

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS**

**LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK BESI**

**SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**ALRIDHO RIZKIANSYAH**  
**03011282025076**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alridho Rizkiansyah

NIM : 03011282025076

Judul : Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Oktober 2024



**Alridho Rizkiansyah**  
**NIM. 03011282025076**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS  
LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK BESI  
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

**Oleh:**

**ALRIDHO RIZKIANSYAH**

**03011282025076**

**Palembang, Oktober 2024**

**Diperiksa dan disetujui oleh,**

**Dosen Pembimbing Utama**

**Dosen Pembimbing Kedua**



**Dr. Ir. Maulid M Iqbal, M.S.**  
**NIP. 196009091988111001**



**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
**NIP. 197610312002122001**

**Mengetahui/Menyetujui**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan**



**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
**NIP. 197610312002122001**

Universitas Sriwijaya

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar dengan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus" yang disusun oleh Alridho Rizkiansyah, 03011282025076 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 September 2024.

Palembang, 17 September 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

1. Dr. Ir. H. Maulid M Iqbal, M.S.

NIP. 199007222019031014

(  )

2. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

(  )

Dosen Penguji :

3. Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S. T., M. T. (

NIP. 197705172008012039

 )

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
dan Perencanaan



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T. M.T., IPM

NIP. 197502112003121002



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alridho Rizkiansyah

NIM : 03011282025076

Judul : Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

**Palembang, Oktober 2024**



**Alridho Rizkiansyah**  
**NIM. 03011282025076**

Universitas Sriwijaya

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Alridho Rizkiansyah  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
E-mail : alridho.rizkiansyah.ar@gmail.com

### Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDIT NURUL ILMI JAMBI	-	-	SD	2008 - 2014
SMPN 7 KOTA JAMBI	-	-	SMP	2014 - 2017
SMAN 1 KOTA JAMBI	-	IPA	SMA	2017 - 2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

### Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
Ikatan Mahasiswa UNSRI	Staff Ahli Departemen Olahraga dan Seni	2022-2023
Himpunan Mahasiswa Jambi	Anggota	2020-2022

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Alridho Rizkiansyah**  
**NIM. 03011282025076**

Universitas Sriwijaya

## RINGKASAN

### STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK BESI SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 17 September 2024

Alridho Rizkiansyah; Dimbing oleh Dr. Ir. H. Maulid M Iqbal, M.S. dan Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvii + 69 halaman, 20 gambar, 14 tabel, 18 lampiran

Beton konduktif sangat penting untuk kemajuan teknologi konstruksi kontemporer atau masa kini. Beton konduktif dapat menghantarkan listrik dan digunakan dalam pembangunan infrastruktur pintar, sensor struktural, sistem pemanas permukaan, dan lainnya. Serbuk besi dapat digunakan menjadi bahan pengganti agregat halus atau pasir. Penelitian ini menggunakan variasi umur dan konsentrasi serbuk besi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, perbandingan semen dan pasir yang digunakan 1:2,75 serta variasi w/c 0.485, untuk pengujian konduktivitas listrik menggunakan metode *four point probe* berdasarkan standar ASTM-F1529, sedangkan untuk pengujian mortar segar menggunakan standar SNI 2049:2004. Pengujian mortar segar berupa *setting time test* dan *slump flow test*, sedangkan untuk pengujian mortar keras berupa pengujian kuat tekan, berat jenis, dan uji konduktivitas listrik. Berdasarkan *setting time test* pada *Conductive mortar* dengan nilai variasi persentase IP 100% dengan nilai *initial setting time* 176 menit dan *final setting time* 225 menit memiliki waktu ikat paling cepat dibanding variasi ukuran yang lainnya. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase IP 100% memiliki nilai *flowability* tertinggi dibanding variasi lainnya. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan pada benda uji variasi persentase IP 100% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 2.432 kg/m<sup>3</sup>; 19,9 MPa; dan konduktivitas listrik pada benda uji variasi persentase IP 100% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 25.357  $\mu$ S/m.

**Kata kunci:** Beton konduktif, serbuk besi, beton pintar, kuat tekan, berat jenis, konduktivitas listrik

## SUMMARY

### EXPERIMENTAL STUDY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF MORTAR WITH IRON POWDER AS FINE AGGREGATE REPLACEMENT

Scientific papers in form of Final Projects, September 17<sup>th</sup>, 2024

Alridho Rizkiansyah Dimbing oleh Dr. Ir. H. Maulid M Iqbal, M.S. dan Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvii + 69 pages, 20 images, 14 tables, 18 attachments

Conductive concrete is essential for the advancement of contemporary construction technology. Conductive concrete can conduct electricity and is used in the construction of smart infrastructure, structural sensors, surface heating systems and more. Iron powder can be used as a substitute for fine aggregate or sand. This research uses age variations and iron powder concentrations of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%, the ratio of cement and sand used is 1: 2.75 and the w/c variation is 0.485, for electrical conductivity testing using the four point probe method based on ASTM-F1529 standards, while for fresh mortar testing using SNI 2049:2004 standards. Fresh mortar testing in the form of setting time test and slump flow test, while for hard mortar testing in the form of compressive strength testing, specific gravity, and electrical conductivity test. Based on the setting time test on Conductive mortar with a 100% IP percentage variation value with an initial setting time of 176 minutes and a final setting time of 225 minutes has the fastest binding time compared to other size variations. Based on the slump flow value, the specimen with 100% IP percentage variation has the highest flowability value compared to other variations. The specific gravity and compressive strength test results on the 100% IP percentage variation specimens after curing in water for 7 days have the largest values compared to other variations, which are 2,432 kg/m<sup>3</sup>; 19.9 MPa; and electrical conductivity on the 100% IP percentage variation specimens after curing in water for 7 days has the largest value compared to other variations, which is 25,357  $\mu$ S/m.

**Keywords:** Conductive concrete, iron powder, smart concrete, compressive strength, specific gravity, electrical conductivity



# STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK BESI SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS

Alridho Rizkiansyah<sup>1)</sup>, Maulid M Iqbal<sup>2)</sup>, Saloma<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [alridho.rizkiansyah.ar@gmail.com](mailto:alridho.rizkiansyah.ar@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [maulidm\\_iqbal@yahoo.com](mailto:maulidm_iqbal@yahoo.com)

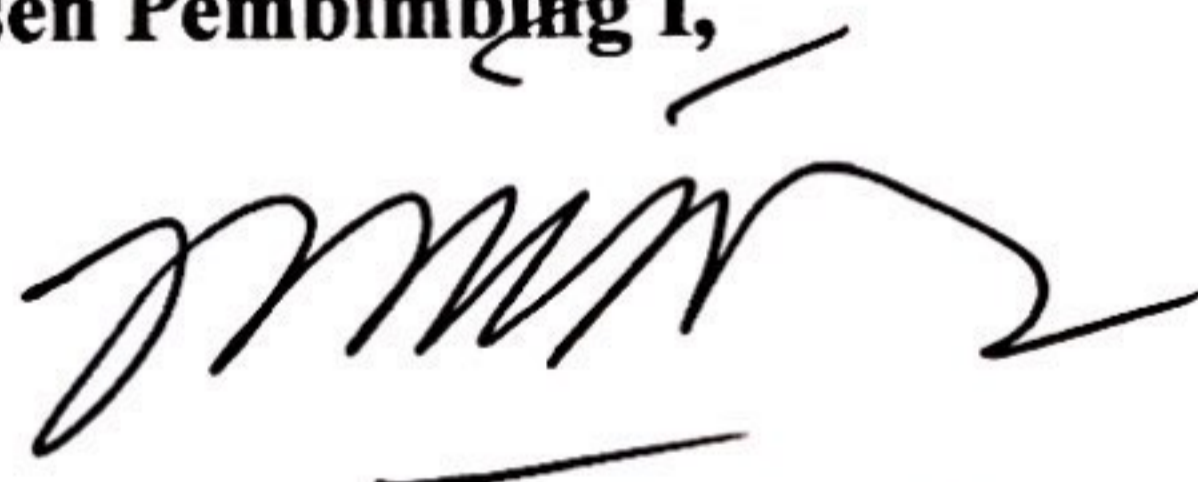
<sup>3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [saloma\\_571@yahoo.co.id](mailto:saloma_571@yahoo.co.id)

## Abstrak

Beton konduktif sangat penting untuk kemajuan teknologi konstruksi kontemporer atau masa kini. Beton konduktif dapat menghantarkan listrik dan digunakan dalam pembangunan infrastruktur pintar, sensor struktural, sistem pemanas permukaan, dan lainnya. Serbuk besi dapat digunakan menjadi bahan pengganti agregat halus atau pasir. Penelitian ini menggunakan variasi umur dan konsentrasi serbuk besi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, perbandingan semen dan pasir yang digunakan 1:2,75 serta variasi w/c 0.485, untuk pengujian konduktivitas listrik menggunakan metode *four point probe* berdasarkan standar ASTM-F1529, sedangkan untuk pengujian mortar segar menggunakan standar SNI 2049:2004. Pengujian mortar segar berupa *setting time test* dan *slump flow test*, sedangkan untuk pengujian mortar keras berupa pengujian kuat tekan, berat jenis, dan uji konduktivitas listrik. Berdasarkan *setting time test* pada *Conductive mortar* dengan nilai variasi persentase IP 100% dengan nilai *initial setting time* 176 menit dan *final setting time* 225 menit memiliki waktu ikat paling cepat dibanding variasi ukuran yang lainnya. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase IP 100% memiliki nilai *flowability* tertinggi dibanding variasi lainnya. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan pada benda uji variasi persentase IP 100% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 2.432 kg/m<sup>3</sup>; 19,9 MPa; dan konduktivitas listrik pada benda uji variasi persentase IP 100% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 25.357  $\mu$ S/m.

**Kata kunci:** Beton konduktif, serbuk besi, beton pintar, kuat tekan, berat jenis, konduktivitas listrik

Dosen Pembimbing I,



**Dr. Ir. H. Maulid M Iqbal, M.S.**  
NIP. 196009091988111001

Palembang, Oktober 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,



**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001

# EXPERIMENTAL STUDY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF MORTAR WITH IRON POWDER AS FINE AGGREGATE REPLACEMENT

Alridho Rizkiansyah<sup>1)</sup>, Maulid M Iqbal<sup>2)</sup>, Saloma<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [alridho.rizkiansyah.ar@gmail.com](mailto:alridho.rizkiansyah.ar@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [maulidm\\_iqbal@yahoo.com](mailto:maulidm_iqbal@yahoo.com)

<sup>3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [saloma\\_571@yahoo.co.id](mailto:saloma_571@yahoo.co.id)

## Abstract

Conductive concrete is essential for the advancement of contemporary construction technology. Conductive concrete can conduct electricity and is used in the construction of smart infrastructure, structural sensors, surface heating systems and more. Iron powder can be used as a substitute for fine aggregate or sand. This research uses age variations and iron powder concentrations of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%, the ratio of cement and sand used is 1: 2.75 and the w/c variation is 0.485, for electrical conductivity testing using the four point probe method based on ASTM-F1529 standards, while for fresh mortar testing using SNI 2049:2004 standards. Fresh mortar testing in the form of setting time test and slump flow test, while for hard mortar testing in the form of compressive strength testing, specific gravity, and electrical conductivity test. Based on the setting time test on Conductive mortar with a 100% IP percentage variation value with an initial setting time of 176 minutes and a final setting time of 225 minutes has the fastest binding time compared to other size variations. Based on the slump flow value, the specimen with 100% IP percentage variation has the highest flowability value compared to other variations. The specific gravity and compressive strength test results on the 100% IP percentage variation specimens after curing in water for 7 days have the largest values compared to other variations, which are 2,432 kg/m<sup>3</sup>; 19.9 MPa; and electrical conductivity on the 100% IP percentage variation specimens after curing in water for 7 days has the largest value compared to other variations, which is 25,357  $\mu$ S/m.

**Keywords:** Conductive concrete, iron powder, smart concrete, compressive strength, specific gravity, electrical conductivity

Dosen Pembimbing I,



**Dr. Ir. H. Maulid M Iqbal, M.S.**  
NIP. 196009091988111001

Palembang, Oktober 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,



**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001

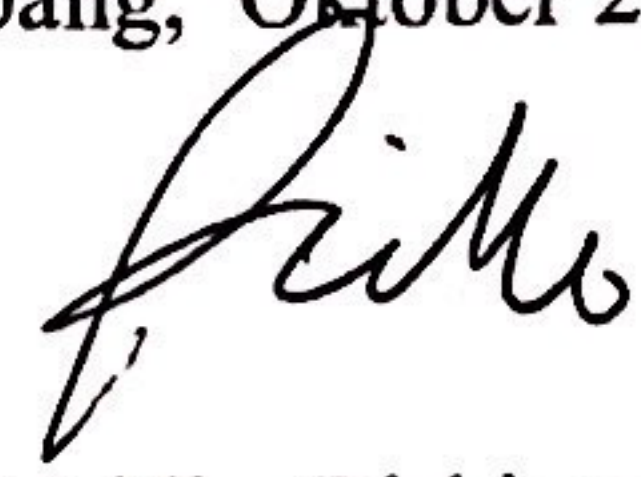
## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus”**. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya:

1. Papa Ir. Sujarwo Ismail dan Mama Dra. Yoezarniati Hoesni yang telah memberikan dukungan moril dan materil, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian laporan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, ST. MT., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, M.S., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
6. Bapak Anthony Costa, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Kakak Asih Suzana, S.T., M.T., Abang Adhi Susanto, S.T., Abang Anugerah Ismahesa, S.T., yang telah memberikan dukungan moril dan materil, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian laporan tugas akhir.
8. Talitha Andani, yang telah menemani, menyemangati penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
9. Teman - teman yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian laporan tugas akhir.

Besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya, khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Palembang, Oktober 2024



Alridho Rizkiansyah

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>2</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>4</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>7</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>8</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>9</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>9</b>
1.1. <b>LATAR BELAKANG</b> .....	<b>9</b>
1.2. <b>RUMUSAN MASALAH</b> .....	<b>10</b>
1.3. <b>TUJUAN PENELITIAN</b> .....	<b>10</b>
1.4. <b>RUANG LINGKUP</b> .....	<b>10</b>
<b>BAB II</b> .....	<b>12</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>
2.1. <b>TEORI DASAR</b> .....	<b>12</b>
2.1.1. <i>Mortar</i> .....	<b>12</b>
2.1.2. <i>Mortar Konduktif</i> .....	<b>14</b>
2.1.3. <i>Konduktivitas Listrik</i> .....	<b>14</b>
2.1.4. <i>Sifat – Sifat Mortar</i> .....	<b>16</b>
2.1.5. <i>Metode Proporsi Campuran</i> .....	<b>17</b>
2.1.5.1. <i>Perhitungan Berdasarkan Volume</i> .....	<b>17</b>
2.1.5.2. <i>Perhitungan Berdasarkan Berat</i> .....	<b>18</b>
2.1.5.3. <i>Perhitungan dengan Metode SNI 03-6882-2002</i> .....	<b>18</b>
2.1.6. <i>Kuat Tekan Mortar</i> .....	<b>18</b>
2.2. <b>MATERIAL PENYUSUN MORTAR</b> .....	<b>19</b>
2.2.1. <i>Semen Portland</i> .....	<b>19</b>
2.2.2. <i>Air</i> .....	<b>20</b>
2.2.3. <i>Agregat</i> .....	<b>22</b>
2.2.4. <i>Iron Powder</i> .....	<b>23</b>
2.3. <b>PENGUJIAN TERHADAP MORTAR</b> .....	<b>27</b>

2.3.1.	<i>Four Point Probe Method</i> .....	27
2.3.2.	<i>Setting Time Test</i> .....	28
2.3.3.	<i>Uji Kuat Tekan</i> .....	29
2.3.4.	<i>Flow Table Test</i> .....	30
2.4.	STANDAR ACUAN UJI MATERIAL.....	30
2.5.	PENELITIAN TERDAHULU .....	31
<b>BAB III.....</b>		<b>35</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>35</b>
3.1.	UMUM.....	35
3.2.	STUDI LITERATUR.....	35
3.3.	LOKASI PENGUJIAN .....	35
3.4.	ALUR PENELITIAN .....	36
3.5.	ALAT DAN BAHAN .....	36
3.6.	TAHAPAN PENGUJIAN .....	40
3.6.1.	<i>Persiapan Bahan</i> .....	40
3.6.2.	<i>Job Mix Design</i> .....	40
3.6.3.	<i>Pengujian Tahap Awal</i> .....	43
3.6.4.	<i>Pencetakan dan Pengecoran Mortar</i> .....	44
3.6.5.	<i>Pengujian Tahap Akhir</i> .....	46
3.7.	JADWAL PENELITIAN .....	48
<b>BAB IV .....</b>		<b>49</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>49</b>
4.1.	HASIL PENGUJIAN MATERIAL MORTAR .....	49
4.1.1.	<i>Analisis Saringan Ageragat Halus (Pasir)</i> .....	49
4.1.2.	<i>Flow Table Test</i> .....	52
4.1.3.	<i>Setting Time Test</i> .....	55
4.2.	PENGUJIAN MORTAR KERAS .....	56
4.2.1.	<i>Berat Jenis</i> .....	57
4.2.2.	<i>Kuat Tekan Beton</i> .....	59
4.2.3.	<i>Pengujian Konduktivitas Listrik</i> .....	61

<b>BAB V.....</b>	<b>66</b>
<b>PENUTUP .....</b>	<b>66</b>
5.1. KESIMPULAN .....	66
5.2. SARAN .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>68</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1. Iron Powder .....	23
Gambar 2. 2. Sistematika Pelat Elektroda Metode Four Point Probe.....	28
Gambar 2. 3. Uji Kuat Tekan yang Dilakukan pada Beton dengan Campuran Serbuk Besi (Fakhri R. S,2022).....	33
Gambar 2. 4. Hasil flow table test yang dilakukan pada mortar dengan campuran serpihan besi bekas (Yilmazel, dkk., 2023) .....	33
Gambar 2. 5. Hasil konduktivitas listrik yang dilakukan pada mortar dengan campuran serpihan besi bekas (Yilmazel, dkk., 2023) .....	33
Gambar 2. 6. Hasil konduktivitas listrik yang dilakukan pada mortar dengan campuran serpihan besi bekas (Yilmazel, dkk., 2023) .....	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	36
Gambar 4. 1. Analisis Saringan Agregat Halus .....	52
Gambar 4. 2. Flow Table Test .....	53
Gambar 4. 3. Pengaruh Persentase Serbuk Besi Terhadap Nilai Sebar .....	54
Gambar 4. 4. Setting Time Test.....	55
Gambar 4. 5. Hasil Setting Time Test.....	55
Gambar 4. 6. Curing benda uji .....	56
Gambar 4. 7. Benda Uji Kubus .....	57
Gambar 4. 8. Hasil Pengujian Berat Jenis .....	58
Gambar 4. 9. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	59
Gambar 4. 10. Kuat Tekan Benda Uji pada Hari ke-7 dan Hari ke-28.....	60
Gambar 4. 11. Pengujian Listrik.....	61
Gambar 4. 12. Konduktivitas Listrik Benda Uji pada Hari ke-7 dan Hari ke-28..	63
Gambar 4. 13. Resistivitas Listrik Benda Uji pada Hari ke-7 dan Hari ke-28.....	63



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Mutu Mortar .....	13
Tabel 2. 2. Komposisi Senyawa Kimia Portland Semen.....	20
Tabel 2. 3 Data konsumsi energi proses metalurgi serbuk yang ditemukan dalam literatur. ....	26
Tabel 2. 4. Standar Acuan .....	31
Tabel 2. 5. Uji Konduktivitas Listrik pada Sejumlah Logam Komersial (Nurdianah, 2015).....	32
Tabel 2. 6. Berat Jenis Pada Umur 28 Hari (Medina,et al., 2018).....	34
Tabel 3. 1 Komposisi Campuran Benda Uji .....	41
Tabel 3. 2. Jadwal penelitian .....	48
Tabel 4. 1. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus .....	51
Tabel 4. 2. Data Nilai Flow Table Test pada Setiap Variasi Persentase Serbuk Besi .....	54
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian <i>Setting Time Test</i> pada Benda Uji.....	55
Tabel 4. 4. Berat Jenis Benda Uji pada Umur 1 Hari dan 28 Hari .....	57
Tabel 4. 5. Nilai Kuat Tekan Benda Uji Pada Umur 7 Hari dan 28 Hari .....	59
Tabel 4. 6. Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik dan Resistivitas Listrik .....	62

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang paling umum di dunia dan dapat digunakan untuk berbagai jenis bangunan, seperti jembatan dan infrastruktur transportasi. Itu juga kuat dan tahan lama. Selain sifat mekanik beton, konduktivitas listriknya sangat penting, terutama untuk kekuatan dan keamanan struktural. Dibandingkan dengan logam seperti besi atau tembaga, beton memiliki konduktivitas listrik yang rendah. Namun, konduktivitas listriknya tidak dapat diabaikan, terutama dalam aplikasi yang memerlukan sistem perlindungan dari petir atau masalah korosi yang mungkin muncul.

Studi tentang konduktivitas listrik material konstruksi, khususnya beton konduktif, sangat penting untuk kemajuan teknologi konstruksi kontemporer atau masa kini. Beton konduktif dapat digunakan dalam berbagai aplikasi teknik sipil dan konstruksi. Ini dapat menghantarkan listrik dan digunakan dalam pembangunan infrastruktur pintar, sensor struktural, sistem pemanas permukaan, dan lainnya. Menambah serbuk logam, seperti serbuk besi, ke dalam campuran beton adalah salah satu cara untuk meningkatkan konduktivitas listrik beton. Beton konduktif berbasis serbuk besi dapat digunakan dalam struktur bangunan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan melindungi material struktural di dalamnya. Beton konduktif berbasis serbuk besi sangat penting untuk aplikasi yang membutuhkan sifat listrik, seperti ketika beton digunakan sebagai elektroda. Beton konduktif juga digunakan untuk membuat sensor struktural yang dapat memantau deformasi, tegangan, atau kerusakan struktur secara real-time. Sensor ini dapat membantu dalam pemeliharaan dan deteksi masalah struktural dini.

Beton konduktif berbasis serbuk besi dapat digunakan untuk sistem pemanas permukaan bangunan dalam beberapa situasi. Ini dapat meningkatkan efisiensi energi dengan mengurangi jumlah energi yang dikonsumsi untuk pemanasan. Beton konduktif dapat digunakan dalam infrastruktur pintar untuk mengintegrasikan teknologi sensor dan jaringan dalam lingkungan binaan. Studi eksperimental yang dilakukan pada beton konduktif berbasis serbuk besi

membantu dalam pembuatan material baru yang memiliki karakteristik yang memenuhi persyaratan untuk aplikasi konstruksi kontemporer. Serbuk besi dapat sangat memengaruhi konduktivitas listrik beton, terutama jika digunakan dalam jumlah besar dan didistribusikan secara merata dalam campuran beton.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan penguraian latar belakang di atas mengenai pengaruh serbuk besi pada konduktivitas beton, maka rumusan masalah dalam *Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar dengan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus* adalah :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi serbuk besi terhadap konduktivitas listrik dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen?
2. Bagaimana pengaruh waktu mortar terhadap konduktivitas listrik dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen?
3. Bagaimana efek konsentrasi serbuk besi terhadap kuat tekan sampel-sampel mortar dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Dapat menganalisis pengaruh konsentrasi serbuk besi dalam campuran beton terhadap sifat konduktif listrik nya.
2. Dapat menganalisis pengaruh waktu mortar terhadap konduktivitas listrik dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen.
3. Dapat mengevaluasi efek konsentrasi serbuk besi terhadap kuat tekan sampel-sampel mortar dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen.

## **1.4. Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup pada penelitian *Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar dengan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus* diatur dalam lingkup :

1. *Iron powder* sebagai tambahan mortar dengan variasi 0% (sebagai kontrol), 25%, 50%, 75%, 100%
2. Semen yang di pakai adalah semen *Portland Composite Cement (PCC)*

3. Pelat elektroda menggunakan wire mesh tembaga.
4. Ukuran serbuk besi mesh 80.
5. Mortar memiliki perbandingan w/c =0,45.
6. Komposisi campuran mortar adalah 1C (500 gr semen):2,75P (1375 gr pasir) dengan total berat 1875 gr.
7. Pengujian konduktivitas listrik menggunakan metode 4 point probe berdasarkan standar ASTM-F1529.
8. Pembuatan dan pengujian mortar yang dilakukan berdasarkan standar SNI 2049:2004.

## Daftar Pustaka

- Abdulkader El-Mir, Omar Najm, Hilal El-Hassan, Amr El-Dieb, Ahmed Alzamy (2024) “*Enhancing the electrical conductivity of concrete using metal-organic frameworks*”
- Afzal, M., Liu, Y., Cheng, J. C. P., & Gan, V. J. L. (2020). “*Reinforced concrete structural design optimization: A critical review*”.
- AoYang Li a , Yan Wang a,b,\* , ShaoHui Zhang a , DiTao Niu b,c , BingBing Guo b,c,\*\* (2024) “Study on the mechanical and electrical conductivity properties of waste short carbon fibers concrete and the establishment of conductivity models”
- Azevedo, J. M. C., Serrenho, A. C., & Allwood, J. M. (2018). “*Energy and material efficiency of steel powder metallurgy*”.
- Fitri Anika, Djusmaini Djamal, dan Ramli (2015). “PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN SERBUK GRAFIT DALAM PASIR TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK BETON K-350”
- Fulham, R., Sorelli, L., & Conciatori, D. (2020). “*Development of electrically conductive concrete and mortars with hybrid conductive inclusions.*”
- Hutagalung, M., Setiawan, Y., & Sabdono, P. (2013). “PENGARUH BENTUK DAN KONFIGURASI AGREGAT TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR.”
- Kucche, K. J., Jamkar, S. S., & Sadgir, P. A. (2015). “*Quality of water for making concrete : A review of literature*”.
- Miah, J., Ali, K., lo Monte, F., & dkk. (2021). “*The effect of furnace steel slag powder on the performance of cementitious mortar at ambient temperature and after exposure to elevated temperatures.*”
- Rais, A., & Berlian, J. (2013). “Pengaruh penambahan abu terbang (Fly Ash)

terhadap sifat mekanik (kuat tekan) semen polimer menggunakan matriks resin epoksi”.

Raharja, S., As'ad, S., & Sunarmasto. (2013). “PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON KINERJA TINGGI.”

Schuetze, A. P., Lewis, W., Brown, C., & Geerts, W. J. (2004). “*A laboratory on the four-point probe technique.*”

Song, G. (2000). “*Equivalent circuit model for AC electrochemical impedance spectroscopy of concrete.*”

Syailu F. R.(2022). “Pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai pengganti sebagian pasir pada beton.”

Tian, X., & Hu, H. (2012). “*Test and study on electrical property of conductive concrete*”.

Yilmazel,R., Filazi,A., Pul,M.(2023). “*Investigation of Electrical Conductivity in Cement Mortars with Waste Iron Chips*”