

RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil





REKARACANA: JURNAL TEKNIK SIPIL

TEKNIK SIPIL INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

P-ISSN : <> E-ISSN : 24772569

0.631579
Impact Factor

645
Google Citations

Sinta 5
Current Accreditation

Google Scholar Garuda Website Editor URL

History Accreditation



Garuda Google Scholar

Optimasi Penempatan Tower Crane terhadap Waktu Siklus pada Proyek X

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 22

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.22 Accred : Unknown

Penilaian Pelayanan Pengguna Jasa Terminal Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 32

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.32 Accred : Unknown

Kajian Penerapan Carbon Tax pada Industri Konstruksi di Singapura dan Indonesia

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 42

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.42 Accred : Unknown

Penerapan Konsep Zero Delta Run-Off pada Perumahan Tataca Puri, Kabupaten Tangerang

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 1

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.1 Accred : Unknown

Pemodelan Tarikan Pergerakan Pengunjung Pasar Tradisional di Kecamatan Pemalang

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 52

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.52 Accred : Unknown

Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Steel Box Girder Berdasarkan Variasi Jumlah dan Dimensi (Studi Kasus: Jembatan Cimanuk Maktal)

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 13

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.13 Accred : Unknown

Kajian Pengaruh Kadar Optimal Volume Pasir dalam Campuran Beton dengan Metode SNI 03-2834-2000

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 1: Maret 2022 60

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i1.60 Accred : Unknown

Analisis Pushover terhadap Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur Gedung Baja Komposit

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 2: Juli 2022 118

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i2.118 Accred : Unknown

Pemodelan Kolom Kapur Berpola Triangular dengan Plaxis 3D Sebagai Upaya Perbaikan Tanah Lempung Lunak

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 2: Juli 2022 82

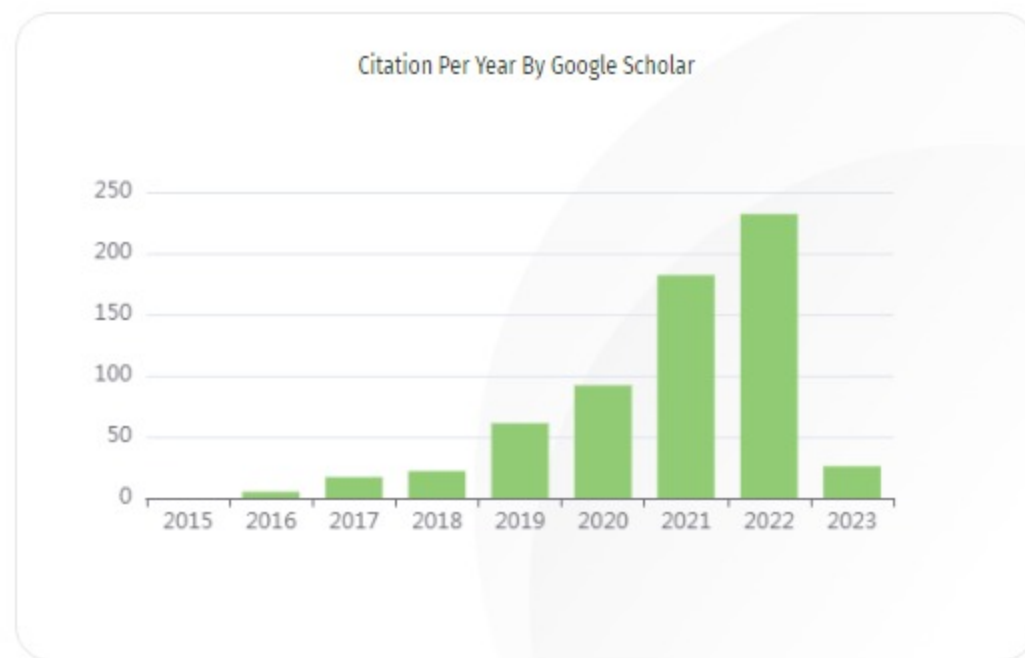
2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i2.82 Accred : Unknown

Analisis Perbandingan Variasi Tata Letak Dinding Geser dengan Metode Pushover

Institut Teknologi Nasional, Bandung RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil Vol 8, No 2: Juli 2022 125

2022 DOI: 10.26760/rekaracana.v8i2.125 Accred : Unknown

View more...



	All	Since 2018
Citation	645	617
h-index	10	10



REKA RACANA

rekaracana [Website](#)
 Published by **Institut Teknologi Nasional Bandung**
 ISSN : - EISSN : 24772569 DOI : -
 Core Subject : **Education**,

Education

Arjuna Subject : -

Articles 468 Documents

« 1 2 3 4 5 »

Studi Perbandingan Respon Struktur Gedung Menggunakan Fluid Viscous Damper dengan Variasi Jumlah Lantai. (Hal. 22-32)

Pribadi, Amatulhay; Desmaliana, Erma; Fadlisha, Diandra Tira

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 6, No 1: Maret 2020

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v6i1.22

Analisis Perancangan Jembatan Rangka Batang Canai Dingin Pejalan Kaki Tipe Lower Deck berdasarkan Eurocode 3 dan SNI 7971:2013 (Hal. 12-21)

Desmaliana, Erma; Pribadi, Amatulhay; Nurrachmam, Yopi Faisal

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 6, No 1: Maret 2020

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v6i1.12-21

Analisis Konstanta Pegas pada Fondasi Tiang (Studi Kasus: Gedung Type B DPRD Surabaya). (Hal. 42-51)

Yakin, Yuki Achmad; Pratiwi, Desti Santi; Bilaldy, Berry Fawaz

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 6, No 1: Maret 2020

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v6i1.42

Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Angkutan Kota Trayek Cimahi - Leuwipanjang Bandung. (Hal. 33-41)

Elkhasnet, Elkhasnet; Al Rasyid, Muhammad Fathurrahman

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 6, No 1: Maret 2020

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v6i1.33

Penetapan Tarif pada Reaktivasi Kereta Api Bandung - Ciwidey dengan Metode Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP). (Hal. 54-63)

Herman, Herman; Tamara, Reginawati

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 6, No 1: Maret 2020

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v6i1.54

Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga. (Hal. 61-72)

Fauzi, Imron Maulana; Hamdhan, Indra Noer

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 5, No 2: Juni 2019

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | [Full PDF \(611.006 KB\)](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v5i2.61

Pemodelan 3D pada Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Metode Deep Mixed Column (Hal. 26-35)

Permatasari, Widya Yunita; Hamdhan, Indra Noer

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 3, No 2: Juni 2017

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | [Full PDF \(704.66 KB\)](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v3i2.26

Studi Penggunaan Batu Kapur Kalipucang sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Beton Aspal Jenis AC-BC (Hal. 45-55)

Budiman, Lucky; Sukirman, Silvia

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 4, No 1: Maret 2018

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | [Full PDF \(815.874 KB\)](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v4i1.45

Studi Pemanfaatan RAP Dan Aspal Elvaloy Pada Campuran Laston AC-BC (Hal. 14-25)

Seno, Ardi; Sukirman, Silvia; Zurni, Rahmi

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 2, No 1: Maret 2016

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung

Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | [Full PDF \(690.789 KB\)](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v2i1.14

Analisis Stabilitas Tubuh Bendungan Raknamo (Hal. 95-104)

Putra, Dwi Nanda; Susantin, Sri Hetty

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil Vol 4, No 3: September 2018

Publisher : Institut Teknologi Nasional, Bandung


Show Abstract | [Download Original](#) | [Original Source](#) | [Check in Google Scholar](#) | [Full PDF \(609.949 KB\)](#) | DOI: 10.26760/rekaracana.v4i3.95

Page 1 of 47 | Total Record : 468

« 1 2 3 4 5 »

RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil

S5 H-INDEX: 10
HG-INDEX: 10



last update: 2023-03-28 powered by sinta.kemdikbud.go.id

Filter by Year

2015 2022

From To

Filter By Issues

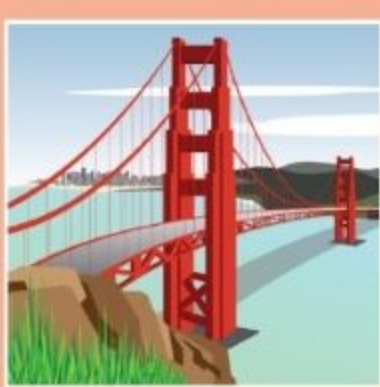
All Issue

- [Vol 8, No 3: November 2022](#)
- [Vol 8, No 2: Juli 2022](#)
- [Vol 8, No 1: Maret 2022](#)
- [Vol 7, No 3: November 2021](#)
- [Vol 7, No 2: Juli 2021](#)
- [Vol 7, No 1: Maret 2021](#)
- [Vol 6, No 3: November 2020](#)
- [Vol 6, No 2: Juli 2020](#)
- [Vol 6, No 1: Maret 2020](#)
- [More Issue](#)



- > [Home Page](#)
- > [OAI Link](#)
- > [Editorial Team](#)
- > [Contact](#)
- > [Reviewer](#)
- > [Google Scholar](#)

Kota Bandung,
 Jawa barat
 INDONESIA



ISSN: 2477-2569

RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

[BERANDA](#) [TENTANG KAMI](#) [LOGIN](#) [DAFTAR](#) [CARI](#) [TERKINI](#) [ARSIP](#) [INFORMASI](#)Beranda > [RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil](#)

RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil

RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil dengan ISSN 2477-2569 yang diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung telah **terakreditasi Peringkat SINTA 4 sesuai dengan Surat Keputusan Nomor 204/E/KPT/2022** dari Kemendikbud. Jurnal ini diterbitkan 3 (tiga) kali dalam satu tahun pada bulan Maret, Juli, dan November. Jurnal ini berisi tulisan yang diangkat dari hasil penelitian dan kajian analisis di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada Teknik Sipil, yaitu Transportasi, Struktur, Geoteknik, Manajemen Konstruksi dan Teknik Sumber Daya Air. Tulisan yang masuk ke redaksi diseleksi dengan sistem *peer-review* untuk menjaga obyektivitas sekaligus membuka kesempatan bagi setiap orang, terlepas dari latar belakang pendidikan untuk dapat berkontribusi. Alamat *Digital Object Identifier* (DOI) RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil yang diterbitkan dari Crossref adalah <http://dx.doi.org/10.26760/rekaracana>, dan telah menggunakan *software Ithenticate* sebagai *Plagiarism Tool*.



SUSUNAN PENGELOLA

Penerbit

Program Studi Teknik Sipil - Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung

Ketua Penyunting

Erma Desimaliana, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Anggota Penyunting

Fransiska Yustiana, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Andreas Maulana, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Desti Santi Pratiwi, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Aden Firdaus, S.T., M.Sc., (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Muhammad Rizki, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Amatulhay Pribadi, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Arsyad Ramadhan Darlis, S.T., M.T. (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Erdina Tyagita Utami, S.T., M.T. (Institut Teknologi Sumatera, Lampung)

Aditia Febriansya, S.T., M.Tr.T. (Politeknik Negeri Bandung)

Mitra Bestari dapat dilihat disini

Administrator : Suwarno

Informasi

Belum ada informasi yang diterbitkan.

[Lebih banyak informasi...](#)

ISSN (elektronik) : 2477-2569

diterbitkan oleh :

Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung

Alamat : Jl. PHH. Mustofa 23 Bandung 40124

Kontak : Tel. 7272215 (ext. 206) Fax. 7202892

Terindeks:



Statistik Pengunjung

[Lihat Statistik Jurnal](#)

00161718

Jurnal ini terlisensi oleh Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



PENGUNA

Nama Pegguna Kata Sandi Ingat Saya

PENYERAHAN ONLINE

[TIM EDITORIAL](#)[MITRA BESTARI](#)[FOKUS DAN RUANG LINGKUP](#)[PANDUAN PENULIS](#)[PROSES PUBLIKASI](#)[PROSES REVIEW](#)[LEMBAR REVIEW](#)[ETIKA PUBLIKASI](#)[PERNYATAAN AKSES TERBUKA](#)[BIAYA PUBLIKASI](#)[KEBIJAKAN PLAGIASI](#)[KEBIJAKAN ARSIP](#)[HAK CIPTA DAN LISENSI](#)[SERTIFIKAT AKREDITASI](#)

NOTIFIKASI

» [Lihat](#)
» [Langganan](#)

BAHASA

Pilih bahasa

Bahasa Indonesia ▾

ISI JURNAL

Cari

#plugins.block.navigation.searchSc

Semua ▾

Telusuri

» [Berdasarkan Terbitan](#)
» [Berdasarkan Penulis](#)
» [Berdasarkan Judul](#)
» [Jurnal Lain](#)

KATA KUNCI

Ability to Pay (ATP) Eurocode 3 SNI 7971:2013
Willingness to Pay (WTP) base shear biaya
operasional kendaraan drift fluid viscous
damper lower deck pendapatan
pendapatan bersih penetapan tarif
reaktivasi kereta api structural period time
history methods truss bridge, cold formed,
pedestrian



ISSN: 2477-2569

RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

[BERANDA](#) [TENTANG KAMI](#) [LOGIN](#) [DAFTAR](#) [CARI](#) [TERKINI](#) [ARSIP](#) [INFORMASI](#)

Beranda > Arsip > Vol 8, No 3

Vol 8, No 3

November 2022

Daftar Isi

Artikel

Analisis Daya Saring Geotextile terhadap Material Konvensional (Ijuk & Goni) (Studi Kasus Drainase DPT Jl. Prabu Kian Santang, Priuk, Tangerang) <i>Fanni Desiyanto, Ontoseno Bayuaji, Allan Restu Jaya</i>	PDF 136
Uji Eksperimental Pengaruh Konfigurasi Bilah Terhadap Performa Turbin Ventilator di Air <i>Elia Sucie, Dwi Anung Nindito, Allan Restu Jaya</i>	PDF 144
Analisis Nilai Kapasitas Jembatan Eksisting Menggunakan Metode Rating Factor (Jembatan Pelawi - Baturaja) <i>Mizan Rifadzi Zaeni, Sovia Farih Ambari, Igantius Sudarsono, Fauziah Mulyawati</i>	PDF 154
Analisis Kebutuhan Kapasitas Fondasi Piled Raft Studi Kasus Pegadaian Tower, Jakarta Pusat <i>Aditia Febriansya, Iskandar Iskandar, Agus Suyono, Nida Amalia Sholehah, Nisa Handayani</i>	PDF 165
Evaluasi Pengaruh Variasi Molaritas dan Rasio Alkali Aktivator terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer <i>Eunike Widyaningsih, Bernardinus Herbudiman, Fikri Fanny Fauzi</i>	PDF 176
Potensi Pengembangan Persyaratan Standar Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul pada Bangunan Sekolah di Indonesia <i>Mia Wimala, Axel Oktarino Candra, Theresita Herni Setiawan</i>	PDF 185
Studi Optimasi Pembuatan Nanoaspal Karet dari Asbuton <i>Riny Yolandha Parapat, Ayu Risnawati, Marsya Imara Sabrilia, Indra Noer Hamdhan, Imam Aschuri</i>	PDF 197

ISSN (elektronik) : 2477-2569

diterbitkan oleh :

Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung

Alamat : Jl. PHH. Mustofa 23 Bandung 40124

Kontak : Tel. 7272215 (ext. 206) Fax. 7202892

Terindeks:



Statistik Pengunjung



Lihat Statistik Jurnal

00161720

Jurnal ini terlisensi oleh Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



PENGGUNA

Nama Pengguna
 Kata Sandi
 Ingat Saya



PENYERAHAN ONLINE

[TIM EDITORIAL](#)[MITRA BESTARI](#)[FOKUS DAN RUANG LINGKUP](#)[PANDUAN PENULIS](#)[PROSES PUBLIKASI](#)[PROSES REVIEW](#)[LEMBAR REVIEW](#)[ETIKA PUBLIKASI](#)[PERNYATAAN AKSES TERBUKA](#)[BIAYA PUBLIKASI](#)[KEBIJAKAN PLAGIASI](#)[KEBIJAKAN ARSIP](#)[HAK CIPTA DAN LISENSI](#)[SERTIFIKAT AKREDITASI](#)

NOTIFIKASI

- » [Lihat](#)
- » [Langganan](#)

BAHASA

Pilih bahasa

ISI JURNAL

Cari

 ##plugins.block.navigation.searchSc

Telusuri

- » [Berdasarkan Terbitan](#)
- » [Berdasarkan Penulis](#)
- » [Berdasarkan Judul](#)
- » [Jurnal Lain](#)

KATA KUNCI

Ability to Pay (ATP) Eurocode 3 SNI 7971:2013
 Willingness to Pay (WTP) base shear biaya operasional kendaraan drift fluid viscous damper lower deck pendapatan pendapatan bersih penetapan tarif reaktivasi kereta api structural period time history methods truss bridge, cold formed, pedestrian

Studi Optimasi Pembuatan Nanoaspal Karet dari Asbuton

**RINY YOLANDHA PARAPAT*¹, AYU RISNAWATI¹,
MARSYA IMARA SABRILIA¹, INDRA NOER HAMDHAN², IMAM ASCHURI²**

¹Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email: rinyyolandha@itenas.ac.id

ABSTRAK

Jumlah mobil yang terus meningkat memberi dampak tidak hanya pada kondisi jalan, tetapi juga pada penumpukan limbah ban. Penyebab kerusakan jalan menuntut penggunaan material untuk perkerasan jalan dengan kualitas yang lebih tinggi. Pemanfaatan Crumb Rubber (CR) dari ban mobil menjadi bahan aditif campuran aspal adalah solusi terbaik untuk kedua masalah tersebut. Para peneliti telah melaporkan bahwa penambahan CR dan nanopartikel dapat meningkatkan kualitas aspal jalan secara signifikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan komposisi optimum nanoaspal karet untuk meningkatkan mutu aspal Asbuton. Komposisi campuran aspal hasil ekstraksi, CR dan nanopartikel kemudian dioptimasi untuk mendapatkan kualitas nanoaspal karet yang memenuhi standar dengan menggunakan metode Central Composite dan Response Surface Method. Response yang diukur adalah Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan dan Densitas dari nanoaspal karet. Hasil optimasi menunjukkan bahwa pada komposisi 3,682%NP; 4,694%CR; dan pada ukuran CR sebesar 88,5 nm; keempat parameter uji di atas terpenuhi.

Kata kunci: asbuton, crumb rubber, nanoaspal karet, nanopartikel

ABSTRACT

The increasing number of cars has an impact not only on road conditions, but also on the accumulation of waste tires. The cause of road damage demands the use of materials for road pavement with higher quality. Utilization of Crumb Rubber (CR) from car tires as an additive to asphalt mixture is the best solution for both problems. Researchers have reported that the addition of CR and nanoparticles can significantly improve the quality of road asphalt. The purpose of this research is to obtain the optimum composition of rubber nano-asphalt to improve the quality of Asbuton asphalt. The composition of asphalt, CR and nanoparticles is then optimized using the Central Composite and Response Surface Method. Responses measured were penetration, ductility, solubility and density of rubber nanoasphalt. The optimization results show that at a composition of 3.682%NP, 4.694%CR, and CR size of 88.5 nm, the test parameters above are fulfilled.

Keywords: asbuton, crumb rubber, rubber nanoasphalt, nanoparticles

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi setiap masyarakat umumnya sejalan dengan peningkatan penggunaan jalan karena meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Juga banyaknya kendaraan yang bermuatan lebih Hal ini akan menyebabkan beban jalan yang berlebihan yang berujung pada kerusakan jalan. Oleh karena itu kualitas campuran aspal perlu ditingkatkan agar aspal dapat menahan beban kendaraan yang berat. Menurut data yang dilaporkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga (DJB), kondisi jalan di kabupaten/kota di Indonesia jalan yang memiliki kondisi baik hanya 52% [15]. Di sisi lain, pemerintah Indonesia telah membuat peraturan yang mengharuskan pemanfaatan aspal Asbuton untuk menggantikan aspal minyak yang depositnya semakin menipis. Selain itu peningkatan jumlah mobil juga mengakibatkan peningkatan kuantitas limbah ban yang pada akhirnya dapat menimbulkan polusi yang berdampak buruk bagi kesehatan lingkungan dan perekonomian. Oleh karena itu untuk memberikan solusi bagi kedua permasalahan di atas, kualitas jalan harus ditingkatkan dengan pemanfaatan limbah ban bekas.

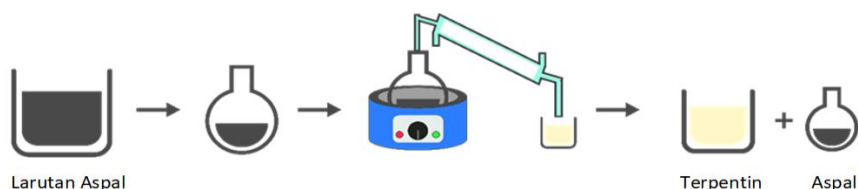
Peningkatan modifikasi aspal dapat dilakukan dengan menambahkan aditif seperti polimer, plastik dan arang [1] [2]. Kriteria bahan aditif untuk campuran aspal wajib harus menghasilkan stabilitas serta titik lembek yang besar, meningkatkan fleksibilitas, meningkatkan energi tahan/durabilitas serta meningkatkan energi ikat aspal terhadap agregat [11] [13]. Adapun beberapa penelitian mengenai pembuatan aspal dengan menggunakan zat aditif salah satunya adalah penambahan zat aditif plastik dalam agregat kasar limbah beton [11], kemudian ada juga yang menggunakan nanosilika sebagai campuran modifikasi aspal komposit [3]. Namun demikian, penelitian-penelitian yang sudah dilakukan masih menggunakan aspal minyak sebagai bahan utamanya. Pada penelitian ini digunakan aspal Asbuton sebagai bahan utama dengan menambahkan CR dan nanopartikel. Modifikasi aspal dengan penambahan CR dan nanopartikel memberikan efek perbaikan terhadap peningkatan kualitas aspal.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan mutu aspal Asbuton dengan menambahkan CR dan nanopartikel. Dalam penelitian ini juga dilakukan optimasi komposisi CR dan nanopartikel juga ukuran CR dalam pembuatan nanoaspal karet dengan menggunakan metode Central Composite Design (CCD) dan Response Surface Method (RSM). Response parameter uji yang diukur berupa Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan dan Densitas. Optimasi terhadap campuran nanoaspal minyak telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil studi dari mereka kebanyakan menyimpulkan bahwa untuk desain campuran nanoaspal dengan sifat kinerja tinggi dengan menggunakan RSM merupakan pendekatan yang sangat baik [3] [8] [16] [17].

Nanoaspal merupakan campuran dari aspal dengan partikel nano. Penambahan partikel nano ke dalam campuran aspal sudah terbukti dapat meningkatkan kualitas aspal [18]. Pengaruh positif yang langsung terlihat adalah terhadap viskositas aspal, selain itu ketahanan alur dan *fatigue resistance* juga mengalami peningkatan [6] [7] [14]. Nanopartikel merupakan material berukuran nano dengan sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material yang berukuran besar (*bulk*). Selain dari bentuk ukuran, nanopartikel juga memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan partikel lainnya. Ini membuat nanopartikel bersifat lebih reaktif. Sifat reaktivitas nanopartikel dapat dinyatakan karena atom-atom dipermukaan nanopartikel bersentuhan secara langsung dengan material lainnya. Hukum fisika yang berlaku yaitu hukum kuantum, dimana hukum ini semakin dipertegas ketika ukuran partikel ke menuju orde nano [20]. Sifat fisika pada nanopartikel dapat berubah-ubah karena pengaruh dari fenomena fisika kuantum, dimana terjadinya keterbatasan ruang gerak elektron mengakibatkan partikel membawa muatan lainnya. Perubahan sifat yang terjadi seperti kekuatan mekanik, konduktivitas listrik, perubahan warna yang dipancarkan, transparansi, dan magnetisasi terjadi karena fenomena fisika kuantum. Perubahan rasio jumlah atom yang menempati permukaan

2.3 Proses Distilasi Pelarut Alami dari Larutan Aspal

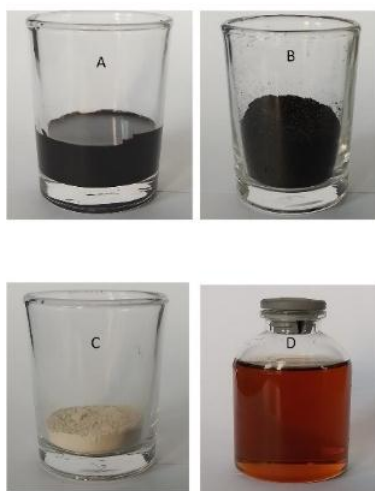
Setelah proses ekstraksi, proses distilasi dilakukan untuk memisahkan terpentin dari aspal hasil ekstraksi. Larutan aspal dan terpentin dimasukkan kedalam labu bundar, kemudian larutan tersebut didistilasi pada suhu titik didih terpentin yaitu sekitar 152°C, selama kurang lebih 30 menit. Distilasi dilakukan hingga terpentin tidak menetes lagi dan aspal dalam labu bundar sudah mengental. Skema proses distilasi untuk pemisahan aspal Asbuton dan terpentin disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Skema proses distilasi untuk pemisahan aspal Asbuton dan terpentin

2.4 Proses Pembuatan Nanoaspal

Proses terakhir yang dilakukan dalam pembuatan nanoaspal adalah pencampuran antara aspal Asbuton dengan CR dan nanopartikel yang telah dibuat. Bahan-bahan tersebut disajikan pada **Gambar 4**. Pada proses pembuatan nanoaspal, aspal Asbuton dicampurkan secara manual dengan CR yang sudah disaring berdasarkan ukurannya, dan nanopartikel (nanomineral Asbuton yang dihaluskan lagi dan distabilisasi dalam terpentin). Proses pengadukan dilakukan pada suhu 200°C selama kurang lebih 1 jam hingga tercampur rata (homogen).



Gambar 4. Bahan pembuatan nanoaspal karet: Asbuton (A), CR (B), nanomineral Asbuton (C), dan nanopartikel terstabilisasi dalam terpentin (D)

Setelah tercampur rata maka nanoaspal akan melewati tahap pengujian standar berdasarkan literatur dari Pd-2018-B [21] (**Tabel 1**). Dalam studi ini, pengujian yang dilakukan hanya untuk parameter uji Penetrasi, uji Kelarutan, uji Daktilitas, serta uji Densitas nanoaspal.

Tabel 1. Literatur Pengujian Aspal Asbuton Modifikasi

No.	Tipe Uji	Metode	Standar Aspal Polimer
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	50-80
2	Daktilitas, 25°C; cm	SNI 06-2432-1991	Min 50
3	Kelarutan	SNI 06-2438-1991	99
4	Densitas	SNI 06-2441-1991	Min 1,0

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian dalam studi ini yaitu untuk meningkatkan kualitas aspal Asbuton yang belum memenuhi standar dengan cara menambahkan CR dan NP Asbuton ke dalam campuran aspal kemudian mengoptimasi komposisi campuran tersebut dengan menggunakan CCD dan RSM. Dalam studi ini peningkatan kualitas aspal hanya difokuskan pada parameter Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas. Pada penelitian ini faktor yang digunakan ada tiga yaitu %NP, %CR dan ukuran CR dimana nilai levelnya (*Low – High*) disajikan dalam **Tabel 2**. Data-data hasil pengukuran terhadap Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas untuk setiap variasi run yang mengikuti pola susunan CCD disajikan pada **Tabel 3**. Data-data pada **Tabel 3** tersebut digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu optimisasi dengan menggunakan RSM.

Tabel 2. Tabel Low-High untuk Desain Faktor

Level	Faktor		
	%NP	%CR	Uk CR
Low (-)	1	3	88
High (+)	3	7	125

Dalam penggunaan RSM untuk optimisasi, CCD adalah pendekatan desain yang efektif untuk evaluasi statistik hubungan antara variabel independen dan respon. Dalam penelitian ini, variabel independen dipelajari dalam tiga level berdasarkan desain CCD (*face-centered*). CCD *face-centered* adalah kasus CCD yang berbeda di mana α sama dengan 1,0; dalam desain CCD, α memaksa titik aksial untuk ditempatkan di permukaan kubik daripada di ruang bola seperti pada desain CCD yang membuat desain CCD *face-centered* menjadi CCD tiga tingkat. Dalam investigasi ini, perangkat lunak Minitab 2019 digunakan untuk analisis statistik dan eksperimen desain. **Tabel 3** menyajikan level dan range nilai aktual dari variabel independen diselidiki. Untuk masing-masing respon dianalisis, sebanyak 20 jumlah percobaan dilakukan secara acak dengan lima replikasi dari titik pusat untuk memungkinkan perkiraan kesalahan percobaan yang akurat. Model polinomial orde dua yang digunakan untuk prediksi kondisi optimal seperti yang ditunjukkan pada **Persamaan 1**.

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_{ij} x_i^2 + \sum_{i=1}^k \beta_{ij} x_i x_j + e \quad \dots(1)$$

dengan: y adalah hasil prediksi; β_0 adalah nilai respons tetap titik pusat percobaan; β_j dan β_{ji} adalah efek urutan pertama dan kedua; β_{ij} adalah efek interaksi silang; x_i, x_j adalah faktor kode sedangkan e adalah kesalahan acak model [4].

3.1 Optimasi faktor terhadap respon dengan menggunakan CCD dan RSM

Setelah data-data CCD diolah dan di optimasi dengan RSM (**Gambar 5**) maka diperoleh faktor-faktor %NP, %CR, dan Ukuran CR yang menghasilkan nilai-nilai respon Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas yang teroptimasi. Dalam hal ini, proses optimisasi dimaksudkan untuk mencari nilai-nilai ketiga faktor diatas yang dapat menghasilkan nilai-nilai respon yang ditargetkan agar memenuhi standar seperti yang disajikan pada **Tabel 4**.

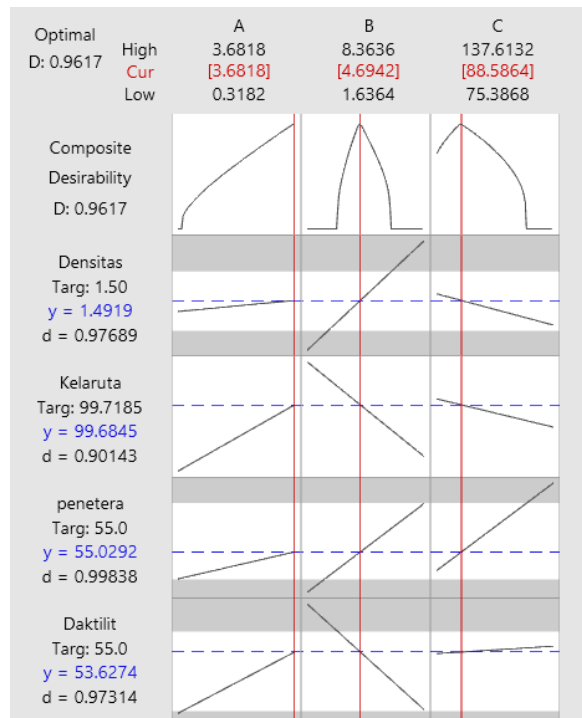
Untuk membuktikan bahwa proses optimisasi bekerja dengan baik, nilai *Desireability* (D) harus mencapai nilai 1. **Gambar 5** menunjukkan bahwa nilai D telah mencapai nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa optimisasi bekerja dengan baik yaitu saat nilai faktor berada pada garis berwarna merah. Pada gambar tersebut juga terlihat bahwa garis kurva berwarna hitam yang menunjukkan nilai d untuk masing-masing respon, sedangkan garis putus-putus berwarna biru memperlihatkan nilai respon pada saat nilai d tertentu. Hasil optimisasi menunjukkan bahwa

nilai-nilai respon Densitas, Kelarutan, Penetrasi, dan Daktilitas telah mendekati target yang merupakan standar aspal yang diinginkan.

Tabel 3. Respon Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas dengan menggunakan variasi *Run* yang mengikuti metode CCD

Run	Faktor			Respon			
	NP	CR	uk CR	Penetrasi	Duktilitas	Kelarutan	Densitas
1	3,00	3,00	88,00	53,10	44,99	99,63	1,21
2	1,00	7,00	125,00	28,50	53,00	99,67	1,44
3	2,00	5,00	75,39	26,70	47,42	99,57	1,47
4	2,00	5,00	106,50	29,41	55,62	99,59	1,42
5	3,00	7,00	88,00	28,40	62,99	99,63	1,82
6	2,00	1,64	106,50	37,21	49,10	99,66	1,21
7	3,00	7,00	125,00	16,40	72,99	99,53	1,57
8	2,00	5,00	106,50	29,41	55,62	99,59	1,42
9	2,00	5,00	106,50	29,41	55,62	99,59	1,42
10	1,00	3,00	88,00	3,90	46,00	99,66	1,40
11	1,00	3,00	125,00	8,50	51,00	99,51	1,42
12	3,68	5,00	106,50	50,83	65,49	99,65	1,44
13	2,00	8,36	106,50	21,61	62,13	99,53	1,64
14	2,00	5,00	106,50	29,41	55,62	99,59	1,42
15	2,00	5,00	106,50	29,41	55,62	99,59	1,42
16	1,00	7,00	88,00	25,80	49,00	99,37	1,39
17	3,00	3,00	125,00	70,70	64,99	99,71	1,15
18	2,00	5,00	106,50	29,41	55,62	99,59	1,42
19	0,32	5,00	106,50	7,99	45,74	99,53	1,41
20	2,00	5,00	137,61	32,12	63,81	99,62	1,37

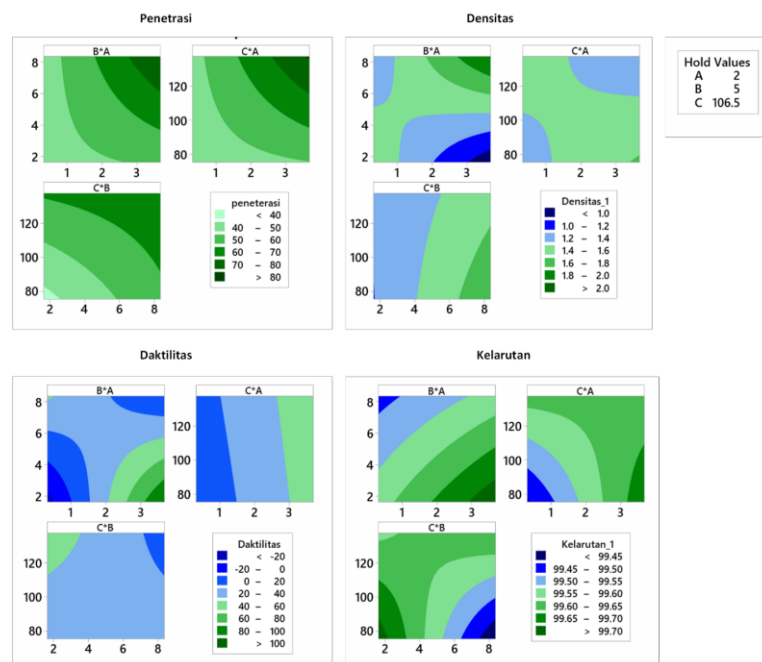
Hasil optimasi disajikan dalam **Tabel 4** dimana terlihat bahwa nilai-nilai respon telah memenuhi standar, khususnya Penetrasi dan Daktilitas. Walaupun nilai awal Kelarutan dan Densitas masih masuk standar namun masih berada di *range* paling bawah. Optimisasi menunjukkan bahwa nilai kedua respon tersebut dapat ditingkatkan sehingga mendapatkan nilai yang lebih baik. Validasi terhadap hasil optimisasi respon menunjukkan adanya perbedaan (*error*) yang relatif kecil yaitu untuk Penetrasi sebesar 2,3%; Kelarutan 0,02%; Daktilitas 4,01%; dan Densitas sebesar 5,06%. Hasil optimisasi dikonfirmasi dengan profil *contour plot* yang disajikan pada **Gambar 6** yang menunjukkan bahwa nilai-nilai respon Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas ada di daerah pada *range* yang diinginkan. Hasil optimisasi ini juga dikonfirmasi dengan **Gambar 7** yang menunjukkan bahwa nilai-nilai respon Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas ada di daerah pada titik di daerah *surface plot* yang diinginkan.



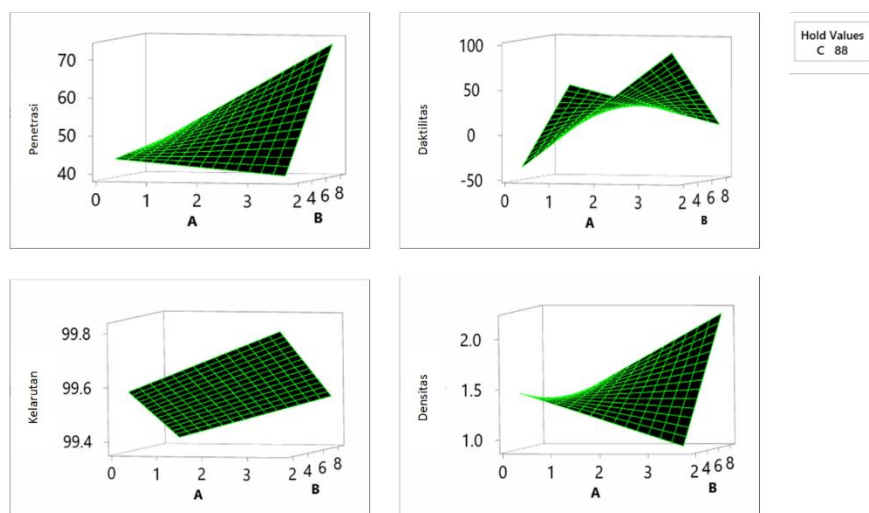
Gambar 5. Hasil optimisasi faktor %NP (A), %CR(B), dan ukuran CR (C) terhadap respon densitas, kelarutan, penetrasi, dan daktilitas dengan menggunakan RSM

Tabel 4. Hasil optimisasi kualitas aspal Asbuton setelah ditambah %NP dan %CR

Faktor	Respon								
	Penetrasi		Kelarutan		Daktilitas		Densitas		
Desain	Optimized	Awal	Optimized	Awal	Optimized	Awal	Optimized	Awal	Optimized
A: %NP	3,68								
B: %CR	4,69	46,33	55,02	99,02%	99,68%	1,8 cm	53,62 cm	1,02	1,49
C: Uk CR	88,5								
Standar		50-80		Min. 99,00%		Min. 50 cm		Min. 1,00	



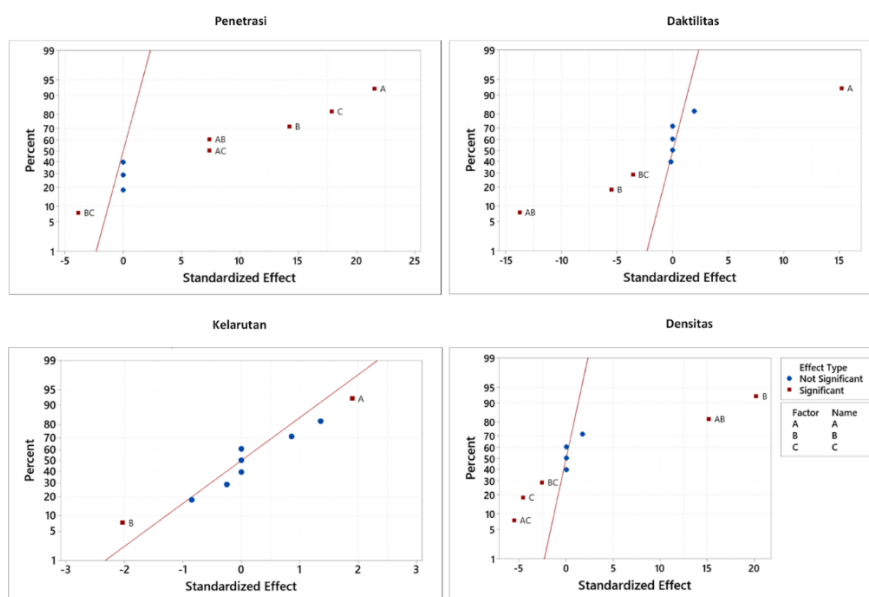
Gambar 6. Gambar contour plots dari respon penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas pada nilai 2%NP (A), 5%CR (B), dan ukuran CR 106,5 nm (C)



Gambar 7. Surface plots dari respon daktilitas, penetrasi, kelarutan, dan densitas nanoaspal karet dengan parameter ukuran CR (C) yang dijaga tetap 88 nm

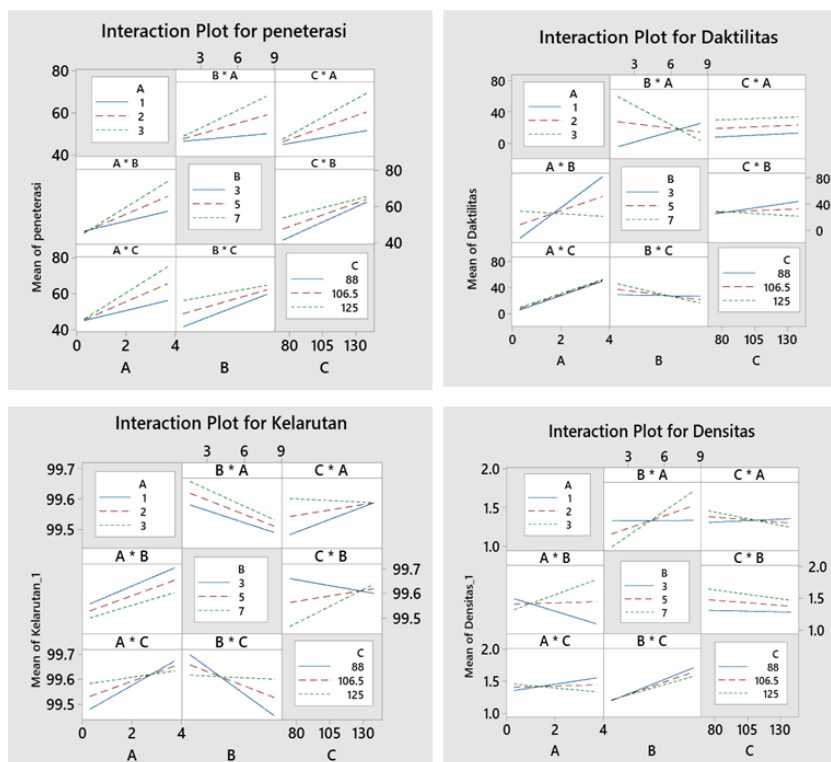
3.2 Evaluasi terhadap Faktor-faktor dan Interaksinya terhadap Respon

Untuk memahami lebih lanjut faktor-faktor yang mempengaruhi nilai Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas, perlu dilihat standardized effect dari keempat respon tersebut. Pada **Gambar 8** terlihat bahwa untuk respon uji Penetrasi dan Densitas dipengaruhi secara signifikan oleh faktor %NP, %CR, dan ukuran CR, sedangkan untuk Daktilitas dan Kelarutan dipengaruhi oleh faktor %CR dan ukuran CR. Hasil ini juga sesuai dengan apa yang diperoleh dan dipublikasi oleh beberapa peneliti [5] [9] [10] [12] [19].



Gambar 8. Standardized effect dari respon penetrasi, daktilitas, kelarutan, dan densitas

Pada **Gambar 9**, terlihat bagaimana antar faktor berinteraksi pada setiap parameter uji. Untuk Penetrasi tidak ada interaksi antar faktor yang signifikan. Untuk Daktilitas dan Densitas, %NP dan %CR berinteraksi secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa efek %NP terhadap Daktilitas dan Densitas sangat dipengaruhi oleh %CR. Sedangkan untuk Kelarutan, %CR dan ukuran CR berinteraksi secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa efek %CR terhadap Kelarutan sangat dipengaruhi oleh besarnya ukuran CR.



Gambar 9. Full matrix intraction plots antar faktor untuk respon Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas

4. KESIMPULAN

Pembuatan nanoaspal karet dilakukan melalui 3 tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, ekstraksi dan distilasi aspal dari batuan Asbuton, dan tahap pencampuran CR dan nanopartikel ke dalam aspal Asbuton. Kemudian campuran aspal Asbuton nanopartikel, nanomineral dan CR tersebut dihomogenkan secara manual untuk menghasilkan nanoaspal karet. Nanoaspal karet tersebut kemudian diuji kualitasnya berdasarkan standard Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan, dan Densitas. Setelah hasil uji didapatkan, komposisi nanoaspal karet tersebut dioptimasi menggunakan CCD dan RSM untuk mendapatkan komposisi nanoaspal karet yang memenuhi standard. Hasil optimisasi pembuatan nanoaspal karet menunjukkan bahwa dengan komposisi 3,682%NP, 4,694%CR, dan pada ukuran CR sebesar 88,5 nm ke empat standard tersebut terpenuhi. Validasi terhadap hasil optimisasi respon parameter uji menunjukkan adanya perbedaan (error) yang relatif kecil yaitu untuk Penetrasi sebesar 2,3%, Kelarutan 0,02%, Daktilitas 4,01%, dan Densitas sebesar 5,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afriyanto, B., Indriyati, E. W., and Hardini, P. (2019a): ANALISIS VARIASI KADAR LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) DALAM ASPAL MODIFIKASI TERHADAP KARAKTERISTIK DASAR ASPAL, *Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*, retrieved January 13, 2023 from internet: <https://ojs.fstpt.info/index.php/ProsFSTPT/article/view/399>.
- [2] Afriyanto, B., Indriyati, E. W., and Hardini, P. (2019b): PENGARUH LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DASAR ASPAL, *Jurnal Transportasi*, **19**(1), 59–66. <https://doi.org/10.26593/jtrans.v19i1.3263.59-66>
- [3] Bala, N., Napiah, M., and Kamaruddin, I. (2020a): Nanosilica composite asphalt mixtures performance-based design and optimisation using response surface methodology,

- International Journal of Pavement Engineering*, **21**(1), 29–40. <https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1435881>
- [4] Bala, N., Napiyah, M., and Kamaruddin, I. (2020b): Nanosilica composite asphalt mixtures performance-based design and optimisation using response surface methodology, *International Journal of Pavement Engineering*, **21**(1), 29–40. <https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1435881>
- [5] Bian, G., Qi, L., Liu, J., Wang, X., Xu, X., and Wang, Z. (2022): Effects of tetraethyl orthosilicate on rheological behaviors of crumb rubber modified asphalt, *Construction and Building Materials*, **325**, 126807. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126807>
- [6] Enieb, M., and Diab, A. (2017): Characteristics of asphalt binder and mixture containing nanosilica, *International Journal of Pavement Research and Technology*, **10**(2), 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2016.11.009>
- [7] Han, L., Zheng, M., Li, J., Li, Y., Zhu, Y., and Ma, Q. (2017): Effect of nano silica and pretreated rubber on the properties of terminal blend crumb rubber modified asphalt, *Construction and Building Materials*, **157**, 277–291. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.187>
- [8] Khairuddin, F. H., Alamawi, M. Y., Yusoff, N. I. Md., Badri, K. H., Ceylan, H., and Tawil, S. N. M. (2019): Physicochemical and thermal analyses of polyurethane modified bitumen incorporated with Cecabase and Rediset: Optimization using response surface methodology, *Fuel*, **254**, 115662. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.115662>
- [9] Li, B., Zhou, J., Zhang, Z., Yang, X., and Wu, Y. (2019): Effect of Short-Term Aging on Asphalt Modified Using Microwave Activation Crumb Rubber, *Materials*, **12**(7), 1039. <https://doi.org/10.3390/ma12071039>
- [10] Li, H., Cui, C., Temitope, A. A., Feng, Z., Zhao, G., and Guo, P. (2022): Effect of SBS and crumb rubber on asphalt modification: A review of the properties and practical application, *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, **9**(5), 836–863. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2022.03.002>
- [11] Lopang, I., Tedjasukmana, N., P, A. L. Y., Jerry, J., and Makmur, A. (2018): PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK HDPE SEBAGAI BAHAN ADITIF TERHADAP ASPAL DENGAN AGREGAT KASAR HASIL LIMBAH BETON, *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, retrieved January 13, 2023 from internet: <http://ejournal.ukrida.ac.id/ojs/index.php/JTIK/article/view/1598>.
- [12] Pang, L., Liu, K., Wu, S., Lei, M., and Chen, Z. (2014): Effect of LDHs on the aging resistance of crumb rubber modified asphalt, *Construction and Building Materials*, **67**, 239–243. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.040>
- [13] Said, M. S. (2019): "ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PANAS (AC-WC) DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PLASTIK DAN PENDAMAN BERULANG," Thesis, UNIVERSITAS BOSOWA, retrieved January 13, 2023 from internet: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1303>.
- [14] Shafabakhsh, Gh., Mirabdolazimi, S. M., and Sadeghnejad, M. (2014): Evaluation the effect of nano-TiO₂ on the rutting and fatigue behavior of asphalt mixtures, *Construction and Building Materials*, **54**, 566–571. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.064>
- [15] Siswanto, H., Sulistio, H., Djakfar, L., and Wicaksono, A. (2016): SISTEM MANAJEMEN JALAN DAN KONDISI KERUSAKAN JALAN DI INDONESIA: SEBUAH KAJIAN PUSTAKA.
- [16] Tan, Y., Guo, M., Cao, L., and Zhang, L. (2013): Performance optimization of composite modified asphalt sealant based on rheological behavior, *Construction and Building Materials*, **47**, 799–805. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.015>
- [17] Usman, A., Sutanto, M. H., Napiyah, M., Zoorob, S. E., Abdulrahman, S., and Saeed, S. M. (2021): Irradiated polyethylene terephthalate fiber and binder contents optimization

- for fiber-reinforced asphalt mix using response surface methodology, *Ain Shams Engineering Journal*, **12**(1), 271–282. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.06.011>
- [18] Yang, J., and Tighe, S. (2013): A Review of Advances of Nanotechnology in Asphalt Mixtures, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **96**(Supplement C), 1269–1276. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.144>
- [19] Zhang, H., Zhang, Y., Chen, J., Liu, W., and Wang, W. (2022): Effect of Desulfurization Process Variables on the Properties of Crumb Rubber Modified Asphalt, *Polymers*, **14**(7), 1365. <https://doi.org/10.3390/polym14071365>
- [20] Abdullah, M., Yudistira, V., Nirmin & Khairurrijal, 2008. Review: Sintesis Nanomaterial, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, **1**(2), 33-57.
- [21] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2011): *Pd 05-2018-B tentang Perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas bergradasi menerus (laston) menggunakan slag*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.