25,92	32,33	67,67
0.60 (No. 30)	37,61	32,5	41,5	111,61	37,20	69,54	30,46
0.30 (No. 50)	16,34	18,58	10,08	45	15,00	84,54	15,46
0.15 (No. 100)	9,23	10,58	9,17	28,98	9,66	94,20	5,80
Pan	5,33	4,75	7,33	17,41	5,80	100,00	0,00
<b>Total</b>	100	100	100	300	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{289,21}{100} = 2,89$$

Good gradation class :

- fine*        2.2 < FM < 2.6
- medium*    2.6 < FM < 2.9
- coarse*    2.9 < FM < 3.2

Medan, 27 April 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON



## LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566</b>	Lab No	: /LB/FT/UMSU/2015
	Sampling Date	: 02 Desember 2015
	Testing Date	: 02 Desember 2015

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Lanjar Ayun

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold ( <i>berat contoh SSD &amp; berat wadah</i> )	678	678	679	678,3
Wt of oven dry sample & mold ( <i>berat contoh kering oven &amp; wadah</i> )	665	665	666	665,3
Wt of mold ( <i>berat wadah</i> )	178	178	176	177,3
Wt of water ( <i>berat air</i> )	13	13	13	13,0
Wt of oven dry sample ( <i>berat contoh kering</i> )	487	487	490	488,0
Water content	2,669	2,669	2,653	2,670

Medan, 27 April 2016  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si.)  
IXXXV



**LABORATORIUM BETON**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

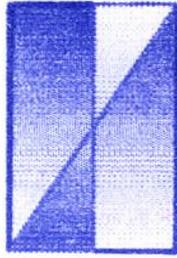
<b>UNIT WEIGHT OF FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)</b>	Lab No	: /LB/FT/UMSU/2015
	Sampling Date	: 26 November 2015
	Testing Date	: 26 November 2015

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Lanjar Ayun
Diameter & tinggi wadah	d : 27 cm      h : 27 cm

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold ( <i>berat contoh &amp; wadah</i> ), gr	29836	31576	31540	30984
2	Wt of mold ( <i>berat wadah</i> ), gr	6471	6471	6471	6471
3	Wt of sample ( <i>berat contoh</i> ), gr	23365	25105	25069	24513
4	Vol of mold ( <i>volume wadah</i> ), cm <sup>3</sup>	14897,73	14897,73	14897,73	14897,73
5	Unit weight ( <i>berat Isi</i> ), gr/cm <sup>3</sup>	1,568	1,685	1,683	1,645

Medan, 27 April 2016  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)</b>	Lab No	: /LB/FT/UMSU/2015
	Sampling Date	: 19 November 2015
	Testing Date	: 19 November 2015

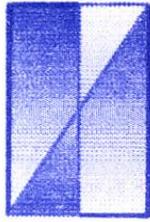
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Lanjar Ayun

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
Wt of SSD sample in air ( <i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i> ) B	500	500	500	500
Wt of oven dry sample ( <i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i> ) E	488	487	487	487
Wt of flask + water ( <i>berat piknometer penuh air</i> ) D	693	691	692	692
Wt of flask + water + sample ( <i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i> ) C	979	977	974	977
Bulk sp grafitry dry ( <i>berat jenis contoh kering</i> ) $E/(B+D-C)$	2,28	2,28	2,23	2,263
Bulk sp grafitry SSD ( <i>berat jenis contoh SSD</i> ) $B/(B+D-C)$	2,34	2,34	2,29	2,322
Apparent sp grafitry ( <i>berat jenis contoh semu</i> ) $E/(E+D-C)$	2,42	2,42	2,376	2,405
Absortion ( <i>penyerapan</i> ) $((B-E)/E) \times 100\%$	2,459	2,669	2,669	2,530

Medan, 27 April 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON

Ixxxvii

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90</b>	Lab No	: /LB/FT/UMSU/2015
	Sampling Date	: 02/012/2015
	Testing Date	: 02/012/2015

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Lanjar Ayun

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500	500,000
Dry mass of sample after washing, g	495	496	495	495,333
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	5	4	5	4,667
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	1	0,8	1	0,933

*Menurut PBI 1971 Kandungan liat dalam pasir :  
Max 5 %*

Medan, 27 April 2016  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )

lxxxviii



**LABORATORIUM BETON**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Mortar  
Pemilik Benda Uji : Lanjar Ayun  
: Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 12.5 MPa

Benda Uji: 5 buah		Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir						Cetak	Uji
1	I	1	4,67		0,59	5	17-Feb-16	23-Feb-16	7369	7447
2	II	1	4,67		0,59	5	17-Feb-16	23-Feb-16	7458	7538
3	III	1	4,67		0,59	5	17-Feb-16	23-Feb-16	7248	7234
4	IV	1	4,67		0,59	5	17-Feb-16	23-Feb-16	7414	7493
5	V	1	4,67		0,59	5	17-Feb-16	23-Feb-16	7353	7386
No	Benda Uji	Campuran Tambah			Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan	
1	I	-			7	18375	8,17	12,56		
2	II	-			7	18938	8,42	12,95		
3	III	-			7	19500	8,67	13,33		
4	IV	-			7	20250	9,00	13,85		
5	V	-			7	21000	9,33	14,36		
		Jumlah Rata-rata					8,72	13,41		

Medan, 10 Agustus 2016  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Mortar  
 Pemilik Benda Uji : LanjarAyun  
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
 Rencana Mutu Beton : 12.5 MPa

Jumlah Benda Uji: 5 buah				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm						
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir						Cetak	Uji
1	I	0,96	4,67		0,59	5	24-Mar-16	30-Apr-16	6915	7113
2	II	0,96	4,67		0,59	5	24-Mar-16	30-Apr-16	7067	7262
3	III	0,96	4,67		0,59	5	24-Mar-16	30-Apr-16	6886	7154
4	IV	0,96	4,67		0,59	5	24-Mar-16	30-Apr-16	6991	1438
5	V	0,96	4,67		0,59	5	24-Mar-16	30-Apr-16	6977	7208
No	Benda Uji	Bahan Tambah			Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan	
1	I	serbuk Abu tongkol			7	20000	8,89	13,68		
2	II	Jagung			7	20750	9,22	14,19		
3	III	4%			7	20875	9,28	14,27		
4	IV				7	20250	9,00	13,85		
5	V				7	21500	9,56	14,70		
		Jumlah Rata-rata					9,19	14,14		

Medan, 10 Agustus 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Mortar  
 Pemilik Benda Uji : Lanjar Ayun  
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
 Rencana Mutu Beton : 12.5 MPa

Jumlah Benda Uji: 5 buah				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm						
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir						Cetak	Uji
1	I	0,94	4,67		0,59	5	25-Mar-16	31/04/2016	7182	7289
2	II	0,94	4,67		0,59	5	25-Mar-16	31/04/2016	7114	7237
3	III	0,94	4,67		0,59	5	25-Mar-16	31/04/2016	7065	7234
4	IV	0,94	4,67		0,59	5	25-Mar-16	31/04/2016	7148	7263
5	V	0,94	4,67		0,59	5	25-Mar-16	31/04/2016	7089	7236

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	serbuk Abu tongkol jagung 6%	7	18450	8,20	12,62	
2	II		7	18725	8,32	12,80	
3	III		7	19000	8,44	12,99	
4	IV		7	19250	8,56	13,16	
5	V		7	19500	8,67	13,33	
		Jumlah Rata-rata			8,44	12,98	

Medan, 10 Agustus 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Mortar  
 Pemilik Benda Uji : Lanjar Ayun  
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
 Rencana Mutu Beton : 12.5 MPa

Jumlah Benda Uji: 5 kubus					Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir						Cetak	Uji
1	I	1	4,67		0,59	3,5	23-Jan-16	19-Feb-16	7203	7329
2	II	1	4,67		0,59	3,5	23-Jan-16	19-Feb-16	7069	7189
3	III	1	4,67		0,59	3,5	23-Jan-16	19-Feb-16	7193	7314
4	IV	1	4,67		0,59	3,5	23-Jan-16	19-Feb-16	7136	7259
5	V	1	4,67		0,59	3,5	23-Jan-16	19-Feb-16	7131	7252

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	-	28	30000	13,33	13,33	
2	II	-	28	31200	13,87	13,87	
3	III	-	28	31850	14,16	14,16	
4	IV	-	28	32500	14,44	14,44	
5	V	-	28	33000	14,67	14,67	
		Jumlah Rata-rata			14,09	14,09	

Medan, 10 Agustus 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Mortar  
 Pemilik Benda Uji : Lanjar Ayun  
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
 Rencana Mutu Beton : 12.5 MPa

Jumlah Benda Uji: 5 kubus				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm						
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir						Cetak	Uji
1	I	0,96	4,67		0,59	3,5	02-Mar-16	29-Mar-16	7265	7390
2	II	0,96	4,67		0,59	3,5	02-Mar-16	29-Mar-16	7260	7398
3	III	0,96	4,67		0,59	3,5	02-Mar-16	29-Mar-16	7120	7343
4	IV	0,96	4,67		0,59	3,5	02-Mar-16	29-Mar-16	7263	7394
5	V	0,96	4,67		0,59	3,5	02-Mar-16	29-Mar-16	7190	7371

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	serbuk Abu tongkol jagung 4%	28	32000	14,22	14,22	
2	II		28	32250	14,33	14,33	
3	III		28	32500	14,44	14,44	
4	IV		28	32900	14,62	14,62	
5	V		28	33300	14,80	14,80	
		Jumlah Rata-rata			14,48	14,48	

Medan, 10 Agustus 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



**LABORATORIUM BETON**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

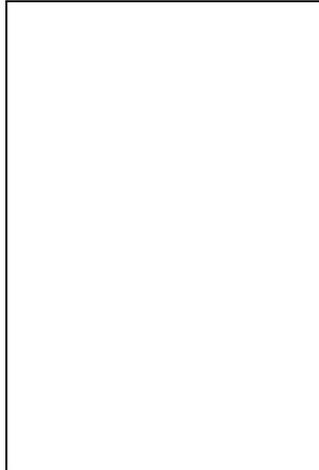
Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Mortar  
 Pemilik Benda Uji : Lanjar Ayun  
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
 Rencana Mutu Beton : 12.5 MPa

Jumlah Benda Uji: 5 kubus				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm						
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir						Cetak	Uji
1	I	0,94	4,67		0,59	3,5	12-Mar-16	08-Apr-16	7003	7156
2	II	0,94	4,67		0,59	3,5	12-Mar-16	08-Apr-16	7102	7230
3	III	0,94	4,67		0,59	3,5	12-Mar-16	08-Apr-16	7144	7264
4	IV	0,94	4,67		0,59	3,5	12-Mar-16	08-Apr-16	7079	7193
5	V	0,94	4,67		0,59	3,5	12-Mar-16	08-Apr-16	7123	7247

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	serbuk Abu tongkol jagung 6%	28	29490	13,11	13,11	
2	II		28	29500	13,11	13,11	
3	III		28	30000	13,33	13,33	
4	IV		28	30050	13,36	13,36	
5	V		28	30500	13,56	13,56	
		Jumlah Rata-rata			13,29	13,29	

Medan, 10 Agustus 2016  
 DIPERIKSA OLEH  
 KEPALA LABORATORIUM BETON

( Ir. Ellyza Chairina, M.Si )



### **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Lanjar Ayun  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/Tgl Lahir : Singkil, 10 Oktober 1992  
Alamat : Jl. A. Kuning. Desa Bukit Harapan, Kecamatan Gunung Meriah, Kabupaten Aceh Singkil.  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Tukiman  
Ibu : Sartinah

### **JENJANG PENDIDIKAN**

- ❖ SD 1 Panjaitan : Berijazah Tahun 2005
- ❖ SMP Negeri 2 Panjaitan : Berijazah Tahun 2008
- ❖ SMK Negeri 2 Gunung Meriah : Berijazah Tahun 2011
- ❖ Melanjutkan kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2011 hingga selesai.