



# JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH FILLER ABU CANGKANG KOPI PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DAN ASPAL POLYMER SEBAGAI BAHAN PENGIKAT**  
(Ahmad Daudy, Sulaiman AR, Khairul Miswar)
2. **PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC-WC**  
(Elsa Fahira, Syarwan, Teuku Riyadsyah)
3. **ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN (STUDI KASUS JALAN GAMPONG AREE-REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE)**  
(Farhan Muzhaffar, Miswar, Mirza Fahmi)
4. **STUDI KAPASITAS PARKIR PADA RUMAH SAKIT UMUM DEARAH DR. FAUZIAH BIREUEN KABUPATEN BIREUEN**  
(Ghulam Ali Sauki, Gustina Fitri, Kurniati)
5. **STUDI PERHITUNGAN ANGGARAN PELAKSANAAN DAN METODE PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN KAMPUNG ATU LINTANG-ARUL TUPIS KABUPATEN ACEH TENGAH**  
(Ichsan Febrianda, Ismail, Fauzi A Gani)
6. **RENCANA ANGGARAN BIAYA PEKERJAAN DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PELEBARAN JALAN BIREUEN-TAKENGON**  
(Lukmanul Hakim, Chairil Anwar, Faisal Rizal)
7. **ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT**  
(Muhammad Ichwanul Khairi, Zulfikar Makam, Abdul Muhyi)
8. **PENERAPAN K3 PADA PEKERJAAN ABUTMEN JEMBRAN ALUE SEUMAKEUM KEC. MUARA DUA KOTA LHOKEUMAWE**  
(Muhammad Zamzami, Aiyub, Irham)
9. **KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN**  
(Putri Ariza, Mulizar, Muhammad Reza)
10. **PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC-BC PADA SUHU 80° TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**  
(Zaki Nur, Gusrizal, Rizal Syahyadi)

# JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

## Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

### Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

### Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Politeknik Negeri Lhokseumawe

### Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

### Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

### Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Dr. Ir. Yuhanis Yunus, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

### Penyunting Pelaksana

Ibrahim, S.T., M.T.

### Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

### Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

### Alamat:

Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata  
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90  
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

# JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

## Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

### DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi .....	ii
Pengantar Redaksi .....	iii
<b>1. PENGARUH FILLER ABU CANGKANG KOPI PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DAN ASPAL POLYMER SEBAGAI BAHAN PENGIKAT</b> (Ahmad Daudy, Sulaiman AR, Khairul Miswar) .....	1-6
<b>2. PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC-WC</b> (Elsa Fahira, Syarwan, Teuku Riyadsyah) .....	7-14
<b>3. ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN (STUDI KASUS JALAN GAMPONG AREE-REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE)</b> (Farhan Muzhaffar, Miswar, Mirza Fahmi).....	15-20
<b>4. STUDI KAPASITAS PARKIR PADA RUMAH SAKIT UMUM DEARAH DR. FAUZIAH BIREUEN KABUPATEN BIREUEN</b> (Ghulam Ali Sauki, Gustina Fitri, Kurniati).....	21-27
<b>5. STUDI PERHITUNGAN ANGGARAN PELAKSANAAN DAN METODE PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN KAMPUNG ATU LINTANG-ARUL TUPIS KABUPATEN ACEH TENGAH</b> (Ichsan Febrianda, Ismail, Fauzi A Gani) .....	28-32
<b>6. RENCANA ANGGARAN BIAYA PEKERJAAN DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PELEBARAN JALAN BIREUEN-TAKENGON</b> (Lukmanul Hakim, Chairil Anwar, Faisal Rizal).....	33-41
<b>7. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT</b> (Muhammad Ichwanul Khairi, Zulfikar Makam, Abdul Muhyi) .....	42-45
<b>8. PENERAPAN K3 PADA PEKERJAAN ABUTMEN JEMBATAN ALUE SEUMAKEUM KEC. MUARA DUA KOTA LHOKSEUMAWE</b> (Muhammad Zamzami, Aiyub, Irham) .....	46-51
<b>9. KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN</b> (Putri Ariza, Mulizar, Muhammad Reza).....	52-59
<b>10. PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC-BC PADA SUHU 80° TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL</b> (Zaki Nur, Gusrizal, Rizal Syahyadi).....	60-67
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah .....	68

# JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

## Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

### PENGANTAR REDAKSI

*Assalamualaikum wr wb.*

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 06 Nomor 01 Edisi Maret 2023 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 06 Nomor 01 Edisi Maret 2023 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

**Redaksi**

# PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC – BC PADA SUHU 80°C TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

**Zaki Nur<sup>1</sup>, Gusrizal<sup>2</sup>, Rizal Syahyadi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,  
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: [zakinursm@gmail.com](mailto:zakinursm@gmail.com)

<sup>2</sup> Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,  
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: [gusrizalsipil60@pnl.ac.id](mailto:gusrizalsipil60@pnl.ac.id)

<sup>3</sup> Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,  
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: [rizal\\_syahyadi@pnl.ac.id](mailto:rizal_syahyadi@pnl.ac.id)

## ABSTRAK

Aspal mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu, karena aspal adalah material yang termoplastis. Aspal akan menjadi keras apabila suhu berkurang dan akan menjadi lunak apabila suhu bertambah. Setiap jenis aspal memiliki kepekaan yang berbeda-beda terhadap suhu, karena keadaan tersebut dipengaruhi oleh kandungan kimiawi aspal itu sendiri. Dalam uraian tersebut pengujian melakukan penelitian aspal pada suhu 80°C. Tujuan mengetahui karakteristik *marshall* campuran AC – BC pada suhu 80°C dengan variasi jumlah tumbukan pemadatan. Penelitian ini mengikuti standar Bina Marga 2018 dan SNI 06-2489-1991. Variasi kadar aspal ideal yang digunakan yaitu 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5%. Hasil pengujian Marshall diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,75%. Pembuatan benda uji menggunakan kadar aspal optimum pada suhu 80°C dengan jumlah variasi tumbukan pemadatan yaitu 2 x 75, 2 x 100, 2 x 110, 2 x 120. Hasil *Marshall Test* dari variasi penambahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C didapati nilai VMA dan VIM cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jumlah tumbukan pada saat pemadatan. Sedangkan untuk nilai Stabilitas, VFB, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ) cenderung meningkat.

**Kata Kunci:** Suhu, Variasi Tumbukan, Laston AC – BC, Karakteristik Marshall.

## I. PENDAHULUAN

Pelaksanaan pembangunan jalan sering terjadi berbagai kendala dan masalah, terutama pada tahap pengaspalan lokasi pekerjaan yang berjauhan jarak dengan AMP (*Asphalt Mixing Plant*). Pada keadaan tertentu campuran aspal beton ketika tiba di lokasi pekerjaan sulit untuk menjaga stabilitas suhu sesuai yang disyaratkan, apalagi bila terjadi hal yang menghambat proses penghamparan aspal dilapangan sehingga pada saat melakukan pemadatan tidak optimal dan nilai stabilitas dari parameter uji akan berkurang. Pada pelaksanaan penghamparan aspal, suhu merupakan salah satu unsur penting yang harus diperhatikan, terutama suhu pada saat pemadatan awal, suhu pada saat pemadatan antara, dan suhu pada saat pemadatan akhir.

Pada pekerjaan pemadatan aspal, selain dipengaruhi oleh suhu juga dipengaruhi oleh tingkat kekasaran agregat dan jenis campuran yaitu AC–Base, AC–BC, dan AC–WC. Semakin halus gradasi agregat semakin mudah aspal dipadatkan pada suhu normal, pada kondisi dibawah suhu normal kemungkinan untuk melakukan pemadatan aspal secara normal tidak bisa optimal, sehingga akan mempengaruhi nilai stabilitas dari parameter uji campuran aspal tersebut. Pemadatan itu sendiri didefinisikan sebagai proses yang mana partikel-partikel solid dirapatkan secara mekanis sehingga volume rongga dalam campuran mengecil dan kepadatan campuran meningkat dan mengatur distribusi partikel agregat dalam campuran sehingga menghasilkan konfigurasi agregat optimum dalam mencapai kepadatan yang ditargetkan.

Tujuan yang ingin di capai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik *marshall* campuran laston AC-BC pada suhu 80°C dengan variasi penambahan jumlah tumbukan pemadatan.

## II. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian ekperimental karena penelitian ini sengaja melakukan rekayasa terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara yang dapat mempengaruhi variabel tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung (*participant*) di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data utama yang dikumpulkan secara langsung melalui berbagai macam pengujian yang dilakukan dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian tersebut meliputi pengujian sifat fisis agregat berupa pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar, pengujian berat isi agregat, pengujian keausan agregat, pengujian kelekatan aspal terhadap agregat dan pengujian sifat fisis aspal yang meliputi pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi aspal, pengujian titik lembek aspal.

Data sekunder adalah data pendukung yang diperlukan dalam penelitian seperti pemeriksaan angka koreksi benda uji, angka kalibrasi alat dan sebagainya. Data sekunder dapat diambil dari hasil penelitian sebelumnya yang masih berhubungan dengan penelitian tersebut.

Sampel yang diuji dalam penelitian ini berjumlah 33 Sampel yang merupakan keseluruhan dalam variasi yang akan diuji pada parameter marshall dengan 15 sampel benda uji untuk mencari kadar aspal optimum dan 18 benda uji variasi jumlah tumbukan pada suhu 80°C sebagai berikut:

Tabel 1. Rancangan benda uji variasi kadar aspal tengah

No	Kadar Aspal	Jumlah benda uji
1	(Pb + 1)	3
2	(Pb + 0,5)	3
3	Pb	3
4	(Pb - 0,5)	3
5	(Pb - 1)	3
<b>Jumlah Total Benda Uji</b>		<b>15</b>

Setelah didapat kadar aspal optimum, maka selanjutnya dibuat variasi persentase jumlah pemadatan dibawah suhu 100°C yaitu suhu 80°C dengan jumlah tumbukan 2 x 75, suhu 80°C dengan jumlah tumbukan 2 x 100, suhu 80°C dengan jumlah tumbukan 2 x 110 dan suhu 80°C dengan jumlah tumbukan 2 x 120.

Tabel 2. Rancangan benda uji variasi jumlah tumbukan pemadatan suhu 80°C

No	Kadar Aspal	Suhu Pemadatan	Jumlah Tumbukan	Jumlah benda uji
1	KAO	150°C	2 x 50	6
2	KAO	80°C	2 x 75	3
3	KAO	80°C	2 x 100	3
4	KAO	80°C	2 x 110	3
5	KAO	80°C	2 x 120	3
<b>Jumlah Total Benda Uji</b>				<b>18</b>

Dalam menganalisa data yang menunjukkan hubungan antara parameter *marshall* dengan bahan pengikat (aspal) maka digunakan korelasi sederhana. Korelasi sederhana adalah uji untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel dan untuk mengetahui arah hubungan yang terjadi dengan alat analisis *correlate* dan *t-test*. Dari hasil pengujian *marshall*, diperoleh karakteristik campuran aspal beton AC-BC berupa Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFB, Kepadatan, dan MQ. Selanjutnya diplot ke dalam grafik hubungan antara kadar aspal dengan Stabilitas, *Flow*. VIM, VMA, VFB, Kepadatan, dan MQ. Analisa data dilakukan dengan menggunakan regresi linear dengan bantuan *Software Microsoft Excel 2010*. Dari hasil analisa ini menjadi suatu simpulan terkait kelayakan penelitian ini digunakan secara aktual pada masyarakat umum.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diperoleh komposisi gradasi campuran maka dapat dihitung nilai dari kadar aspal tengah (Pb) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Pb} &= 0,035 (\% \text{ CA}) + 0,045 (\% \text{ MA}) + 0,18 (\% \text{ FF}) + \text{K} \\ &= 0,035(60,5) + 0,045(33,5) + 0,18(6,0) + 0,8 \\ &= 5,5\% \end{aligned}$$

Maka persentase kadar aspal untuk benda uji Pb adalah 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%. Hasil pengujian percobaan *marshall* untuk benda uji variasi kadar aspal tengah (Pb) dengan jumlah tumbukan sebanyak 2 x 75 diperoleh nilai parameter Marshall seperti diperlihatkan pada Tabel 3 Sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian *marshall* pada variasi kadar aspal tengah

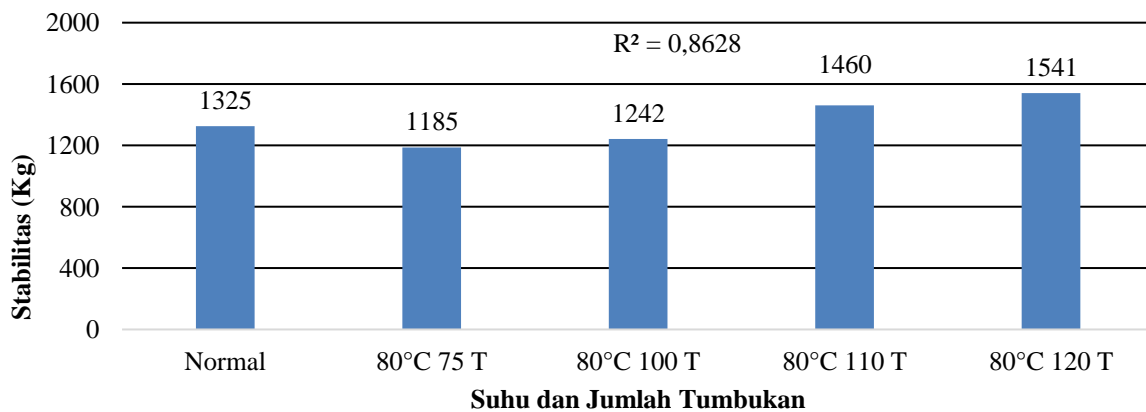
No	Parameter Marshall	Variasi Kadar Aspal					Spesifikasi
		4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	
1	Stabilitas (kg)	1549,80	1734,92	1693,07	1386,03	1037,89	> 800
2	Flow (mm)	2,27	2,53	2,97	3,40	3,62	> 2-4 mm
3	Density (gr/cm <sup>2</sup> )	2,38	2,36	2,36	2,36	2,35	> 2 cm <sup>2</sup>
4	VIM (%)	5,20	4,91	4,41	3,82	3,37	3 – 5 %
5	VFB (%)	81,87	81,33	81,18	81,22	80,99	> 65 %
6	VMA (%)	12,93	13,76	14,41	14,96	15,64	> 14 %
7	MQ (kN/mm)	683,40	689,28	575,51	407,96	289,38	> 250 kg/mm

Berdasarkan parameter *Marshall* pada Tabel 1, kemudian dievaluasikan sehingga didapatkan kadar aspal optimum dengan sistem *Range overlapping* dan didapati hasil yaitu sebesar 5,75 %. Dari hasil pengujian *marshall* yang dilakukan pada kadar aspal optimum dengan variasi penambahan jumlah pemadatan maka diperoleh hasil seperti diperlihatkan dalam bentuk Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian Marshall pada kadar aspal optimum

No	Parameter Marshall	Kadar Aspal Optimum 5,75 %					Spesifikasi
		Suhu Normal	Suhu 80°C 2 x 75 Tumbukan	Suhu 80°C 2 x 100 Tumbukan	Suhu 80°C 2 x 110 Tumbukan	Suhu 80°C 2 x 120 Tumbukan	
1	Stabilitas (kg)	1324,96	1185,04	1241,69	1460,05	1541,47	> 800
2	Flow (mm)	2,57	2,33	2,43	2,83	2,97	> 2-4 mm
3	Density (gr/cm <sup>2</sup> )	2,35	2,27	2,31	2,36	2,36	> 2 cm <sup>2</sup>
4	VIM (%)	4,40	7,86	5,97	4,20	3,86	3 – 5%
5	VFB (%)	80,67	74,14	77,70	81,04	81,68	> 65 %
6	VMA (%)	14,93	18,01	16,33	14,76	14,46	> 14 %
7	MQ (kN/mm)	517,35	510,89	515,35	519,57	523,62	> 250 kg/mm

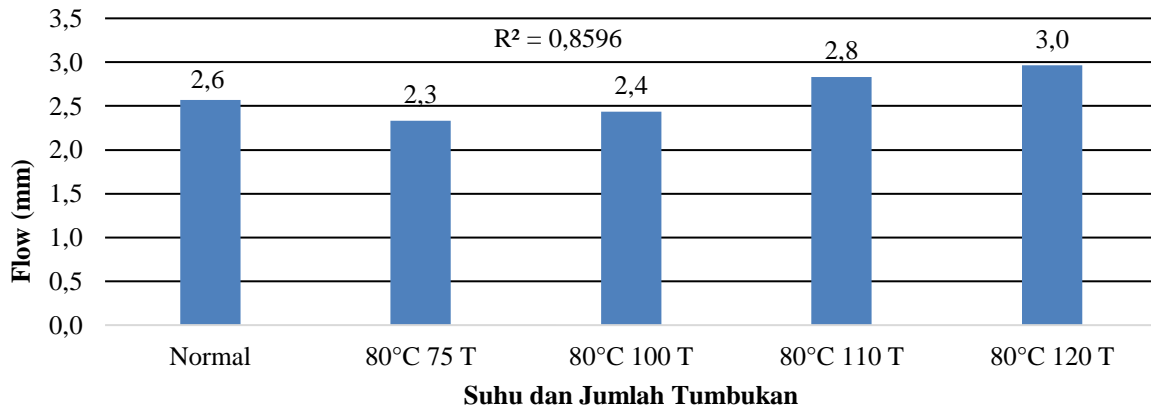
Hubungan nilai parameter Marshall dengan suhu dan jumlah tumbukan dapat dilihat pada Gambar 1 s.d Gambar 7.



Gambar 1. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

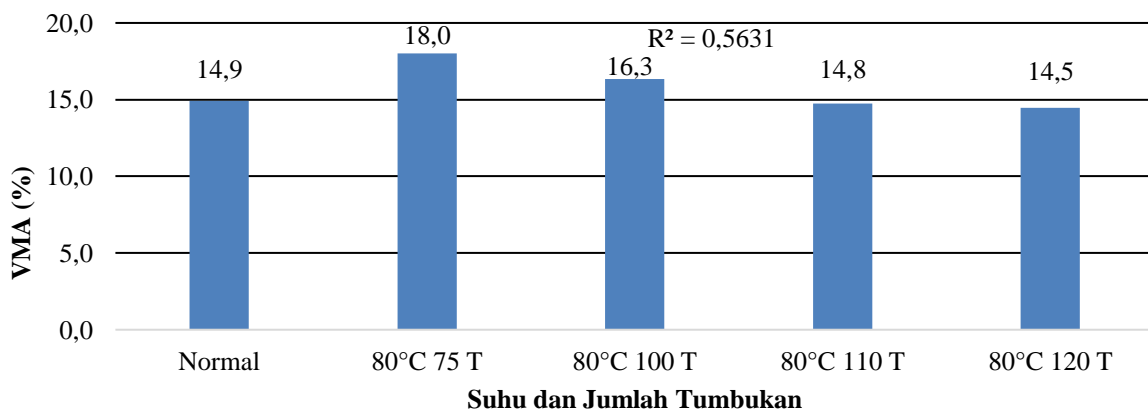
Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukur dikalikan dengan nilai kalibrasi *proving ring*, dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji. Kenaikan nilai stabilitas menunjukkan benda uji yang dihasilkan lebih kaku, sedangkan penurunan nilai stabilitas menunjukkan bahwa benda uji yang dihasilkan lebih lunak dan lemah dalam menerima beban. Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan didapati nilai stabilitas seperti terlihat di gambar 1. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan peningkatan nilai stabilitas.





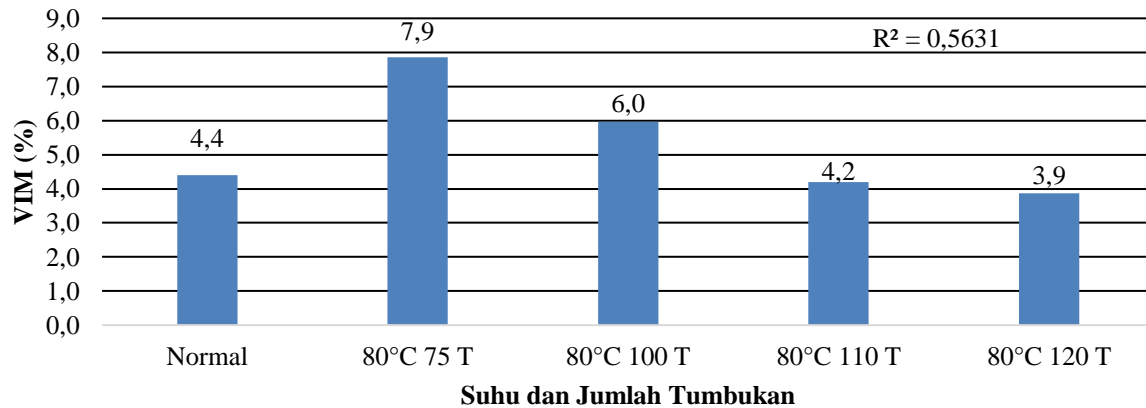
Gambar 2. Grafik Hubungan *Flow* dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

Nilai kelelehan (*flow*) digunakan untuk mengukur besarnya kelelehan yang terjadi akibat beban, nilai *flow* bisa didapatkan dengan membaca langsung pada *flowmeternya*. Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan pemadatan didapati nilai *flow* seperti terlihat di gambar 2. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan peningkatan nilai *flow*.



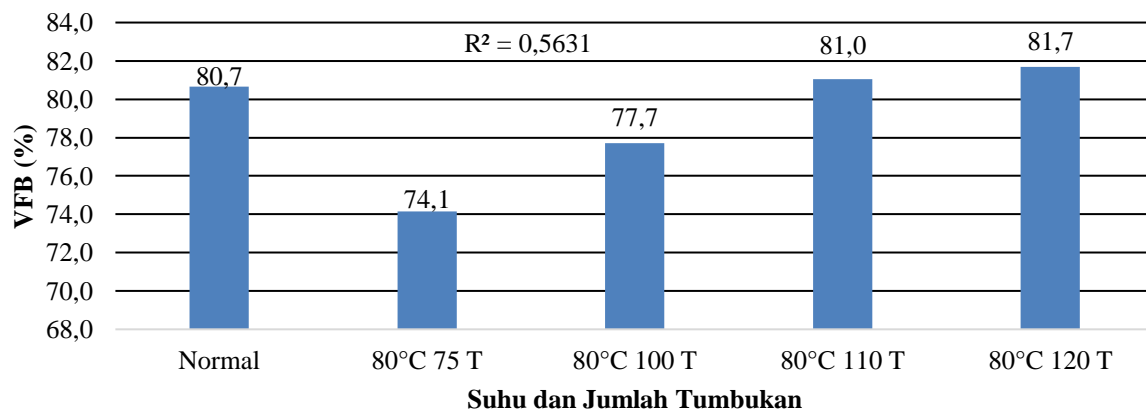
Gambar 3. Grafik Hubungan VMA dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

Volume rongga dalam agregat campuran (VMA) merupakan salah satu parameter *marshall* yang nilainya ditentukan melalui penimbangan benda uji, dan perhitungan. Besar kecilnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal yang menyelimuti agregat, kadar aspal yang besar akan menghasilkan selimut agregat yang tebal sehingga rongga antar agregat semakin besar. Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan pemadatan didapati nilai VMA seperti terlihat di gambar 3. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan penurunan nilai VMA.



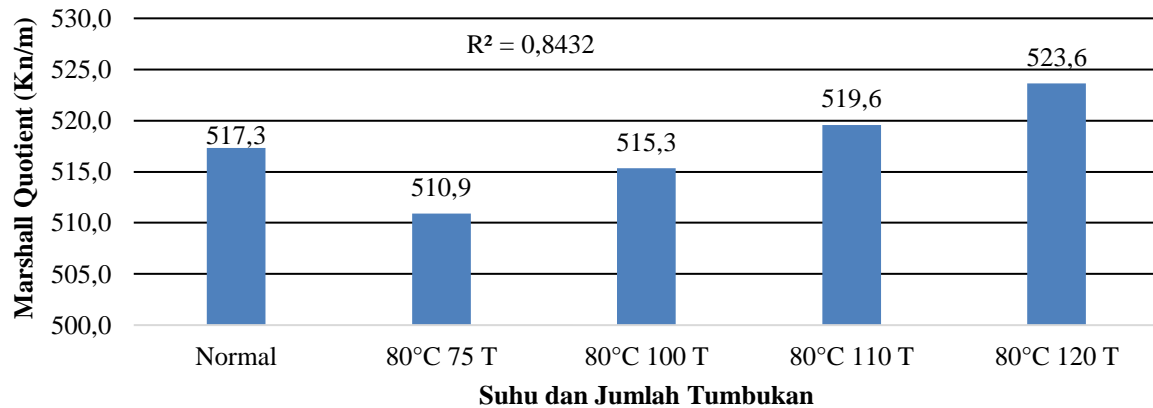
Gambar 4. Grafik Hubungan VIM dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

Volume rongga dalam agregat campuran (VIM) merupakan salah satu parameter marshall yang nilainya ditentukan melalui penimbangan benda uji, dan perhitungan. Peningkatan nilai VIM menunjukkan rongga udara yang semakin besar dimana semakin besar rongga udara maka akan mengakibatkan terjadinya kelelahan yang lebih cepat. Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan pemadatan didapati nilai VIM seperti terlihat di gambar 4. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan penurunan nilai VIM.



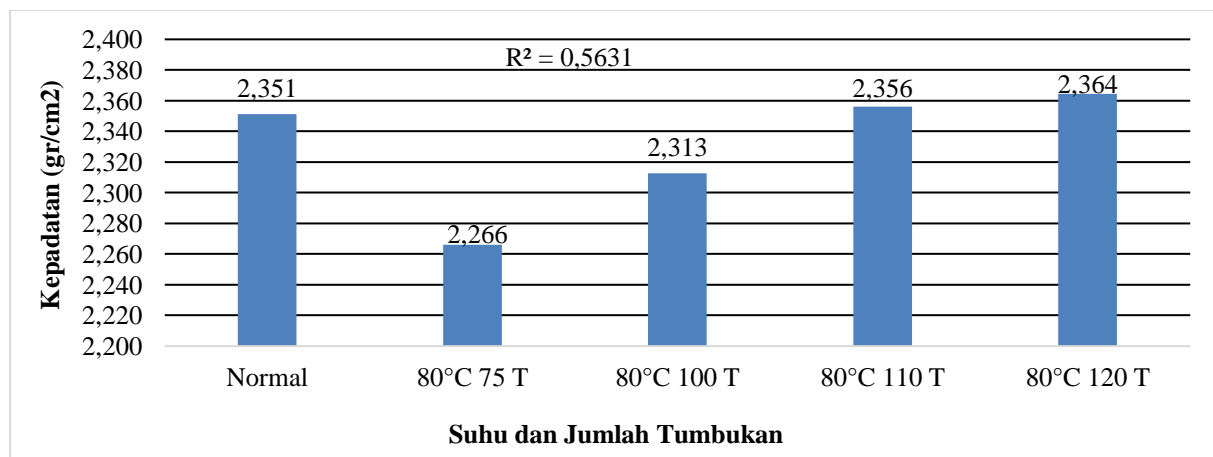
Gambar 5. Grafik Hubungan VFB dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

Volume rongga dalam agregat campuran (VFB) merupakan salah satu parameter *marshall* yang nilainya ditentukan melalui penimbangan benda uji, dan perhitungan. Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan pemadatan didapati nilai VFB seperti terlihat di gambar 5. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan kenaikan nilai VFB.



Gambar 6. Grafik Hubungan MQ dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

Berdasarkan gambar 10, kenaikan dan penurunan nilai MQ dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow* pada campuran. Jika nilai stabilitas kecil dan nilai *flow* besar maka menghasilkan campuran yang lunak dan mudah berubah bentuk jika diberi beban. Campuran yang memiliki nilai MQ yang terlalu tinggi berpengaruh kepada campuran yang bersifat kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retakan (*cracking*). Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan pemadatan didapati nilai MQ seperti terlihat di gambar 6. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan kenaikan nilai MQ.



Gambar 7. Grafik Hubungan *Density* dengan Suhu dan Jumlah Tumbukan

Nilai kepadatan (*density*) merupakan berat campuran pada tiap satuan volume, didapatkan dari hasil bagi berat benda di udara dengan volume benda. Dari hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum 5,75% dengan suhu 80°C dan variasi jumlah tumbukan pemadatan didapati nilai kepadatan seperti terlihat di gambar 7. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembahan jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C berbanding lurus dengan kenaikan nilai kepadatan.

#### IV. SIMPULAN

Dari hasil pengukuran parameter *Marshall* pada benda uji variasi jumlah tumbukan pemadatan pada suhu 80°C, yang memenuhi syarat dan bisa digunakan untuk pembangunan konstruksi jalan adalah benda uji dengan jumlah tumbukan 2 x 110 dan benda uji dengan

jumlah tumbukan 2 x 120, sedangkan untuk benda uji 2 x 75 tumbukan dan benda uji 2 x 100 tidak memenuhi syarat dikarenakan nilai VIM melebihi syarat spesifikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amsuri, N. 2019. *Pemanfaatan Crumb Rubber dan Limbah Bongkaran Laston untuk Daur Ulang Campuran AC - WC*. Tugas Akhir. Lhokseumawe: Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Bina Marga. (2010). Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 6 (pp. 1–89).
- Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kota. 2020. *Suhu Aspal Saat Penghamparan*, Banda Aceh: Depdiknas.
- Panungkelan, K. S. 2017. “Besaran Marshall Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus Jenis Asphalt Concrete (AC)”. *Sipil Statik*, 5(8), 541–548.
- Pratama, D. 2011. *Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Proses Pematatan Campuran Aspal Beton*. Tugas Akhir. Jakarta: Universitas Indonesia
- Saodang, Hamirhan. 2005. *Buku 2 Konstruksi Jalan Raya*. Bandung: Nova.Sukirman,
- Silvia Sukirman. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Nova.
- Tombeg, C.V. dkk. 2019. “Pemanfaatan Sedimen Transport Abu Vulkanik (Gunung Soputan) Sebagai Bahan Substitusi Pada Abu Batu Dalam Campuran Aspal HRS–WC Gradasi Semi”. *Jurnal Sipil Statik*. 7 (3).
- Tombeg, C. V., Manoppo, M. R. E., & Sendow, T. K. 2019. “Pemanfaatan Sedimen Transport Abu Vulkanik (Gunung Soputan) Sebagai Bahan Substitusi Pada Abu Batu Dalam Campuran Aspal Hrs – Wc Gradasi Semi Senjang”. *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 309–318.
- Widjoko, L. 2020. “Pengujian Pematatan Campuran Beton Aspal”. *Warta LPM*, 23(2).