

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan adalah suatu lintasan yang bermanfaat untuk melewati lalu lintas dari suatu tempat ke tempat lain (Suryadharma, 1999). Oleh karena itu jalan harus memiliki struktur perkerasan yang kuat sehingga mampu menerima beban lalu lintas. Struktur perkerasan jalan yang sekarang banyak digunakan adalah lapis perkerasan lentur dengan campuran aspal panas (*Hot Mix*). Salah satu jenis campuran aspal panas adalah Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete, AC*) yang terdiri dari tiga jenis lapisan yaitu Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete Wearing - Course, AC – WC*), Laston Lapis Antara (*Asphalt Concrete Binder Course, AC–BC*) dan Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete Base, AC-Base*) (Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2). Adapun lapis yang akan ditinjau pada penelitian ini adalah Laston Lapis Aus (AC - WC).

*Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktur. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston AC-WC adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan kendaraan, lapisan kedap air dan tahan terhadap cuaca, dengan tebal 4 cm digunakan sebagai lapis permukaan jalan pada lalu lintas berat (Silvia Sukirman, 2007).

Kondisi lapis perkerasan jalan yang ada di Indonesia mengalami kerusakan sebelum umur rencana. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja perkerasan jalan diantaranya yaitu proses pengerjaan, mutu material, beban lalu lintas dan kondisi lingkungan. Dalam proses pengerjaan terdapat hal penting yang harus diperhatikan yaitu faktor suhu dan pemadatan. Evaluasi terhadap pemadatan sangat diperlukan untuk mengetahui keawetan dan kekuatan lapis perkerasan. Untuk mendapatkan hasil lapis perkerasan yang kuat dan awet diperlukan analisa perencanaan suhu dan jumlah tumbukan efektif yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan jalan raya (Jurnal Teknik Sipil, 2022).

Berdasarkan sifat aspal yang termoplastis (akan menjadi keras jika suhu rendah dan akan lunak atau cair jika suhu meningkat), kepekaan terhadap perubahan temperatur ini perlu diperhatikan agar dapat memperoleh informasi tentang rentang temperatur yang baik dalam pelaksanaan pekerjaan. Sebaliknya jika tidak diperhatikan kesesuaian suhu dengan aspal (rendah) maka aspal akan sulit masuk kedalam celah agregat, maka fungsi aspal sebagai bahan pengikat tidak berfungsi seperti yang diharapkan, sehingga tidak ada keterkaitan yang baik antara agregat yang satu dengan yang lain mengakibatkan kerusakan jalan seperti lepasnya lapisan aspal sehingga jalan berlubang (Silvia Sukirman, 2007). Sifat aspal yang termoplastis ini akan berpengaruh untuk proses pemadatan pada kondisi perbedaan suhu atau variasi suhu untuk menghasilkan campuran yang sesuai dengan parameter *Marshall*. Dalam hal ini jika aspal disesuaikan dengan suhu yang ada maka akan mengisi semua rongga yang ada dalam pemadatan yang direncanakan. Karena jika pada pemadatan terdapat rongga yang besar, mengakibatkan terjadinya oksidasi dan retak pada badan jalan. Maka variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan untuk pemadatan dapat diketahui pada tingkat suhu dan tingkat variasi beban yang diberikan dalam suhu mana yang sesuai dengan sifat aspal sehingga kemampuan aspal untuk mengikat agregat (*adhesi*) dan kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan (*kohesi*) dapat berfungsi dengan baik. Dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2 menetapkan suhu pemadatan standar  $145 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Pemadatan adalah proses dimana partikel – partikel solid dirapatkan secara mekanis sehingga volume rongga di dalam campuran mengecil dan kepadatan campuran meningkat, juga mengatur distribusi partikel agregat dalam campuran sehingga mendapatkan konfigurasi agregat optimum untuk mencapai kepadatan yang ditargetkan. Metode *Marshall* adalah metode yang digunakan untuk menguji parameter yang diperlukan. Untuk perancangan campuran di laboratorium proses pemadatan disimulasikan dengan membebani campuran dalam cetakan (mold). Cetakan berupa silinder baja berdiameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm atau 3 inchi. Proses pemadatan dilakukan dengan menggunakan palu (compaction hammer) seberat 4,54 kg dengan tinggi jatuh 18 inchi atau 4,57 mm (Jurnal Gelagar, 2021).

Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2 menetapkan pemadatan laboratorium dengan menggunakan alat penumbuk yaitu sebanyak 2 x 35 untuk lalu lintas ringan, 2 x 50 untuk lalu lintas sedang, dan 2 x 75 untuk lalu lintas berat. Jumlah tumbukan ini dianggap mirip dengan daya pemadatan oleh mesin pemadat yang digunakan di lapangan. Untuk campuran Laston khususnya Laston AC-WC digunakan pada kondisi lalu lintas berat. Perencanaan *Marshall* tersebut menetapkan untuk kondisi lalu lintas berat pemadatan standar benda uji sebanyak 2 x 75 tumbukan dengan batas rongga campuran antara 3,0% - 5,0%.

Pemadatan yang tidak memenuhi persyaratan dapat menyebabkan kepadatan campuran beraspal tidak merata dan mudah retak yang akhirnya akan mempengaruhi kinerja campuran beraspal yang dihasilkan baik dari segi umur pelayanan maupun dari segi kenyamanan (Jurnal Teknik Sipil, 2022). Maka dari itu, dalam penelitian ini dilakukan variasi suhu pemadatan dan jumlah tumbukan agar mencapai kepadatan aspal yang maksimal. Adapun variasi suhu dan jumlah tumbukan pada proses pemadatan untuk setiap contoh benda uji dengan metode *marshall* di dalam penelitian ini adalah suhu pemadatan 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75, 2 x 85 dan suhu pemadatan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85.

Pada kondisi perbedaan variasi suhu dan variasi pemadatan dalam menghasilkan campuran yang sesuai dengan parameter marshall dan tahan lama, dalam hal ini jika tumbukan dilakukan pada suhu yang rendah mengakibatkan aspal akan susah meresap kedalam celah agregat sehingga sifat saling mengunci antar agregat kurang maksimal, sebaliknya jika tumbukan dilakukan dengan suhu tinggi maka tingkat kepadatan dari campuran aspal beton semakin baik (Jurnal Konstruksi, 2021).

Ketersediaan agregat sebagai bahan pembuatan jalan salah satunya berasal dari quarry Takari. Quarry Takari merupakan salah satu sumber material lokal yang sering digunakan untuk pekerjaan perkerasan jalan. Lokasinya terletak di Takari, Kabupaten Kupang yang dikelola oleh Kontraktor PT. Bumi Indah. Material yang terdapat di quarry Takari terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Material tersebut diproduksi langsung dengan menggunakan alat pemecah batu (*stone crusher*).

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul **“PENGARUH VARIASI SUHU DAN VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PADA PEMADATAN BERAT UNTUK CAMPURAN PANAS LAPIS ASPAL BETON ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (LASTON AC-WC) MENGGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY TAKARI”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun masalah yang diteliti pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik material yang memenuhi spesifikasi untuk perkerasan jalan jenis campuran Laston AC-WC dengan menggunakan material dari *quarry* Takari milik PT. Bumi Indah?
2. Berapakah nilai kadar aspal optimum dalam campuran Laston AC – WC?
3. Bagaimana pengaruh nilai – nilai parameter *marshall* jika dilakukan variasi suhu pemadatan 130°C dan variasi jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC – WC?
4. Bagaimana pengaruh nilai – nilai parameter *marshall* jika dilakukan variasi suhu pemadatan 150°C dan variasi jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC – WC?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik material yang memenuhi spesifikasi untuk perkerasan jalan jenis campuran Laston AC-WC dengan menggunakan material dari *quarry* Takari milik PT. Bumi Indah.
2. Mengetahui nilai kadar aspal optimum dalam campuran Laston AC – WC.
3. Mengetahui pengaruh variasi suhu pemadatan 130°C dan variasi jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 terhadap nilai – nilai parameter *marshall* pada campuran Laston AC – WC.
4. Mengetahui pengaruh variasi suhu pemadatan 150°C dan variasi jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 terhadap nilai – nilai parameter *marshall* pada campuran Laston AC – WC.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan informasi kepada pihak – pihak terkait mengenai pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan pada campuran panas Laston *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC).
2. Menambah wawasan kepada peneliti mengenai variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan pada campuran panas Laston *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC).

#### **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini mencakup hal – hal sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya dilakukan di laboratorium dengan bahan yang telah ditentukan.
2. Jenis lapisan yang ditinjau adalah Laston (AC – WC) dengan menggunakan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2.
3. Pemeriksaan material berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).
4. Pegujian campuran menggunakan metode *marshall* untuk mengetahui nilai – nilai parameter *marshall*.
5. Material yang diambil berasal dari *Quarry* Takari milik PT. Bumi Indah.
6. Aspal yang digunakan adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70.
7. Variasi suhu diambil 2 variasi yaitu pada suhu 130°C dan 150°C.
8. Variasi jumlah tumbukan diambil 3 variasi yaitu 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85.

## 1.6 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mempunyai keterkaitan dengan penelitian terdahulu, yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu**

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
1.	Yohanes Engelbertus Seran (2015)	Pemanfaatan Material Dari Quarry Benenain Sebagai Bahan Campuran Laston (AC-BC) Berdasarkan Metode Marshall Dengan Pengaruh Variasi Tumbukan Terhadap Pematatan Berat	Melakukan Pengujian pengaruh variasi tumbukan dengan menggunakan metode Marshall	Peneliti terdahulu melakukan variasi tumbukan saja yaitu 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-BC, sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pematatan yaitu 130°C dan 150°C dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC. Peneliti terdahulu menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010, sedangkan penelitian ini menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2	Setelah melakukan pengujian dan perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa : Pada pengujian campuran aspal AC-BC menggunakan agregat dari Quarry Benenain dengan metode Marshall didapat kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,65% dengan pengaruh variasi tumbukan terhadap pematatan berat memenuhi sifat – sifat Marshall seperti pada tabel 5.1. Berdasarkan tabel 5.1 nilai Stabilitas akan menurun pada saat jumlah tumbukan dikurangi sebanyak 2 x 65 tumbukan sehingga <i>flow</i> meningkat. Hal ini akan berdampak pada sifat campuran mudah lentur yang ditunjukkan pada nilai MQ. Nilai VMA yang lebih rendah akan berdampak pada durabilitas. Nilai VIM juga rendah dibandingkan pada saat jumlah

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>tumbukan sesuai standar yakni 2 x 75 tumbukan. Hal ini menyebabkan campuran akan mengalami <i>bleeding</i>. Nilai VFA lebih tinggi dari jumlah tumbukan standar juga dapat menyebabkan campuran akan mudah mengalami <i>bleeding</i>. Pada saat jumlah tumbukan ditambah sebanyak 2 x 85 tumbukan, nilai stabilitas meningkat dan nilai <i>flow</i> menurun. Hal ini akan berdampak pada sifat campuran yang kaku dan akan mudah mengalami retak. Nilai VMA lebih tinggi dibandingkan jumlah tumbukan sesuai standar yakni 2 x 75 tumbukan. Hal ini akan berdampak pada stabilitas campuran tersebut. Nilai VIM yang tinggi akan menyebabkan campuran menjadi kurang rapat sehingga akan mudah terjadi pengelupasan permukaan. Nilai VFA lebih kecil akan menyebabkan campuran mudah mengalami retak karena <i>film</i> aspal yang tipis.</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall, diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi</p>



No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.
2	Albertus Wahyu Anindityo (2011)	Analisa Pengaruh Variasi Tempertur Pada Proses Pemadatan Campuran Aspal Beton	Melakukan pengujian pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan dengan menggunakan metode marshall	Peneliti terdahulu melakukan variasi suhu 90°C, 100°C, 110°C dan 120°C dengan variasi tumbukan 2 x 75 dan 2 x 90 serta variasi gradasi terhadap campuran Laston dan Lataston. Sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pemadatan yaitu 130°C dan 150°C dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC. Peneliti terdahulu menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga (1989) dan SNI no. 1737-1989-F, sedangkan penelitian ini menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2	<p>Dari penelitian pengaruh variasi temperatur pada proses pemadatan terhadap kinerja campuran aspal beton, dapat disimpulkan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengaruh variasi temperatur pada proses pemadatan campuran gradasi menerus. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Untuk campuran dengan gradasi menerus yang dipadatkan dengan jumlah tumbukan 2 x 75, rata – rata menunjukkan peningkatan nilai deformasi setelah bertambahnya temperatur pemadatan diatas temperatur normal (<math>\pm 105^{\circ}\text{C}</math>). Nilai deformasi tertinggi diperoleh pada temperatur 110°C dan kembali menurun pada 120°C.</li> </ol> </li> </ol>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>b. Untuk campuran dengan gradasi menerus yang dipadatkan dengan jumlah tumbukan 2 x 90, rata – rata menunjukkan penurunan nilai deformasi setelah temperatur pemadatan dinaikkan dari 105°C menjadi 110°C. Namun pada temperatur 120°C, nilai deformasi menjadi tinggi kembali hingga mencapai nilai tertinggi.</p> <p>c. Kenaikkan temperatur akan menyebabkan nilai VMA semakin turun hingga temperatur normal campuran saat dipadatkan (<math>\pm 110^\circ\text{C}</math>). Namun begitu temperatur dinaikkan menjadi 120°C, nilai VMA kembali naik. Hal ini disebabkan pada temperatur tersebut, viskositas aspal yang menjadi tinggi, sehingga pada saat dipadatkan sulit dalam penyusunan</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>butiran agregat dalam campuran, yang mengakibatkan volume rongga diantara partikel agregat menjadi besar. Persamaan kurva yang diperoleh adalah sebagai berikut :</p> <p>VMA 2 x 75 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,0018x^2 - 0,407x + 41,132</math>, <math>R^2 = 0,9467</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,0028x^2 - 0,6332x + 53,961</math>, <math>R^2 = 0,9541</math></p> <p>VMA 2 x 90 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,004x^2 - 0,8241x + 60,275</math>, <math>R^2 = 0,8146</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,0052x^2 - 1,0512x + 71,282</math>, <math>R^2 = 0,9708</math></p> <p>d. Kenaikkan temperatur akan menyebabkan nilai VIM semakin turun dan kembali naik pada temperatur 120°C. Hal ini</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>dikarenakan pada saat pemadatan dengan temperatur tersebut viskositas aspal tinggi, sehingga mengakibatkan rongga udara dalam campuran menjadi besar. Seiring meningkatnya temperatur pemadatan sampai 110°C, penyusunan butiran agregat menjadi lebih mudah karena viskositas aspal menurun. Persamaan kurva yang diperoleh adalah sebagai berikut :</p> <p>VIM 2 x 75 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,0021x^2 - 0,4726x + 31,646</math>, <math>R^2 = 0,9467</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,0033x^2 - 0,7352x + 46,542</math>, <math>R^2 = 0,9541</math></p> <p>VIM 2 x 90 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,0047x^2 - 0,9569x + 53,874</math>, <math>R^2 = 0,8146</math></p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>Chi Square : Persamaan <math>y = 0,0061x^2 - 1,2206x + 66,654</math>, <math>R^2 = 0,9708</math></p> <p>e. Kenaikkan temperatur pemadatan dari 90°C hingga 120°C akan menyebabkan nilai stabilitas meningkat untuk kedua macam jumlah tumbukan. Pemadatan yang dilakukan pada temperatur 90°C mengakibatkan proses penyusunan butiran agregat terselimuti aspal, sehingga menghasilkan kepadatan yang rendah selanjutnya tahanan gesek campuran rendah dan akhirnya stabilitas yang rendah. Dengan meningkatnya temperatur, maka kepadatan dan tahanan gesek meningkat, dan pada akhirnya stabilitas meningkat juga. Persamaan kurva yang diperoleh adalah sebagai berikut :</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>Stabilitas 2 x 75 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,4031x^2 + 72,886x + 4674,8</math>, <math>R^2 = 0,9048</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,5626x^2 - 108,2x + 6691,2</math>, <math>R^2 = 0,706</math></p> <p>Stabilitas 2 x 90 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,0617x^2 - 15,171x + 626,96</math>, <math>R^2 = 0,9997</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,0426x^2 + 22,63x - 1120,3</math>, <math>R^2 = 0,9793</math></p> <p>f. Kenaikkan temperatur pemadatan dari 90°C hingga 120°C akan menyebabkan menurunnya nilai flow campuran dengan gradasi menerus. Seiring meningkatnya temperatur pemadatan, penyusunan butiran agregat menjadi lebih mudah, stabilitas tinggi, meningkatnya kekakuan campuran,</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>dan pada akhirnya akan mempekecil nilai flow. Persamaan kurva yang di peroleh adalah sebagai berikut :</p> <p>Flow 2 x 75 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = -0,0021x^2 + 0,4305x - 18,382</math>, <math>R^2 = 0,4733</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = -0,0021x^2 + 0,4337x - 18,087x</math>, <math>R^2 = 0,6282</math></p> <p>Flow 2 x 90 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,0011x^2 - 0,2694x + 19,007</math>, <math>R^2 = 0,772</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,0011x^2 - 0,3337x + 22,849</math>, <math>R^2 = 0,879</math></p> <p>g. Kenaikkan temperatur pemadatan dari 90°C hingga 120°C akan menyebabkan meningkatnya nilai marshall quotient campuran dengan gradasi menerus. Marshall Quotient yang merupakan perbandingan</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>antara stabilitas dan flow, sehingga apabila nilai stabilitas meningkat, dan nilai flow menurun, maka nilai MQ akan menunjukkan peningkatan. Semakin besar nilai MQ, maka campuran akan semakin kaku dan tahan terhadap deformasi plastis. Persamaan kurva yang diperoleh adalah sebagai berikut :</p> <p>MQ 2 x 75 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 0,3362x^2 - 66,413x + 3650,9</math>, <math>R^2 = 0,9539</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 0,3133x^2 - 61,238x + 3379,5</math>, <math>R^2 = 0,9636</math></p> <p>MQ 2 x 90 Menerus  Data Asli : Persamaan <math>y = 3,4501x^2 + 118,46x + 205,9</math>, <math>R^2 = 0,96</math>  Chi Square : Persamaan <math>y = 1,8846x^2 + 142,12x + 189,89</math>, <math>R^2 = 0,9723</math></p>



No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>2. Pengaruh variasi temperatur pada proses pemadatan campuran dengan gradasi senjang.</p> <p>a. Untuk campuran dengan gradasi senjang yang dipadatkan dengan jumlah tumbukan 2 x 75, rata-rata menunjukkan peningkatan nilai deformasi setelah bertambahnya temperatur pemadatan diatas temperatur normal menjadi 120°C. Namun nilai deformasi tertinggi diperoleh pada temperatur 90°C dalam rentang temperatur yang ada.</p> <p>b. Kenaikkan temperatur akan menyebabkan nilai VMA semakin turun hingga temperatur normal campuran saat dipadatkan (<math>\pm 110^\circ\text{C}</math>). Namun begitu temperatur dinaikkan menjadi 120°C, nilai VMA kembali naik. Hal ini disebabkan pada temperatur</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>tersebut, viskositas aspal yang menjadi tinggi, sehingga pada saat dipadatkan sulit dalam penyusunan butiran agregat dalam campuran, yang mengakibatkan volume rongga diantara partikel agregat menjadi besar.</p> <p>c. Kenaikkan temperatur akan menyebabkan nilai VIM semakin turun dan naik kembali pada temperatur 120°C. Hal ini dikarenakan pada saat pemadatan dengan temperatur tersebut viskositas aspal tinggi, sehingga mengakibatkan rongga udara dalam campuran menjadi besar. Seiring meningkatnya temperatur pemadatan sampai 110°C, penyusunan butiran agregat menjadi lebih mudah karena viskositas aspal menurun.</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>d. Kenaikkan temperatur pemadatan dari 90°C hingga 120°C akan menyebabkan nilai stabilitas meningkat. Pemadatan yang dilakukan pada temperatur 90°C mengakibatkan proses penyusunan butiran agregat terselimuti aspal, sehingga menghasilkan kepadatan yang rendah, selanjutnya tahanan gesek campuran rendah dan akhirnya stabilitas yang rendah. Dengan meningkatnya temperatur, maka kepadatan dan tahanan gesek meningkat, dan pada akhirnya stabilitas meningkat juga.</p> <p>e. Kenaikkan temperatur pemadatan dari 90°C hingga 120°C akan menyebabkan menurunnya nilai flow campuran dengan gradasi senjang. Seiring meningkatnya temperatur pemadatan, menyebabkan</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>viskositas aspal menurun sehingga pada proses pemadatan penyusunan butiran agregat menjadi lebih mudah, stabilitas tinggi, meningkatnya kekakuan campuran, dan pada akhirnya akan memperkecil nilai flow.</p> <p>f. Kenaikkan temperatur pemadatan dari 90°C hingga 120°C akan menyebabkan meningkatnya nilai Marshall Quotient campuran dengan gradasi senjang. Oleh karena nilai stabilitas meningkat, dan nilai flow menurun, maka nilai MQ akan menunjukkan peningkatan. Semakin besar nilai MQ, maka campuran akan semakin kaku dan tahan terhadap deformasi plastis.</p> <p>Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall, diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.
3	1 Nasir Bumulo 2 Ilyas Ichsan 3 Nurhayati Doda 4 Sri Rahma Pakaya 5 Wawan Rauf (2022)	Analisis Pengaruh Variasi Tumbukan Terhadap Pemasatan Pada Campuran Aspal AC-BC (Asphalt Concrete- Binder Course)	Melakukan Pengujian pengaruh variasi tumbukan dengan menggunakan metode Marshall dan menggunakan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2	Peneliti terdahulu melakukan variasi tumbukan saja yaitu 2 x 65, 2 x 70, 2 x 75, 2 x 80 dan 2 x 85 pada campuran aspal AC - BC, sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pematatan yaitu 130°C dan 150°C dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC.	Pada tumbukan 2 x 65, 2 x 70, 2 x 75, 2 x 80, dan 2 x 85 dengan kadar aspal optimum 5,5%, untuk nilai stabilitas optimum ada pada tumbukan 2 x 70 dengan nilai 2054,42 kg. Untuk nilai flow, semakin banyak tumbukan yang diberikan maka akan semakin tinggi pula nilai flow yang dihasilkan. Untuk nilai VMA (Rongga dalam agregat), VIM (Rongga dalam campuran) dan marshall quotient (MQ) memiliki nilai optimum pada masing – masing besaran pada tumbukan 2 x 70. Dan untuk VFB (Rongga terisi aspal) setiap tumbukan memiliki nilai berbeda – beda tetapi masih memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan yaitu Min 65%.  Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall,

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
4	Ismail Fahmi (2022)	Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Aspal Terhadap Nilai Karakteristik Marshall	Melakukan pengujian variasi jumlah tumbukan dengan menggunakan metode marshall dan menggunakan jenis campuran Laston (AC-WC)	Peneliti terdahulu melakukan variasi tumbukan saja yaitu 2 x 65, 2 x 70, 2 x 75, 2 x 80 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC – WC, sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pemadatan yaitu 130°C dan 150°C dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC. Peneliti terdahulu menggunakan standar Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Divisi 6, sedangkan penelitian ini menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2	<p>1. Berdasarkan hasil pengujian mengenai pengaruh variasi tumbukan campuran lapis AC – WC terhadap nilai karakteristik Marshall diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :</p> <p>a. Nilai stabilitas optimum pada variasi tumbukan 2 x 85, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi tumbukan 2 x 65. Pada variasi tumbukan terjadi variasi nilai stabilitas <i>Marshall</i>, hal ini membuktikan semakin tinggi atau semakin rendah tumbukan sangat berpengaruh pada nilai stabilitas <i>marshall</i>.</p> <p>b. Seiring bertambahnya jumlah tumbukan semakin bervariasi nilai <i>flow</i>, hal ini dipengaruhi pada jumlah tumbukan yang semakin tinggi menyebabkan kepadatan yang lebih.</p> <p>c. Nilai <i>Marshall Quotient</i> optimum pada variasi tumbukan 2 x 85 sebesar 455</p>



No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>Kg/mm, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi tumbukan 2 x 65 sebesar 217 Kg/mm. Pada variasi tumbukan 2 x 75 ke 2 x 85 mengalami peningkatan nilai <i>Marshall Quotient</i>, hal ini diperkirakan dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan kelelahan (<i>flow</i>), dimana nilai <i>Marshall Quotient</i> ini dari hasil bagi nilai stabilitas dan nilai <i>flow</i>.</p> <p>d. Nilai VMA optimum terdapat pada tumbukan 2 x 65 sebesar 17,51%, sedangkan nilai minimum terdapat pada tumbukan 2 x 85 sebesar 13,12%. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi jumlah tumbukan maka rongga dalam agregat semakin sedikit, akibat terlalu padat.</p> <p>e. Nilai VIM tertinggi terdapat pada tumbukan 2 x 65 sebesar 8,09%, sedangkan nilai minimum terdapat pada tumbukan 2 x 70 sebesar 2,87%. Hal ini</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>diperkirakan terjadi karena jumlah tumbukan yang terlalu rendah mengakibatkan rongga dalam campuran dalam campuran semakin tinggi. Nilai VIM semakin tinggi dapat mengakibatkan keretakan ketika diberi beban karena rongga yang terlalu besar dalam campuran.</p> <p>f. Nilai VFA tertinggi terdapat pada tumbukan 2 x 70 sebesar 79,03%, sedangkan nilai minimum terdapat pada tumbukan 2 x 65 sebesar 53,78%. Nilai VFA dapat dipengaruhi oleh jumlah tumbukan, dimana dengan meningkatnya jumlah tumbukan maka nilai VFA akan meningkat. Jumlah tumbukan yang terlalu tinggi akan mengurangi rongga udara sehingga aspal yang mengisi campuran semakin besar.</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>2. Berdasarkan hasil rekapitulasi Perhitungan Parameter <i>Marshall</i>, yang hampir memenuhi Parameter <i>Marshall</i> adalah tumbukan 2 x 75. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar atau semakin kecil jumlah tumbukan akan berpengaruh pada Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> yang dihasilkan. Dimana jumlah tumbukan yang sesuai spesifikasi pemadatan LASTON AC – WC adalah 2 x 75 tumbukan.</p> <p>Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall, diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.</p>
5	1. Wirdatun N. Putri, ST.,MT 2. Efri D. E.Ritonga, ST.,MT	Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Campuran HRS-WC Dengan Filler Abu Sinabung	Melakukan pengujian variasi suhu pemadatan dengan menggunakan metode marshall dan menggunakan	Peneliti terdahulu melakukan variasi suhu pemadatan saja yaitu 90°C, 100°C dan 120°C pada campuran HRS-WC dengan filler abu sinabung, sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pemadatan yaitu 130°C dan 150°C	Berdasarkan hasil pengamatan nilai stabilitas campuran HRS-WC dan pendekatan uji karakteristik marshall dengan variasi suhu pemadatan 90°C, 100°C dan 120°C dengan benda uji berat 1185 gr, 1188 gr dan 1188,2 gr menghasilkan nilai stabilitas sebesar 750

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
	(2021)		Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2	dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC.	<p>kg, 804 kg dan 1010 kg, yang mana nilai ini sudah memenuhi stabilitas campuran HRS-WC 600 kg.</p> <p>Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall, diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85.</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.
6	1 Sandhika Y. Panggara 2 Alpius 3 Louise E. Radjawane (2022)	Variasi Suhu Pematatan Campuran AC-Base Menggunakan Batu Sungai Seriti, Kabupaten Luwu	Melakukan pengujian variasi suhu pematatan dengan menggunakan metode marshall	Peneliti terdahulu melakukan pengujian variasi suhu pematatan saja yaitu 90°C, 100°C, 110°C, 120°C dan 130°C pada campuran AC-Base, sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pematatan yaitu 130°C dan 150°C dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC. Peneliti terdahulu menggunakan standar Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018, sedangkan penelitian ini menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2	1. Pengaruh variasi suhu pematatan diperoleh suhu optimum 130°C memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 dengan nilai parameter Marshall yang diperoleh memiliki nilai stabilitas 2315,7 kg, flow 4,20, VIM 3,41%, VMA 13,95 % VFA 75,57%. 2. Nilai stabilitas sisa dari hasil pengujian Marshall Immersion sebesar 96,6%. Dengan kadar aspal 4,5% pada suhu optimum 130°C memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yaitu $\geq 90\%$ .

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>3. Hasil pengujian diperoleh suhu optimum 130°C dan telah memenuhi standar sehingga dapat digunakan untuk pembangunan prasarana jalan di Seriti yang memiliki cuaca panas sehingga pada saat penghamparan dan pemadatan dapat maksimal karena penurunan temperatur aspal yang lambat akibat cuaca panas.</p> <p>Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall, diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.
7	Gunawan Tarigan (2018)	Pengaruh Temperatur Pematatan Terhadap Marshall Properties	Melakukan pengujian variasi suhu pematatan dengan menggunakan metode marshall dan menggunakan jenis campuran Laston (AC-WC)	Peneliti terdahulu melakukan pengujian variasi suhu pematatan saja yaitu 50°C, 70°C, 90°C, 110°C dan 130°C, sedangkan penelitian ini melakukan variasi suhu pematatan yaitu 130°C dan 150°C dengan variasi tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 pada campuran Laston AC-WC. Peneliti terdahulu	Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti yang telah disampaikan sebelumnya dapat diambil suatu kesimpulan dari hasil analisa uji marshall sebagai berikut:  1. Dari semua nilai parameter marshall yang memenuhi persyaratan adalah pada kadar aspal 5,50 – 6,00%, sehingga



No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
				<p>menggunakan standar Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010, sedangkan penelitian ini menggunakan standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, Revisi 2</p>	<p>didapat kadar aspal optimum pada nilai tengah rentang batas diatas adalah 5,70%</p> <p>2. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai karakteristik uji marshall memberikan hasil bahwa semakin turunnya temperatur nilai stabilitas semakin turun dan untuk nilai flownya semakin turun.</p> <p>Sedangkan pada pengujian ini diperoleh kadar aspal optimum 6,10% dengan pengaruh variasi suhu dan variasi jumlah tumbukan terhadap parameter marshall, diperoleh hasil pada saat suhu 130°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65 tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai flow menjadi tinggi bahkan melebihi batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu 2 – 4 mm, sehingga campuran akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur (<i>ruting</i>) karena perkerasan bersifat lembek sehingga kurang mampu mendukung beban. Sedangkan dengan meningkat jumlah</p>

No.	Nama	Judul	Persamaan	Perbedaan	Hasil
					<p>tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85 pada suhu 130°C memenuhi standar spesifikasi. Pada saat suhu dinaikkan 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, nilai flow lebih tinggi dari tumbukan 2 x 75 dan 2 x 85. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi jumlah tumbukan dikurangi campuran tidak begitu padat sehingga mudah terjadi perubahan bentuk apabila terkena beban. Walaupun demikian nilai flow dari suhu 150°C dengan jumlah tumbukan 2 x 65, 2 x 75 dan 2 x 85 memenuhi standar spesifikasi.</p>