

STUDI PEMANFAATAN AGREGAT SUNGAI DAN DEBU BATU SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN HRS-WC

Ifan Alfian¹⁾, Eti Sulandari²⁾, Siti Mayuni²⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Email: ifan.alfian27@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to find the effect of characteristics Marshall test that use of two different aggregate in asphalt mixture HRS-WC and comparing both types of smooth aggregate on the strength of asphalt mixture. For the composition of the mixture of four types of smooth aggregate used to use the same proportions that uses as much as 55% coarse aggregate, fine aggregate by 40% and the use of filler as much as 5%. It can be seen from the results of the testing we did for smooth aggregate stone dust has the highest stability values of all types of smooth aggregate used is equal to 1440 Kg. In the asphalt content of 6%, but with consideration of the overall results of the test obtained Marshall KAO value of 7.71% with the value of 1340.10 Kg stability, flow value of 4.96 mm, MQ value of 271.10 Kg / mm, VFB the value amounted to 94.30%, the value of VIM 4.85% and for the VMA value amounted to 18.10%. For the use of smooth aggregate that comes from sand, just being grained sand that meets the general specifications of public works by KAO obtained amounted to 7.43% with a value of 1220.00 Kg stability, flow value of 4.10 mm, a value of 297 MQ , 50 Kg / mm, VFB value of 73.60%, VIM value of 5.58%, and the VMA value of 21.28%.

Keywords: Smooth Aggregate, Mixture composition, Marshall Test

1. PENDAHULUAN

Seperti Kita ketahui bahwa agregat halus yang sering digunakan untuk campuran HRS-WC ini biasanya menggunakan pasir sungai. Seiring dengan meningkatnya pembangunan, semakin meningkat pula kebutuhan akan bahan dasar konstruksi perkerasan, sehingga dituntut untuk mencari alternatif lain dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Ada wilayah di indonesia khususnya kalimantan barat yang susah untuk mendapatkan agregat sungai tersebut, untuk mendatangkan material tersebut membutuhkan lebih

banyak biaya yang berimbang pada tingginya anggaran pembangunan.

Penggunaan pasir sungai pada campuran beraspal sering digunakan pada jalan-jalan yang ada di sekitar kita dan hasil yang kita lihat diberbagai tempat belum maksimal, masih terdapat kerusakan-kerusakan dan dari segi keawetannya masih diragukan, itulah sebabnya disini saya ingin mencoba menggunakan agregat halus yang berasal dari debu batu yang melalui proses pemecahan dengan menggunakan alat stone crusher untuk mendapatkan agregat halus.

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan
2. Doesn Prodi Teknik Sipil FT Untan

2. TINJAUAN PUSTAKA

Agregat berbutir halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.8 dan tertahan saringan No.200, biasanya berupa pasir murni, hasil screening dari mesin pemecah batu, atau kombinasi dari keduanya. Tidak ada nilai batas gradasi untuk bahan berbutir halus, kecuali bahwa agregat yang lolos saringan no.200. Pada Tabel 2.2 ialah persyaratan gradasi yang harus dipenuhi oleh agregat halus (pasir) berdasar SNI-03-2834-2000 untuk mentukan jenis pasir yang digunakan dalam campuran.

Tabel 1. Persyaratan gradasi agregat halus

| Ukuran Saringan (mm) | % Lapis Saringan/Analisa | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|----------|
| | SNI-03-2834-2000 | | | ASTM C-33 | | |
| Ukuran | Pasir halus | Pasir sedang | Pasir Agregat halus | Pasir halus | Pasir Agregat halus | |
| mm | 30 | 20 | 10 | 100 | 100 | |
| 20 | 55 | 45 | 10 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 15 | 65 | 55 | 10 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 12.5 | 75 | 65 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 10 | 85 | 75 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 7.5 | 90 | 80 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 5 | 95 | 85 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 3 | 98 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 1 | 99 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 0.63 | 100 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 0.31 | 100 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 0.156 | 100 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 0.078 | 100 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 0.039 | 100 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |
| 0.019 | 100 | 90 | 5 | 100 | 100 | 100 + 30 |

Sumber: SNI-03-2834-2000

Hot Rolled Sheet (HRS) atau biasa yang dikenal dengan LATASTON (Lapis Tipis Aspal Beton) adalah lapis permukaan yang terdiri atas lapis aus (lataston lapis aus/HRS-WC) dan lapis permukaan antara (lataston lapis permukaan antara/HRS-Binder) yang terbuat dari agregat yang bergradasi senjang dengan dominasi pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada

temperature tertentu. Tebal minimum untuk lapisan HRS-WC adalah 30 mm atau 3 cm. jenis lataston pada umumnya adalah untuk kondisi jalan dengan lalu lintas tingkat sedang.

Tabel 2. Sifat-sifat campuran HRS

| Rata-rata Campuran | Lapisan (HRS) | | | |
|---|------------------|--------|---------------------|--------|
| | Lapis Aspal (WC) | | Lapis Pasir (Pasir) | |
| | Senjang | Senang | Senjang | Senang |
| Rata-rata ukuran (mm) | Nihil | 5,9 | 5,9 | 5,5 |
| Persyaratan ukuran (%) | Nihil | | | 1,3 |
| Jumlah Transisi Terbukti (%) | - | | | 72 |
| Rengga Dalam (mm) | Nihil | | | 4,3 |
| Rengga Dalam (mm) | Nihil | | | 6,2 |
| Rengga Dalam (mm) | Nihil | 18 | | 17 |
| Rengga Dalam (mm) | Nihil | | | 68 |
| Rengga Dalam (mm) | Nihil | | | 930 |
| Pelikulan (%) | Nihil | | | 3 |
| Modulus Quarterm (GPa) | Nihil | | | 230 |
| Modulus Quarterm (GPa) | Nihil | | | 90 |
| Rengga dalam (mm) pada Keadaan awal (mm) | Nihil | | | 3 |
| Rengga dalam (mm) pada Keadaan akhir (mm) | Nihil | | | 3 |

Sumber: Spesifikasi umum 2010 (revisi 3)

2.1. Unsur Utama Pembentuk HRS

Bahan utama pembentuk HRS adalah Agregat/batuhan. ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen (18). Berikut adalah amplop gradasi agregat.

Tabel 3. Amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal.

| Klasifikasi Amplop | Klasifikasi yang Diperlukan Untuk Total Agregat dalam Campuran | | | |
|--------------------|--|--------|-------------------------------------|--------|
| | Gradasi Senyawa ² | | Gradasi Senang Senyawa ² | |
| | WC | Bas | WC | Bas |
| ASTM (mm) | | | | |
| 15.75 | 47,5 | - | - | - |
| 12,5 | - | - | - | - |
| 9,37 | 39 | 220 | 210 | 102 |
| 7,5 | 12,5 | 90-100 | 90-100 | 87-100 |
| 5,0 | 9,2 | 62-92 | 62-92 | 52-70 |
| No.4 | 4,75 | - | - | - |
| No.3 | 2,26 | 20-72 | 25-55 | 20-42 |
| No.16 | 1,18 | - | - | - |
| No.30 | 0,600 | 35-60 | 15-55 | 20-45 |
| No.50 | 0,300 | - | - | 15-35 |
| No.100 | 0,150 | - | - | - |
| No.200 | 0,075 | 6-12 | 2-9 | 6-10 |

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3)

Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan No. 200

(0,0075 mm). Bahan filler sendiri dapat berupa : debu batu, kapur, Portland cement atau bahan lainnya (Bahan dan Struktur Jalan Raya, Ir. Soeprapto Tatomihardjo, M.Sc ; 1994).

Untuk persyaratan mineral filler, apakah abu kapur atau lainnya, gunakan tabel berikut :

Tabel 4. Sifat-sifat campuran HRS

| Sifat Umum | Kadar Air | Max 1 % |
|------------|----------------------|------------------|
| | Gumpalan Partikel | |
| | Tidak Ada | |
| Gradiasi | Bukaan Saringan (mm) | % Lelos Saringan |
| | 0,6 | 100 |
| | 0,15 | 90-100 |
| | 0,074 | 70-100 |

Sumber: Spesifikasi umum 2010 (revisi 3)

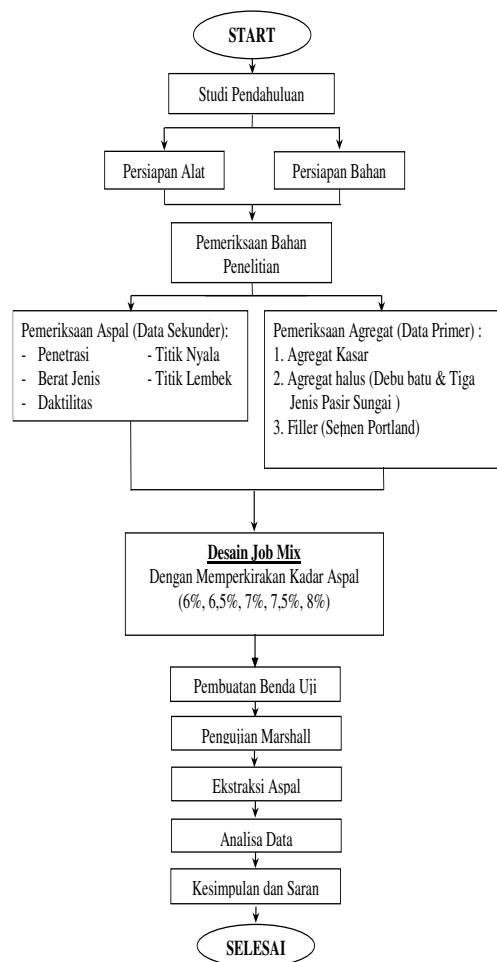
Aspal keras dikelompokan berdasarkan nilai penetrasi dan nilai viskositasnya. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas. Di Indonesia dan salah satu wilayahnya yaitu pada daerah Kalimantan Barat umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70.

Tabel 5. Ketentuan aspal pen 60/70

| No. | Jenis Pengujian | Metode Pengujian | Tipe Aspal Pen 60/70 |
|-----|---|---------------------|----------------------|
| 1 | Penetrasi pada 25°C (0,1 mm) | SNI 06-2456-1991 | 60 - 70 |
| 2 | Viskositas 135°C (cSt) | AASHTO T221-03 | ≥ 200 |
| 3 | Tank Lemek (°C) | SNI 06-2414-1991 | ≥ 48 |
| 4 | Indeks Penetrasi ³¹ | - | ≥ -1,0 |
| 5 | Daktilitas pada 25°C (cm) | SNI 06-2432-1991 | ≥ 100 |
| 6 | Tank Nyala (°C) | SNI 06-2413-1991 | ≥ 237 |
| 7 | Elektrostatik dalam Trichloroethylene (%) | AASHTO T14-03 | ≥ 20 |
| 8 | Berat Jenis | SNI 06-2441-1991 | ≥ 1,0 |
| 9 | Stabilitas Penyimpanan (°C) | ASTM D 597 part 0,1 | - |
| | Pengujian Residu hasil TFCOT (SNI 06-2440-1991) dan STFCOT (SNI 06-6833-2002) : | | |
| 10 | Berat yang Hilang (%) | SNI 06-2441-1991 | ≤ 0,8 |
| 11 | Penetrasi pada 25°C (%) | SNI 06-2456-1991 | ≥ 54 |
| 12 | Indeks Penetrasi (%) | - | ≥ -1,0 |
| 13 | Kesalahan akibat Penyimpanan (%) | AASHTO T1921-98 | - |
| 14 | Daktilitas pada 25°C (cm) | SNI 06-2432-1991 | ≥ 100 |
| 15 | Partikel yang lebih halus dari 150 micron (mm) (%) | - | - |

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan mengadakan kegiatan percobaan terhadap benda uji campuran beraspal jenis HRR-WC. penelitian ini dilakukan pada laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa dan Konstruksi (UPMPJK) Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Barat.

A. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan alur penelitian

B. Jumlah Sampel/Benda uji

Tabel 6. Jumlah Benda Uji dengan Berbagai Jenis Agregat Halus

| No. | Bentuk Batu Aspal | Wakil & Suku Penaduana | Jumlah Sampel | | | | Jumlah |
|---------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------|
| | | | Agregat Debu Batu | Agregat Pasir Batu | Agregat Pasir Saring | Agregat Pasir Kotor | |
| 1 | 8,0% | 15 sampel penetrasi 60/70 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 2 | 5,5% | | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 3 | 7,0% | | 3 | 3 | 2 | 2 | 15 |
| 4 | 5,5% | | 3 | 3 | 2 | 2 | 15 |
| 5 | 6,0% | | 3 | 3 | 2 | 2 | 15 |
| Jumlah Total Sampel | | | | | | | 60 |

4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

Pada proses mendapatkan data, pemeriksaan agregat menggunakan data primer yaitu dengan melakukan pengujian terhadap agregat tersebut seperti analisa saringan, abrasi, berat jenis, dan kepipihan, sementara pada pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 menggunakan data sekunder yang telah ada.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Aspal (Data Sekunder)

| No | Jenis Penetrasi | Basal | Saat Sampel Untuk Saring 2010 | | Satuan |
|----|-----------------------------------|-------|---|-----|--------|
| | | | Min | Max | |
| 1. | Penetrasi, 25 °C, 150 gr, 5 detik | 64,2 | 40 | 70 | Min |
| 2. | Trik Lantek | 57,85 | 48 | 56 | °C |
| 3. | Trik Nyala | 190 | 131 | — | °C |
| 4. | Dicelina, 25 °C | 148 | 102 | — | Cm |
| 5. | Berat Jenis Aspal | 1,173 | 1,03 | — | g/cm³ |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 1-2 cm)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|---------------------------------|-------------|--------------|------------|
| 1 | Kekuatan agregat (Los Angeles) | Min 40 % | 20,25% | Mencukupi |
| 2 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,796 gr/cm³ | Mencukupi |
| 3 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,801 gr/cm³ | Mencukupi |
| 4 | Berat jenis seimbang (apparent) | Min 2,5 | 2,801 gr/cm³ | Mencukupi |
| 5 | Penyerapan (absorption) | Mak 3 | 0,163 % | Mencukupi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 1-1 cm)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|---------------------------------|-------------|--------------|------------|
| 1 | Kekuatan agregat (Los Angeles) | Min 40 % | 32,85 % | Mencukupi |
| 2 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,701 gr/cm³ | Mencukupi |
| 3 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,706 gr/cm³ | Mencukupi |
| 4 | Berat jenis seimbang (apparent) | Min 2,5 | 2,713 gr/cm³ | Mencukupi |
| 5 | Penyerapan (absorption) | Mak 3 | 0,163 % | Mencukupi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (batu 0-0,5 cm)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|---------------------------------|-------------|--------------|------------|
| 1 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,951 gr/cm³ | Mencukupi |
| 2 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,953 gr/cm³ | Mencukupi |
| 3 | Berat jenis seimbang (apparent) | Min 2,5 | 2,958 gr/cm³ | Mencukupi |
| 4 | Penyerapan (absorption) | Mak 3 | 0,057 % | Mencukupi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Debu Batu)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|---------------------------------|-------------|--------------|------------|
| 1 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,664 gr/cm³ | Mencukupi |
| 2 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,667 gr/cm³ | Mencukupi |
| 3 | Berat jenis seimbang (apparent) | Min 2,5 | 2,698 gr/cm³ | Mencukupi |
| 4 | Penyerapan (absorption) | Mak 3 | 0,472 % | Mencukupi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Halus)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|-----------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| 1 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,583 g/cm ³ | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,503 g/cm ³ | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu (Apparent) | Min 2,5 | 2,536 g/cm ³ | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan (Absorption) | Mak 3 | 0,716 % | Memenuhi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Sedang)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|-----------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| 1 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,613 g/cm ³ | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,641 g/cm ³ | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu (Apparent) | Min 2,5 | 2,669 g/cm ³ | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan (Absorption) | Mak 3 | 0,554 % | Memenuhi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 13. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Kasar)

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|-----------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| 1 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 2,649 g/cm ³ | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis SSD | Min 2,5 | 2,673 g/cm ³ | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu (Apparent) | Min 2,5 | 2,721 g/cm ³ | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan (Absorption) | Mak 3 | 1,010 % | Memenuhi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 15. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Debu Batu)

| Ukuran Saringan | | Agregat % Lelos | | | | | Hasil Gradasi campuran (Gabungan) | Spesifikasi |
|-----------------|-------|-----------------|----------|----------|---------------|--------|-----------------------------------|-------------|
| | | Agregat Kasar | | | Agregat Halus | Filler | | |
| Inc | Mm | Batu 1-2 | Batu 1-1 | Batu 0,5 | Debu Batu | Semen | | |
| | | 15% | 10% | 30% | 40% | 5% | | |
| 5/4 | 19,10 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,00 | 100 |
| 1/2 | 12,70 | 57,06 | 99,09 | 100,00 | 100,0 | 100,0 | 93,47 | 87 – 100 |
| 3/8 | 9,50 | 20,64 | 23,00 | 98,70 | 100,00 | 100,0 | 80,01 | 55 – 88 |
| No 8 | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 29,15 | 70,88 | 100,0 | 42,10 | 50 – 62 |
| No 30 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 13,74 | 43,79 | 100,0 | 22,44 | 20 – 45 |
| No 50 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 9,45 | 22,57 | 100,0 | 16,86 | 15 – 35 |
| No 200 | 0,075 | 0,00 | 0,00 | 3,12 | 7,57 | 99,83 | 8,96 | 6 – 10 |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

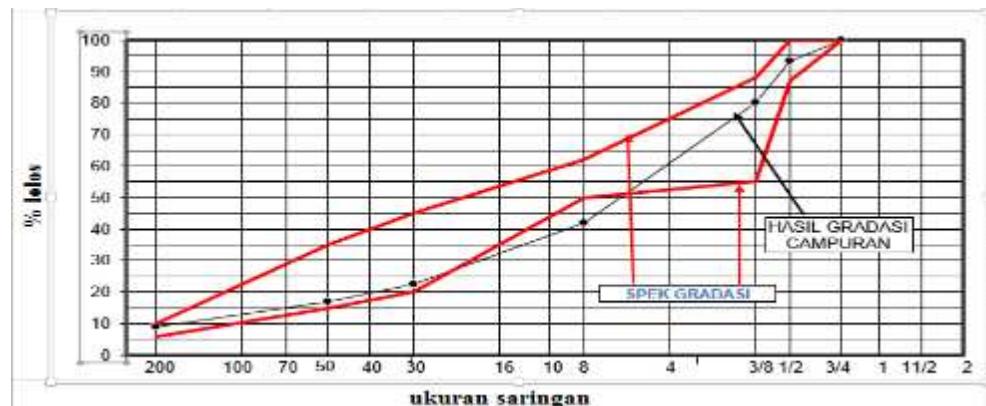
Tabel 14. Hasil Pemeriksaan Filler

| No | Jenis Pemeriksaan | Spesifikasi | Hasil | Keterangan |
|----|-----------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| 1 | Berat jenis bulk | Min 2,5 | 3,150 g/cm ³ | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis semu (Apparent) | Min 2,5 | 3,150 g/cm ³ | Memenuhi |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK
Dinas PU Prov. Kalbar

Dalam perhitungan penentuan proporsi campuran yang akan dibuat untuk jenis Hrs-Wc, cara perhitungannya yaitu menggunakan cara coba-coba (*trial and error*). Dengan cara ini maka akan diperoleh berapa besar prosentase campuran dari masing-masing agregat pada campuran Hrs-Wc tersebut yang ideal untuk digunakan dalam proses pencampuran. Maka dalam grafik akan dapat terlihat batasan-batasan spesifikasi untuk jenis campuran Hrs-Wc baik itu yang gradasi sendang maupun semi senjang. Dan dari hasil agregat yang dianalisa spesifikasi semi senjang agregat yang memenuhi persyaratan yaitu agregat halus pasir halus dan pasir sedang sedangkan agregat halus debu batu dan pasir kasar melebihi batas persyaratan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 15 sampai dengan Tabel 18 proporsi campuran berikut :

$$\begin{array}{lll}
 \text{Catatan : Agregat Kasar : } 15\% + 10\% + 30\% & = 55\% \\
 \text{Agregat Halus} & = 40\% \\
 \text{Filler} & = 5\%
 \end{array}$$



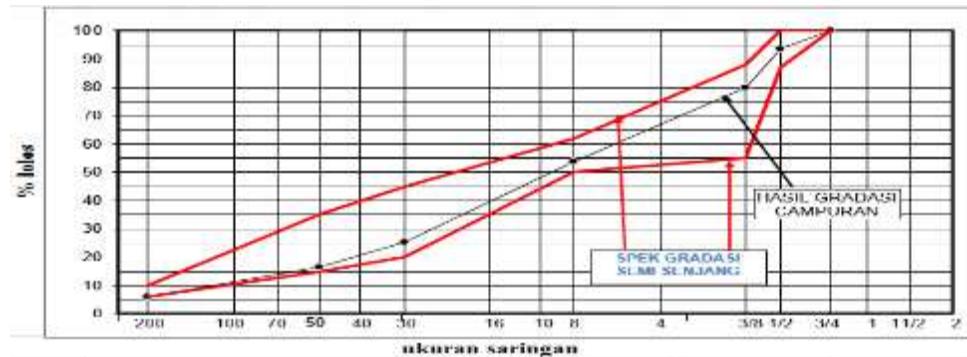
Gambar 2. Grafik amplop gradasi gabungan

Tabel 16. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Pasir Halus)

| Ukuran Saringan | Agregat % Lulus | Agregat % Lulus | | | Hasil Gradasi campuran (Gabungan) | Spesifikasi |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------------------------|-------------|
| | | Agregat Kasar | Agregat Halus | Filler | | |
| Inci | Mm | Batas 1-2 | Batas 1-1 | Batas 0,5 | Pasir Halus | Semen |
| 3/4 | 19,10 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,00 |
| 3/2 | 12,70 | 57,06 | 99,09 | 100,00 | 100,0 | 93,47 |
| 3/8 | 9,50 | 20,64 | 23,00 | 98,70 | 100,00 | 80,01 |
| No 8 | 2,10 | 0,00 | 0,00 | 29,15 | 99,79 | 23,66 |
| No 30 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 13,74 | 40,18 | 25,20 |
| No 50 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 9,45 | 21,56 | 16,42 |
| No 200 | 0,075 | 0,00 | 0,00 | 3,12 | 0,35 | 6,07 |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

$$\begin{array}{lll}
 \text{Catatan : Agregat Kasar : } 15\% + 10\% + 30\% & = 55\% \\
 \text{Agregat Halus} & = 40\% \\
 \text{Filler} & = 5\%
 \end{array}$$



Gambar 3. Grafik amplop gradasi gabungan

Tabel 17. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Pasir Sedang)

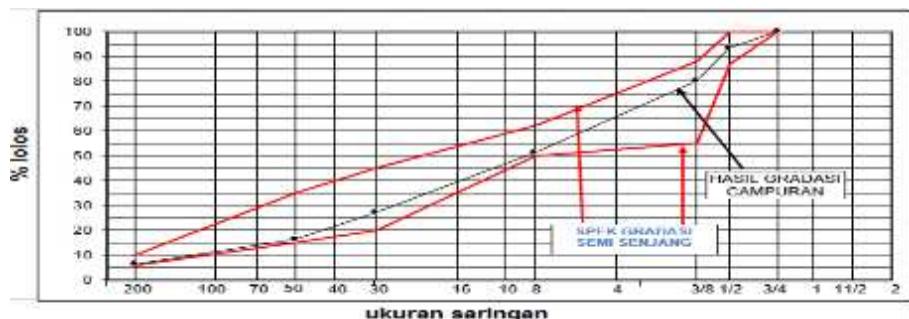
| Ukuran Saringan | | Agregat % Lolos | | | | | Hasil Gradasi campuran (Gabungan) | Spesifikasi |
|-----------------|-------|-----------------|----------|----------|---------------|--------|-----------------------------------|-------------|
| | | Agregat Kasar | | | Agregat Halus | Filler | | |
| In | Mm | Batu 1-2 | Batu 1-1 | Batu 0,5 | Pasir Sedang | Semen | | |
| | | 15% | 10% | 30% | 40% | 5% | | |
| 3/4 | 19,10 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,00 | 100 |
| 1/2 | 12,70 | 57,06 | 99,09 | 100,00 | 100,0 | 100,0 | 93,47 | 87 – 100 |
| 3/8 | 9,50 | 20,64 | 23,00 | 98,70 | 100,0 | 100,0 | 80,01 | 55 – 88 |
| No 8 | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 29,15 | 93,40 | 100,0 | 51,11 | 50 – 62 |
| No 30 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 13,74 | 44,90 | 100,0 | 27,08 | 20 – 45 |
| No 50 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 9,45 | 21,76 | 100,0 | 16,54 | 15 – 35 |
| No 200 | 0,075 | 0,00 | 0,00 | 3,12 | 0,89 | 99,83 | 6,29 | 6 – 10 |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Catatan : Agregat Kasar : 15 % + 10% + 30 % = 55 %

Agregat Halus = 40 %

Filler = 5%



Gambar 4. Grafik ampollop gradasi gabungan

Tabel 18. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan (Pasir Sedang)

| Ukuran Saringan | | Agregat % Lolos | | | | | Hasil Gradasi campuran (Gabungan) | Spesifikasi |
|-----------------|-------|-----------------|----------|----------|---------------|--------|-----------------------------------|-------------|
| | | Agregat Kasar | | | Agregat Halus | Filler | | |
| In | Mm | Batu 1-2 | Batu 1-1 | Batu 0,5 | Pasir Sedang | Semen | | |
| | | 15% | 10% | 30% | 40% | 5% | | |
| 3/4 | 19,10 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,00 | 100 |
| 1/2 | 12,70 | 57,06 | 99,09 | 100,00 | 100,0 | 100,0 | 93,47 | 87 – 100 |
| 3/8 | 9,50 | 20,64 | 23,00 | 98,70 | 100,0 | 100,0 | 80,01 | 55 – 88 |
| No 8 | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 29,15 | 93,40 | 100,0 | 51,11 | 50 – 62 |
| No 30 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 13,74 | 44,90 | 100,0 | 27,08 | 20 – 45 |
| No 50 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 9,45 | 21,76 | 100,0 | 16,54 | 15 – 35 |
| No 200 | 0,075 | 0,00 | 0,00 | 3,12 | 0,89 | 99,83 | 6,29 | 6 – 10 |

Sumber : Hasil Pemeriksaan di UPMPJK Dinas PU Prov. Kalbar

Catatan : Agregat Kasar : 15 % + 10% + 30 % = 55 %

Agregat Halus = 40 %

Filler = 5%



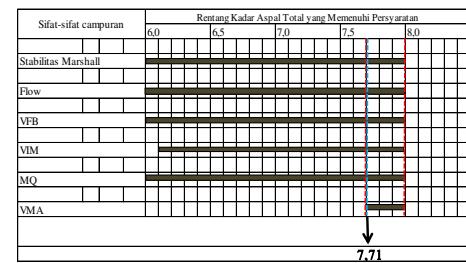
Gambar 5. Grafik ampol gradasi gabungan

4.1. Hasil Uji Sampel Debu Batu

Tabel 19. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Debu Batu.

| No | Kadar Aspal (%) | Stabilitas | Flow | VIM | VFB | MQ |
|-----|-----------------|------------|-------|-----|--------|---------|
| I | 6,0 | 1415 | 4,8 | 6,5 | 34,8 | 331 |
| | 6,0 | 1427 | 4,6 | 5,0 | 35,1 | 310 |
| | 6,0 | 1415 | 4,7 | 5,0 | 35,0 | 328 |
| | Rata-rata | 1417 | 4,7 | 6,1 | 34,9 | 326 |
| II | 6,5 | 1427 | 4,7 | 5,3 | 36,9 | 334 |
| | 6,5 | 1427 | 4,8 | 5,7 | 35,3 | 337 |
| | 6,5 | 1445 | 4,8 | 5,5 | 36,2 | 321 |
| | Rata-rata | 1434 | 4,8 | 5,5 | 35,9 | 331 |
| III | 7,0 | 1428 | 4,8 | 5,1 | 35,3 | 321 |
| | 7,0 | 1427 | 4,9 | 4,6 | 36,0 | 320 |
| | 7,0 | 1427 | 4,9 | 4,8 | 34,6 | 311 |
| | Rata-rata | 1431 | 4,8 | 4,8 | 34,4 | 324 |
| IV | 7,5 | 1352 | 5,0 | 5,1 | 32,6 | 270 |
| | 7,5 | 1428 | 5,0 | 4,4 | 35,8 | 325 |
| | 7,5 | 1352 | 4,9 | 4,5 | 35,3 | 325 |
| | Rata-rata | 1382 | 4,9 | 4,6 | 35,3 | 325 |
| V | 8,0 | 1272 | 4,9 | 5,0 | 32,4 | 280 |
| | 8,0 | 1263 | 5,1 | 5,1 | 32,5 | 287 |
| | 8,0 | 1261 | 5,0 | 5,2 | 32,7 | 298 |
| | Rata-rata | 1261 | 5,0 | 5,1 | 32,6 | 288 |
| | Syarat | Min 800 | Min 3 | 4-6 | Min 68 | Min 250 |

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 6. di bawah ini :



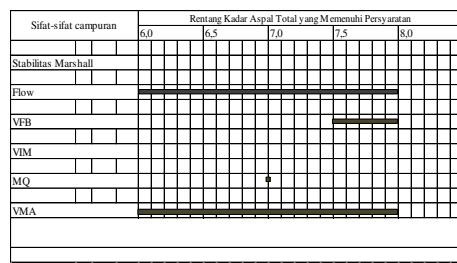
Gambar 6. Grafik Grafik Balok KAO

4.2. Hasil Uji Sampel Pasir Halus

Tabel 20. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Pasir Halus.

| No | Kadar Aspal (%) | Stabilitas | Flow | VIM | VFB | MQ |
|-----|-----------------|------------|-------|------|--------|---------|
| I | 6,0 | 752 | 4,9 | 33,3 | 34,6 | 302 |
| | 6,0 | 759 | 5,8 | 35,3 | 35,5 | 309 |
| | 6,0 | 759 | 4,5 | 30,4 | 35,2 | 291 |
| | Rata-rata | 755 | 4,9 | 33,3 | 34,6 | 297 |
| II | 6,5 | 752 | 5,1 | 35,2 | 37,9 | 262 |
| | 6,5 | 769 | 5,1 | 35,8 | 35,3 | 248 |
| | 6,5 | 762 | 5,2 | 35,2 | 36,9 | 255 |
| | Rata-rata | 757 | 5,1 | 35,8 | 36,2 | 242 |
| III | 7,0 | 755 | 5,9 | 34,4 | 34,5 | 277 |
| | 7,0 | 786 | 4,8 | 37,7 | 34,3 | 301 |
| | 7,0 | 833 | 5,9 | 38,8 | 34,2 | 308 |
| | Rata-rata | 797 | 5,9 | 37,7 | 34,2 | 295 |
| IV | 7,5 | 769 | 5,3 | 35,5 | 37,5 | 243 |
| | 7,5 | 752 | 4,5 | 34,8 | 36,5 | 242 |
| | 7,5 | 769 | 4,2 | 34,4 | 36,3 | 240 |
| | Rata-rata | 761 | 4,7 | 35,1 | 36,7 | 240 |
| V | 8,0 | 752 | 4,2 | 34,6 | 32,5 | 260 |
| | 8,0 | 789 | 5,2 | 34,2 | 32,5 | 233 |
| | 8,0 | 754 | 4,4 | 34,8 | 36,8 | 216 |
| | Rata-rata | 752 | 4,3 | 34,3 | 33,8 | 228 |
| | Syarat | Min 800 | Min 4 | 4-6 | Min 58 | Min 250 |

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 7. di bawah ini :



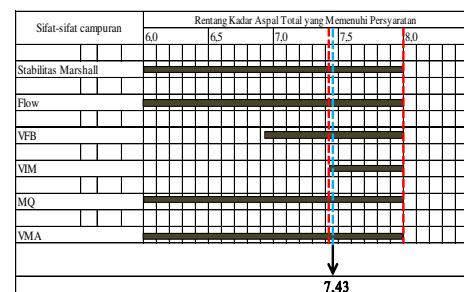
Gambar 7. Grafik Grafik Balok KAO

4.3. Hasil Uji Sampel Pasir Sedang

Tabel 21. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Pasir Sedang.

| No. | Kadar Aspal (%) | Stabilitas | Flow | VIM | VIB | MQ |
|-----|-----------------|------------|------|-----|-------|--------|
| I | 6,0 | 1230 | 4,2 | 9,3 | 57,7 | 230 |
| | 6,5 | 1196 | 4,7 | 9,3 | 57,7 | 234 |
| | 7,0 | 1179 | 4,5 | 9,3 | 57,7 | 237 |
| | 7,5 | 1201 | 4,4 | 9,3 | 57,7 | 236 |
| II | 6,5 | 1212 | 4,1 | 9,2 | 57,8 | 228 |
| | 6,5 | 1213 | 4,8 | 9,2 | 57,7 | 232 |
| | 7,0 | 1206 | 4,9 | 9,2 | 57,8 | 231 |
| | 7,5 | 1218 | 4,4 | 9,3 | 57,4 | 231 |
| III | 7,0 | 1226 | 4,5 | 8,8 | 56,3 | 221 |
| | 7,0 | 1241 | 4,1 | 7,4 | 56,8 | 100 |
| | 7,0 | 1226 | 4,2 | 6,5 | 70,2 | 220 |
| | 7,5 | 1250 | 4,3 | 6,2 | 56,7 | 216 |
| IV | 7,0 | 1242 | 4,0 | 6,3 | 72,1 | 311 |
| | 7,5 | 1206 | 4,1 | 5,5 | 75,0 | 206 |
| | 7,5 | 1226 | 4,0 | 5,2 | 74,1 | 206 |
| | 8,0 | 1226 | 4,0 | 3,7 | 74,3 | 314 |
| V | 8,0 | 1137 | 3,8 | 4,9 | 76,2 | 236 |
| | 8,0 | 1206 | 4,0 | 4,5 | 76,4 | 312 |
| | 8,0 | 1206 | 3,0 | 4,8 | 76,8 | 310 |
| | 8,0 | 1184 | 3,0 | 4,8 | 76,5 | 314 |
| | Syatu | Mn.900 | Mn.3 | 4-6 | Mn.68 | Mn.250 |

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 8. di bawah ini :



Gambar 8. Grafik Grafik Balok KAO

4.4. Hasil Uji Sampel Pasir Kasar

Tabel 22. Hasil perhitungan hubungan kadar aspal dengan sifat-sifat Marshal Untuk Sampel Pasir Kasar.

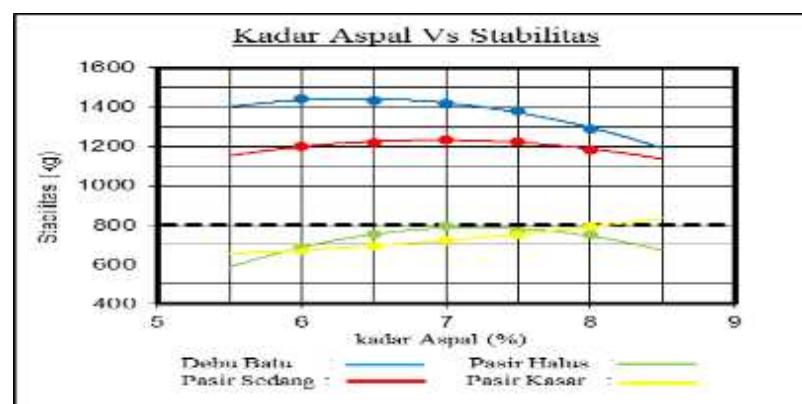
| No. | Kadar Aspal (%) | Stabilitas | Flow | VIM | VIB | MQ |
|-----|-----------------|------------|------|------|-------|--------|
| I | 6,0 | 872 | 4,0 | 31,1 | 52,6 | 148 |
| | 6,5 | 859 | 4,2 | 30,7 | 52,4 | 144 |
| | 7,0 | 856 | 4,1 | 30,8 | 52,3 | 146 |
| | 7,5 | 872 | 4,1 | 30,5 | 52,1 | 140 |
| II | 6,5 | 915 | 4,0 | 9,8 | 57,8 | 128 |
| | 6,5 | 752 | 4,0 | 30,1 | 56,7 | 188 |
| | 7,0 | 717 | 4,1 | 9,8 | 58,4 | 173 |
| | 7,5 | 905 | 4,0 | 9,8 | 57,3 | 172 |
| III | 7,0 | 734 | 4,0 | 9,3 | 60,8 | 184 |
| | 7,0 | 734 | 4,0 | 9,3 | 61,8 | 184 |
| | 7,0 | 700 | 3,9 | 8,8 | 62,2 | 182 |
| | 7,5 | 723 | 4,0 | 9,2 | 61,2 | 182 |
| IV | 7,0 | 769 | 4,0 | 8,8 | 66,8 | 182 |
| | 7,5 | 803 | 3,8 | 7,8 | 66,7 | 183 |
| | 7,5 | 803 | 3,8 | 7,7 | 67,3 | 211 |
| | 8,0 | 752 | 3,9 | 7,8 | 66,8 | 184 |
| V | 8,0 | 888 | 3,7 | 6,7 | 71,2 | 240 |
| | 8,0 | 769 | 3,7 | 5,8 | 74,7 | 210 |
| | 8,0 | 717 | 3,6 | 7,1 | 70,2 | 189 |
| | 8,0 | 701 | 3,6 | 6,2 | 72,1 | 210 |
| | Syatu | Mn.900 | Mn.3 | 4-6 | Mn.68 | Mn.250 |

Untuk memudahkan penentuan kadar aspal optimum dari hasil analisa grafik diatas selanjutnya kita plot ke dalam diagram batang (*Bar Chart*) seperti Gambar 9. di bawah ini :

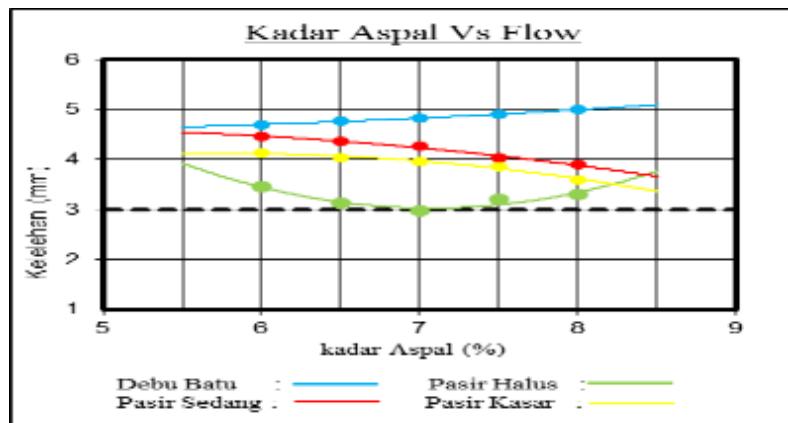
| Sifat-sifat campuran | Rentang Kadar Aspal Total yang Memenuhi Persyaratan | | | | |
|----------------------|---|-----|-----|-----|-----|
| | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 |
| Stabilitas Marshall | | | | | |
| Flow | | | | | |
| VFB | | | | | |
| VIM | | | | | |
| MQ | | | | | |
| VMA | | | | | |

Gambar 9. Grafik Grafik Balok KAO

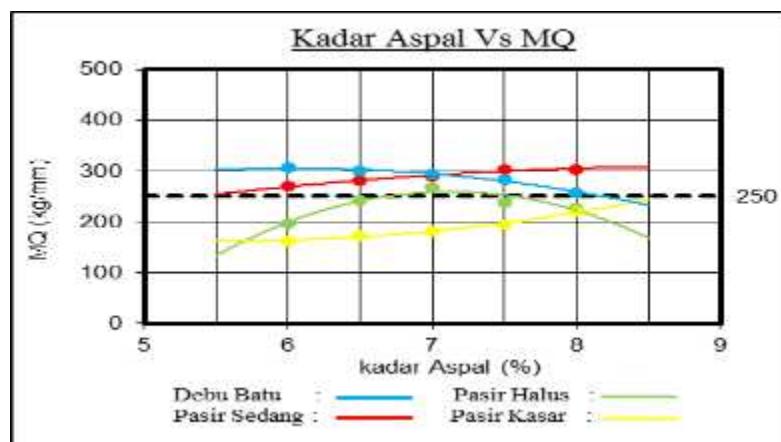
Berikut adalah grafik dari hasil dari perhitungan sifat-sifat marshal untuk jenis agregat halus debu batu, pasir halus, pasir sedang dan pasir kasar yang sudah direkap pada Tabel 19, Tabel 20, Tabel 21 dan Tabel 22. yang ditampilkan dalam satu grafik untuk nilai stabilitas, flow, MQ, VIM, VFB dan VMA agar dapat membandingkan perubahan yang terjadi akibat penggunaan agregat halus yang berbeda-beda. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 15 :



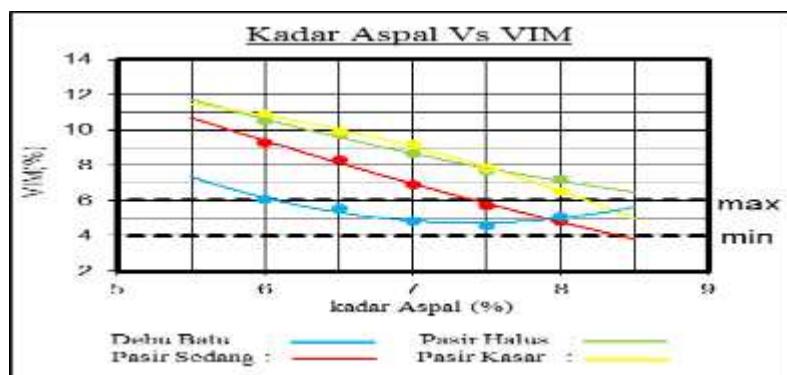
Gambar 10. Grafik gabungan kadar aspal dengan Stabilitas



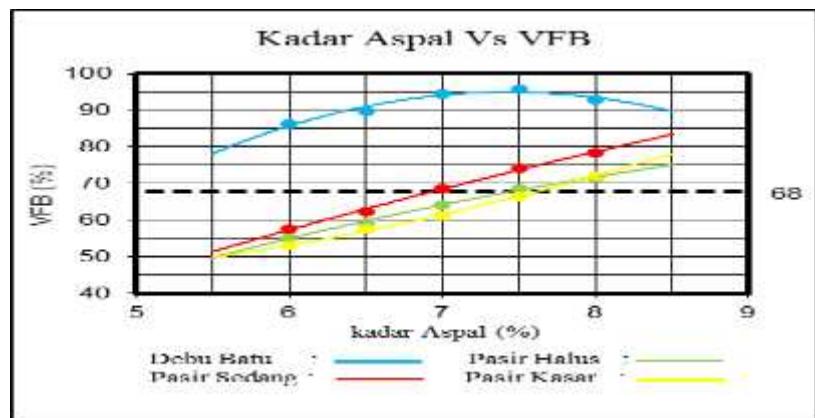
Gambar 11. Grafik gabungan kadar aspal dengan Flow



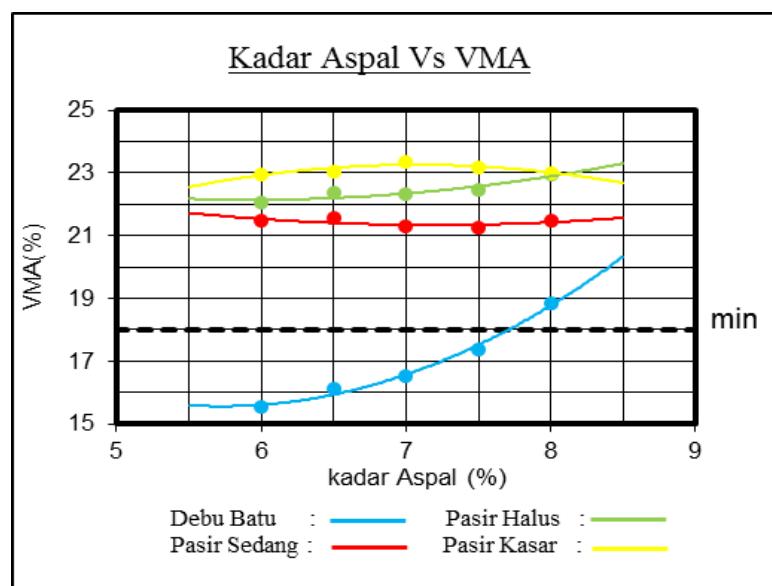
Gambar 12. Grafik gabungan kadar aspal dengan MQ



Gambar 13. Grafik gabungan kadar aspal dengan VIM



Gambar 14. Grafik gabungan kadar aspal dengan VFB



Gambar 15. Grafik gabungan kadar aspal dengan VMA

Berdasarkan dari Gambar 10 sampai dengan Gambar 15 untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil rekapitulasi nilai sifat-sifat marshall yang didapat dari nilai KAO seperti pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Rekapitulasi Data Sesuai Nilai KAO

| No | Keterangan | MATERIAL | | | | Spesifikasi |
|----|------------|-----------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| | | Debu Batu | Pasir Halus | Pasir Sedang | Pasir Kasar | |
| 1 | KAO | 7,71 | - | 7,43 | - | 6 - 8 % |
| 2 | Stabilitas | 1340,10 | - | 1220,00 | - | Min 800 Kg |
| 3 | Flow | 4,96 | - | 4,10 | - | Min 3 mm |
| 4 | MQ | 271,10 | - | 297,50 | - | Min 250 Kg/mm |
| 5 | VFB | 94,30 | - | 73,60 | - | Min 68 % |
| 6 | VIM | 4,85 | - | 5,58 | - | 4 - 6 % |
| 7 | VMA | 18,10 | - | 21,28 | - | Min 18 % |

5. KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Penggunaan agregat halus yang berbeda-beda dapat mempengaruhi sifat-sifat parameter marshall. Hal tersebut dapat dibuktikan pada nilai stabilitas untuk semua jenis agregat halus yang digunakan akan mengalami penurunan nilai apabila penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi. Akan tetapi pada agregat halus pasir berbutir halus dan pasir berbutir kasar nilai stabilitas yang didapat tidak memenuhi batas minimum yaitu sebesar 800 kg. Jika ditinjau dari nilai flow terdapat perbedaan hasil untuk dua jenis agregat yang berbeda, untuk agregat debu batu semakin tinggi kadar aspal nilai flow yang didapat akan semakin besar. Tetapi untuk agregat halus yang berasal dari pasir semakin tinggi kadar aspal akan

- menghasilkan nilai flow yang lebih rendah.
2. Penggunaan agregat halus yang berbeda-beda pada campuran aspal dapat mempengaruhi kualitas campuran beraspal tersebut. Dapat dibuktikan dari grafik Stabilitas, Flow, MQ, VIM, VFB dan VMA bahwa perbedaan hasil yang jelas terlihat pada penggunaan agregat debu batu dengan agregat dari pasir.
 3. Penggunaan agregat halus yang berasal dari debu batu menunjukkan nilai-nilai dari keseluruhan sifat-sifat parameter marshall yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan agregat halus yang berasal dari pasir.
 4. Pemeriksaan kadar aspal yang dilakukan dapat membuktikan bahwa material serta kadar aspal yang digunakan mendekati kadar aspal pada rencana campuran yang telah dibuat sebelumnya

5.2. Saran

1. Dapat melakukan percobaan dengan agregat halus dari bahan yang lain seperti kerak ketel (cangkang sawit), serbuk besi (slug) dan lain sebagainya.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan memilih atau mencari material yang berbeda sumber atau quari agar dapat mengetahui perubahan serta perbedaan dari material yang digunakan pada percobaan sebelumnya.
3. Dapat memilih agregat halus yang baik dengan menggunakan tahapan gradasi untuk mendapatkan material sesuai spesifikasi agregat halus.
4. Dapat menggunakan jenis perkerasan yang berbeda seperti (HRS-BASE) dan yang lain sebagainya agar mengetahui perbedaan dan hasil yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pengendalian Mutu Pekerjaan Aspal dan Agregat*.

Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul - 1 Pengambilan Contoh dan Pengujian Aspal untuk*

Perkerasan Campuran Beraspal.

Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul - 2 Pengambilan Contoh dan Pengujian Agregat untuk Perkerasan Campuran Beraspal.*

Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul - 3 Pengambilan Contoh dan Pengujian Agregat dan Aspal untuk Perkerasan Campuran Beraspal.*

Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum*. Edisi 2010 (Revisi 3). Divisi 6 *Perkerasan Aspal*.

Hardiyatmo, Harry Christady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Maulana, Arief. 2014. *Karakteristik Kekutan Campuran Beraspal Akibat Air Laut*. Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.

- RSNI 03-1737-1989. *Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.* 2005
- Ruzniar, Kurniawan. 2008. *Pengaruh Suhu Pemadatan Pada lapis Aspal Beton (Laston) Dengan Memvariasikan Kerak Ketel Dan Pasir Sebagai Agregat Halus.* Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum.*
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya.* Bandung: Nova.
- Totomiharjo, Soeprapto 1994. *Bahan dan Struktur Jalan Raya.* Universitas Gajah Mada: Biro Penerbit.