

TUGAS AKHIR

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

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



**SULTAN HADRIAN ALWARD RAFIE BASKORO
03011282025079**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro

NIM : 03011282025079

Judul : Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Grafit Sebagai Pengganti Agregat halus

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

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



Palembang, Agustus 2024



SULTAN HADRIAN ALWARD RAFIE BASKORO
NIM. 03011282025079

HALAMAN PENGESAHAN
STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS
LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK GRAFIT
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

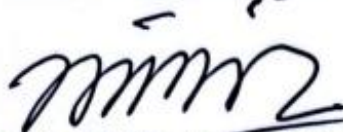
SULTAN HADRIAN ALWARD RAFIE BASKORO

03011282025079

Palembang, Agustus 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing Utama



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

Dosen Pembimbing Kedua



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Grafit Sebagai Pengganti Agregat halus” yang disusun oleh Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro, 03011282025079 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 1 Agustus 2024.

Palembang, 1 Agustus 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing:

1. Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, M.S.
NIP. 196009091988111001
2. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001


()

Dosen Penguji:

3. Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM,
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro

NIM : 03011282025079

Judul : Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk
Grafit 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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2024



Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro

NIM. 03011282025079

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 082182927850
E-mail : rafiebaskoro@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD PUSRI PALEMBANG	-	-	SD	2008-2014
SMP PUSRI PALEMBANG	-	-	SMP	2014-2017
SMAN 5 PALEMBANG	-	MIPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro
03011282025079

RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK GRAFIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS.

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 1 Agustus 2024

Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro; Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal,
M.S.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xviii + 84 halaman, 37 gambar, 11 tabel, 19 lampiran

Conductive mortar adalah jenis mortar yang dirancang khusus untuk memiliki kemampuan menghantarkan listrik. *Conductive mortar* termasuk dalam kategori beton pintar (*smart mortar*). Mortar ini dirancang dengan sifat khusus yang memungkinkan penghantaran listrik, sesuatu yang tidak dimiliki oleh mortar konvensional. *Graphite powder* dapat digunakan menjadi bahan pengganti agregat halus atau pasir. Penelitian ini menggunakan variasi umur dan konsentrasi *graphite powder* 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, perbandingan semen dan pasir yang digunakan 1:2,75 serta variasi w/c 0.485. 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 GP 25% dengan nilai *initial setting time* 329 menit dan *final setting time* 555 menit memiliki waktu ikat paling cepat dibanding variasi ukuran yang lainnya. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase GP 25% memiliki nilai *flowability* tertinggi dibanding variasi lainnya. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan pada benda uji variasi persentase GP 25% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1765 kg/m³; 9,8 MPa; dan konduktivitas listrik pada benda uji variasi persentase GP 100% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 27060 µS/m.

Kata Kunci: *Conductive mortar*, *graphite powder*, *smart mortar*, kuat tekan, berat jenis, konduktivitas listrik.

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY TESTING OF MORTAR WITH GRAPHITE POWDER AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATE.

Scientific papers in form of Final Projects, August 1st 2024

Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro; Guide by Advisor Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, M.S.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xviii + 84 pages, 37 images, 11 tables, 19 attachments

Conductive mortar is a type of mortar specifically designed to possess the ability to conduct electricity. Conductive mortar falls under the category of smart mortar. This mortar is engineered with special properties that enable electrical conductivity, something that conventional mortar does not have. Graphite powder can be used as a substitute for fine aggregate or sand. This research utilizes variations in age and graphite powder concentration at 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%, with a cement-to-sand ratio of 1:2.75 and a water-cement ratio (w/c) of 0.485. Fresh mortar testing includes setting time tests and slump flow tests, while hardened mortar testing includes compressive strength tests, density tests, and electrical conductivity tests. Based on the setting time test, conductive mortar with a 25% GP (Graphite Powder) variation, having an initial setting time of 329 minutes and a final setting time of 555 minutes, showed the fastest setting time compared to other variations. According to the slump flow values, the specimen with a 25% GP variation had the highest flowability compared to the other variations. The density and compressive strength tests on the specimen with a 25% GP variation, after curing in water for 7 days, showed the highest values compared to other variations, with values of 1765 kg/m³ and 9.8 MPa, respectively. The electrical conductivity of the specimen with a 100% GP variation after curing in water for 7 days showed the highest value compared to other variations, amounting to 27060 µS/m.

Keyword: *Lightweight concrete, graphite powder, smart mortar, compressive strength, specific gravitiy, electrical conductive.*

STUDI EKSPERIMENTAL UJI KONDUKTIVITAS LISTRIK MORTAR DENGAN SERBUK GRAFIT SEBAGAI PENGANTI AGREGAT HALUS

Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro¹⁾, Maulid M. Iqbal²⁾, Saloma³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: rafiebaskoro@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: maulidm_iqbal@yahoo.com

³⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: saloma_571@yahoo.co.id

Abstrak

Conductive mortar adalah jenis mortar yang dirancang khusus untuk memiliki kemampuan menghantarkan listrik. *Conductive mortar* termasuk dalam kategori beton pintar (*smart mortar*). Mortar ini dirancang dengan sifat khusus yang memungkinkan penghantaran listrik, sesuatu yang tidak dimiliki oleh mortar konvensional. *Graphite powder* dapat digunakan menjadi bahan pengganti agregat halus atau pasir. Penelitian ini menggunakan variasi umur dan konsentrasi *graphite powder* 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, perbandingan semen dan pasir yang digunakan 1:2,75 serta variasi w/c 0.485. 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 GP 25% dengan nilai *initial setting time* 329 menit dan *final setting time* 555 menit memiliki waktu ikat paling cepat dibanding variasi ukuran yang lainnya. Berdasarkan nilai *slump flow*, benda uji dengan variasi persentase GP 25% memiliki nilai *flowability* tertinggi dibanding variasi lainnya. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan pada benda uji variasi persentase GP 25% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1765 kg/m³; 9,8 MPa; dan konduktivitas listrik pada benda uji variasi persentase GP 100% setelah dilakukan *curing* di dalam air selama 7 hari memiliki nilai terbesar dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 27060 μ S/m.

Kata Kunci: *Conductive mortar*, *graphite powder*, *smart mortar*, kuat tekan, berat jenis, konduktivitas listrik.

Palembang, Agustus 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Kedua



Dr. Ir. H. 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

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

Sultan Hadrian Alward Rafie Baskoro¹⁾, Maulid M. Iqbal²⁾, Saloma³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: rafiebaskoro@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: maulidm_iqbal@yahoo.com

³⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: saloma_571@yahoo.co.id

Abstract

Conductive mortar is a type of mortar specifically designed to possess the ability to conduct electricity. Conductive mortar falls under the category of smart mortar. This mortar is engineered with special properties that enable electrical conductivity, something that conventional mortar does not have. Graphite powder can be used as a substitute for fine aggregate or sand. This research utilizes variations in age and graphite powder concentration at 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%, with a cement-to-sand ratio of 1:2.75 and a water-cement ratio (w/c) of 0.485. Fresh mortar testing includes setting time tests and slump flow tests, while hardened mortar testing includes compressive strength tests, density tests, and electrical conductivity tests. Based on the setting time test, conductive mortar with a 25% GP (Graphite Powder) variation, having an initial setting time of 329 minutes and a final setting time of 555 minutes, showed the fastest setting time compared to other variations. According to the slump flow values, the specimen with a 25% GP variation had the highest flowability compared to the other variations. The density and compressive strength tests on the specimen with a 25% GP variation, after curing in water for 7 days, showed the highest values compared to other variations, with values of 1765 kg/m³ and 9.8 MPa, respectively. The electrical conductivity of the specimen with a 100% GP variation after curing in water for 7 days showed the highest value compared to other variations, amounting to 27060 μ S/m.

Keyword: *Conductive mortar, graphite powder, smart mortar, compressive strength, specific gravity, electrical conductive.*

Palembang, Agustus 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing Utama



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

NIP. 196009091988111001

Dosen Pembimbing Kedua



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 tugas akhir yang berjudul **“Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Grafit 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. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE.,MSi., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, M.S., selaku dan Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
6. Orang tua, adik, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir.

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

Indralaya, Agustus 2024



Sultan Hadrian Alward Rafie B.

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metode Pengumpulan Data.	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Teori Dasar	5
2.1.1. Mortar.....	5
2.1.2. Mortar Konduktif	7
2.1.3. Konduktivitas Listrik.....	8
2.1.4. Sifat-Sifat yang dimiliki Mortar.....	10
2.1.5. Metode Proposi Campuran.....	11
2.1.6. Kuat Tekan Mortar	13
2.2. Material Penyusun Mortar	14

2.3.	Pengujian Terhadap Mortar	29
2.3.1.	<i>Four Point Probe Method</i>	30
2.3.2.	Standarisasi Keamanan Pengujian Listrik.....	31
2.3.3.	<i>Setting Time Test</i>	33
2.3.4.	Uji Kuat Tekan	33
2.3.5.	Flow table test	34
2.4.	Penelitian Terdahulu.....	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		43
3.1.	Umum	43
3.2.	Studi Literatur.....	43
3.3.	Lokasi pengujian.....	43
3.4.	Alur Penelitian.....	44
3.5.	Alat dan Bahan	45
3.5.1.	<i>Graphite Powder</i>	45
3.5.2.	Pasir	45
3.5.3.	Semen.....	46
3.5.4.	Pelat Elektroda	46
3.5.5.	Voltmeter.....	47
3.5.6.	Multimeter	47
3.5.7.	Air.....	47
3.5.8.	Timbangan Digital.....	48
3.5.9.	Kontroler Arus (Current Source):	48
3.5.10.	Mixer	49
3.5.11.	Universal Testing Mechine (UTM)	49
3.5.12.	Oven	49
3.5.13.	Cetakan Kubus dan Balok	50
3.5.14.	Meja sebar	50
3.5.15.	Vicat Apparatus.....	51
3.6.	Tahapan Pengujian	51
3.6.1.	Persiapan Bahan.....	51
3.6.2.	Job Mix Design.	52
3.6.3.	Pengujian Tahap Awal	54

3.6.4. Pencetakan dan Pengecoran Mortar.....	57
3.6.5. Pengujian Tahap Akhir.....	59
3.7. Jadwal Penelitian.....	62
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
4.1 Hasil Pengujian Material Mortar.....	63
4.1.1 <i>Flow Table Test</i>	63
4.1.2 <i>Setting Time Test</i>	66
4.2 Pengujian Mortar Keras.....	67
4.2.1 Berat Jenis.....	68
4.2.2 Kuat Tekan Beton.....	70
4.2.3 Pengujian Listrik.....	72
BAB 5 PENUTUP.....	80
5.1. Kesimpulan.....	80
5.2. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Pembentukan CSH pada reaksi semen dan air (<i>Pooja Anil, et al. 2021</i>).....	15
Gambar 2.2. Grafit (<i>Ting Luo dan Qiang Wang, 2021</i>).....	23
Gambar 2.3. Struktur Ikatan Grafit (<i>Ting Luo dan Qiang Wang, 2021</i>).....	25
Gambar 2.4. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit terhadap Kuat Tekan Mortar (<i>Ahmet Filazi , et all , 2023</i>).....	39
Gambar 2. 5. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Resistivitas Listrik (<i>Ahmet Filazi , et all , 2023</i>)	40
Gambar 2.6. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Konduktivitas Listrik (<i>Ahmet Filazi , et all , 2023</i>).....	40
Gambar 3.1. Diagram Alir	44
Gambar 3. 2. Serbuk Grafit.....	45
Gambar 3. 3. Pasir Atau Agregat Halus.....	45
Gambar 3. 4. Semen Portland	46
Gambar 3. 5. Pelat Elektroda (<i>Wiremesh Tembaga</i>).....	46
Gambar 3. 6. Voltmeter.....	47
Gambar 3. 7. Multimeter.....	47
Gambar 3. 8. Air.....	48
Gambar 3. 9. Timbangan Digital.....	48
Gambar 3. 10. Power Supply	48
Gambar 3. 11. Mixer.....	49
Gambar 3. 12. Universal Testing Machine	49

Gambar 3. 13. Oven	49
Gambar 3. 14. Cetakan Mortar Ukuran 16x4x4 cm.....	50
Gambar 3. 15. Cetakan Mortar Ukuran 5x5x5 cm.....	50
Gambar 3. 16. Meja Sebar.....	50
Gambar 3. 17. Vicat Apparatus.....	51
Gambar 3. 18. Setting Time Test	55
Gambar 3. 19. Uji Flow table.....	56
Gambar 3. 20. Benda Uji Kubus 5x5x5 cm	59
Gambar 3. 21. Curing Benda Uji	59
Gambar 3. 22. Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	60
Gambar 3. 23. Pengujian Kuat Tekan Mortar	61
Gambar 4. 1. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Nilai Sebar.....	65
Gambar 4. 2. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Waktu Ikat	67
Gambar 4. 3. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Berat Jenis Benda Uji	69
Gambar 4. 4. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Kuat Tekan Benda Uji	71
Gambar 4. 5. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Konduktivitas Listrik	74
Gambar 4. 6. Pengaruh Persentase Serbuk Grafit Terhadap Resistivitas Listrik..	75
Gambar 4. 7. Hubungan Antara Konduktivitas Listrik dan Resistivitas Listrik ...	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Mutu Mortar.....	7
Tabel 2. 2 Syarat fisika semen Portland komposit.....	17
Tabel 2. 3 Gradasi Agregat Halus untuk Mortar Pasangan.....	20
Tabel 2.4. Standar Acuan.....	36
Tabel 2.5. Berat Jenis Pada Umur 28 Hari (<i>N. Flores Medina, et al., 2018</i>).....	37
Tabel 2.6. Uji <i>Flow Table</i> (<i>Ahmet Filazi , et all , 2023</i>).....	39
Tabel 2.7. Uji Konduktivitas Listrik Pada Sejumlah Logam Komersial.	41
Tabel 3.1. Job Mix Design.....	52
Tabel 4. 1. Uji Konduktivitas Listrik	74
Tabel 4.2. Uji Resistivitas Listrik	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. 1. Lembar Asistensi Laporan Tugas Akhir.....	86
Lampiran 1. 2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir	88
Lampiran 1. 3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir.....	90
Lampiran 1. 4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	91
Lampiran 1.5. Hasil analisis saringan agregat halus	92
Lampiran 1. 6. Grafik Gradasi Agregat Halus (Pasir) Terhadap ASTM	94
Lampiran 2.1. Pengujian Listrik Sampel BK0 Umur 7 Hari.....	95
Lampiran 2.2. Pengujian Listrik Sampel BK25 Umur 7 Hari.....	96
Lampiran 2.3. Pengujian Listrik Sampel BK50 Umur 7 Hari.....	97
Lampiran 2.4. Pengujian Listrik B75 Umur 7 hari	98
Lampiran 2.5. Pengujian Listrik B100 Umur 7 Hari	99
Lampiran 2.6. Pengujian Listrik B0 Umur 28 Hari	100
Lampiran 2.7. Pengujian Listrik B25 Umur 28 Hari	101
Lampiran 2.8. Pengujian Listrik B50 Umur 28 Hari	102
Lampiran 2.9. Pengujian Listrik B75 Umur 28 Hari	103
Lampiran 2.10. Pengujian Listrik B100 Umur 28 Hari	104
Lampiran 2. 11. Rata-rata Hasil Pengujian Listrik	105
Lampiran 3.1. Pengujian Kuat Tekan	106
Lampiran 4.1. Pengujian Waktu Ikat Kontrol.....	101
Lampiran 4. 2. Pengujian Waktu Ikat 25%	102
Lampiran 4. 3. Pengujian Waktu Ikat 50%	103
Lampiran 4.4. Pengujian Waktu Ikat 75%	104
Lampiran 4.5. Pengujian waktu Ikat 100%	105

Lampiran 5. 1. Pengujian Berat Jenis.....	106
---	-----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah gabungan berbagai komponen, seperti semen, pasir halus, kerikil kasar, dan air, tanpa tambahan bahan lain, atau dengan bahan tambahan sesuai dengan perbandingan dan standar yang telah ditentukan. Tujuan dari banyak penelitian saat ini dalam bahan struktural adalah pengembangan bahan multifungsi yang menarik dalam sifat struktural dan fungsionalnya. Multifungsi berarti dapat mengatasi dua atau lebih masalah sekaligus, sehingga menyederhanakan desain. Alih-alih menggunakan perangkat terpasang atau tersemat untuk memberikan fungsi tertentu pada struktur (seperti sensor), bahan struktural tersebut dieksploitasi untuk fungsi tersebut. Akibatnya adalah biaya yang lebih rendah, peningkatan daya tahan, peningkatan volume fungsional, dan tidak adanya degradasi sifat mekanik, yang terjadi pada kasus perangkat tersemat. [1]

Selain beton, dalam dunia konstruksi sipil dikenal juga dengan istilah mortar. Dimana sebuah mortar terdiri dari agregat halus (pasir), dan bahan perekat (tanah liat, semen Portland ,kapur) dan air suling. Bahan yang sering kali digunakan ini tidak memiliki sifat konduktif listrik (dielektrik). Munculnya mortar yang dapat mengalirkan Listrik. Diharapkan dapat digunakan dalam bidang seperti rekayasa jalan, tenaga listrik, pemeliharaan air, perisai elektromagnetik, perisai gelombang radio, alat penghilangan listrik statis, teknologi perlindungan logam anti korosi, mencairkan salju di jalan, dan efek elektrokalorik. [2]. Penambahan grafit alami, karena biayanya yang murah dan ketersediaannya yang luas, adalah bahan tambahan yang menjanjikan untuk menghasilkan jaringan yang konduktif secara listrik [3].

Serbuk grafit adalah mineral unsur alami yang terdiri dari unsur karbon (C). Mineral ini memiliki banyak ciri khas yang unik. Struktur kristal grafit bersifat heksagonal, terlihat sebagai massa tipis berlapis atau lembaran tipis yang dapat terlepas dari strukturnya, dan biasanya berwarna hitam. Grafit merupakan bentuk dimorfisme dari intan, namun memiliki tingkat kekerasan yang sangat rendah (1-2). Grafit memiliki berat jenis sekitar 2,23, mudah dipecah, dan ketika disentuh,

terasa seperti berminyak. Mineral ini memiliki ketahanan yang lumayan tinggi terhadap panas dan susah larut dalam air (Sukandarrumidi, 1999). Selain itu, grafit juga menjadi bahan dasar pembuatan pensil, baterai, *touchscreen.*, pelumas mesin, sensor, dan rem mobil.

Meskipun telah dilakukan beberapa studi yang menggunakan grafit alami sebagai bahan substitusi konduktif, efek rasio grafit terhadap kinerja komposit semen belum dijelajahi lebih jauh. Studi ini secara eksperimental menginvestigasi efek dari rasio persen serbuk grafit terhadap berat pasir yang berbeda pada kinerja pasta semen pada konduktivitas listrik. Kandungan pasta grafit-semen bertambah secara signifikan dengan peningkatan persentase grafit, dan grafit tidak memengaruhi hidrasi semen. Semakin tinggi grafit, semakin tinggi pengaruhnya terhadap kinerja elektrikal konduktivitasnya, seperti yang dikonfirmasi melalui pengujian *Electrical conductivity of setting cement paste with different mineral admixtures* [4].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian *Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Grafit Sebagai Pengganti Agregat Halus* adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi serbuk grafit 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 grafit terhadap kuat tekan sampel-sampel mortar dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian *Studi Eksperimental Uji Konduktivitas Listrik Mortar Dengan Serbuk Grafit Sebagai Pengganti Agregat Halus*, yaitu:

1. Dapat menganalisis pengaruh konsentrasi serbuk grafit terhadap konduktivitas listrik dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen.

2. Dapat menganalisis hubungan resistivitas listrik terhadap konduktivitas listrik dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen.
3. Dapat mengevaluasi pengaruh konsentrasi serbuk grafit terhadap kuat tekan sampel-sampel mortar dengan mengidentifikasi pola dalam data eksperimen.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

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

1. Campuran serbuk grafit sebagai bahan mortar dengan Variasi konsentrasi 0% (Sebagai kontrol), konsentrasi 25 %, konsentrasi 50 %, konsentrasi 75 %, dan konsentrasi 100 % terhadap berat pasir.
2. Pelat elektroda menggunakan *wire mesh* tembaga.
3. Ukuran serbuk grafit mesh 240-320.
4. Semen yang digunakan adalah semen *Portland Composite Cement* (PCC)
5. Pasta semen memiliki perbandingan w/c =0,485.
6. Komposisi campuran mortar adalah 1C (500 g semen):2,75P (1375 g pasir) dengan total berat 1875 gr.
7. Pengujian kuat tekan bebas menggunakan benda uji ukuran 5x5x5 cm.
8. Pengujian listrik menggunakan benda uji ukuran 16x4x4 cm.
9. Pengujian konduktivitas listrik menggunakan metode 4 point probe berdasarkan standar ASTM-F1529.
10. Pembuatan dan pengujian mortar yang dilakukan berdasarkan standar SNI 2049:2004.

1.5 Metode Pengumpulan Data.

Adapun metode yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian mengenai *studi eksperimental uji konduktivitas listrik mortar Dengan Serbuk Grafit Sebagai Pengganti Agregat Halus* dengan menggunakan dua cara, yaitu :

1. Data Primer

Data primer pada penelitian ini adalah data yang dihasilkan secara langsung melalui serangkaian pengujian resistivitas listrik yang dilakukan di laboratorium untuk mengevaluasi pengaruh variasi serbuk grafit pada mortar. Pengujian ini

mencakup persiapan sampel mortar dengan berbagai konsentrasi serbuk grafit yang menggantikan agregat halus, proses pengeringan dan pengawetan sampel dalam kondisi standar, serta pengukuran resistivitas listrik menggunakan metode four-point probe. Setiap tahap pengujian didokumentasikan dengan teliti untuk memastikan validitas dan akurasi hasil yang diperoleh dan hasil konsultasi langsung dengan dosen pembimbing.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian. Studi pustaka meliputi berbagai sumber seperti makalah penelitian, jurnal ilmiah, buku teks, laporan teknis, dan dokumen akademis lainnya yang relevan dengan topik konduktivitas listrik dan penggunaan serbuk grafit dalam material mortar. Data sekunder ini berperan sebagai referensi yang mendukung analisis dan pembahasan dalam penelitian ini.

Selain itu, data sekunder juga mencakup standar industri dan pedoman teknis yang diterbitkan oleh organisasi profesional atau badan standar internasional yang relevan .

DAFTAR PUSTAKA

- Ara Gradiniar Rizkyta dan and Hosta Ardhyananta, *Pengaruh Penambahan Karbon terhadap Sifat Mekanik dan Konduktivitas Listrik Komposit Karbon/Epoksi sebagai Pelat Bipolar Polimer Elektrolit Membran Sel Bahan Bakar (Polymer Exchange Membran (PEMFC))*, JURNAL TEKNIK POMITS, 2013.
- A. FİLAZİ, R. YILMAZEL, M. PUL, *EFFECT OF GRAPHITE POWDER ADDITIVES ON MECHANICAL PROPERTIES AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN BLAST FURNACE SLAG-BASED ALKALI ACTIVATED MORTARS*, Journal of Engineering Sciences and Design, DOI: 10.21923/jesd.1248611
- D. D. L. CHUNG, *Functional properties of cement-matrix composites*, *J Mater Sci*, pp. 1315–1324, 2001.
- D.D.L. CHUNG, *Review Graphite*, *Journal Of Materials Science* 37, 2002.
- Fitri Anika, Djusmaini Djammas, and dan Ramli, *PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN SERBUK GRAFIT DALAM PASIR TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK BETON K-350*, *PILLAR OF PHYSICS*, pp. 57–64, 2015.
- G. Song, *Equivalent circuit model for AC electrochemical impedance spectroscopy of concrete*, *Cem Concr Res*, vol. 30, no. 11, pp. 1723–1730, 2000, doi: 10.1016/S0008-8846(00)00400-2.
- H. W. Whittington B S ~ and T. C. Forde Beng, *The conduction of electricity through concrete*.
- I. Papanikolaou, C. Litina, A. Zomorodian, and A. Al-Tabbaa, *Effect of natural graphite fineness on the performance and electrical conductivity of cement paste mixes for self-sensing structures*, *Materials*, vol. 13, no. 24, pp. 1–19, Dec. 2020, doi: 10.3390/ma13245833.

I. B. Topu, T. Uygunolu, and I. Hocaolu, *Electrical conductivity of setting cement paste with different mineral admixtures*, *Constr Build Mater*, vol. 28, no. 1, pp. 414–420, Mar. 2012, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.08.068.

M. Chen, P. Gao, F. Geng, L. Zhang, and H. Liu, *Mechanical and smart properties of carbon fiber and graphite conductive concrete for internal damage monitoring of structure*, *Constr Build Mater*, vol. 142, pp. 320–327, Jul. 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.03.048.

MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2023.

P. Systems Engineering Committee of the IEEE Industry Applications Society, *IEEE Std 142-2007 (Revision of IEEE Std 142-1991) IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*.

S. Bhattacharya, V. K. Sachdev, R. Chatterjee, and R. P. Tandon, *Decisive properties of graphite-filled cement composites for device application*, *Appl Phys A Mater Sci Process*, vol. 92, no. 2, pp. 417–420, Aug. 2008, doi: 10.1007/s00339-008-4544-9.

William Lowrie, *Fundamentals of Geophysics Second Edition*, 2007.

Sudaryanto, *Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian*, 2016.

T. Luo and Q. Wang, *Effects of graphite on electrically conductive cementitious composite properties: A review*, *Materials*, vol. 14, no. 17. MDPI AG, Sep. 01, 2021. doi: 10.3390/ma14174798.

T. Roberts, C. Wang *Electrocaloric Effect in Cement-Based Materials for Heating and Cooling Applications*, *Applied Thermal Engineering*, 2018.

X. Tian and H. Hu, *Test and Study on Electrical Property of Conductive Concrete*, *Procedia Earth and Planetary Science*, vol. 5, pp. 83–87, 2012, doi: 10.1016/j.proeps.2012.01.014.