

SKRIPSI

ANALISA VARIASI SUHU RENDAMAN CAMPURAN ASPAL BETON MENGUNAKAN GRADASI FAA DAN BBA UNTUK PERKERASAN RUNWAY

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1

Pada Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh:

INTAN NOVIANTI

2020D1B071

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

2024

ABSTRAK

Landasan pacu (*runway*) adalah sebuah jalur yang digunakan pesawat terbang untuk mendarat (*landing*) atau lepas landas (*take off*). Kerusakan yang terjadi pada perkerasan *runway* bandara salah satunya deformasi, yang menyebabkan lapis permukaan (*surface*) terjadi pengelupasan dan retak. Ada beberapa faktor penyebab terjadinya deformasi pada *runways*, salah satunya adalah cuaca di Indonesia yang panas dan sering terjadi hujan. Oleh karena itu, pemilihan agregat sebagai bahan pengisi dan aspal sebagai pengikat serta gradasi agregat tak kalah pentingnya sehingga lapisan aspal beton memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi sehingga penempatan langsung di atas lapisan membuat lapisan ini tidak rentan terhadap kerusakan akibat temperatur yang tinggi dan memiliki nilai stabilitas *Marshall* yang terkontrol.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian *Marshall* dengan menggunakan Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu gradasi tertutup *Federal Aviation Administration* (FAA) sebesar 5,13% dan gradasi terbuka *Béton Bitumineux Aéronautiques* (BBA) sebesar 6,10% dengan syarat spesifikasi dan karakteristik yang sesuai untuk perkerasan *runway* bandara, kemudian dilakukan pengujian dengan memvariasikan suhu rendaman dengan suhu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C selama 30 menit. Sehingga dapat mengetahui karakteristik *marshall* dan variasi suhu yang efektif dalam proses perendaman pada campuran aspal beton.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil analisa karakteristik campuran dengan variasi suhu rendaman dimana pada suhu 40°C nilai karakteristik *marshall* memenuhi spesifikasi adapun pada suhu ini terdapat nilai tertinggi dari variasi suhu lainnya yaitu pada gradasi FAA dengan karakteristik campuran stabilitas, *marshall qoutient*, VIM dan VMA dengan nilai 2429,63 kg/mm, 699,83 kg/mm, 4,75 %, 4,75 % dan 19,85 % dan terendah pada nilai *flow* 3,48 mm dan 76,07%, sedangkan pada gradasi BBA yaitu pada stabilitas, *marshall qoutient*, VIM dan VMA dengan nilai 2153,21 kg/mm, 600,36 kg/mm 3,77 % dan 19,75% dan terendah pada *flow* dan VFB dengan nilai 3,67 mm dan 80,93%. Sedangkan nilai yang tidak memenuhi spesifikasi *Federal Aviation Administration* (FAA) dan Ditjen Perhubungan Udara adalah hanya pada gradasi FAA pada suhu 60°C dengan nilai *flow* 4,1 mm.

Kata kunci :*Runway*, gradasi, karakteristik *marshall*, suhu Rendaman.

ABSTRACT

Aircraft use the runway as a route for take-off and landing. The pavement of the airport runway can sustain damage, including deformation, which leads to the surface layer peeling and cracking. The heat and frequent rain in Indonesia are among the many elements that lead to deformation on runways. For the asphalt concrete layer to have a high degree of flexibility, it is crucial to choose aggregates as filler materials, asphalt as a binder, and the aggregate gradation. Because of its flexibility, the layer can be put straight on top of the pavement without worrying about damaging itself in hot weather or losing its regulated Marshall stability properties.

The Optimum Asphalt Content (OAC) that satisfies the specifications and qualities needed for airport runway pavement was used in this study's Marshall testing. It has an open gradation of 6.10% from Béton Bitumineux Aéronautiques (BBA) and a closed gradation of 5.13% from the Federal Aviation Administration (FAA). Additionally, tests were conducted with the soaking temperature varied for 30 minutes at 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, and 60°C. This was carried out in order to ascertain the Marshall properties and the effective temperature changes during the asphalt concrete mixture's soaking procedure. The examination of mixture features with soaking temperature fluctuations at 40°C, based on test results, revealed that the Marshall characteristics satisfied the requirements.

The highest values from other temperature variations were found in the FAA gradation with a mixture stability characteristic, Marshall quotient, VIM, and VMA values of 2429.63 kg/mm, 699.83 kg/mm, 4.75%, and 19.85%, and the lowest flow value was 3.48 mm and 76.07%. For the BBA gradation, the stability characteristics, Marshall quotient, VIM, and VMA values were 2153.21 kg/mm, 600.36 kg/mm, 3.77%, and 19.75%, and the lowest flow and VFB values were 3.67 mm and 80.93%. The values that did not meet the specifications of the Federal Aviation Administration (FAA) and the Directorate General of Civil Aviation were only in the FAA gradation at a temperature of 60°C with a flow value of 4.1 mm.

Keywords: Runway, Gradation, Marshall Characteristics, Soaking Temperature

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM

KEPALA
UPT P3B



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bandar udara merupakan prasarana dari moda transportasi udara. Moda transportasi udara saat ini menjadi salah satu alternatif pilihan moda transportasi untuk jarak yang jauh jika dibandingkan dengan moda transportasi laut dan darat. Namun biaya yang dikeluarkan jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan moda transportasi lainnya. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada bulan Januari - Desember tahun 2023 jumlah penumpang moda transportasi udara domestik sebanyak 62,7 juta orang dan jumlah penumpang internasional sebanyak 15,6 juta orang, masing – masing naik sebesar 19,20 persen dan 120,07 persen dibanding kondisi pada periode yang sama tahun 2022 (BPS,2023).

Bandar udara atau yang sering disingkat bandara ini memiliki dua bagian utama yaitu sisi udara (*airside*) dan sisi darat (*landside*), Sisi udara (*airside*) adalah bagian – bagian yang menunjang operasional pesawat seperti landasan pacu (*runway*), landasan hubung (*taxiway*), landasan parkir (*apron*) dan tempat penunjang operasional pesawat lainnya. Sedangkan sisi darat (*landside*) adalah bagian – bagian yang tidak langsung berhubungan dengan kegiatan operasional pesawat seperti terminal, tempat parkir kendaraan serta area akses penunjang operasional bandara.

Landasan pacu (*runway*) merupakan jalur yang digunakan oleh pesawat terbang untuk melakukan proses mendarat (*landing*) dan lepas landas (*take off*). Menurut Horonjeff 1994 dalam Efendy, 2019, sistem *runway* di sebuah bandara terdiri dari struktur perkerasan, bahu landasan (*shoulder*), bantal hembusan (*blast pad*) dan daerah aman pacu (*runway and safety area*). Pengerasan struktur pada *runway* menggunakan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*). Konstruksi perkerasan lentur ini menggunakan aspal sebagai bahan perekat dan lapisan – lapisan perkerasan ini dirancang untuk menahan dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Salah satu jenis lapisan konstruksi perkerasan lentur (*fleksibel*) adalah aspal

beton. Kekuatan dari perkerasan aspal beton diperoleh melalui struktur agregat yang terkunci satu sama lain. Struktur agregat yang saling terkunci ini menciptakan gesekan internal yang tinggi dan diikat bersama oleh lapisan tipis aspal perekat di antara butiran agregat (Suherman, 2012 dalam Gusti, 2019).

Berdasarkan Sawaludin dan Mayuni (2018), salah satu faktor kerusakan pada konstruksi jalan adalah iklim. Indonesia beriklim tropis, dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan konstruksi jalan. Oleh karena itu, selain pemilihan agregat sebagai bahan pengisi dan aspal sebagai pengikat pemilihan gradasi agregat menjadi hal penting, sehingga lapisan aspal beton memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi sehingga penempatan langsung di atas lapisan membuat lapisan ini tidak rentan terhadap kerusakan akibat temperatur yang tinggi dan memiliki nilai stabilitas *Marshall* yang terkontrol.

Gradasi agregat adalah elemen krusial dalam campuran aspal, karena sifat – sifat campuran seperti stabilitas, kekakuan, kemudahan pemadatan, permeabilitas, keawetan, ketahanan terhadap keausan, tahanan gelincir, dan ketahanan terhadap air sangat dipengaruhi oleh gradasi agregat. Gradasi ini merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap karakteristik *Marshall* dari campuran aspal beton, sehingga penting untuk memilih gradasi agregat terbaik. Gradasi agregat yang terbaik adalah gradasi agregat yang memberikan kepadatan tertinggi. Ketika partikel halus dikemas dengan benar di antara partikel kasar, yang mengurangi ruang kosong antara partikel disebut sebagai gradasi terbaik.

Gradasi yang digunakan pada perkerasan *runway* terdiri dari dua gradasi yaitu gradasi FAA (*Federal Aviation Administration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*). Gradasi FAA (*Federal Aviation Administration*) merupakan peraturan gradasi yang dibuat oleh penerbangan sipil di Amerika Serikat dan merupakan gradasi rapat, sedangkan gradasi BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) merupakan standar perkerasan lapis permukaan lapangan terbang dan telah digunakan di hampir semua perkerasan bandara di perancis dan merupakan gradasi terbuka.

Selain itu, suhu rendaman juga merupakan faktor penting dalam penelitian

ini, karena bertujuan untuk mengukur ketahanan material terhadap kerusakan akibat air. Suhu yang diberikan dapat mengurangi daya lekat aspal pada agregat, sehingga melemahkan ikatan antar agregat. Selain itu juga, suhu pada rendaman juga berpengaruh terhadap nilai stabilitas *Marshall* dari campuran aspal beton dimana suhu air yang digunakan untuk merendam sampel aspal beton bertujuan untuk mensimulasikan kondisi lingkungan tertentu yang akan dihadapi oleh perkerasan pada lapisan *runway*, seperti perubahan suhu ekstrem yang terjadi karena faktor cuaca atau iklim. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan memvariasikan suhu perendaman mulai dari suhu diatas normal hingga ekstrem yaitu suhu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C dan 60°C, dimana suhu rendaman yang berbeda digunakan untuk mengamati bagaimana variasi suhu mempengaruhi karakteristik fisik dan mekanik dari campuran aspal beton tersebut.

Berdasarkan pemaparan di atas penulis tertarik untuk membandingkan penggunaan gradasi berdasarkan FAA (*Federal Aviation Administration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) pada perkerasan *runway* untuk mengetahui karakteristik *marshall* dengan memvariasikan suhu rendaman sehingga mendapatkan variasi suhu yang efektif dalam proses perendaman pada campuran aspal beton. Dengan demikian penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul skripsi Analisa Variasi Suhu Rendaman Campuran Aspal Beton Menggunakan Gradasi FAA Dan BBA Untuk Perkerasan *Runway*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik *marshall* campuran aspal beton dengan menggunakan gradasi FAA (*Federal Aviation Administration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) untuk perkerasan *runway*?
2. Manakah variasi suhu perendaman efektif untuk campuran aspal beton dengan gradasi FAA (*Federal Aviation Administration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) untuk perkerasan *runway*?

1.3. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian yang akan penulis lakukan. Adapun tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik *marshall* campuran aspal beton dengan menggunakan gradasi FAA (*Federal Aviation Adiminstration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) untuk perkerasan *runway*.
2. Untuk mengetahui variasi suhu perendaman efektif untuk campuran aspal beton dengan gradasi FAA (*Federal Aviation Adiminstration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) untuk perkerasan *runway*.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan mengenai penerapan gradasi FAA (*Federal Aviation Adiminstration*) dan BBA (*Beton Bitumineux pour chaus'ees A'eronautiques*) pada perkerasan *runway* sehingga dapat diadopsi oleh Ditjen Perhubungan Udara di Indonesia.
2. Dengan penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan keamanan dan kenyamanan penumpang dimana landasan pacu yang berkualitas akan memberikan pengalaman penerbangan yang lebih nyaman bagi penumpang. Variasi suhu perendaman dan penggunaan aspal beton yang tepat dapat membantu mengurangi kerusakan permukaan landasan pacu.
3. Diharapkan memberikan informasi kepada ditjen perhubungan udara di indonesia untuk lebih meningkatkan efisiensi operasional dan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan infrastruktur penerbangan yang lebih baik dan lebih tahan lama, dimana pada penelitian ini memperhitungkan faktor – faktor seperti gradasi FAA dan BBA serta variasi suhu perendaman yang efektif, sehingga dapat dicapai efisiensi dalam operasional bandara dimana landasan pacu yang kokoh dan tahan lama membutuhkan lebih sedikit perawatan dan perbaikan, sehingga mengurangi gangguan operasional serta

dengan memahami faktor – faktor yang memengaruhi kualitas landasan pacu, dapat direncanakan pembangunan dan perawatan insfrastruktur yang lebih efektif.

4. Sebagai salah satu upaya dalam mengembangkan cabang ilmu bidang teknik sipil khususnya dalam bidang perkerasan bandara.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Menggunakan Kadar Aspal Optimum (KAO) berdasarkan penelitian Efendy (2019) yaitu 5,13% dan 6,10% untuk gradasi FAA dan BBA.
2. Aspal penetrasi 60/70 PT.Pertamina, yang diperoleh dari PT. AMP Sinar Bali Binakarya, Jalan Raya Praya – Mujur, Batunyala, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat.
3. Menggunakan variasi suhu perendaman 40°C, 45°C, 50°C, 55°C dan 60°C.
4. Setiap variasi suhu rendaman diambil 3 sampel untuk masing – masing dari dua gradasi, yaitu FAA dan BBA sehingga menjadi 30 sample yang akan digunakan.
5. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium tidak dengan pengujian lapangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Adapun karakteristik *marshall* campuran aspal beton dengan menggunakan gradasi FAA dan BBA untuk perkerasan *runway* terhadap variasi suhu perendaman adalah sebagai berikut:
 - a. Nilai stabilitas pada kedua gradasi baik FAA maupun BBA memenuhi standar spesifikasi persyaratan dari *Federal Aviation Administration* (FAA) yaitu minimal 2150 Ibs atau 976,1 Kg. Dimana nilai tertinggi berada pada masing – masing suhu 40°C, diperoleh nilai FAA sebesar 2429,63 kg/mm dan BBA sebesar 2153,21 kg/mm.
 - b. Nilai *flow* pada gradasi FAA semua nilai memenuhi spesifikasi persyaratan dari Ditjen perhubungan udara, 2013 yaitu minimal 2 – 4 mm. Sedangkan pada gradasi BBA hanya pada suhu 60°C yang tidak memenuhi dengan nilai 4,07 mm.
 - c. Nilai *Marshall quotient* (MQ) pada kedua gradasi baik FAA maupun BBA memenuhi standar spesifikasi persyaratan dari *Federal Aviation Administration* (FAA) yaitu $\geq 250 \text{ kg/mm}$. Dimana nilai tertinggi berada pada masing – masing suhu 40°C, diperoleh nilai FAA sebesar 699,83 kg/mm dan BBA sebesar 600,36 kg/mm..
 - d. Nilai *Voids In Mixture* (VIM) nilai Pada gradasi FAA dan BBA seluruh nilai memenuhi spesifikasi *Federal Aviation Administration* (FAA) yaitu Min,3,5%. Dimana nilai tertinggi berada pada suhu 40°C sebesar 4,75 % dan 3,77%.
 - e. Nilai *Voids in mineral agregat* (VMA) pada kedua gradasi baik FAA maupun BBA memenuhi standar spesifikasi persyaratan dari *Federal Aviation Administration* (FAA) yaitu $\geq 15\%$. Dimana nilai tertinggi berada pada suhu 40°C sebesar 19,85 % dan 19,75 %.
 - f. Nilai *Voids filled bitumen* (VFB) nilai Pada gradasi FAA dan BBA seluruh nilainya memenuhi spesifikasi yaitu 76 - 82%. Dimana nilai

tertinggi berada pada suhu 50°C sebesar 80,93 % dan pada suhu 45°C sebesar 81,85%.

2. Adapun variasi suhu perendaman efektif untuk campuran aspal beton dengan gradasi FAA dan BBA untuk perkerasan *runway* adalah masing – masing berada pada suhu 40°C dimana pada suhu tersebut terdapat nilai stabilitas, *marshall qoutient*, VIM dan VMA tertinggi dengan nilai *flow* dan VFB terendah.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik sebuah saran sebagai berikut:

1. Pada saat melakukan pemadatan atau penumbukkan harus memperhatikan teknik dalam proses penumbukkan karena sangat berpengaruh terhadap nilai stabilitas dan *flow*,
2. Perlu dilakukan pengkajian terhadap gradasi FAA dan BBA terhadap Kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan dan disesuaikan dengan lokasi pengambilan agregat,
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan aspal polimer untuk membandingkan hasil dengan aspal pertamina,