

**Briquette Characteristics of Mixed Charcoal of Taro Peel and Rice Husk**  
Galu Murdikaningrum, Mutiara Putri Utami Susanto, Raden Tarisa Nurhanifah, Mualifah (pp:126–136)

**Analysis of Interest In Using Electrical Bicycles in Palangka Raya**  
Vivien Nopella Valentina, Robby, Sutan Parasian Silitonga (pp: 137–144)

**The Effect Of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> On The Bleaching-Scouring Simultaneous Process Of 100% Cotton Fabric With Pad – Batch System**  
Luciana, Agni Salamah (pp: 145–153)

**Management of Water Quality Parameters In Cultivating Vaname Shrimp (Litopenaeus Vannamei) In Intensive Tambak PT. Aneka Tambak Oseana Nusantara , NTB**  
Pieter Amalo, Riris Yuli Velentine, Catur Pramono Adi, Restye Putri Geofani Mbura (pp: 154–162)

**Analysis of The Ant Number Effects on Ant Colony Optimization for Solving Russia-20-Nodes-SDVRP Instance**  
Ekra Sanggala, Muhammad Ardhya Bisma (pp: 163–174)

**Facilities Re-layout of “X” Health Center**  
Dini Yulianti, Tombak Gapura Bhagya, Didi Kusvendi (pp: 175–186)

**Use of Gold Mine Waste Sand From Penda Pilang Village as Hrs-Base Mixture**  
Deskianto, Supiyan, Devia (pp: 187–199)

**In Vitro Antagonism Test of Endophytic Isolates From The Ciplukan Plant (Physalis Angulata L.) Against Ralstonia Solanacearums**  
Ika Afifah Nugraheni, Inneke Ashri Mawaddah (pp: 200–210)

**Employee Performance Measurement at PT. Cahaya Mekanindo Perkasa Using the Human Resources Scorecard Method**  
Ilyas Habibi, AuliaFashanah Hadining (pp: 211–219)

**The Effect of Temperature Variations in the Pressing Process on Glossing Defects Bigborn 2-Tuck Pants Style 3651 Trousers in the Finishing Department of PT. X**  
Afriani Kusumadewi, Feny Nurherawati, Filly Pravitarsari (pp: 220–227)

**Optimum Splice Thickness Ratio Splicer of a Winding Machine to PE20KT Thread Splicing Quality**  
Hendri Pujiyanto, Bambang Yulianto, Hamdan S Bintang, Dinda Amelia Pramesti (pp: 228–235)

**The Influence of Organizational Culture and Organizational Commitment to Employee Work Discipline at the Bandung City Transportation Service**  
Moch Ruli Chaerudin, Riza Rizkiah (pp: 236–245)

**Feasibility Analysis of Smelter Grade Alumina (SGA) Project Development at PT. X**  
Dio Rianto, Dedy Setyo Oetomo, Rizky Fajar, Ramdhani (pp: 246–258)

**Evaluation of Decision Making on Using Online Media in the D'Amerta Berniaga Bandung Business Group**  
Alam Avrianto, Ira Murwenie, Rahmina Puspa AR, Dwirani Fauzi L, Abdul Fatah H (pp: 259–265)

**5 Year Effectiveness Index From Research Ministry Of Marine And Fisheries**  
Catur Pramono Adi, Pieter Amalo (pp: 266–273)

**Technology Acceptance Model for the Use of Learning Management System in Indonesia**  
Graha Prakarsa, Elly Komala, Tombak Gapura Bhagya, Safira Noor Andinia (pp: 274–284)

## Use of Gold Mine Waste Sand From Penda Pilang Village as Hrs-Base Mixture

### Penggunaan Pasir Limbah Tambang Emas Dari Desa Penda Pilang Sebagai Campuran Hrs-Base

Deskianto<sup>1)\*</sup>, Supiyan<sup>2)</sup>, Devia<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Palangka Raya, Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 74874  
Email : [deskianto1999@gmail.com](mailto:deskianto1999@gmail.com)

<sup>2)</sup>Universitas Palangka Raya, Jl. Yos Sudarso Palangka Raya, Kalimantan Tengah 74874  
Email : [supiyan@eng.upr.ac.id](mailto:supiyan@eng.upr.ac.id)

<sup>3)</sup>Universitas Palangka Raya, Jl. Yos Sudarso Palangka Raya, Kalimantan Tengah 74874  
Email : [deviadev90@eng.upr.ac.id](mailto:deviadev90@eng.upr.ac.id)

\*) *Corresponding author*

**Abstract:** Roads are access or transportation infrastructure that is very vital for the movement of people from one location to another. This study will analyze gold mining waste sand from Penda Pilang Village as a component of Hot Rolled Sheet Base (HRS-BASE), Penda Pilang Village is one of the villages located in Kurun District, Gunung Mas, which has the potential to develop rapidly in Central Kalimantan. Because the village population grows and the population is more dependent on road transportation modes, it must be equipped with adequate facilities and infrastructure. In order for development to be put to good use for the growth of the surrounding area, it is necessary to design road construction in a way that takes into account the function, volume, and character of traffic. This research uses test methods at the Highway Laboratory and Concrete Laboratory, Faculty of Engineering, Palangka Raya University. Before the material is used, the aggregate laboratory evaluation is carried out visually and physically checking the aggregate and the percentage of mixture according to the Asphalt Concrete Foundation Layer (HRS-Base) standard. The results of gold mining waste sand from Penda Pilang Village, Kurun District, Gunung Mas Regency can be used as additional aggregate in the Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base) mixture with a composition of the Optimum Asphalt Content (KAO) value of 7% resulting in a stability value of 975.522 kg, flow of 3.10 mm, Inter-Aggregate Cavities (VMA) of 18.600%, Cavities in the Mixture (VIM) of 3.221%, The Asphalt Filled Cavity (VFB) was 82.689%, and the Marshall Quotient was 314.712kg/mm.

**Keywords:** Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base), Optimum Asphalt Content (KAO), Mine Waste Sand, Marshall characteristics

**Abstrak:** Jalan merupakan akses atau infrastruktur transportasi yang sangat vital bagi perpindahan manusia dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Penelitian ini akan menganalisis pasir limbah tambang emas dari Desa Penda Pilang sebagai komponen Hot Rolled Sheet Base (HRS-BASE), Desa Penda Pilang merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Kurun, Gunung Mas, yang berpotensi berkembang dengan pesat di Kalimantan Tengah. Karena populasi desa tumbuh dan penduduknya lebih bergantung pada moda transportasi jalan, maka dari itu harus dilengkapi dengan fasilitas dan infrastruktur yang memadai. Agar pembangunan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk pertumbuhan wilayah sekitarnya, perlu dirancang pembangunan jalan dengan cara yang memperhatikan fungsi, volume, dan karakter lalu lintas. Penelitian ini menggunakan metode uji di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Beton Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Sebelum bahan digunakan, evaluasi laboratorium agregat dilakukan secara visual dan fisik memeriksa agregat dan persentase campuran sesuai standar Lapisan Pondasi Beton Aspal (HRS-Base). Hasil dari pasir limbah tambang emas dari Desa Penda Pilang Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas dapat digunakan sebagai agregat tambahan dalam campuran Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base) dengan komposisi pada nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7 % menghasilkan nilai stabilitas sebesar 975,522 kg, flow sebesar 3,10 mm, Rongga Antar Agregat (VMA) sebesar 18,600%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 3,221%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 82,689%, dan Hasil Marshall (Marshall Quotient) sebesar 314,712kg/mm.

**Kata Kunci:** Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base), Kadar Aspal Optimum (KAO), Pasir Limbah Tambang, karakteristik Marshall

DOI: <http://dx.doi.org/10.37577/sainteks.v%vi%i.597>

Received: 07, 2023. Accepted: 08, 2023.

Published: 09, 2023.

## PENDAHULUAN

Desa Penda Pilang merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Kurun, Gunung Mas, yang berpotensi berkembang dengan pesat di Kalimantan Tengah. Karena populasi desa tumbuh dan penduduknya lebih bergantung pada moda transportasi jalan, sangat penting untuk dilengkapi dengan fasilitas dan infrastruktur yang memadai, terutama dibidang infrastruktur. Agar pembangunan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk pertumbuhan wilayah sekitarnya, perlu dirancang pembangunan jalan dengan cara yang memperhatikan fungsi, volume, dan karakter lalu lintas.

Jelas bahwa Kabupaten Gunung Mas membutuhkan sejumlah besar barang. Sehingga ada kebutuhan akan bahan multiguna yang dapat diakses yang dapat menggantikan aspal tradisional di jalan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki suatu material dengan potensi yang belum termanfaatkan, material pasir dari limbah tambang Emas di Desa Penda Pilang, sebagai campuran HRS-*BASE*, yang diharapkan dapat menjadi material alternatif di daerah tersebut, karena di Desa Penda Pilang cukup banyak lokasi bekas tambang emas jadi sangat disayangkan jika limbah tambang emas itu sendiri tidak dimanfaatkan sebagai bahan campuran perkerasan jalan, baik itu berupa pasir maupun batu.

### A. Tinjauan Pustaka

1). *Aspal*: Agar agregat menjadi kuat, lapisan perkerasan harus berfungsi sebagai media pengikat dan kompres campuran. Aspal tidak hanya bertindak sebagai elemen pengikat, tetapi juga sebagai pengisi ruang antara butiran agregat dan pori-pori yang sudah ada dalam agregat.

Aspal adalah termoplastik, artinya meleleh saat dipanaskan tetapi kemudian mengeras lagi saat suhu menurun. Aspal, bersama dengan agregat, adalah komponen dalam campuran perkerasan jalan. Ketika dihitung berdasarkan berat, %tase aspal dalam campuran trotoar adalah antara 4 dan 10%; bila dihitung berdasarkan volume, itu antara 10 dan 15% (Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2003)

2). *Agregat Kasar*: Fraksi agregat kasar yang dibawa basah (ayakan No. 4, 4,75 mm) untuk desain campuran harus bersih, keras, tahan lama, dan tanpa tanah liat atau komponen yang tidak diinginkan lainnya.

3). *Agregat Halus*: Agregat halus harus dibentuk dari pasir atau produk pengayak batu pecah dan bahan pelarian filter No. 4 (4,75 mm) sesuai persyaratan Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2). Peran utama agregat halus adalah untuk membantu stabilitas campuran dengan melampirkan (saling mengunci) partikel bersama-sama dan mengurangi deformasi permanen. Dalam konteks ini, sudut permukaan, kekasaran permukaan, kebersihan, dan tidak adanya bahan organik diperlukan fitur pembeda agregat. Komposisi agregat halus merupakan porsi utama dalam bangunan Hot Rolled Sheet (HRS), oleh karena itu berdampak signifikan terhadap kinerja baik selama konstruksi maupun dalam pelayanan.

4). *Mineral Pengisi (Filler)*: Filler adalah zat berbutir halus yang mampu melewati saringan No. 200. Debu batu, kapur, semen Portland, dan bahan lainnya semuanya dapat digunakan sebagai pengisi. Filler memiliki fungsi khusus dalam produksi beton aspal yang memenuhi semua spesifikasi. Fitur beton aspal sangat dipengaruhi oleh pengisi yang digunakan dalam campuran.

### B. Riview Literatur

(Hendri Hermanto, 2021) dalam penelitian ini tugas akhir dengan judul "PENGUNAAN KERIKIL PECAH SUNGAI KAHAYAN SEBAGAI ALTERNATIF AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN HOT ROLLED SHEET BASE (HRS-BASE)". Proporsi dari komposisi yang digunakan setelah melalui metode Diagonal dan kemudian disempurnakan menggunakan cara Trial and Error, di dapatkan untuk Komposisi I yaitu kerikil pecah Sungai Kahayan eks. Manen Paduran sabagai agregat kasar sebesar 38% = 456 gr, abu batu eks. Merak sebagai agregat halus sebesar 32% = 384 gr, dan pasir eks. Tangkiling sebagai agregat halus sebesar 30% = 360 gr, (total agregat 1200 gr). Sedangkan

Komposisi II yaitu Batu Pecah eks. Merak sebagai agregat kasar sebesar 38% = 456 gr, Abu Batu eks. Merak sebagai agregat halus sebesar 32% = 384 gr, dan Pasir eks. Tangkiling sebagai agregat halus sebesar 30% = 360 gr, (total agregat 1200 gr). Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan pada Komposisi I = 6,85%, dan pada Komposisi II = 6,65%. KAO dari kedua Komposisi tersebut telah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam Campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) yang telah ditentukan. Berikut fitur Marshall yang ditentukan dari KAO Komposisi I: Stabilitas 875 kg, Rongga dalam agregat 19,65 persen (VMA), Rongga dalam campuran 4% (VIM), Rongga 79,5 persen terisi aspal (VFB), dan hasil bagi Marshall 270 kg/mm dan berikut komposisi II : Cavity in Aggregate (VMA) 19,40%, Cavity in Mixture (VIM) 4,50%, Cavity Filled Asphalt (VFB) 77,00%, dan Marshall's quotient 340 kg/mm. Menurut karakteristik Marshall yang diperoleh, kerikil pecah dari Sungai Kahayan ex. Manen Paduran dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base), dan jika dibandingkan dengan batu pecah ex. Merak, hanya 8,8% kehilangan stabilitas yang terlihat.

(Tedi Yana, 2021) dalam penelitian ini tugas akhir dengan judul "PEMANFAATAN PASIR PUTIH SISA PENAMBANGAN EMAS SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA PERKERASAN *HRS-WC* DITINJAU DARI KARAKTERISTIK MARSHALL" Pasir putih yang berbentuk halus sampai sedang dengan komposisi bahan  $\pm 75\%$  kuarsa, 23% oksida besi, 2% mineral lain. Mengetahui nilai VMA, VIM, dan VFB. Metode Analisis data dilakukan dengan Metode Bina Marga menggunakan spesifikasi HRS-WC dengan Metode Pengujian Marshall.. Proporsi campuran agregat kasar 39%, agregat halus 53%, filler 8%. Perencanaan benda uji pada 2 jenis pasir berbeda, yaitu 5% ;5,5% ; 6% ;6,5% ;7% pada tiap persentase dibuat sebanyak 5 buah benda uji. Nilai berat jenis agregat kasar (2,850 gr/cm) dan berat jenis aspal (1,045) yang sama namun pada berat jenis agregat halus berbeda, dimana pasir sungai 2,679 gr/cm, berat jenis Filler (2,690 gr/cm) dan pasir putih adalah 2,554 gr/cm. Dari KAO diperoleh nilai parameter marshall, pasir sungai nilai stabilitas 1051,46 kg, Flow 3,90 mm, VIM 4,80 %, VMA 17,75 %, VFB 80,20 %, dan MQ 269,92 Kg/mm. Pasir putih nilai stabilitas 1030, 48 kg, Flow 4,03 mm, VIM 4,40 %, VMA 17,19 %, VFB 81,17 %, dan MQ 255,68 Kg/mm. Hasil pengujian pasir putih dapat dijadikan sebagai agregat halus pada campuran HRS-WC.

(Dion Pratama Amyano, 2022) dalam penelitian ini tugas akhir berjudul "KARAKTERISTIK PENGGUNAAN PASIR DAN BATU HASIL LIMBAH TAMBANG EMAS SEBAGAI CAMPURAN SEBAGIAN HRS-BASE". Hasil penelitian terhadap parameter karakteristik Marshall menggunakan substitusi batu limbah tambang dari sepang dan pasir limbah tambang dari manen paduran dihasilkan nilai karakteristik parameter Marshall. Nilai stabilitas optimum terdapat pada penambahan batu 38,5% yaitu sebesar 1250,10 kg. Nilai kelelahan (flow) tertinggi terdapat pada penambahan substitusi batu 75% yaitu sebesar 3,25 mm. Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) untuk substitusi batu limbah tambang dari sepang variasi 25%, dan 50% dan pasir limbah tambang dari manen paduran memenuhi spesifikasi dan untuk substitusi batu limbah tambang dari sepang variasi 75% dan pasir limbah tambang dari manen paduran tidak memenuhi spesifikasi. Nilai VIM tertinggi yang memenuhi spesifikasi terdapat pada substitusi batu limbah tambang 50%, yaitu sebesar 4,94%. Nilai rongga terisi aspal (VFB) tertinggi terdapat pada penambahan kadar plastik 25% yaitu sebesar 78,09%. Nilai hasil bagi Marshall (Marshall Quotient) tertinggi terdapat pada substitusi batu limbah tambang 25 % yaitu sebesar 407,05 kg/mm. Hasil penelitian terhadap Parameter Marshall dengan 3 variasi substitusi berbeda diantaranya 25%, 50% dan 75% diperoleh nilai substitusi batu limbah tambang optimum senilai 38,5%

## METODOLOGI

### A). Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode uji di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Beton Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Sebelum bahan digunakan, evaluasi laboratorium agregat dilakukan secara visual dan fisik memeriksa agregat dan persentase campuran sesuai standar Lapisan Pondasi Beton Aspal (HRS-Base). Selanjutnya, briket dibuat untuk Uji Marshall sehingga sifat campuran dapat ditentukan.

### B). Sumber Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Agregat halus: Pasir limbah tambang emas bekas berasal dari Desa Penda Pilang, Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah.
2. Agregat kasar dan abu batu: yang digunakan dari ex. Merak pada (AMP) dari PT. Karya Halim Sampoerna Jln. Lingkar Luar KM. 4,6 NO. 88 Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.
3. Aspal: Aspal yang digunakan sebagai pengikat memiliki penetrasi 60/70.

### C). Instrument Penelitian

Dalam penelitian ini, ada dua cara yang dilakukan untuk menentukan proporsi dan komposisi campuran:

#### a. Cara diagonal

Prinsip dan langkah dari cara diagonal adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui gradasi ideal yang akan digunakan dari persyaratan gradasi yang ditentukan.
- 2) Menggambar empat persegi panjang dengan ukuran (10 x 20) cm pada *milimeter block*.
- 3) Membuat garis diagonal dari ujung kiri bawah ke ujung kanan atas.
- 4) Sisi vertikal menyatakan persen lolos saringan dengan skala 0 di bawah dan 100 di atas.
- 5) Dengan melihat spesifikasi ideal, tiap-tiap nilai ideal tersebut diletakkan pada garis diagonal berupa titik.
- 6) Dari tiap titik pada diagonal ditarik garis vertikal untuk menempatkan nomor-nomor saringan.
- 7) Digambar grafik gradasi dari masing-masing fraksi yang akan dicampur.
- 8) Untuk menentukan persentase agregat kasar, dilihat dari jarak antara grafik gradasi kasar terhadap tepi bawah dan jarak grafik sedans terhadap tepi atas yang harus sama pada suatu garis lurus.
- 9) Pada garis tersebut ditarik garis vertikal yang memotong garis diagonal. Kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal yang memotong garis tepi, sehingga didapat persentase agregat kasar yang diperlukan.
- 10) Langkah 8 dan 9 diulangi untuk mendapatkan persentase agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

Setelah diperoleh komposisi dari setiap jenis fraksi agregat, dibuat suatu tabel basil analisa gabungan agregat, dimana persentase masing-masing fraksi yang akan digunakan diperoleh dari hasil perkalian dengan persentase lolos untuk masing-masing nomor saringannya. Kemudian dijumlahkan untuk masing-masing nomor saringan lalu dilihat apakah gradasi tersebut sudah memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan sesuai jenis campuran yang akan dibuat.

Hasil penggabungan agregat diusahakan mendekati *ideal spec*. Jika melalui grafik diagonal belum tepat, maka digunakan cara coba-coba (*Trial and Error*), yaitu menentukan terlebih dahulu persentase dari masing-masing agregat (tanpa Mengubah persen lolos), kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui perkalian tersebut masing-masing dijumlahkan dan dilihat apakah hasilnya mendekati nilai *ideal spec*. selanjutnya dibuat grafik penggabungan

agregat dan grafik spesifikasinya. Setelah itu di hitung berat masing- masing fraksi yaitu presentase fraksi dikali dengan *mould*.

Berat masing-masing fraksi campuran ini, dibagi-bagi lagi berdasarkan ukuran saringan sesuai dengan persentase tertahan agregatnya yang akan digunakan untuk pembuatan briket benda uji.

b. Cara coba-coba (*Trial and Error*)

Prinsip dan langkah dari cara coba-coba (*Trial and Error*) adalah sebagai berikut:

- 1) Memahami batas gradasi yang disyaratkan.
- 2) Memasukkan data spesifikasi gradasi pada kolom spesifikasi unit.
- 3) Memasukkan persentase lolos saringan, masing-masing jenis batuan ke dalam persentase lolos.
- 4) Memasukkan spesifikasi ideal pada kolom target *value*, yaitu nilai salah satu dari spesifikasi ideal yang disyaratkan.
- 5) Mengambil dari salah satu spesifikasi ideal dengan jenis yang ada, dalam hal ini agregat kasar, sedang dan halus kemudian dicampur ketiganya dengan jumlah 100% dan nilai gabungannya mendekati nilai spesifikasi ideal yang kita ambil tadi.
- 6) Jika sudah mendekati salah satu nilai spesifikasi ideal dari ketiga agregat. yang lain dihitung atau digabung dengan persentase yang sama. Sehingga dapat dipergunakan sbagai gradasi untuk campuran aspal panas.

Dalam menentukan proporsi/komposisi campuran, perhitungan awal dilakukan dengan menggunakan cara diagonal. Selain itu, hasil komposisi yang diperoleh dievaluasi lagi menggunakan *Trial and Error*. Hal ini dilakukan untuk menentukan apakah proporsi / komposisi gradasi gabungan agregat memenuhi spesifikasi preset.

*D). Standar Pengujian*

Berikut ini adalah contoh pengujian standar yang digunakan sebagai kerangka kerja untuk penelitian ini:

Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan untuk Jalan Raya Tahun 2018 (revisi 2).

*E). Pelaksanaan Pengujian*

- 1). *Tahap Persiapan*: Periksa bahan dan peralatan yang akan digunakan untuk pengujian.
- 2). *Pengujian: Pengujian agregat*
  - i). *Pemeriksaan Karakter Agregat*

Sifat fisik agregat yang digunakan dalam dasar jalan harus dievaluasi sebelum konstruksi dimulai. Jika lolos inspeksi dan memenuhi spesifikasi yang diperlukan, agregat dapat digunakan untuk air boiler. Untuk mengumpulkan informasi yang akan digunakan dalam proses pencampuran, inspeksi agregat tersebut telah dilakukan. Data kualitas agregat, jenis dan berat agregat, kadar air agregat, dan kandungan lempung agregat semuanya diperlukan untuk desain campuran.
  - 3). *Pembuatan benda uji*
    - i). Saat menyiapkan spesimen uji aspal dengan aspal penetrasi 60/70 untuk digunakan dalam campuran, ada lima variasi kadar aspal persentase, yaitu 5,5 % ; 6 % ; 6,5 % ; 7 % ; 7,5 %. Persentase aspal ini ditentukan berdasarkan kadar aspal optimal persen tase (KAO).
    - ii). Membuat 3 spesimen uji untuk setiap komponen aspal, dengan total 15 spesimen uji per komposisi.
  - 4). *Pengujian Marshal Benda Uji*
    - i). Berupa pengujian kepadatan, stabilitas, dan uji marshall (nilai stabilitas dan aliran, maka nilai parameter lainnya dapat dihitung yaitu VIM, VMA, VFB, volume weight, Marshall Quotient dan parameter lainnya sesuai dengan mixed specifications)
    - ii). Konsentrasi garam optimal kemudian ditentukan dengan memilih konsentrasi garam yang memaksimalkan semua parameter yang disebutkan sebelumnya

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian berikut merinci temuan uji pencampuran HRS-Base yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya dan Laboratorium Beton Universitas Palangka Raya:

### A). Pengujian Karakter Agregat

Temuan uji analisis saringan untuk evaluasi batu pecah, abu batu, dan gradasi pasir ditunjukkan.

**Tabel 1. Hasil Analisa Saringan Agregat**

No. Saringan		Lolos Saringan (%)		
		Eks. Merak		Pasir Limbah Tambang Emas. Desa Penda Pilang
Inch	mm	Agregat Kasar (CA)	Abu Batu (FA)	Pasir (SA)
#3/4	19	100,00	100,00	100,00
#1/2	12,5	80,18	100,00	100,00
#3/8	9,5	39,34	100,00	100,00
No.8	2,36	2,25	67,03	89,47
No.30	0,600	1,35	37,84	56,40
No.200	0,075	0,48	12,71	0,07

Tabel 2 menguraikan prosedur untuk menguji agregat kasar dan halus untuk berat jenis dan serapan, memeriksa agregat kasar untuk abrasi, dan pengujian untuk kandungan tanah liat (setara pasir).

**Tabel 2. Hasil Kajian Sifat Fisik Masing-masing Agregat**

Pemeriksaan	Eks. Merak		Pasir Limbah Tambang Emas Desa Penda Pilang
	Agregat Kasar	Abu Batu	
Berat Jenis	2,539	2,310	2,615
Berat Jenis Kering Permukaan / SSD	2,547	2,383	2,629
Berat Jenis Semu	2,560	2,492	2,652
Penyerapan	0,325	3,159	0,530
Keausan / Abrasi	21,56	-	-
Sand Equivalent	-	-	78,58

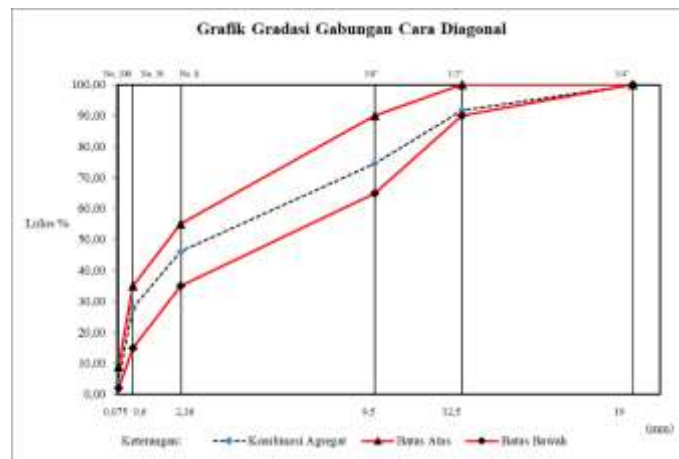
### B). Perencanaan Campuran

#### 1). Cara Diagonal;

Pendekatan *Asphalt Institute* digunakan untuk perencanaan campuran, dan perhitungan kombinasi agregat dilakukan dengan menggunakan cara diagonal.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Diagonal**

No. Saringan		Batu Pecah		Abu Batu		Pasir		Total Kombinasi	Spesifikasi
inch	mm	100 %	42 %	100 %	30 %	100 %	28 %		
#3/4	19	100,00	42,00	100,00	30,00	100,00	28,00	100,00	100
#1/2	12,7	80,18	33,68	100,00	30,00	100,00	28,00	91,68	90-100
#3/8	9,5	39,34	16,52	100,00	30,00	100,00	28,00	74,52	65-90
No.8	2,36	2,25	0,94	67,03	20,11	89,47	25,05	46,11	35-55
No.30	0,60	1,35	0,57	37,84	11,35	56,40	15,79	27,71	15-35
No.200	0,075	0,48	0,20	12,71	3,81	0,07	0,02	4,03	2-9
Pan	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



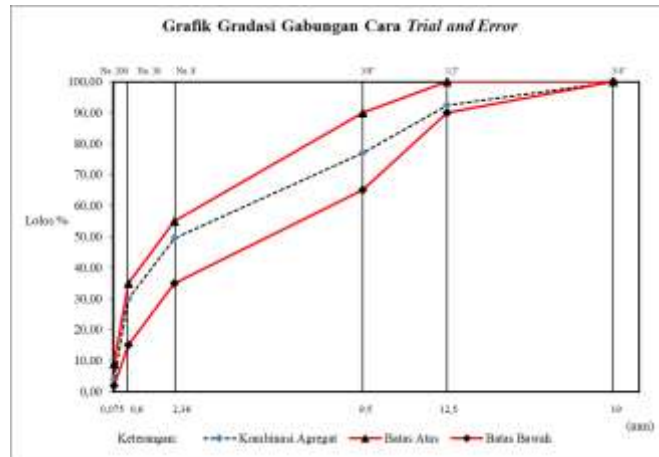
**Gambar 1. Grafik Gradasi Gabungan Cara Diagonal**

2). Cara coba-coba

Untuk melengkapi semua ini, hasil yang diperoleh dari perhitungan komposisi gradasi agregat gabungan dengan menggunakan diagonal diperiksa dengan coba-coba. Tabel 4 dan grafik pada Gambar 2 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan % tase:

**Tabel 4. Gradasi Gabungan Cara Coba-coba**

No. Saringan		Batu Pecah		Abu Batu		Pasir		Total Kombinasi	Spesifikasi
inch	mm	100%	38%	100%	30%	100%	32%		
#3/4	19	100,00	38,00	100,00	30,00	100,00	32,00	100,00	100
#1/2	12,7	80,18	30,47	100,00	30,00	100,00	32,00	92,47	90-100
#3/8	9,5	39,34	14,95	100,00	30,00	100,00	32,00	76,95	65-90
No.8	2,38	2,25	0,85	67,03	20,11	89,47	28,63	49,60	35-55
No.30	0,595	1,35	0,51	37,84	11,35	56,40	18,05	29,91	15-35
No.200	0,075	0,48	0,18	12,71	3,81	0,07	0,02	4,02	2-9
Pan	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



Gambar 2. Grafik Gradasi Gabungan Cara Coba-Coba

3). Rencana Komposisi Benda Uji

Perhitungan rencana berat aspal dan material ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Rencana Komposisi Campuran

Berat Agregat 1200 gr						Berat Total Agregat Campuran	Variasi Kadar Aspal					Kode Sampel
Batu Pecah		Abu Batu		Pasir			5,5%	6%	6,5%	7%	7,5%	
%	gr	%	gr	%	gr	Berat Kadar Aspal Terhadap Total Campuran						
						gr	Gr					
38	456	30	360	32	384	1200	69,84	76,60	83,42	90,32	97,30	I

C). Pengujian Marshall

1). Persiapan Pengujian Marshall

Produksi briket atau benda uji lainnya mengikuti penentuan komposisi campuran (desain campuran). Proses yang diuraikan dalam SNI 06-2489-1991 digunakan untuk produksi spesimen uji. Dengan asumsi volume lalu lintas harian yang wajar, jumlah tabrakan yang digunakan adalah 50 kali lipat.

Setelah memadatkan spesimen uji dan membiarkannya duduk pada suhu ruangan selama 1 hari, berat akhir ditentukan dengan menimbanginya. Setelah 1 hari, spesimen ditimbang dalam air untuk menetapkan berat dasar baru. *Saturated surface dry* (SSD) dicapai ketika spesimen dikeluarkan dari lingkungan basah dan dibiarkan mengering sebelum ditimbang dan berat ditetapkan.

Selama 30-40 menit sebelum menjalani pengujian menggunakan instrumen Marshall, spesimen direndam dalam bak air panas (water bath) yang dipanaskan hingga 60 C. Tes Marshall menghasilkan metrik yang berguna termasuk stabilitas (dalam kg) dan aliran (dalam mm).

2).Perhitungan Tes Marshall

Sebelum menghitung dan menginterpretasikan hasil uji Marshall, hitung berat jenis dan serapan semua agregat campuran. Tabel 6 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan.

**Tabel 6. Perhitungan berat jenis agregat total dan penyerapan air**

No	Pemeriksaan	Satuan	Perhitungan
1.	(GSB)	-	2,488
2.	(GSA)	-	2,567
3.	(GSE)	-	2,528
4.	(Pba)	-	0,686

3). Hasil Tes Marshall

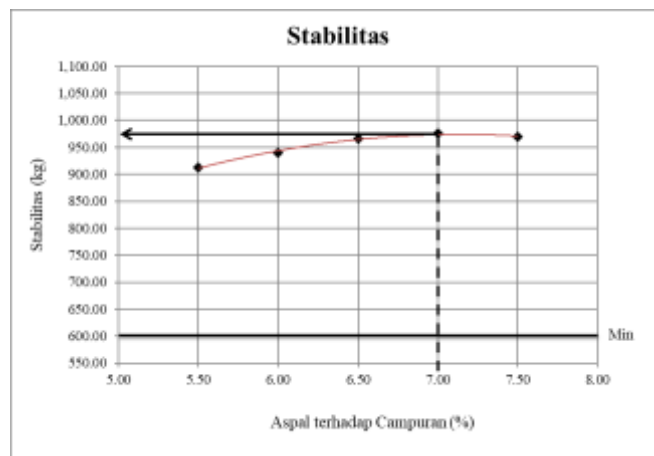
Pengujian Marshall memberikan informasi mengenai stabilitas, flowabilitas, Marshall quotient, (VIM) dan (VFB) dalam aspal campuran panas. Terlepas dari upaya terbaik Marshall, tidak semua briket yang dia uji di laboratorium setara dengan standar untuk campuran HRS-Base. Campuran aspal panas dengan berbagai kandungan aspal telah dievaluasi sebanyak 5 (lima) properti. Grafik digunakan untuk memeriksa bagaimana perubahan kandungan aspal berdampak pada lima karakteristik campuran..

**Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall**

Kadar Aspal (%)	Parameter Karakteristik Marshall					Keterangan
	Stabilitas (kg)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kN/mm)	
5,5	912,582	20,277	8,784	56,598	300,820	VIM, VFB Tidak Memenuhi
6	940,362	19,973	7,307	63,421	301,961	VIM, VFB Tidak Memenuhi
6,5	965,322	18,865	4,794	74,610	296,139	Memenuhi
7	975,522	18,600	3,221	82,689	314,712	Memenuhi
7,5	969,511	19,658	3,203	83.709	308,044	Memenuhi
Spesifikasi	>600	>17	3 - 5	>68	>250	

i). Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal

Ketika lapisan perkerasan stabil, ia dapat menopang berat tanpa mengubah bentuk. Seperti dapat diamati pada Gambar 3, persyaratan stabilitas minimum untuk kombinasi HRS-Base adalah 600 kg.

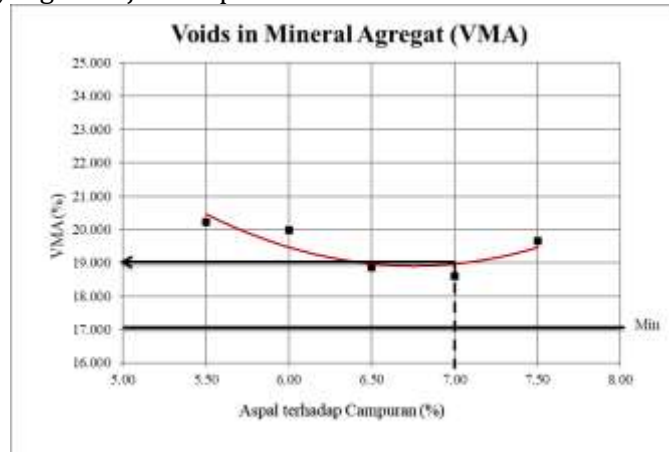


**Gambar 3. Grafik Hubungan Stabilitas**

Stabilitas 975,522 kg dengan konsentrasi aspal 7%, sedangkan dicapai nilai 912,582 kg dengan kadar aspal 5,5%. HRS-Base memadukan stabilitas keseluruhan memenuhi standar Spesifikasi Jalan Raya (2018) Revisi 2 (dua) untuk minimum 600 kg.

ii). Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA)

Inter-aggregate cavity (VMA) mengacu pada jumlah ruang yang ada antara partikel agregat pada permukaan perkerasan dan aspal yang mengisi ruang itu. Spesifikasi Jalan Raya (2018) Revisi 2 (dua) mengamanatkan (VMA) minimum 17% untuk kombinasi Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.



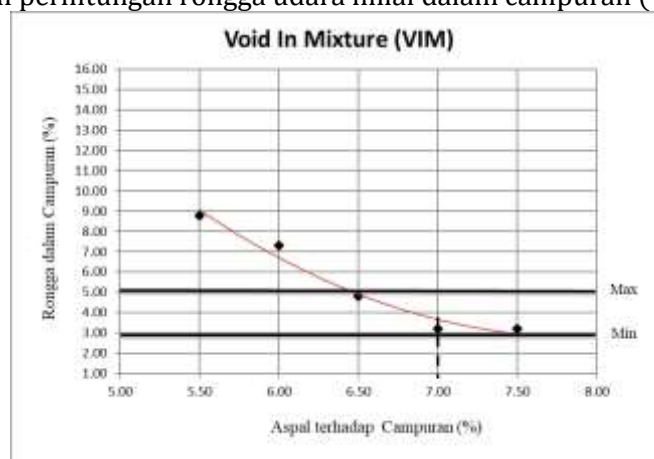
Gambar 4. Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA)

Grafik diatas menunjukkan VMA rongga antar agregat maksimum dengan konsentrasi aspal 5,5% (20,227%), dan terendah pada kandungan aspal 7% (18,600%). Kombinasi Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base) dengan komposisi aspal 5,5%, 6,5%, 6,5%, 7%, dan 7,5% semuanya memenuhi standar Spesifikasi Jalan Raya (2018) Revisi 2 (dua).

iii). Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (*Void In Mixture/VIM*)

Resistensi campuran dapat diukur dengan kekosongan dalam campuran (VIM) (daya tahan). Pemadatan berulang dari beban lalu lintas, jika ada cukup lubang udara, akan memungkinkan pemadatan yang lebih banyak.

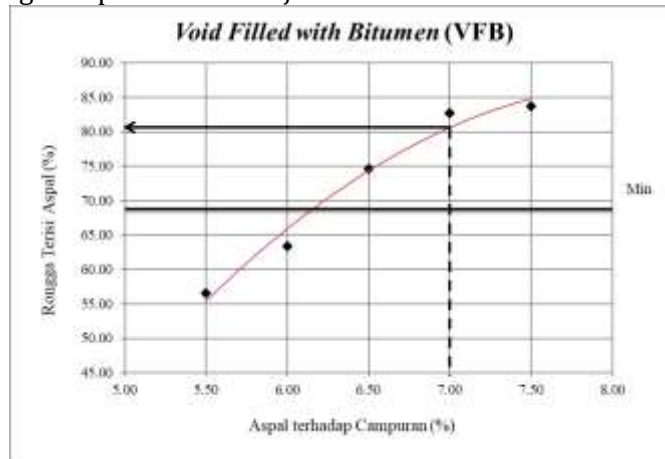
Spesifikasi Umum Jalan Raya (2018) Revisi 2 menetapkan nilai rongga udara dalam campuran (VIM) antara 3% dan 5% untuk campuran Hot Rolled Sheet Base. Gambar 5 di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan rongga udara nilai dalam campuran (VIM):



Gambar 5. *Void In Mixture* (VIM)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, jumlah rongga udara dalam campuran berkurang dengan meningkatnya persentase aspal. Ini karena lebih banyak aspal dapat digunakan untuk menghilangkan ruang di dalam aspal. Nilai VIM pada tingkat aspal 6,5%, 7%, dan 7,5% dapat diterima.

iv). Hubungan Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Bitumen/VFB*) terhadap Variasi Kadar Aspal  
 Fraksi ruang hampa antara butiran agregat yang ditempati oleh aspal. Terlalu sedikit aspal di rongga mengurangi adhesi antar agregat, membuatnya mudah terkelupas; Ini memiliki dampak besar pada umur panjang campuran. Terlalu banyak aspal, di sisi lain, memungkinkan pendarahan. Spesifikasi Jalan Raya, 2018 Revisi 2 (dua) membutuhkan VFB 68% atau lebih untuk void yang diisi aspal. Gambar 6 adalah representasi grafis dari korelasi antara nilai rongga yang diisi aspal dan kandungan aspal dan menunjukkan hal-hal berikut:

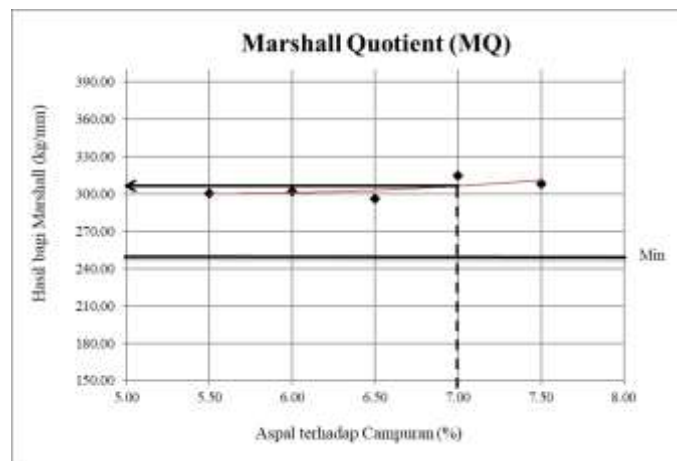


**Gambar 6. Grafik *Void Filled with Bitumen (VFB)***

Seperti dapat dilihat pada Gambar 6 Litecoin, VFB rongga yang diisi aspal meningkat dengan meningkatnya kandungan aspal. Ini karena lebih banyak aspal digunakan untuk menghilangkan ruang kosong secara agregat.

v). Hubungan Hasil Bagi Marshall (*MQ*) terhadap Kadar Aspal

Dengan membagi nilai aliran dengan nilai stabilitas, hasil bagi Marshall dapat dihitung melebihi 250 kg / mm yang diperlukan dari revisi 2018 dari Spesifikasi Jalan Raya 2 yang Direvisi. Nilai Marshall Quotient yang dihitung dan korelasinya dengan variasi kandungan aspal ditunjukkan.



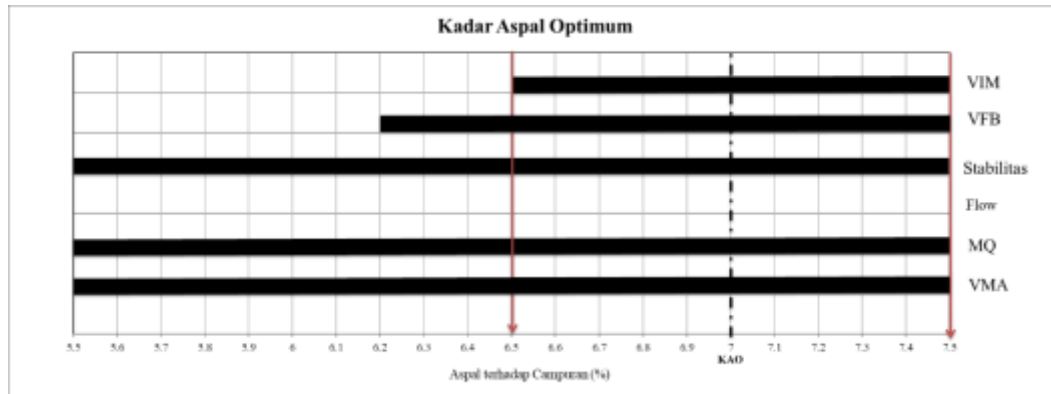
**Gambar 7. Marshall Quotient (MQ)**

Nilai hasil Marshall terendah pada nilai aspal 6,5% (Gambar 7) dan Marshall Quotient terbesar pada nilai aspal 7% (Gambar 7).

vi). Jumlah Aspal yang Optimal

Setelah memeriksa grafik yang disebutkan di atas, grade aspal optimal (KAO) dapat dihitung secara visual dengan menemukan titik ketika kondisi stabilitas, aliran, VIM, VFB, dan Marshall Quotient semuanya terpenuhi.

Seluruh gambar ditunjukkan pada Gambar 8 dari Konten Aspal Optimal, yang menggambarkan hubungan antara konten aspal dan fitur khas Marshall.



Gambar 8. (KAO)

Marshall menyimpulkan, berdasarkan analisisnya tentang fitur penentu campuran, bahwa konsentrasi aspal dalam kisaran 6,5% hingga 7,5% adalah ideal. Menurut data ini, kandungan aspal optimal (KAO) berada di sekitar 7%.

vii). Nilai Parameter Marshall

Dari hasil pengujian maka didapat hasil nilai parameter Marshall KAO 7% dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum

Komposisi Campuran	KAO (%)	Parameter Karakteristik Marshall				
		Stabilitas (kg)	VMA (%)	Rongga Dalam Campuran VIM (%)	Rongga Terisi Aspal VFB (%)	Hasil Bagi Marshall MQ (kg/mm)
I	7	975,522	18,600	3,221	82,689	314,712
Spesifikasi	-	>600	>17	3 - 5	>68	>250

Menurut tabel di atas, Kualitas Aspal Optimum (KAO) memiliki stabilitas 975,522 kg, VMA 18,600 persen, void in the mixture (VIM) 3,221 persen, rongga berisi aspal (VFB) 81,689%, dan Marshall quotient (MQ) 314,712 kg/mm.

## SARAN

1. Pada pemeriksaan bahan dan pemeriksaan benda uji sebaiknya berpedoman pada prosedur-prosedur yang telah ditentukan dan perlu ketelitian yang baik dalam pemeriksaan bahan, karena selanjutnya dalam perhitungan dan perencanaan akan berpengaruh terhadap hasil akhir yang akan dicapai.
2. Penelitian tidak selalu menghasilkan sesuatu yang baik/memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan, tetapi hasil penelitian ini dapat dikaji lebih lanjut dan bisa dijadikan dasar untuk penelitian lain dengan tinjauan yang berbeda khususnya dalam teknologi perkerasan jalan.

## SIMPULAN

Dari hasil sifat-sifat fisik agregat, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa material agregat tambahan pasir limbah tambang emas dari Desa Penda Pilang Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas dapat digunakan sebagai agregat tambahan dalam campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)* dengan komposisi pada nilai (KAO) sebesar 7 persen menghasilkan nilai stabilitas 975,522 kg, aliran 3,10 mm, rongga antar agregat (VMA) sebesar 18,600%, void in mixture (VIM) sebesar 3,221%, (VFB) sebesar 82,689%, dan hasil bagi Marshall sebesar 314,712kg/mm, dan dari kajian pustaka terdahulu yang menggunakan agregat tambahan pasir eks. Tangkiling, dengan sama-sama menggunakan batu pecah dan abu batu eks. Merak, didapatkan nilai Stabilitas dan VFB tertinggi dari pasir Penda Pilang, dan jika dibandingkan dengan pasir eks. Tangkiling yang memperoleh VMA, VIM, dan MQ yang tinggi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Dion Pratama Amyano. (2022). Karakteristik Penggunaan Pasir Dan Batu Hasil Limbah Tambang Emas Sebagai Campuran Sebagian Hrs-Base. *DENSITY (DEVELOPMENT ENGINEERING OF UNIVERSITY) JOURNAL*.
- Hendri Hermanto. (2021). Penggunaan Kerikil Pecah Sungai Kahayan Sebagai Alternatif Agregat Kasar Pada Campuran Hot Rolled Sheet Base (Hrs-Base). *Jurnal INFO TEKNIK*.
- Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2018. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (revisi 2). *Jakarta: s.n.*
- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. *Bandung: Nova*.
- Tedi Yana. (2021). Pemanfaatan Pasir Putih Sisa Penambangan Emas Sebagai Agregat Halus Pada Perkerasan Hrs-Wc Ditinjau Dari Karakteristik Marshall. *JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*.