

**ANALISIS MUTU KUALITAS ASPAL PANAS AC-BC
TERHADAP SIFAT FISIKA MATERIAL
DI PT BRU KABUPATEN LAHAT**

SKRIPSI

**Oleh:
MELATI
NPM : 1911090214**



Jurusan: Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H/2024 M**

**ANALISIS MUTU KUALITAS ASPAL PANAS AC-BC
TERHADAP SIFAT FISIKA MATERIAL
DI PT BRU KABUPATEN LAHAT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
Dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Oleh:
MELATI
NPM : 1911090214



Jurusan: Pendidikan Fisika

Pembimbing I : Sri Latifah, M.Sc
Pembimbing II : Vandani Wiliyanti, S.Pd., M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H/2024 M**

ABSTRAK

Pembangunan jalan ini sangat berpengaruh untuk menghasilkan kualitas aspal sehingga harus benar-benar dilakukan pengujian laboratorium, dengan memilih material yang terbaik dan alat yang cukup canggih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan perbedaan sifat fisika material antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar kualitas dengan yang tidak memenuhi standar kualitas. Kemudian untuk mengetahui komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian Marshall dan yang terakhir untuk mengetahui kontribusi pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap pembelajaran IPA khususnya Fisika.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif sering disebut metode penelitian naturalistik karena penelitiannya dilakukan pada kondisi yang alamiah (*natural setting*); disebut juga sebagai metode etnografi, karena pada awalnya metode ini lebih banyak digunakan untuk penelitian bidang antropologi budaya; disebut sebagai metode kualitatif, karena data yang terkumpul dan analisisnya lebih bersifat kualitatif.

Dari hasil analisa ditemukan bahwa pengaruh dan perbedaan sifat fisika pada campuran aspal AC-BC sangat berpengaruh terhadap sifat fisika yang dihasilkan seperti sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia, dan sifat teknologi dari proses pencampuran aspal melalui uji agregat Marshall yang menghasilkan kualitas aspal yang bisa mendukung pembangunan suatu proyek dengan maksimal. Komposisi material fisika dalam pencampuran AC-BC untuk bisa mencapai tingkat kualitas adalah dengan melihat parameter spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga 2018 seperti kadar aspal yang optimal, pemilihan agregat yang sesuai, rasio aspal agregat yang tepat, karakteristik agregat, distribusi void yang optimal serta pemanasan dan pencampuran yang tepat. Kontribusi pencampuran aspal AC-BC pada pembelajaran Fisika ialah untuk dijadikan sebagai bahan materi pembelajaran untuk materi Fluida pada kelas II SMA.

Kata kunci : Pencampuran Aspal AC-BC, Sifat Fisika, Kuantitatif

ABSTRACT

The construction of this road is very influential in producing quality asphalt, so laboratory testing must be carried out, by selecting the best materials and quite sophisticated equipment. This research aims to determine the influence and differences in material physical properties between AC-BC hot asphalt that meets quality standards and that that does not meet quality standards. Then to find out the good composition of the material to meet the criteria for the physical properties of the material from Marshall testing and finally to find out the contribution of AC-BC hot asphalt quality mixing to science learning, especially Physics.

This research uses qualitative research methods, often called naturalistic research methods because the research is carried out in natural conditions (natural settings); also called the ethnographic method, because initially this method was more widely used for research in the field of cultural anthropology; It is called a qualitative method, because the data collected and the analysis is more qualitative in nature.

From the results of the analysis it was found that the influence and differences in physical properties of the AC-BC asphalt mixture greatly influence the resulting physical properties such as mechanical properties, physical properties, chemical properties and technological properties of the asphalt mixing process through the Marshall aggregate test which produces quality asphalt that can support the development of a project to the maximum. The physical material composition in AC-BC mixing to achieve the quality level is to look at the specification parameters set by Bina Marga 2018 such as optimal asphalt content, appropriate aggregate selection, appropriate aggregate asphalt ratio, aggregate characteristics, optimal void distribution and heating and proper mixing. The contribution of AC-BC asphalt mixing in Physics learning is to serve as learning material for Fluids in class II high school.

Keywords: AC-BC Asphalt Mixing, Physical Properties, Quantitative

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Melati

NPM : 1911090214

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul: “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di PT BRU Kabupaten Lahat” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikat ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut fotnote atau daftar referensi. Apabila dilain waktu terbukti ada penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi

Bandar Lampung, 26 Desember 2023

Penulis



Melati

NPM. 1911090214



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721)703260 Fax. (0721)780422

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas
AC-BC Terhadap Sifat Fisika
Material Di PT BRU Kabupaten Lahat

Nama : Melati
NPM : 1911090214
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk Dimunaqosahkan dan Dipertahankan Dalam Sidang
Munaqosah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam
Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


Sri Latifah, M.Sc.
NIP. 197903212011012003


Vandan Wiliyanti, S.Pd, M.Si
NIP.19920718202012012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika


Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011022003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721)703260 Fax. (0721)780422

LEMBAR PENGESAHAN

Proposal dengan judul “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di PT BRU Kabupaten Lahat” Disusun oleh: Melati, NPM: 1911090214, Prodi: Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam seminar skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal: Selasa, 26 Maret 2024

TIM SEMINAR MUNAQOSAH

Ketua Sidang : Prof. Dr. Yuberti, M. Pd (.....)

Sekretaris : Yani Suryani, M. Pd (.....)

Pembahas Utama : Rahma Diani, M.Pd (.....)

Pembahas Pendamping I : Sri Latifah, M.Sc (.....)

Pembahas Pendamping II : Vandan Wiliyanti, S. Pd., M.Si (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Hj. Nelly Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ

فَأَنْصَبْ ﴿٧﴾

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,”
“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudaha,”
“Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.”
”

(Q.S Al-Insyirah , 94:5-7)¹



¹ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Jakarta Timur: Al -Kholaqoh, 2019).

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayat-Nya, dan shalawat serta salam yang selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW maka dengan tulus ikhlas disertai perjuangan dengan jerih payah penulis, Alhamdulillah penulis telah selesaikan skripsi ini, yang kemudian skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kepada Ayahanda tersayang Almarhum Ningati, seseorang yang biasa saya sebut abak dan berhasil membuat saya bangkit dari kata menyerah. Alhamdulillah kini saya bisa berada ditahap ini menyelesaikan karya tulis ilmiah sebagaimana perwujudan terakhir sebelum engkau benar-benar pergi. Terima kasih sudah mengantarkan saya berada di tempat ini, meskipun pada akhirnya perjalanan ini harus saya lewati sendiri tanpa lagi engkau temani.
2. Kepada Ibunda tercinta, seseorang yang sering saya sebut mamak perempuan yang hebatnya luar biasa yang selalu menjadi penyemangat saya. Saya persembahkan karya tulis ilmiah sederhana ini untuk ibunda. Terima kasih sudah melahirkan, merawat dan membesarkan saya dengan penuh cinta, selalu berjuang untuk kehidupan saya, kerja keras dan menjadi tulang punggung keluarga hingga akhirnya saya bisa tumbuh dewasa dan berada di posisi saat ini.
3. Kepada saudara kandungku Sri Megawati, Ismini Narti, Perawati, Betti, Nurhayari Amd. Keb, Juniarti Amd. Keb, dan saudara kembaranku Mawar S.Sos. Terima kasih telah mendukung saya dengan sepenuh hati yang selalu memberikan dorongan dan motivasi hingga bisa ke tahap saat ini. Semoga selalu diberkahi dan diberikan kesehatan.

RIWAYAT HIDUP

Melati, adalah putri ke tujuh dari delapan bersaudara dari pasangan Bapak Ningati dan Ibu Sada, dilahirkan di Karang Endah kecamatan Kikim Timur Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 26 juni 2001.

Peneliti mengawali pendidikan pada jenjang Sekolah Dasar Negeri 06 Kikim Timur, selesai pada tahun 2007-2013. Kemudian melanjutkan kejenjang Sekolah Menengah Pertama tepatnya di SMP Negeri 1 Kikim Timur, selesai pada tahun 2013-2016. Dan penulis melanjutkan kejenjang pendidikan Sekolah Menengah Atas tepatnya di SMA Negeri 1 Lahat, selesai pada tahun 2016-2019. Dengan niat dan tekad yang ulet serta mendapatkan dukungan dari kedua orang tua dan atas Ridho dari Allah SWT Peneliti melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Pada tahun 2019 dengan konsentrasi jurusan Pendidikan Fisika, fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

Peneliti melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dari rumah pada tahun 2022 di Desa Karang Endah Kecaamatan Kikim Timur Kabupaten Lahat selama 40 hari dan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMP N 23 Bandar Lampung, dan atas izin Allah peneliti akan menyelesaikan Srata Satu (S1) dengan gelar Serjana Pendidikan (S. Pd) di bidang Pendidikan Fisika di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil alamin, segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat, karunia, rezeki dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di Kabupaten Lahat” dengan baik. Sholawat serta salam tidak luput penulis hanturkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasalam beserta para keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya yang mudah-mudahan mendapat syafaat di hari akhir kelak.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raeden Intan Lampung. Penulisan skripsi ini tentu saja tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Nirva Diana, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan serta para Wakil Dekan di lingkungan fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc., selaku Ketua Jurusan dan Ibu Rahma Diani, M.Pd., selaku Sekertaris Jurusan Program Studi Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung.
3. Ibu Sri Latifah, M.Sc., selaku pembimbing I, dan Ibu Vandan Wiliyanti, S.Pd., M.Sc., selaku pembimbing II yang telah menyediakan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang luar biasa kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Seluruh dosen dan pegawai Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah membimbing dan memberi ilmu pengetahuan kepada penulis selama menuntut ilmu di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
5. Bapak Erwin selaku petugas laboratorium PT BRU Kabupaten Lahat, Bapak Wandy selaku Asisten Manager PT Karya Utama Bangun Nusa yang telah memberikan bantuan demi kelancaran penelitian skripsi ini.

6. Kepada teman-teman ku Defiera Rosa Anggraini Amd. Farm, Sistia Yulianti S.Pd, Hafis Alparesi EsTeh. Terima kasih atas doa serta dukungannya dan telah terima kasih juga telah mendengarkan keluh kesah selama penelitian skripsi ini.
7. Teruntuk Someone special dengan NRP 31190568630699 terima kasih sudah menjadi best partner dalam berjuang, meyakinkan dan menemani dalam proses menyelesaikan skripsi.
8. Dan yang terakhir, kepada perempuan sederhana namun terkadang sangat sulit dimengerti isi kepalanya, sang penulis sebuah karya tulis ini, diri saya sendiri, Melati. Seorang perempuan yang berusia 22 tahun saat menciptakan karya tulis ini namun terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terima kasih telah hadir di dunia walaupun mungkin tidak sedikit yang tidak ikut serta merayakan hadirmu di dunia namun selalu bersyukur karena banyak pula manusia yang dengan bahagia merayakan kehadiranmu di dunia. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini melewati banyaknya rintangan hidup yang tidak tertebak adanya. Terima kasih tetap memilih hidup dan merayakan dirimu sendiri sampai dititik ini, walaupun sering kali merasa putus asa apa yang diusahakan dan belum berhasil namun terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Berbahagialah selalu dimanapun berada, Melati. Rayakan selalu kehadiranmu di dunia semua hal yang membuatmu hidup. Pastikan jiwamu selalu menjadi bagian dari hal baik di alam semesta, semoga engkau lahir berkali-kali.

Bandar Lampung, 2023

Penulis,

Melati

NPM.1911090214

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
ABSTRAK	iii
SURAT PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB 1 PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan penelitian.....	10
F. Manfaat Penelitian	10
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	11
H. Sistematika Penulisan.....	14

BAB II LANDASAN TEORI

A. Pengertian Aspal.....	15
B. Sifat-Sifat Senyawa Aspal	15
C. Jenis-Jenis Aspal	17
D. Campuran Aspal AC-BC (Asphalt Concrete – Binder Course).....	18
E. Agregat.....	19
F. Campuran Beton Aspal Sebagai Lapis Perkerasan	25
G. Sifat Fisika Material	31
H. Suhu atau Temperatur.....	38
I. Perubahan Wujud Zat	48

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian.....	53
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	54
C. Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	54
D. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data.....	54
E. Definisi Operasional Variabel	55
F. Instrumen Penelitian	56
G. Teknik Analisis Data	58
H. Metode Pengumpulan Data.....	61
I. Uji Hipotesis	63

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengaruh dan perbedaan Sifat fisika material antara aspal AC-BC yang memenuhi standar kualitas dengan yang tidak memenuhi standar kualitas..... 64
2. Komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian marshall 83
3. Kontribusi pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap pembelajaran IPA khususnya Fisika 86

B. Pembahasan 93

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. Kesimpulan.....	102
B. Rekomendasi	102

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar.....	20
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus.....	22
Tabel 3.2 Gradasi Agregat untuk Campuran Beraspal.....	24
Tabel 4.2 Ketentuan untuk Aspal Keras	26
Tabel 5.2 Ketentuan Sifat Campuran Laston	29
Tabel 6.2 Ketentuan Sifat Campuran Laston Modifikasi.....	29
Tabel 3.1 Ketentuan One Sample T Test.....	58
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sifat Campuran AC-BC.....	65
Tabel 4.2 Gradasi Agregat Lapisan antara Campuran Aspal AC-BC	67
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal.....	68



DAFTAR GAMBAR

2.1 Campuran Aspal dan Agregat yang sudah Dipadatkan.....	30
3.1 Desain Penelitian.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Surat-Surat

1. Surat Penelitian
2. Surat Izin Penggunaan Laboratorium

Lampiran II Analisis Data Penelitian

1. Wawancara dengan Petugas Laboratorium
2. Kuesioner atau Angket untuk Masyarakat Umum
3. Nama-Nama Alat di Laboratorium
4. Hasil Frekuensi Kuesioner
5. Hasil Wawancara

DOKUMENTASI



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Dalam penelitian diperlukan penjelasan yang lebih rinci terkait judul penelitian, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam memahami judul dari penelitian ini. Adapun judul yang dimaksud adalah : **“Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di PT BRU Kabupaten Lahat”**. Berikut adalah uraian beberapa istilah yang terdapat dalam judul penelitian ini:

1. Analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya). Analisis mempunyai tujuan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebabnya, masalahnya, dan sebagainya).²
2. Pencampuran merupakan proses dimana diperoleh ukuran yang seragam dari satu atau lebih komponen dengan menyebarkan komponen satu ke dalam komponen yang lain.³
3. Mutu Kualitas adalah gambaran dan karakteristik dari barang atau jasa yang menunjukkan kemampuannya dalam memuaskan kebutuhan yang diharapkan atau tersirat.⁴
4. Aspal adalah material termoplastik yang akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperaturnya bertambah.⁵

² Sri Hariani Manurung, “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keefektifan Belajar Matematika Siswa Mts Negeri Rantau Prapat Pelajaran 2013/2014,” *EduTech: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Ilmu Sosial* 1, no. 01 (2015): 1–16.

³ Rizki Mukti Adicandra dan Teti Estiasih, “Beras Analog dari ubi kelapa putih: Kajian Pustaka,” *Pangan dan Agroindustri* 4, no. 1 (2016): 383–90.

⁴ Aziz Amrullah, “Peningkatan Mutu Pendidikan,” *Studi Islam* 10, no. 2 (2015): 1–14.

⁵ Winangsi Sulila, “RADIAL-juRnal perADaban saIns, rekayasa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo VOLUME 3 NO. 1 ANALISA MUTU MATERIAL ASPAL RETONA BLEND 55 DAN ASPAL MINYAK Disusun Oleh” 3, no. 1 (n.d.): 29–34.

5. Panas adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suhu jumlah tertentu bahan bakar.⁶
6. AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal yang berfungsi sebagai lapisan penutup dari konstruksi jalan yang harus mampu menjaga kestabilan jalan akibat dari beban kendaraan dan cuaca.⁷
7. Sifat fisika merupakan sifat yang ada dalam semua sistem materi. Dimana sifat semacam ini sering disebut dengan hukum fisika.⁸
8. Material adalah segala sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang.⁹
9. Sifat fisika material adalah karakteristik suatu bahan, ketika mengalami peristiwa fisika (fisik). Sifat fisik meliputi suhu, temperatur, massa jenis, dan fluida.
10. PT. BRU Kabupaten Lahat PT. BRU (Baniah Rahmat Utama) merupakan salah satu perusahaan konstruksi yang berlokasi di kecamatan gumay talang kabupaten lahut provinsi sumatera selatan. PT BRU berdiri pada tahun 1998, pendiri dari PT BRU adalah Muhammad Teguh. Memiliki beberapa usaha seperti di bidang tambang batu, dan produksi batu belah atau batu becah yang sering disebut dengan split stone. Perusahaan ini tergolong perusahaan manufaktur yang memproduksi batu dalam jumlah yang banyak setiap harinya. Dalam

⁶ M. Tirono, Ali Sabit, "EFEK SUHU PADA PROSES PENGARANGAN TERHADAP NILAI KALOR ARANG TEMPURUNG KELAPA (Coconut Shell Charcoal)," *Jurnal Neutrino* 3, no. 2 (2012): 143–52, <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1647>.

⁷ Suraya Fitri, Sofyan M. Saleh, dan Muhammad Isya, "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc," *Jurnal Teknik Sipil* 1, no. 3 (2018): 737–48, <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10034>.

⁸ Agnes Renostini Harefa, "Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari," *Jurnal Warta* 60, no. April (2019): 1–10.

⁹ Fahmi Nur Illahi dan Yusuf Sumaryana, "Sistem Informasi Ketersediaan Material Pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT Pln (Persero) Area Tasikmalaya," *Jumantaka* 1, no. 1 (2018): 271–80, <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumantaka/article/view/290>.

beroperasional perusahaan ini sudah mendapatkan surat izin usaha, yaitu SIUP (Surat Izin Usaha Perdagangan) No. 503/177/KPTS/KPPT/2009.

B. Latar Belakang Masalah

Panjang jalan di Indonesia hingga tahun 2021 mencapai sekitar 546.116 km. Direktorat Statistik Distribusi (2021), 81% ukuran jalan merupakan panjang jalan kabupaten, 10% panjang jalan provinsi, dan 9% panjang jalan nasional. Selama tahun 2000-2020, penambahan panjang jalan di Indonesia hanya meningkat sebesar 2,32% per tahun. Panjang jalan nasional bertambah 3,17% per tahun, jalan kabupaten bertambah 2,33% per tahun dan pertambahan panjang jalan nasional bertambah 1,8%.¹⁰ Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi terbesar di Asia Tenggara dimana menempati peringkat ke-3 dari 4 negara penghasil minyak bumi. Minyak bumi merupakan salah satu bahan utama pembuatan aspal, diketahui bahwa aspal memiliki kualitas terbaik di Indonesia. Kualitas aspal yang baik tentu harus dilakukan dengan pengujian laboratorium. Kualitas aspal mempengaruhi kelangsungan umur pakai jalan pada waktu yang lama selain keamanan bagi pengguna jalan, karena kualitas jalan yang buruk akan merugikan dari segi ekonomi, dan bisa juga menimbulkan kecelakaan bagi pengguna jalan.¹¹

Aspal juga merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga memerlukan sikap hati-hati dalam memanfaatkannya. BUMN yang mendukung proses pembuatan aspal salah satunya adalah PT Pertamina. Di Indonesia cadangan aspal cukup miris, 83% kebutuhan aspal di Indonesia masih impor dari luar negeri, kalau dipersentasekan aspal produksi dari PT Pertamina 16,5%, aspal buton 0,5%, jadi 17%. Sisanya itu 83% bisa diimpor melalui Pertamina dan swasta.¹²

¹⁰ Agus Miswanto et al., "Study of supply-demand of Indonesia buton asphalt," *Indonesian Mining Journal* 26, no. 1 (2023): 49–59, <https://doi.org/10.30556/imj.vol26.no1.2023.1364>.

¹¹ Direktorat Jendral Mineral dan Batubara, "Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara (Grand Strategy Hilirisasi Batubara)," *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, 2021.

¹² P T Pertamina Persero, "Pertamina - WIKA Kembangkan," no. 37 (2015).

Aspal banyak digunakan untuk pembangunan jalan di Indonesia dimana di seluruh Indonesia sudah banyak menggunakan jalan tol dapat dikatakan dari sabang sampai marauke. Pembangunan jalan ini sangat berpengaruh untuk menghasilkan kualitas aspal sehingga harus benar-benar dilakukan pengujian laboratorium, dengan memilih material yangterbaik dan alat yang cukup canggih. Material aspal meliputi batu pecah, abu batu, agregat, dan pasir. Dalam pengujian laboratorium sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.¹³

Peningkatan jumlah kendaraan yang besar namun tidak diikuti dengan kualitas perkerasan jalan yang baik akan menyebabkan jalan banyak mengalami kerusakan-kerusakan. Penyebab kerusakan jalan antara lain disebabkan karena beban lalu lintas berulang yang berlebihan, panas/suhu udara, hujan, serta mutu produk jalan yang jelek. Kerusakan pada perkerasan jalan akan berdampak buruk pada mobilitas pengguna jalan seperti terjadinya kemacetan, waktu tempuh yang lama, kecelakaan lalu lintas, dan lain-lain.¹⁴

Pada wawancara yang dilakukan sifat dari fisika material sangat berpengaruh dalam produksi pembuatan aspal dikarenakan material dari yang digunakan sudah melalui tes dan diuji di laboratorium. Sarana prasarana yang digunakan sudah memenuhi cukup canggih,alat tempat produksi aspal yaitu AMP (*Asphalt Mixing Plant*) seperangkat peralatan yang mempunyai fungsi untuk memproduksi bahan pelapisan permukaan jalan lentur yaitu campuran beraspal panas. Untuk material sudah memenuhi permintaan kontruksi dimana kontruksi jalan meminta material yang digunakan sudah harus berkualitas agar pembuatan jalan dapat bertahan lama dan tidak mudah berlubang jika terkena air hujan atau tekanan dari mobil bermuatan berat. Sifat teknologi dari pembuatan aspal sudah sangat membantu dalam proses produksi karena memudahkan material yang diproses lebih lanjut.

¹³ Fitri, Saleh, dan Isya, “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc.”

¹⁴ B A B Ii dan Tinjauan Pustaka, “Ts14379” (1999).

Untuk mengetahui pengaruh dan perbedaan pada sifat fisika material antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar kualitas dengan yang tidak memenuhi standar kualitas maka perlu dilakukan penelitian ini dengan menggunakan data dari PT BRU Kabupaten Lahat. Dimana pengambilan sampel akan dibandingkan dengan data hasil dari laboratorium lain.

Komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian marshall. Untuk mengetahui kriteria sifat fisika material yang baik diperlukan beberapa pengujian salah satu dari pengujian tersebut adalah dengan pengujian marshall, dengan ketentuan dari spesifikasi bina marga 2018 untuk menentukan kadar aspal yang optimal sesuai dengan spesifikasi teknis dan kondisi lingkungan tempat material yang akan digunakan.

Semua material di uji kualitasnya agar memperoleh material yang berkualitas dan sudah memenuhi spesifikasi bina marga yang telah ditentukan dan ditetapkan. Jika kualitas aspal kurang baik dapat mempercepat jalan yang kena air hujan berlubang dan dapat membahayakan para pengendara yang melewatinya, serta sering terjadi rawan kecelakaan.

Penelitian ini didasarkan dengan uji kualitas sifat fisik pada laboratorium agar memenuhi standar dari aspal panas AC-BC guna memenuhi konstruksi jalan raya pada kawasan tertentu. Oleh karena itu diperlukannya penelitian lebih lanjut pada laboratorium PT BRU yang akan dilaksanakan oleh peneliti, agar dapat memenuhi permintaan tersebut. Alasan saya memilih penelitian di PT BRU karena di laboratorium tersebut sudah memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dan alat yang digunakan sudah canggih, serta menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia). Pendidikan karakter adalah proses pembelajaran sikap umum, keyakinan dan perilaku yang penting untuk dimiliki manusia sebagai warga negara yang bertanggung jawab. Menurut Sholekah (2020) Pendidikan karakter yang baik dapat memberikan aturan dasar bagi kehidupan orang dewasa dan remaja, dan menekankan pentingnya membantu anak belajar dan

mempraktikkan perilaku yang mencerminkan nilai-nilai etika universal.¹⁵

Yang dijelaskan juga dalam Al-Qu'ran surah Al-A'raf ayat 31 dimana di dalam surah tersebut menjelaskan tentang pemanfaatan sumber daya alam yang dilakukan secara wajar dan tidak boleh berlebihan yang bisa menyebabkan kerusakan sebagaimana firman Allah SWT. Di dalam surah Al-A'raf ayat 31 :

﴿ يَا بَنِي آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا
وَأَشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴾

31. Wahai anak cucu Adam, pakailah pakaianmu yang indah pada setiap (memasuki) masjid dan makan serta minumlah, tetapi janganlah berlebihan. Sesungguhnya Dia tidak menyukai orang-orang yang berlebihan.

Allah SWT. memerintahkan untuk mengenakan pakaian, makan dan minum, tetapi melarang semua itu dilakukan secara berlebihan. Melakukan sesuatu secara berlebihan berarti melampaui batas kewajaran. Inti ayat di atas adalah melarang memanfaatkan segala sesuatu secara berlebihan, termasuk mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam. Dengan demikian menjadi jelas, bahwa pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam juga dilarang berlebihan dengan melakukan eksploitasi secara serakah dan tidak terkendali yang berakibat pada kerusakan dan bencana bagi kehidupan manusia.

Tindakan berlebihan dalam segala hal cenderung melanggar aturan yang benar dengan menghalalkan segala cara. Di berbagai belahan negeri ini, banyak dilakukan penebangan hutan tanpa disiapkan sebelumnya tanaman pengganti, penangkapan berbagai jenis satwa dengan beragam spesiesnya secara besar-besaran mengakhiri proses populasi, penangkapan ikan dengan bahan peledak membuat seluruh ikan mati, pengeboman tambang batu bara, penggalan batu di sungai yang berlebihan, dan banyak

¹⁵ Wirda Ningsih, *Pendidikan karakter*, 2023.

contoh lainnya. Pemanfaatan sumber daya alam dengan cara-cara keserakahan itulah telah menimbulkan banyak kerusakan tanpa mempertimbangkan kelestarian alam di masa depan untuk generasi mendatang.

Sifat fisika material meliputi sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia dan sifat teknologi. Sifat mekanik meliputi kekuatan tekanan aspal, kuat tarik aspal dan elastisitas. Sifat fisik meliputi pengujian penetrasi dan pemeriksaan viskositas. Sifat kimia meliputi pengujian titik lembek, titik nyala, titik bakar dan jenis berat aspal. Sifat teknologi meliputi alat-alat yang mempermudah material untuk diproses lebih lanjut. Untuk semua material pembuatan aspal sudah disiapkan semua oleh perusahaan sebagai contoh untuk material batu, batu yang diperoleh berasal dari kuari (tambang batu) dari Desa Kedaton Kecamatan Pagar Gunung Kabupaten Lahat.¹⁶

IPA adalah ilmu pengetahuan tentang gejala alam yang sangat luas, yang terdiri dari kumpulan suatu konsep, prinsip, hukum, dan teori yang terbentuk melalui sikap ilmiah dan keterampilan proses penemuan. IPA sering disebut juga sebagai ilmu pasti atau ilmu eksakta karena gejala alam yang diamati relatif nyata dan terukur. Tujuan pembelajaran IPA adalah membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan dasar dari prinsip dan konsep serta untuk mengantarkan pemahaman siswa menguasai konsep-konsep dan keterkaitannya agar dapat memecahkan masalah terkait dalam kehidupan sehari-hari.¹⁷ Fisika merupakan bagian dari IPA yang mempelajari tentang alam dan seisinya serta perubahan-perubahan yang terjadi di dalamnya. Fisika pada dasarnya merupakan pelajaran yang menarik dan menyenangkan untuk dipelajari, karena banyak konsep fisika yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.

¹⁶ Wahyu Hidayat, "Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material," *Jurnal Material Teknik* 4 (2019): 1–19.

¹⁷ M. R. Nailiyah, Subiki, dan Sri Wahyuni, "Pengembangan Modul Ipa Tematik Berbasis Etnosains Kabupaten Jember Pada Tema Budidaya Tanaman Tembakau Di Smp," *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember* 5, no. 3 (2016): 261–69.

Dalam pembelajaran IPA aspal memiliki hubungan dari pembelajaran fisika dan kimia. Kaitan aspal dengan pelajaran fisika dan kimia memiliki golongan A yang merupakan bahan galian strategis yang mencakup antara lain minyak bumi, gas alam, batubara, aspal, nikel, timah putih, dan uranium. Aspal juga merupakan senyawa yang kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%). . Dari sudut pandang kuantitatif, Asphaltenes terdiri dari 5 sampai 25% berat adalah campuran kompleks dari hidrokarbon, terdiri dari cincin aromatik kental dan senyawa heteroaromatik mengandung belerang. Ada juga amina dan amida, senyawa oksigen (keton, fenol atau asam karboksilat), nikel dan vanadium.¹⁸

Berdasarkan analisis yang dilakukan perubahan zat yang terjadi pada proses atau tahapan pembuatan aspal panas AC-BC terhadap sifat fisika material mengalami perubahan wujud zat yaitu apabila di dalam ruangan aspal bersifat padat dan apabila dipanaskan dengan suhu yang tinggi maka aspal akan mencair. Mencair merupakan perubahan wujud benda padat menjadi benda cair perubahan ini terjadi karena suhu di lingkungan menjadi panas.¹⁹ Pengerjaan aspal pada umumnya memerlukan pemanasan pada suhu sekitar 110°C - 170°C, supaya aspal menjadi encer atau cair sehingga mudah dipompa, dipindahkan dan mudah dicampur dengan agregat. Dengan melakukan analisis pencampuran mutu kualitas aspal panas terhadap sifat fisika material, dapat dilakukan optimasi komposisi campuran aspal untuk mencapai sifat fisika yang diinginkan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa campuran aspal memiliki kualitas yang memadai dan dapat memberikan kinerja yang baik dalam aplikasi jalan raya.

¹⁸ Hamirhan Saodang, *Konstruksi Jalan Raya : Geometri Jalan Raya*, Bandung, 2010.

¹⁹ Rora Wandini dan Chairul Bariyah, "Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar," *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 4, no. 3 (2022): 1707–15.

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

Identifikasi dan Batasan masalah dari penelitian yang berjudul “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material di PT BRU Kabupaten Lahat” yaitu sebagai berikut :

1. Keterbatasan batu sungai di desa Kedaton bisa terjadi karena kelangkaan di alam yang membutuhkan alternatif lain seperti penggunaan batu di daerah Merapi Timur.
2. Semakin banyaknya volume kendaraan bermotor dan bermobil yang membutuhkan kualitas perkerasan jalan yang baik.
3. Fokus pada pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC yang memperhatikan sifat fisika material yang meliputi sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia, dan sifat teknologi.
4. Jenis aspal yang digunakan adalah aspal Pen 60/70 yang memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan standar-standar lainnya yang selama ini dianut Bina Marga.
5. Semua sifat fisika material yang meliputi sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia, dan sifat teknologi yang diuji dilakukan di laboratorium PT BRU Kabupaten Lahat.
6. Tidak mempertimbangkan faktor eksternal yang mempengaruhi sifat fisika material.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang berjudul “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material di PT BRU Kabupaten Lahat” yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh dan perbedaan sifat fisika material antara aspal AC-BC yang memenuhi standar kualitas dengan yang tidak memenuhi standar kualitas?

2. Bagaimana komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian marshall?
3. Bagaimana kontribusi pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap pembelajaran IPA khususnya Fisika?

E. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian yang berjudul “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material di PT BRU Kabupaten Lahat” yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh dan perbedaan sifat fisika material antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar kualitas dengan yang tidak memenuhi standar kualitas.
2. Untuk mengetahui komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian marshall
3. Untuk mengetahui kontribusi pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap pembelajaran IPA khususnya Fisika

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

a. Bagi Mahasiswa

- 1) Untuk mengetahui campuran mutu kualitas aspal terhadap sifat fisika material untuk memenuhi permintaan konstruksi jalan. Agregat halus yang digunakan pada penelitian adalah abu batu, pasir dan batu pecah.
- 2) Penelitian ini dapat dijadikan gambaran pengetahuan bagaimana pengaruh kualitas aspal AC-BC terhadap sifat fisika material.
- 3) Sebagai referensi untuk penelitian berikutnya.
- 4) Mahasiswa dapat mengukur kemampuan pribadi atau ilmu pengetahuan yang diperoleh.

b. Bagi Perusahaan

- 1) Untuk meningkatkan hubungan kemitraan dengan pihak Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- 2) Menjalankan tanggung jawab sosial perusahaan dengan memberikan kesempatan mahasiswa untuk melakukan praktik kerja.
- 3) Dapat memanfaatkan mahasiswa dalam membantu tugas-tugas karyawan di perusahaan.

c. Bagi Masyarakat

- 1) Untuk mempermudah perjalanan bagi masyarakat
- 2) Untuk memberikan kenyamanan bagi masyarakat dalam berkendara ,terutama ketika bepergian jauh.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Untuk menghindari adanya duplikasi dalam desain dan temuan penelitian maka perlu adanya studi terkait penelitian relevan yang terdahulu. Beberapa penelitian relevan terdahulu yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Yesky Yandriano, Rofi Budi Hamduwibawa dan Irawati tahun 2021, dalam jurnal Smart Teknologi. Kajian Ilmiah mata kuliah umum dengan judul “ Analisa Penurunan Mutu Campuran Aspal Panas AC-BC Terhadap Pengaruh Rendaman Air Berlumpur”. Persamaan dari penelitian saya ialah,sama-sama membahas mengenai mutu campuran aspal AC-BC dan penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Persamaannya lainnya ialah dilakukan di dalam laboratorium. Untuk letak perbedaan dari penelitian saya ialah saya meneliti dari segi sifat fisika material dimana meliputi 4 sifat yaitu sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia dan sifat teknologi. Adapun hasil dari penelitian ini berdasarkan uji laboratorium mengenai perendaman aspal AC-BC rendaman air yang berlumpur memiliki variasi waktu rendaman yaitu 2,4,6 dan 8 hari bahwa stabilitas,kelelahan,rongga terisi aspal (VFA), dan hasil bagi marshall (MQ) mengalami suatu penurunan,dan untuk rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA) mengalami kenaikan. Dan

berdasarkan hasil dari kadar aspal ekstraksi didapatkan hasil sebesar 6,02 %.²⁰

2. Penelitian yang dilakukan oleh Ismadarni, Risman, dan Muh. Kasan pada tahun 2013, dalam jurnal Majalah Ilmiah Mektek. Kajian ilmiah mata kuliah umum dengan judul “ Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat (AC-BC) Yang Menggunakan Bahan Pengisi (Filler) Abu Sekam Padi”. Persamaan dari penelitian saya ialah, sama-sama mengenai aspal AC-BC dan penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Persamaannya lainnya ialah dilakukan di dalam laboratorium. Untuk letak perbedaan dari penelitian saya ialah saya meneliti dari segi sifat fisika material dimana meliputi 4 sifat yaitu sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia dan sifat teknologi. Adapun hasil dari penelitian ini adalah pemakaian aspal dalam campuran semakin meningkat seiring bertambahnya kadar abu sekam padi dalam campuran perkerasan AC-BC, stabilitas maksimum tercapai 25% abu sekam padi dalam campuran AC-BC dan terdapat kecenderungan meningkatnya stabilitas sisa seiring meningkatnya kadar abu sekam padi dalam campuran AC-BC.²¹
3. Penelitian ini dilakukan oleh Yetty R. Seragi, dan Andrian Josua Sinaga pada tahun 2021, dalam jurnal Teknik Sipil. Kajian ilmiah mata kuliah umum dengan judul “ Analisis Lapisan Aspal Beton (AC-BC) Dengan Penambahan Limbah Kaleng Minuman Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi”. Persamaan dari penelitian saya ialah sama-sama meneliti aspal AC-BC dengan menggunakan karakteristik marshall dan menggunakan pendekatan kuantitatif. Persamaan lainnya ialah dilakukan di dalam laboratorium. Untuk letak perbedaan dari penelitian saya ialah saya meneliti dari segi sifat fisika

²⁰ T H E Effect et al., “Machine Translated by Google ANALYSIS OF DECREASING QUALITY OF HOT ASPHALT MIXTURE AC-BC AT PT Machine Translated by Google” 3, no. 1 (2021): 1–15.

²¹ Menggunakan Bahan et al., “KARAKTERITIK BETON ASPAL LAPIS PENGIKAT (AC-BC) YANG,” n.d.

material dimana meliputi 4 sifat yaitu sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia dan sifat teknologi. Adapun hasil dari penelitian ini adalah untuk kadar aspal dengan campuran limbah kaleng aluminium tidak dapat digunakan dikarenakan nilai VIM dan VFB tidak memenuhi syarat sehingga nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk aspal campuran ini tidak dapat ditentukan, dan nilai karakteristik aspal beton yang diperoleh berdasarkan pengujian marshall pada kondisi KAO tanpa campuran limbah untuk nilai VMA yaitu 19,613%, nilai 4,51%, nilai VFB 77.089%, Nilai stabilitas 2794,876 kg dan nilai flow 3 mm dan MQ sebesar 933,73 kg/mm.²²

4. Penelitian ini dilakukan oleh Sumiati, Mahmuda, dan A. Syafawi pada tahun 2019, dalam jurnal *Constuction and Material Journal*. Kajian ilmiah mata kuliah umum dengan judul “Perkerasan Aspal Beton (AC-BC) Limbah Plastik HDPE Yang Tahan Terhadap Cuaca Ekstrem”. Persamaan dari penelitian saya ialah sama-sama meneliti aspal AC-BC dan sifat fisika material. Persamaan lainnya ialah dilakukan di dalam laboratorium. Untuk perbedaan dari penelitian saya ialah saya meneliti kualitas campuran aspal panas AC-BC dan di penelitian saya ada sifat teknologi dan sifat mekaniknya untuk memenuhi permintaan kontruksi jalan. Adapun hasil dari penelitian ini adalah aspal yang dimodifikasi dengan limbah plastik HDPE yang memenuhi spesifikasi Umum Divisi IV Revisi 3, Bina Marga, 2010 yaitu sebesar <4 % dan limbah plastik HDPE yang dapat ditambahkan pada campuran aspal beton (AC-BC) berkisar 2-4 % terhadap berat aspal, yang memenuhi karakteristik marshall dan tahan terhadap cuaca ekstrem.²³

²² Penambahan Limbah, Kaleng Minuman, dan Ditinjau Dari, “Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi” 1, no. 1 (2021): 49–58.

²³ Material Journal dan A Syapawi, “PERKERASAN ASPAL BETON (AC-BC) LIMBAH PLASTIK HDPE Menteri Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat (PUPR) menyebut Indonesia memiliki cadangan aspal 660 juta ton . Cadangan tersebut berada di daerah Buton dan Sulawesi . Penelitian Madhava , 2017 , dengan meng” 1, no. 1 (2019): 1–11.

H. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan “Analisis Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di PT BRU Kabupaten Lahat” dipakai agar dapat terlihat jelas dan tersusun dengan rapi dan baik, adapun sistematikanya adalah sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan mengenai : penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian,, kajian penelitian terdahulu yang relavan, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TOERI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

Dalam bab ini dijelaskan mengenai : penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian,, kajian penelitian terdahulu yang relavan, dan sistematika penulisan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan waktu dan tempat penelitian, pendekatan dan jenis penelitian, populasi,sampel,dan teknik pengumpulan data, definisi operasional variabel, instrumen penelitian, teknik analisis data, metode pengumpulan data, uji validasi dan uji realibilitas data, dan uji hipotesis.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan deskripsi data dan pembahasan hasil penelitian dan analisis. Pada bab ini memaparkan data-data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Dalam bab ini menjelaskan simpulan dan rekomendasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Aspal

Aspal adalah bahan termoplastik yang mengeras atau menjadi lebih kental saat suhu menurun dan melunak atau menjadi lebih cair saat suhu meningkat. Sifat ini disebut kepekaan terhadap perubahan suhu, yang dipengaruhi oleh komposisi kimia aspal, meskipun pada suhu tertentu dapat memiliki nilai penetrasi atau viskositas yang sama. Aspal merupakan produk berbahan dasar minyak yang merupakan turunan dari proses tersebut. Penyulingan minyak dan dikenal sebagai aspal keras. Asphalt terjadi di alam Juga di alam, aspal ini merupakan aspal alam. Aspal ini diproduksi dengan menambahkan aditif ke aspal, yang tujuannya adalah untuk memperbaiki atau memodifikasi sifat reologinya, sehingga tercipta jenis Aspal baru yang disebut aspal modifikasi. . Jumlah aspal dalam campuran perkerasan bervariasi antara 4-10% dari berat campuran atau 10 - 15 tergantung volume campuran.

Dari sudut pandang kuantitatif, Asphaltenes terdiri dari 5 sampai 25% berat adalah campuran kompleks dari hidrokarbon, terdiri dari cincin aromatik kental dan senyawa heteroaromatik mengandung belerang. Ada juga amina dan amida, senyawa oksigen (keton, fenol atau asam karboksilat), nikel dan vanadium. Aspal merupakan senyawa yang kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur- unsur yang terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%).

B. Sifat-Sifat Senyawa Aspal

- a. Asphaltenes Asphaltenes merupakan salah satu komponen penyusun aspal yang berwarna coklat tua, bersifat padat, keras, berbutir dan mudah terurai apabila berdiri sendiri dengan perbandingan komposisi untuk H/C yaitu 1 :1,

memiliki berat molekul besar antara 1000 – 100000, dan tidak larut dalam nheptan. Selain itu asphaltenes merupakan komponen yang paling rumit diantara komponen penyusun aspal yang lainnya karena ikatan/hubungan antar atomnya sangat kuat. Asphaltenes juga sangat berpengaruh dalam menentukan sifat reologi bitumen, dimana semakin tinggi asphaltenes, maka bitumen akan semakin keras dan semakin kental, sehingga titik lembeknya akan semakin tinggi, dan menyebabkan harga penetrasinya semakin rendah.²⁴

- b. Maltenes Dengan rumus kimia $C_6H_6O_6$ Maltene terdapat tiga komponen penyusun yaitu saturate, aromatis, dan resin. Dimana masing-masing komponen memiliki struktur dan komposisi kimia yang berbeda, dan sangat menentukan dalam sifat rheologi bitumen.²⁵
 - 1) Resin merupakan senyawa yang berwarna coklat tua, dan berbentuk padat atau semi padat dan sangat polar, dimana tersusun oleh atom C dan H, dan sedikit atom O, S, dan N, untuk perbandingan H/C yaitu 1.3 – 1.4, memiliki berat molekul antara 500 – 50000, serta larut dalam n-heptan.
 - 2) Aromatis senyawa ini berwarna coklat tua, berbentuk cairan kental, bersifat non polar, dan di dominasi oleh cincin tidak jenuh, dengan berat molekul antara 300 – 2000, terdiri dari senyawa naften aromatis, komposisi 40-65% dari total bitumen.
 - 3) Saturate senyawa ini berbentuk cairan kental, bersifat non polar, dan memiliki berat molekul hampir sama dengan aromatis, serta tersusun dari campuran hidrokarbon lurus, bercabang, alkil naften, dan aromatis, komposisinya 5-20% dari total bitumen. Maltene terdiri atas gugusan aromatis, naphtene dan alkan yang berat molekul yang lebih rendah antara 370 hingga 710.²⁶

²⁴ Hamirhan Saodang, *Konstruksi Jalan Raya, Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, vol. 13, 2005.

²⁵ Saodang, *Konstruksi Jalan Raya : Geometri Jalan Raya.*

²⁶ Saodang, *Konstruksi Jalan Raya.*

C. Jenis-Jenis Aspal

a. Aspal Padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau setengah padat pada suhu kamar yang dikenal dengan semen aspal. Di Eropa disebut sebagai bitumen sedangkan di Amerika dikenal sebagai semen aspal. Semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai bahan pengikat agregat. Aspal padat adalah komponen utama residu minyak, dan jenis aspal minyak lainnya dapat diperoleh melalui pemrosesan lebih lanjut.

b. Aspal Cair

- a. Aspal cair (*cutback asphalt*) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar. Bahan pencair membedakan aspal cair menjadi : *Rapid curing cut back asphalt* (RC), yaitu aspal cair dengan bahan pencair bensin. RC merupakan aspal cair yang paling cepat menguap
- b. *Medium curing cut back asphalt* (MC), yaitu aspal cair dengan bahan pencair minyak tanah(*kerosene*).
- c. *Slow curing cut back asphalt* (SC), yaitu aspal cair dengan bahan pencair solar (minyak disel). SC merupakan aspal cair yang paling lambat menguap.

c. Aspal Emulsi

Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair dari pada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling menarik membentuk butir-butir yang lebih besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik. Berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya, aspal emulsi dapat dibedakan atas:

- a. Aspal kationik disebut juga aspal emulsi asam, merupakan aspal emulsi yang butiran aspalnya bermuatan arus listrik positif.
- b. Aspal anionik disebut juga aspal emulsi alkali, merupakan aspal emulsi yang butiran aspalnya bermuatan negatif.
- c. Nonionik merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi, berarti tidak menghantarkan listrik.

Berdasarkan kecepatan mengerasnya, aspal emulsi dapat dibedakan atas:

- a. *Rapid Setting* (RS), aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi cepat, sehingga aspal cepat menjadi padat atau keras kembali
- b. *Medium Setting* (MS)
- c. *Slow Setting* (SS), jenis aspal emulsi yang paling lambat mengeras.

Dari ketiga bentuk aspal, maka semen aspal adalah bentuk yang paling banyak digunakan.²⁷

D. Campuran Aspal AC-BC (Asphalt Concrete – Binder Course)

Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Pekerjaan umum adalah AC-BC (Asphalt Concrete - Binder Course) / Lapis Antara Aspal Beton. AC-BC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan ACBase. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersamasama dengan Pusat Litbang Jalan. Fungsi dari lapis antara adalah mengurangi tegangan pada lapis perkerasan dan menahan beban maksimum lalu lintas

²⁷ Silvia 2003 Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas, Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, 2003.

E. Agregat

Agregat adalah bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai campuran dalam bentuk berbagai butiran atau fraksi, termasuk pasir, kerikil, batu pecah dan banyak terak dapur. Agregat adalah kombinasi dari pasir, kerikil, batu pecah atau bahan lain yang digunakan dalam campuran beton aspal. Rasio agregat kasar, agregat halus dan agregat didasarkan pada spesifikasi dan skala yang tersedia. Jumlah agregat dalam campuran aspal biasanya 90-95% berat atau 75-85% volume. Agregat dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Agregat alami berupa pasir, kerikil, dan batu. Sebagian besar agregat memerlukan beberapa proses, seperti penghancuran, pencucian, sebelum dapat digunakan. Dalam campuran aspal, kelompok agregat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Agregat Kasar mempunyai fungsi dalam campuran panas aspal adalah selain memberikan stabilitas dalam campuran juga sebagai pengisi mortar sehingga campuran menjadi ekonomis.
- b. Agregat halus terdiri atas agregat hasil pemecah batu (abu batu) atau pasir alam dengan ukuran lolos saringan no. 8 (2,36 mm) dan tertahan pada saringan no.200 (75 micron), Agregat haluss harus terdiri atas partikel-partikel yang bersih, keras, tidak mengandung lempung atau bahan-bahan yang tidak dikehendaki.²⁸

Agregat harus berukuran baik dan memenuhi persyaratan agar seluruh massa beton berfungsi sebagai satu kesatuan yang homogen dan kompak, dimana agregat kecil dapat mengisi rongga diantara agregat besar.

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa sehingga campuran aspal yang sebagian dibuat menurut resep campuran kerja memenuhi semua syarat yang dipersyaratkan pada Tabel 2.1 sampai Tabel 2.1, tergantung pada campuran yang bersangkutan yang

²⁸ Tarmizi Tarmizi, Sofyan M. Saleh, dan Muhammad Isya, "PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN PORTLAND DAN FLY ASH Batubara PADA FILLER ABU BATU terhadap aspaHt CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC)," *Jurnal Teknik Sipil* 1, no. 3 (2018): 749–60, <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10036>.

- dipilih.
2. Agregat hanya boleh digunakan setelah mendapat persetujuan terlebih dahulu dari insinyur. Bahan harus ditumpuk sesuai dengan peraturan.
 3. Sebelum memulai pekerjaan, penyedia jasa harus sudah mengumpulkan semua pecahan batu dan fraksi pasir dalam campuran aspal paling sedikit satu bulan kebutuhan, dan setelah itu pemasok harus menyimpan paling sedikit untuk kebutuhan campuran aspal. bulan depan
 4. Penyedia jasa dianggap telah mempertimbangkan penggabungan aspal dalam agregat pada saat pemilihan sumber agregat. Adanya perbedaan kadar aspal yang disebabkan oleh tingkat penyerapan aspal yang berbeda tidak dapat diterima sebagai alasan untuk melakukan negosiasi ulang harga satuan campuran aspal.
 5. Total penyerapan air maksimal 2% untuk SMA dan 3% untuk lainnya.

Tabel 2.1 :
Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Bina Marga 2018)

1) Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natium Sulfat	SNI 3407:2008	Maks 12 %
	Magnesium Sulfat		Maks 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks 6 %
		500 putaran	Maks 30 %
	Semua jenis campuran beraspal	100 putaran	Maks 8 %

	bergradasi lainnya	500 putaran		Maks 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	-	SNI 2439:2011		Min 95%
Butir Pecah pada agregat kasar	SMA	SNI 7619:2012		100/90 *)
	Lainnya			95/90**)
Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5		Maks 5 %
	Lainnya			Maks 10 %
Material lolos ayakan No.200	-	SNI ASTM C117 2012		Maks 1 %
Material lolos ayakan No.200	-	SNI ASTM C117 2012		Maks 1 %

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

Catatan:

1. 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dari 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
2. 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
3. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 1.
4. Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan seperti ditunjukkan pada Tabel 1.
5. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang

disyaratkan dalam Tabel 1. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji menurut SNI 7619:2012.

6. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan baik.

Tabel 2.2 :
Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Bina Marga 2018)

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428 -1997	Min 50 %
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	SNI 03-6877-2002	Min 45 %
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1 %
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117-2012	Maks 10 %

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

1. Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm).
2. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
3. Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi campuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah sehingga gradasi gabungan dan presentase pasir di dalam campuran dapat dikendalikan dengan baik.
4. Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai

suatu batas yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran.

Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam.

Untuk memperoleh agregat halus yang memenuhi ketentuan diatas:

- a. Bahan baku untuk agregat halus dicuci terlebih dahulu secara mekanis sebelum dimasukkan ke dalam mesin pemecah batu, atau
- b. Digunakan *scalping screen* dengan proses berikut ini:
 - a) Fraksi agregat halus yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama
 - b) (*primary crusher*) tidak boleh langsung digunakan
 - c) Agregat yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) harus dipisahkan dengan *vibro scalping screen* yang dipasang di antara *primary crusher* dan *secondary crusher*
 - d) Material tertahan *vibro scalping screen* akan dipecah oleh *secondary crusher* hasil pengayakan dapat digunakan sebagai agregat halus
 - e) Material lolos *vibro scalping screen* hanya boleh digunakan sebagai komponen material Lapis Fondasi Agregat.
5. Agregat halus harus memenuhi ketentuan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

1. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 3. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 3.

Untuk memperoleh gradasi HRS-WC atau HRS-Base yang

senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm). Bilamana gradasi yang diperoleh tidak memenuhi kesenjangan yang disyaratkan Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3.2 :
Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal
(Spesifikasi Bina Marga 2018).

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Aspal (SMA)			Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
¾"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
½"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	10-15					9-22	7-20	6-15
No.100	0,150						6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

2. Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi atau *filler* adalah material berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (diameter 0.075 mm), dapat terdiri dari debu batu, kapur padam dan semen Portland, atau bahan non plastis lainnya.

Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. Bahan pengisi ini mempunyai fungsi :

- a. Sebagai pengisi antara agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar butir yang tinggi, dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran.
- b. Jika ditambahkan ke dalam laston, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk mastik yang bersama-sama dengan laston mengikat partikel agregat. Dengan penambahan bahan pengisi, laston menjadi lebih kental, dan campuran agregat laston menjadi bertambah kekuatannya.²⁹

F. Campuran Beton Aspal Sebagai Lapis Perkerasan

Laston adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural yang pertama kali dikembangkan di Amerika oleh The Asphalt Institute dengan nama *Asphalt Concrete* (AC). Menurut Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Pekerjaan umum adalah AC-BC (*Asphalt Concrete - Binder Course*) / Lapis Antara Aspal Beton. AC-BC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan.³⁰

Analisa volumetrik marshall terhadap suatu campuran perkerasan adalah untuk melihat sifat-sifat fisik dan mekanik

²⁹ Yovinianus Mastaram, "Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Batu Apung Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Aspal," *Jurnal Teknik Sipil* 2, no. 2 (2013): 191–200.

³⁰ Kusmira Agustian et al., "Universitas Abulyatama Jurnal Teknik Sipil Unaya Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Dengan Menggunakan 6 % Getah Damar Sebagai Bahan Substitusi Aspal" 9200, no. 1 (2018): 1–10.

campuran perkerasan dan menghubungkannya dengan sifat-sifat fisik dari agregat yang membentuk campuran tersebut. Sifat fisik agregat yang akan ditinjau dalam analisa ini terutama adalah gradasi, berat jenis dan penyerapan agregat terhadap aspal, index kepipihan dan kebersihan agregat.³¹

Tabel 4.2 :
Ketentuan Untuk Aspal Keras
(Spesifikasi Bina Marga 2018)

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Aspal Modifikasi Elastomer	
				PG70	PG76
				Sintesis	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin \delta$) pada osilasi 10 red/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)(3)	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan	
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	
7.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASTHO T44-14	≥ 99	≥ 99	
8.	Berat Jenis	SNI	$\geq 1,0$	-	

³¹ Studi Kasus et al., "Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran AC-BC" 20, no. 1 (2013): 67–78.

		2441:2011			
9.	as penyimpanan perbedaan titik lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	≤ 2,2	
10.	Kadar paraffin lilin (%)	SNI 03-3639-2002	2		
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002)					
11.	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	
12.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin \delta$) pada osilasi 10 red/detik 2,2 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456-2011	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50	≥ 50	≥ 25
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperatur 100°C dan tekanan 2,1 MPa					
15.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin \delta$) pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

Sebagai salah satu jenis konstruksi lapis perkerasan, campuran beton aspal (AC-BC) yang merupakan campuran antara agregat, aspal dan abu batu sebagai material pengisi yang dicampur pada suhu yang panas, haruslah memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Stabilitas
Stabilitas lapis perkerasan haruslah seimbang dengan besarnya bebanlalulintas yang menggunakan jalan tersebut
- b. Durabilitas
Lapis perkerasan jalan harus tahan terhadap keausan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca, adanya air, perubahan suhu ataupun keausan karena adanya gesekan antara permukaan lapis perkerasan dengan roda kendaraan.
- c. Fleksibilitas
Lapis perkerasan jalan harus bersifat lentur dalam menerima beban, dalam arti perkerasan dapat menerima beban dan mengikuti deformasi akibat adanya pembebanan tanpa berakibat retak atau perubahan volume.
- d. Kekesatan
Lapis perkerasan jalan harus memiliki permukaan yang tidak licin, sehingga kendaraan tidak mudah selip terutama diwaktu basah.
- e. Ketahanan leleh
Campuran lapis perkerasan jalan diharapkan memiliki ketahanan terhadap pembebanan berulang-ulang tanpa mengalami alur atau retak.
- f. Kemudahan dalam pelaksanaan
Suatu campuran lapis perkerasan haruslah mudah untuk dicampur, dihampar dan dipadatkan, sehingga kualitas campuran dapat dipertahankan mulai saat dicampur hingga dihamparkan dilapangan.³²

³² Kasus et al.

Tabel 5.2 :
Ketentuan Sifat Campuran Laston
(Spesifikasi Bina Marga 2018)

Sifat-Sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112(3)
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800(3)
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6(3)
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C(5)	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)(6)	Min	2		

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

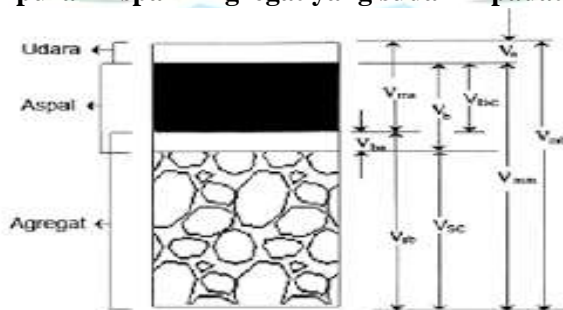
Tabel 6.2 :
Ketentuan Sifat Campuran Laston Modifikasi
(Spesifikasi Bina Marga 2018)

Sifat-Sifat Campuran		Laston Modifikasi		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112(3)
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks	1,2		
Rongga dalam campuran	Min	3,0		

(%)(4)	Maks	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000		2250(3)
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6(3)
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C(5)	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)(6)	Min	2		
Stabilitas dinamis, lintasan/mm(7)	Min	2500		

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018

Gambar 2.1 :
Campuran Aspal + Agregat yang sudah Dipadatkan



Sumber: Sukirman, S., 2003

Keterangan :

V_a : Volume pori dalam campuran yang dipadatkan

V_b : Volume aspal dalam campuran yang didapatkan

V_{ba} : Volume aspal yang terabsorpsi

V_{bc} : Volume aspal efektif = $V_b - V_{ba}$

V_{mb} : Volume bulk campuran yang telah dipadatkan

Vmm : Volume campuran tanpa volume udara

Vsb : Volume agregat (*Bulk*)

Vsc : Volume agregat (efektif)

Vma : Volume pori antara butiran agregat.

Untuk melihat apakah suatu campuran perkerasan memenuhi semua kriteria di atas, maka dilakukan pengujian Marshall yaitu untuk melihat sifat-sifat mekanik dari campuran yang meliputi: Stabilitas, kelelahan dan rongga udara dalam campuran.³³ Analisa Volumetrik Marshall terhadap suatu campuran perkerasan adalah untuk melihat sifat-sifat fisik dan mekanik campuran perkerasan dan menghubungkannya dengan sifat-sifat fisik dari agregat yang membentuk campuran tersebut. Sifat fisik agregat yang akan ditinjau dalam analisa ini terutama adalah Gradasi, Berat jenis dan Penyerapan agregat terhadap aspal, Index kepipihan dan kebersihan agregat prosedur metode Bina Marga untuk Beton Aspal lapis pengikat (AC-BC).³⁴

G. Sifat Fisika Material

Fisika merupakan salah satu bidang ilmu pengetahuan yang penting untuk dikuasai oleh siswa. Ilmu fisika juga memberikan sumbangan dalam meningkatkan kualitas hidup manusia khususnya dalam bidang teknologi. Walaupun fisika penting sebagian besar siswa memandang fisika sebagai pelajaran yang sulit dan tidak menarik.³⁵ Sifat material memiliki sifat diantaranya sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia, dan sifat teknologi.³⁶ Berikut penjelasannya sebagai berikut :

³³ Kasus et al.

³⁴ Kasus et al.

³⁵ Vandan Wiliyanti et al., “Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning Berbantuan Smart Apps Creator Pada Materi Fluida Dinamis,” *Seminar Nasional Pembelajaran Matematika, Sains, dan Teknologi* 3 (2023): 129–37.

³⁶ Hidayat, “Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material.”

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah sifat yang menunjukkan kelakuan material apabila material tersebut diberi beban mekanik (statik atau dinamik), contoh sifat mekanik diantaranya adalah :

- a. Kekuatan (strength) merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi dalam beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi, dan kekuatan lengkung.
- b. Kekakuan (stiffness) adalah kemampuan suatu material untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya deformasi atau difleksi.
- c. Kekenyalan (elasticity) didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan, atau dengan kata lain kemampuan material untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah mengalami deformasi (perubahan bentuk).
- d. Plastisitas (plasticity) adalah kemampuan material untuk mengalami deformasi plastik (perubahan bentuk secara permanen) tanpa mengalami kerusakan.
- e. Material yang mempunyai plastisitas tinggi dikatakan sebagai material yang ulet (ductile), sedangkan material yang mempunyai plastisitas rendah dikatakan sebagai material yang getas (brittle).
- f. Keuletan (ductility) adalah suatu sifat material yang digambarkan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Material ductile ini harus kuat dan lentur. Keuletan biasanya diukur dengan suatu periode tertentu, persentase keregangannya. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang perteknikan, dan

bahan yang memiliki sifat ini antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, nikel, dll.

- g. Ketangguhan (toughness) merupakan kemampuan material untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.
- h. Kegetasan (brittleness) adalah suatu sifat bahan yang mempunyai sifat berlawanan dengan keuletan. Kerapuhan ini merupakan suatu sifat pecah dari suatu material dengan sedikit pergeseran permanent. Material yang rapuh ini juga menjadi sasaran pada beban regang, tanpa memberi regangan yang terlalu besar. Contoh bahan yang memiliki sifat kerapuhan ini yaitu besi cor.
- i. Kelelahan (fatigue) merupakan kecenderungan dari logam untuk menjadi patah bila menerima beban bolak-balik (dynamic load) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekakuan elastiknya.
- j. Melar (creep) merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik bila pembebanan yang besarnya relatif tetap dilakukan dalam waktu yang lama pada suhu yang tinggi.
- k. Kekerasan (hardness) merupakan ketahanan material terhadap penekanan atau indentasi / penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (wear resistance) yaitu ketahanan material terhadap penggoresan atau pengikisan.³⁷

2. Sifat Fisik

Sifat fisik aspal sangat berpengaruh terhadap perencanaan, produksi, dan kinerja campuran beraspal antara lain adalah :

- a. Durabilitas, kemampuan aspal untuk menghambat laju penuaan disebut durabilitas aspal.

³⁷ Hidayat.

- b. Adhesi dan kohesi, adhesi adalah kemampuan aspal untuk melekat satu sama lainnya, dan kohesi adalah kemampuan aspal untuk melekat dan mengikat agregat. Sifat adhesi dan kohesi sangat berpengaruh terhadap kinerja dan durabilitas campuran.
- c. Kepekaan aspal terhadap temperature, pengetahuan tentang kepekaan aspal terhadap temperatur sangat penting dalam pembuatan campuran dan perkerasan beraspal. Pengetahuan ini berguna untuk mengetahui pada temperatur berapa aspal dan agregat dapat dicampur dan dipadatkan.
- d. Pengerasan dan penuaan, penuaan aspal disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penguapan fraksi minyak ringan yang terkandung dalam aspal dan oksidasi (Penuaan jangka panjang dan jangka pendek). Dua faktor utama penuaan tersebut menyebabkan terjadinya pengerasan pada aspal dan akan meningkatkan kekakuan campuran beraspal sehingga akan mempengaruhi kinerja campuran beraspal. Peningkatan kekakuan tersebut akan meningkatkan ketahanan campuran beraspal terhadap deformasi permanen dan kemampuan menyebarkan beban, tetapi kekakuan juga mengakibatkan campuran beraspal menjadi lebih getas sehingga akan cepat retak.³⁸

3. Sifat Kimia

Aspal pada umumnya berbentuk koloid terdiri dari hidrokarbon dengan sedikit kandungan sulfur, oksigen, nitrogen dan unsur kimia lainnya. Kandungan unsur kimia tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis aspal dan proses pembuatannya. Namun, pada umumnya variasi komposisi unsur tersebut dalam aspal adalah karbon

³⁸ Rezza Permana, "Studi Sifat-Sifat Reologi Aspal yang Dimodifikasi Limbah Tas Plastik," *Simposium XII FSTPT*, 2009, 26–37.

80-87%, Sulfur 0,5-7%, Oksigen 2-8% , hidrogen 9-11%, Nitrogen 0-1%, serta unsur lainnya 0-0,5% (Atherton, 1987). Aspal sebagai bahan pengikat pada aspal campuran panas, mempunyai sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi kimia. Unsur hidrokarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Disamping itu setiap sumber dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda. Komposisi dari aspal terdiri dari Asphaltene dan Maltene. Berikut sifat-sifat senyawa penyusun dari aspal :

Sifat kimia adalah suatu sifat yang berkaitan dengan karakteristik fisik atau kondisi dari material, contoh sifat fisik – sifat kimia dari suatu material diantaranya adalah :

a) Penetrasi

Penetrasi, yaitu angka yang menunjukkan kekerasan aspal yang diukur dari kedalaman masuknya jarum penetrasi yang diberi beban 100 gram selama 5 detik pada suhu ruang 25°C. semakin besar nilai penetrasinya, maka semakin lunak aspal tersebut dan sebaliknya.

b) Titik lembek

Titik lembek aspal (Ring and Ball test), yaitu angka yang menunjukkan suhu (temperature) ketika aspal menyentuh plat baja. Titik lembek juga mengindikasikan tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, disamping itu titik lembek juga dipengaruhi oleh kandungan parafin (lilin) yang terdapat dalam aspal. Semakin tinggi kandungan parafin pada aspal, maka semakin rendah titik lembeknya dan aspal semakin peka terhadap perubahan suhu.

c) Daktilitas

Daktilitas aspal, yaitu angka yang menunjukkan panjang aspal yang ditarik pada suhu 25°C dengan

kecepatan 5 cm/menit hingga aspal tersebut putus. Daktilitas yang tinggi mengindikasikan bahwa aspal semakin lentur, sehingga semakin baik digunakan sebagai bahan ikat perkerasan.

d) Berat jenis

Berat Jenis, yaitu angka yang menunjukkan perbandingan berat aspal dengan berat air pada volume yang sama pada suhu ruang. Semakin besar nilai berat jenis aspal, maka semakin kecil kandungan mineral minyak dan partikel lain di dalam aspal. Semakin tinggi nilai berat jenis aspal, maka semakin baik kualitas aspalnya. Berat jenis aspal minimal sebesar 1,0000.

e) Titik nyala

Titik nyala aspal, yaitu angka yang menunjukkan temperature (suhu) aspal yang dipanaskan ketika dilewatkan nyala penguji di atasnya terjadi kilatan api selama sekitar 5 detik. Syarat aspal AC 60/70 titik nyala sebesar minimal 200°C.³⁹

4. Sifat Teknologi

Sifat teknologi adalah suatu sifat yang berkaitan dengan kemudahan material tersebut untuk diproses lebih lanjut, contoh dari sifat teknologi diantaranya adalah :

- a) Elastisitas adalah kemampuan aspal untuk kembali ke bentuk aslinya setelah diberi beban atau deformasi. Sifat fisik yang mempengaruhi elastisitas aspal yang meliputi kekerasan dan temperatur.
- b) Plastisitas adalah kemampuan aspal untuk mengalami deformasi permanen tanpa retak atau pecah. Sifat fisik kelembaman dan kekentalan mempengaruhi plastisitas aspal.

³⁹ Applied Mathematics, “濟無 No Title No Title No Title” (2016).

- c) Kekuatan tarik kemampuan aspal untuk menahan tegangan yang diberikan secara tegak lurus terhadap permukaannya. Sifat fisik kekuatan dan elastisitas mempengaruhi kekuatan tarik aspal yang penting untuk mencegah retakan dan kerusakan.
- d) Kekuatan geser adalah kemampuan aspal untuk menahan gesekan atau gaya geser yang diberikan pada permukaan. Sifat fisik seperti kekentalan dan kelembaman mempengaruhi kekuatan geser aspal, yang penting untuk mencegah pemisahan lapisan aspal.⁴⁰

3. Pengujian Material

Dalam pemanfaatan material harus mempertimbangkan keempat sifat diatas untuk mendapatkan hasil yang optimum dalam suatu perancangan. Untuk mengetahui sifat – sifat material di atas harus dilakukan pengujian atau evaluasi dengan tujuan untuk mendapatkan material yang sesuai dengan klasifikasinya.⁴¹ Pengujian pada material secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Pengujian Merusak (Destructive Test) Pengujian ini bersifat merusak benda kerja, sehingga dalam pengujian ini dibutuhkan specimen uji. (specimen uji adalah duplikat dari benda kerja yang berasal dari bahan yang sama)
2. Pengujian Tidak Merusak (Non Destructive Test) Pengujian ini tidak merusak benda kerja, jadi tidak dibutuhkan spesimen uji dan dapat langsung di uji pada benda kerja. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat cacat permukaan maupun dibawah permukaan benda kerja.⁴²

⁴⁰ Hidayat, “Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material.”

⁴¹ Hidayat.

⁴² Hidayat.

H. Suhu atau Temperatur

Suhu merupakan ukuran atau derajat panas atau dinginnya suatu benda atau sistem. Suhu di definisikan sebagai suatu besaran fisika yang dimiliki bersama antara dua benda atau lebih yang berada dalam kesetimbangan termal. Jika panas dialirkan pada suhu benda, maka suhu benda tersebut akan turun jika benda yang bersangkutan kehilangan panas. Akan tetapi hubungan antara satuan panas dengan satuan suhu tidak merupakan suatu konstanta, karena besarnya peningkatan suhu akibat penerimaan panas dalam jumlah tertentu akan dipengaruhi oleh daya tampung panas (heat capacity) yang dimiliki oleh benda penerima tersebut.⁴³ Suhu dan kalor merupakan materi fisika yang paling banyak mengalami miskonsepsi dalam praktiknya. Beberapa siswa beranggapan bahwa suhu dan kalor adalah sama. Dalam pembelajaran materi suhu dan kalor, sebagian guru mengalami kendala bagaimana menanamkan konsep yang benar pada siswa, guna meminimalisir miskonsepsi.⁴⁴

Pembelajaran fisika adalah proses mempelajari alam dan kejadian-kejadiannya, yang berkaitan dengan pemahaman konsep, teori, hukum, prinsip dan kemampuan melakukan proses: pengukuran, eksperimen, penalaran dan permasalahan dalam sains. Oleh karena itu dalam memahami dan mempelajari Fisika tidak cukup hanya dengan belajar melalui buku dan penjelasan dari guru saja, namun diperlukan juga media yang dapat memudahkan pemahaman materi Fisika, diantaranya dengan menggunakan media permainan dalam proses pembelajaran. alternatif dalam pembelajaran, kemudian untuk mengetahui kelayakan dan daya tarik media tersebut sehingga memudahkan siswa dalam memahami suhu dan

⁴³ Karyati, Rani Octaviani Putri, dan Muhammad Syafrudin, "Soil Temperature and Humidity at Post Mining Revegetation in PT Adimitra Baratama Nusantara, East Kalimantan Province," *Agrifor* 17, no. 1 (2018): 103–14.

⁴⁴ Chairul Anwar et al., "Uji Besar Pengaruh Model Pembelajaran ARIAS dan PBL : Penguasaan Konsep Suhu dan Kalor pada Siswa SMA" 15, no. 3 (2019).

kalor.⁴⁵

Suatu benda yang dalam keadaan panas dikatakan memiliki suhu yang tinggi, dan sebaliknya, suatu benda yang dalam keadaan dingin dikatakan memiliki suhu yang rendah. Perubahan suhu benda, baik menjadi lebih panas atau menjadi lebih dingin biasanya diikuti dengan perubahan bentuk atau wujudnya. Misalnya, perubahan wujud air menjadi es batu atau uap air karena pengaruh panas atau dingin. Sejumlah es batu yang dipanaskan akan berubah wujud menjadi air serta pemanasan global.⁴⁶ Bila terus-menerus dipanaskan, maka pada suatu ketika (ketika telah mencapai titik didih) air akan mendidih dan berubah wujud menjadi uap air atau gas. Proses sebaliknya terjadi mana kala air yang berada dalam bentuk gas atau uap air didinginkan, maka akan kembali ke bentuk cair, dan ketika terus didinginkan, maka pada saat tertentu (ketika telah mencapai titik beku) air akan membeku dan kembali berwujud padat yaitu es batu.

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu sebuah benda. Termometer bekerja dengan memanfaatkan perubahan sifat termometrik suatu benda ketika benda tersebut mengalami perubahan suhu. Perubahan sifat termometrik suatu benda menunjukkan adanya perubahan suhu benda, dan dengan melakukan kalibrasi atau peneraan tertentu terhadap sifat termometrik yang teramati dan terukur, maka nilai suhu benda dapat dinyatakan secara kuantitatif. Tidak semua sifat termometrik benda yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan termometer. Sifat

⁴⁵ Sri Latifah et al., "Development of Smart Physics Card as Physics Learning Media on Temperature and Heat Material," *Journal of Physics: Conference Series* 1467, no. 1 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012033>.

⁴⁶ Faizaistifa Pirka, "Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Prestasi Menulis Siswa dalam Esai Argumentatif: Pemanasan Global" 04023 (2024).

termometrik yang dapat digunakan dalam pembuatan termometer harus merupakan sifat termometrik yang teratur. Artinya, perubahan sifat termometrik terhadap perubahan suhu harus bersifat tetap atau linier, sehingga peneraan skala termometer dapat dibuat lebih mudah dan termometer tersebut nantinya dapat digunakan untuk mengukur suhu secara teliti. Berdasarkan sifat termometrik yang dimiliki suatu benda, jenis-jenis termometer diantaranya termometer zat cair, termometer gas, termometer hambatan, termokopel, pirometer, termometer bimetal, dan sebagainya. Sedangkan berdasarkan hasil tampilan pengukurannya, termometer dibagi menjadi termometer analog dan termometer digital.⁴⁷

Untuk dapat mengkuantitatifkan hasil pengukuran suhu dengan menggunakan termometer maka diperlukan angka-angka dan skala-skala tertentu. Penetapan skala yang terpenting adalah penetapan titik tetap bawah dan titik tetap atas sebagai titik acuan pembuatan skala-skala dalam termometer. Untuk penetapan titik tetap bawah sebuah termometer pada umumnya dipilih titik beku air murni pada tekanan normal, yaitu suhu campuran antara es dan air murni pada tekanan normal. Sedangkan penetapan titik tetap atas sebuah termometer umumnya dipilih titik didih air murni, yaitu suhu ketika air murni mendidih pada tekanan normal.⁴⁸ Setidaknya terdapat empat macam skala termometer yang biasa digunakan, yaitu Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin. Titik tetap bawah untuk skala Celcius dan Reamur ditetapkan pada skala 0°C dan 0°R, sedangkan untuk Fahrenheit ditetapkan

⁴⁷ P. Strajhar et al., "PENGARUH SUHU TERHADAP PERPINDAHAN PANAS PADA MATERIAL YANG BERBEDA," *Nature Methods* 7, no. 6 (2016): 2016,
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26849997%0Ahttp://doi.wiley.com/10.1111/jne.12374>.

⁴⁸ Strajhar et al.

pada skala 32°F . Ketiga skala titik tetap bawah untuk masing-masing skala termometer ini diambil dari titik beku air murni (titik lebur es murni) pada tekanan normal. Adapun titik tetap atas ketiga skala ini berbeda-beda, dimana untuk Celcius ditetapkan pada 100°C , untuk Reamur ditetapkan pada 80°R , dan untuk Fahrenheit ditetapkan pada 212°F . Ketiga skala titik tetap atas untuk masing-masing skala termometer ini diambil dari titik didih air murni pada tekanan normal. Pada skala Kelvin, titik tetap bawah ketiga skala termometer ini bersesuaian dengan skala 273 K dan titik tetap atasnya bersesuaian dengan 373 K. Khusus untuk skala Kelvin, titik tetap bawah tidak didasarkan pada titik beku air, namun didasarkan pada ukuran energi kinetik rata-rata molekul suatu benda. Dalam hal ini, nol Kelvin (tanpa derajat) dinamakan nol mutlak (nol absolut), artinya tidak ada suhu-suhu di bawah suhu nol mutlak, atau ketika nilai suhu mendekati nilai nol mutlak, maka energi kinetik rata-rata partikel mempunyai suatu nilai yang minimum. Oleh karena itu, berdasarkan fakta tersebut, maka skala Kelvin dinamakan skala suhu mutlak atau skala suhu absolut, atau disebut juga skala termodinamik. Kelvin menjadi satuan standar SI untuk besaran pokok suhu.⁴⁹ Perpindahan panas dapat di definisikan sebagai berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari beda suhu antara daerah-daerah tersebut dari temperatur fluida yang lebih tinggi ke fluida lain yang memiliki temperatur lebih rendah. Perpindahan panas pada umumnya dibedakan menjadi tiga cara perpindahan panas yang berbeda yaitu konduksi (conduction; juga dikenal dengan istilah hantaran), radiasi (radiation; juga dikenal dengan istilah pancaran), dan konveksi (convection; juga dikenal dengan istilah lain).

⁴⁹ Strajhar et al.

Konduksi adalah proses dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam satu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung.⁵⁰ Dalam aliran panas konduksi, perpindahan energi terjadi karena hubungan molekul secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Konduksi adalah satu-satunya mekanisme dimana panas dapat mengalir dalam zat padat yang tidak tembus cahaya. Konduksi penting pula dalam fluida, tetapi di dalam medium yang bukan padat biasanya bergabung dengan konveksi, dan dalam beberapa hal juga dengan radiasi. Persamaan dasar untuk konduksi satu dimensi dalam keadaan studi dapat ditulis:

$$q_k = -Ka \frac{\Delta T}{X} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Q_k = laju perpindahan panas dengan cara konduksi (Watt)
- A = luas perpindahan panas (m^2)
- ΔT = gradien suhu pada penampang (K)
- X = jarak dalam arah aliran panas (m)
- k = konduktivitas thermal bahan (W/m.K)

Radiasi adalah proses dengan mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa di antara benda-benda tersebut. Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus-menerus. Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s) dan gejala-gejalanya menyerupai radiasi cahaya. Memang menurut teori elektromagnetik,

⁵⁰ Juelf Roygerst Ambarita, A. Halim Nasution, dan Eko Yohanes Setyawan, "Analisa Perpindahan Panas Tangki Air Berkapasitas 80 Liter Pada Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Hybrid," *Jurnal Flywheel* 9, no. 2 (2018): 7–11.

radiasi cahaya dan radiasi thermal hanya berbeda dalam panjang gelombang masing-masing.⁵¹

Untuk mengitung besarnya panas yang dipancarkan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$q_r = eA\sigma T_1^4 - T_2^4 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

q_r = laju perpindahan panas dengan cara radiasi (Watt)

e = emitansi permukaan kelabu

A = luas permukaan (m²)

σ = konstanta dimensional (0,174.10⁻⁸ BTU/h ft² °C)

T_1 = Temperatur Benda kelabu (K)

T_2 = Temperatur Benda hitam yang mengelilinginya (K)

Khusus untuk benda hitam sempurna menurut Hukum Steven Bolzman persamaan seperti berikut :

$$\sigma 4 q = AT \dots\dots\dots(3)$$

Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Perpindahan energi dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya di atas suhu fluida sekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama, panas akan mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu dan energi dalam partikel-partikel fluida ini. Kemudian partikel-partikel fluida tersebut akan bergerak ke daerah yang bersuhu rendah didalam fluida di mana mereka akan bercampur dengan, dan memindahkan sebagian energinya pada partikel-partikel fluida lainnya. Dalam hal ini alirannya adalah aliran fluida maupun

⁵¹ Amos Setiadi, "Studi Awal Energi Termal Pada Tosan Aji," *Ornamen* 19, no. 1 (2022): 86–91, <https://doi.org/10.33153/ornamen.v19i1.4349>.

energi.⁵²

Energi sebenarnya disimpan di dalam partikel-partikel fluida dan diangkut sebagai akibat gerakan massa partikel-partikel tersebut. Mekanisme ini untuk operasinya tidak tergantung hanya pada beda suhu dan oleh karena itu tidak secara tepat memenuhi definisi perpindahan panas. Tetapi hasil bersihnya adalah angkutan energi, dan karena terjadinya dalam arah gradien suhu, maka juga digolongkan dalam suatu cara perpindahan panas dan ditunjuk dengan sebutan aliran panas dengan cara konveksi.

Perpindahan panas secara konveksi antara batas benda padat dan fluida terjadi dengan adanya suatu gabungan dari konduksi dan angkutan (transport) massa. Jika batas tersebut bertemperatur lebih tinggi dari fluida, maka panas terlebih dahulu mengalir secara konduksi dari benda padat ke partikel-partikel fluida di dekat dinding. Energi yang di pindahkan secara konduksi ini meningkatkan energi di dalam fluida dan terangkut oleh gerakan fluida. Bila partikel-partikel fluida yang terpanaskan itu mencapai daerah yang temperaturnya lebih rendah, maka panas berpindah lagi secara konduksi dari fluida yang lebih panas ke fluida yang lebih dingin. Laju perpindahan panas dengan cara konveksi antara suatu permukaan dan suatu fluida dapat dihitung dengan hubungan:

$$q = hA (T_w - T_f) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

q = laju perpindahan panas dengan cara konveksi (Watt)

A = luas penampang (m²)

T_w = Temperatur dinding (K)

T_f = Temperatur fluida (K)

h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m² .K)

Koefisien perpindahan panas konveksi h bervariasi terhadap jenis aliran (aliran laminer atau turbulen), sifat-sifat fisik fluida, temperatur rata-rata, juga dipengaruhi oleh

⁵² Ambarita, Nasution, dan Setyawan, "Analisa Perpindahan Panas Tangki Air Berkapasitas 80 Liter Pada Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Hybrid."

mekanisme perpindahan panas konveksi (Stoecker, 1982). Banyak parameter yang mempengaruhi perpindahan panas konveksi di dalam sebuah geometri khusus. Parameter-parameter ini termasuk skala panjang sistem (L), konduktivitas termal fluida (k), biasanya kecepatan fluida (V), kerapatan (ρ), viskositas (μ), panas jenis (C_p), dan kadang-kadang faktor lain yang berhubungan dengan cara-cara pemanasan (temperatur dinding uniform atau temperatur dinding berubah-ubah). Fluks kalor dari permukaan padat akan bergantung juga pada temperatur permukaan (T_w) dan temperatur fluida (T_f), tetapi biasanya dianggap bahwa ($\Delta T = T_w - T_f$) yang penting. Akan tetapi, jika sifat-sifat fluida berubah dengan nyata pada daerah pengkonveksi (convection region), maka temperatur absolute T_w dan T_f dapat juga merupakan faktor-faktor penting didalam korelasi.⁵³

Bila sebuah fluida lewat di atas sebuah permukaan padat panas, maka tenaga dipindahkan kepada fluida dari dinding oleh panas hantaran. Tenaga ini kemudian diangkut atau dikonveksikan (convected), ke hilir oleh fluida, dan didifusikan melalui fluida oleh hantaran di dalam fluida tersebut. Jenis proses perpindahan tenaga ini dinamakan perpindahan tenaga konveksi (convection heat transfer). Jika proses aliran fluida tersebut diinduksikan oleh sebuah pompa atau sistem pengedar (circulating system) yang lain, maka digunakan istilah konveksi yang dipaksakan (forced convection). Bertentangan dengan itu, jika aliran fluida timbul karena daya apung fluida yang disebabkan oleh pemanasan, maka proses tersebut dinamakan konveksi bebas (free) atau konveksi alami (natural). Perpindahan panas konveksi diklasifikasikan dalam konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection) menurut cara menggerakkan alirannya.

Konveksi bebas adalah perpindahan panas yang

⁵³ Strajhar et al., "PENGARUH SUHU TERHADAP PERPINDAHAN PANAS PADA MATERIAL YANG BERBEDA."

disebabkan oleh beda suhu dan beda rapat saja dan tidak ada tenaga dari luar yang mendorongnya. Konveksi bebas dapat terjadi karena ada arus yang mengalir akibat gaya apung, sedangkan gaya apung terjadi karena ada perbedaan densitas fluida tanpa dipengaruhi gaya dari luar sistem. Perbedaan densitas fluida terjadi karena adanya gradien suhu pada fluida. Contoh konveksi alamiah antara lain aliran fluida yang melintasi radiator panas. Konveksi paksa adalah perpindahan panas aliran gas atau cairan yang disebabkan adanya tenaga dari luar. Konveksi paksa dapat pula terjadi karena arus fluida yang terjadi digerakkan oleh suatu peralatan mekanik (contoh: pompa dan pengaduk), jadi arus fluida tidak hanya tergantung pada perbedaan densitas. Contoh perpindahan panas secara konveksi paksa adalah pelat panas dihembus udara dengan kipas/blower. Secara umum aliran fluida dapat diklasifikasikan sebagai aliran eksternal dan aliran internal. Aliran eksternal terjadi saat fluida mengenai suatu permukaan benda. Contohnya adalah aliran fluida melintasi plat atau melintang pipa. Aliran internal adalah aliran fluida yang dibatasi oleh permukaan zat padat, misalnya aliran dalam pipa/saluran.⁵⁴

Beberapa faktor penyebab kerusakan jalan adalah efek air, kendaraan kelebihan beban, aplikasi konstruksi perkerasan yang tidak memenuhi persyaratan teknis, proses pemadatan campuran beraspal yang dilakukan di lapangan pada temperatur yang tidak tepat dan tidak sesuai dengan yang disyaratkan, sehingga akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Salah satu usaha untuk meningkatkan struktur perkerasan, dapat dilakukan dengan memperbaiki material dan metoda pelaksanaan di lapangan agar sesuai dengan persyaratan uji di laboratorium. Hal ini dikarenakan suhu pemadatan merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pemadatan pada campuran beraspal, karena mempengaruhi tingkat kepadatan campuran beton aspal.

⁵⁴ Karyati, Putri, dan Syafrudin, "Soil Temperature and Humidity at Post Mining Revegetation in PT Adimitra Baratama Nusantara, East Kalimantan Province."

Proses pemadatan yang menghasilkan tingkat kepadatan yang tidak memenuhi persyaratan akan menyebabkan menurunnya kualitas karakteristik beton aspal seperti stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, ketahanan terhadap geser, ketahanan terhadap kelelahan dan kedap air. Hasil penelitian dengan Kadar Aspal Optimum 6% dan bahan anti Stripping Wetfix Be 0,3% dapat meningkatkan nilai VMA, VIM dan Stabilitas Marshall Sisa sebesar 96,90%, sehingga campuran beton aspal ini memiliki ketahanan yang tinggi terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh air. Suhu pemadatan merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pemadatan pada campuran beraspal, karena mempengaruhi tingkat kepadatan campuran beton aspal. Menurut suhu pencampuran beton aspal adalah antara 140°C sampai dengan 160°C. Suhu pemadatan di lapangan merupakan aplikasi dari hasil penelitian suhu pemadatan di laboratorium. Suhu yang digunakan pada proses pemadatan di lapangan sebesar 110°C-160°C. bahwa Suhu ideal pada proses pemadatan aspal beton didapat pada suhu antara 128°C - 150°C. Pada saat keluar dari instalasi pencampuran, campuran aspal beton harus mempunyai suhu 135°C sampai dengan 170°C.

Adapun suhu pemadatan bekisar antara 90°C sampai dengan 110°C. Temperatur pencampuran adalah pada temperatur viscositas 170+20 cSt, kepadatan yang optimal maka pemadatan harus mulai pada temperatur yang optimal dengan syarat bahwa tidak boleh timbul retak selama pemadatan awal, setelah dipadatkan temperatur campuran akan menurun tergantung kepada temperatur udara, kecepatan angin dan tebal penghamparan, oleh karena itu maka waktu pemadatan juga harus ditentukan di dalam percobaan. Menurut menggunakan Modifikasi Bitumen Limbah Plastik, didapat hasil bahwa nilai VMA, VIM, dan Flow murni semakin menurun sedangkan Nilai VFA dan Stabilitas meningkat pada aspal modifikasi maupun aspal murni dengan bertambahnya suhu pemadatan dalam campuran. Adapun suhu optimum sebesar 143°C dan 148°C. Menurut, menunjukkan bahwa suhu pemadatan sangat mempengaruhi parameter

Marshall dan nilai durabilitas campuran beton aspal AC-BC. Suhu pemadatan yang masih memenuhi persyaratan untuk campuran beton aspal AC-BC menggunakan aspal Retona Blend 55 adalah pada suhu 130°C sampai dengan 150°C, sedangkan untuk suhu di bawah suhu 130°C tidak memenuhi lagi persyaratan. Suhu pemadatan yang terbaik adalah pada suhu 150°C yang menghasilkan kinerja campuran yang lebih baik.

Adapun menurut hasil pengujian Marshall pada suhu 135°C, 145°C, dan 155°C pada batas tengah telah memenuhi semua parameter Marshall. Hanya pada suhu 125°C dan 115°C yang tidak memenuhi parameter Marshall dikarenakan nilai Void in Mix (VIM) dan nilai Marshall Quotient (MQ) tidak masuk Spesifikasi Bina Marga 2010. Adapun pengujian Marshall batas bawah pada suhu 115°C, 125°C, dan 135°C tidak memenuhi semua parameter Marshall, dikarenakan nilai Marshall Quotient (MQ) tidak masuk Spesifikasi.

Salah satu bidang studi yang perlu menerapkan scaffolding adalah fisika. Fisika mempelajari fenomena alam yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari seperti suhu dan kalor. Namun, tidak semua material bersuhu dan panas bisa melakukannya dapat dipahami oleh siswa.⁵⁵

I. Perubahan Wujud Zat

Perubahan wujud benda atau zat merupakan salah satu gejala perubahan bentuk suatu benda atau zat dari satu jenis ke jenis yang lainnya. Proses perubahan itu terjadi dengan berbagai cara dan dapat dilihat oleh kasat mata.⁵⁶

Benda atau zat itu sendiri terdiri dari tiga jenis, yaitu padat, cair, dan gas. Benda-benda tersebut bisa mengalami perubahan bentuk

⁵⁵ Antomi Saregar et al., "Artikel Penelitian Pembelajaran Temperatur dan Kalor Melalui Model SSCS dengan Scaffolding : Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa" 6, no. September (2018): 39–52.

⁵⁶ Wandini dan Bariyah, "Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar."

lantaran tidak bisa mempertahankan bentuknya akibat faktor-faktor tertentu dan juga suatu tindakan terhadap benda tersebut.⁵⁷

a. Benda atau zat dibedakan menjadi 3 wujud yaitu:

1) Zat Padat

Zat padat adalah benda padat mempunyai bentuk dan ukuran yang tetap, contohnya kayu, buku, papan tulis, penghapus, es batu dan sebagainya. Sifat yang dipunyai benda padat yaitu bentuknya tetap dan mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu.

2) Zat Cair

Benda cair memiliki ukuran yang tetap, contohnya air, minyak goreng, spirtus dan sebagainya. Sifat benda cair adalah sebagai berikut:

a. Benda cair mengalir ke tempat yang lebih rendah.

b. Benda cair menekan ke segala arah.

c. Bentuk permukaan benda cair yang tenang selalu datar.

d. Bentuknya tidak tetap, selalu mengikuti bentuk wadahnya.

e. Benda cair meresap melalui celah-celah kecil.

3) Zat Gas

Manusia masuk dan mengeluarkan gas dari tubuh saat bernafas. Pria menghirup gas oksigen dan mengeluarkan gas karbon dioksida. Dengan cara meniup, kita dapat membuat balon mengembang, dan kita dapat menggerakkan selembar kertas di tanganmu. Kita bisa mencium bau napas sendiri. kamu juga bisa mencium bau- bau lain berupa gas. Dengan memahami sifat gas, orang dapat membuat parfum atau minyak wangi untuk meredakan bau gas dikeluarkan dari wadah parfum.⁵⁸

Sifat benda gas yaitu bentuknya tidak tetap karena selalu memenuhi ruangan yang ditempatinya dan menekan ke segala arah.⁵⁹

⁵⁷ Andrayani Barus, "Perubahan Wujud Zat (Air, Udara, Dan Api)," *Ilmiah*, 2018, 1–10, https://lamankreativitasakademik.files.wordpress.com/2018/12/10_PERUBAHAN-WUJUD-ZAT_PGSD_3B_2018.pdf.

⁵⁸ Wandini dan Bariyah, "Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar."

⁵⁹ Barus, "Perubahan Wujud Zat (Air, Udara, Dan Api)."

b. Perubahan Wujud Zat

1) Menguap

Menguap adalah peristiwa perubahan benda cair menjadi gas. Terdapat cara untuk mempercepat terjadinya penguapan, yaitu memanaskan, memperluas permukaan, meniup udara diatas permukaan, dan mengurangi tekanan diatas permukaan. Prinsip penguapan ini kemudia dipakai sebagai dasar untuk membuat AC dan Kulkas. Contohnya air yang direbus jika dibiarkan lama-lama akan habis.

2) Membeku

Membeku ialah peristiwa perubahan zat cair menjadi padat, karena adanya pendinginan. Es adalah bentuk atau wujud dari air dalam bentuk padat. Air dapat membeku apabila mengalami penurunan suhu yang sangat dingin. Contoh lilin cair yang didinginkan.

3) Mencair

Mencair merupakan peristiwa perubahan zat padat menjadi cair, hal ini karena adanya kenaikan suhu (panas). Contoh perubahan zat padat menjadi zat cair yaitu pada es batu yang berubah menjadi cair atau lilin yang dipanaskan.⁶⁰

4) Menguap

Menguap merupakan peristiwa perubahan wujud benda cair menjadi gas. perubahan karena proses pemanasan. contoh : saat memasak air akan menguap menjadi uap air.

5) Mengembun

Mengembun merupakan peristiwa perubahan gas menjadi cair. Perubahan ini terjadi karena proses pendinginan contoh terjadinya embun di pagi hari.

6) Mengkristal

Mengkristal dalam peristiwa perubahan wujud zat dari gas menjadi padat ataupun sebaliknya. Untuk membedakannya, kamu bisa menggunakan istilah melenyap dan mengkristal. Melenyap adalah peristiwa perubahan wujud padat menjadi gas. Mengkristal adalah peristiwa perubahan wujud gas

⁶⁰ Wandini dan Bariyah, "Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar."

menjadi padat. Contohnya adalah kapur barus atau pada peristiwa berubahnya uap menjadi salju.

7) Menyublim

Menyublim merupakan suatu peristiwa perubahan wujud zat padat menjadi gas atau sebaliknya. Contoh menyublim yaitu pada kapur barus yang disimpan di lemari pakaian lama-lama akan habis.⁶¹

c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi sifat benda

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi sifat-sifat benda, antara lain sebagai berikut:

- 1) Pemanasan Sifat-sifat benda berubah di bawah pengaruh suhu atau pemanasan. Contohnya pakaian basah yang dijemur akan menjadi kering beras yang basah jika dijemur menjadi kering dan keras dan sebagainya.
- 2) Pembakaran Sifat objek akan berubah sebagai akibat dari proses pembakaran. Contohnya adalah sebagai berikut: Membakar kayu akan ubah bentuk dan warna, dan lepaskan asap (berubah menjadi arang, warnanya hitam dan asap) bentuk gas). Sifat arang dan asap berbeda dengan sifat kayu.
- 3) Pendinginan Sifat objek akan berubah sebagai akibat dari proses pendinginan. Contohnya sebagai berikut: Air dingin akan berubah menjadi es batu. Air adalah cairan, sedangkan es adalah benda padat. Sifat es berbeda dengan sifat air.
- 4) Pembusukan Sifat benda akan berubah karena proses pembusukan. Contohnya sebagai berikut: Makanan yang kamu tinggalkan sehari-hari akan membusuk, karena pengaruh bakteri atau mikroba. bakteri atau Mikroba akan melepaskan zat yang membuatnya membusuk, lembut dan berlendir.
- 5) Pencampuran Sifat benda akan berubah melalui proses pencampuran. Contohnya sebagai berikut: Membuat dinding atau bangunan dengan menggunakan air, pasir, dan semen menjadi satu Air merupakan benda cair, sedangkan semen dan pasir adalah benda padat. Setelah mencampur ketiganya dan dibiarkan beberapa saat, akan menjadi sangat keras dan

⁶¹ Barus, "Perubahan Wujud Zat (Air, Udara, Dan Api)."

memiliki sifat yang berbeda dari aslinya.

- 6) Perkaratan Logam yang sering terkena air akan cepat berkarat karena air banyak mengandung oksigen. Jika logam, terutama besi dan baja dan seng bersentuhan langsung dengan udara dan air, maka akan terjadi reaksi oksigen membentuk karat. Warna besi atau seng berubah menjadi coklat atau hitam. Besi atau seng yang semula keras dan kokoh berubah menjadi rapuh dan mudah patah.⁶²



⁶² Wandini dan Bariyah, “Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar.”

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Prof. Ma'ruf. *Living in the world that is fit for habitation : CCI's ecumenical and religious relationships*. Aswaja Pressindo, 2015.
- Adicandra, Rizki Mukti, dan Teti Estiasih. "Beras Analog dari ubi kelapa putih: Kajian Pustaka." *Pangan dan Agroindustri* 4, no. 1 (2016): 383–90.
- Agustian, Kusmira, Muhammad Ridha, Yani No, dan Kota Langsa. "Universitas Abulyatama Jurnal Teknik Sipil Unaya Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Dengan Menggunakan 6 % Getah Damar Sebagai Bahan Substitusi Aspal" 9200, no. 1 (2018): 1–10.
- Ali Sabit, M. Tirono,. "EFEK SUHU PADA PROSES PENGARANGAN TERHADAP NILAI KALOR ARANG TEMPURUNG KELAPA (Coconut Shell Charcoal)." *Jurnal Neutrino* 3, no. 2 (2012): 143–52. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1647>.
- Ambarita, Juelf Roygerst, A. Halim Nasution, dan Eko Yohanes Setyawan. "Analisa Perpindahan Panas Tangki Air Berkapasitas 80 Liter Pada Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Hybrid." *Jurnal Flywheel* 9, no. 2 (2018): 7–11.
- Anas Sudijono. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada, 2008.
- Anwar, Chairul, Antomi Sarigar, Yuberti Yuberti, Nova Zelia, dan Widayanti Widayanti. "Uji Besar Pengaruh Model Pembelajaran ARIAS dan PBL : Penguasaan Konsep Suhu dan Kalor pada Siswa SMA" 15, no. 3 (2019).
- Aziz Amrullah. "Peningkatan Mutu Pendidikan." *Studi Islam* 10, no. 2 (2015): 1–14.
- Bahan, Menggunakan, Pengisi Pengisi, Filler Abu, dan Sekam Padi. "KARAKTERITIK BETON ASPAL LAPIS PENGIKAT (AC-BC) YANG," n.d.
- Barus, Andrayani. "Perubahan Wujud Zat (Air, Udara, Dan Api)." *Ilmiah*, 2018, 1–10. https://lamankreativitasakademik.files.wordpress.com/2018/12/10_PERUBAHAN-WUJUD-ZAT_PGSD_3B_2018.pdf.
- Direktorat Jendral Mineral dan Batubara. "Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara (Grand Strategy Hilirisasi Batubara)." *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, 2021.
- Effect, T H E, O F Mudy, Water Soat, Analysis Of, Decreasing

- Quality, O F Hot, Asphalt Mixture, dan Ac-bc A T Pt. "Machine Translated by Google ANALYSIS OF DECREASING QUALITY OF HOT ASPHALT MIXTURE AC-BC AT PT Machine Translated by Google" 3, no. 1 (2021): 1–15.
- Fendi, Romy Desmara, Agus Suyatna, dan Abdurrahman Abdurrahman. "Augmented Reality-Based Student Worksheet to Stimulate Students' Critical Thinking Skills." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 4, no. 2 (2021): 118–33. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v4i2.9017>.
- Fitri, Suraya, Sofyan M. Saleh, dan Muhammad Isya. "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc." *Jurnal Teknik Sipil* 1, no. 3 (2018): 737–48. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10034>.
- Harefa, Agnes Renostini. "Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari." *Jurnal Warta* 60, no. April (2019): 1–10.
- Hatmoko, Jefri Hendri. "Survei Minat Dan Motivasi Siswa Putri Terhadap Mata Pelajaran Penjasorkes Di Smk Se-Kota Salatiga Tahun 2013." *E-Jurnal Physical Education, Sport, Health and Recreation* 4, no. 4 (2015): 1729–36. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/peshr%0ASURVEI>.
- Hidayat, Rahmat. "INOVASI BAHAN PEMBELAJARAN FISIKA MATERI FLUIDA BERBASIS KONTEKSTUAL MENGGUNAKAN KAJIAN ALIRAN AIR." *JINOTEP* 9, no. 1 (2022): 56–67. <https://doi.org/https://doi.org/10.17977/um031v9i12022p080>.
- Hidayat, Wahyu. "Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material." *Jurnal Material Teknik* 4 (2019): 1–19.
- Ii, B A B, dan Tinjauan Pustaka. "Ts14379," 1999.
- Illahi, Fahmi Nur, dan Yusuf Sumaryana. "Sistem Informasi Ketersediaan Material Pemeliharaan Jaringan Distribusi di PT Pln (Persero) Area Tasikmalaya." *Jumantaka* 1, no. 1 (2018): 271–80. <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumantaka/article/view/290>.
- Indonesia, Kementerian Agama Republik. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Jakarta Timur: Al -Kholaqoh, 2019.
- Ismadarni;Risman. "KARAKTERITIK BETON ASPAL LAPIS PENGIKAT (AC-BC)." *Ilmiah Mektek* 2, no. 1 (2020): 18.
- Journal, Material, dan A Syapawi. "PERKERASAN ASPAL BETON (AC-BC) LIMBAH PLASTIK HDPE Menteri Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat (PUPR) menyebut Indonesia memiliki cadangan aspal 660 juta ton . Cadangan tersebut berada

- di daerah Buton dan Sulawesi . Penelitian Madhava , 2017 , dengan meng” 1, no. 1 (2019): 1–11.
- Karyati, Rani Octaviani Putri, dan Muhammad Syafrudin. “Soil Temperature and Humidity at Post Mining Revegetation in PT Adimitra Baratama Nusantara, East Kalimantan Province.” *Agrifor* 17, no. 1 (2018): 103–14.
- Kasus, Studi, Material Agregat, Joice Elfrida Waani, Jurusan Teknik, Sipil Fakultas, Teknik Universitas, Sam Ratulangi, dan Jl Kampus. “Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran AC-BC” 20, no. 1 (2013): 67–78.
- Kusrini. *Modul pembelajaran SMA fisika kelas XI: suhu dan kalor. Direktorat Jendral PAUD, DIKDAS, dan DIKMEN*. Jakarta: Kemendikbud, 2020.
- Latifah, Sri, K. Koderi, Ida Fiteriani, Khoiruddin, dan Rahma Diani. “Development of Smart Physics Card as Physics Learning Media on Temperature and Heat Material.” *Journal of Physics: Conference Series* 1467, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012033>.
- Limbah, Penambahan, Kaleng Minuman, dan Ditinjau Dari. “Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi” 1, no. 1 (2021): 49–58.
- Manurung, Sri Hariani. “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keefektifan Belajar Matematika Siswa Mts Negeri Rantau Prapat Pelajaran 2013/2014.” *EduTech: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Ilmu Sosial* 1, no. 01 (2015): 1–16.
- Mastaram, Yovinianus. “Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Batu Apung Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Aspal.” *Jurnal Teknik Sipil* 2, no. 2 (2013): 191–200.
- Mathematics, Applied. “濟無No Title No Title No Title,” 2016.
- Miswanto, Agus, Ijang Suherman, Triswan Suseno, dan Willy Pravianto. “Study of supply-demand of Indonesia buton asphalt.” *Indonesian Mining Journal* 26, no. 1 (2023): 49–59. <https://doi.org/10.30556/imj.vol26.no1.2023.1364>.
- Nailiyah, M. R., Subiki, dan Sri Wahyuni. “Pengembangan Modul Ipa Tematik Berbasis Etnosains Kabupaten Jember Pada Tema Budidaya Tanaman Tembakau Di Smp.” *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember* 5, no. 3 (2016): 261–69.
- Ngatno. “BUKU AJAR METODOLOGI PENELITIAN.pdf,” 2015.
- Ningsih, Wirda. *Pendidikan karakter*, 2023.
- Nurhasanah, Siti, Abdurrahman Abdurrahman, Doni Andra, dan Kartini Herlina. “Augmented Reality (AR) in Physics Learning: Opportunities to Improve Teacher and Student Interaction in

- Online Learning.” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 4, no. 2 (2021): 145–57. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v4i2.8486>.
- Permana, Rezza. “Studi Sifat-Sifat Reologi Aspal yang Dimodifikasi Limbah Tas Plastik.” *Simposium XII FSTPT*, 2009, 26–37.
- Persero, P T Pertamina. “Pertamina - WIKA Kembangkan,” no. 37 (2015).
- Pirka, Faizaistifa. “Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Prestasi Menulis Siswa dalam Esai Argumentatif : Pemanasan Global” 04023 (2024).
- Saodang, Hamirhan. *Konstruksi Jalan Raya : Geometri Jalan Raya. Bandung*, 2010.
- . *Konstruksi Jalan Raya. Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Vol. 13, 2005.
- Saregar, Antomi, Rahma Diani, Rumadani Sagala, dan R Pembelajaran Temperatur. “Artikel Penelitian Pembelajaran Temperatur dan Kalor Melalui Model SSCS dengan Scaffolding : Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa” 6, no. September (2018): 39–52.
- Setiadi, Amos. “Studi Awal Energi Termal Pada Tosan Aji.” *Ornamen* 19, no. 1 (2022): 86–91. <https://doi.org/10.33153/ornamen.v19i1.4349>.
- Sholihat, Fitri Nurul, Achmad Samsudin, dan Muhamad Gina Nugraha. “Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Siswa Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test Pada Sub-Materi Fluida Dinamik: Azas Kontinuitas.” *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika* 3, no. 2 (2017): 175–80. <https://doi.org/10.21009/1.03208>.
- Strajhar, P., Y. Schmid, E. Liakoni, P. C. Dolder, K. M. Rentsch, D. V. Kratschmar, A. Odermatt, et al. “PENGARUH SUHU TERHADAP PERPINDAHAN PANAS PADA MATERIAL YANG BERBEDA.” *Nature Methods* 7, no. 6 (2016): 2016. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26849997%0Ahttp://doi.wiley.com/10.1111/jne.12374>.
- Subagyo, S, dan E Y M Nana. “Pengendalian Mutu Pelaksanaan Aspal Beton (Ac-Bc).” *CivETech* V, no. 1 (2023): 38–46.
- Sugiyono, D. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2013.
- Sugiyono, D. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*, 2013.
- Suhardi, Pratomo Priyo, dan Ali Hadi. “Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol

- Plastik.” *Jrsdd* 4, no. 2 (2016): 284–93.
- Sukirman, Silvia 2003. *Beton Aspal Campuran Panas. Journal of Chemical Information and Modeling*. Vol. 53, 2003.
- Sulila, Winangsi. “RADIAL-juRnal perADaban saInS, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo VOLUME 3 NO. 1 ANALISA MUTU MATERIAL ASPAL RETONA BLEND 55 DAN ASPAL MINYAK Disusun Oleh” 3, no. 1 (n.d.): 29–34.
- Taayun, Hanifah Qurro, dan Adam Malik. “Pengaruh Massa Pada Beban Terhadap Konstanta Pegas.” *Jurnal pendidikan Fisika* 3, no. 2 (2023). <https://doi.org/10.24252/al-khazini.v3i2.39323>.
- Tarmizi, Tarmizi, Sofyan M. Saleh, dan Muhammad Isya. “PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN PORTLAND DAN FLY ASH Batubara PADA FILLER ABU BATU terhadap aspHalT CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC).” *Jurnal Teknik Sipil* 1, no. 3 (2018): 749–60. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10036>.
- Utami, Pramurti Dewi. “PERANCANGAN LABORATORIUM CAMPURAN STONE MATRIX ASPHALT (SMA) MENGGUNAKAN ASPAL SHELL PEN 60/70 DAN ASPAL MODIFIKASI ELVALOY.” *Teknik Sipil* 2 (2018): 18.
- Wandini, Rora, dan Chairul Bariyah. “Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar.” *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 4, no. 3 (2022): 1707–15.
- Widianty, Desi, Ratna Yuniarti, Akmaluddin Akmaluddin, Agung Prabowo, dan Shofia Rawiana. “Analisis Karakteristik Marshall pada Beton Aspal Lapis Pengikat (Asphalt Concrete-Binder Course) menggunakan Aspal Modifikasi Serbuk Serat Pelepeh Batang Pisang.” *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan* 6, no. 1 (2020): 85–95. <https://doi.org/10.29303/jstl.v6i1.119>.
- Wiliyanti, Vandan, Sri Latifah, Muhammad Ridho Syarlijsjswan, dan Adek Erni Kurnia. “Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning Berbantuan Smart Apps Creator Pada Materi Fluida Dinamis.” *Seminar Nasional Pembelajaran Matematika, Sains, dan Teknologi* 3 (2023): 129–37.
- Winayati, Fadrizal lubis. “Analisis Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc.” *Siklus, Jurnal Teknik Sipil* 4, no. 1 (2018): 51–58.
- Yandriano, Yesky, dan Rofi Budi Hamduwibawa. “Analisa Penurunan Mutu Campuran Aspal Panas Ac-Bc Terhadap Pengaruh Rendaman Air Berlumpur Analysis of Quality Decrease of Ac-Bc Hot Asphalt Mix on the Effect of Midy Water Immersion.” *Jurnal Smart Teknologi* 3, no. 1 (2022): 2774–1702.

Yuberti, dan Antomi Saregar. *Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains*. Bandar Lampung: Aura, 2017.


Zuhdi, Made Arsana, Fathurrahman Malik, Wahyudi Priyono, dan Ali Altway. "Dan Radiasi Pada Penukar Panas Jenis Pipa Dan Kawat Analysis of Heat Transfer By Free Convection and Radiation in Type Heat Exchanger Pipe and Wire." *International Journal* 7, no. 1 (2019): 1–7.




LAMPIRAN

Lampiran I Surat-Surat

1. Surat Penelitian



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA SELATAN
SATUAN KERJA PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH
PROVINSI SUMATER SELATAN



PT. BANGSA KAHMET UTARA

SURAT IZIN PENELITIAN
Nomor Kontrak : HK 02 03-KTR-065.8.1.0030
Tahun Anggaran : 2023

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erisin
Jabatan : Ketua Laboratorium


Dengan ini memberikan izin kepada :

Nama : Melati
Npm : 1911190214
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Jurusan : Pendidikan Fisika

Untuk melaksanakan penelitian di PT HRU Kabupaten Lahat sebagai salah satu syarat untuk penyusunan skripsi dengan judul "ANALISIS PENCAMPURAN MITU KUALITAS ASPAL PANAS AC-BC TERHADAP SIFAT FISIKA MATERIAL DI PT HRU KABUPATEN LAHAT"

Dititikas surat ini dibuat untuk dapat mengetahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Lahat, Desember 2023
Menguatku
Ketua Laboratorium



PT. BANGSA KAHMET UTARA

2. Surat Izin Penggunaan Laboratorium

IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM

Hai : Izin Penggunaan Laboratorium
Kepada Yth.
Pimpinan PT. Karya Utama Bangun Nusa
Di Tempat

Assalamu/alaikum Wr. Wb

Dengan Hormat,

Sehubungan akan dilakukan kegiatan penelitian Tugas akhir, maka yang bertanda tangan dibawah ini

Nama	Metali
Npm	1911090214
Jurusan	Pendidikan Fisika
Judul Penelitian	Analisis Percampuran Mutu Kualitas Aspal Panas AC – BC Terhadap Sifat Fisika Material di PT. Karya Utama Bangun Nusa Kabupaten Lahat.

Dengan ini mengajukan Permohonan Izin Penggunaan Alat Laboratorium pada tanggal 18 Oktober 2023.

Dengan Surat Permohonan ini, semoga dapat memenuhi permohonan tersebut. Atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu/alaikum Wr. Wb

Mengetahui,

<p>Kepala PT. KUBN Laboratorium</p>  <p><u>Sumaldika</u> Ka. Laboratorium</p>	<p>Penanggung Jawab, An. Manager</p> <p style="text-align: center;">PT. KARYA UTAMA BANGUN NUSA</p> <p style="text-align: center;">Jl. Lela Karya Bangun Tlp. 0711 - 442952 PALEMBAANG</p>  <p style="text-align: center;"><u>Wandy</u> Ass. Manager</p>
--	--

Lampiran II Analisis Data Penelitian

1. Wawancara dengan Petugas Laboratorium

Lampiran 2. Pedoman Wawancara

Nama Narasumber :
 Hari/Tgl Wawancara :
 Tempat Wawancara :

No	Fokus Penelitian	Pertanyaan Peneliti	Hasil Wawancara	Keterangan
1	Mengetahui proses produksi aspal panas AC-BC yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana proses aspal panas AC-BC yang memenuhi standar SNI yang berkualitas? Apakah berbeda dari proses produksi aspal yang tidak memenuhi standar 2. Dalam proses pencampuran aspal panas AC-BC, apakah terdapat perbedaan signifikan, dalam kualitas bahan baku yang digunakan pada aspal yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar? 3. Apakah ada perbedaan dalam pemilihan bahan baku atau metode produksi yang digunakan? 4. Apakah ada perbedaan sifat fisika utama seperti kekuatan tekanan, kekuatan tarik, dan kelenturan antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar? 		
2	Mengetahui uji kualitas aspal panas AC-BC pada laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana proses pengujian aspal panas AC-BC yang kemudian menentukan kualitas sampel uji aspal AC-BC sesuai dengan standar atau tidak? 2. Apakah ada parameter tertentu yang menjadi fokus utama dalam pengujian kualitas aspal yang memenuhi standar kualitas? 		

		<p>3. Bagaimana anda menilai akhir dari aspal panas AC-BC yang diproduksi?</p> <p>4. Apakah ada standar kualitas yang harus dipenuhi? Bagaimana anda memastikan bahwa standar ini tercapai?</p>		
3	Mengetahui pengaruh pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap sifat fisika material yang dihasilkan	<p>1. Bagaimana perubahan dalam komposisi atau mutu kualitas aspal dapat mempengaruhi sifat fisika material yang dihasilkan, seperti kekuatan dan kekakuan?</p> <p>2. Apakah perbandingan antara campuran dengan kualitas aspal yang berbeda dapat mempengaruhi stabilitas lapisan aspal di jalan raya atau proyek konstruksi?</p> <p>3. Bagaimana proses pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC biasanya dilakukan di PT BRU?</p> <p>4. Bagaimana Anda memastikan bahwa pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC dilakukan dengan benar?</p> <p>5. Faktor apa yang paling berpengaruh dalam menghasilkan aspal AC-BC dengan stabilitas yang tinggi?</p> <p>6. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisika material saat mencampurkan aspal panas AC-BC?</p>		
4	Mengetahui komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian Marshall	<p>1. Dalam pengalaman Anda, apa saja komposisi material yang telah terbukti efektif dalam memenuhi kriteria sifat fisika material yang diuji menggunakan</p>		

		<p>metode Marshall?</p> <p>2. Bagaimana proses penentuan komposisi material yang tepat untuk mencapai karakteristik yang sesuai dengan standar Marshall?</p> <p>3. Apakah ada rasio tertentu antara agregat, aspal, atau bahan tambahan lainnya yang secara konsisten menghasilkan hasil yang baik?</p> <p>4. Apakah ada pertimbangan khusus, seperti ukuran agregat atau jenis aspal yang digunakan, yang dapat mempengaruhi hasil pengujian Marshall secara positif?</p> <p>5. Bagaimana sistem pengukuran sifat fisika material aspal panas AC-BC yang digunakan di PT BRU?</p>		
--	--	--	--	--

2. Kuisisioner atau Angket Untuk Masyarakat Umum

INSTRUMEN ANGKET
Analisis Pencampuran Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika
Material Di PT BRU Kabupaten Lahat

a. Angket untuk memenuhi kriteria jalan bagi masyarakat umum Kecamatan Gunung Talang sampai Kecamatan Kikom Timur

Identitas Responden

Nama : _____

Alamat : _____

Umur : _____

Untuk pernyataan 1-20, isilah di isi dengan dengan memberikan centang (✓) pada salah satu skala sebagai berikut :

STS : Sangat Tidak Setuju
 TS : Tidak Setuju
 N : Netral
 S : Setuju
 SS : Sangat Setuju

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1.	Kualitas aspal berpengaruh terhadap kenyamanan pengendara jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gunung Talang sampai Kecamatan Kikom Barat.					
2.	Kualitas aspal yang digunakan di jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gunung Talang sampai Kecamatan Kikom Barat sangat nyaman.					
3.	Jalan yang rusak dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan.					
4.	Saya merasa terganggu adanya perbaikan jalan.					
5.	Saya merasa puas akan perbaikan jalan dengan menggunakan material yang berkualitas.					
6.	Material yang digunakan pada jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gunung Talang sampai Kecamatan Kikom Barat semuanya berkualitas.					
7.	Alat alat yang digunakan pada perbaikan jalan sudah canggih.					
8.	Dengan memantapkan jalan yang rusak/ kualitas yang baik dapat memperpanjang sampai tahun.					
9.	Dengan kondisi jalan yang baik berpengaruh pada kesehatan tubuh yang senantiasa terjaga.					
10.	Dengan kondisi jalan yang baik pencemaran udara tidak terlalu banyak terjadi.					
11.	Perawatan jalan yang dilakukan menggunakan material yang baik dapat menjaga kesehatan tubuh.					
12.	Barat yang lewat pada jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gunung Talang sampai Kecamatan Kikom Barat menyebabkan jalan menjadi rusak.					
13.	Penggunaan Alat Persempit Duri (APD) untuk kepentingan kesehatan dan keselamatan pekerja.					
14.	Terdapat waktu penggunaan jalan aspal yang baru dapat lebih lama berturut-turut 2 atau 3 tahun hingga akhirnya mengalami kerusakan.					
15.	Sering terjadinya hujan dapat mengakibatkan jalan berlubang sehingga terjadi kecelakaan.					

16.	Perbaikan jalan yang lama mengganggu kenyamanan berkendara.					
17.	Kondisi cuaca hujan akhir-akhir ini mengakibatkan jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikin Barat sudah mengalami kerusakan.					
18.	Jalan yang sudah diperbaiki menjadi rapi dan keselamatan berkendara terjamin aman.					
19.	Lubang pada jalan yang belum diperbaiki dapat mengakibatkan bahaya.					
20.	Penerapan manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dapat mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja.					

Nama – Nama Alat di Laboratorium

	<p>Nama alat : Saringan Analisis Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200 dan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar</p>
	<p>Nama alat : Timbangan 30 kg Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk menahan beban 30 kg dengan ketelitian 0,01 gr</p>
	<p>Nama alat : Mold Marshall 4 Inch Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk pembuatan benda uji marshall</p>
	<p>Nama alat : Oven Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk memanaskan dan mengeringkan sampel, melakukan proses sterilisasi.</p>

 A photograph of a Penetrasi Test apparatus. It consists of a circular dial with a needle, mounted on a vertical rod that passes through a blue rectangular sample. The entire assembly is supported by a yellow wooden frame.	<p>Nama alat : Penetrasi Test Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk menentukan kekasaran relatif atau fisik suatu semen aspal, dengan jalan mengukur jarak tembus sebuah jarum standar tegak lurus dalam contoh aspal di bawah kondisi-kondisi suhu, pembebanan dan waktu yang diketahui</p>
 A photograph of a Splitter apparatus. It is a metal frame with a central vertical rod and a horizontal tray or platform. The frame is supported by four legs.	<p>Nama alat : Splitter Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk membagi sama banyak material yang akan digunakan untuk membuat rancangan campuran (beton dan aspal beton/hotmix) disebabkan sampel agregat yang diambil dari quarry sangat banyak sementara agregat yang dibutuhkan hanya 10-20 kg saja.</p>
 A photograph of a Pedestal 4 Inch apparatus. It is a metal frame with a central vertical rod and a horizontal tray or platform. The frame is supported by four legs. A large glass jar is visible to the left of the apparatus.	<p>Nama alat : Pedestal 4 Inch Lokasi : PT BRU Fungsi : untuk memegang mold atau tumpuan benda uji marshall</p>



Nama alat : Pedestla 6 Inch
Lokasi : PT BRU
Fungsi : untuk pemegang mold
atau tumpuan benda uji
marshall



Nama alat : GMM Test
Lokasi : PT BRU
Fungsi : untuk menenyukan
berat jenis maksimum kadar
aspal campuran.



 A photograph of a softening point apparatus. It consists of a metal stand with a horizontal ring. A vertical rod passes through the center of the ring. At the bottom of the rod, there is a small container or sample holder. The apparatus is placed on a light-colored, possibly concrete, surface.	<p>Nama alat : Softening Point</p> <p>Lokasi : PT BRU</p> <p>Fungsi : untuk tes titik lembek aspal curah</p>
 A photograph showing several pieces of glassware used for density measurements. There are three graduated cylinders of different sizes and a larger measuring glass. They are arranged on a light-colored surface. The measuring glass is partially filled with a dark liquid.	<p>Nama alat : Piknometer dan Gelas Ukur</p> <p>Lokasi : PT BRU</p> <p>Fungsi : untuk tes berat jenis material halus</p>
 A photograph of a Marshall Test apparatus. It is a complex mechanical device with a central vertical column and a horizontal arm. The apparatus is mounted on a metal base. The background is a light blue wall.	<p>Nama alat : Marshall Test</p> <p>Lokasi : PT BRU</p> <p>Fungsi : untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (flow), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang</p>

INSTRUMEN ANGKET

Analisis Pencampuran Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di PT BRU Kabupaten Lahat

- a. Angket untuk memenuhi kontruksi jalan bagi masyarakat umum Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Timur
- Identitas Responden
- Nama :
- Alamat :
- Umur :
- Untuk pertanyaan 1-20 mohon di isi dengan dengan memberikan centang (√) pada salah satu skala sebagai berikut

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

N : Netral

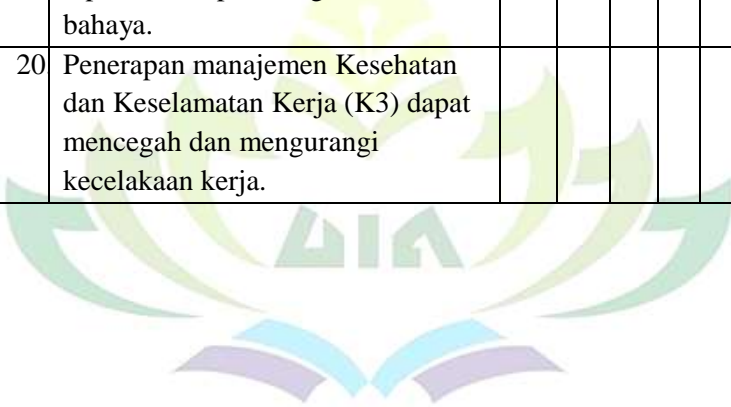
S : Setuju

SS : Sangat Setuju

No	Pernyataan	S T S	T S	N	S	S S
1.	Kualitas aspal berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat					
2.	Kualitas aspal yang digunakan di jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat sangat nyaman.					
3.	Jalan yang rusak dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan.					
4.	Saya merasa terganggu adanya perbaikan jalan.					
5.	Saya merasa puas akan perbaikan jalan dengan menggunakan					

	material yang berkualitas.					
6.	Material yang digunakan pada jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat semuanya berkualitas.					
7.	Alat-alat yang digunakan pada perbaikan jalan sudah canggih.					
8.	Dengan memanfaatkan jalan yang memiliki kualitas yang baik dapat mempercepat sampai tujuan.					
9.	Dengan kondisi jalan yang baik berpengaruh pada kesehatan tubuh yang senantiasa terjaga.					
10	Dengan kondisi jalan yang baik pencemaran udara tidak terlalu banyak terjadi.					
11	Perawatan jalan yang dilakukan menggunakan material yang baik dapat menjaga kesehatan tubuh.					
12	Berat yang lewat pada jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat menyebabkan jalan mudah rusak.					
13	Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk kepentingan kesehatan dan keselamatan pekerja.					
14	Jangka waktu penggunaan jalan aspal yang baru diperbaiki mampu bertahan selama 2 atau 3 tahun hingga akhirnya mengalami kerusakan.					
15	Sering terjadinya hujan dapat mengakibatkan jalan berlubang sehingga terjadi kecelakaan.					
16	Perbaikan jalan yang lama					

	mengganggu kenyamanan berkendara.					
17	Kondisi cuaca hujan akhir-akhir ini mengakibatkan jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat mudah mengalami kerusakan.					
18	Jalan yang sudah diperbaiki menjadi rapi dan keselamatan berkendara terjamin aman.					
19	Lubang pada jalan yang belum diperbaiki dapat mengakibatkan bahaya.					
20	Penerapan manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dapat mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja.					



HASIL FREKUENSI KUESIONER

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1	Kualitas aspal berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat	0 (0%)	0 (0%)	4 (20%)	9 (45%)	7(35%)
2.	Kualitas aspal yang digunakan di jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat sangat nyaman	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	18(90%)	2 (10%)
3.	Jalan yang rusak dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan	0(0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)
4.	Saya merasa terganggu adanya perbaikan jalan	0 (0%)	8 (40%)	0 (0%)	12 (60%)	0 (0%)

5.	Saya merasa puas akan perbaikan jalan dengan menggunakan material yang berkualitas	0 (0%)	0 (0%)	3 (15%)	10 (50%)	7 (35%)
6.	Material yang digunakan pada jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat semuanya berkualitas	0 (0%)	0 (0%)	2 (10%)	17 (85%)	1(5%)
7.	Alat-alat yang digunakan pada perbaikan jalan sudah canggih	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	18 (90%)	2 (10%)
8.	Dengan memanfaatkan jalan yang memiliki kualitas yang baik dapat mempercepat sampai tujuan	0 (0%)	0 (0%)	5 (25%)	10 (50%)	5 (25%)
9.	Tidak ada rasa cemas melewati jalan yang sudah	0 (0%)	0 (0%)	6(30%)	9 (45%)	5 (25%)

	diperbaiki					
10.	Dengan kondisi jalan yang baik berpengaruh pada kesehatan tubuh yang senantiasa terjaga	0 (0%)	0 (0%)	8(40%)	10 (50%)	2 (10%)
11.	Dengan kondisi jalan yang baik pencemaran udara tidak terlalu banyak terjadi	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)
12.	Perawatan jalan yang dilakukan menggunakan material yang baik	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (45%)	11(65%)
13.	Berat yang lewat pada jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat menyebabkan jalan mudah rusak	0 (0%)	0 (0%)	8 (40%)	10 (50%)	2(10%)
14.	Apakah lubang pada jalan	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)

	aspal dapat membahayakan)
15.	Jangka waktu penggunaan jalan aspal yang baru diperbaiki mampu bertahan selama 2 atau 3 tahun hingga akhirnya mengalami kerusakan	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	15 (75%)	5 (25%)
16.	Sering terjadinya hujan dapat mengakibatkan jalan berlubang sehingga terjadi kecelakaan	0 (0%)	0(0%)	0 (0%)	17(85%)	(3 (15%)
17.	Apakah perbaikan jalan yang lama mengganggu kenyamanan berkendara	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (100%)
18.	Apakah kondisi cuaca hujan akhir-akhir ini mengakibatkan	0 (0%)	17 (85%)	2 (10%)	1(5%)	0 (100%)

	n jalan Lintas Sumatera Kecamatan Gumay Talang sampai Kecamatan Kikim Barat mudah mengalami kerusakan					
19.	Jalan yang diperbaiki menjadi rapi dan keselamatan berkendara terjamin aman	0 (0%)	0 (0%)	4 (20%)	10 (50%)	6 (30%)
20.	Lubang pada jalan dapat mengakibatkan bahaya	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (40%)	12 (60%)

KISI-KISI INSTRUMEN PENELITIAN
ANALISIS PENCAMPURAN MUTU KUALITAS ASPAL
PANAS AC-BC TERHADAP SIFAT FISIKA MATERIAL DI
PT BRU KABUPATEN LAHAT

Nama : Melati

Npm : 191109021

Jurusan : Pendidikan Fisika

No	Fokus Penelitian	Indikator	Sumber
1	Perbedaan sifat fisika material antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar kualitas dengan yang tidak memenuhi standar kualitas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses produksi aspal AC-BC yang memenuhi standar dan yang tidak memenuhi standar kualitas 2. Perbedaan sifat fisika material yang memenuhi standar dan yang tidak memenuhi standar kualitas 3. Pengujian kualitas aspal AC-BC 	Wawancara, Observasi, Angket dan Dokumentasi
2	Mengetahui pengaruh pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap sifat fisika material yang dihasilkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perubahan sifat fisika material dan pencampuran mutu kualitas aspal AC-BC 2. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil stabilitas 	Wawancara, Observasi, Angket dan Dokumentasi
3	Mengetahui komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian Marshall	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengertian komposisi material dari pengujian Marshall 2. Standar ketentuan material yang digunakan 	Wawancara, Observasi, Angket dan Dokumentasi

PEDOMAN WAWANCARA

Judul Penelitian : Analisis Pencampuran Mutu Kualitas Aspal Panas AC-BC Terhadap Sifat Fisika Material Di PT BRU Kabupaten Lahat

Fokus 1 : Mengetahui proses produksi aspal panas AC-BC yang memenuhi standar dan yang tidak memenuhi standar

1. Bagaimana proses aspal panas AC-BC yang memenuhi standar SNI yang berkualitas? Apakah berbeda dari proses produksi aspal yang tidak memenuhi standar
2. Dalam proses pencampuran aspal panas AC-BC, apakah terdapat perbedaan signifikan, dalam kualitas bahan baku yang digunakan pada aspal yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar?
3. Apakah ada perbedaan dalam pemilihan bahan baku atau metode produksi yang digunakan?
4. Apakah ada perbedaan sifat fisika utama seperti kekuatan tekanan, kekuatan tarik, dan kelenturan antara aspal panas AC—BC yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar?

Fokus 2 : Mengetahui uji kualitas aspal panas AC-BC pada laboratorium

1. Bagaimana proses pengujian aspal panas AC-BC yang kemudian menentukan kualitas sampel uji aspal AC-BC sesuai dengan standar atau tidak?
2. Apakah ada parameter tertentu yang menjadi fokus utama dalam pengujian kualitas aspal yang memenuhi standar kualitas?
3. Bagaimana anda menilai akhir dari aspal panas AC-BC yang diproduksi?
4. Apakah ada standar kualitas yang harus dipenuhi? Bagaimana anda memastikan bahwa standar ini tercapai?

Fokus 3 : Mengetahui pengaruh pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap sifat fisika material yang dihasilkan

1. Bagaimana perubahan dalam komposisi atau mutu kualitas aspal dapat mempengaruhi sifat fisika material yang dihasilkan, seperti kekuatan dan kekakuan?
2. Apakah perbandingan antara campuran dengan kualitas aspal yang berbeda dapat mempengaruhi stabilitas lapisan aspal di jalan raya atau proyek konstruksi?
3. Bagaimana proses pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC biasanya dilakukan di PT BRU?
4. Bagaimana Anda memastikan bahwa pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC dilakukan dengan benar?
5. Faktor apa yang paling berpengaruh dalam menghasilkan aspal AC-BC dengan stabilitas yang tinggi?
6. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisika material saat mencampurkan aspal panas AC-BC?

Fokus 4 : Mengetahui komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian Marshall

1. Dalam pengalaman Anda, apa saja komposisi material yang telah terbukti efektif dalam memenuhi kriteria sifat fisika material yang diuji menggunakan metode Marshall?
2. Bagaimana proses penentuan komposisi material yang tepat untuk mencapai karakteristik yang sesuai dengan standar Marshall?
3. Apakah ada rasio tertentu antara agregat, aspal, atau bahan tambahan lainnya yang secara konsisten menghasilkan hasil yang baik?
4. Apakah ada pertimbangan khusus, seperti ukuran agregat atau jenis aspal yang digunakan, yang dapat mempengaruhi hasil pengujian Marshall secara positif?
5. Bagaimana sistem pengukuran sifat fisika material aspal panas AC-BC yang digunakan di PT BRU?

HASIL WAWANCARA

Fokus 1 : Mengetahui proses produksi aspal panas AC-BC yang memenuhi standar dan yang tidak memenuhi standar

1. Bagaimana proses aspal panas AC-BC yang memenuhi standar SNI yang berkualitas? Apakah berbeda dari proses produksi aspal yang tidak memenuhi standar

Jawab :

Proses aspal panas AC-BC yang memenuhi standar SNI yang berkualitas melibatkan penggunaan bahan baku berkualitas tinggi, proporsi campuran yang tepat, dan pengawasan ketat selama produksi, berbeda dengan proses aspal yang tidak memenuhi standar yang cenderung mengabaikan parameter kualitas esensial.

2. Dalam proses pencampuran aspal panas AC-BC, apakah terdapat perbedaan signifikan, dalam kualitas bahan baku yang digunakan pada aspal yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar?

Jawb :

Dalam pencampuran aspal panas AC-BC, perbedaan signifikan terletak pada kualitas bahan baku; aspal yang memenuhi standar menggunakan bahan baku unggul, sedangkan yang tidak memenuhi standar cenderung menggunakan bahan yang kurang berkualitas.

3. Apakah ada perbedaan dalam pemilihan bahan baku atau metode produksi yang digunakan?

Jawab :

Pemilihan bahan baku dan metode produksi berbeda antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar, dengan yang memenuhi standar menitikberatkan pada kualitas dan ketepatan proporsi campuran.

4. Apakah ada perbedaan sifat fisika utama seperti kekuatan tekanan, kekuatan tarik, dan kelenturan antara aspal panas

AC—BC yang memenuhi standar dan tidak memenuhi standar?

Jawab :

Terdapat perbedaan sifat fisika utama seperti kekuatan tekanan, kekuatan tarik, dan kelenturan antara aspal panas AC-BC yang memenuhi standar dan yang tidak memenuhi standar, yang memenuhi standar memiliki sifat fisika yang lebih baik dan konsisten.

Fokus 2 : Mengetahui uji kualitas aspal panas AC-BC pada laboratorium

1. Bagaimana proses pengujian aspal panas AC-BC yang kemudian menentukan kualitas sampel uji aspal AC-BC sesuai dengan standar atau tidak?

Jawab :

Proses pengujian aspal panas AC-BC di laboratorium melibatkan pengukuran parameter seperti viskositas, kelelahan, dan stabilitas, dengan hasil uji dibandingkan dengan standar SNI 06-2454-1991 untuk menentukan kualitas sesuai atau tidak.

2. Apakah ada parameter tertentu yang menjadi fokus utama dalam pengujian kualitas aspal yang memenuhi standar kualitas?

Jawab :

Parameter fokus utama dalam pengujian kualitas aspal yang memenuhi standar adalah stabilitas Marshall, kelelahan, dan viskositas, sesuai dengan standar SNI 06-2454-1991.

3. Bagaimana anda menilai akhir dari aspal panas AC-BC yang diproduksi?

Jawab :

Akhir dari aspal panas AC-BC dievaluasi berdasarkan hasil uji laboratorium, dengan penilaian terhadap parameter-parameter kualitas yang telah ditentukan oleh standar SNI.

4. Apakah ada standar kualitas yang harus dipenuhi? Bagaimana anda memastikan bahwa standar ini tercapai?

Jawab :

Standar kualitas yang harus dipenuhi adalah SNI 06-2454-1991 untuk aspal panas AC-BC, dan untuk memastikan pencapaian standar ini, dilakukan pengujian berkala di laboratorium dengan membandingkan hasil uji dengan nilai yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Fokus 3 : Mengetahui pengaruh pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC terhadap sifat fisika material yang dihasilkan

1. Bagaimana perubahan dalam komposisi atau mutu kualitas aspal dapat mempengaruhi sifat fisika material yang dihasilkan, seperti kekuatan dan kekakuan?

Jawab :

Perubahan dalam komposisi atau mutu kualitas aspal dapat signifikan memengaruhi sifat fisika material yang dihasilkan, seperti kekuatan dan kekakuan, karena proporsi bahan baku memainkan peran kunci dalam karakteristik ini.

2. Apakah perbandingan antara campuran dengan kualitas aspal yang berbeda dapat mempengaruhi stabilitas lapisan aspal di jalan raya atau proyek konstruksi?

Jawab :

Perbandingan antara campuran dengan kualitas aspal yang berbeda dapat mempengaruhi stabilitas lapisan aspal di jalan raya atau proyek konstruksi, karena kualitas aspal yang baik mendukung ketahanan terhadap beban dan iklim.

3. Bagaimana proses pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC biasanya dilakukan di PT BRU?

Jawab :

Proses pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC di PT BRU melibatkan tahap-tahap presisi yang terdokumentasi sesuai prosedur internal perusahaan, termasuk penggunaan bahan baku berkualitas tinggi.

4. Bagaimana Anda memastikan bahwa pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC dilakukan dengan benar?

Jawab :

Pemastian pencampuran mutu kualitas aspal panas AC-BC dilakukan dengan benar melibatkan pengawasan ketat selama

proses produksi dan pengujian berkala di laboratorium, sesuai dengan standar SNI yang berlaku.

5. Faktor apa yang paling berpengaruh dalam menghasilkan aspal AC-BC dengan stabilitas yang tinggi?

Jawab :

Faktor paling berpengaruh dalam menghasilkan aspal AC-BC dengan stabilitas tinggi adalah pemilihan bahan baku berkualitas tinggi dan pengaturan proporsi campuran yang tepat sesuai dengan standar SNI.

6. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisika material saat mencampurkan aspal panas AC-BC?

Jawab :

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisika material saat mencampurkan aspal panas AC-BC melibatkan suhu pencampuran, waktu pencampuran, dan proporsi bahan baku, yang semuanya berkontribusi pada karakteristik akhir dari material aspal.

Fokus 4 : Mengetahui komposisi material yang baik untuk memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian Marshall

1. Dalam pengalaman Anda, apa saja komposisi material yang telah terbukti efektif dalam memenuhi kriteria sifat fisika material yang diuji menggunakan metode Marshall?

Jawab :

Komposisi material yang efektif dalam memenuhi kriteria sifat fisika material dari pengujian Marshall melibatkan proporsi yang tepat antara agregat, aspal, dan bahan tambahan, dengan penekanan pada kualitas bahan baku yang konsisten.

2. Bagaimana proses penentuan komposisi material yang tepat untuk mencapai karakteristik yang sesuai dengan standar Marshall?

Jawab :

Proses penentuan komposisi material yang tepat untuk mencapai karakteristik yang sesuai dengan standar Marshall melibatkan uji coba berulang dengan variasi proporsi,

dengan mempertimbangkan hasil pengujian laboratorium dan penyesuaian terhadap standar SNI yang berlaku.

3. Apakah ada rasio tertentu antara agregat, aspal, atau bahan tambahan lainnya yang secara konsisten menghasilkan hasil yang baik?

Jawab :

Rasio antara agregat, aspal, dan bahan tambahan yang secara konsisten menghasilkan hasil yang baik dapat bervariasi, tetapi penyesuaian proporsi berdasarkan karakteristik bahan baku spesifik sangat penting.

4. Apakah ada pertimbangan khusus, seperti ukuran agregat atau jenis aspal yang digunakan, yang dapat mempengaruhi hasil pengujian Marshall secara positif?

Jawab :

Pertimbangan khusus seperti ukuran agregat dan jenis aspal dapat mempengaruhi hasil pengujian Marshall secara positif; agregat dengan gradasi yang baik dan jenis aspal yang sesuai dengan kebutuhan standar dapat meningkatkan kualitas material.

5. Bagaimana sistem pengukuran sifat fisika material aspal panas AC-BC yang digunakan di PT BRU?

Jawab :

Sistem pengukuran sifat fisika material aspal panas AC-BC di PT BRU mencakup penggunaan metode Marshall sesuai dengan standar SNI 06-2454-1991, dengan penekanan pada stabilitas, kelelahan, dan kekuatan tarik untuk memastikan kualitas sesuai standar.

HASIL KUESIONER

no	responden	item																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
1	A1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	89
2	A2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	5	81
3	A3	4	3	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	93
4	A4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	5	4	5	77
5	A5	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	82
6	A6	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	83
7	A7	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	72
8	A8	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	83
9	A9	4	3	5	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	88
10	A10	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	79
11	A11	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	78
12	A12	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	3	5	4	3	5	4	4	4	5	4	81
13	A13	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	79
14	A14	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	80
15	A15	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	78



16	A16	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	5	4	3	4	76
17	A17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	79
18	A18	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
19	A19	3	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	2	3	3	4	76
20	A20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	81



DOKUMENTASI









KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
PUSAT PERPUSTAKAAN

Jl. Letkol H. Endro Sutomo, Sukatani 1, Bandar Lampung 35131
Telp. (0711) 780407-74531 Fax. 780422 Website: www.uinradenintan.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor: B-0976/ Un.16 / P1 /KT/III/ 2024

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Dr. Ahmad Zarkasi, M. Sos. I
NIP : 197308291998031003
Jabatan : Kepala Pusat Perpustakaan UIN Raden Intan Lampung
Menerangkan bahwa Artikel ilmiah dengan judul

**ANALISIS MUTU KUALITAS ASPAL PANAS AC-BC TERHADAP SIFAT FISIKA MATERIAL
DI PT BRU KABUPATEN LAHAT**

Karya

NAMA	NPM	FAKULTAS/PRODI
MELATI	1911090214	FTK/ P FISIKA

Bebas Plagiasi dengan tingkat kemiripan sebesar 20%. Dan dinyatakan Lulus dengan bukti terlampir.

Demikian Keterangan ini kami buat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Bandar Lampung, 01 April 2024
Kepala Pusat Perpustakaan



Dr. Ahmad Zarkasi, M. Sos. I
NIP. 197308291998031003

Kat:

1. Surat Keterangan Cek Turnitin ini Legal & Sah, dengan Stempel Asli Pusat Perpustakaan.
2. Surat Keterangan ini Dapat Digunakan Untuk Repository.
3. Lampirkan Surat Keterangan Lulus Turnitin & Rincian Hasil Cek Turnitin ini di Bagian Lampiran Skripsi Untuk Salah Satu Syarat Penyerahan di Pusat Perpustakaan.

ANALISIS MUTU KUALITAS ASPAL PANAS AC-BC TERHADAP SIFAT FISIKA MATERIAL DI PT BRU KABUPATEN LAHAT

ORIGINALITY REPORT

20% SIMILARITY INDEX	18% INTERNET SOURCES	12% PUBLICATIONS	10% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.radenintan.ac.id Internet Source	4%
2	ejournal.uhn.ac.id Internet Source	1%
3	docplayer.info Internet Source	1%
4	www.neliti.com Internet Source	1%
5	media.neliti.com Internet Source	1%
6	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1%
7	repository.unibos.ac.id Internet Source	<1%
8	ejournal.unhasy.ac.id Internet Source	<1%
9	es.scribd.com Internet Source	<1%
10	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1%
11	jurnal.untad.ac.id Internet Source	<1%
12	core.ac.uk Internet Source	<1%

repository.iainpalopo.ac.id

13	Internet Source	1 %
14	www.neliti.com Internet Source	1 %
15	decky-mesin.blogspot.com Internet Source	1 %
16	repository.umsu.ac.id Internet Source	1 %
17	Submitted to UIN Raden Intan Lampung Student Paper	1 %
18	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %
19	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
20	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
21	jurnal.ucy.ac.id Internet Source	<1 %
22	www.grafiati.com Internet Source	<1 %
23	ejurnal.untag-smd.ac.id Internet Source	<1 %
24	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
25	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
26	jurnal.untirta.ac.id Internet Source	<1 %
27	www.detik.com Internet Source	<1 %
28	dspace.uii.ac.id	

	Internet Source	<1 %
29	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
30	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
31	bacaboy.com Internet Source	<1 %
32	media.neliti.com Internet Source	<1 %
33	kodaiiqfa.blogspot.com Internet Source	<1 %
34	repository.iainpalopo.ac.id Internet Source	<1 %
35	muji-anto.blogspot.com Internet Source	<1 %
36	www.esdm.go.id Internet Source	<1 %
37	artikelpendidikan.id Internet Source	<1 %
38	apadimaksud.com Internet Source	<1 %
39	e-journal.unipma.ac.id Internet Source	<1 %
40	ejournal.unhasy.ac.id Internet Source	<1 %
41	journals.ums.ac.id Internet Source	<1 %
42	repository.lppm.unila.ac.id Internet Source	<1 %

43	Ivanka Mira Nur Aini. "Analisis Sistem Bagi Hasil Akad Mudharabah dalam Perspektif Ekonomi Islam Pada Bank Syariah", Izdihar: Jurnal Ekonomi Syariah, 2021 Publication	<1 %
44	id.123dok.com Internet Source	<1 %
45	repo.uinsatu.ac.id Internet Source	<1 %
46	jurnal.abulyatama.ac.id Internet Source	<1 %
47	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
48	karir.amartakarya.co.id Internet Source	<1 %
49	www.ilmubeton.com Internet Source	<1 %
50	Fandi Angga Prasetya, Muhammad Nasrullah, Ananda Yogi Nugraheni, Darminto. "Study of Raman Spectroscopy on Graphene Phase from Heat Treatment of Coconut (<i>Cocos nucifera</i>) Shell", Materials Science Forum, 2015 Publication	<1 %
51	e-jurnal.pnl.ac.id Internet Source	<1 %
52	repository.iainkudus.ac.id Internet Source	<1 %
53	repositori.unsil.ac.id Internet Source	<1 %
54	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %

55	jurnal.fe.umi.ac.id Internet Source	<1 %
56	jpa.ub.ac.id Internet Source	<1 %
57	jurnal.polinema.ac.id Internet Source	<1 %
58	repository.fe.unj.ac.id Internet Source	<1 %
59	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	<1 %
60	Submitted to UIN Sunan Gunung Djati Bandung Student Paper	<1 %
61	ifory.id Internet Source	<1 %
62	research-report.umm.ac.id Internet Source	<1 %
63	jurnal.unsil.ac.id Internet Source	<1 %
64	repository.iainpurwokerto.ac.id Internet Source	<1 %
65	e-campus.iainbukittinggi.ac.id Internet Source	<1 %
66	Submitted to Universitas Islam Lamongan Student Paper	<1 %
67	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
68	Submitted to Universitas International Batam Student Paper	<1 %
69	journal.isas.or.id Internet Source	<1 %

70	journal.laaroiba.ac.id Internet Source	<1 %
71	www.scribd.com Internet Source	<1 %
72	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1 %
73	iptek.its.ac.id Internet Source	<1 %
74	repository.sari-mutiara.ac.id Internet Source	<1 %
75	jurnal.pnl.ac.id Internet Source	<1 %
76	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
77	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
78	repository.uir.ac.id Internet Source	<1 %
79	repository.um-palembang.ac.id Internet Source	<1 %
80	www.riset-iaid.net Internet Source	<1 %
81	Senja Rum Harnaeni, Putri Rahayu Lestari, Rama Pratama Balich, Gina Aulia. "Komparasi Karakteristik Marshall AC-BC dengan Penggunaan Limbah Ban Luar dan Limbah Steel Slag sebagai Pengganti Agregat Kasar", JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi), 2022 Publication	<1 %
82	adoc.pub Internet Source	<1 %
	ejournal.unesa.ac.id	

83	Internet Source	<1 %
84	jurnal.ft.umi.ac.id Internet Source	<1 %
85	jurnal.stmik-dci.ac.id Internet Source	<1 %
86	www.investigasi.co Internet Source	<1 %
87	azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com Internet Source	<1 %
88	dokumen.tips Internet Source	<1 %
89	ejurnalunsam.id Internet Source	<1 %
90	lib.ui.ac.id Internet Source	<1 %
91	repositori.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
92	repository.unwira.ac.id Internet Source	<1 %
93	digilib.iain-jember.ac.id Internet Source	<1 %
94	doku.pub Internet Source	<1 %
95	elitasuratmi.wordpress.com Internet Source	<1 %
96	eprints.itenas.ac.id Internet Source	<1 %
97	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %

98	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
99	etheses.iainponorogo.ac.id Internet Source	<1 %
100	files1.simpkb.id Internet Source	<1 %
101	hes-gotappointment-newspaper.icu Internet Source	<1 %
102	look-better.icu Internet Source	<1 %
103	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
104	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
105	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
106	thesis.umy.ac.id Internet Source	<1 %
107	vivianamilyani10.blogspot.com Internet Source	<1 %
108	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
109	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches < 5 words