

**PENGARUH LAMA RENDAMAN AIR LAUT SEBATIK PADA
PERKERASAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PEN 60/70
TERHADAP UJI *MARSHALL***

SKRIPSI

**Diajukan oleh:
Albar
2011102443052**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR**

2024

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH LAMA RENDAMAN AIR LAUT SEBATIK PADA
PERKERASAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PEN 60/70
TERHADAP UJI *MARSHALL***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Diajukan Oleh:

**Albar
2011102443052**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH LAMA RENDAMAN AIR LAUT SEBATIK PADA
PERKERASAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PEN 60/70
TERHADAP UJI *MARSHALL***

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**Albar
2011102443052**

**Disetujui untuk diujikan
Pada tanggal 18 Desember 2023**

Pembimbing



Ulwivah Wahdah Mufassirin Liana, S.T, M.T

NIDN. 1124029201

**Mengetahui,
Koordinator Skripsi**



Dr. Eng. Rusandi Noor, S.T, M.T

NIDN. 11011049101

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH LAMA RENDAMAN AIR LAUT SEBATIK PADA
PERKERASAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PEN 60/70
TERHADAP UJI *MARSHALL***

SKRIPSI



Diajukan oleh :

Albar

2011102443052

Diseminarkan dan diujikan

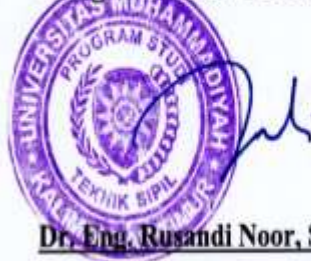
Pada tanggal 16 Januari 2024

Penguji I	Penguji II
 <u>Pitovo, S.T, M.Sc</u> NIDN.1119128401	 <u>Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana, S.T, M.T</u> NIDN. 1124029201

Mengetahui,

Ketua

Program Studi Teknik Sipil



Dr. Eng. Rusandi Noor, S.T, M.T

NIDN. 11011049101

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ALBAR
Nim : 2011102443052
Program studi : Teknik Sipil
Judul penelitian : Pengaruh lama rendaman air laut Sebatik pada perkerasan AC-WC dengan menggunakan aspal pen 60/70 terhadap uji *marshall*

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, dan bukan merupakan hasil plagiasi/falsifikasi/fabrikasi baik Sebagian atau seluruhnya.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam tugas skripsi saya ini, atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Samarinda, 08 Januari 2024
Yang membuat pernyataan



ALBAR
NIM : 2011102443052

ABSTRAK

Penggunaan aspal pen 60/70 terhadap variasi lama rendaman air laut dalam pengujian *marshall* merujuk pada karakteristik campuran dalam menciptakan perkerasan yang tahan lama. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi waktu rendaman air laut yang memengaruhi campuran beton aspal berdasarkan uji *marshall*. Penelitian dimulai mempersiapkan sampel campuran beton aspal menggunakan aspal pen 60/70. Sampel yang digunakan berjumlah 9 buah kemudian direndam menggunakan air laut Sebatik selama waktu tertentu. Data yang digunakan untuk membandingkan pengaruh lama rendaman pada aspal pen 60/70 terhadap uji *marshall*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa benda uji yang direndam air laut Sebatik dapat mempengaruhi kuat tekan campuran beton aspal. Pada perendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam pada aspal pen 60/70 mengalami penurunan nilai stabilitas berturut-turut 2729,98 kg, 2393,39 kg, dan 2278,99 kg. Untuk nilai *flow* nya mengalami kenaikan berturut-turut 4,27 mm, 4,41 mm, dan 4,75 mm. Untuk nilai *marshall quotient* nya mengalami penurunan berturut-turut 638,84 kg/mm, 542,80 kg/mm, dan 482,23 kg/mm. Sedangkan untuk nilai VFWA dan VFWA pada aspal pen 60/70 telah memenuhi ketentuan Bina Marga 2018 revisi II, sedangkan untuk nilai VMA variasi rendaman 24 jam tidak memenuhi kriteria yang telah ditentukan Bina Marga 2018.

ABSTRACT

The use of asphalt pen 60/70 concerning the variation in seawater immersion duration in Marshall testing refers to the characteristics of the mixture in creating durable pavement. The aim of this research is to evaluate the seawater immersion time that affects asphalt concrete mixtures based on Marshall tests. The research began by preparing asphalt concrete mixture samples using asphalt pen 60/70. Nine samples were used and immersed in Sebatik seawater for specific durations. The data was utilized to compare the influence of immersion duration on asphalt pen 60/70 concerning the Marshall test. From the conducted research, it can be concluded that specimens immersed in Sebatik seawater can affect the compressive strength of asphalt concrete mixtures. For immersion periods of 6 hours, 12 hours, and 24 hours in asphalt pen 60/70, there was a successive decrease in stability values of 2729.98 kg, 2393.39 kg, and 2278.99 kg, respectively. The flow values increased successively by 4.27 mm, 4.41 mm, and 4.75 mm. The Marshall quotient values successively decreased by 638.84 kg/mm, 542.80 kg/mm, and 482.23 kg/mm. Meanwhile, the VFWA and VFWA values in asphalt pen 60/70 met the criteria of Bina Marga 2018 revision II, whereas the VMA value for the 24-hour immersion variation did not meet the criteria specified by Bina Marga 2018.

PRAKATA



Assamualaikum. Wr. Wb

Dengan menyebut nama Allah SWT, dengan rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula shalawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat islam dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang dan dari zaman kebodohan menuju zaman yang berilmu saat ini.

Skripsi ini berjudul “Pengaruh lama rendaman air laut Sebatik pada perkerasan AC-WC dengan menggunakan aspal pen 60/70 terhadap uji *marshall*”. skripsi ini penulis susun dalam rangka memenuhi syarat kelulusan di program studi S1 Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Dengan telah terlaksananya penelitian skripsi yang penulis lakukan dan telah menyelesaikan penulisan skripsi, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung dan mendoakan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. H. Bambang Setiaji, M.Si, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
3. Bapak Prof. Ir. Sarjito, M.T, Ph.D, IPM, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
4. Bapak Dr. Eng. Rusandi Noor, S.T, M.T, selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
5. Ibu Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing selama penulisan skripsi saya yang telah banyak memberikan saran, masukan dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Seluruh jajaran dosen Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
7. Para teman dan sahabat khususnya mahasiswa/mahasiswi Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Samarinda, 16 Januari 2024

Penyusun,

ALBAR

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II METODE PENELITIAN.....	6
2.1 Bagan Alir Penelitian.....	6
2.2 Prosedur Penelitian.....	7
2.1.1 Alat dan Bahan.....	7
2.1.2 Pembuatan Benda Uji.....	7
2.1.3 Pengujian Menggunakan Alat <i>Marshall</i>	8
2.1.4 Prosedur Analisa.....	9
2.1.5 <i>Time Schedule</i> Penelitian.....	10
2.1.6 <i>Mix Design</i> Campuran Aspal.....	11
BAB III PEMBAHASAN.....	14
3.1 Data Hasil Pengujian Material.....	14
3.1.1 Daya Tahan Bahan Agregat Kasar.....	14
3.1.2 Daya Tahan Bahan Agregat Halus.....	15
3.1.3 Pengujian Aspal.....	15
3.1.4 Pengujian kadar pH dan Kadar Garam.....	16
3.2 Perhitungan <i>Mix Design</i>	18
3.2.1 Perhitungan Spesifikasi Agregat Lolos Saringan (%).....	19
3.3 Analisis Pengujian <i>Marshall</i>	20
BAB IV PENUTUP.....	28
4.1 Kesimpulan.....	28
4.2 Implikasi.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	30
Riwayat Hidup.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jadwal Penelitian.....	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Umum Saringan Bina Marga 2018 Revisi 2 Perkerasan Jalan	12
Tabel 2.3 <i>Mix Design</i> Dengan Kadar Aspal 5%	13
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.....	14
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	15
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal.....	16
Tabel 3.4 Spesifikasi Saringan Bina 2018 Marga Revisi 2.....	18
Tabel 3.5 <i>Mix Design</i> dengan Kadar Aspal 5 %	19
Tabel 3.6 Angka Koreksi.....	20
Tabel 3.7 Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Kerusakan Akibat Air Laut Pasang Di Pesisir Pantai.....	2
Gambar 1.2 Jalan Hj. Junudi Yang Mengalami Genangan Air Laut.....	4
Gambar 1.3 Perkerasan Mengalami Korosi Akibat Genangan Air Laut.....	4
Gambar 2.1 Bagan Alir Penelitian	6
Gambar 3.1 Pengujian Kadar Garam Menggunakan Hidrometer	17
Gambar 3.2 Pengujian Kadar pH Air Laut	17
Gambar 3.3 Grafik <i>Density</i>	21
Gambar 3.4 Grafik Stabilitas.....	22
Gambar 3.5 Grafik <i>Flow</i>	23
Gambar 3.6 Grafik <i>Marshall Quotient</i>	24
Gambar 3.7 Grafik <i>Void Mineral Aggregate % (VMA)</i>	25
Gambar 3.8 Grafik <i>Void In The Mix (VITM)</i>	26
Gambar 3.9 Grafik <i>Void Filled With Asphalt % (VFWA)</i>	27

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN. 1 Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	30
LAMPIRAN. 2 Gambar Penelitian	32
LAMPIRAN. 3 Surat Bebas Alat Laboratorium	37
LAMPIRAN. 4 Lembar Konsultasi.....	38

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah komponen dasar dalam sistem transportasi yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari manusia dan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung perkembangan bermacam sektor di suatu negara, seperti ekonomi, budaya, sosial, politik, industri, pariwisata, pertahanan, dan keamanan. Ada beberapa pendapat menurut para ahli dan undang-undang tentang jalan yang ada di Indonesia diantaranya adalah sebagai berikut, Dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004, jalan dijelaskan sebagai bagian dari infrastruktur transportasi darat yang termasuk semua komponen jalan, termasuk struktur pendukung dan peralatan yang digunakan untuk pergerakan, baik yang berada di atas permukaan tanah, di bawah tanah, maupun di atas air, dengan pengecualian sistem jalur kereta api dan jaringan kabel. Sedangkan Dalam ketentuan yang tertulis dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dijelaskan sebagai seluruh bagian dari infrastruktur jalan yang melibatkan elemen-elemen seperti struktur pendukung yang terletak di atas tanah, di bawah tanah, serta peralatan yang digunakan untuk transportasi umum, baik itu di atas permukaan air atau di bawah permukaan air, kecuali jalur kereta api dan sistem kabel. Dalam ketetapan yang tertulis dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dijelaskan sebagai seluruh bagian dari infrastruktur jalan yang melibatkan elemen-elemen seperti struktur pendukung yang terletak di atas tanah, di bawah tanah, serta peralatan yang digunakan untuk transportasi umum, baik itu di atas permukaan air atau di bawah permukaan air, kecuali jalur kereta api dan sistem kabel. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2011, jalan dijabarkan sebagai bagian dari infrastruktur transportasi darat yang melibatkan semua elemen jalan, termasuk gedung dan fasilitas tambahan yang dipakai untuk mengatur lalu lintas, baik berada di atas tanah, di bawah tanah, atau di atas permukaan air, dengan pengecualian bagi rel kereta api dan jalur kabel.

Indonesia memiliki beberapa ruas jalan yang berdekatan dengan daerah yang berpapasan langsung dengan pesisir pantai yang menyebabkan genangan air yang diakibatkan oleh air laut pasang. Salah satu contoh daerah yang berdekatan langsung dengan pesisir pantai adalah Jalan Hj. Junudi yang terletak di Sebatik, Nunukan, Kalimantan Utara. Jalan ini menjadi salah satu jalan yang mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh air laut yang pasang sehingga terjadi genangan air. Jalan ini juga menjadi salah satu alternatif jalan untuk ke daerah pelabuhan penyeberangan masyarakat untuk keluar daerah baik itu keluar Nunukan maupun ke negeri tetangga Malaysia. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan dan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 mengenai jalan, kewenangan dalam mengatur jalan raya dibagi menjadi beberapa macam, yaitu jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

Menurut H. Muhammad Pandi, yang merupakan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kalimantan Utara, peningkatan tinggi air laut yang terjadi akibat dari pengaruh fenomena *supermoon* yang memengaruhi tinggi maksimum permukaan laut. Efek yang dihasilkan dari fenomena *supermoon* ini adalah kerusakan yang dialami oleh rumah-rumah dan fasilitas umum. Contohnya, jalan-jalan tergenang oleh air pasang, posyandu, dan terjadi abrasi pantai sepanjang Jalan Sebatik (PROKAL.co, 2019). Dalam ilustrasi yang terlihat pada Gambar 1.1, terdapat dua area yang menggambarkan kerusakan yang terjadi di Jalan Hj. Junudi, Sebatik, Nunukan, Kalimantan Utara. Kerusakan ini disebabkan oleh air pasang dan mencakup genangan air laut serta abrasi pantai, seperti yang terlihat pada nomor 1 dan 2 pada gambar tersebut.



Gambar 1.1 Lokasi Kerusakan Akibat Air Laut Pasang Di Pesisir Pantai.
(Sumber: *Google Maps*, 2023)

Menurut Djalante (2011), potensi kerusakan jalan akibat kurang optimalnya stabilitas perkerasan dan penggunaan jenis agregat yang rendah dapat menyebabkan kerusakan pada jalan dan membuatnya sulit untuk dijelaskan bagaimana kerusakan tersebut menyebar. Ketika lalu lintas melebihi kapasitas rencana awal dan terjadi kerusakan, kemungkinan besar akan timbul keretakan atau retakan pada permukaan jalan yang awalnya berlubang dan kemudian terisi dengan air. Kerusakan pada jalan dapat terjadi akibat penggunaan berulang atau beban berlebihan dari lalu lintas, cuaca yang ekstrem seperti hujan maupun panas. Oleh karena itu, selain merencanakan pendekatan yang benar harus dijaga dengan baik untuk melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Pentingnya untuk melakukan pemeliharaan jalan secara teratur dan berkala guna memastikan keselamatan dan kenyamanan bagi para pengguna serta untuk menjaga daya tahan jalan agar sesuai dengan rencana usianya (Suwardo dan Sugiharto, 2020). Menurut Suripin (2004), menjaga keberlangsungan umur suatu jalan raya sangat bergantung pada upaya untuk melindungi sumber air dengan cermat. Ketika aspal terendam oleh air secara berkepanjangan akan menyebabkan adanya retakan yang kemudian berkembang menjadi lubang yang diakibatkan oleh terlepasnya butiran yang mengikat agregat tersebut. Sedangkan Nurhudayah (2009) berpendapat bahwa kerusakan jalan disebabkan oleh faktor-faktor seperti karakteristik topografi, kontur, pasang surut laut, aliran sungai yang berlebihan, dan rusaknya saluran drainase yang sesuai. Banyak kejadian yang memicu kerusakan pada konstruksi jalan, yaitu akibat beban lalu lintas yang berlebihan, suhu yang sering berubah-ubah, genangan air, dan konstruksi jalan yang tidak memenuhi syarat teknis. Pada penelitiannya, Muaya (2015), mengutarakan bahwa setelah melakukan serangkaian pengujian, penilaian, dan menguraikan hasil uji *marshall* pada perendaman aspal dengan air laut yang memiliki variasi suhu, kadar garam, dan durasi perendaman, dia menemukan bahwa air laut memiliki dampak penting terhadap stabilitas dan perilaku kelelahan (*flow*) dari aspal.

Menurut Bina Marga (2010), aspal beton dapat dikategorikan berdasarkan temperatur pencampuran serta tujuannya. Aspal beton dapat berdasarkan temperatur percampuran terbagi menjadi tiga tipe, yaitu aspal beton panas (*hot mix*), aspal beton campuran sedang (*warm mix*), dan aspal campuran dingin (*cold mix*). Berdasarkan tugas atau fungsi yang dimilikinya, aspal beton dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yakni aspal beton untuk lapisan permukaan yang aus (*wearing course*), aspal beton yang

digunakan dalam lapisan pondasi (*binder course*), dan aspal beton yang digunakan dalam proses pembentukan dan perataan pada lapisan aspal beton yang sudah ada sebelumnya (Fadhilah, 2018). Sedangkan menurut spesifikasi Bina Marga (2010), dalam pengelompokkan aspal beton campuran panas (*hot mix*), diperoleh jenis lapisan tipis aspal pasir (*latasir*) yang digunakan untuk jalan dengan lalu lintas ringan. Lapisan ini secara khusus dirancang dengan ketahanan alur (*rutting*) yang rendah, sehingga tidak disarankan untuk dipakai di daerah yang memiliki lalu lintas berat atau daerah dengan tanjakan. Lapisan tipis aspal beton (*lastaston*), ialah aspal beton bergradasi senjang. *Lastaston* sering juga dikenal sebagai HRS (*Hot Rolled Sheet*). Hal yang paling penting dalam karakteristik aspal beton pada campuran ini ialah daya tahan yang tinggi terhadap keadaan lingkungan dan kemampuan untuk fleksibel terhadap kondisinya. Aspal jenis terakhir yang disebutkan ialah lapisan aspal beton (*laston*), yaitu jenis aspal beton dengan gradasi berkelanjutan yang sering digunakan pada jalan dengan kapasitas lalu lintas yang tinggi. *Laston* terdiri dari tiga jenis lapisan, termasuk lapis AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), lapis AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dan lapis AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*). Sifat utama yang paling penting dari aspal beton dalam campuran ini adalah stabilitas (Alexander, 2016).

Aspal adalah sebuah perekat lengket berwarna hitam gelap atau coklat tua yang bahan utamanya dari bitumen, yang dihasilkan dari hasil penyulingan minyak bumi. Fungsinya adalah untuk berperan sebagai bahan pengikat agregat dalam pembangunan jalan. Aspal dipakai dalam pembuatan jalan karena memiliki sifat-sifat seperti kekentalan (viskositas) yang tinggi, ketahanan terhadap perubahan cuaca yang tidak stabil, tingkat pengerasan, dan daya tahan terhadap air (PROGO, 2022). Aspal minyak ialah sisa bahan yang dianggap tidak ekonomis untuk diolah lebih lanjut setelah proses ekstraksi minyak bumi di pabrik kilang minyak. Jenis aspal ini dikenal dengan tiga kelas penetrasi yang berbeda, yaitu pen 40/50, pen 60/70, dan 80/100. Dalam penelitian ini, digunakan aspal dengan kelas penetrasi pen 60/70, yang biasanya digunakan secara umum dalam pembuatan perkerasan jalan di Indonesia.

Menurut Sukirman (2010), lapisan perkerasan aspal beton (*Laston*) merupakan struktur jalan yang terbuat dari gabungan aspal keras dan agregat yang disiapkan dalam keadaan panas dan ditempatkan pada temperatur tertentu, kemudian dipadatkan. Salah satu sifatnya adalah bahwa struktur agregat dalam aspal ini memiliki sedikit pori-pori, sehingga agregat saling mengunci satu sama lain. Akibatnya, aspal beton memiliki stabilitas yang tinggi dan cenderung kaku. Dalam pandangan Riyadi (2011) menjelaskan bahwa tingginya angka *flow*, VMA (*Void in Mineral Aggregate*), dan VIM (*Void In The Mix*) dapat mengakibatkan penurunan angka stabilitas dan MQ (*Marshall Quotient*) dalam perkerasan aspal. Penurunan ini disebabkan oleh masalah genangan air. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Desmawan dan Sukamdi (2012), dampak yang disebabkan air laut termasuk korosi pada struktur bangunan dan rumah-rumah warga serta kerusakan kendaraan. Selain itu, lahan milik warga menjadi tidak dapat digunakan akibat tingginya kadar garam dalam air laut yang meresap dan menyebar ke permukaan tanah, menyebabkan berkurangnya ketersediaan air minum. Air laut juga memiliki kandungan natrium klorida yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mineral lainnya. Kandungan kimia dalam air laut terdiri dari 55% klorida, 31% natrium, dengan persentase yang lebih rendah untuk sulfat, magnesium, kalsium, dan terakhir potasium. Zat-zat kimia ini berasal dari proses pelapukan batuan, aktivitas lubang hidro termal, dan emisi gas vulkanik (Sulistyo, 2020). Sedangkan Adriani (2020) menerangkan bahwa air laut memiliki kandungan garam yang berdampak pada sifat-sifat fisiknya, seperti kepadatan, kompresibilitas, titik beku, dan suhu. Kandungan kimia dalam air laut terbentuk dari klorida sekitar 55%, natrium 31%, sulfat 8%, magnesium 4%, kalsium 1%, dan beberapa zat lainnya seperti bikarbonat, bromida, asam boraks, strontium, dan fluor yang jumlahnya kurang dari 1%.

Pada penelitian ini peneliti mengangkat judul “Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Sebatik Pada Perkerasan AC-WC dengan Menggunakan Aspal Pen 60/70 Terhadap Uji *Marshall*”. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lutfiyah dan Nisa (2021), mengatakan bahwa variasi lama waktu

rendaman air laut pasang yang menyebabkan tingkat penurunan durabilitas AC-WC semakin menurun. Rentang waktu yang digunakan adalah 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan 48.

Berdasarkan pada studi kasus rusaknya lapisan aspal yang disebabkan air laut pasang yang menyebabkan terjadinya genangan air di jalan H.Junudi Desa Sungai Taiwan, Kecamatan Sebatik Induk, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang dampak lama rendaman air laut menggunakan aspal pen 60/70 berdasarkan uji *marshall*. Jenis campuran yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) dengan menggunakan variasi lama rendaman air laut antara lain 6 jam, 12 jam dan 24 jam. Bisa kita lihat pada Gambar 1.2 dan Gambar 1.3 adalah jalan yang mengalami genangan air dan korosi yang terjadi akibat air laut terhadap perkerasan jalan.



Gambar 1.2 Jalan Hj. Junudi Yang Mengalami Genangan Air Laut.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 1.3 Perkerasan Mengalami Korosi Akibat Genangan Air Laut.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang ada dalam penulisan Skripsi ini adalah bagaimana pengaruh aspal pen 60/70 terhadap variasi waktu rendaman air laut dengan pengujian *marshall* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah disajikan, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak dari aspal jenis 60/70 terhadap berbagai waktu perendaman dalam air laut dengan menggunakan pengujian *marshall*.

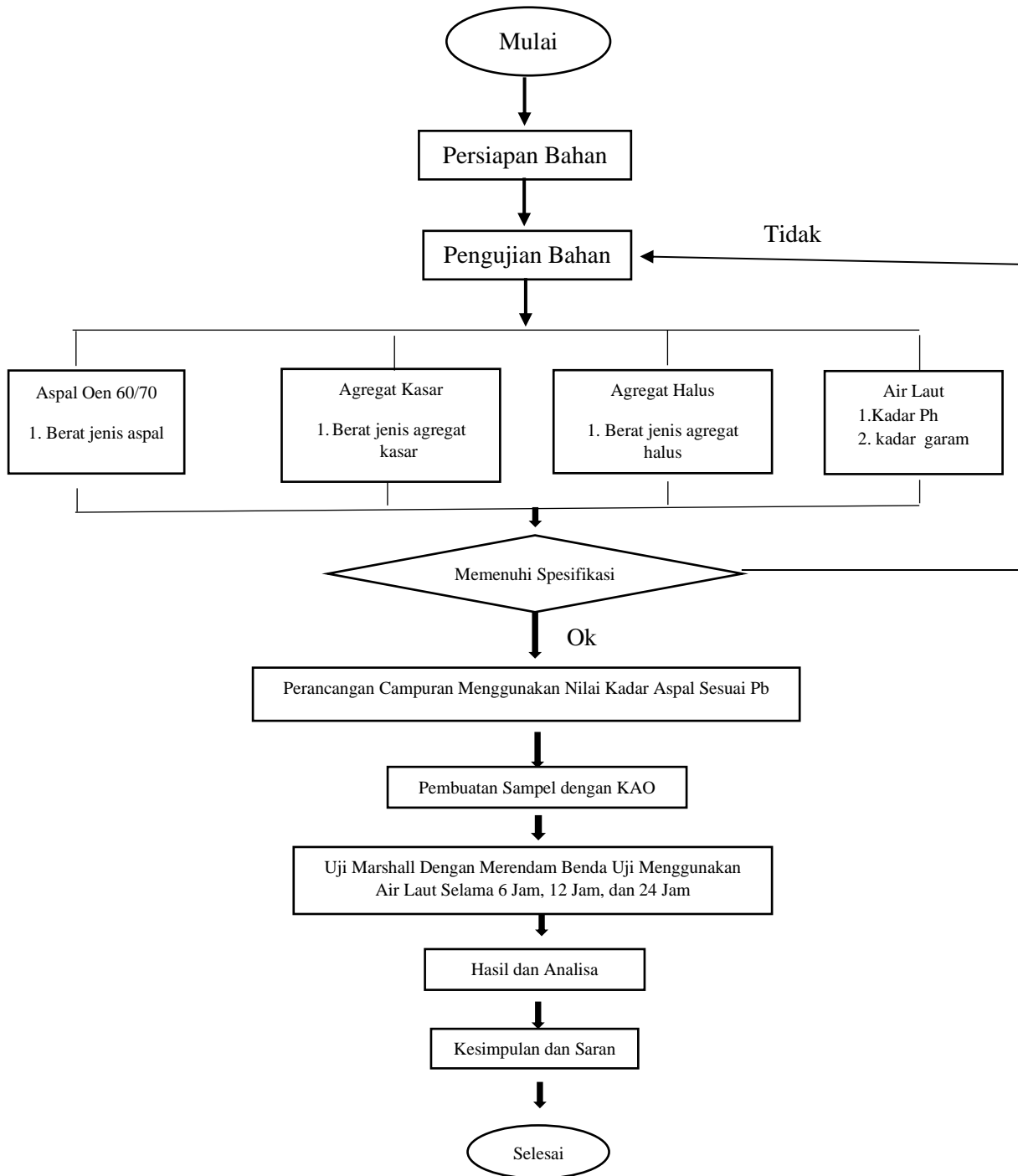
1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengetahuan dan menjadi sumber referensi bagi mereka yang tertarik dalam melakukan penelitian terkait perkerasan jalan yang melibatkan penggunaan aspal pen 60/70 pada kondisi rendaman air laut terhadap uji marshall. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan memiliki manfaat yang signifikan bagi bidang Teknik Sipil, terutama dalam konteks konstruksi perkerasan jalan. Kedua mengurangi kerusakan jalan dengan memahami pengaruh rendaman air laut terhadap perkerasan jalan, pemerintah dan badan jalan dapat merancang perkerasan yang lebih tahan lama di daerah-daerah yang rentan terhadap air laut sehingga dapat mengurangi kerusakan akibat korosi dan erosi yang disebabkan oleh air laut. Semoga penelitian ini dapat menjadi landasan bagi penelitian-penelitian berikutnya dalam bidang ini.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bagan Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah representasi grafis yang mengilustrasikan tahapan, urutan, serta keputusan yang terkait dengan suatu proses atau tata cara tertentu. Bagian visual ini dapat ditemukan dalam **Gambar 2.1**, yang menampilkan diagram alir penelitian yang sesuai.



Gambar 2.1 Bagan Alir Penelitian

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian menyatakan pada serangkaian tindakan yang dilakukan selama proses penelitian. Beberapa dari langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi:

2.1.1 Alat dan Bahan

Tempat pelaksanaan penelitian, Penelitian ini menggunakan peralatan dan bahan yang tersedia di Laboratorium Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Timbangan
2. Wajan
3. Kompor LPG
4. Gas LPG
5. Spatula
6. Oven
7. Thermometer
8. Timbangan
9. Ceret aluminium
10. Alat penumbuk dan alas
11. Nampan
12. Waterbath
13. Kertas minyak
14. Cetakan benda uji (mould)
15. Alat test marshall
16. Timbangan air
17. Stopwatch
18. Saringan/ayakan
19. Sarung tangan
20. Dongkrak
21. Besi rojokan
22. Kantong plastik
23. Kuas
24. Spidol
25. Gunting
26. Mistar
27. Jangka sorong
28. Kain lap
29. Aspal pen 60/70
30. Agregat kasar batu palu
31. Agregat halus batu palu
32. Air laut

2.1.2 Pembuatan Benda Uji

Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini: Berikut ini adalah tahapan dalam proses pembuatan sampel dalam penelitian ini:

1. Menyediakan semua komponen yang dibutuhkan untuk membuat sampel, termasuk aspal, agregat kasar (batu pecah), dan agregat halus (pasir).
2. Menyediakan semua alat untuk pembuatan sampel uji yang dibutuhkan di laboratorium.
3. Panaskan terlebih dahulu aspal menggunakan kompor gas LPG.
4. Periksa suhu dan memastikan bahwa suhu aspal telah mencapai 1100 C sebelum dicampur dengan Agregat (batu palu).
5. Panaskan agregat (batu palu) sambil dicampur adukkan sampai suhu mencapai 1200 C.

6. Setelah semua komponen mencapai suhu yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah mencampurkan aspal dengan agregat yang telah dipanaskan pada suhu tertentu (1200 c). Proses pencampuran dilanjutkan hingga semua komponen tercampur dengan merata. Suhu maksimum yang diizinkan selama proses pencampuran bahan ini adalah sekitar 1600 C
7. Siapkan cetakan benda uji (mould) lengkap dengan alas cetakan yang telah diolesi minyak oli sebagai pelumas agar aspal tidak lengket saat dibuka dari cetakan. Jangan lupa untuk siapkan kertas minyak baik di atas sampel dan dibawah sampel sebagai alas sampel agar tidak lengket saat penumbukan benda uji.
8. Kemudian, masukkan campuran bahan yang telah merata pada suhu maksimum yang telah diatur (1600 c) ke dalam cetakan sambil menggunakan spatula yang sebelumnya telah dipanaskan. Proses tusuk-tusuk dengan spatula ini dilakukan sebanyak 10 kali, baik di bagian pinggir maupun tengah sampel, untuk memastikan distribusi yang merata di dalam cetakan
9. Selanjutnya dilakukan pemadatan dengan melakukan pemadatan sampel uji sebanyak 75 kali bolak-balik.
10. Setelah dilakukan pemadatan bedna uji, selanjutnya lepaskan benda uji tersebut dari cetakan dengan menggunakan dongkrak dan buka semua kertas minyak yang melekat pada benda uji.
11. Memberikan tanda agar dapat membedakan antara sampel satu dengan yang lainnya menggunakan spidol.
12. Sampel kemudian didinginkan sampai agak mengeras, kemudian benda uji ditimbang untuk mendapatkan nilai berat sampel kering.
13. Selanjutnya benda uji direndam menggunakan air laut dengan variasi waktu 6, 12, dan 24 jam.
14. Setelah objek uji direndam selama periode 6, 12, dan 24 jam, langkah berikutnya adalah mengeluarkan sampel dari wadah perendaman, kemudian membersihkannya dengan menggunakan kain lap hingga objek uji mencapai kondisi SSD (Saturated Surface Dry) atau dalam keadaan permukaan kering yang jenuh.
15. Selanjutnya, objek uji akan diukur beratnya untuk mendapatkan nilai berat dalam kondisi SSD (Saturated Surface Dry)
16. Kemudian, objek uji akan diukur beratnya di dalam air untuk mendapatkan nilai berat objek uji dalam air
17. Langkah berikutnya adalah melakukan pengujian menggunakan alat Marshall pada setiap sampel objek uji yang telah dipersiapkan

2.1.3 Pengujian Menggunakan Alat Marshall

Dalam proses pengujian menggunakan alat uji *marshall*, langkah-langkah berikut akan dilaksanakan:

1. Ukur diameter benda uji dan tebalnya sebelum pengujian *marshall*.
2. Objek uji akan direndam dalam bak air yang terisi dengan air laut dan dipanaskan selama sekitar 30 menit, dan setiap sampel akan diberi waktu jedah selama 5 menit per objek uji sebelum pengujian Marshall dapat dilakukan
3. Setelah 30 menit perendaman keluarkan sampel dari waterbath lalu letakkan pada alat marshall.
4. Setelah diposisikan dalam alat uji Marshall, sampel uji akan ditempatkan ke dalamnya. Kemudian, pasang bagian atas dari kepala penekan dan pastikan pemasangannya ada di tengah alat pembebanan dengan akurat.
5. Setelah itu, tinggikan kepala penekan hingga mencapai cincin pengujian. Kemudian, sesuaikan posisi jarum arloji penekan.
6. Berikan pembebanan pada sampel aspal
7. Proses pembebanan kemudian dibaca ketika arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar turun.
8. Catat nilai kelelahan (flow) dan stabilitas jarum arloji pengukur pada alat marshall.

9. Setelah pengujian benda uji selesai, Selanjutnya benda uji dikeluarkan dari alat marshall.
10. Kemudian olah data yang telah didapatkan pada pengujian marshall.

2.1.4 Prosedur Analisa

Prosedur analisis ialah langkah-langkah di mana informasi dan data yang dikumpulkan selama penelitian dinilai dan diolah agar mendapatkan nilai dalam uji *Marshall* ini. Untuk nilai yang dicari pada pengujian *marshall* ini adalah sebagai berikut (Sukirman, 2003).

1. Stabilitas (Ketahanan)

Stabilitas mengacu pada kemampuan campuran beton aspal untuk menahan beban hingga mencapai titik lelehan plastis atau dengan kata lain, kemampuan lapisan keras untuk menghadapi perubahan akibat beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang atau alur. Nilai stabilitas diukur dengan menggunakan jarum dial dan mencerminkan kemampuan perkerasan untuk menahan beban sebelum mengalami kerusakan, diukur dalam satuan kilogram. Jika nilai stabilitas terlalu tinggi, perkerasan akan menjadi terlalu keras, yang pada gilirannya dapat mengurangi daya tahan jalan. Nilai stabilitas yang diisyaratkan minimal 800 kg.

Rumus :

$$S = O \times E \times Q \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan =

- S = Stabilitas benda uji (kg)
- O = Pembacaan arloji stabilitas
- Q = Kalibrasi alat
- E = Angka koreksi benda uji

2. Flow (Kelelahan)

Flow adalah istilah yang menggambarkan perubahan atau deformasi pada campuran perkerasan beton aspal sebagai akibat dari beban hingga mencapai titik kegagalan, yang dinyatakan dalam satuan panjang (milimeter). Untuk nilai *flow* dapat dilihat pada arloji saat pengujian *marshall test*. Nilai *flow* yang diisyaratkan minimal 3 mm.

3. Density (Kepadatan)

Density adalah kepadatan atau kepadatan campuran yang diukur tiap satuan volume. Perbandingan dengan campuran yang memiliki tingkat densitas yang lebih rendah, campuran aspal beton dengan densitas tinggi akan memiliki kinerja yang lebih baik.

Rumus :

$$Density = \frac{Berat\ kering}{Berat\ SSD - Berat\ dalam\ air} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- Berat kering = Berat sampel kering (gr)
- Berat SSD = Berat sampel kering permukaan (gr)
- Berat dalam air = Berat sampel dalam air (gr)

4. Void In The Mix (VITM)

Void in the mix (VITM) ialah persentas rongga terhadap total volume campuran agregat dan aspal yang sudah dipadatkan. Nilai VITM dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal, dan *density*. Semakin besar kadar aspal, semakin rendah nilai VITM, yang berarti semakin tinggi kekakuan campuran. Di sisi lain, peningkatan VITM akan mengakibatkan peningkatan kelelahan yang lebih cepat. Nilai VITM yang diisyaratkan minimal 3.5% - 5.5%.

Rumus :

$$VITM = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- VITM = *Void In The Mix* (%)
- Gmm = Berat jenis maksimal campuran (gr/cm³)
- Gmb = Berat jenis bulk campuran padat (gr/cm³)

5. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Void filled with asphalt adalah persentasi ruang kosong yang berisi oleh aspal dalam campuran agregat dan aspal yang telah dipadatkan diantara rongga-rongga antara agregat. Nilai VFWA yang diisyaratkan minimal 65%.

Rumus :

$$VFWA = 100 \times \frac{VMA - VITM}{VMA} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan =

- VFWA = Rongga udara berisi aspal % (*Void Filled With Asphalt*)
- VMA = Rongga udara pada mineral agregat % (*Void Mineral Aggregate*)
- VITM = Rongga udara dalam campuran % (*Void In The Mix*)

6. *Void Mineral Aggregate* (VMA)

Void Mineral Aggregate (VMA). Nilai VMA yang diisyaratkan adalah minimal 16 %.

Rumus :

$$VMA = 100 \times \frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan =

- VMA = *Void Mineral Aggregate* (%)
- Gmb = Berat jenis bulk campuran padat (gr/cm³)
- Gsb = Berat jenis bulk agregat (gr/cm³)
- Pb = Kadar aspal (%)

7. *Marshall Quotient* (QM)

Marshall quotient (QM) ialah Perbandingan antara stabilitas dan aliran (*flow*) dari nilai-nilai tersebut. *Marshall quotient* diisyaratkan minimal 250 kg/mm (Bina Marga, 2010). Dalam merencanakan perkerasan jalan, metode MQ dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur nilai kelenturan perkerasan.

Rumus :

$$MQ = \frac{SM}{F} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan =

- MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)
- SM = *Stabilitas Marshall* (kg)
- F = *Flow* (mm)

2.1.5 Time Schedule Penelitian

Pembuatan jadwal (*Time Schedule*) dalam penelitian skripsi bertujuan untuk mengawasi jalannya penelitian secara keseluruhan sehingga memastikan bahwa penelitian berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Detail jadwal penelitian dapat ditemukan dalam **Tabel 2.1** di bawah ini.

Tabel 2.1 Jadwal Penelitian

2023															
No	Kegiatan	September		Oktober				November				Desember			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengujian Berat jenis dan penyerapan agregat kasar														
2	Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus														
3	Pengujian berat jenis aspal pen 60/70														
4	Pengujian air laut														
5	<i>Mix design</i> campuran														
6	Pembuatan benda uji														
a	Penimbangan agregat														
b	Pembuatan sampel uji														
c	Perendaman sampel uji														
d	Pengujian sampel uji														
7	Analisa														

2.1.6 Mix Design Campuran Aspal

Mix design aspal adalah komposisi perkerasan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal, dengan proporsi yang telah disusun sebelumnya.

1. Analisa Saringan Bina Marga 2018 Revisi 2 Perkerasan Jalan

Untuk memastikan bahwa pelaksanaan konstruksi jalan dan jembatan dilaksanakan dengan mutu yang tinggi dan mempertimbangkan perkembangan teknologi konstruksi serta berbagai norma, standar, prosedur, dan kriteria terkait di bidang jalan dan jembatan, dibutuhkan penyesuaian pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yang telah direvisi, khususnya dalam konteks perkerasan jalan. Dapat dilihat pada **Tabel 2.2** tentang Spesifikasi saringan Umum Bina Marga 2018 revisi 2 Tentang Perkerasan Jalan di bawah ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi Umum Saringan Bina Marga 2018 Revisi 2 Perkerasan Jalan

Saringan No (inch)	Bukaan (mm)	Spesifikasi agregat lolos saringan (%)	
		Min	Max
3/4"	19	100	100
1/2"	12.5	90	100
3/8"	9.5	77	90
No.4"	4.75	53	69
No.8"	2.36	33	53
No.16"	1.18	21	40
No.30"	0.600	14	30
No.50"	0.300	9	22
No.100"	0.150	6	15
No.200"	0.075	4	9
PAN	0.000	0	0

2. Perencanaan Campuran Mix Design Aspal

Untuk nilai konstanta pada perencanaan *mix design* campuran antara 0.5 – 1. Pada penelitian ini menggunakan 0.5 untuk nilai konstantanya dengan kadar aspal 5%.

a. Nilai konstanta 0.5

CA = 57 (agregat tertahan di saringan No. 8)
 FA = 36.5 (agregat tertahan saringan No. 8 – saringan No.200)
 Filler = 6.5 (agregat lolos saringan No. 200)
 Konstanta (K) = 0.5
 $P_b = 0.035 (\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18 (\%Filler) + 0.5$
 $= 0.035 (57) + 0.045 (36.5) + 0.18 (6.5) + 0.5$
 $= 5.3075$
 % = 5.31 %
 Pb dibulatkan = 5 %
 Keterangan =
 CA = *Coarse Aggregate*
 FA = *Fine Aggregate*
 Filler = *Filler*
 Konstanta (K) = 0.5 – 1
 Pb = Kadar aspal rencana

b. Perhitungan berat kadar Aspal

Berat benda uji = 1200 gr
 Berat Aspal = kadar aspal (%) x Berat benda uji
 $= 5 \% \times 1200$
 $= 60 \text{ gr}$

c. Perhitungan berat total agregat

Kadar Aspal = 5 %
 Berat benda uji = 1200 gr
 Berat Aspal = 60 gr
 Berat total agregat = 1140 gr

Tabel 2.3 Mix Design Dengan Kadar Aspal 5%

Saringan No. (inch)	Bukaan (mm)	Spesifikasi agregat lolos saringan (%)		% lolos dan tertahan			Berat agregat tertahan (gram)	
		Min	Max	Lolos	Tertahan total	Tertahan tiap saringan	Tertahan	Jumlah
3/4"	19	100	100	100	0	0	0	0
1/2"	12.5	90	100	95	5	5	57	57
3/8"	9.5	77	90	83.5	16.5	11.5	131.1	188.1
No. 4"	4.75	53	69	61	39	22.5	256.5	44.6
No. 8"	2.36	33	53	43	57	18	205.2	649.8
No. 16"	1.18	21	40	30.5	69.5	12.5	142.5	792.3
No. 30"	0.600	14	30	22	78	8.5	96.9	889.2
No. 50"	0.300	9	22	15.5	84.5	6.5	74.1	963.3
No. 100"	0.150	6	15	10.5	89.5	5	57	1020.3
No. 200"	0.075	4	9	6.5	93.5	4	45.6	1065.9
PAN	0	0	0	0	100	6.5	74.1	1140
Jumlah							1140	

BAB III PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian Material

Pengujian material pada perkerasan jalan adalah serangkaian proses pengujian dan evaluasi yang dilakukan untuk memastikan bahwa bahan-bahan yang digunakan dalam konstruksi jalan memenuhi standar yang ditetapkan. Tujuannya adalah untuk memastikan kekuatan, daya tahan, dan kualitas perkerasan jalan sehingga jalan dapat digunakan dengan aman dan efisien.

3.1.1 Daya Tahan Bahan Agregat Kasar

Pengujian berat jenis agregat kasar adalah salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengukur berat jenis atau kerapatan dari agregat kasar yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan, beton, atau struktur lainnya. Berat jenis (*density*) adalah ukuran seberapa padatnya suatu bahan, dan dalam konteks agregat kasar, berat jenisnya adalah parameter penting karena dapat memengaruhi sifat-sifat beton atau perkerasan jalan. Dapat dilihat pada Tabel 3.1 hasil pengujian berat jenis agregat kasar di bawah ini.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No	Pengujian	Sampel (gr)	
		1	2
1	Berat benda uji kering permukaan (A)	483	478
2	Berat benda uji kering oven (B)	500	500
3	Berat benda uji dalam air (C)	314	309

Untuk analisis pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan beberapa prosedur yaitu, menimbang berat benda uji kering permukaan (A), menimbang benda uji kering oven (B), menimbang benda uji dalam air (C). Untuk analisis perhitungannya dapat dilihat di bawah ini.

Sampel 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Bj. agregat kasar} &= \frac{A}{(B-C)} \\
 &= \frac{483}{(500-314)} \\
 &= 2.596 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Sampel 2:

$$\begin{aligned}
 \text{Bj. agregat kasar} &= \frac{A}{(B-C)} \\
 &= \frac{478}{(500-309)} \\
 &= 2.503 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Rata-rata Sampel:

$$\begin{aligned}
 \text{Bj. agregat kasar} &= \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2} \\
 \text{Bj. agregat kasar} &= \frac{2.596 + 2.503}{2} \\
 &= 2.549 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Pada pengujian berat jenis agregat kasar hanya menganalisis berat jenis agregat kasar, sedangkan untuk pengujian lainnya tidak dilakukan. Dalam pengujian ini diambil dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Handayani, 2023).

3.1.2 Daya Tahan Bahan Agregat Halus

Pengujian berat jenis agregat halus pada perkerasan jalan adalah salah satu proses penting untuk menentukan berat jenis atau kerapatan agregat halus yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan. Berat jenis atau kerapatan agregat halus memiliki dampak signifikan pada campuran aspal atau beton, serta pada kinerja perkerasan jalan secara keseluruhan. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.2 hasil pengujian berat jenis agregat halus di bawah ini.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

No	Pengujian	Sampel (gr)	
		1	2
1	Berat benda uji kering permukaan (S)	500	500
2	Berat benda uji kering oven (A)	495	498
3	Berat piknometer + Air (B)	656	656
4	Berat Piknometer + benda uji + air (C)	969	975

Untuk analisis pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan beberapa prosedur yaitu, menimbang berat benda uji kering permukaan (S), menimbang benda uji kering oven (A), menimbang berat piknometer + air (B), dan yang terakhir menimbang berat piknometer + benda uji + air (C). Untuk perhitungannya dapat dilihat di bawah ini.

Sampel 1:

Bj. agregat halus

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A}{\frac{(B+S-C)}{495}} \\
 &= \frac{495}{(656+500-969)} \\
 &= 2.647 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Sampel 2:

Bj. agregat halus

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A}{\frac{(B+S-C)}{498}} \\
 &= \frac{498}{(656+500-975)} \\
 &= 2.751 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Rata-rata sampel :

Bj. agregat halus

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Sampel 1} + \text{sampel 2}}{2} \\
 &= \frac{2.647 + 2.751}{2} \\
 &= 2.699 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Pada pengujian berat jenis agregat halus hanya menganalisis berat jenis agregat halus, sedangkan untuk pengujian lainnya tidak dilakukan. Dalam pengujian ini diambil dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Handayani (2023).

3.1.3 Pengujian Aspal

Pengujian berat jenis aspal adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan berat jenis atau kerapatan aspal yang digunakan dalam konstruksi jalan, termasuk campuran aspal panas (*hot mix asphalt*) dan campuran aspal dingin (*cold mix asphalt*). Berat jenis aspal adalah parameter penting karena memengaruhi karakteristik fisik campuran aspal, kekuatan, ketahanan terhadap beban, dan daya tahan perkerasan jalan. Untuk hasil pengujian berat jenis aspal dapat dilihat pada Tabel 3.3 hasil pengujian berat jenis aspal di bawah ini.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal

Jenis pengujian	Percobaan		Rata-rata
	I	II	
Berat Piknometer (gr) (A)	120	120	120
Berat Piknometer + Air (gr) (B)	274	274	274
Berat Piknometer + Aspal (gr) (C)	190	185	188
Berat Piknometer + Aspal + Air (gr) (D)	275	281	278
Berat jenis semu (<i>apparent specific gravity</i>) $\frac{C - A}{(B - A) - (D - C)}$	1.014	1.120	1.067

Untuk analisis pengujian berat jenis aspal dilakukan beberapa prosedur yaitu, menimbang berat piknometer (A), menimbang berat piknometer + air (B), menimbang berat piknometer + aspal (C), menimbang berat piknometer + aspal + air (D). Untuk perhitungan berat jenis aspal dapat di lihat di bawah ini.

Sampel 1:

$$\begin{aligned} \text{Bj. aspal} &= \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \\ \text{Bj.aspal} &= \frac{(190-120)}{(274-120)-(275-190)} \\ &= 1.014 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sampel 2:

$$\begin{aligned} \text{Bj.aspal} &= \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \\ \text{Bj.aspal} &= \frac{(185-120)}{(274-120)-(281-185)} \\ &= 1.120 \text{ gr} \end{aligned}$$

Rata-rata sampel :

$$\begin{aligned} \text{Bj.aspal} &= \frac{\text{Sampel 1} + \text{Sampel 2}}{2} \\ \text{Bj.aspal} &= \frac{1.014 + 1.120}{2} \\ &= 1.067 \text{ gr} \end{aligned}$$

Pada pengujian berat jenis aspal hanya menganalisis berat jenis aspal, sedangkan untuk pengujian lainnya tidak dilakukan. Nilai rata – rata untuk kedua sampel adalah 1.067 gr. Dalam pengujian ini diambil dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Handayani (2023).

3.1.4 Pengujian kadar pH dan Kadar Garam

Pengujian kadar air laut digunakan untuk mengetahui bagaimana kadar pH dan kadar garam yang terkandung pada air laut sebatik. Pengujian kadar pH pada air laut adalah proses pengukuran tingkat keasaman atau kebasaan air laut. pH adalah skala logaritmik yang digunakan untuk mengukur konsentrasi ion hidrogen (H+) dalam suatu larutan. Nilai pH berkisar dari 0 hingga 14, dimana nilai pH 0-6,9 menunjukkan larutan asam dengan pH 0 paling asam, nilai pH 7 adalah netral, yang berarti larutan tersebut tidak bersifat asam atau basa. Nilai pH 7,1-14 menunjukkan larutan basa dengan pH 14 paling basa. Ketentuan kadar pH air laut berkisar antara 7,5 hingga 8,4. Kondisi ini dianggap sebagai rentang pH yang normal untuk air laut. Kadar pH air laut yang berada dalam rentang ini menunjukkan bahwa air laut memiliki sifat yang netral hingga sedikit basa, sedangkan pada pengujian kadar pH pada air laut menunjukkan nilai kadar pH 6 dimana dengan kadar pH tersebut air laut sebatik dikategorikan bersifat asam dan pengujiannya menggunakan kertas lakmus dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.

Pengujian kadar garam pada air laut adalah proses untuk mengukur konsentrasi garam dalam air laut, biasanya diungkapkan dalam satuan persentase. Kandungan garam dalam air laut utamanya terdiri dari natrium klorida (NaCl), tetapi juga mencakup sejumlah kecil ion-ion lain seperti magnesium, kalsium, sulfat, dan lainnya. Pada pengujian kadar garam yang telah dilakukan didapatkan kandungan kadar garam sebesar 2 % pada pengujian menggunakan hidrometer, dengan ketentuan kadar garam air laut biasanya berada dalam kisaran sekitar 3,3% hingga 3,7%. Ini berarti bahwa setiap 100 gram air laut mengandung sekitar 3,3 hingga 3,7 gram garam. Rentang ini dapat bervariasi sedikit tergantung pada lokasi geografis dan kondisi lingkungan tertentu. Dapat dilihat pada Gambar. 3.1 di bawah ini untuk pengujian kadar garam.



Gambar 3.1 Pengujian Kadar Garam Menggunakan Hidrometer



Gambar 3.2 Pengujian Kadar pH Air Laut

3.2 Perhitungan *Mix Design*

Mix design aspal adalah komposisi perkerasan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal, dengan proporsi yang telah disusun sebelumnya. Berikut adalah Tabel 3.4 saringan yang digunakan pada perkerasan jalan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) di bawah ini.

Tabel 3.4 Spesifikasi Saringan Bina201 8 Marga Revisi 2

Saringan No (inch)	Bukaan (mm)	Spesifikasi agregat lolos saringan (%)	
		Min	Max
3/4"	19	100	100
1/2"	12.5	90	100
3/8"	9.5	77	90
No.4"	4.75	53	69
No.8"	2.36	33	53
No.16"	1.18	21	40
No.30"	0.600	14	30
No.50"	0.300	9	22
No.100"	0.150	6	15
No.200"	0.075	4	9
PAN	0.000	0	0

Sumber : Bina Marga 2018 Revisi 2

Untuk nilai konstanta pada perencanaan *mix design* campuran antara 0.5 – 1. Pada penelitian ini menggunakan nilai konstanta 0.5 untuk nilai konstantanya dengan kadar aspal 5%. Dapat di lihat pada Tabel 3.5 *mix design* dengan kadar aspal 5%.

Perhitungan nilai konstanta (0.5 – 1 sesuai dengan bina marga 2018 revisi 2) pada penelitian ini digunakan nilai konstanta 0,5. Berikut adalah perhitungan nilai Pb yang akan digunakan.

CA	= 57 % (agregat tertahan di saringan No. 8)
FA	= 36.5 % (agregat tertahan saringan No. 8 – saringan No.200)
Filler	= 6.5 % (agregat lolos saringan No. 200)
Konstanta (K)	= 0.5 (range nilai konstanta laston AC-WC adalah 0,5 – 1)
Pb	= 0.035 (% CA) + 0.045(% FA) + 0.18 (% Filler) + 0.5
	= 0.035 (57) + 0.045 (36.5) + 0.18 (6.5) + 0.5
	= 5.3075
%	= 5.31 %
Pb dibulatkan	= 5.31 %
Keterangan	
CA	= <i>Coarse Aggregate</i>
FA	= <i>Fine Aggregate</i>
<i>Filler</i>	= <i>Filler</i>
Konstanta (K)	= 0.5 – 1 (range nilai konstanta 0,5 – 1)
Pb	= Kadar aspal rencana

Dalam penelitian ini, kadar aspal yang digunakan adalah 5% sesuai dengan pendekatan dari nilai Pb 0,5. Berikut adalah perhitungan berat aspal pen 60/70 yang akan digunakan pada penelitian ini.

Berat benda uji	= 1200 gr
Berat Aspal	= kadar aspal (%) x Berat benda uji (gr)
	= 5 % x 1200 gr
	= 60 gr

Berdasarkan berat aspal yang telah diperoleh diatas yaitu 60 gram maka berat agregat total dapat dihitung sebagai berikut.

Kadar Aspal	= 5 %
Berat benda uji	= 1200 gr

Berat Aspal = 60 gr
 Berat total agregat = 1200 gr – 60 gr
 = 1140 gr

Berikut adalah Tabel 3.5 *mix design* dengan kadar aspal 5 % di bawah ini.

Tabel 3.5 *Mix Design* dengan Kadar Aspal 5 %

Saringan No. (inch)	Bukaan (mm)	Spesifikasi agregat lolos saringan (%)		% lolos dan tertahan			Berat agregat tertahan (gram)	
		Min	Max	Lolos	Tertahan total	Tertahan tiap saringan	Tertahan	Jumlah
3/4"	19	100	100	100	0	0	0	0
1/2"	12.5	90	100	95	5	5	57	57
3/8"	9.5	77	90	83.5	16.5	11.5	131.1	188.1
No. 4"	4.75	53	69	61	39	22.5	256.5	44.6
No. 8"	2.36	33	53	43	57	18	205.2	649.8
No. 16"	1.18	21	40	30.5	69.5	12.5	142.5	792.3
No. 30"	0.600	14	30	22	78	8.5	96.9	889.2
No. 50"	0.300	9	22	15.5	84.5	6.5	74.1	963.3
No. 100"	0.150	6	15	10.5	89.5	5	57	1020.3
No. 200"	0.075	4	9	6.5	93.5	4	45.6	1065.9
PAN	0	0	0	0	100	6.5	74.1	1140
Jumlah							1140	

3.2.1 Perhitungan Spesifikasi Agregat Lolos Saringan (%)

1. Perhitungan Saringan Lolos Saringan = (min – max)/2 (dapat di lihat Tabel 3.5)

$$\text{Saringan} = (\text{Min} + \text{Max})/2$$

$$\text{Saringan No } 1/2'' = (90 + 100)/2 = 95 \text{ gr}$$

$$\text{Saringan No } 3/8'' = (77 + 90)/2 = 83.5 \text{ gr}$$

2. Perhitungan Saringan Tertahan Total (dapat di lihat Tabel 3.5)

$$\text{Perhitungan saringan tertahan total} = 100 - \text{saringan lolos}$$

$$\text{Tertahan Total} = 100 - \text{lolos}$$

$$= 100 - 95 = 5 \text{ gr}$$

$$= 90 - 83.5 = 16.5 \text{ gr}$$

3. Perhitungan Berat Agregat Tertahan (dapat di lihat Tabel 3.5)

$$\text{Perhitungan saringan } 1/2''$$

$$\text{Berat agregat tertahan} = \% \text{ agregat tertahan} \times \text{berat total agregat}$$

$$= \frac{5}{100} \times 1140$$

$$= 57 \text{ gr}$$

$$\text{Perhitungan saringan } 3/8''$$

$$\text{Berat agregat tertahan} = \% \text{ agregat tertahan} + \text{berat total agregat}$$

$$= \frac{11.5}{100} \times 1140$$

$$= 131.1 \text{ gr}$$

4. Perhitungan Jumlah Berat Agregat Tertahan (dapat dilihat pada Tabel 3.4)

$$\text{Perhitungan jumlah saringan tertahan } 1/2''$$

$$\text{Jumlah berat tertahan agregat saringan } 1/2'' = 0 + 57$$

$$= 57 \text{ gr}$$

$$\text{Jumlah berat tertahan agregat saringan } 3/8'' = 57 + 131.10$$

= 188.1 gr

3.3 Analisis Pengujian Marshall

Setelah melakukan pengujian *marshall* maka didapatkan hasil data yang akan di analisis dengan tujuan mendapatkan nilai karakteristik *marshall* pada stabilitas, kelelahan (*flow*), *Marshall Quotient* (MQ), rongga udara dalam campuran (*Void In The Mix*), rongga udara berisi aspal (*Void Filled With Asphalt*), rongga udara pada mineral agregat (*Void Mineral Aggregate*), dapat dilihat pada Tabel 3.6 angka koreksi di bawah ini digunakan untuk menyesuaikan antara ketebalan aspal yang telah direncanakan dan membantu menyesuaikan ketebalan yang akan direncanakan.

Tabel 3.6 Angka Koreksi

waktu rendaman (jam)	sampel	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat SSD (gr)	Tinggi 3 sisi (cm)			Rata-rata (cm)	Angka koreksi (cm)
					1	2	3		
6 jam	1	1.182	684	1190	6.22	6.22	6.23	6.22	1.03
	2	1.182	698	1187	6.19	6.20	6.19	6.19	1.04
	3	1.183	682	1187	6.11	6.13	6.12	6.12	1.06
12 jam	1	1.182	680	1197	6.44	6.45	6.43	6.44	0.93
	2	1.179	689	1188	6.12	6.13	6.13	6.13	1.06
	3	1.186	685	1197	6.32	6.32	6.33	6.32	1.02
24 jam	1	1.189	686	1178	6.09	6.08	6.09	6.09	1.07
	2	1.182	698	1190	6.12	6.11	6.12	6.12	1.06
	3	1.207	694	1218	6.46	6.47	6.46	6.46	0.94

Berikut adalah Tabel 3.7 hasil pengujian *marshall* yang telah dilakukan.

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Marshall

Lama Rendaman (Jam)	Sampel	Density	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
6	1	2.34	15.91	73.02	4.29	2749.11	4.30	639.33
	2	2.31	16.90	67.96	5.41	2729.54	4.25	642.24
	3	2.34	15.68	74.34	4.02	2711.30	4.27	634.96
	rata - rata	2.33	16.16	71.78	4.57	2729.98	4.27	638.84
12	1	2.30	17.06	67.18	5.60	2275.36	4.40	517.13
	2	2.33	16.29	71.00	4.72	2522.69	4.38	575.96
	3	2.32	16.62	69.34	5.09	2382.12	4.45	535.31
	rata - rata	2.32	16.66	69.18	5.14	2393.39	4.41	542.80
24	1	2.34	15.91	73.02	4.29	2451.29	4.50	544.73
	2	2.34	15.66	74.46	4.00	2357.65	4.75	496.35
	3	2.35	15.30	76.49	3.60	2028.03	5.0	405.61
	rata - rata	2.34	15.62	74.66	3.96	2278.99	4.75	482.23
ketentuan		>2	>16	>65	>3.5 - 5	>800	>3	>250

Pada Tabel 3.7 hasil perhitungan *marshall* merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan pada pengujian *marshall test*. Berikut adalah hasil perhitungan pada Tabel 3.7 hasil perhitungan *marshall* di atas.

Analisis hasil pengujian *marshall*

1. Density

Pada perhitungan *density* untuk angka yang digunakan dapat dilihat pada lampiran untuk lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Untuk analisis di bawah ini menggunakan data dengan lama rendaman 6 jam.

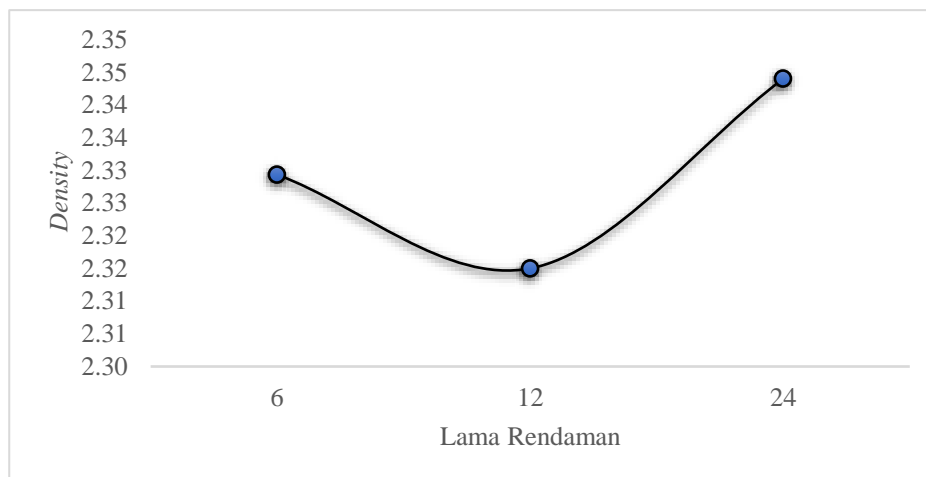
$$\text{Marshall Quotient} = \frac{c}{f}$$

$$\text{Sampel 1} = \frac{1182}{506}$$

$$= 2.34 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sampel 2} &= \frac{1182}{512} \\
&= 2.31 \text{ gr} \\
\text{Sampel 3} &= \frac{1183}{505} \\
&= 2.34 \text{ gr} \\
\text{Rata - rata} &= \frac{2.34+2.31+2.34}{3} \\
&= 2.33 \text{ gr} \\
\text{Keterangan} &= \\
\text{c} &= \text{berat kering (dapat dilihat pada lampiran 1)} \\
\text{f} &= \text{berat dalam air (dapat dilihat pada lampiran 1)}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *density* di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman air laut selama 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.3 grafik *density* dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3.3 Grafik *Density*

Berdasarkan Tabel 3.7 pada sampel 1 dengan lama rendaman 6 jam adalah 2.34 gr, sampel 2 dengan lama rendaman 12 jam dengan nilai 2.31 gr, sampel 3 dengan lama rendaman 24 jam dengan nilai 2.34 gr, dan untuk nilai rata-rata dari tiga sampel tersebut adalah 2.33 gr sudah sesuai dengan syarat ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 dengan ketentuan >2 gr. Pada Gambar 3.3 di atas nilai *density* untuk tiga sampel mengalami perubahan, dimana untuk lama rendaman 6 jam dan 12 jam mengalami penurunan dengan nilai untuk 6 jam 2.33 gr dan 12 jam 2.32 gr, sedangkan sampel dengan lama rendaman selama 24 jam mengalami kenaikan dengan nilai 2.34 gr. Pada Gambar 3.3 grafik mengalami penurunan pada lama rendaman 12 jam dan mengalami kenaikan pada lama rendaman 24 jam disebabkan oleh temperatur pemadatan, komposisi penyusun, dan kadar aspal yang digunakan. (Maulana, 2016).

2. Stabilitas dengan Lama Rendaman 6 Jam

Stabilitas = $P \times$ angka koreksi (nilai p dapat dilihat pada lampiran dan nilai angka koreksi dilihat pada Tabel 3.5 angka koreksi)

$$\begin{aligned}
\text{Sampel 1} &= 2669,04 \times 1.03 \\
&= 2749.11 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sampel 2} &= 2624.56 \times 1.04 \\
&= 2729.54 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Sampel 3} &= 2669,04 \times 1.06
\end{aligned}$$

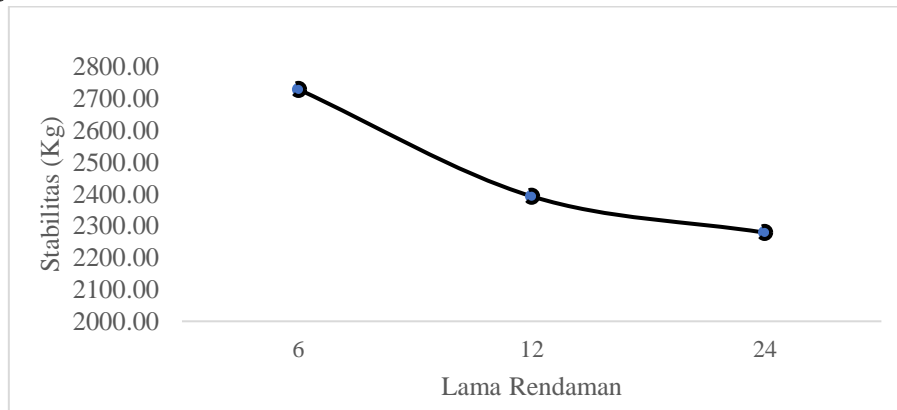
$$\begin{aligned} &= 2729.98 \text{ Kg} \\ \text{Rata - rata} &= \frac{2749.11+2729.54+2729.98}{3} \end{aligned}$$

$$= 2729.98 \text{ kg}$$

Keterangan =

p = nilai p dapat dilihat pada lampiran 1

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman air laut selama 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.4 grafik stabilitas dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3.4 Grafik Stabilitas

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas pada Tabel 3.7 nilai stabilitas dengan lama rendaman 6 jam sampel 1 didapatkan nilai 2729.98 kg, sampel 2 dengan nilai 2729.54 kg, sampel 3 dengan nilai 2711.30 kg, dan untuk nilai rata-rata dari ketiga sampel tersebut adalah 2729.98 kg sudah sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 dengan nilai stabilitas > 800 Kg. Untuk nilai stabilitas pada sampel ketiga sampel dengan lama rendaman 6 jam sudah sesuai dengan ketentuan karena > 800 kg, dimana dengan nilai stabilitas > 800 kg maka ketiga sampel tersebut semakin kuat menahan beban sedangkan jika < 800 maka perkerasan jalan tidak kuat menahan beban. Pada Gambar 3.4 stabilitas di atas, untuk nilai rata – rata lama rendaman 6 jam didapatkan nilai 2729.98 kg, lama rendaman 12 jam dengan nilai 2393.39 Kg, dan pada lama rendaman 24 jam dengan nilai 2278.99 kg mengalami penurunan yang disebabkan oleh lama rendaman pada sampel tersebut.

3. Flow (Kelelehan) dengan Lama Rendaman 6 Jam

Flow = Nilai yang didapatkan pada pengujian *marshall* (dapat dilihat pada Tabel 3.7 hasil pengujian *marshall*)

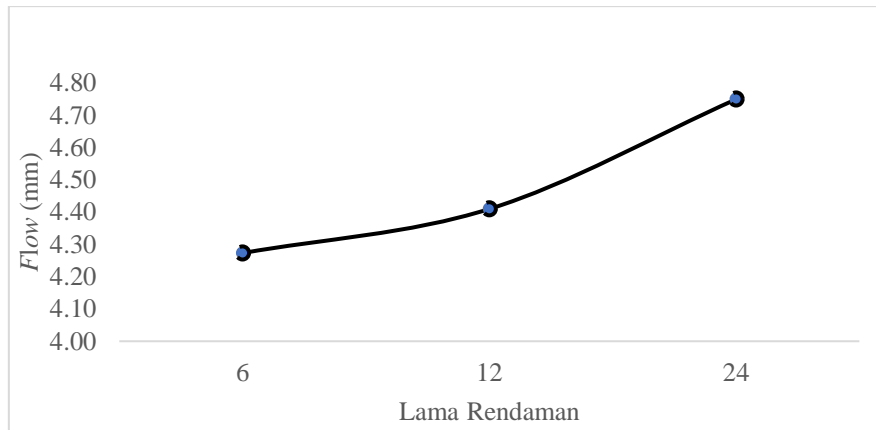
Sampel 1 = 4.30 mm

Sampel 2 = 4.25 mm

Sampel 3 = 4.27 mm

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{4.30+4.25+4.27}{3} \\ &= 4.27 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman air laut selama 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.5 grafik *flow* dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3.5 Grafik *Flow*

Berdasarkan hasil pengujian *flow* pada Tabel 3.7, untuk sampel 1 dengan lama rendaman 6 jam adalah 4.30 mm, sampel 2 dengan nilai 4.25 mm, sampel 3 dengan nilai 4.27, dan untuk nilai rata-rata dari ketiga sampel tersebut adalah 4.27 mm sudah sesuai dan memenuhi syarat Bina Marga 2018 revisi 2 dengan nilai *flow* > 3 mm. Pada Gambar 3.5 nilai *flow* untuk ketiga sampel dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 mengalami perubahan, dimana untuk rata-rata dengan lama rendaman 6 jam dengan nilai 4.27 mm, 12 jam dengan nilai 4.41 mm, dan 24 jam dengan nilai 4.75 mm mengalami kenaikan dikarenakan oleh lama rendaman yang dilakukan, semakin lama sampel direndam maka semakin tinggi juga nilai *flow* nya.

4. *Marshall Quotient* (MQ) dengan Lama Rendaman 6 Jam

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1} &= \frac{2749.11}{4.30} \\ &= 639.33 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

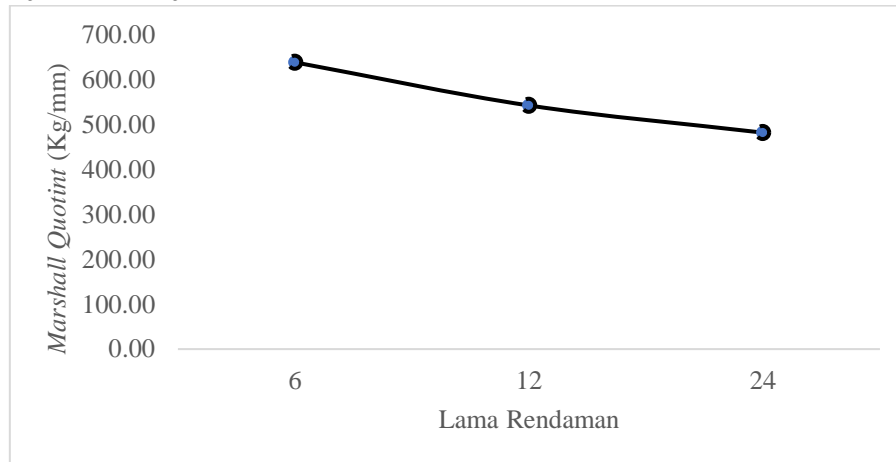
$$\begin{aligned} \text{Sampel 2} &= \frac{2729.54}{4.25} \\ &= 642.24 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 3} &= \frac{2711.30}{4.27} \\ &= 634.96 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{639.33 + 642.24 + 634.96}{3} \\ &= 638.85 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

Keterangan : nilai stabilitas dan *flow* dapat dilihat pada Tabel 3.7

Berdasarkan hasil perhitungan *marshall quotient* di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman air laut selama 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.6 grafik *marshall quotient* dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3.6 Grafik *Marshall Quotient*

Berdasarkan hasil pengujian *marshall quotient* dapat dilihat pada Tabel 3.7 hasil pengujian *marshall*. Untuk sampel 1 dengan lama rendaman 6 jam adalah 639.33 kg/mm, sampel 2 dengan nilai 642.24 kg/mm, sampel 3 dengan nilai 634.96 kg/mm, dan untuk nilai rata-rata dari 3 sampel tersebut adalah 638.85 kg/mm sudah sesuai dengan ketentuan bina marga 2018 revisi 2 dengan nilai > 250 kg/mm. Pada Gambar 3.6 grafik *marshall quotient* di atas nilai *marshall quotient* untuk ketiga sampel dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam mengalami penurunan, dimana untuk rata - rata dengan lama rendaman 6 jam dengan nilai 638.85 kg/mm, 12 jam dengan nilai 542.80 kg/mm , dan 24 jam dengan nilai 482.23 kg/mm mengalami penurunan disebabkan oleh lama rendaman yang dilakukan. Berdasarkan dari hasil yang diperoleh semakin lama sampel direndam maka semakin rendah juga nilai *marshall quotient* nya. Jika nilai stabilitas tinggi, *flow* nya rendah maka perkerasan akan kaku dan getas jika pengaplikasian di lapangan maka akan mudah retak, sedangkan jika nilai stabilitas rendah dan nilai *flow* tinggi maka perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk (deformasi).

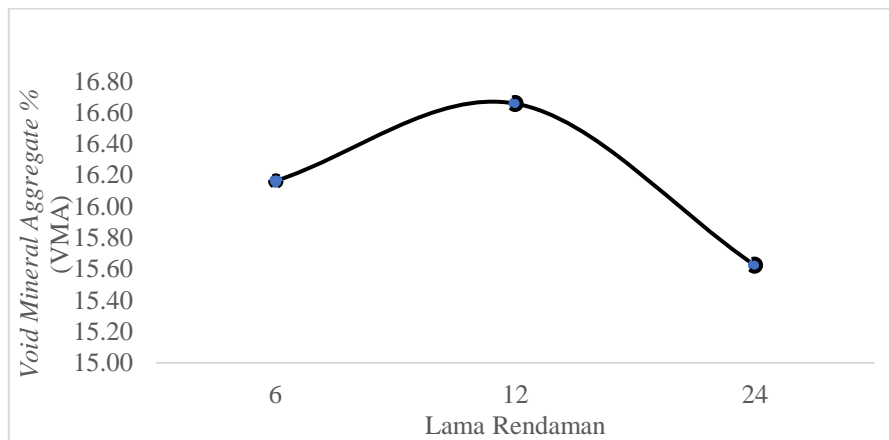
5. *Void Mineral Aggregate* (VMA) dengan Lama Rendaman 6 Jam

$$\begin{aligned}
 \text{VMA} &= 100 - j \\
 \text{Sampel 1} &= 100 - 84.09 \\
 &= 15.91 \% \\
 \text{Sampel 2} &= 100 - 83.10 \\
 &= 16.90 \% \\
 \text{Sampel 3} &= 100 - 84.32 \\
 &= 15.68 \% \\
 \text{Rata-rata} &= \frac{15.91+16.90+15.68}{3} \\
 &= 16.16 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan =

j = nilai j dapat dilihat pada lampiran 1

Berdasarkan hasil perhitungan *void mineral aggregate* (VMA) di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman air laut selama 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.7 grafik *void mineral aggregate* (VMA) dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3. 7 Grafik *Void Mineral Aggregate %* (VMA)

Berdasarkan hasil pengujian nilai VMA pada Tabel 3.7 dengan lama rendaman 6 jam sampel 1 adalah 15.91%, sampel 2 dengan nilai 16.90 %, sampel 3 dengan nilai 15.68%, dan untuk nilai rata-rata dari 3 sampel tersebut adalah 16.16 % telah sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 dengan nilai > 16 %. Untuk nilai VMA sampel 2 sudah sesuai dengan ketentuan karena >16 % dimana VMA ialah persentasi rongga di dalam campuran agregat dalam campuran aspal panas yang sudah terisi aspal, sedangkan sampel 1 dan sampel 3 tidak memenuhi kriteria yang telah ditentukan dikarenakan nilai *j* (dapat dilihat pada lampiran 1) lebih besar sehingga nilai VMA pada kedua sampel dibawah 16 %. Berdasarkan Gambar 3.7, rata-rata dari tiga sampel dengan rendaman berbeda adalah sebagai berikut, lama rendaman 6 jam dengan nilai 16.16 %, lama rendaman 12 jam dengan nilai 16.66 %, dan lama rendaman 24 jam dengan nilai 15.64 % yang mengalami penurunan. Rata-rata dari sampel dengan lama rendaman 6 jam dan 12 jam telah memenuhi ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 (> 16%). Namun, rata-rata nilai pada lama rendaman 24 jam tidak memenuhi ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2.

6. *Void In The Mix* (VITM) dengan Lama Rendaman 6 Jam

$$\text{VITM} = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h}\right)$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1} &= 100 - \left(100 \times \frac{2.34}{2.44}\right) \\ &= 4.29 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 2} &= 100 - \left(100 \times \frac{2.31}{2.44}\right) \\ &= 5.41 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 3} &= 100 - \left(100 \times \frac{2.34}{2.44}\right) \\ &= 4.02 \% \end{aligned}$$

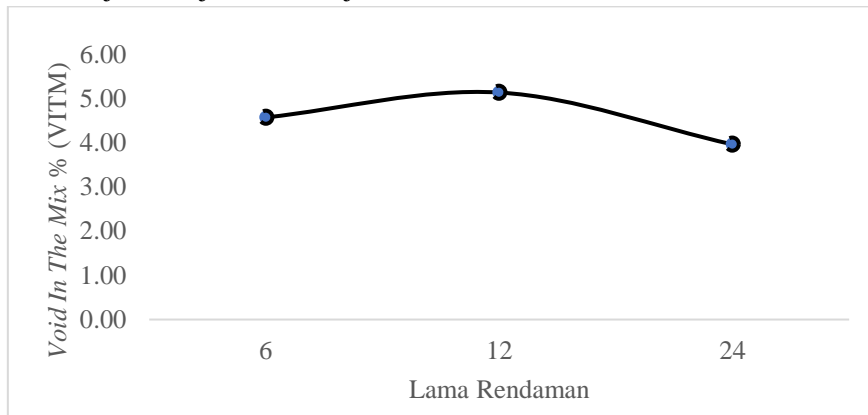
$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{4.29+5.41+4.02}{3} \\ &= 4.58 \% \end{aligned}$$

Keterangan =

g = *density* (dapat dilihat pada lampiran 1)

h = B_j. maksimum (dapat dilihat pada lampiran 1)

Berdasarkan hasil perhitungan *void in the mix* (VITM) di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman air laut selama 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.8 grafik *void in the mix* (VITM) dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3.8 Grafik *Void In The Mix* (VITM)

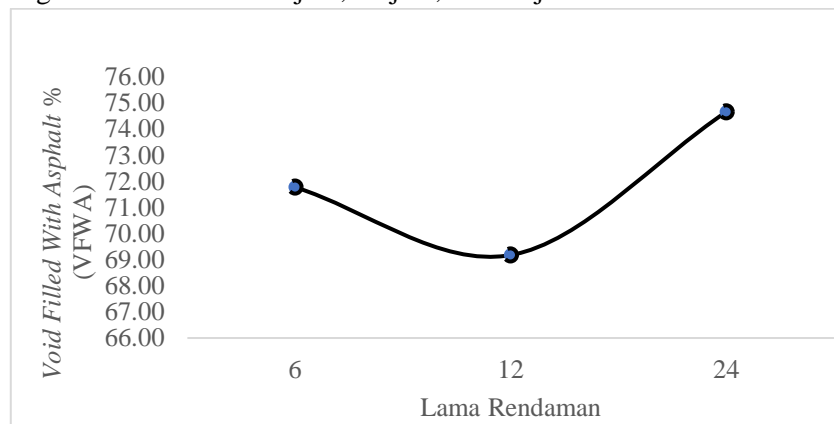
Berdasarkan hasil pengujian nilai *void in the mix* pada Tabel 3.7 dengan lama rendaman 6 jam sampel 1 adalah 4.29 %, sampel 2 dengan nilai 5.41 %, sampel 3 dengan nilai 4.02 %, dan untuk nilai rata-rata dari ketiga sampel tersebut adalah 4.58 % sesuai dengan ketentuan Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 dengan nilai 3.5 - 5 %. Pada gambar 3.8 untuk rata-rata dengan lama variasi rendaman (6 jam, 12 jam, dan 24 jam) telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 dengan ketentuan nilai 3.5 – 5 %, dimana nilai tertinggi pada rendaman 12 jam dan nilai terkecil pada rendaman 24 jam.

7. *Void Filled With Asphalt* (VFWA) dengan Lama Rendaman 6 Jam

$$\begin{aligned} \text{VFWA} &= 100 \times \frac{i}{l} \\ \text{Sampel 1} &= 100 \times \frac{11.62}{15.91} \\ &= 73.02 \% \\ \text{Sampel 2} &= 100 \times \frac{11.48}{16.90} \\ &= 67.96 \% \\ \text{Sampel 3} &= 100 \times \frac{11.65}{15.68} \\ &= 74.34 \% \\ \text{Rata - rata} &= \frac{73.02+67.96+74.34}{3} \\ &= 71.77 \% \end{aligned}$$

Keterangan =
i = nilai i dapat dilihat pada lampiran 1
l = jumlah kandungan rongga

Berdasarkan hasil perhitungan *void filled with asphalt* (VFWA) di atas dapat dilihat pengaruh lama rendaman 6 jam. Berikut adalah Gambar 3.9 grafik *void filled with asphalt* (VFWA) dengan lama rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.



Gambar 3.9 Grafik *Void Filled With Asphalt* % (VFWA)

Berdasarkan hasil pengujian nilai VFWA pada Tabel 3.7 dengan lama rendaman 6 jam sampel 1 adalah 73.02 %, sampel 2 dengan nilai 67.96 %, sampel 3 dengan nilai 74.34 %, dan untuk nilai rata-rata dari 3 sampel tersebut adalah 71.78 % sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 dengan nilai >65 %. Untuk nilai VFWA ketiga sampel sudah sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 karena > 65 % dimana persentasi ruang kosong yang terisi oleh aspal dalam campuran agregat dan aspal yang telah dipadatkan diantara rongga-rongga antara agregat harus > 65 %. Pada grafik VFWA di atas untuk rata-rata dari ketiga lama rendaman, untuk lama rendaman 6 jam dengan nilai 71.34 % dan 12 jam mengalami penurunan dengan nilai 69.18 %, dan pada lama rendaman 24 jam dengan nilai 74.66 % mengalami kenaikan akan dan sudah memenuhi ketentuan Bina Marga 2018 revisi 2 yang telah ditetapkan sebesar >65 % maka sudah memenuhi syarat, dimana nilai tertinggi untuk nilai VITM pada rendaman 24 jam dan nilai terendah pada rendaman 12 jam.

BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini didapatkan beberapa nilai dari pengujian yang telah dilakukan dengan tiga variasi lama rendaman (6 jam, 12 jam, dan 24 jam), sebagai berikut :

1. Pada Pengujian yang telah dilakukan nilai *density* dengan nilai terendah yaitu 2,33 mm pada lama rendaman 12 jam dan nilai tertinggi yaitu 2,34 mm pada lama rendaman 24 jam.
2. Berdasarkan nilai stabilitas, semakin lama rendaman, maka nilai stabilitas makin menurun dengan nilai terendah yaitu 2278,99 kg pada rendaman 24 jam dan nilai tertinggi yaitu 2729,98 kg dengan lama rendaman 6 jam.
3. Nilai flow pada pengujian yang telah dilakukan dengan variasi (6 jam, 12 jam, dan 24 jam) mengalami kenaikan dimana semakin lama sampel terendam maka nilai flow nya semakin tinggi, dengan nilai tertinggi yaitu 4,75 mm pada rendaman 24 jam.
4. Nilai marshall quotient pada pengujian yang telah dilakukan dengan variasi (6 jam, 12 jam, dan 24 jam) mengalami penurunan dimana semakin lama sampel terendam maka nilai marshall quotient nya semakin rendah. Rendahnya nilai MQ menyebabkan sampel lentur dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk).
5. Nilai VMA pada pengujian yang telah dilakukan dengan variasi lama rendaman (6 jam, 12 jam, dan 24 jam) mengalami penurunan, dimana nilai VMA tertinggi yaitu 16,66 % pada rendaman 12 jam dan nilai VMA terendah yaitu 15,62% pada rendaman 24 jam.
6. Berdasarkan nilai VITM, makin lama rendaman sampel, rongga udara makin kecil. Disebabkan rongga udara dalam campuran terisi air.
7. Pada pengujian yang telah dilakukan nilai VFWA dengan nilai terendah yaitu 69,18 % pada lama rendaman 12 jam dan nilai tertinggi yaitu 74,66 % pada lama rendaman 24 jam.

4.2 Implikasi

Implikasi dari penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga terhadap penggunaan perkerasan AC-WC dengan aspal pen 60/70 dalam konteks paparan air laut dengan variasi lama rendaman yang berbeda. Beberapa implikasi yang mungkin terjadi berdasarkan hasil penelitian adalah:

1. Lama rendaman air laut memiliki pengaruh signifikan terhadap berbagai karakteristik perkerasan. Perawatan yang lebih intensif diperlukan untuk perkerasan yang terpapar air laut dalam jangka waktu lama, terutama untuk mempertahankan stabilitas dan karakteristik yang memenuhi standar.
2. Konsistensi dan presisi dalam proses pembuatan merupakan hal penting. Faktor-faktor seperti alat yang tidak presisi dalam pembuatan sampel dan kekuatan saat pemadatan sampel perlu diperhatikan untuk memastikan hasil pengujian yang akurat.
3. Variasi lama rendaman air laut (6 jam, 12 jam, dan 24 jam) menunjukkan perbedaan dalam karakteristik perkerasan. Hal ini menunjukkan bahwa penyesuaian spesifik terhadap paparan air laut dengan durasi yang berbeda mungkin diperlukan dalam praktek perencanaan dan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, 2020. "Pemanfaatan Air Laut Sebagai Sumber Cadangan Energi". Jurnal Universitas Indonesia Library, Vol 12.
- Alexander, Kevin, 2016. "Analisa Karakteristik Dan Aplikasi Campuran Aspal Emulsi Dingin Dengan Spesifikasi Campuran Aspal Panas". Jurnal Petra Christian University.
- Bina Marga, 2014. "Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2010 Divisi 6 Revisi Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia". Jakarta.
- Bina Marga, 2010. "Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2010 Divisi 6 Revisi Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia". Jakarta.
- Desmawan, Trisna Bayu, 2012. "Adaptasi Masyarakat Kawasan Pesisir Terhadap Banjir Rob Di Kecamatan Sayung". Jurnal Neliti.
- Djalante, Susanti, 2011. "Pengaruh Ketahanan Beton Aspal (AC-WC) Dengan Yang Menggunakan Asbuton Butir Tipe 5/20 Terhadap Air Laut Ditinjau Dari Karakteristik Mekanis Dan Durabilitas". Jurnal Untad.
- Fadhillah, 2018. "Bab III Landasan Teori". Yogyakarta.
- Handayani, Sri Putri, 2023. "Modifikasi Lapisan (AC-WC) Dengan *Filler* Laterit Dan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus Terhadap Karakteristik *Marshall*". Jurnal Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
- Lutfiyah, Nurul Isna, 2021. "Pengaruh Terendamnya Aspal Oleh Rob Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik *Marshall*". Jurnal Unissula Repository.
- Maulana, Yusuf, 2016. "Studi Kadar Aspal Optimum Menggunakan Alat *Marshall* Dan Alat *Percentage Refusal Density*". Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 2.
- Muaya, Stefen George, 2015. "Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik *Marshall*". Jurnal Sipil Statik, Vol. 3.
- Nurhudayah, 2009. "Studi Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan". Jurnal Sematic Scholar.
- Porkal.co, 2019. "Sebatik Timur Disapu Gelombang Begini Kerusakannya". Sebatik.
- Progo, 2022. "Aspal Bahan Utama Pembuat Jalan". Kulon Progo.
- PUPR, 2011. "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 13/PRT/M/2011 tentang Pedoman Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan". Jakarta.
- PUPR, 2014. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004". Jakarta.
- PUPR, 2020. "Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2)". Jakarta.
- PUPR, 2020. "Peraturan Pemerintah Nomor 34/2006 Tahun 2006 tentang Jalan". Yogyakarta.
- PUPR, 2021. "Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan". Kulon Progo.
- Riyadi, Aep, 2011. "Pengaruh Air Rob Terhadap Karakteristik Campuran Laston Modifikasi Untuk Lapisan Permukaan (AC-WC-Modified)". Jurnal Universitas Indonesia.
- Sukirman, Silvia, 2003. "Beton Aspal Campuran Panas". Institut Teknologi Nasional.
- Sukirman, Silvia, 2010. "Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur". Institut Teknologi Nasional.
- Sulistyo, Juny Andri, 2020. "Analisis Pengaruh Rendaman Air Pasang (ROB) Terhadap Aspal *Wearing Course*". Universitas Islam Sultan Agung
- Suripin, 2004. "Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan / Suripin". Jurnal Indonesia Onesearch.
- Suardo, 2020. "Pengukuran Dan Perekaman Data Ketidakrataan Perkerasan Jalan Dengan *Sensor Ultrasonic* Pada *Rolling Straight Edge*". Jurnal Iptek ITS.

LAMPIRAN

LAMPIRAN. 1 Hasil Pengujian Marshall

Lama Rendaman (Jam)	Saampel	t	a	b	Berat kering	Berat SSD	f	g	h	i	J	k	I	m	n	o	p	Tebal Koreksi	q	r	MQ
		(cm)	(%)	(%)	(gram)	(gram)	(gram)	(density)					VMA (%)	VRWA (%)	VITM (%)			Stabilitas (kg)	Flow (mm)	(kg/mm)	
6	1	6.22	5.606	5.31	1182	1190	684	2.34	2.44	11.62	84.09	4.29	15.91	73.02	4.29	120	2669.04	1.03	2749.11	4.30	639.33
	2	6.19	5.606	5.31	1182	1187	675	2.31	2.44	11.48	83.10	5.41	16.90	67.96	5.41	118	2624.56	1.04	2729.54	4.25	642.24
	3	6.12	5.606	5.31	1183	1187	682	2.34	2.44	11.65	84.32	4.02	15.68	74.34	4.02	115	2557.83	1.06	2711.30	4.27	634.96
		Rata-rata																			
12	1	6.44	5.606	5.31	1182	1197	684	2.30	2.44	11.46	82.94	5.60	17.06	67.18	5.60	110	2446.62	0.93	2275.36	4.4	517.13
	2	6.13	5.606	5.31	1179	1188	681	2.33	2.44	11.57	83.71	4.72	16.29	71.00	4.72	107	2379.89	1.06	2522.69	4.38	575.96
	3	6.32	5.606	5.31	1186	1197	685	2.32	2.44	11.52	83.38	5.09	16.62	69.34	5.09	105	2335.41	1.02	2382.12	4.45	535.31
		Rata-rata																			
24	1	6.09	5.606	5.31	1189	1195	686	2.34	2.44	11.62	84.09	4.29	15.91	73.02	4.29	103	2290.93	1.07	2451.29	4.50	544.73
	2	6.12	5.606	5.31	1195	1200	690	2.34	2.44	11.66	84.34	4.00	15.66	74.46	4.00	100	2224.20	1.06	2357.65	4.75	496.35
	3	6.46	5.606	5.31	1200	1204	694	2.35	2.44	11.71	84.70	3.60	15.30	76.49	3.60	97	2157.47	0.94	2028.03	5.00	405.61
		Rata-rata																			
		Ketentuan																			
		>2																			
		>16																			
		>65																			
		3.5-5																			
		>800																			
		>3																			
		>250																			

Keterangan :

t	= tebal benda uji
a	= % aspal terhadap batuan
b	= % aspal terhadap campuran
c	= berat kering sebelum direndam
d	= berat basah jenuh (SSD)
e	= berat dalam air
f	= volume isi (d-e)
g	= density ($\frac{c}{f}$)
h	= bj. maksimum = $\frac{100}{\left(\frac{100-\%aspal}{bj\ agregat\ gabungan}\right) + \left(\frac{\%aspal}{bj\ aspal}\right)}$
i	= $\frac{b \times g}{bj\ aspal}$
j	= $\frac{(100-b) \times g}{bj\ agregat}$
k	= jumlah kandungan rongga (100-j)
l	= rongga terhadap agregat (VMA) (100-j)
m	= rongga terisi aspal (VFWA) $(100 \times \frac{i}{l})$
n	= rongga dalam campuran (VITM) $(100 - (100 \times \frac{g}{h}))$
o	= pembacaan stabilitas pada alat
p	= o x kalibrasi proving ring
q	= p x koreksi tebal benda uji (angka koreksi)
r	= Flow
MQ	= $\left(\frac{stabilitas}{flow}\right)$
Bj aspal	= 1067
Bj agregat gabungan	= 2.6306
Kalibrasi proving ring	= 22.2422
Suhu pencampuran	= $\pm 160^{\circ} c$
Suhu pemadatan	= $\pm 140^{\circ} c$
Suhu <i>waterbath</i>	= $\pm 60^{\circ} c$

LAMPIRAN. 2 Gambar Penelitian



Lokasi Kerusakan Akibat Air Laut Pasang Di Pesisir Pantai.



Jalan Hj. Junudi Yang Mengalami Genangan Air Laut.



Perkerasan Mengalami Korosi Akibat Genangan Air Laut



Pengujian Kadar Garam Menggunakan Hidrometer



Pengujian Kadar pH Air Laut



Oven Chenda



Waterbath



Alat Uji Marshall



Aspal Pen 60/70



Penimbangan Agregat Menggunakan
Timbangan Digital



Pembuatan Benda Uji



Pemadatan Benda Uji



Pengukuran Benda Uji Menggunakan Jangka sorong



Penimbangan Benda Uji



Perendaman Benda Uji Dengan Rendaman Air Lat



Perendaman di *Waterbath*



Pengujian Menggunakan Alat *Marshall*

LAMPIRAN. 3 Surat Peminjaman Alat Laboratorium



UMKT
Fakultas
Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax. 0541-766832

Website <http://fst.umkt.ac.id>

email: fst@umkt.ac.id



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN

Nomor: 005-1/KET/FST/A.5/C/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isnaini Zulkarnain, S.T., M.T
NIDN : 1103128104
Jabatan : Kepala Bidang Pembelajaran Praktik

Menerangkan bahwa mahasiswa atas nama:

Nama : Albar
NIM : 2011102443052
Program Studi : S1 Teknik Sipil
Judul Penelitian : Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Sebatik pada Perkerasan AC-WC dengan Menggunakan Aspal pen 60/70 Terhadap Uji Marshall

Untuk melaksanakan Penelitian di Laboratorium Bahan dan Material Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Kegiatan tersebut dilaksanakan pada 20 September s/d 19 Oktober 2023 (Jadwal terlampir).


Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Samarinda, 05 Januari 2024
Kepala Bidang Pembelajaran Praktik
Fakultas Sains dan Teknologi,



Isnaini Zulkarnain, S.T., M.T
NIDN. 1103128104

LAMPIRAN. 4 Lembar Konsultasi



UMKT
Program Studi
Teknik Sipil
Fakultas Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax.0541-766832
Website <http://sipil.umkt.ac.id>
email: sipil@umkt.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Nama : ALBAR
 NIM : 2011102443052
 Judul : PENGARUH LAMA RENDAMAN AIR LAUT SEBATIK PADA PERKERASAN AC-WC DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PEN 60/70 TERHADAP UJI MARSHALL

No	Hari, tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	Jum'at/ 8 sept 23	pengembangan topik TA	f
2	senin/ 11 sept 23	Revisi latar belakang	f
3	Rabu/ 13 sept 23	cek Rumusan → Tujuan dan metodologi	f
4	Jum'at/ 15 sept 23	perbaiki jadwal penelitian	f
5	senin/ 18 sept 23	fix proposal!	f
6	senin/ 25 sep 23	pembuatan sampel	f
7	senin/ 2 okt 23	pengujian sampel	f
8	Rabu/ 11 okt 23	Analisis data, uji marshall	f
9	Rabu/ 25 okt 23	Pembahasan analisis data, perbaiki grafik & analisis void	f
10	senin/ 6 nov 23	Tambahkan sitasi lama render	f
11	Rabu/ 15 nov 23	perbaiki kesimpulan	f
12	senin/ 20 nov 23	penulisan artikel JMTS	f

Kampus 1 - Jl. Ir. H. Juanda, No.15, Samarinda
 Kampus 2 - Jl. Pelita, Besoga Mabakam, Samarinda



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

No	Hari/ Tanggal	Uraian	Tanda tangan
13	Selasa/ 28 Nov 23	perbaiki abstrak, padatkan pendahuluan	f
14	Selasa/ 5 Des 23	perbaiki subbab pembahasan, tambahkan sitasi JMTS & iater	f
15	Selasa/ 12 Des 23	perbaiki template	f
16	Senin/ 18 Des 23	fixe! semitar hasil	f



Ketua Program Studi SI Teknik Sipil

Dr. Eng. Rusandi Noor, S.T., M.T
NIDN. 1101049101

Samarinda, 18 Des 2023

Dosen Pembimbing

Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana, S.T., M.T
NIDN. 1124029201

SKR Albar: Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Sebatik Pada Perkerasan AC-WC Dengan Menggunakan Aspal Pen 60/70 Terhadap Uji Marshall

by Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Submission date: 22-Jan-2024 02:46PM (UTC+0800)

Submission ID: 2275704384

File name: ALBAR_2011102443052.docx (1.37M)

Word count: 8258

Character count: 45483

SKR Albar: Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Sebatik Pada Perkerasan AC-WC Dengan Menggunakan Aspal Pen 60/70 Terhadap Uji Marshall

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	dspace.umkt.ac.id Internet Source	4%
2	dspace.uui.ac.id Internet Source	2%
3	text-id.123dok.com Internet Source	1%
4	repository.unibos.ac.id Internet Source	1%
5	es.scribd.com Internet Source	1%
6	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
7	repository.its.ac.id Internet Source	1%
8	e-journals.unmul.ac.id Internet Source	<1%

repository.usd.ac.id

Riwayat Hidup



Penulis bernama lengkap Albar dilahirkan di Sebatik 17 November 1999, dan merupakan anak tunggal dari pasangan Basir dan Hasmi. Awal Pendidikan formal di sekolah dasar di SDN 01 Sebatik (2006-2012) dan melanjutkan Pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Sebatik (2012-2015). Selanjutnya penulis melanjutkan jenjang Pendidikan formal sekolah menengah atas di SMA 1 sebatik (2015-2018), penulis masuk di fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur pada tahun 2020.

Untuk menyelesaikan studi di fakultas Sains dan Teknologi jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Sebatik Pada Perkerasan AC-WC Dengan Menggunakan Aspal Pen 60/70 Terhadap Uji *Marshall*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil.