

TUGAS AKHIR

**HUBUNGAN BEBAN TARIK DAN WAKTU PADA
CAMPURAN ASPAL YANG MENGGUNAKAN MINYAK
KELAPA SAWIT**

**RELATIONSHIP OF TENSION LOAD AND TIME ON
ASPHALT MIXED USING PALM OIL**

**YUDHA AL RASYID
D011 18 1 502**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**HUBUNGAN BEBAN TARIK DAN WAKTU PADA CAMPURAN ASPAL
MENGUNAKAN MINYAK KELAPA SAWIT**

Disusun dan diajukan oleh:

YUDHA AL RASYID

D011 18 1502

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 01 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

Dr. Eng. Muhammad Akbar Caronge, ST, M.Eng
NIP: 198604092019043001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Al Rasyid
NIM : D011 18 1 502
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

HUBUNGAN BEBAN TARIK DAN WAKTU PADA CAMPURAN ASPAL YANG MENGGUNAKAN MINYAK KELAPA SAWIT

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi/Tesis/Disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi/Tesis/Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 19 April 2022

Yang membuat pernyataan,



Yudha Al Rasyid
NIM: D011 18 1 502

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**HUBUNGAN BEBAN TARIK DAN WAKTU PADA CAMPURAN ASPAL YANG MENGGUNAKAN MINYAK KELAPA SAWIT**” yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
3. **Dr. Eng . M. Akbar Caronge,ST.,MT.**, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini
4. **Bapak Dr. Eng. A. Arwin Amiruddin, ST., MT.**, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Parlan** dan ibunda **Djuniaty** atas doa, kasih sayangnya, dan segala dukungan selama ini, baik

spritual maupun material, serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.

2. **Elsa** selaku orang penting , yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam perkuliahan sampai penyelesaian tugas akhir ini.
3. **Ebuq** selaku orang yang selalu membantu dari awal perkuliahan sampai selesainya kerja praktek.
4. **Mila** selaku sobat sesama berasal dari papua yang selalu senantiasa membantu persoalan kuliah selama ini.
5. Saudara-saudari **TRANSISI 2019** yang senantiasa memberikan warna yang sangat begitu indah, dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Dan squad **PARLAN GAMING** yang telah memberikan pengalaman banyak dalam dunia game online.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 19 April 2022

Penulis

ABSTRAK

Pada pembangunan sarana transportasi jalan raya di Indonesia saat ini untuk perkerasan masih didominasi oleh penggunaan aspal. Jenis aspal yang paling banyak digunakan untuk perkerasan jalan raya adalah aspal yang berasal dari destilasi minyak bumi, yang kemudian dikenal dengan sebutan aspal minyak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan beban tarik dan waktu campuran HRS/WC yang menggunakan campuran minyak kelapa sawit sebagai bahan pengujian dan menganalisis hubungan antara beban tarik dan waktu campuran HRS/WC yang menggunakan campuran minyak kelapa sawit sebagai campuran.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan beban tarik dan waktu pada Kadar aspal 7.4% dan 2 x 75 tumbukan membentuk garis lurus hingga 30% pada daerah elastis, sedangkan hubungan beban tarik dan waktu pada 2x 100 tumbukan membentuk garis hingga 35% pada daerah elastis, hubungan beban tarik dan waktu pada 2 x 150 tumbukan membentuk garis lurus hingga 50% pada daerah elastis, hubungan beban tarik dan waktu pada 2 x 200 tumbukan membentuk garis hingga 40% pada daerah elastis, dan hubungan beban tarik dan waktu 2 x 250 tumbukan membentuk garis hingga 35% pada daerah elastis. Hubungan antara nilai beban tarik dan waktu 2 x 75, 2 x 100, 2 x 150 , 2 x 200 , dan 2 x 250 adalah sebesar 2x75 tumbukan sebesar 8,06 kN, 2x100 sebesar tumbukan 7,39 kN, 2x150 tumbukan sebesar 7,39 kN, 2x200 tumbukan sebesar 7,93 kN, dan 2x250 tumbukan sebesar 9,86 kN .. Sedangkan hubungan beban tarik dan waktu tidak langsung dapat didekati dengan persamaan polinomial pangkat dua yaitu $Y = -0.6688x^2 + 7.4372x - 10.81$.

Kata Kunci : *Minyak kelapa sawit, asphalt, Kuat Tarik, Waktu*

ABSTRACT

Currently, the construction of road transportation facilities in Indonesia for pavement is still dominated by the use of asphalt. The most widely used type of asphalt for road pavement is asphalt derived from petroleum distillation, which is then known as oil asphalt.

The purpose of this study was to analyze the relationship between tensile load and time of the HRS/WC mixture using a mixture of palm oil as a test material and to analyze the relationship between tensile load and time of the HRS/WC mixture using a mixture of palm oil as a mixture.

The results of this study indicate that the relationship between tensile load and time at 7.4% asphalt content and 2 x 75 collisions forms a straight line up to 30% in the elastic area, while the relationship between tensile load and time at 2x 100 collisions forms a line up to 35% in the elastic area. tensile load and time at 2 x 150 collisions form a straight line up to 50% in the elastic region, the relationship between tensile load and time at 2 x 200 collisions forms a line up to 40% in the elastic region, and the relationship between tensile load and time of 2 x 250 collisions forms a line up to 35% in the elastic region. The relationship between the value of the tensile load and time of 2 x 75, 2 x 100, 2 x 150 , 2 x 200 , and 2 x 250 is 2x75 collisions of 8.06 kN, 2x100 collisions of 7.39 kN, 2x150 collisions of 7, 39 kN, 2x200 collisions are 7.93 kN, and 2x250 collisions are 9.86 kN. Meanwhile, the relationship between tensile load and indirect time can be approximated by a polynomial equation to the power of two, namely $Y = -0.6688x^2 + 7.4372x - 10.81$.

Keywords: Palm Oil, Asphalt, Tensile Strength, Time

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
A. ASPAL	6
A.1 Jenis- Jenis Aspal	6

A.2 Jenis Campuran Beraspal	9
B. Lataston (HRS)	9
C. Penggunaan minyak nabati (<i>bio oil</i>) pada campuran aspal	10
D. Penelitian Terdahulu tentang Beban Tarik dan Waktu pada campuran aspal	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
A. Alur Penelitian	18
B. Uji Karakteristik Agregat.....	20
C. Analisa Awal Keadaan Aspal Optimum	21
D. Uji Karakteristik Aspal Minyak.....	22
E. Penentuan Gradasi Gabungan HRS-WC	23
F. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	24
F.1. Pemeriksaan Karakteristik Material.....	25
F.1.1. Pembuatan Benda Uji.....	25
F.1.2. Pembuatan Benda Uji.....	25
F.1.3. Jumlah Benda Uji	27
G . Uji Tarik Belah	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31

A. Karakteristik Material	32
A.1. Karakteristik Agregat Kasar	32
A.2. Karakteristik Agregat Halus	35
B. Karakteristik Aspal Minyak	36
C. Hubungan Beban Tarik dan Waktu Campuran HRS-WC Akibat Beban Tarik	38
D. Rekapitulasi Nilai Kuat Tarik Tidak Langsung Campuran HRS-WC	46
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan pada beton aspal (AC) telah menerima perhatian yang lebih besar baru-baru ini karena pengaruhnya terhadap peningkatan kinerja campuran AC untuk mengendalikan dampak meningkatnya penggunaan aspal daur ulang. (Arturo F. Espinoza-Luque,dkk.2018).

Penambahan bio-binder (BB) ke dalam petroleum-based asphalt (BA) untuk menghasilkan material perkerasan berkelanjutan dari bio-based asphalt (BBA), dan menggantikan BA sebagian atau bahkan seluruhnya dapat mengurangi ketergantungan teknik perkerasan jalan pada bahan bakar fosil (Zejiao Dong,dkk .2018).

Untuk mengurangi ketergantungan penggunaan aspal minyak bumi dalam aspal resin, bio-oil, sebagai sejenis hasil samping industri minyak goreng, dieksplorasi sebagai substitusi aspal minyak bumi dalam bahan aspal dalam penelitian ini. Metode kimia kuantum pertama kali digunakan untuk mengkarakterisasi mekanisme pengawetan resin bio-oil. Kemudian proses persiapan bio-oil resin yang wajar adalah dibahas berdasarkan hasil simulasi kimia kuantum. Akhirnya, produksi optimasi metode, yang bernama metode dua langkah, diusulkan. Berdasarkan hasil simulasi yang diusulkan, bio-oil resin juga disiapkan di laboratorium, dilanjutkan dengan

verifikasi kinerja jalan. Itu hasil percobaan menunjukkan bahwa bio-oil resin yang dihasilkan memiliki suhu tinggi dan rendah yang sangat baik kinerja, jika dibandingkan dengan pengikat aspal yang rapi dan dimodifikasi. Aplikasi bio-oil sebagai pengganti aspal minyak bumi dalam bahan aspal dapat membantu menghasilkan yang lebih hijau dan lebih banyak lagibahan infrastruktur yang berkelanjutan (Yiming Zhu,dkk.2019).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hubungan beban tarik dan waktu campuran HRS-WC yang menggunakan campuran minyak kelapa sawit (palm oil) pada campuran aspal ?
2. Bagaimana hubungan antara jumlah tumbukan dengan kadar aspal minyak yang berbeda campuran HRS-WC yang menggunakan campuran minyak kelapa sawit?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis hubungan beban tarik dan waktu HRS-WC yang menggunakan minyak kelapa sawit (palm oil) sebagai bahan pengisi

2. Menganalisis hubungan antara beban tarik dan waktu pada kadar aspal minyak campuran HRS-WC yang menggunakan minyak kelapa sawit (palm oil).

D. Batasan Masalah

Permasalahan perendaman nilai Kadar Aspal minyak pada campuran HRS-WC sehingga perlu membatasi masalah penelitian ini agar dapat lebih terarah sehingga fokus penelitian ini adalah :

1. Penelitian yang dilakukan adalah berbentuk uji eksperimen di laboratorium.
2. Menggunakan minyak kelapa sawit (palm oil) sebagai bahan campuran
3. Menggunakan aspal minyak pen 60/70 sebagai bahan pengikat.
4. Kadar aspal minyak yang digunakan yaitu 7.4% sebagai variabel tetap yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan kadar aspal efektif.
5. Benda uji jenis campuran HRS-WC yang digunakan, dilakukan pengujian kuat tarik tidak langsung untuk mengetahui karakteristik campuran aspal dalam menerima beban tarik dalam kondisi normal sesuai perlakuan yang dituangkan dalam SNI 06-2489-1991.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah menghasilkan suatu inovasi pada teknologi campuran HRS-WC (*Hot rolled sheet – Wearing Course*) dengan minyak kelapa sawit (palm oil) sebagai campuran aspal.

F. Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah penulisan tugas akhir , sistematika penulisan yang akan dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan dapat diurutkan yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini, Pokok-Pokok bahasan dalam BAB ini adalah latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori penting yang memiliki keterkaitan dengan topik permasalahan dan dijadikan sebagai landasan atau acuan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian

ini yang dituangkan dalam bentuk bagan alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data penelitian berupa jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data yang didapatkan dari lapangan maupun dari laboratorium.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, disusun hasil-hasil pengujian diantaranya adalah karakteristik material, hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan halus, gradasi agregat gabungan, rancangan dan campuran komposisi HRS-WC berdasarkan kadar aspal, hubungan beban 5empe dan waktu campuran HRS-WC akibat beban tarik, dan Rekapitulasi nilai nuat tarik tidak langsung campuran HRS-WC

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang menyimpulkan hasil dari analisis penelitian dan memberikan saran-saran dan rekomendasi penelitian

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

A. ASPAL

Aspal adalah material pelekat berwarna coklat tua hingga kehitaman. Aspal memiliki sifat termoplastis yang akan berubah bentuk menjadi bentuk padat hingga semi padat jika berada di dalam suhu ruang. Apabila berada pada temperatur tinggi aspal akan mencair dan pada saat temperatur turun aspal akan kembali menjadi keras (padat).

A.1 Jenis- Jenis Aspal

Secara umum aspal terbagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Aspal alam merupakan aspal yang berasal langsung dari alam tanpa melewati serangkaian proses pengolahan yang rumit dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya.
2. Aspal buatan atau aspal destilasi merupakan aspal hasil residu pengilangan minyak bumi yang dibuat dari proses pengolahan dan penyulingan minyak bumi. Minyak mentah yang disuling dengan cara destilasi, yaitu suatu proses dimana bitumen dipisahkan dari minyak mentah tersebut. Destilasi sendiri merupakan proses penyulingan yang memisahkan minyak bumi dan fraksi di dalamnya dengan menaikkan temperatur minyak bumi tersebut. Secara garis besar aspal buatan terbagi menjadi tiga, yaitu : (1) aspal keras

merupakan residu dari hasil penyulingan minyak bumi dan fraksi didalamnya yang biasa digunakan untuk campuran *hot-mix*, (2) aspal (bitumen) cair berupa aspal keras yang dilarutkan dengan bahan pelarut yang berbasis minyak untuk menghasilkan aspal cair sehingga dapat digunakan untuk peruntukan sebagai lapis perekat dan sebagai lapis peresap dalam dunia perkerasan jalan dan (3) aspal emulsi dibuat dari pemisahan partikel aspal keras melalui proses emulsi hingga menghasilkan partikel yang sangat kecil namun memiliki kemampuan mengikat dengan cepat yang diperuntukkan dan digunakan sebagai lapis perekat dan sebagai lapis peresap serta sebagai perekat dalam campuran aspal dingin (*cold mix*). (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1, Petunjuk Umum). Adapun beberapa jenis aspal minyak adalah sebagai berikut:

- a) Aspal keras/panas (*Asphalt Cement, AC*) merupakan aspal yang mempunyai kekerasan yang tinggi. Digunakan untuk keadaan cair dan panas serta penyimpanannya dalam bentuk padat dalam Temperatur ruangan antara 25°C – 30°C. AC penetrasi rendah diperuntukkan untuk daerah yang memiliki cuaca dominan panas atau volume lalu lintas yang tinggi, sedangkan pada AC penetrasi tinggi digunakan pada daerah dengan suhu rata-rata

dingin atau volume lalu lintas yang rendah. Di Indonesia yang dipakai umumnya adalah penetrasi 60/70 dan 80/100.

- b) Aspal Cair/Dingin (*Cutback Asphalt*), merupakan aspal yang dipakai dalam keadaan cair. Aspal yang dibuat dengan proses penggabungan antara aspal keras/panas (AC) dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi yang berbentuk cair seperti minyak tanah, bensin atau solar.
- c) Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*), merupakan aspal yang berbentuk keras yang di dispersikan ke dalam air atau aspal cair yang dikeraskan memakai bahan pengemulsi. Pada penelitian ini yang akan digunakan berupa *Asphalt Cement* penetrasi 60/70. Selain itu aspal untuk lapis beton harus memenuhi beberapa syarat yang tercantum dalam table 1 berikut :

Tabel 1 Ketentuan-ketentuan Untuk Aspal Keras Penetrasi 60/70.

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
Titik Lembek (°C)	SNI 2343:2011	≥48
Daktalitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥100
Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥232
Berat jenis	SNI 2441:2011	≥1,0

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Devisi 6 Perkerasan Aspal.

A.2 Jenis Campuran Beraspal

Penentuan jenis campuran dan ketebalan lapisan, yaitu :

1. Tiga jenis *Stone Matrix Asphalt (SMA)*, yaitu : SMA Tipis; SMA Halus dan SMA Kasar, memiliki ukuran partikel maksimum agregat masing-masing campuran adalah 12,5 mm, 19 mm, 25 mm. Pada setiap campuran SMA yang menggunakan bahan Aspal *Polymer* disebut masing-masing sebagai SMA Tipis Modifikasi, SMA Halus modifikasi dan SMA Kasar modifikasi.
2. Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete. AC*). Lapis Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis: AC Lapis Aus (AC-WC); AC Lapis Antara (*AC-Binder Course, AC-BC*) dan AC Lapis Fondasi (*AC-Base*), dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan Aspal *Polymer* disebut masing-masing sebagai AC-WC Modifikasi, AC-BC Modifikasi, dan *AC-Base* Modifikasi.

B. Lataston (HRS)

Hot rolled sheet – Wearing Course (HRS – WC) adalah campuran lapis tipis aspal beton bergadras senjang, dimana penggunaan agregat ukuran kasar dan sedang sangat sedikit, lebih banyak dari campuran agregat halus dan aspal. Campuran ini sering digunakan di Indonesia sebagai lapis

permukaan, karena relative mempunyai kelenturan dan daya tahan yang lebih tinggi. Pasir biasa adalah komponen penting dalam campuran HRS – WC. Pasir biasa merupakan bahan yang umum digunakan.

C. Penggunaan minyak nabati (*bio oil*) pada campuran aspal

Abdulnaser M Al-Sabaeei dkk,(2020) melakukan serangkaian penelitian yang menyatakan bahwa untuk keunggulannya yang dapat diperbarui, ramah lingkungan dan hemat biaya, bio-oil digunakan untuk menggantikan sebagian aspal berbasis minyak bumi. Namun, penggunaannya melemahkan kinerja suhu tinggi aspal minyak bumi. Oleh karena itu, partikel nanosilika (NS) hidrofobik digunakan sebagai pengubah fisik minyak sawit mentah (CPO) untuk meningkatkan kinerja bioaspal pada suhu tinggi. CPO dengan penambahan 0, 5, 10 dan 15% (berat) dan NS dengan penambahan 0, 2, 4 dan 6% digunakan untuk mendapatkan bio-aspal termodifikasi NS. Reaksi kimia antara NS dan CPO dievaluasi dengan menggunakan spektroskopi inframerah Fourier-transform (FTIR). Uji penetrasi dan titik pelunakan dilakukan untuk memastikan konsistensi, sementara viskositas geser dinamis, uji penyapuan suhu, pemulihan mulur tegangan ganda (MSCR) digunakan untuk mengevaluasi kinerja reologi suhu tinggi dari bio-aspal dan bio-aspal yang dimodifikasi NS. Selain itu, gugus fungsi kimia dan karakteristik morfologi dari bio-aspal termodifikasi NS yang dipilih diselidiki menggunakan uji FTIR dan uji mikroskop elektron

pemindaian emisi lapangan (FESEM). Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsistensi bio-aspal yang dimodifikasi NS ditingkatkan dengan mengurangi penetrasi, dan meningkatkan titik lunak dan viskositas dinamis. Partikel NS meningkatkan parameter rutting (G^*/sind) dan mengurangi sensitivitas penuaan bio-aspal, sementara menurunkan regangan permanen dan kepatuhan creep yang tidak dapat dipulihkan (J_{nr}), dan meningkatkan persentase pemulihan. Analisis FTIR menunjukkan reaksi kimia yang terjadi akibat penambahan bio-oil dan NS ke dalam aspal. Selain itu, FESEM menunjukkan bahwa NS tersebar merata di matriks dasar dan bio-aspal. Oleh karena itu, NS secara efektif meningkatkan kinerja suhu tinggi, ketahanan penuaan bio-aspal.

(Waqas Rafiq dkk,2021) telah membuat penelitian yang membahas tentang pengaruh penggunaan minyak sawit mentah dalam campuran aspal panas dengan bahan daur ulang bahan perkerasan aspal. Pengaruh persentase yang berbeda dari perkerasan aspal daur ulang (RAP) dan minyak sawit mentah (CPO) pada stabilitas, aliran, kekakuan, rongga dalam campuran (VIM), rongga yang diisi dengan aspal (VFA), dan Indirect Tensile Strength (IDT) dinilai. Selain itu, untuk analisis statistik, metodologi permukaan respons alat analitik (RSM) digunakan untuk merancang dan menganalisis secara statistik hasil eksperimen. Penyelidikan tingkat mikro pada pengikat perawan (60/70) dan pengikat RAP menggabungkan minyak

sawit mentah dilakukan dengan menggunakan mikroskop kekuatan atom (AFM) dan transformasi Fourier analisis spektroskopi inframerah (FTIR). Hasil percobaan menunjukkan bahwa stabilitas dan tarik tidak langsung kekuatan meningkat dengan peningkatan bahan perkerasan aspal daur ulang hingga 80%. Namun, 100% RAP dengan minyak sawit mentah menghasilkan pengurangan parameter kekuatan ini. Analisis mikrostruktur menunjukkan bahwa penggabungan CPO dalam pengikat perawan dan pengikat tua RAP mengubah struktur pengikat tua dan perawan dengan formasi fase baru dan unik. Model statistik ditemukan signifikan dan baik dipasang berdasarkan nilai R^2 ($>0,80$), nilai presisi cukup tinggi (>4), nilai p rendah dan ketidaksesuaian tidak signifikan. Selanjutnya, hasil teoritis model ANOVA dengan analisis RSM divalidasi dengan eksperimen dengan $<5\%$ dari kesalahan yang mewakili kesepakatan yang baik antara hasil eksperimen dan teoritis. Mentah inklusi minyak sawit di HMA-RAP menunjukkan peningkatan yang baik dalam parameter kinerja yang menunjukkan a sumber potensial agen peremajaan sebagai bahan bio pengikat untuk industri konstruksi perkerasan jalan

(Mohd, Rosli, ddk., 2017) telah membuat penelitian yang menjelaskan bahwa dalam beberapa tahun terakhir, berbagai modifikasi berbasis minyak yang melibatkan penggunaan minyak goreng bekas (WCO) telah diterapkan untuk memberikan manfaat yang jelas bagi industri

perkerasan. Upaya ini sejalan dengan respon terhadap masalah pengelolaan sampah. Kendala saat ini dalam menangani WCO adalah penurunannya kinerja resistensi pada suhu tinggi. Masalah ini diamati secara global dan tetap tidak terselesaikan. Kinerja reologi yang merugikan menginduksi masalah rutting karena kerentanan tinggi WCO terhadap paparan suhu. Pretreatment WCO diusulkan sebagai karya penelitian ekstensif yang bertujuan untuk menghasilkan WCO yang diolah sebelum ditambahkan ke HMA. Namun, potensi WCO yang dirawat masih di tahap empiris dan masih dipertanyakan. Oleh karena itu, uji mekanis dilakukan pada kontrol, 5% WCO yang tidak diolah, dan campuran WCO yang diberi perlakuan 5% untuk mengevaluasi peningkatan kinerja HMA digabungkan dengan WCO yang tidak diobati dan diobati. Tes mekanis termasuk Marshall Uji stabilitas, modulus ulet, kekakuan mulur, dan uji kekuatan tarik tidak langsung (ITS). Pengamatan struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop gaya atom (AFM) untuk mengidentifikasi kekasaran permukaan terkait terhadap sifat adhesi. Hasil menunjukkan peningkatan Stabilitas Marshall, modulus ulet, dan Kinerja ITS tercatat dengan penggantian 5% WCO yang diolah dalam campuran bitumen. Selain itu, kekakuan mulur tertinggi, dengan peningkatan sekitar 25% relatif terhadap campuran kontrol, adalah dicapai dengan campuran WCO 5% untuk menahan deformasi permanen. Pengamatan struktur mikro mengungkapkan bahwa

kekasaran permukaan terendah dihasilkan dengan WCO yang diolah dalam pengikat yang dimodifikasi berkontribusi pada peningkatan daya rekat yang meningkatkan kekuatan campuran aspal.

(Nura Shehu Aliyu Yaro 2021) Perkerasan aspal di negara-negara tropis seperti Malaysia menghadapi kesulitan yang parah. Jadi, penggunaan more campuran aspal yang tahan dan stabil pada lapisan permukaan seperti beton aspal matriks batu (SMAC) didorong. Sifat-sifat yang berhubungan dengan kinerja beton aspal sangat dipengaruhi oleh proses pencampuran dan homogenitas dan segregasi campuran aspal adalah masalah penting yang mempengaruhi produksi beton aspal. Industri minyak sawit Malaysia menghasilkan jumlah besar limbah ijuk (WPOF) yang sebagian besar dibuang. Studi ini menyelidiki kelayakan menggunakan WPOF sebagai stabilizer di SMAC dan mengevaluasi pengaruh dua perbedaan proses pencampuran (tradisional dan berurutan) pada sifat-sifatnya. Campuran SMAC diperkuat dengan berbagai kandungan WPOF, 0-0,6% berat dari total campuran dan dievaluasi untuk sifat volumetrik dan mekanik. Beberapa metode uji laboratorium standar digunakan untuk memeriksa campuran: sifat Marshall, uji tiriskan, Cantabro, modulus kekakuan, uji kerusakan kelembaban. Studi ini mengungkapkan pencampuran sekuensial sebagai alternatif pencampuran yang lebih layak untuk SMAC, karena menunjukkan drainase yang lebih

rendah, rongga udara, dan kandungan aspal optimal dengan lebih tinggi Stabilitas Marshall dan rongga dalam nilai agregat mineral. Sedangkan untuk sifat mekanik pencampuran berurutan menunjukkan ketahanan kelembaban yang lebih tinggi, modulus kekakuan, dan kehilangan Cantabro yang lebih sedikit untuk semua jenis campuran dibandingkan dengan campuran konvensional. Diamati bahwa WPOF . optimal dosis 0,3% untuk kedua proses pencampuran, Meskipun, pencampuran berurutan menunjukkan peningkatan sifat mekanik. Sifat-sifat yang ditingkatkan ini mungkin disebabkan oleh peningkatan pelapisan dan perbaikan yang tepat dispersi bahan pencampuran selama proses pencampuran. Kesimpulannya, menggunakan WPOF sebagai stabilisator meningkatkan sifat campuran SMAC sedangkan, proses sekuensial menghasilkan lebih baik properti bahkan pada OBC dan waktu pencampuran yang sedikit lebih rendah.

(Ahmed Aljubory,2020) Pertumbuhan penduduk yang terus menerus di seluruh dunia terkait dengan industri pembangunan menghasilkan sejumlah besar bahan limbah. Oleh karena itu, perhatian serius muncul untuk menemukan pengolahan yang aman bagi lingkungan untuk limbah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemungkinan menggunakan ijuk yang tersedia secara lokal sebagai bahan limbah di perkerasan aspal industri. Secara khusus, pekerjaan ini menyelidiki sifat volumetrik dan

kekuatan tarik dari campuran aspal yang diproduksi dengan ijuk. Campuran aspal disiapkan dengan lima isi ijuk (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0) % berat agregat lolos saringan No. 4 untuk membandingkan sifat mereka dengan campuran tradisional. Marshall dan tarik tidak langsung metode uji kekuatan (ITS) dilakukan untuk mengevaluasi volumetrik dan mekanik sifat-sifat campuran aspal. Dapat disimpulkan bahwa menambahkan jenis serat ini ke aspal campuran adalah mungkin. Ditemukan bahwa menambahkan isi yang berbeda dari ijuk umumnya memiliki meningkatkan densitas, rongga terisi aspal, dan kekuatan tarik serta menurunkan rongga dalam agregat mineral (VMA) dari campuran aspal.

D. Penelitian Terdahulu tentang Beban Tarik dan Waktu pada campuran aspal

Menurut Xiang Shu, dkk (2007). Penelitian yang dilakukan dengan memberikan hasil studi laboratorium evaluasi karakteristik kelelahan campuran aspal hot-mix (HMA) menggunakan metode pengujian yang berbeda. Pada studi ini, kapasitas kelelahan campuran HMA dianalisis bersama tegangan tidak langsung Superpave (IDT) tes dan uji kelelahan balok. Pabrik disiapkan dengan satu sumber agregat, batu kapur, dan satu jenis pengikat, PG 64–22 merupakan campuran HMA yang mengandung 0%, 10%, 20%, dan 30% dari perkerasan aspal daur ulang (RAP). Sifat

