

***PENAMBAHAN METAKAOLIN DAN SUPERPLASTICIZER  
TERHADAP KUAT TEKAN PADA MUTU BETON K-400***



**TUGAS AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana  
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Oleh:**

**RISTIOVANI ADITYA KUSUMA**

**112015002**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2020**

**PENAMBAHAN METAEOLIN DAN SUPERPLASTICIZER  
TERHADAP KUAT TEKAN PADA MUTU BETON K-400**



**TUGAS AKHIR**

**Oleh:**

**RISTIOVANI ADITYA KUSUMA  
112014 002**

**Disahkan Oleh:**

**Dekan Fakultas Teknik,**

**Ketua Prodi Sipil**

**Unjy. Muhammadiyah Palembang**

**Fakultas Teknik UM Palembang**



**Dr. Ir. Agus Ahmad Roni, M.T.**



**Ir. Revisdah, M.T.**

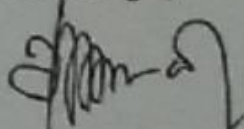
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENAMBAHAN METAKAOLIN DAN SUPERPLASTICIZER  
TERHADAP KUAT TEKAN PADA MUTU BETON K-400**

Dipersiapkan dan disusun oleh :  
**RISTIOVANI ADITYA KUSUMA**  
NRP : 112015002

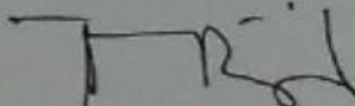
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif  
Pada tanggal 25 Februari 2020  
SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1,



Mira Setiawati, S.T., M.T.  
NIDN : 0006078101

Dewan Penguji :

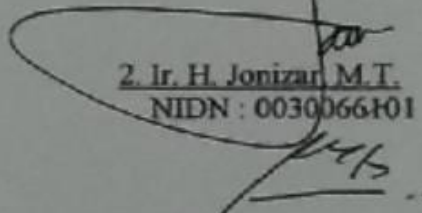


1. Ir. H. Masri Arivai, M.T.  
NIDN : 0024115701

Pembimbing 2,



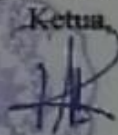
Ir. Matsyuri Ayat, M.T.  
NIDN : 0016025701



2. Ir. H. Jonizar, M.T.  
NIDN : 0030066401

3. Ir. Hj. RA. Sri Martini, M.T.  
NIDN : 0203037001

Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T)  
Palembang, 25 Februari 2020  
Program Studi Sipil

Ketua  
  
Ir. Revisdah, M.T.  
NIDN : 0231056403

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Maka janganlah sekali kali engkau membiarkan kehidupan dunia ini memperdayakanmu." (QS. Fathir: 05)

"Big one sentence! U can work out until u die, but don't left to keep praying to Allah" (Someonetells u)

*"At least, yang biasanya disebut orang sebagai takdir adalah kebodohnya sendiri."* (Ayanokouji Kiyotaka)

### **Kupersembahkan kepada :**

- Allah SWT atas segala rahmat, ridho dan karunia yang diberikan.
- Abahku Istanto Sarjono dan mamaku Latifah Hikmawati tercinta, yang selalu menjadi pahlawan di hidupku, yang selalu mendo'aiku, yang selalu mencurahkan kasih sayangnya dan waktunya, serta yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun materil yang sangat besar untuk keberhasilanku.
- Adik-adikku (Naufal Ro'tsuruman dan Fatika Ghina Ishomi) yang menjadi penyemangat untuk keberhasilanku
- Sahabat dan teman - teman seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2015.
- PT Perkasa Adiguna Sembada khususnya kepada bapak Syazili dan Kak Rully Rizkian serta Kak Welan Firman J yang telah membimbingku selama ini.
- Pembimbing Skripsiku yang sabar dalam mendidiki dan membimbingku. Terima kasih Ibu Mira Setiawati dan Bapak Matsyuri Ayat.
- Almamaterku.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul "*Penambahan Metakaolin dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Pada Mutu Beton K-400*" ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam tugas akhir ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, Februari 2020



**RISTIOVANI ADITYA KUSUMA**

NRP. 11 2014 002

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Keaslian Tugas Akhir .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
1.7 Bagan Alir Penulisan .....	5

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pengertian Beton .....	6
2.2 Sifat-sifat Beton .....	10
2.2.1 Kemampuan Dikerjakan ( <i>Workability</i> ).....	10
2.2.2 Sifat Tahan Lama ( <i>Durability</i> ).....	11
2.2.3 Sifat Kedap Air .....	11
2.2.4 Sifat Kuat Tekan dan Sifat Kuat Tarik.....	11
2.2.5 Modulus Elastisitas .....	12
2.2.6 Sifat Rangka dan Sifat Susut.....	12
2.3 Material Pembentuk Beton .....	12
2.3.1 Semen Portland .....	12
2.3.1.1 Komposisi Kimia Semen .....	15
2.3.1.2 Sifat Fisik Semen .....	15
2.3.2 Agregat.....	16
2.3.2.1 Agregat Halus .....	17
2.3.2.2 Agregat Kasar .....	18
2.3.3 Air .....	19
2.4 Faktor yang mempengaruhi Kuat Tekan Beton .....	21
2.4.1 Faktor Air Semen (FAS).....	21
2.4.2 Umur Beton.....	22
2.4.3 Sifat Agregat .....	23
2.4.3.1 Sifat Agregat Kasar.....	24
2.4.3.2 Sifat Agregat Halus.....	29

2.4.4	Bahan Tambah .....	31
2.4.4.1	Bahan Tambah Kimia ( <i>chemical admixture</i> )..	32
2.4.4.2	Bahan Tambah Mineral ( <i>additive</i> ).....	33
2.5	Bahan Pozzolan.....	35
2.5.1	Metakaolin dan Kaolin.....	36
2.5.2	Metakaolin dan Superplasticizer.....	37
2.5.3	Metakaolin dan Superplasticizer (Kuat Tarik Belah)	39
2.5.4	Metakaolin dan Superplasticizer (Penetrasi).....	40
2.6	Rumus Pengolahan Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	41

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Lokasi Penelitian dan Bahan Penelitian.....	44
3.1.1	Bahan-bahan yang Digunakan .....	44
3.1.2	Alat-alat yang Digunakan .....	47
3.2	Pengujian Material .....	53
3.2.1	Pengujian Agregat Halus .....	54
3.2.1.1	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus...	54
3.2.1.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	55
3.2.1.3	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	58
3.2.1.4	Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	59
3.2.1.5	Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	59
3.2.2	Pengujian Agregat Kasar .....	62
3.2.2.1	Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar...	62



3.2.2.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	
	Agregat Kasar .....	64
3.2.2.3	Pengujian Keausan Agregat Kasar.....	66
3.3	Rencana Campuran .....	68
3.4	Pengujian Slump .....	69
3.5	Perawatan Benda Uji.....	70
3.6	Pengujian Kuat Tekan.....	70
3.7	Diagram Alir .....	72

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

4.1	Hasil Pengujian .....	73
4.1.1	Slump .....	73
4.1.2	Kuat Tekan Beton .....	74
4.2	Pengolahan Data .....	79
4.3	Pembahasan.....	87

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

5.1	Kesimpulan .....	94
5.2	Saran .....	94

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN – LAMPIRAN**

## Daftar Tabel

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Susunan Oksida Semen.....	15
Tabel 2.2 Ratio Kuat Tekan Beton pada berbagai Umur.....	23
Tabel 2.3 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar.....	28
Tabel 2.4 Batas-batas Gradasi Agregat Halus.....	31
Tabel 2.5 Tabel Nilai-nilai Konstanta.....	42
Tabel 3.1 Rencana Campuran .....	68
Tabel 4.1 Hasil Uji Slump.....	73
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan beton Normal .....	75
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan beton Metakaolin 10% dan <i>Policarboxilate</i> 1,5% .....	75
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan beton Metakaolin 15% dan <i>Policarboxilate</i> 1,5% .....	76
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan beton Metakaolin 20% dan <i>Policarboxilate</i> 1,5% .....	76
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan beton Metakaolin 25% dan <i>Policarboxilate</i> 1,5% .....	77
Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata (Kg/Cm <sup>2</sup> ).....	77

Tabel 4.8	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 10% + Policarboxilate 1,5% Umur 3 Hari .....	80
Tabel 4.9	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 10% + Policarboxilate 1,5% Umur 14 Hari .....	80
Tabel 4.10	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 10% + Policarboxilate 1,5% Umur 28 Hari .....	81
Tabel 4.11	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 15% + Policarboxilate 1,5% Umur 3 Hari .....	81
Tabel 4.12	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 15% + Policarboxilate 1,5% Umur 14 Hari .....	82
Tabel 4.13	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 15% + Policarboxilate 1,5% Umur 28 Hari .....	82
Tabel 4.14	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 20% + Policarboxilate 1,5% Umur 3 Hari .....	83
Tabel 4.15	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 20% + Policarboxilate 1,5% Umur 14 Hari .....	83
Tabel 4.16	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 20% + Policarboxilate 1,5% Umur 28 Hari .....	84
Tabel 4.17	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 25% + Policarboxilate 1,5% Umur 3 Hari .....	84

Tabel 4.18	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 25% + Polycarboxilate 1,5% Umur 14 Hari .....	85
Tabel 4.19	Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik (HES) Metakaolin 25% + Polycarboxilate 1,5% Umur 28 Hari .....	85
Tabel 4.20	Hasil Kuat Tekan Beton Karakteristik (Kg/Cm <sup>2</sup> ) .....	86
Tabel 4.21	Hasil Persentase Kekuatan Beton pada Umur 3 Hari .....	88
Tabel 4.22	Hasil Persentase Kekuatan Beton pada Umur 14 Hari .....	89
Tabel 4.23	Hasil Persentase Kekuatan Beton pada Umur 28 Hari .....	91
Tabel 4.21	Persentase Kekuatan Beton pada berbagai Umur .....	92

## Daftar Grafik

	<b>Halaman</b>
Grafik 4.1 Nilai Slump (Cm) .....	73
Grafik 4.2 Grafik Kuat Tekan Rata-rata .....	78
Grafik 4.3 Kuat Tekan Beton karakteristik (Kg/Cm <sup>2</sup> ) .....	86
Grafik 4.4 Hasil Persentase Kekuatan Beton Pada Umur 3 Hari.....	88
Grafik 4.5 Hasil Persentase Kekuatan Beton Pada Umur 14 Hari.....	90
Grafik 4.6 Hasil Persentase Kekuatan Beton Pada Umur 28 Hari.....	91
Grafik 4.4 Persentase Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur.....	92

## Daftar Gambar

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 Bagan Alir Penulisan .....	5
Gambar 2.1 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS.....	22
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	44
Gambar 3.2 Semen .....	45
Gambar 3.3 Agregat Kasar .....	45
Gambar 3.4 Agregat Halus .....	46
Gambar 3.5 Kaolin .....	46
Gambar 3.6 Metakaolin .....	47
Gambar 3.7 Cetakan Kubus .....	47
Gambar 3.8 Batang Penusuk.....	48
Gambar 3.9 Ayakan atau Saringan .....	48
Gambar 3.10 Timbangan .....	49
Gambar 3.11 Alat Uji Slump .....	49
Gambar 3.12 Labu ukur .....	50
Gambar 3.13 Alat Pemeriksaan <i>Spesific Grafity</i> .....	50
Gambar 3.14 Oven .....	51

Gambar 3.15	Molen .....	51
Gambar 3.16	Pan.....	52
Gambar 3.17	Mesin Uji Kuat Tekan Beton .....	52
Gambar 3.18	Table Vibrator .....	53
Gambar 3.19	Bagan Alir Penelitian .....	72

## **ABSTRACT**

*The development of today's concrete technology has improved rapidly with additional materials that can support the improvement and quality of the desired concrete quality. Of the added ingredients, among others Metakaolin and Superplasticizer in addition to reducing of concrete, can also help improve the quality of concrete.*

*The purpose of this research is to know the effect of metakaolin and superplasticizer additional to K-400 concrete compressive strength. The sample used is cube 15 x 15 x 15 cm, at age 7, 14, and 28 days. With variations of Normal Concrete and Superplasticizer 1,5% + Metakaolin 10%, 15%, 20%, and 25% with 9 samples in each variation.*

*The results showed that the value of concrete compressive strength at 28 days old toward Normal Concrete was 409,5 Kg/Cm<sup>2</sup> whereas in the addition of Superplasticizer 1,5% dan Metakaolin 10% at 28 days the optimum value was 450,9 Kg/Cm<sup>2</sup>. So Superplasticizer and Metakaolin greatly effects the normal compressive strength of the concrete to be higher.*



## INTISARI

Perkembangan teknologi beton saat ini telah mengalami kemajuan pesat dengan adanya tambahan yang dapat mendukung peningkatan dan kualitas mutu beton yang diinginkan. Dari bahan tambah yang ada diantaranya adalah Metakaolin dan *Superplasticizer* selain dapat mengurangi penggunaan air pada beton, juga dapat membantu meningkatkan kuat tekan beton.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan Metakaolin dan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton K-400. Sampel yang digunakan berbentuk kubus 15 x 15 x 15 cm, pada umur 7, 14, dan 28 hari. Dengan variasi yaitu Beton Normal dan *Superplasticizer* 1,5% + Metakaolin 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan 9 sampel pada setiap variasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari terhadap Beton Normal sebesar 409,5 Kg/Cm<sup>2</sup> sedangkan pada penambahan *Superplasticizer* 1,5% dan Metakaolin 10% pada umur 28 hari mendapatkan nilai optimum sebesar 450,9 Kg/Cm<sup>2</sup>. Jadi *Superplasticizer* dan Metakaolin sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton normal menjadi lebih tinggi.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Beton merupakan unsur yang sangat penting dan banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan dalam bidang konstruksi seperti bangunan rumah, kantor, apartemen, jembatan, pelabuhan, bendungan, jalan dan bangunan lainnya. Beton banyak digunakan karena pembuatan beton sangat mudah dan bahan yang digunakan dapat dicari dimana saja. Beton mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah untuk meningkatkan *workabilitas*, menambah kuat tekan, dan keawetan beton seperti metakaolin dan *superplasticizer*.

Metakaolin merupakan hasil pengolahan dari pembakaran kaolin. Kaolin merupakan salah satu mineral tanah liat (lempung) yang mengandung beberapa lapis aluminium silikat. Kaolin biasanya digunakan untuk membuat porselin. Menurut penelitian yang telah dilakukan beberapa orang, metakaolin biasanya digunakan untuk pembuatan beton ringan.

*Superplasticizer* merupakan bahan kimia tambahan pengurang air yang sangat efektif. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi.

Pada pembuatan beton ringan metakaolin juga diberikan sebagai bahan tambah sebanyak beberapa persen. Sebelumnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Supardi dari Universitas Sebelas Maret, penambahan variasi kadar metakaolin

terhadap berat semen meningkatkan kuat tekan beton. Peningkatan terjadi pada penambahan kadar metakaolin 17,5% dan superplasticizer sebesar 1,5%, 1,7%, 1,9% berturut-turut sebesar 78,96 MPa, 69,59 MPa dan 58,84 MPa Pada kadar metakaolin 1,7% dan 1,9% mengalami penurunan berturut-turut yaitu 69,59 MPa dan 58,84 MPa. Kuat tekan optimum dengan penambahan variasi superplasticizer 1,5% sebesar 78,96 MPa.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Mengacu pada latar belakang masalah diatas maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan metakaolin dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan mutu beton K-400.
2. Berapa kadar optimum penggunaan metakaolin dan *superplasticizer* pada mutu beton K-400.

## **1.3. Maksud dan Tujuan**

Penelitian ini dilakukan untuk meneliti pengaruh penambahan metakaolin dan *superplasticizer* pada campuran mutu beton K-400. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dan kadar optimum penggunaan metakaolin dan *superplasticizer* pada mutu beton K-400.

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dibatasi hanya melakukan percobaan terhadap kuat tekan beton.

2. Metakaolin dihasilkan dari pembakaran kaolin lalu disaring dengan saringan No. 100.
3. *Superplasticizer* yang digunakan yaitu jenis *polycarboxilate*.
4. Variabel bebas berupa variasi penambahan kadar metakaolin sebesar 0%, 10%, 15%, 20%, 25% dan *superplasticizer* 1,5%.
5. Pembuatan benda uji berupa kubus dengan ukuran 15x15x15 cm.
6. Semen dengan merk baturaja yang berjenis PPC.
7. Pengujian kuat tekan beton menggunakan *Testing gauge Indotest* dengan merk Controls Milano-Italy pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari.

#### **1.5. Keaslian tugas akhir**

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan peneliti menemukan judul penelitian tentang penggunaan metakaolin untuk bahan pembuatan beton yaitu: “Kajian Kuat Tekan Beton Ringan Metakaolin Pasca Bakar dan Kajian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah *Superplasticizer*”.

Oleh karena itu peneliti mengembangkan penelitian dengan judul “Penambahan Metakaolin dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Pada Mutu Beton K-400” yang belum pernah dilakukan oleh penulis terdahulu.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dan penelitian ini terbagi dalam lima bab sebagai berikut:

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan secara umum latar belakang, maksud dan tujuan, permasalahan dan batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan kajian yang mengacu pada beberapa referensi yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan. Dalam kajian ini akan dijelaskan mengenai bahan pembentuk beton beserta sifat – sifatnya baik yang berkaitan dengan pengujian yang akan dilakukan maupun sifat – sifat secara umum.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini memberikan gambaran mengenai metode pelaksanaan penelitian secara keseluruhan meliputi waktu dan tempat penelitian, bahandanalat yang digunakan dalam penelitian serta prosedur penelitian.

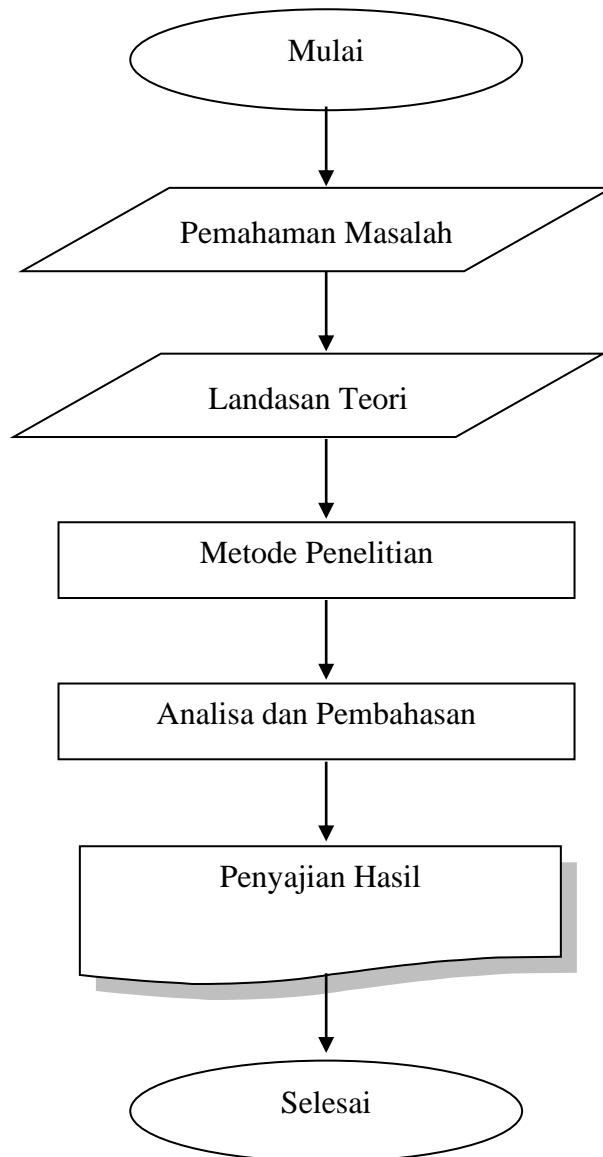
## **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menguraikan hasil – hasil pengujian yang dilakukan dan menganalisa dari hasil pengujian tersebut. Dalam tahapan ini akan banyak menggunakan grafik – grafik dan tabel – tabel dalam proses analisis datanya.

## **PENUTUP**

Pada bab ini merupakan akhir dari penelitian berupa kesimpulan dan saran – saran yang menunjang untuk penelitian lebih lanjut.

### 1.7. Bagan Alir Penulisan



**Gambar 1.1** Bagan Alir Penulisan Penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

- Abas, Syazili. 2014. *Concrete Technology*. Jakarta
- Wibowo. 2019. Kajian Kuat Tarik Belah pada Beton Mutu tinggi Memadat Mandiri dengan Variasi Komposisi Metakaolin dan *Superplasticizer Masterease 3029*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Dinakar, P. 2013. *Effect of Metakaolin content on the Properties of High Strength Concrete Indian Institute of Technology Bhubaneswar 751013, India*
- Alif, Holidin. 2013. Perencanaan Campuran Beton Kekuatan Awal Tinggi (*High Early Strength Concrete*) Dengan Bahan Tambah *Superplasticizer* Tipe *Polycarboxylate Ether*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Mediyanto, Antonius. 2019. Kajian Penetrasi dan Permeabilitas Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri terhadap Variasi Komposisi Metakaolin dan *Superplasticizer Masterease 3029* Kadar 1,9% dari Berat Binder. Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- SNI 03-6815-2002. Badan Standar Nasional. Evaluasi Uji Kuat Tekan
- Marsiano. Penggunaan Admixture Superplasticizer Pada Beton Untuk Meningkatkan Mutu Beton. Yogyakarta
- Mulyono, Tri. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta.
- Sugiharto, Handoko. 2006. Penelitian Mengenai Peningkatan Kekuatan Awal Beton Pada *Self Compacting Concrete*. Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra. Jakarta
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 1996. Teknologi Beton. Yogyakarta.