

**JURNAL PENELITIAN TEKNIK SIPIL**

# **Intensip**

**Informasi Teknik Sipil**



**HIKMATULLAH HS.**  
311 17 519

**MUHAMMAD DARUL AQSHA**  
311 15 501

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONTRUKSI SIPIL PDD BONE**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**MAKASSAR**

**2020**

# Kinerja Perkerasan Aspal Beton Dengan Substitusi Getah Pinus Terhadap Aspal Penetrasi 60/70

Hikmatullah Hs.<sup>a</sup> dan Muhammad Darul Aqsha<sup>b</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245 Indonesia

<sup>a</sup> hikmatullahhasa@gmail.com

<sup>b</sup> darul.aksha@gmail.com

Aspal merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai bahan pengikat dan pelapis agregat dalam perkerasan lentur. Untuk mempertahankan atau meningkatkan sifat aspal salah satunya bisa dengan memodifikasi aspal tersebut. Getah pinus adalah istilah yang digunakan sebagai sebutan umum produk pengolahan getah dari pohon pinus. Dimana penelitian sebelumnya hanya meneliti pengaruh yang terjadi pada aspal porus saja, kemudian peneliti ingin melanjutkan meneliti ke dalam bentuk perkerasan campuran aspal beton dengan penetrasi 60/70. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kinerja perkerasan aspal beton AC -BC dengan menambahkan getah pinus dengan variasi persentase berbeda ke dalam aspal tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan atau pengetahuan tentang pengaruh penambahan getah pinus pada aspal kepada pengguna jasa yang bergerak di bidang konstruksi, khususnya Perkerasan Jalan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan getah pinus dalam aspal sebagai bahan pengikat dapat mempertahankan nilai karakteristik Marshall di atas spesifikasi, dan menaikkan nilai stabilitas serta mempertahankan nilai kelelahan agar tidak terlalu tinggi. Dari variasi persentase dipilih penambahan getah pinus 10% yang layak untuk direkomendasikan karena nilai stabilitasnya paling maksimum yaitu sebesar 2120,02 kg, dan nilai kelelahan di peroleh 4,00 mm dan nilai MQ di peroleh 510,03 kg/mm. Sehingga apabila ini digunakan dalam perkerasan jalan akan menghasilkan kekuatan yang tinggi yang dapat memikul beban lalu lintas yang berat sehingga tidak terjadi deformasi seperti gelombang, alur.

**Kata Kunci :** Aspal Minyak, Getah Pinus, Aspal Penetrasi 60/70

## I. Pendahuluan

Sebagian besar jalan yang ada di Indonesia merupakan perkerasan lentur. Perkerasan lentur memiliki sifat fleksibel dan dapat menyerap getaran

dari kendaraan sehingga lebih nyaman untuk dilewati. Aspal merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai bahan pengikat dan pelapis agregat dalam perkerasan lentur.

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambah. Material-material pembentuk beton aspal dicampur diinstalasi pencampur pada suhu tertentu kemudian diangkut ke lokasi, di hamparkan, dan dipadatkan. Telah banyak dikembangkan penelitian mengenai cara untuk meningkatkan mutu aspal salah satunya dengan mencampur dengan bahan substitusi *gondurukem* (getah pinus).

Getah pinus merupakan hasil pembersihan terhadap residu proses destilasi (penyulingan) uap terhadap getah tusam. Hasil destilasinya sendiri menjadi terpendin. Di Indonesia, getah pinus dan terpendin diambil dari batang tusam Sumatera (*Pinus merkusii*). Penggunaannya antara lain sebagai bahan pelunak plester serta campuran perban gigi, sebagai campuran perona mata (*eyeshadow*) dan penguat bulu mata, sebagai bahan perekat warna pada industri percetakan (tinta) dan cat (lak).

## II. Metodologi Penelitian

### A. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

#### a. Tempat atau Lokasi Penelitian

- 1 Tempat pengambilan material untuk agregat kasar, agregat halus, abu batu dan aspal didapatkan dari PT Bumi Sarana Beton Kabupaten Gowa.
- 2 Tempat pengambilan bahan substitusi (Getah Pinus) dari perusahaan CV. Adimitra Pinus Kabupaten Gowa.
- 3 Tempat atau lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jalan Aspal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang Jl.

Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea, Makassar.

#### b. Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Maret sampai dengan bulan Agustus 2020 ( $\pm 5$  Bulan).

#### B. Prosedur Percobaan

1. Langkah-langkah Pembuatan Campuran AC-BC dilakukan dengan urutan sebagai berikut:
  - a. Perhitungan proporsi masing-masing agregat dan abu batu (digunakan program aplikasi excel untuk mempercepat perhitungan) untuk mendapatkan gradasi campuran yang memenuhi syarat.
  - b. Penentuan kadar aspal rencana.
  - c. Penimbangan agregat campuran AC-BC.
  - d. Pembuatan briket aspal dengan kadar aspal sesuai dengan hasil perhitungan. (maka kadar aspal yang dipilih adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%).
  - e. Pengukuran tebal briket, kemudian menimbang kering, dalam air, dan SSD untuk menentukan kepadatan, VMA, VIM, dan VFB.
  - f. Menekan briket pada alat tekan *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow*.
  - g. Membuat grafik antara kadar aspal dengan masing-masing VMA, VIM, VFB, kepadatan, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient*.
  - h. Menganalisis untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memenuhi persyaratan sebagai campuran AC-BC.
  - i. Membuat campuran AC-BC dengan KAO yang telah diperoleh.
2. Langkah-langkah Pembuatan Campuran AC-BC dengan menggunakan variasi getah pinus pada proses pemadatan, dilakukan dengan urutan sebagai berikut:
  - a. Pembuatan briket dengan variasi getah pinus 4%, 6%, 8%, dan 10% dengan jumlah briket 12 buah.

- b. Pengukuran tebal briket, kemudian menimbang kering, dalam air, dan SSD untuk menentukan kepadatan, VMA, VIM, dan VFB.
- c. Menekan briket pada alat tekan *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow*.
- d. Membuat grafik antara kadar aspal dengan masing-masing VMA, VIM, VFB, kepadatan, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient*.

### iii. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Pemeriksaan Karakteristik Material

##### A. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar untuk rancangan campuran aspal beton (AC-BC) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar (batu pecah 2-3)

| Karakteristik Agregat Kasar |                                       | Metode Pengujian          | Hasil    | Spesifikasi |
|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------|-------------|
| 1                           | Gradasi                               | SNI 03-4142-1996          | Lampiran | -           |
| 2                           | Abrasi Dengan Los Angeles 500 Putaran | SNI 2417 : 2008           | 22,50    | Maks. 40%   |
| 3                           | Kelekatan Agregat Terhadap Aspal      | SNI 2439 : 2011           | 100,00   | Min. 95%    |
| 4                           | Partikel Pipih Dan Lonjong            | ASTM D4791-10 (PERB. 1:5) | 7,40     | Maks. 10%   |
| 5                           | Angularitas PTM 621, 1bid.pch         | SNI 7610 : 2012           | 100,00   | Min. 95%    |
|                             | PTM 621, 2bid.pch                     |                           | 99,57    | Min. 90%    |
| 6                           | Material Lolos Saringan 200           | SNI ASTM C117 : 2012      | 0,46     | Maks. 1%    |
| Berat Jenis dan Penyerapan  |                                       |                           |          |             |
| 1                           | Bulk                                  | SNI 1970-2008             | 2,52     | Maks. 3%    |
| 2                           | SSD                                   |                           | 2,57     |             |
| 3                           | Kering                                |                           | 2,66     |             |
| 4                           | Penyerapan                            |                           | 2,06     |             |

Dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah 2-3) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar (batu pecah 1-2)

| Karakteristik Agregat Kasar                          | Metode Pengujian          | Hasil    | Spesifikasi |
|--|---------------------------|----------|-------------|
| 1 Gradasi  | SNI 03-4142-1996          | Lampiran | -           |
| 2 Abrasi Dengan Los Angeles 500 Putaran              | SNI 2417 : 2008           | 22,50    | Maks. 40%   |
| 3 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal                   | SNI 2439 : 2011           | 100,00   | Min. 95%    |
| 4 Partikel Pipih Dan Lonjong                         | ASTM D4791-10 (PERB. 1:5) | 7,40     | Maks. 10%   |
| 5 Angularitas PTM 621, 1bid.pch<br>PTM 621, 2bid.pch | SNI 7610 : 2012           | 100,00   | Min. 95%    |
|  |                           | 99,57    | Min. 90%    |
| 6 Material Lolos Saringan 200                        | SNI ASTM C117 : 2012      | 0,46     | Maks. 1%    |
| Berat Jenis dan Penyerapan                           |                           |          |             |
| 1 Bulk   | SNI 1970-2008             | 2,50     | Maks. 3%    |
| 2 SSD  |                           | 2,57     |             |
| 3 Kering   |                           | 2,69     |             |
| 4 Penyerapan   |                           | 2,83     |             |

Dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah 1-2) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar (batu pecah 0,5-1)

| Karakteristik Agregat Kasar                          | Metode Pengujian          | Hasil    | Spesifikasi |
|--|---------------------------|----------|-------------|
| 1 Gradasi  | SNI 03-4142-1996          | Lampiran | -           |
| 2 Abrasi Dengan Los Angeles 500 Putaran              | SNI 2417 : 2008           | 22,50    | Maks. 40%   |
| 3 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal                   | SNI 2439 : 2011           | 100,00   | Min. 95%    |
| 4 Partikel Pipih Dan Lonjong                         | ASTM D4791-10 (PERB. 1:5) | 7,40     | Maks. 10%   |
| 5 Angularitas PTM 621, 1bid.pch<br>PTM 621, 2bid.pch | SNI 7610 : 2012           | 100,00   | Min. 95%    |
|  |                           | 96,73    | Min. 90%    |
| 6 Material Lolos Saringan 200                        | SNI ASTM C117 : 2012      | 0,46     | Maks. 1%    |
| Berat Jenis dan Penyerapan                           |                           |          |             |
| 1 Bulk   | SNI 1970-2008             | 2,52     | Maks. 3%    |
| 2 SSD  |                           | 2,57     |             |
| 3 Kering   |                           | 2,66     |             |
| 4 Penyerapan   |                           | 2,06     |             |

### B. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus (abubatu)

| Karakteristik Agregat Halus         | Metode Pengujian     | Hasil | Spesifikasi |
|-------------------------------------|----------------------|-------|-------------|
| 1 Material Lolos Saringan 200       | SNI ASTM C117 : 2012 | 2,70  | Maks. 10%   |
| 2 Sand Equivalent                   | SNI 03-4428-1997     | 93,53 | Min. 50%    |
| 3 Angularitas Agregat Halus         | SNI 03-6877-2002     | 97,06 | Min. 45%    |
| 4 Gump. Lemp. Dan Butir Mudah Pecah | SNI 03-4141-1996     | 7,92  | Maks. 10%   |
| Berat Jenis dan Penyerapan          |                      |       |             |
| 1 Kering                            | SNI 1970-2008        | 2,85  | Maks. 3%    |
| 2 SSD                               |                      | 2,89  |             |
| 3 Semu                              |                      | 2,95  |             |
| 4 Penyerapan                        |                      | 1,16  |             |

Dari hasil pengujian karakteristik agregat halus (abu batu) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

### C. Pemeriksaan Karakteristik Bahan Pengikat (Aspal)

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Bahan Pengikat (aspal)

| Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70     | Metode Pengujian | Hasil  | Spesifikasi |
|---|------------------|--------|-------------|
| 1 Berat Jenis                           | SNI 06-2441-1991 | 1,04   | 1,01 - 1,06 |
| 2 Daktilitas Pada 25°C                  | SNI 06-2432-1991 | 105,84 | Min. 100 cm |
| 3 Penetrasi Pada 25°C                   | SNI 06-2456-1991 | 67,75  | 60 - 70     |
| 4 Titik Lembek (°C)                     | SNI 06-2434-1991 | 49     | 48 - 56°C   |
| 5 Kelarutan Dalam Trichloroethylene (%) | AASHTO T44-14    | 99,31  | > 99%       |
| 6 Kehilangan Berat (TFOT)               | SNI 2441-1991    | 0,04   | Maks. 2%    |
| 7 Penetrasi Pada 25°C Setelah TFOT      | SNI 2456-2011    | 58,67  | ≥ 54        |
| 8 Daktilitas Pada 25°C Setelah TFOT     | SNI 2432-2011    | 101,77 | ≥ 50        |

Dari hasil pengujian karakteristik bahan pengikat (aspal) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

### D. Pemeriksaan Karakteristik Filler (Semen)

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Filler (semen)

| Karakteristik Filler (Semen) | Metode Pengujian | Hasil | Spesifikasi   |
|------------------------------|------------------|-------|---------------|
| Berat Jenis                  | SNI 03-2531-1991 | 3,06  | 3 - 3,2 gr/ml |

Dari hasil pengujian karakteristik Filler (semen) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

### 2. Hasil Pengujian Marshall

Pada tahap pertama yaitu pembuatan sampel untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebanyak

15 buah dengan masing-masing 3 buah per kadar aspal. Kadar aspal yang digunakan yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5. Pengujian *Marshall* untuk menentukan KAO

| Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70     | Metode Pengujian | Hasil  | Spesifikasi |
|---|------------------|--------|-------------|
| 1 Berat Jenis                           | SNI 06-2441-1991 | 1,04   | 1,01 - 1,06 |
| 2 Daktilitas Pada 25°C                  | SNI 06-2432-1991 | 105,84 | Min. 100 cm |
| 3 Penetrasi Pada 25°C                   | SNI 06-2456-1991 | 67,75  | 60 – 70     |
| 4 Titik Lembek (°C)                     | SNI 06-2434-1991 | 49     | 48 - 56°C   |
| 5 Kelarutan Dalam Trichloroethylene (%) | AASHTO T44-14    | 99,31  | > 99%       |
| 6 Kehilangan Berat (TFOT)               | SNI 2441-1991    | 0,04   | Maks. 2%    |
| 7 Penetrasi Pada 25°C Setelah TFOT      | SNI 2456-2011    | 58,67  | ≥ 54        |
| 8 Daktilitas Pada 25°C Setelah TFOT     | SNI 2432-2011    | 101,77 | ≥ 50        |

| KARAKTERISTIK          | PERSENTASE SESUAI SPESIFIKASI | SPECS     | KET       |
|------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| VIM                    |                               | 3% - 5%   | 5,4 - 6,5 |
| VMA                    |                               | Min. 14   | 4,8       |
| VFB                    |                               | Min. 65   | 5,4       |
| STABILITAS             |                               | Min. 800  | 4,5-6,5   |
| FLOW                   |                               | 2 - 4     | 4,5 - 6,5 |
| RASIO L 200 DGKA. EFEK |                               | 0,6 - 1,2 | 4,5 - 6,5 |

Gambar 1. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Pada tahap kedua yaitu pembuatan sampel benda uji menggunakan KAO yang telah diperoleh yaitu 5,95% terhadap berat kering agregat, dan 5,62% terhadap berat campuran. Hasil pengujian *Marshall* dapat dilihat pada tabel 6.

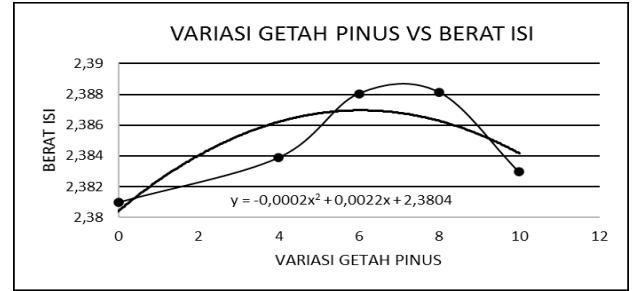
Tabel 6. Hasil Pengujian *Marshall* Pada Benda Uji

| KADAR ASPAL   | VARIASI GETAH PINUS | BERAT ISI | VIM     | VMA     | VFB     | STABILITAS | FLOW  | KOEFISI MARSHA (kg/mm) |
|---------------|---------------------|-----------|---------|---------|---------|------------|-------|------------------------|
| 5,95          | 4                   | 2,384     | 3,982   | 14,426  | 72,403  | 1777,71    | 2,11  | 843                    |
| 5,95          | 6                   | 2,388     | 3,815   | 14,278  | 73,282  | 1901,71    | 3,15  | 603                    |
| 5,95          | 8                   | 2,388     | 3,811   | 14,608  | 73,888  | 1921,33    | 3,74  | 513                    |
| 5,95          | 10                  | 2,383     | 4,152   | 15,460  | 74,001  | 2120,02    | 4,16  | 510                    |
| SPECIFICATION |                     |           | 3% - 5% | Min. 14 | Min. 65 | Min. 800   | 2 - 4 | MIN. 25                |

**a. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan Berat Isi**

Kenaikan suhu pemadatan akan menambah nilai berat isi campuran hingga rongga dalam campuran terisi oleh aspal. Campuran dengan berat isi yang tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih besar, dibandingkan dengan campuran yang memiliki berat isi yang rendah. Hubungan

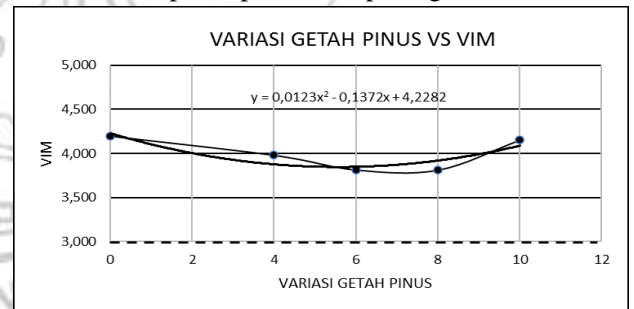
variasi getah pinus dengan berat isi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi getah pinus dengan Berat Isi

**b. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan VIM**

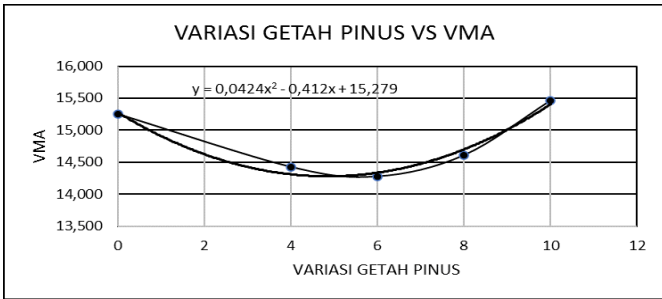
terlihat nilai VIM menurun kemudian naik pada kadar getah pinus 8% dan 10% seiring bertambahnya variasi getah pinus. Semakin banyak kadar getah pinus maka rongga dalam campuran juga semakin besar. Dari grafik terlihat bahwa semua variasi penambahan getah pinus masuk rentang spesifikasi dari 3% sampai 5%. Nilai VIM merupakan indikator dari durabilitas, VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya. Sehingga meningkatkan proses oksidasi aspal dan mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas aspal dapat dilihat pada gambar 3.



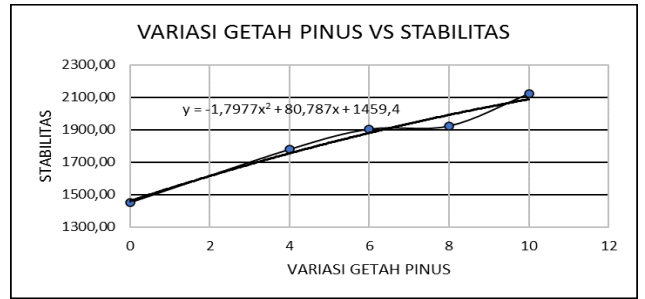
Gambar 3. Grafik Hubungan variasi getah pinus dengan VIM

**c. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan VMA**

Nilai VMA yang menurun kemudian naik seiring bertambahnya variasi getah pinus. VMA adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran yang telah dipadatkan. Semakin banyak kadar getah pinus maka rongga dalam campurannya semakin kecil dapat dilihat pada gambar 4.



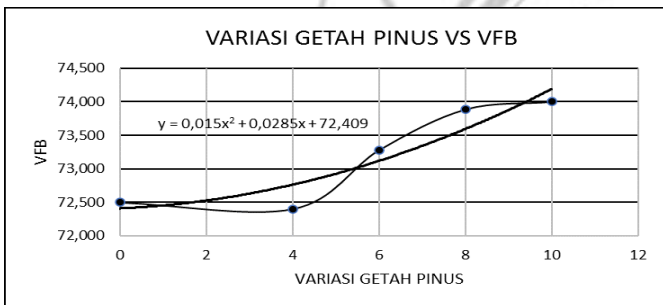
Gambar 4. Grafik hubungan variasi getah pinus dengan VMA



Gambar 6. Grafik hubungan variasi getah pinus dengan stabilitas

**d. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan VFB**

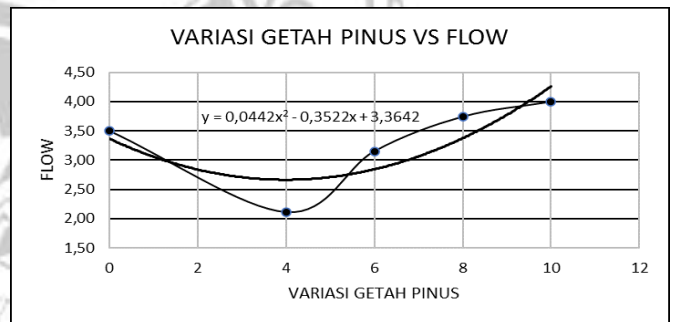
Nilai VFB yang naik seiring bertambahnya variasi getah pinus. VFB adalah volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal atau film/selimit aspal dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan variasi getah pinus dengan VFB

**f. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan Flow**

Nilai Flow yang naik seiring bertambahnya variasi getah pinus. Flow adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan dapat dilihat pada gambar 7.



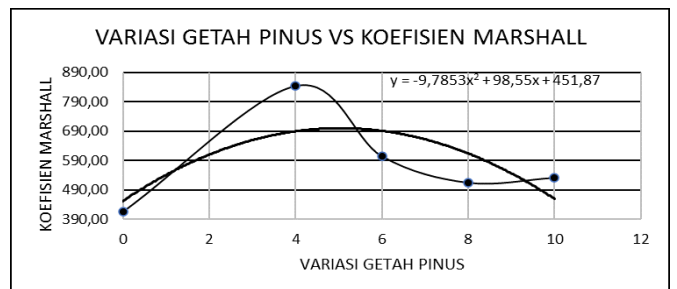
Gambar 7. Grafik hubungan variasi getah pinus dengan flow

**e. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan Stabilitas**

nilai Stabilitas yang naik seiring bertambahnya variasi getah pinus. Stabilitas adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Dimana pada grafik menunjukkan semakin banyak penambahan persentase getah pinus pada campuran maka nilai stabilitas semakin tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua variasi dari semua campuran memenuhi spesifikasi, dimana nilai stabilitas minimum adalah > 800 kg dapat dilihat pada gambar 6.

**g. Hubungan Variasi Getah Pinus dengan Marshall Quotient**

nilai Koefisien Marshall yang menurun seiring bertambahnya variasi getah pinus. MQ adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dan nilai flow dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan variasi getah pinus dengan Koefisien Marshall.



## iv. Kesimpulan dan Saran

### E. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja perkerasan campuran aspal AC – BC dengan penambahan getah pinus dalam aspal sebagai bahan pengikat dapat meningkatkan nilai stabilitas menjadi lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanpa ada penambahan getah pinus. Pada penambahan 4% getah pinus, nilai stabilitas paling besar yaitu: 1777,71 kg, nilai kelelehannya sebesar 2,11 mm dan nilai MQ sebesar 843,85 kg/mm. Sedangkan pada penambahan 6% getah pinus nilai stabilitas paling besar yaitu: 1901,71 kg, nilai kelelehannya sebesar 3,15 mm dan nilai MQ sebesar 603,72 kg/mm. Untuk penambahan 8% getah pinus nilai stabilitas paling besar yaitu: 1921,33 kg, nilai kelelehannya sebesar 3,74 mm dan nilai MQ sebesar 513,27 kg/mm. Untuk penambahan 10% getah pinus nilai stabilitas paling besar yaitu : 2120,02 kg, nilai kelelehannya sebesar 4,00 mm dan nilai MQ sebesar 510,03 kg/mm. Jadi, dari variasi persentase dipilih penambahan getah pinus 10% yang layak direkomendasikan karena nilai stabilitasnya paling maksimum dan memenuhi spesifikasi Sehingga akan mampu menahan beban lalu lintas serta mengurangi kerusakan perkerasan jalan seperti gelombang, alur, retakan bisa dikurangi.

### f. Saran

- 1 Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu ruang lingkup pembahasan yang hanya membahas tentang lapis perkerasan *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC), sehingga penelitian ini masih perlu dikaji lebih lanjut. Oleh sebab itu, agar lebih mendalam disarankan perlunya penelitian dengan lapis perkerasan aspal yang lain.
- 2 Pada penelitian selanjutnya disarankan, agar melakukan penelitian yang menggunakan jenis campuran beton aspal yang berbeda, sehingga dapat dijadikan perbandingan dari campuran beton aspal lainnya.

## Ucapan Terima Kasih

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penyusun alami. Namun berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Prof.Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Dr. Andi Muh. Subhan, S.ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Ashari Ibrahim, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi.
4. Ibu Andi Batari Angka, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
5. Ibu Martha Manganta, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
6. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staf dan Karyawan Politeknik Negeri Ujung Pandang.
7. Orangtua kami yang senantiasa mendoakan demi kalancaran kami dalam menempuh pendidikan;
8. Seluruh saudara/saudari seperjuangan kami 2017 khususnya Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis berupa semangat, tenaga dan motivasi.dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

## Daftar Pustaka

- [1] Arlia, L., 2018. Karakteristik campuran Aspal Porus dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*. 1 (3), 657-666.
- [2] Azka, C.N., Sofyan, M.S., Sugiarto, S., 2018. Pengaruh Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70 dengan Menggunakan Agregat Halus Sabang Terhadap Stabilitas Marshall. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*. (4), 50-60.
- [3] Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum. Direktorat Jendral Bina Marga : Departemen Pekerjaan Umum.
- [4] Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum Divisi VI Perkerasan Aspal. Kementrian Pekerjaan Umum.

- [5] Indra, M., 2016. Uji kekuatan Aspal porus dengan Menggunakan Bahan Tambahan Karet Gondorukem. Skripsi. Padang : Universitas Andalas.
- [6] Kasan, M., 2009. Studi Karakteristik Volumetrik Campuran beton Aspal Saur Ulang. Jurnal SMARTek. 7 (3), 152 – 165.
- [7] Pemeriksaan Gradasi Agregat (SNI-03-1968-1990).
- [8] Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI-03-1959-1990).
- [9] Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI-03-1970-1990).
- [10] Penentuan Berat Isi Agregat (SNI-03-4804-1998).
- [11] Perceka, D.P., 2015. Pengaruh Getah Pinus Pada Stabilitas, Pelelahan, dan Durabilitas Lapis Pengikat Beton Aspal (Asphalt Concrete-Binder Course/AC-BC). Universitas Kristen Maranatha.
- [12] SNI-06-2456-1991  
"Penetrasi Aspal"
- [13] SNI-06-2434-1991  
"Titik Lembek Aspal".
- [14] SNI-06-2433-1991  
"Daktalitas Aspal".
- [15] SNI-06-2441-1991  
"Berat Jenis Aspal".
- [16] SNI 01-5009.12.2001 "Standar Kualitas Gondorukem".
- [17] Waani, J.E., 2013. *Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran AC-BC (Studi Kasus Material Agregat di Manado dan Minahasa*. Jurnal Teknik Sipil. 20 (1), 67-78.

