

TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN PASIR SUNGAI MUARA SEMAKA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET (HRS)* (*STUDY OF MUARA SEMAKA SAND APPLICATION AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATE IN HOT ROLLED SHEET (HRS) MIXTURE*)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



YOKI DWI SAPUTRA

20511415

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN PASIR SUNGAI MUARA SEMAKA SEBAGAI PENGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET (HRS)* (*STUDY OF MUARA SEMAKA SAND APPLICATION AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATE IN HOT ROLLED SHEET (HRS) MIXTURE*)

Disusun oleh



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

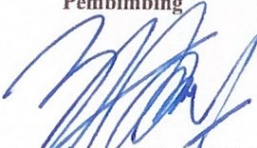
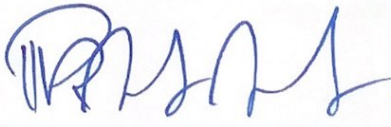
Diuji pada tanggal 10 Desember 2024

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Penguji I

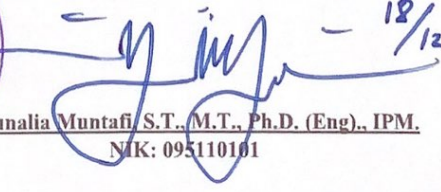
Penguji II


Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T. 
NIK: 215111307 NIK: 205111303 
NIK: 145110101

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil




Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng.), IPM.
NIK: 095110101

18/12/2024

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 16 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,



Yoki Dwi Saputra

(20511415)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Studi Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Muara Semaka Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran *Hot Rolled Sheet (HRS)*. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat dukungan, masukan, serta semangat yang diberikan oleh berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini akhirnya dapat diselesaikan. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak ilmu dan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc. selaku Dosen penguji I yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis.
3. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen penguji II yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis.
4. Bapak Sukamto HM, S.T., Bapak Pranoto dan Mas Giri Widhiatmoko, S.T. selaku laboran Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan yang tiada henti kepada penulis
7. Teman seperjuangan penelitian dalam penyelesain Tugas Akhir
8. Seluruh pihak yang telah mendukung penyelesaian Tugas Akhir Penulis

Akhirnya penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 16 Desember 2024

Penulis



Yoki Dwi Saputra
(20511415)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Pemakaian Agregat Halus Pengganti pada Campuran	5
2.3 Kinerja Perkerasan Aspal <i>HRS</i>	7
2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu	9
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Perkerasan Jalan	11
3.2 <i>Hot Rolled Sheet (HRS)</i>	11
3.3 Material Penyusun Perkerasan Lentur	12
3.3.1 Agregat	12
3.3.2 Aspal	13
3.3.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	14

3.4	Karakteristik Pengujian <i>Marshall Standard</i>	14
3.4.1	Stabilitas (<i>Stability</i>)	14
3.4.2	Kelelehan (<i>Flow</i>)	14
3.4.3	<i>Voids In Total Mix (VITM)</i>	15
3.4.4	<i>Voids Filled With Asphalt (VFWA)</i>	15
3.4.5	Kepadatan (<i>Density</i>)	15
3.4.6	<i>Voids In Mineral Agregate (VMA)</i>	16
3.4.7	<i>Marshall Quetion (MQ)</i>	17
3.5	<i>Index Of Retained Strength (IRS)</i>	17
3.6	<i>Indirect Tensile Strength (ITS)</i>	18
3.7	<i>Tensile Strength Ratio (TSR)</i>	18
3.8	<i>Cantabro Loss (CL)</i>	18
BAB IV	METODE PENELITIAN	21
4.1	Metode Penelitian	21
4.1.1	Pemeriksaan Material	21
4.1.2	Bahan Penelitian	21
4.1.3	Alat Penelitian	21
4.2	Tahapan Penelitian	23
4.2.1	Pengambilan Agregat Uji	23
4.2.2	Pengujian Sifat Fisik Agregat	23
4.2.3	Perencanaan Campuran	26
4.2.4	Pembuatan Campuran Benda Uji	31
4.3	Perencanaan Gradasi dengan Variasi Agregat Halus Pasir Muara Semaka dengan Clereng	32
4.4	Pengujian <i>Marshall Standard</i>	45
4.5	Pengujian <i>IRS</i>	46
4.6	Pengujian <i>ITS</i>	46
4.7	Pengujian <i>TSR</i>	46
4.8	Pengujian <i>CL</i>	47
4.9	Analisis Statistik	47
4.10	Analisis Data	49
4.11	Bagan Alir Penelitian	51

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
5.1 Hasil Pengujian Bahan dan Campuran	53
5.1.1 Hasil Uji Karakteristik Aspal	53
5.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	53
5.1.3 Hasil Pengujian Campuran <i>HRS</i> Untuk menentukan Kadar Aspal Optimum	55
5.1.4 Kebutuhan Material Agregat pada Kadar Aspal Optimum	62
5.1.5 Hasil Pengujian Campuran <i>HRS</i> pada Kadar Aspal Optimum dengan Substitusi Agregat Halus Pasir Muara	64
5.2 Pembahasan	68
5.2.1 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	68
5.2.2 Karakteristik Agregat Kasar	70
5.2.3 Karakteristik Agregat Halus	71
5.2.4 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	73
5.2.5 Hasil Peninjauan Karakteristik <i>Marshall</i> untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum	73
5.2.6 Pengujian <i>Marshall</i> pada Kadar Aspal Optimum Substitusi Pasir Muara Semaka dengan Campuran <i>HRS</i>	81
5.2.7 Karakteristik Pengujian <i>IRS</i> pada Kadar Aspal Optimum Campuran <i>HRS</i> dengan Substitusi Pasir Muara Semaka	92
5.2.8 Karakteristik Pengujian <i>ITS</i> pada Kadar Aspal Optimum Campuran <i>HRS</i> dengan Substitusi Pasir Muara Semaka	93
5.2.9 Karakteristik Pengujian <i>TSR</i> pada Kadar Aspal Optimum Campuran <i>HRS</i> dengan Substitusi Pasir Muara Semaka	95
5.2.10 Karakteristik Pengujian <i>CL</i> pada Kadar Aspal Optimum Campuran <i>HRS</i> dengan Substitusi Pasir Muara Semaka	96
5.3 Tinjauan Pasir Muara Semaka Sebagai Substitusi Agregat Halus pada Campuran <i>HRS</i>	97
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Rencana Gradasi Agregat Campuran <i>HRS</i>	27
Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 5.1 Penentuan KAO dengan Substitusi Pasir Muara Semaka 0%	59
Gambar 5.2 Penentuan KAO dengan Substitusi Pasir Muara Semaka 25%	59
Gambar 5.3 Penentuan KAO dengan Substitusi Pasir Muara Semaka 50%	60
Gambar 5.4 Penentuan KAO dengan Substitusi Pasir Muara Semaka 75%	60
Gambar 5.5 Penentuan KAO dengan Substitusi Pasir Muara Semaka 100%	61
Gambar 5.6 Hubungan Kadar Aspal dan Nilai Stabilitas	78
Gambar 5.7 Hubungan Kadar Aspal dan <i>Flow</i>	79
Gambar 5.8 Hubungan <i>MQ</i> dan Kadar Aspal	80
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan <i>VITM</i>	74
Gambar 5.10 Hubungan Kadar Aspal dan <i>VFWA</i>	75
Gambar 5.11 Hubungan Kadar Aspal dan <i>VMA</i>	76
Gambar 5.12 Hubungan Kadar Aspal dan <i>Density</i>	77
Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai Stabilitas	87
Gambar 5.14 Tekstur Permukaan Pasir Semaka	88
Gambar 5.15 Tekstur Pasir Clereng	89
Gambar 5.16 Bentuk Agregat Pasir Semaka	89
Gambar 5.17 Grafik Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai <i>Flow</i>	90
Gambar 5.18 Grafik Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> Terhadap Nilai <i>MQ</i>	91
Gambar 5.19 Grafik Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai <i>VITM</i>	82
Gambar 5.20 Grafik Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai <i>VFWA</i>	83
Gambar 5.21 Grafik Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai <i>VMA</i>	84

Gambar 5.22 Grafik Pengaruh Variasi Subtitusi Agregat Halus Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai <i>Density</i>	86
Gambar 5.23 Grafik Pengaruh Subtitusi Agregat Halus Pasir Muara Semaka terhadap Nilai <i>IRS</i>	92
Gambar 5.24 Grafik Pengaruh Subtitusi Agregat Halus Pasir Semaka pada Campuran <i>HRS</i> terhadap Nilai <i>ITS</i>	94
Gambar 5.25 Grafik Pengaruh Subtitusi Agregat Halus Pasir Muara Semaka terhadap Nilai <i>TSR</i>	95
Gambar 5.26 Grafik Pengaruh Subtitusi Agregat Halus Pasir Muara Semaka terhadap Nilai <i>CL</i>	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian-Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1 Ketentuan Agregat Halus	12
Tabel 3.2 Spesifikasi Agregat Kasar	13
Tabel 3.3 Spesifikasi Ketentuan Aspal Pen 60/70	13
Tabel 4.1 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS	27
Tabel 4.2 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5,5%	28
Tabel 4.3 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6%	29
Tabel 4.4 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6,5%	29
Tabel 4.5 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 7%	30
Tabel 4.6 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 7,5%	30
Tabel 4.7 Kebutuhan Benda Uji Tiap Kadar Aspal	31
Tabel 4.8 Kebutuhan Benda Uji Tiap Kadar Aspal	31
Tabel 4.9 Rencana Variasi Pasir Semaka 0% dengan Kadar Aspal 5,5%	33
Tabel 4.10 Rencana Variasi Pasir Semaka 25% dengan Kadar Aspal 5,5%	33
Tabel 4.11 Rencana Variasi Pasir Semaka 50% dengan Kadar Aspal 5,5%	34
Tabel 4.12 Rencana Variasi Pasir Semaka 75% dengan Kadar Aspal 5,5%	34
Tabel 4.13 Rencana Variasi Pasir Semaka 100% dengan Kadar Aspal 5,5%	35
Tabel 4.14 Rencana Variasi Pasir Semaka 0% dengan Kadar Aspal 6%	35
Tabel 4.15 Rencana Variasi Pasir Semaka 25% dengan Kadar Aspal 6%	36
Tabel 4.16 Rencana Variasi Pasir Semaka 50% dengan Kadar Aspal 6%	36
Tabel 4.17 Rencana Variasi Pasir Semaka 75% dengan Kadar Aspal 6%	37
Tabel 4.18 Rencana Variasi Pasir Semaka 100% dengan Kadar Aspal 6%	37
Tabel 4.19 Rencana Variasi Pasir Semaka 0% dengan Kadar Aspal 6,5%	38
Tabel 4.20 Rencana Variasi Pasir Semaka 25% dengan Kadar Aspal 6,5%	38
Tabel 4.21 Rencana Variasi Pasir Semaka 50% dengan Kadar Aspal 6,5%	39
Tabel 4.22 Rencana Variasi Pasir Semaka 75% dengan Kadar Aspal 6,5%	39
Tabel 4.23 Rencana Variasi Pasir Semaka 100% dengan Kadar Aspal 6,5%	40
Tabel 4.24 Rencana Variasi Pasir Semaka 0% dengan Kadar Aspal 7%	40
Tabel 4.25 Rencana Variasi Pasir Semaka 25% dengan Kadar Aspal 7%	41

Tabel 4.26 Rencana Variasi Pasir Semaka 50% dengan Kadar Aspal 7%	41
Tabel 4.27 Rencana Variasi Pasir Semaka 75% dengan Kadar Aspal 7%	42
Tabel 4.28 Rencana Variasi Pasir Semaka 100% dengan Kadar Aspal 7%	42
Tabel 4.29 Rencana Variasi Pasir Semaka 0% dengan Kadar Aspal 7,5%	43
Tabel 4.30 Rencana Variasi Pasir Semaka 25% dengan Kadar Aspal 7,5%	43
Tabel 4.31 Rencana Variasi Pasir Semaka 50% dengan Kadar Aspal 7,5%	44
Tabel 4.32 Rencana Variasi Pasir Semaka 75% dengan Kadar Aspal 7,5%	44
Tabel 4.33 Rencana Variasi Pasir Semaka 100% dengan Kadar Aspal 7,5%	45
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70	53
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	54
Tabel 5.3 Pengujian Agregat Halus Clereng	54
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Agregat Halus Muara Semaka	54
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Filler</i>	55
Tabel 5.6 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Variasi Substitusi Pasir Muara Semaka 0%	55
Tabel 5.7 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Variasi Substitusi Pasir Muara Semaka 25%	56
Tabel 5.8 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Variasi Substitusi Pasir Muara Semaka 50%	56
Tabel 5.9 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Variasi Substitusi Pasir Muara Semaka 75%	56
Tabel 5.10 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Variasi Substitusi Pasir Muara Semaka 100%	57
Tabel 5.11 Rekapitulasi Hasil Pengujian untuk Mencari KAO	57
Tabel 5.12 Rekapitulasi Hasil KAO	61
Tabel 5.13 Kebutuhan Agregat Substitusi 0% Pasir Muara Semaka Kadar Aspal Optimum 6,56%	62
Tabel 5.14 Kebutuhan Agregat Substitusi 25% Pasir Muara Semaka Kadar Aspal Optimum 6,65%	62
Tabel 5.15 Kebutuhan Agregat Substitusi 50% Pasir Muara Semaka Kadar Aspal Optimum 6,68%	63

Tabel 5.16 Kebutuhan Agregat Subtitusi 75% Pasir Muara Semaka Kadar Aspal Optimum 6,73%	63
Tabel 5.17 Kebutuhan Agregat Subtitusi 100% Pasir Muara Semaka Kadar Aspal Optimum 6,77%	64
Tabel 5.18 Rekapitulasi Pengujian Marshal Setiap Variasi Subtitusi pada Kadar Aspal Optimum	65
Tabel 5.19 Rekapitulasi Pengujian <i>IRS</i> Setiap Variasi Subtitusi pada Kadar Aspal Optimum	65
Tabel 5.20 Rekapitulasi Pengujian <i>ITS</i> Setiap Variasi Subtitusi pada Kadar Aspal Optimum	66
Tabel 5.21 Rekapitulasi Pengujian <i>TSR</i> Setiap Variasi Subtitusi pada Kadar Aspal Optimum	66
Tabel 5.22 Rekapitulasi Pengujian <i>CL</i> Setiap Variasi Subtitusi pada Kadar Aspal Optimum	67
Tabel 5.23 Rekapitulasi Data Uji Statistik Anova pada Pengujian Marshall <i>Standard</i>	67
Tabel 5.24 Rekapitulasi Data Uji Statistik Anova pada Pengujian <i>IRS</i> , <i>ITS</i> , <i>TSR</i> dan <i>CL</i>	68
Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pasir Muara Semaka Sebagai Subtitusi Agregat Halus pada Campuran <i>HRS</i>	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Berat Jenis Aspal	107
Lampiran 2 Pemeriksaan Penetrasi Aspal	108
Lampiran 3 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	109
Lampiran 4 Pemeriksaan Titik Lembek	110
Lampiran 5 Pemeriksaan Daktilitas	111
Lampiran 6 Pemeriksaan Kelarutan Aspal Dalam <i>TCE</i>	112
Lampiran 7 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	113
Lampiran 8 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	114
Lampiran 9 Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Loss Angeles</i>	115
Lampiran 10 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	116
Lampiran 11 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Pasir Muara Semaka	117
Lampiran 12 Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	118
Lampiran 13 Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i> Pasir Semaka	119
Lampiran 14 Pemeriksaan Berat Jenis <i>Filler</i> Clereng	120
Lampiran 15 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Sebelum KAO	121
Lampiran 16 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Sebelum KAO	122
Lampiran 17 Rekapitulasi Perhitungan KAO	123
Lampiran 18 Hasil Pengujian Metode <i>Marshall</i> pada KAO	124
Lampiran 19 Hasil Pengujian <i>IRS</i> pada KAO	125
Lampiran 20 Hasil Pengujian <i>ITS</i> pada KAO	126
Lampiran 21 Hasil Pengujian <i>TSR</i> pada KAO	127
Lampiran 22 Rekapitulasi Pengujian <i>ITS</i> dan <i>TSR</i>	128
Lampiran 23 Hasil Pengujian <i>CL</i> pada KAO	129
Lampiran 24 Hasil Analisis Anova Terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	130
Lampiran 25 Hasil Analisis Anova Terhadap <i>IRS</i> , <i>ITS</i> , <i>TSR</i> dan <i>CL</i>	131

DAFTAR NOTASI

A_0	= Konstanta
a	= Persentase aspal terhadap batu
b	= Persentase aspal terhadap campuran
c	= Berat benda uji sebelum direndam (gr)
d	= Berat benda uji dalam keadaan jenuh (SSD) (gr)
e	= Berat dalam air (gr)
f	= Volume (cm ³)
g	= Berat isi sampel (gr/cc)
G_{mb}	= berat jenis bulk campuran padat
G_{sb}	= berat jenis volume <i>bulk</i>
h	= Berat jenis maksimum teoritis campuran
L	= Persentase kehilangan berat (%)
m	= Nilai rongga terisi aspal (VFWA) (%)
MQ	= Nilai <i>Marshall Quetiont</i> (kg/mm)
M_0	= Berat sebelum abrasi (gr)
M_i	= Berat setelah abrasi (gr)
n	= Nilai rongga dalam campuran (VITM) (%)
P_b	= Kadar aspal persen terhadap berat total campuran
P_{runtuh}	= Beban puncak (kg)
P_s	= kadar agregat, persen terhadap berat total campuran
q	= Nilai Stabilitas (kg)
S	= Nilai stabilitas toleransi (kg)
S_1	= Stabilitas setelah direndam selama 0,5 jam
S_2	= Stabilitas setelah direndam selama 24 jam
S_1	= Rata – rata nilai <i>ITS</i> tanpa rendaman (kg)
S_2	= Rata – rata nilai <i>ITS</i> setelah perendaman 24 jam (kg)

DAFTAR SINGKATAN

<i>ANOVA</i>	= <i>Analysis of Variance</i>
<i>CL</i>	= <i>Cantabro Loss</i>
<i>HRS</i>	= <i>Hot Rolled Sheet</i>
<i>ITS</i>	= <i>Indirect Tensile Strength</i>
<i>IRS</i>	= <i>Index of Retained Strength</i>
<i>KAO</i>	= <i>Kadar Aspal Optimum</i>
<i>JMF</i>	= <i>Job Mix Formula</i>
<i>MQ</i>	= <i>Marshall Quotient</i>
<i>SNI</i>	= <i>Standar Nasional Indonesia</i>
<i>SSD</i>	= <i>Saturated Surface Dry</i>
<i>TSR</i>	= <i>Tensile Strength Ratio</i>
<i>VITM</i>	= <i>Void In The Total Mix</i>
<i>VFWA</i>	= <i>Void Filled With Aggregate</i>
<i>VMA</i>	= <i>Void In Mineral Aggregate</i>

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia meningkat seiring dengan bertambahnya volume kendaraan. Salah satu jenis perkerasan yang umum digunakan adalah *hot rolled sheet (HRS)*, yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, dan filler. Agregat halus yang biasa digunakan adalah pasir alam. Pasir Muara Semaka yang berada di Kabupaten Tanggamus, Lampung, memiliki potensi besar sebagai agregat halus, namun pemanfaatannya masih terbatas karena kurangnya teknologi pengambilan dan kualitas yang perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penggunaan Pasir Muara Semaka sebagai substitusi agregat halus pada campuran *HRS*.

Penelitian ini memiliki empat tahapan, yaitu tahap pertama adalah menguji sifat fisik material agregat dan aspal. Tahap kedua menentukan kadar aspal optimum pada campuran *HRS* dengan variasi substitusi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Tahapan ketiga melibatkan serangkaian pengujian yaitu *marshall standard*, *IRS*, *ITS*, *TSR*, dan *CL*. Tahap terakhir adalah analisis, pembahasan, dan menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah diperoleh.

Hasil pengujian *marshall* pada parameter stabilitas dan *MQ* mengalami penurunan. Sebaliknya nilai *flow* mengalami peningkatan, untuk nilai *VFWA* mengalami penurunan. Sementara itu, nilai *VITM* dan *VMA* mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa semakin bertambahnya substitusi Pasir Sungai Muara Semaka rongga dalam campuran semakin besar. Pada pengujian *IRS*, *ITS*, *TSR* dan *CL* campuran mengalami penurunan kinerja, meskipun terjadi penurunan kinerja campuran tetap memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dan layak dijadikan alternatif substitusi agregat halus hingga proporsi 100%.

Kata Kunci: *Hot rolled Sheet*, Agregat Halus, Pasir Muara Semaka

ABSTRACT

The development of road infrastructure in Indonesia has increased along with the growing volume of vehicles. One common type of pavement used is hot rolled sheet (HRS), which consists of fine aggregates, coarse aggregates, and filler. The fine aggregate typically used is natural sand. Muara Semaka sand, located in Tanggamus Regency, Lampung, has significant potential as a fine aggregate, but its utilization is still limited due to a lack of extraction technology and the need for further research on its quality. This study aims to examine the effect of using Muara Semaka sand as a substitute for fine aggregates in HRS mixtures.

This research consist of four stages. The first stage involves testing the physical properties of the aggregate and asphalt materials. The second stage determines the optimum asphalt content in the HRS mixture with substitution variations of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. The third stage involves a series of tests, including the Marshall Standard, IRS, ITS, TSR, and CL tests. The final stage is the analysis, discussion, and conclusion of the research findings.

Marshall test results on stability and MQ parameters have decreased. On the other hand, the flow value has increased, the VFWA value has decreased. Meanwhile, the VITM and VMA values increased, indicating that as the substitution for Muara Semaka River Sand increases, the voids in the mixture become larger. In the IRS, ITS, TSR and CL tests, the mixture experienced a decrease in performance, although there was a decrease in performance, the mixture still met the 2018 Bina Marga specifications and was suitable as an alternative substitute for fine aggregate up to a proportion of 100%.

Keywords: Hot Rolled Sheet, Fine Aggregate, Semaka estuary sand

Lampiran 1 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Pen 60/70

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

RUJUKAN : SNI 2441 - 2011

- 1 Sumber Material : Pertamina
- 2 Jenis Material : Aspal Pertamina Pen 60/70
- 3 Diuji Pada : 2024

No.	Pemeriksaan	Sampel	
		1	2
1	Berat vicnometer kosong (gr)	23,43	24,54
2	Berat vicnometer + Aquadest (gr)	46,59	47,39
3	Berat Aquadest (2 - 1) (gr)	23,16	22,85
4	Berat vicnometer + Aspal (gr)	25,07	26,27
5	Berat Aspal (4 - 1) (gr)	1,64	1,73
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest (gr)	46,67	47,4
7	Berat Aquadest (6 - 4) (gr)	21,6	21,13
8	Volume Aspal (3 - 7) (gr)	1,56	1,72
9	Berat Jenis Aspal = Berat / Vol (5/8)	1,05	1,006
10	Rata-rata BJ Aspal	1,029	



Mengetahui
Kalab. Jalan Raya
Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK: 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM: 20 511 415

Lampiran 2 Pemeriksaan Penetrasi Aspal Pen 60/70

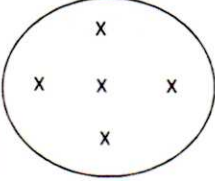
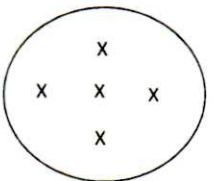
PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

RUJUKAN; AASHTO T 49-68, ASTM D 5-71

- 1 Sumber Material : Pertamina
- 2 Jenis Material : Aspal Pertamina Pen 60/70
- 3 Diuji Pada : 2024

No	Urutan Pemeriksaan	Pemb. Suhu	Pemb. waktu	Keterangan
1	Pemanasan Benda uji			
	Mulai pemanasan	27 °C	10.00 WIB	
	Selesai pemanasan	140 °C	10.30 WIB	
2	Didiamkan pada suhu ruang			
	Mulai	140 °C	10.30 WIB	
	Selesai	27 °C	13.00 WIB	
3	Diperiksa			
	Mulai	25 °C	13.00 WIB	
	Selesai	25 °C	13.30 WIB	

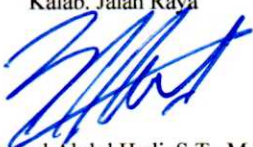
HASIL PENGAMATAN

No	Benda Uji		Sket Pengujian		Keterangan
	I (mm)	II (mm)	Benda Uji 1	Benda Uji 2	
1	65	66			
2	64	65			
3	68	68			
4	66	65			
5	67	69			
Rata2	66	66,6			
Rata2	66,3				

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil


Ir. Berlian Kusnanti, M.Eng., P.Eng., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya


Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti


Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 3 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Pen 60/70

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN BAKAR

RUJUKAN; AASHTO T 48-74, ASTM D 92-52

- 1 Sumber Material : Pertamina
- 2 Jenis Material : Aspal Pertamina Pen 60/70
- 3 Diuji Pada : 2024

No	Urutan Pemeriksaan	Pemb. Suhu	Pemb. waktu	Keterangan
1	Pemanasan Benda uji			
	Mulai pemanasan	27 °C	08.20 WIB	
	Selesai pemanasan	140 °C	08.35 WIB	
2	Didiamkan pada suhu ruang			
	Mulai	140 °C	08.35 WIB	
	Selesai	27 °C	09.40 WIB	
3	Diperiksa			
	Mulai	27 °C	09.40 WIB	
	Selesai	320 °C	10.20 WIB	

HASIL PENGAMATAN

No	Keterangan	Titik Nyala	Titik Bakar	Keterangan
1	Benda uji 1	315 °C	320 °C	
2	Benda uji 2			
3	Rata - rata	315 °C	320 °C	

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berlian Kushari, M.Eng, IPM, ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
 Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 4 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Pen 60/70

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

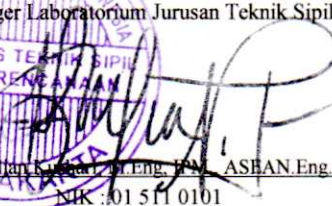
RUJUKAN : SNI 2434 - 2011

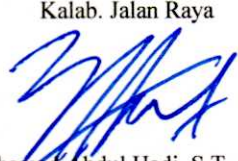
- 1 Sumber Material : Pertamina
- 2 Jenis Material : Aspal Pertamina Pen 60/70
- 3 Diuji Pada : 2024

No	Urutan Pemeriksaan	Pemb. Suhu	Pemb. waktu	Keterangan
1	Pemanasan Benda uji			
	Mulai pemanasan	27 °C	08.20 WIB	
	Selesai pemanasan	140 °C	08.35 WIB	
2	Didiamkan pada suhu ruang			
	Mulai	140 °C	08.35 WIB	
	Selesai	27 °C	09.40 WIB	
3	Diperiksa			
	Mulai	5 °C	13.15 WIB	
	Selesai	49 °C	13.30 WIB	

HASIL PENGAMATAN

No.	Suhu yang diamati	Waktu Pemanasan (Detik)		Titik Lembek (°C)	
		Benda Uji I	Benda Uji II	I	II
1	5 °C	0 detik	0 detik		
2	10 °C	60 detik	60 detik		
3	15 °C	120 detik	120 detik		
4	20 °C	180 detik	180 detik		
5	25 °C	240 detik	240 detik		
6	30 °C	300 detik	300 detik		
7	35 °C	360 detik	360 detik		
8	40 °C	420 detik	420 detik		
9	45 °C	480 detik	480 detik		
10	50 °C	525 detik	527 detik	48°C	49°C
11	55 °C				
12	60 °C				

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

R. Berlian L. Eng. M. ASHAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
 Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 5 Pemeriksaan Daktilitas Aspal Pen 60/70

PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY)/RESIDUE

RUJUKAN : AASHTO : T - 51 -74 ; ASTM D - 113 - 69

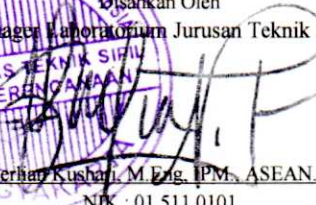
- 1 Contoh dari : Pertamina
- 2 Jenis contoh : Aspal Pertamina Pen 60/70
- 3 Diperiksa tg : 2024

Persiapan pemeriksaan

No	Pemeriksaan	Keterangan	Waktu	Temperatur
1	Persiapan benda uji	Aspal dipanaskan	15 menit	suhu pemans $\pm 135^{\circ}\text{C}$
2	Mendinginkan benda uji	Diamkan pada suhu ruang	60 menit	suhu ruang $\pm 28^{\circ}\text{C}$
3	Perendaman benda uji	Direndam dalam water pada suhu 25°C	60 menit	suhu water bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
4	Pemeriksaan	Diuji daktilitas pada suhu 25°C , kecepatan 5 cm per menit	20 menit	suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

Hasil pemeriksaan

No	Benda uji	Hasil pengujian	Keterangan
1	Sampel 1	164 cm	Tidak Putus
2	Sampel 2	164 cm	Tidak Putus
4	Rata-rata	164 cm	

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berhan Kusnadi, M.Eng., I.P.M., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
 Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 6 Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam TCE

PEMERIKSAAN KELARUTAN ASPAL DALAM CCL4 / TCE

RUJUKAN : AASHTO T - 44 - 70 ; ASTM D - 165 - 42

- 1 Sumber Material : Pertamina
- 2 Jenis Material : Aspal Pertamina Pen 60/70
- 3 Diuji Pada : 2024

Persiapan pemeriksaan

No	Pemeriksaan	Keterangan	Pembacaan		
			Waktu		Suhu
1	Persiapan	Mulai	13.20	WIB	28 °C
		Selesai	13.30	WIB	28 °C
2	Penimbangan	Mulai	13.30	WIB	28 °C
3	Pelarutan	Mulai	13.40	WIB	28 °C
4	Penyaringan	Mulai	13.45	WIB	28 °C
		Selesai	14.15	WIB	28 °C
5	Di Oven	Mulai	14.15	WIB	130 °C
6	Peminbangan	Mulai	14.30	WIB	28 °C

Hasil pemeriksaan

No	Pemeriksaan	Benda Uji		Keterangan
		1	2	
1	Berat erlen meyer kosong	58,580 gr	56,110 gr	
2	Berat erlen meyer kosong + Aspal	60,110 gr	57,530 gr	
3	Berat Aspal (2 - 1)	1,530 gr	1,420 gr	
4	Berat kertas saring bersih	0,540 gr	0,550 gr	
5	Berat kertas saring bersih + mineral	0,550 gr	0,560 gr	
6	Berat mineral (5 - 4)	0,010 gr	0,010 gr	
7	Prosentase mineral (6/3x100%)	0,654 %	0,704 %	
8	Aspal yang larut (100% - 7)	99,346 %	99,296 %	
9	Rata-rata Aspal yang larut (%)	99,321 %		

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil
Ir. Berlian Kusnardi, M.Eng. IPM, ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kata, Jalan Raya
Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

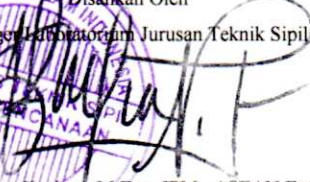
Lampiran 7 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

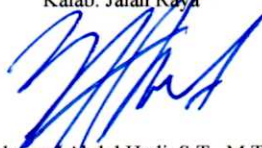
PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

RUJUKAN : SNI 03-1969-2008

- 1 Sumber Material : Clereng, Kulonprogo
- 2 Jenis Material : Agregat Kasar
- 3 Diuji Pada : 2024

No.	Keterangan	Benda uji		Rata-rata
		1	2	
1	Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (BJ) gr	1615,55	1623,28	1619,42
2	Berat benda uji dalam Air (BA) gr	1000,00	1000,00	1000,00
3	Berat benda uji dkering oven (BK) gr	1588,66	1584,13	1586,40
4	Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,581	2,542	2,561
5	Berat jenis (SSD) = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,625	2,604	2,614
6	Berat jenis (Semu) = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,699	2,712	2,705
7	Penyerapan air = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1,693	2,471	2,082
8	Berat Jenis Efektif = (BJ Bulk + BJ Semu)/2	2,640	2,627	2,633

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berlian Kushari, M.Eng. IPM., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
 Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 8 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

- 1 Sumber Material : Clereng, Kulonprogo
- 2 Jenis Material : Agregat Kasar
- 3 Diuji Pada : 2024

Persiapan pemeriksaan

No	Pemeriksaan	Suhu	Waktu	Keterangan
1	Pemanasan Benda Uji			
	Mulai	25 ⁰ C	08.00 WIB	
	Selesai	150 ⁰ C	08.15 WIB	
2	Didiamkan Pada Suhu Ruang			
	Mulai	150 ⁰ C	08.15 WIB	
	Selesai	25 ⁰ C	09.45 WIB	
3	Perendaman benda uji			
	Mulai	25 ⁰ C	09.45 WIB	
	Selesai	25 ⁰ C	10.15 WIB	

Hasil pemeriksaan

No	Benda uji	Hasil pengujian	Keterangan
1	Sampel 1	99%	
2	Sampel 2	97%	
	Rata-rata	98%	

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil
Ir. Berlian Kusnanto, M.Eng., I.P.M., ASEAN.Eng
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 9 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

AASHTO T 96 - 77 ; SNI 2417 : 2008

- 1 Sumber Material : Clereng, Kulonprogo
- 2 Jenis Material : Agregat Kasar
- 3 Diuji Pada : 2024

No	Jenis Gradasi		B		Keterangan
	Saringan		Benda Uji (gram)		
	Lolos	Tertahan	1	2	
1	72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")			
2	63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")			
3	50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")			
4	37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")			
5	25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")			
6	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500,00	2500,00	
7	12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500,00	2500,00	
8	09.5 mm (3/8")	06.3 mm (1/4")			
9	06.3 mm (1/4")	04.75 mm (4")			
10	04.75 mm (No.4)	02.36 mm (No.8)			
11	JUMLAH BENDA UJI (A)		5000,00	5000,00	
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3945,00	4123,00	
13	KEAUSAN $100x = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		21,100	17,540	
17	Rata-rata Keausan (%)		19,32		

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Benita Kusnan, M.Eng, I.P.M., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024

Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

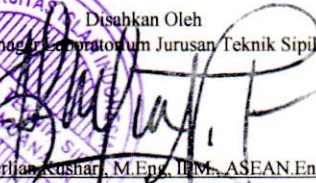
Lampiran 10 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

RUJUKAN : SNI 1970 - 2008

- 1 Sumber Material : Clereng, Kulonprogo
- 2 Jenis Material : Agregat Halus
- 3 Diuji Pada : 2024

No.	Keterangan	Benda uji		Rata-rata
		1	2	
1	Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (BJ) gr	500,00	500,00	
2	Berat Vicnometer + Air (B) gr	634,97	681,61	
3	Berat Vicnometer + Air + benda uji (BT) gr	950,70	1004,25	
4	Berat benda uji kering oven (BK)	485,83	485,92	
5	Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(B + 500) - BT}$	2,637	2,740	2,688
6	Berat jenis (SSD) = $\frac{500}{(B + 500) - BT}$	2,713	2,819	2,766
7	Berat jenis (Semu) = $\frac{BK}{(B + BK) - BT}$	2,856	2,976	2,916
8	Penyerapan air = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2,917	2,898	2,907
9	Berat Jenis Efektif = (BJ Bulk + BJ Semu)/2	2,746	2,858	2,802

Disahkan Oleh
Mandiri Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berlian Kusnadi, M.Eng., ILM, ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

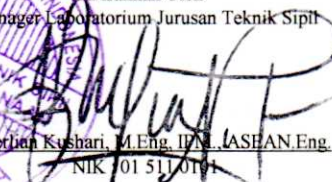
Lampiran 11 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Muara Semaka

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

RUJUKAN : SNI 1970 - 2008

- 1 Sumber Material : Muara Semaka, Kab. Tanggamus, Lampung
- 2 Jenis Material : Agregat Halus
- 3 Diuji Pada : 2024

No.	Keterangan	Benda uji		Rata-rata
		1	2	
1	Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (BJ) gr	500,00	500,00	
2	Berat Vicnometer + Air (B) gr	707,10	666,95	
3	Berat Vicnometer + Air + benda uji (BT) gr	1014,31	971,47	
4	Berat benda uji kering oven (BK)	490,24	490,25	
5	Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(B + 500) - BT}$	2,543	2,508	2,525
6	Berat jenis (SSD) = $\frac{500}{(B + 500) - BT}$	2,593	2,558	2,576
7	Berat jenis (Semu) = $\frac{BK}{(B + BK) - BT}$	2,678	2,640	2,659
8	Penyerapan air = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	1,991	1,989	1,990
9	Berat Jenis Efektif = (BJ Bulk + BJ Semu)/2	2,611	2,574	2,592

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berlian Kushari, M.Eng, IPM, ASEAN Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Mohammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 12 Pemeriksaan Sand Equivalent

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

RUJUKAN : SNI 3423-2008

- 1 Sumber Material : Clereng, Kulonprogo
- 2 Jenis Material : Agregat Halus
- 3 Diuji Pada : 2024

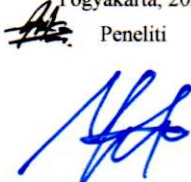
No.	Keterangan		Benda uji		Rata-rata
			1	2	
1	Persiapan, dan perendaman benda uji dalam larutan CaCl_2 selama ($\pm$ 10.1 menit).	Mulai	15.40	15.40	
		Selesai	15.50	15.50	
2	Waktu pengendapan (benda uji setelah digojok sebanyak 90x, dan di tambah larutan CaCl_2)	Mulai	15.55	15.55	
		Selesai	16.15	16.15	
4	Clay reading (Pembacaan Lumpur) Inchi		4,50	4,55	4,53
5	Sand reading (Pembacaan Pasir)		4,10	4,20	4,15
6	$\text{Sand Equivalent} = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100 \%$		91,11	92,31	91,71
7	Kandungan Lumpur = 100 - SE		8,89	7,69	8,29

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berlian Kushari, M.Eng, IPM., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024

Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Akhirnya penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 16 Desember 2024

Penulis



Yoki Dwi Saputra
(20511415)

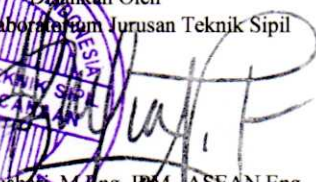
Lampiran 13 Pemeriksaan Sand Equivalent Semaka

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

RUJUKAN : SNI 3423-2008

- 1 Sumber Material : Muara Semaka, Kab. Tanggamus, Lampung
- 2 Jenis Material : Agregat Halus
- 3 Diuji Pada : 2024

No.	Keterangan		Benda uji		Rata-rata
			1	2	
1	Persiapan, dan perendaman benda uji dalam larutan CaCl_2 selama ($\pm$ 10.1 menit).	Mulai	15.40	15.40	
		Selesai	15.50	15.50	
2	Waktu pengendapan (benda uji setelah digojok sebanyak 90x, dan di tambah larutan CaCl_2)	Mulai	15.55	15.55	
		Selesai	16.15	16.15	
4	Clay reading (Pembacaan Lumpur) Inchi		4,50	4,55	4,53
5	Sand reading (Pembacaan Pasir)		4,10	4,20	4,15
6	$\text{Sand Equivalent} = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100 \%$		91,11	92,31	91,71
7	Kandungan Lumpur = 100 - SE		8,89	7,69	8,29

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berlian Kusnadi, M.Eng, IPM., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya


Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
 Peneliti


Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 14 Pemeriksaan Berat Jenis *Filler Debu*

PEMERIKSAAN BERAT JENIS *FILLER DEBU*

RUJUKAN : SNI 2441-2011

- 1 Jenis Material : *Filler Abu Batu*
- 2 Sumber Material : Clereng
- 3 Diuji Pada : 2024

No.	Keterangan	Benda uji		Rata-rata
		1	2	
1	Berat Vicnometer Kosong gr	20,45	23,81	
2	Berat Vicnometer + Air gr	42,87	46,97	
3	Berat Vicnometer (2-1) gr	22,42	23,16	
4	Berat Vicnometer + <i>Filler</i> gr	28,54	30,29	
5	Berat <i>Filler</i> (4-1) gr	8,090	6,480	7,29
6	Berat Vicnometer + <i>Filler</i> + Aquadest gr	47,800	50,910	49,36
7	Berat Aquadest (6-4) gr	19,260	20,620	19,94
8	Volume <i>Filler</i> (3-7) gr	3,160	2,540	2,85
9	Berat Jenis <i>Filler</i> = Berat/Vol (5/8)	2,560	2,551	2,556

Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil
Ir. Berlian Kushari, M.Eng, IPM., ASEAN.Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kapro. Jalan Raya
Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, 2024
Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Lampiran 15 Hasil Pengujian Marshall

HASIL PENGUJIAN MARSHALL
DENGAN METODE MARSHALL (AASHTO : T 245 - 78)

Sampel	Tinggi (cm)	A (%)	B (%)	C (gram)	D (gram)	E (gram)	F (gram)	G (gram)	Density	H	I	J	K	L (%)	M (%)	N (%)	O (%)	P	Q	R	S	T
0A	66,77	5,82	5,5	1164,63	1168,1	663,15	505,0	2,306	2,448	12,070	82,1612	5,769	17,84	67,66	5,77	50	727,16	0,93	676,26	2,27	297,91	
0B	71,59	5,82	5,5	1191,65	1196,9	684,72	512,15	2,327	2,448	12,176	82,8856	4,938	17,11	71,15	4,94	53	770,79	0,83	639,76	2,18	293,47	
0C	67,74	5,82	5,5	1176,75	1181,7	675,33	506,39	2,324	2,448	12,161	82,7802	5,059	17,22	70,62	5,06	50	727,16	0,90	654,45	2,22	294,80	
								2,319					17,39	69,81	5,26				656,82	2,22	295,39	
25A	66,73	5,82	5,5	1174,27	1178,46	665,39	513,07	2,289	2,431	11,977	82,1714	5,851	17,83	67,18	5,85	48	698,08	0,93	649,21	2,42	268,27	
25B	71,46	5,82	5,5	1175,17	1180,46	666,68	513,78	2,287	2,431	11,970	82,1208	5,910	17,88	66,95	5,91	57	828,97	0,83	688,04	2,27	303,10	
25C	67,68	5,82	5,5	1178,05	1181,46	669,45	512,01	2,301	2,431	12,041	82,6066	5,353	17,39	69,22	5,35	52	756,25	0,90	680,62	2,18	312,21	
								2,292					17,70	67,78	5,70				672,63	2,29	294,53	
50A	68,47	5,82	5,5	1167,98	1172,05	661,42	510,63	2,287	2,414	11,970	82,7728	5,257	17,23	69,48	5,26	50	727,16	0,89	644,90	2,28	282,85	
50B	69,87	5,82	5,5	1169,27	1174,88	654,18	520,7	2,246	2,414	11,751	81,2617	6,987	18,74	62,71	6,99	49	712,62	0,86	613,30	2,37	258,78	
50C	70,67	5,82	5,5	1192,64	1197,26	675,53	521,73	2,286	2,414	11,963	82,7222	5,315	17,28	69,24	5,32	54	785,34	0,84	663,35	2,40	276,39	
								2,273					17,75	67,14	5,85				640,52	2,35	272,67	
75A	68,80	5,82	5,5	1180,41	1184,42	661,85	522,57	2,259	2,398	11,821	82,3954	5,784	17,60	67,15	5,78	54	785,34	0,86	674,34	2,45	275,24	
75B	69,40	5,82	5,5	1148,13	1153,08	640,18	512,9	2,239	2,398	11,714	81,6532	6,632	18,35	63,85	6,63	47	683,53	0,89	608,34	2,69	226,15	
75C	70,40	5,82	5,5	1163,1	1167,85	652,9	514,95	2,259	2,398	11,820	82,3885	5,792	17,61	67,11	5,79	50	727,16	0,85	614,69	2,23	275,65	
								2,252					17,85	66,04	6,07				632,46	2,46	259,01	
100A	74,20	5,82	5,5	1161,75	1168,7	650,14	518,56	2,240	2,381	11,724	82,3782	5,898	17,62	66,53	5,90	54	785,34	0,79	618,45	2,72	227,37	
100B	70,73	5,82	5,5	1161,99	1166,37	642,5	523,87	2,218	2,381	11,608	81,5601	6,832	18,44	62,95	6,83	50	727,16	0,84	613,24	2,36	259,85	
100C	69,40	5,82	5,5	1171,28	1176,33	652,89	523,44	2,238	2,381	11,710	82,2797	6,010	17,72	66,08	6,01	54	785,34	0,87	682,75	2,46	277,54	
								2,232					17,93	65,19	6,25				638,15	2,51	254,92	
0A	68,56	6,38	6	1170	1173,0	670,13	502,9	2,327	2,431	13,282	82,4429	4,275	17,56	75,65	4,27	50	727,16	0,89	647,17	2,21	292,84	
0B	68,32	6,38	6	1176,36	1179,0	672,41	506,59	2,322	2,431	13,257	82,2824	4,461	17,72	74,82	4,46	55	799,88	0,89	711,89	2,47	288,22	
0C	68,09	6,38	6	1168,1	1171,0	666,03	504,97	2,313	2,431	13,206	81,9608	4,827	18,03	73,23	4,83	59	858,05	0,90	772,25	2,26	341,70	
								2,321					17,77	74,57	4,52				710,44	2,31	307,59	
25A	68,63	6,38	6	1174,9	1177,79	665,6	512,19	2,294	2,414	13,095	81,921	4,984	18,08	72,43	4,98	56	814,42	0,88	719,75	2,28	315,68	
25B	70,90	6,38	6	1173,5	1177,41	667,56	509,85	2,302	2,414	13,140	82,1989	4,661	17,80	73,81	4,66	58	843,51	0,84	708,55	2,30	308,06	
25C	69,63	6,38	6	1184,5	1188,26	674,85	513,41	2,307	2,414	13,171	82,3941	4,435	17,61	74,81	4,43	55	799,88	0,87	691,90	2,42	285,91	
								2,301					17,83	73,69	4,69				706,73	2,33	303,22	
50A	67,27	6,38	6	1203,12	1207,44	678,34	529,1	2,274	2,398	12,981	81,8513	5,167	18,15	71,53	5,17	56	814,42	0,91	743,30	2,17	342,53	
50B	66,97	6,38	6	1190,85	1195,42	672,28	523,14	2,276	2,398	12,995	81,9396	5,065	18,06	71,95	5,07	53	770,79	0,92	705,28	2,63	268,17	
50C	65,77	6,38	6	1186,32	1190,75	675,11	515,64	2,301	2,398	13,134	82,8151	4,051	17,18	76,43	4,05	49	712,62	0,94	668,08	2,30	290,47	
								2,284					17,80	73,30	4,76				705,55	2,37	300,39	
75A	70,43	6,38	6	1184,03	1189,14	665,1	524,04	2,259	2,381	12,899	81,9802	5,121	18,02	71,58	5,12	58	843,51	0,85	716,42	2,33	307,48	
75B	72,07	6,38	6	1191,84	1196,72	670,19	526,53	2,264	2,381	12,922	82,1307	4,947	17,87	72,32	4,95	55	799,88	0,82	657,23	2,17	302,87	
75C	69,47	6,38	6	1097,79	1104,05	620,67	483,38	2,271	2,381	12,965	82,4027	4,632	17,60	73,68	4,63	54	785,34	0,87	681,77	2,62	260,22	
								2,265					17,83	72,52	4,90				685,14	2,37	290,19	
100A	72,23	6,38	6	1190,11	1195,97	667,35	528,62	2,251	2,365	12,853	82,3452	4,802	17,65	72,80	4,80	55	799,88	0,83	667,07	2,53	263,66	
100B	73,23	6,38	6	1169,77	1175,65	653,09	522,56	2,239	2,365	12,779	81,8765	5,344	18,12	70,51	5,34	60	872,60	0,81	702,98	2,70	260,36	
100C	70,00	6,38	6	1171,64	1177,47	656,16	521,31	2,247	2,365	12,831	82,204	4,965	17,80	72,10	4,97	57	828,97	0,86	711,25	2,60	273,56	
								2,246					17,86	71,80	5,04				693,77	2,61	265,86	
0A	64,24	6,95	6,5	1180,18	1181,7	672,13	509,6	2,316	2,414	14,324	81,6319	4,044	18,37	77,98	4,04	56	814,42	0,98	798,13	2,47	323,13	
0B	64,06	6,95	6,5	1180,53	1182,9	670,59	512,32	2,304	2,414	14,251	81,2162	4,533	18,78	75,87	4,53	56	814,42	0,99	806,28	2,4	335,95	
0C	65,65	6,95	6,5	1189,74	1193,2	676,45	516,71	2,303	2,414	14,240	81,1544	4,605	18,85	75,56	4,61	52	756,25	0,95	718,44	2,23	322,17	
								2,308					18,67	76,47	4,39				774,28	2,37	327,08	
25A	67,43	6,95	6,5	1181,35	1185,18	670,01	515,17	2,293	2,398	14,182	81,4587	4,359	18,54	76,49	4,36	55	799,88	0,91	729,22	2,19	332,98	
25B	68,70	6,95	6,5	1177,63	1181,48	668,67	512,81	2,296	2,398	14,202	81,5758	4,222	18,42	77,09	4,22	56	814,42	0,88	718,73	2,95	243,64	
25C	66,10	6,95	6,5	1176,48	1181,15	665,37	515,78	2,281	2,398	14,107	81,0269	4,866	18,97	74,35	4,87	63	916,23	0,94	862,40	2,30	374,96	
								2,290					18,65	75,98	4,48				770,12	2,48	317,19	
50A	67,27	6,95	6,5	1175,81	1179,7	662,87	516,83	2,275	2,382	14,070	81,4569	4,473	18,54	75,88	4,47	53	770,79	0,92	705,92	2,51	281,24	
50B	66,97	6,95	6,5	1166,27	1168,98	655,72	513,26	2,272	2,382	14,053	81,3579	4,589	18,64	75,38	4,59	60	872,60	0,92	805,70	2,40	335,71	
50C	65,77	6,95	6,5	1164,18	1167,97	656,18	511,79	2,275	2,382	14,068	81,4454	4,486	18,55	75,82	4,49	57	828,97	0,95	785,44	2,48	316,71	
								2,274					18,58	75,69	4,52				765,69	2,46	311,22	
75A	67,50	6,95	6,5	1180,78	1185,2	662,93	522,27	2,261	2,365	13,982	81,5959	4,422	18,40	75,97	4,42	55	799,88	0,91	727,89	2,94	247,58	
75B	68,63	6,95	6,5	1178,12	1182,44	660,42																



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Lampiran 15 Hasil Pengujian Marshall

HASIL PENGUJIAN MARSHALL
DENGAN METODE MARSHALL (AASHTO : T 245 - 78)

Sampel	Tinggi (cm)	A (%)	B (%)	C (gram)	D (gram)	E (gram)	F (gram)	G (gram)	H	I	J	K	L VMA (%)	M VFWA (%)	N VTM (%)	O Meas	P	Q Koreksi	R Stabilitas (kg)	S Flow (mm)	T MQ (Kg/mm)
0A	67,82	7,53	7	1184,88	1187,1	671,13	516,0	2,296	2,397	15,294	80,5029	4,203	19,50	78,44	4,20	58	843,51	0,90	759,16	2,36	321,68
0B	67,02	7,53	7	1189,08	1191,9	673,89	517,97	2,296	2,397	15,290	80,4794	4,231	19,52	78,33	4,23	54	785,34	0,92	725,60	2,88	251,94
0C	66,66	7,53	7	1187,3	1189,9	672,01	517,85	2,293	2,397	15,270	80,3776	4,352	19,62	77,82	4,35	60	872,60	0,93	811,51	2,25	360,67
								2,295					19,55	78,20	4,26				765,42	2,50	311,43
25A	71,53	7,53	7	1178,69	1182,2	665,96	516,24	2,283	2,381	15,207	80,6731	4,120	19,33	78,68	4,12	64	930,77	0,83	770,99	2,45	314,69
25B	67,40	7,53	7	1180,52	1183,34	664,37	518,97	2,275	2,381	15,150	80,3733	4,476	19,63	77,19	4,48	59	858,05	0,91	782,97	2,60	301,14
25C	67,97	7,53	7	1162,02	1166,55	656,58	509,97	2,279	2,381	15,176	80,5099	4,314	19,49	77,87	4,31	56	814,42	0,90	731,62	2,58	283,57
								2,279					19,48	77,91	4,30				761,86	2,54	299,80
50A	68,03	7,53	7	1179,75	1183,31	662,4	520,91	2,265	2,366	15,084	80,656	4,260	19,34	77,98	4,26	60	872,60	0,90	782,43	2,75	284,52
50B	66,53	7,53	7	1164,81	1168,21	655,37	512,84	2,271	2,366	15,128	80,8877	3,985	19,11	79,15	3,98	58	843,51	0,93	787,10	2,57	306,26
50C	67,70	7,53	7	1200,82	1204,16	670,55	533,61	2,250	2,366	14,988	80,1426	4,869	19,86	75,48	4,87	54	785,34	0,91	710,73	2,72	261,30
								2,262					19,44	77,54	4,37				760,09	2,68	284,03
75A	70,43	7,53	7	1179,65	1183,9	660,35	523,55	2,253	2,350	15,007	80,8837	4,109	19,12	78,50	4,11	56	814,42	0,85	691,72	2,87	241,02
75B	67,13	7,53	7	1185,46	1189,19	659,67	529,52	2,239	2,350	14,911	80,3656	4,724	19,63	75,94	4,72	63	916,23	0,92	842,16	2,88	292,42
75C	68,97	7,53	7	1176,64	1180,92	657,25	523,67	2,247	2,350	14,965	80,6588	4,376	19,34	77,37	4,38	56	814,42	0,88	714,66	2,55	280,26
								2,246					19,36	77,27	4,40				749,51	2,77	271,23
100A	69,60	7,53	7	1175,77	1180,97	655,91	525,06	2,239	2,334	14,915	81,0333	4,052	18,97	78,63	4,05	55	799,88	0,87	692,40	2,84	243,80
100B	70,30	7,53	7	1179,42	1185,3	654,26	531,04	2,221	2,334	14,792	80,3695	4,838	19,63	75,35	4,84	58	843,51	0,85	718,67	2,83	253,95
100C	69,50	7,53	7	1170,62	1175,8	648,83	526,97	2,221	2,334	14,795	80,3859	4,819	19,61	75,43	4,82	65	945,31	0,87	820,06	2,80	292,88
								2,227					19,40	76,47	4,57				743,71	2,82	263,54
0A	69,08	8,11	7,5	1174,74	1180,0	668,2	511,8	2,296	2,381	16,381	80,0426	3,576	19,96	82,08	3,58	60	872,60	0,88	767,88	2,53	303,51
0B	69,38	8,11	7,5	1167,5	1171,4	660,29	511,1	2,284	2,381	16,301	79,6504	4,049	20,35	80,10	4,05	57	828,97	0,87	721,20	2,8	257,57
0C	69,02	8,11	7,5	1165,49	1168,6	657,02	511,62	2,278	2,381	16,256	79,4325	4,311	20,57	79,04	4,31	58	843,51	0,88	742,29	2,76	268,94
								2,286					20,29	80,41	3,98				743,79	2,70	276,68
25A	68,63	8,11	7,5	1200,46	1204,93	675,3	529,63	2,267	2,365	16,175	79,6553	4,170	20,34	79,50	4,17	56	814,42	0,88	718,05	2,94	244,23
25B	70,90	8,11	7,5	1183,98	1188,6	667,54	521,06	2,272	2,365	16,215	79,8539	3,931	20,15	80,49	3,93	60	872,60	0,84	734,07	2,43	302,09
25C	69,63	8,11	7,5	1173,91	1178,08	660,98	517,1	2,270	2,365	16,200	79,781	4,019	20,22	80,12	4,02	62	901,68	0,88	788,97	2,76	285,86
								2,270					20,24	80,04	4,04				747,03	2,71	277,39
50A	67,77	8,11	7,5	1168,02	1172,37	655,03	517,34	2,258	2,350	16,111	79,9728	3,916	20,03	80,45	3,92	57	828,97	0,90	748,83	2,82	265,54
50B	65,43	8,11	7,5	1153,45	1158,33	645,24	513,09	2,248	2,350	16,042	79,6294	4,328	20,37	78,75	4,33	54	785,34	0,95	749,01	2,70	277,41
50C	68,90	8,11	7,5	1179,57	1184,98	661,97	523,01	2,255	2,350	16,094	79,8881	4,018	20,11	80,02	4,02	58	843,51	0,88	741,23	2,85	260,08
								2,254					20,17	79,74	4,09				746,36	2,79	267,68
75A	67,50	8,11	7,5	1155,39	1161,04	644,29	516,75	2,236	2,334	15,955	79,8312	4,213	20,17	79,11	4,21	57	828,97	0,91	754,36	2,76	273,32
75B	69,23	8,11	7,5	1173,43	1180,09	656,14	523,95	2,240	2,334	15,982	79,9635	4,055	20,04	79,76	4,05	52	756,25	0,87	659,83	2,90	227,53
75C	66,77	8,11	7,5	1159,8	1164,57	645,2	519,37	2,233	2,334	15,935	79,7317	4,333	20,27	78,62	4,33	60	872,60	0,93	810,42	2,80	289,44
								2,236					20,16	79,17	4,20				741,54	2,82	263,43
100A	71,03	8,11	7,5	1157,16	1165,04	644,66	520,38	2,224	2,319	15,868	80,0353	4,096	19,96	79,48	4,10	64	930,77	0,84	779,36	2,80	278,34
100B	70,87	8,11	7,5	1155,89	1163,65	641,5	522,15	2,214	2,319	15,797	79,6764	4,526	20,32	77,73	4,53	59	858,05	0,84	721,34	3,02	238,85
100C	72,53	8,11	7,5	1172,52	1180,43	653,39	527,04	2,225	2,319	15,876	80,0729	4,051	19,93	79,67	4,05	60	872,60	0,82	711,89	2,93	242,97
								2,221					20,07	78,96	4,22				737,53	2,92	253,39



Mengetahui
Sahab, Jalan Raya
Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, November 2024
Peneliti
Wiki Dewi Saputra
NIM : 20 511 415

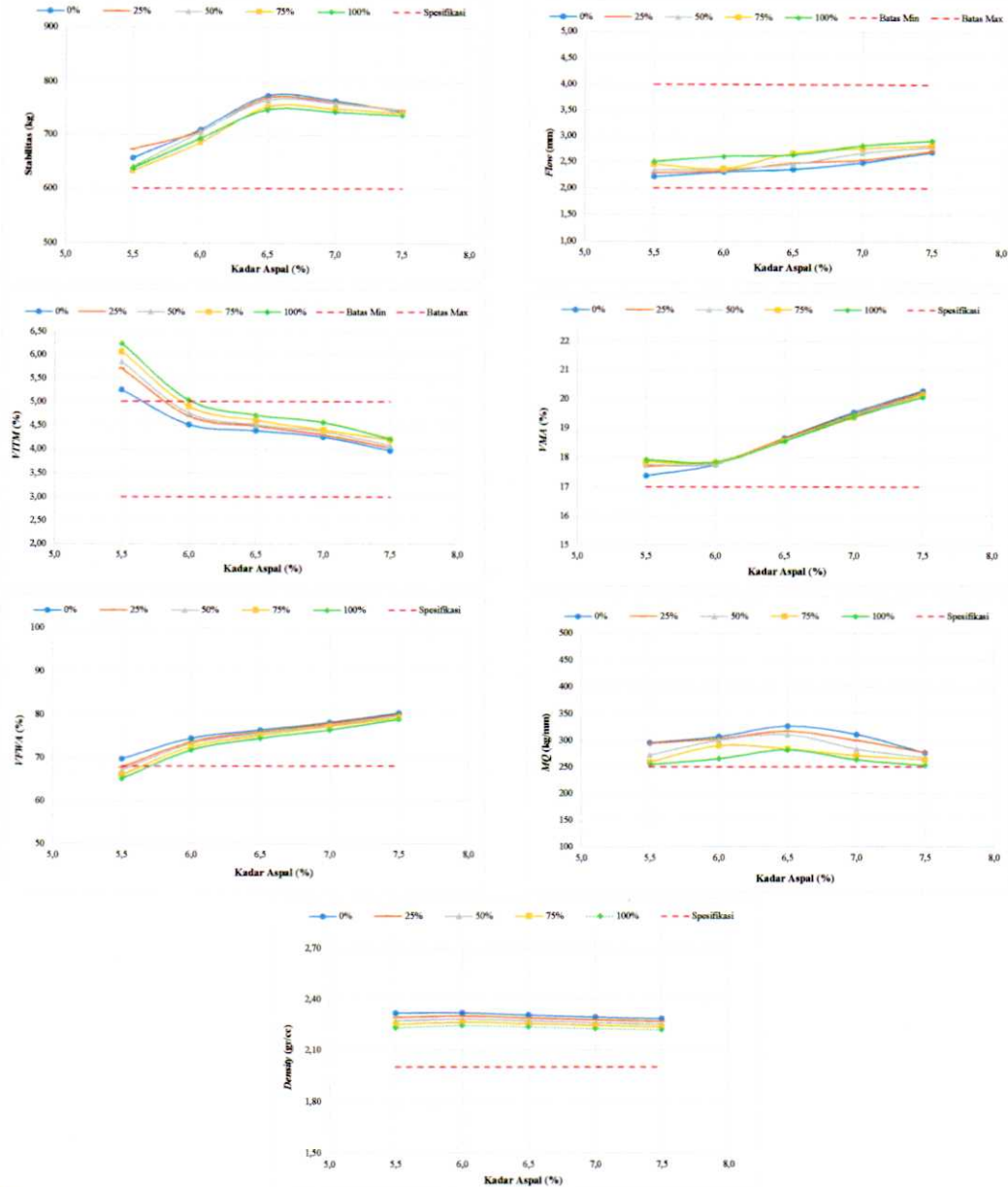


UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uui.ac.id

Lampiran 15 Hasil Pengujian Marshall



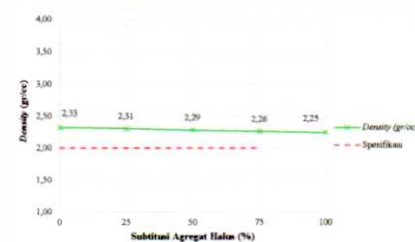
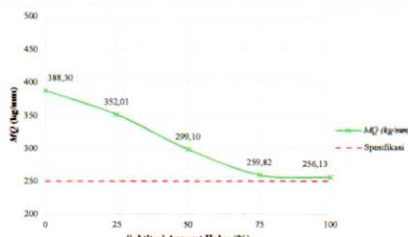
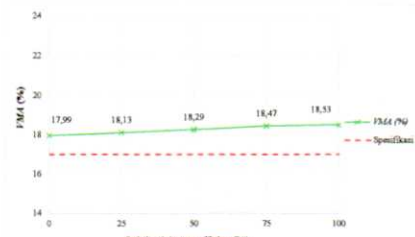
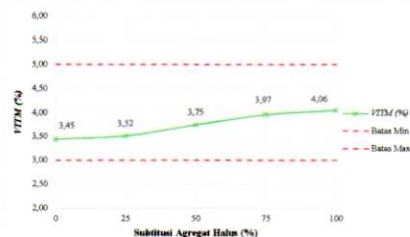
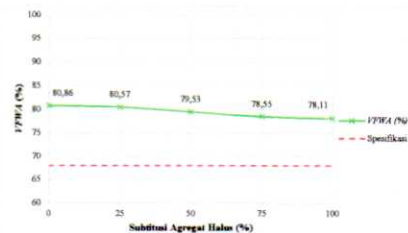
Mengetahui
Ketua Jurusan
Muhammad Asadi Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, November 2024
Peneliti
Yuki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 16 Hasil Pengujian Marshall Setelah KAO

HASIL PENGUJIAN MARSHALL
DENGAN METODE MARSHALL (AASHTO : T 245 - 78)

Sampel	Tinggi (cm)	A (%)	B (%)	C (gram)	D (gram)	E (gram)	F (gram)	G Density	H	I	J	K	L VMA (%)	M VFWA (%)	N VTIM (%)	O Meas	P	Q Koreksi	R Stabilitas (kg)	S Flow (mm)	T MQ (Kg/mm)
0A	67,20	7,02	6,56	1170,00	1173,0	674,13	498,87	2,345	2,412	14,639	82,609	2,753	17,39	84,17	2,75	45	959,17	0,92	880,12	2,19	401,88
0B	65,79	7,02	6,56	1176,36	1179,0	672,41	506,59	2,322	2,412	14,494	81,792	3,714	18,21	79,60	3,71	43	916,54	0,95	868,08	2,12	409,47
0C	66,32	7,02	6,56	1168,10	1171,0	667,03	503,97	2,318	2,412	14,467	81,64	3,893	18,36	78,80	3,89	40	852,59	0,94	799,04	2,26	353,56
								2,328					17,99	80,86	3,45				849,08	2,19	388,30
25A	65,68	7,12	6,65	1174,90	1177,79	669,60	508,19	2,312	2,393	14,628	81,995	3,377	18,01	81,25	3,38	42	895,22	0,95	849,68	2,08	408,50
25B	64,47	7,12	6,65	1173,50	1177,41	668,56	508,85	2,306	2,393	14,592	81,791	3,617	18,21	80,14	3,62	35	746,02	0,98	727,93	2,25	323,52
25C	63,46	7,12	6,65	1184,50	1188,26	674,85	513,41	2,307	2,393	14,598	81,824	3,578	18,18	80,32	3,58	41	873,91	1,00	874,78	2,70	323,99
								2,308					18,13	80,57	3,52				817,46	2,34	352,01
50A	65,58	7,16	6,68	1203,12	1207,44	677,34	530,10	2,270	2,376	14,425	81,106	4,469	18,89	76,35	4,47	40	852,59	0,95	810,82	2,67	303,68
50B	68,05	7,16	6,68	1190,85	1195,42	675,28	520,14	2,289	2,376	14,552	81,816	3,632	18,18	80,02	3,63	33	703,39	0,90	630,41	2,46	256,27
50C	67,21	7,16	6,68	1186,32	1190,75	675,11	515,64	2,301	2,376	14,623	82,216	3,161	17,78	82,22	3,16	44	937,85	0,92	860,25	2,55	337,35
								2,287					18,29	79,53	3,75				767,16	2,56	299,10
75A	66,78	7,22	6,73	1184,03	1189,14	664,10	525,04	2,255	2,358	14,441	81,189	4,371	18,81	76,76	4,37	38	809,96	0,93	751,71	2,77	271,38
75B	68,96	7,22	6,73	1191,84	1196,72	671,19	525,53	2,268	2,358	14,522	81,648	3,830	18,35	79,13	3,83	38	809,96	0,89	720,87	2,78	259,31
75C	68,38	7,22	6,73	1097,79	1104,05	620,67	483,38	2,271	2,358	14,543	81,763	3,695	18,24	79,74	3,69	40	852,59	0,89	758,81	3,05	248,79
								2,265					18,47	78,55	3,97				743,80	2,87	259,82
100A	67,78	7,26	6,77	1190,11	1195,97	663,35	532,62	2,234	2,341	14,393	81,057	4,580	18,94	75,98	4,55	38	809,96	0,90	731,47	2,90	252,23
100B	70,51	7,26	6,77	1169,77	1175,65	656,09	519,56	2,251	2,341	14,503	81,675	3,823	18,33	79,14	3,82	40	852,59	0,87	738,12	2,78	265,51
100C	70,29	7,26	6,77	1171,64	1177,47	657,16	520,31	2,252	2,341	14,505	81,687	3,808	18,31	79,21	3,81	39	831,28	0,87	726,87	2,90	250,64
								2,246					18,53	78,11	4,06				732,15	2,86	256,13



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

Basthoni Olih
M. Nur Hafidza, S.T., M.T., A. N. Eng.
NIM. 20 511 1307

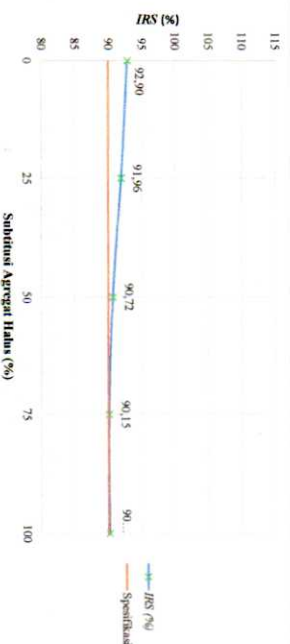
Mengetahui
Kalah. Han Raya
M. Nur Hafidza, S.T., M.T., A. N. Eng.
NIM. 20 511 1307

Yogyakarta, November 2024
Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM. 20 511 415

Lampiran 17 Hasil Pengujian IRS

HASIL PENGUJIAN IRS

Sampe	Tinggi (cm)	A (%)	B (%)	C (gram)	D (gram)	E (gram)	F (gram)	G Density	H	I	J	K	L VMA (%)	M VPWA (%)	N VTM (%)	O Meas	P	Q Koreksi	R Stabilitas (kg)	S Flow (mm)	T MQ (kg/mm)
0-1	66.73	7.02	6.56	1170.03	1180.1	661.18	518.94	2.255	2.412	14.073	79.416	6.511	20.58	68.37	6.51	45	654.45	0.93	608.09	2.20	276.40
0-2	66.84	7.02	6.56	1174.89	1185.3	664.36	520.9	2.256	2.412	14.078	79.446	6.476	20.55	68.49	6.48	63	916.23	0.93	848.88	3.00	282.96
0-3	65.77	7.02	6.56	1180.83	1191.6	669.37	522.23	2.261	2.412	14.113	79.644	6.243	20.36	69.33	6.24	66	959.85	0.95	909.34	2.25	404.15
								2.257					20.50	68.73	6.41				788.77	2.48	321.17
25-1	66.33	7.12	6.65	1182.42	1191.6	665.25	526.35	2.246	2.393	14.214	79.673	6.113	20.33	69.93	6.11	55	799.88	0.94	749.49	2.60	288.26
25-2	67.06	7.12	6.65	1167.5	1175.7	657.59	518.13	2.253	2.393	14.257	79.915	5.827	20.08	70.99	5.83	56	814.42	0.92	750.15	2.70	277.83
25-3	65.92	7.12	6.65	1183.56	1186.4	666.12	520.28	2.275	2.393	14.394	80.68	4.926	19.32	74.50	4.93	55	799.88	0.94	755.64	2.50	302.25
								2.258					19.91	71.80	5.62				751.76	2.60	289.45
50-1	65.70	7.16	6.68	1176.81	1182.5	665.63	516.86	2.277	2.376	14.471	81.364	4.164	18.64	77.65	4.16	52	756.25	0.95	717.49	2.80	256.25
50-2	66.91	7.16	6.68	1174.32	1181.1	663.5	519.88	2.269	2.376	14.419	81.07	4.511	18.93	76.17	4.51	54	785.34	0.92	726.24	2.60	279.22
50-3	66.04	7.16	6.68	1183.69	1187.9	668.02	519.88	2.277	2.376	14.471	81.365	4.164	18.64	77.66	4.16	47	683.53	0.94	644.19	3.00	274.73
								2.274					18.73	77.16	4.28				695.97	2.80	250.10
75-1	66.19	7.22	6.73	1179.39	1188.8	665.77	523.02	2.255	2.358	14.439	81.183	4.378	18.82	76.74	4.38	52	756.25	0.94	710.59	2.40	296.08
75-2	67.88	7.22	6.73	1171.99	1179.2	648.3	530.86	2.208	2.358	14.137	79.482	6.381	20.52	68.90	6.38	49	712.62	0.90	641.77	3.20	200.55
75-3	67.64	7.22	6.73	1179.97	1182.4	666.22	516.2	2.286	2.358	14.637	82.296	3.067	17.70	82.68	3.07	50	727.16	0.91	659.23	3.10	212.66
								2.250					19.01	76.10	4.61				670.53	2.90	236.43
100-1	69.92	7.26	6.77	1169.1	1174.9	661.09	513.76	2.276	2.341	14.658	82.549	2.793	17.45	84.00	2.79	54	785.34	0.86	675.13	3.12	216.39
100-2	69.75	7.26	6.77	1177.76	1172.6	659.77	512.86	2.296	2.341	14.793	83.307	1.901	16.69	88.61	1.90	55	799.88	0.86	690.10	2.90	237.96
100-3	69.66	7.26	6.77	1179.43	1182.9	668.48	514.45	2.293	2.341	14.768	83.167	2.065	16.83	87.73	2.07	49	712.62	0.86	616.01	2.30	267.83
								2.288					16.99	86.78	2.25				660.41	2.77	240.73



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Il. Deden Kusri, M.Engg., PMP, ASEAN Eng.
NIK : 01.511.0101

Mengetahui
Dekanat
Yuki Dewi Saputra
NIK : 21.511.1307

Yogyakarta, November 2024
Pemerit
Yuki Dewi Saputra
NIM : 20.511.415

HASIL PENGUJIAN ITS

Kadar Aspal	Substansi	Tebal Sampel (mm)			Diameter Sampel (Inchi)			A0	Atviji Stability			Stability (kg)			Angka Koreksi Tebal				Angka Koreksi Diameter				ITS 0 JMM		
		korset			korset				Mean			aveal			MIN		MAX		MIN		MAX		aveal	rata2	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	Kalibrasi	Adjust	aveal	rata2	Tebal Sampel	Koreksi	Tebal Sampel	Koreksi	Tebal Sampel	Koreksi	aveal	rata2			
6,56%	0,0%	67,31	65,15	68,08	66,85	0,93	4,03	4,00	4,03	0,16	64	14,54	930,77	391,09	352,98	600	66,7	68,3	0,93	0,89	4,1	0,164	0,16	914,83	827,19
	1	66,13	65,13	65,65	65,64	0,95	3,98	3,99	3,97	3,98	60	14,54	872,60	375,99	352,98	600	65,1	66,7	0,96	0,93	4,1	0,156	0,156	880,53	827,19
	3	67,60	67,40	66,10	67,03	0,92	4,02	4,00	3,98	4,00	48	14,54	698,08	291,84	352,98	600	66,7	68,3	0,93	0,89	4,1	0,156	0,152	866,20	827,19
6,65%	25,0%	67,01	66,04	66,11	66,39	0,94	4,02	4,00	4,00	0,16	52	14,54	756,25	321,04	340,50	600	65,1	66,7	0,96	0,93	4,1	0,156	0,152	738,11	814,41
	2	66,38	64,25	66,12	65,58	0,95	4,02	4,00	4,01	0,16	45	14,54	654,45	282,29	340,50	600	60,3	61,9	1,09	1,04	4,1	0,156	0,152	656,96	814,41
	3	60,07	61,79	60,54	60,80	1,07	4,04	4,04	3,96	4,01	55	14,54	858,05	418,16	340,50	600	63,5	65,1	0,96	0,93	4,1	0,156	0,152	1048,57	814,41
6,68%	50,0%	64,17	65,76	64,92	0,96	4,05	3,95	4,02	4,01	0,16	55	14,54	799,88	349,91	331,20	600	63,5	65,1	0,96	0,93	4,1	0,16	0,156	844,32	783,06
	2	66,32	66,26	66,75	66,44	0,94	4,03	4,02	3,95	4,00	50	14,54	772,16	308,34	331,20	600	65,1	66,7	0,96	0,93	4,1	0,16	0,156	728,22	783,06
	3	66,54	65,26	66,48	66,09	0,94	3,99	3,98	4,02	4,00	54	14,54	785,34	335,34	331,20	600	65,1	66,7	0,96	0,93	4,1	0,156	0,152	776,63	783,06
6,73%	75,0%	65,61	65,23	65,90	65,58	0,95	4,03	3,95	3,95	3,98	53	14,54	858,05	370,14	326,46	600	65,1	66,7	0,96	0,93	3,9	0,16	0,156	868,60	757,43
	1	67,53	66,25	67,90	67,23	0,92	4,03	4,02	4,01	4,02	48	14,54	698,08	290,31	326,46	600	66,7	68,3	0,93	0,89	4,1	0,16	0,156	729,37	757,43
	3	67,81	67,62	68,84	68,09	0,90	4,05	4,01	4,03	4,03	54	14,54	785,34	318,91	326,46	600	66,7	68,3	0,93	0,89	4,1	0,156	0,152	840,68	757,43
6,8%	100,0%	70,52	70,13	69,36	70,00	0,89	4,00	4,01	4,02	4,01	58	14,54	959,85	381,97	344,03	600	69,9	71,4	0,89	0,83	4,1	0,156	0,152	715,22	752,43
	2	70,11	71,81	69,71	70,54	0,86	4,04	4,05	4,00	4,03	58	14,54	843,51	330,68	344,03	600	69,9	71,4	0,89	0,83	4,1	0,156	0,152	705,22	752,43
	3	66,71	69,09	67,54	67,78	0,90	4,06	4,04	4,02	4,04	53	14,54	770,79	315,72	344,03	600	66,7	68,3	0,93	0,89	4,1	0,156	0,152	705,22	752,43

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA
FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN
NIM : 20 511 1307

Mengetahui
Kuliah Jajan Raya
Mubandya Mubandya, S.T., M.T.
NIM : 21 511 1307

Yogyakarta, November 2024
Peneliti
Koki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

HASIL PENGUJIAN TSR

Kedur Aspek	Substansi	Tebal Sampel (mm)			Diameter Sampel (inch)			A0	Aksi/ Stability			Stability			Angka Koreksi			Angka Koreksi			ITS 24 JAM					
		1	2	3	rata2	1	2		3	rata2	Mean	Kontrol	Adjust	awal	rata2	MIN	Tebal Sampel		Angka Koreksi		Angka Koreksi		rata2	MIN		
																	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX				
6,56%	0,0%	1	67,59	66,33	66,11	66,14	0,93	4,00	3,98	3,94	3,97	0,157	58	14,343	84,351	355,52										
		2	67,65	66,66	66,44	67,58	67,58	0,95	4,00	3,98	3,96	3,98	0,16	52	14,343	84,351	325,81									
		3	68,92	68,66	66,45	68,01	68,01	0,89	3,94	3,99	4,01	3,98	0,15	54	14,343	84,351	340,53									
6,65%	25,0%	1	67,41	66,03	65,38	66,27	0,89	3,98	3,94	3,95	3,99	0,156	48	14,343	698,08	317,04										
		2	66,17	67,11	65,82	66,70	66,70	1,02	3,99	3,97	4,02	3,98	0,157	52	14,343	756,25	342,75									
		3	66,13	67,75	65,10	66,86	66,86	1,01	4,01	3,98	3,98	3,98	0,157	52	14,343	756,25	342,75									
6,68%	50,0%	1	66,75	66,70	65,16	66,87	0,93	3,97	4,02	3,99	3,99	0,16	53	14,343	770,79	325,58										
		2	68,12	68,33	69,42	68,76	68,76	0,88	3,94	3,98	3,98	3,98	0,16	52	14,343	756,25	301,38									
		3	67,78	68,68	67,17	67,78	67,78	0,97	4,00	4,02	4,01	4,01	0,16	48	14,343	698,08	306,71									
6,73%	75,0%	1	69,40	68,62	68,56	68,69	0,88	4,00	3,97	4,02	4,00	0,16	51	14,343	741,71	296,12										
		2	69,71	68,09	68,60	68,20	68,20	0,89	4,06	3,93	4,05	4,01	0,16	50	14,343	727,16	293,56									
		3	69,10	69,31	68,76	69,06	69,06	0,92	3,97	4,03	4,02	4,01	0,16	52	14,343	786,97	316,87									
6,8%	100,0%	1	69,80	69,97	68,11	69,29	0,89	3,99	3,98	3,97	3,98	0,16	57	14,343	828,97	334,66										
		2	69,68	69,12	69,72	69,41	69,41	0,85	3,99	4,04	4,03	4,02	0,15	49	14,343	712,62	276,33									
		3	69,68	69,69	69,72	69,70	69,70	0,85	4,04	3,99	4,05	4,03	0,15	49	14,343	712,62	290,32									

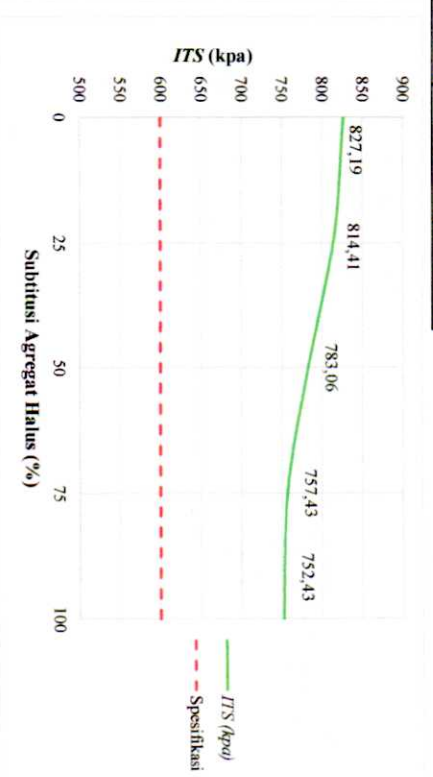
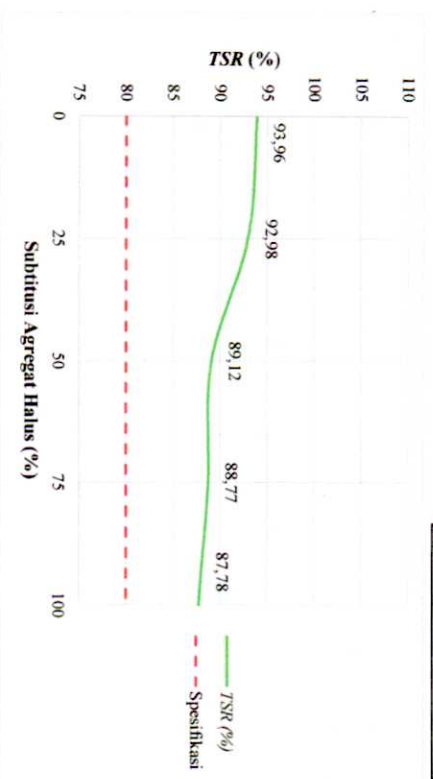
Mengertahu
Kab. Jalen Raya

Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 20 Rekapitulasi Hasil Pengujian ITS dan TSR

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN ITS DAN TSR

Variasi Substitusi (%)	ITS	ITS 24 Jam	TSR (%)
0	827,187	777,229	93,960
25	814,411	757,245	92,981
50	783,056	697,833	89,117
75	757,426	672,356	88,769
100	752,430	660,484	87,780



Disahkan Oleh
Mengetahui
Laboratorium Jurusan Teknik Sipil
Dan Perencanaan
Yogyakarta

[Signature]
J. Retnan Kusnar, M.Eng., P.M., ASEAN Eng.
NIK : 01 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Paya
Yogyakarta

[Signature]
Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

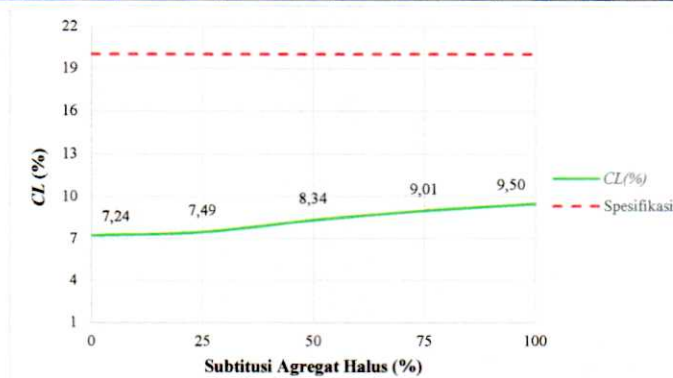
Yogyakarta, November 2024

[Signature]
Peneliti
Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 21 Hasil Pengujian Cantabro

HASIL PENGUJIAN CANTABRO

Variasi Substitusi (%)	Sampel	Berat Benda Uji (gram)		Berat Sebelum Di Abrasi (gram)	Kehilangan Berat (%)	Rata-rata Kehilangan Berat (%)
		Mo	Mi	(Mo-Mi)	L	
0	1	1182,8	1086,59	96,21	8,1341	7,2436
	2	1180,08	1103,23	76,85	6,5123	
	3	1180,76	1097,11	83,65	7,0844	
25	1	1180,57	1085,16	95,41	8,0817	7,4926
	2	1175,92	1086,47	89,45	7,6068	
	3	1173,03	1093,39	79,64	6,7893	
50	1	1174,01	1061,17	112,84	9,6115	8,3382
	2	1174,53	1038,7	135,83	11,5646	
	3	1176	1130,86	45,14	3,8384	
75	1	1175,17	1038,66	136,51	11,6162	9,0071
	2	1177,8	1033,65	144,15	12,2389	
	3	1164,14	1127,28	36,86	3,1663	
100	1	1171,92	1021,59	150,33	12,8277	9,5006
	2	1163,44	1044	119,44	10,2661	
	3	1170,29	1107	63,29	5,4081	



Disahkan Oleh
Manager Laboratorium Jurusan Teknik Sipil

Ir. Berhan Kusnan, M.Eng., M.M., ASEAN, Eng.
NIK : 21 511 0101

Mengetahui
Kalab. Jalan Raya

Muhamad Abdu Hadi, S.T., M.T.
NIK : 21 511 1307

Yogyakarta, November 2024
Peneliti

Yoki Dwi Saputra
NIM : 20 511 415

Lampiran 24. Hasil Analisis Anova Karakteristik *Marshall*

Tests of Normality							
Variasi Agregat Halus		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Stabilitas	0%	.335	3	.	.859	3	.264
	25%	.326	3	.	.874	3	.306
	50%	.308	3	.	.902	3	.393
	75%	.319	3	.	.885	3	.338
	100%	.215	3	.	.989	3	.800
Flow	0%	.175	3	.	1.000	3	1.000
	25%	.281	3	.	.936	3	.513
	50%	.204	3	.	.993	3	.843
	75%	.374	3	.	.777	3	.060
	100%	.314	3	.	.893	3	.363
VITM	0%	.331	3	.	.865	3	.281
	25%	.328	3	.	.871	3	.298
	50%	.240	3	.	.974	3	.691
	75%	.311	3	.	.897	3	.375
	100%	.363	3	.	.801	3	.117
VFWA	0%	.334	3	.	.859	3	.265
	25%	.329	3	.	.868	3	.290
	50%	.232	3	.	.980	3	.726
	75%	.312	3	.	.896	3	.372
	100%	.222	3	.	.986	3	.771
VMA	0%	.332	3	.	.863	3	.275
	25%	.334	3	.	.860	3	.266
	50%	.240	3	.	.975	3	.695
	75%	.317	3	.	.888	3	.349
	100%	.375	3	.	.774	3	.053
MQ	0%	.339	3	.	.850	3	.240
	25%	.372	3	.	.781	3	.069
	50%	.211	3	.	.991	3	.814
	75%	.185	3	.	.998	3	.924
	100%	.350	3	.	.829	3	.186
Density	0%	.219	3	.	.987	3	.780
	25%	.253	3	.	.964	3	.637
	50%	.292	3	.	.923	3	.463
	75%	.253	3	.	.964	3	.637
	100%	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Stabilitas	Based on Mean	5.624	4	10	.012
	Based on Median	.897	4	10	.501
	Based on Median and with adjusted df	.897	4	4.421	.535
	Based on trimmed mean	4.947	4	10	.018
Flow	Based on Mean	3.477	4	10	.050
	Based on Median	.774	4	10	.566
	Based on Median and with adjusted df	.774	4	4.396	.591
	Based on trimmed mean	3.171	4	10	.063
VITM	Based on Mean	1.968	4	10	.176
	Based on Median	.439	4	10	.778
	Based on Median and with adjusted df	.439	4	7.139	.778
	Based on trimmed mean	1.785	4	10	.208
VFWA	Based on Mean	1.562	4	10	.258
	Based on Median	.493	4	10	.741
	Based on Median and with adjusted df	.493	4	6.692	.742
	Based on trimmed mean	1.460	4	10	.285
VMA	Based on Mean	1.980	4	10	.174
	Based on Median	.424	4	10	.788
	Based on Median and with adjusted df	.424	4	7.217	.787
	Based on trimmed mean	1.789	4	10	.208
MQ	Based on Mean	3.108	4	10	.066
	Based on Median	.500	4	10	.736
	Based on Median and with adjusted df	.500	4	4.573	.739
	Based on trimmed mean	2.768	4	10	.087
Density	Based on Mean	.396	4	10	.807
	Based on Median	.174	4	10	.947
	Based on Median and with adjusted df	.174	4	8.464	.946
	Based on trimmed mean	.378	4	10	.820

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Stabilitas	Between Groups	29765.282	4	7441.321	1.607	.247
	Within Groups	46317.956	10	4631.796		
	Total	76083.238	14			
Flow	Between Groups	1.121	4	.280	9.335	.002
	Within Groups	.300	10	.030		
	Total	1.422	14			
VITM	Between Groups	.883	4	.221	.978	.462
	Within Groups	2.256	10	.226		
	Total	3.138	14			
VFWA	Between Groups	12.912	4	3.228	.599	.672
	Within Groups	53.917	10	5.392		
	Total	66.829	14			
VMA	Between Groups	.610	4	.152	.930	.485
	Within Groups	1.640	10	.164		
	Total	2.250	14			
MQ	Between Groups	40533.355	4	10133.339	9.961	.002
	Within Groups	10172.630	10	1017.263		
	Total	50705.985	14			
Density	Between Groups	.012	4	.003	8.349	.003
	Within Groups	.004	10	.000		
	Total	.015	14			

Lampiran 25. Hasil Analisis Anova Pengujian *Marshall*, *IRS*, *ITS*, *TSR* dan *CL*

Tests of Normality							
	VARIASI AGREGAT HALUS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
IRS	0%	.241	3	.	.974	3	.690
	25%	.349	3	.	.831	3	.191
	50%	.251	3	.	.966	3	.646
	75%	.278	3	.	.940	3	.527
	100%	.339	3	.	.850	3	.240
ITS	0%	.313	3	.	.894	3	.367
	25%	.311	3	.	.898	3	.379
	50%	.211	3	.	.991	3	.817
	75%	.277	3	.	.941	3	.532
	100%	.371	3	.	.784	3	.077
TSR	0%	.347	3	.	.834	3	.199
	25%	.238	3	.	.976	3	.703
	50%	.191	3	.	.997	3	.899
	75%	.367	3	.	.793	3	.099
	100%	.266	3	.	.953	3	.581
CANTABRO	0%	.244	3	.	.972	3	.676
	25%	.238	3	.	.976	3	.703
	50%	.291	3	.	.925	3	.469
	75%	.363	3	.	.801	3	.117
	100%	.247	3	.	.969	3	.662
a. Lilliefors Significance Correction							

IRS

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
IRS	Based on Mean	2.726	4	10	.090
	Based on Median	1.095	4	10	.410
	Based on Median and with adjusted df	1.095	4	5.693	.441
	Based on trimmed mean	2.588	4	10	.102
ITS	Based on Mean	2.489	4	10	.110
	Based on Median	.423	4	10	.789
	Based on Median and with adjusted df	.423	4	5.636	.788
	Based on trimmed mean	2.211	4	10	.141
TSR	Based on Mean	3.578	4	10	.046
	Based on Median	.689	4	10	.616
	Based on Median and with adjusted df	.689	4	5.712	.627
	Based on trimmed mean	3.223	4	10	.061
CANTABRO	Based on Mean	3.957	4	10	.035
	Based on Median	.607	4	10	.667
	Based on Median and with adjusted df	.607	4	4.591	.677
	Based on trimmed mean	3.498	4	10	.049

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IRS	Between Groups	30.338	4	7.585	.036	.997
	Within Groups	2111.006	10	211.101		
	Total	2141.344	14			
ITS	Between Groups	13354.296	4	3338.574	.203	.931
	Within Groups	164474.614	10	16447.461		
	Total	177828.910	14			
TSR	Between Groups	184.306	4	46.076	.288	.879
	Within Groups	1602.499	10	160.250		
	Total	1786.805	14			
CANTABRO	Between Groups	11.179	4	2.795	.245	.906
	Within Groups	114.195	10	11.419		
	Total	125.374	14			