

**SIMULASI METODE *BACKPROPAGATION* PADA NILAI DURABILITAS
DENGAN PEMANFAATAN ASPAL STARBIT TERHADAP WAKTU
PERENDAMAN**

TUGAS AKHIR



**OLEH:
AFDHAL RAHIM
NIM : 1922201051**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
JANUARI 2023**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat. dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : Afdhal Rahim

NIM : 1922201051

Tanggal : 24 Januari 2023

Tanda Tangan




LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Simulasi Metode *Backpropagation* Pada Nilai Durabilitas Dengan Pemanfaatan Aspal Starbit Terhadap Waktu Perendaman
Nama : Afdhal Rahim
NIM : 1922201051
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal Dua Puluh Empat bulan Januari tahun Dua Ribu Dua Puluh Tiga Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023.

Disetujui,
TIM PENGUJI

Ketua



Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIDN. 1025097002

Sekretaris



Ir. Virgo Trisep Haris, M.T.
NIDN. 0013096210

Anggota Penguji



Shanti Wahyuni Megasari, S.T., M.Eng.
NIDN. 1019078303

Anggota Penguji



Fadrizal Lubis, S.T., M.T.
NIDN. 1003046901

Anggota Penguji



Alfian Saleh, S.T., M.Sc.
NIDN. 1029098703

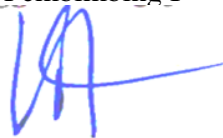
LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Simulasi Metode *Backpropagation* Pada Nilai Durabilitas Dengan Pemanfaatan Aspal Starbit Terhadap Waktu Perendaman
Nama : Afdhal Rahim
NIM : 1922201051
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, Sesuai dengan Berita Acara Nomor :679/FT/Ad/2023.

Disetujui,

Pembimbing I



Fadrizal Lubis, S.T., M.T.
NIDN. 1003046901

Pembimbing II



Alfian Saleh, S.T., M.Sc.
NIDN. 1029098703

Diketahui,

Dekan



Dr. Zainuri, S.T., M.T.
NIK. 00 01 198

Ketua Program Studi



Fadrizal Lubis, S.T., M.T.
NIK. 00 01 174

ABSTRAK

AFDHAL RAHIM. Simulasi Metode *Backpropagation* Pada Nilai Durabilitas Dengan Pemanfaatan Aspal Starbit Terhadap Waktu Perendaman. Dibimbing oleh FADRIZAL LUBIS dan ALFIAN SALEH.

Aspal Starbit PG70 sendiri merupakan aspal polimer elastomer yang sudah diberikan bahan tambah additive sehingga kualitas aspal starbit lebih baik dari pada aspal konvensional. Kelebihan aspal starbit PG 70 yaitu memiliki ketahanan yang tinggi terhadap temperatur dan deformasi serta memiliki adhesi dan kohesi yang baik. Dikarenakan kelebihan aspal starbit yang tahan terhadap deformasi sehingga dicari nilai durabilitas. Adapun tujuan dari penelitian ini menghitung nilai durabilitas serta mencoba menggunakan simulasi. Metode penelitian adalah studi eksperimental di laboratorium dan simulasi metode *backpropagation*, rancangan benda uji untuk menentukan nilai kadar aspal optimum dengan jumlah benda uji 33 sampel yang mana meliputi 18 sampel mencari kadar aspal optimum dan benda uji durabilitas perendaman. Variasi pengujian durabilitas dengan waktu 30 menit, 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam. Hasil pengujian diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,19% yang akan digunakan untuk pembuatan sampel untuk durabilitas. Hasil pengujian menunjukkan nilai durabilitas memenuhi syarat dari Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 sebesar > 90% dan memenuhi syarat keawetan serta dapat diterapkan di lapangan. Setelah dilakukan pengujian maka dilakukan simulasi metode *backpropagation* dengan nilai stabilitas. Hasil simulasi dengan metode *backpropagation* diperoleh nilai durabilitas dengan nilai maksimum *error* sebesar 0,16% dan nilai terkecil sebesar *error* -0,0068%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *backpropagation* dinilai mampu memprediksi nilai durabilitas dengan *error* untuk prediksi kurang dari 50%. Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk mempergunakan input data yang lebih banyak.

Kata Kunci : Aspal starbit PG70, *backpropagation*, durabilitas

ABSTRACT

AFDHAL RAHIM. *Simulate the Backpropagation Method on Durability Values by Utilizing Starbit Asphalt Against Soaking Time. Supervised by FADRIZAL LUBIS and ALFIAN SALEH.*

Starbit PG70 asphalt itself is an elastomeric polymer asphalt that has been given additives so that the quality of starbit asphalt is better than conventional asphalt. The advantages of PG 70 starbit asphalt are that it has high resistance to temperature and deformation and has good adhesion and cohesion. Due to the advantages of starbit asphalt which is resistant to deformation, the durability value is sought. The purpose of this research is to calculate the durability value and try to use simulation. The research method is an experimental study in the laboratory and simulation of the backpropagation method, the design of test objects to determine the optimum asphalt content value with a total of 33 samples which include 18 samples looking for optimum asphalt content and immersion durability test objects. Durability testing variations with time 30 minutes, 24 hours, 48 hours, 72 hours, and 96 hours. The test results obtained an optimum asphalt content of 6.19% which will be used to make samples for durability. The test results show that the durability value meets the requirements of the 2018 Bina Marga Specification revision 2 of > 90% and meets the durability requirements and can be applied in the field. After testing, the backpropagation method is simulated with stability values. The simulation results with the backpropagation method obtained the durability value with the maximum error value of 0.16% and the smallest value of -0.0068% error. So it can be concluded that the backpropagation method is considered capable of predicting durability values with an error for prediction of less than 50%. To obtain maximum results in further research, it is recommended to use more input data.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulis sangat menyadari dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tanpa bantuan dan bimbingan serta saran-saran dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Bapak Fadrizal Lubis, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.
3. Bapak Fadrizal Lubis, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Alfian Saleh, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan Tugas Akhir ini Hingga selesai.
4. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T. selaku Ketua Penguji, Bapak Ir. Virgo Trisep Haris, M.T. selaku Sekretaris Penguji, dan Ibu Shanti Wahyuni Megasari, S.T., M.Eng. selaku Anggota Penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada Tugas Akhir ini.
5. Ibu Muthia Anggraini, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning. dan Ibu Sjelly Haniza, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Jalan Raya Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.
6. Bapak dan ibu Dosen Yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan.

Akhir kata penulis berharap Allah SWT memberikan kesehatan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, namun penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat menambahkan wawasan bagi para pembaca.

Pekanbaru, 24 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PELAKSANAAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	1
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	Error
! Bookmark not defined.	
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR NOTASI.....	7
DAFTAR LAMPIRAN.....	8
BAB 1. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Identifikasi Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Perkerasan Jalan.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 <i>Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3 Karakteristik Campuran Aspal Perkerasan.....	Error! Bookmark not defined.

2.4	Bahan Penyusun Campuran	Error! Bookmark not defined.
2.4.1	Agregat.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2	<i>Filler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.3	Aspal	Error! Bookmark not defined.
2.5	Gradasi	Error! Bookmark not defined.
2.6	Aspal Starbit PG 70	Error! Bookmark not defined.
2.7	<i>Marshall Test</i>	Error! Bookmark not defined.
2.8	Durabilitas.....	Error! Bookmark not defined.
2.9	Jaringan Saraf Tiruan	Error! Bookmark not defined.
2.10	Algoritma <i>BackPropagation</i>	Error! Bookmark not defined.
2.11	Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Lokasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Data Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Metode Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Tahapan penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Persiapan bahan	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Persiapan alat	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Pengujian propertis	Error! Bookmark not defined.
3.4.4	Perencanaan campuran (<i>mix design</i>).....	Error! Bookmark not defined.
3.4.5	Rancangan benda uji	Error! Bookmark not defined.
3.5	Tahapan Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Pengujian titik lembek	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Pengujian penetrasi	Error! Bookmark not defined.
3.5.3	Penentuan kadar aspal optimum	Error! Bookmark not defined.
3.5.4	Pengujian <i>marshall test</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5.5	Pengujian <i>immersion test</i>	Error! Bookmark not defined.
3.6	Algoritma <i>Backpropagation</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7	Bagan Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB 4. PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil	Error! Bookmark not defined.

4.1.1	Pemeriksaan agregat	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Hasil pemeriksaan aspal.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Hasil gradasi campuran agregat	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	Hasil pemeriksaan mencari nilai kao secara teoritis	Error! Bookmark not defined.
	not defined.	
4.1.5	Hasil pengujian marshall untuk mencari KAO	Error! Bookmark not defined.
	defined.	
4.1.6	Hasil uji rendaman (<i>immersion test</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.1.7	Simulasi <i>backpropagation</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	Analisis	Error! Bookmark not defined.
BAB 5.	PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
	DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
	LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2	Ketentuan Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3	Ketentuan Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.4	Gradasi Agregat Campuran.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1	Jumlah Benda Uji Untuk Pengujian KAO	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2	Jumlah Benda Uji.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Aspal...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4	Tabel Hasil Pengujian Bintang Djaja...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5	Spesifikasi Gradasi Agregat.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar aspal Variasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7	Hasil Uji Rendaman (<i>Immersion Test</i>)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8	Nilai Hasil Stabilitas	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9	Hasil Tranformasi Pola penyusunan Data	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10	Hasil Proses Training Jaringan Saraf Tiruan.....	38

DAFTAR GAMBAR

Halaman

- Gambar 2.1 Lapisan Kontruksi Perkerasan Lentur **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Sketsa Susunan Skema *Backpropagation* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Grafik Kadar Aspal Optimum..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3 Grafik Stabilitas Sisa Aspal Starbit .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4 Proses *Training* ANN **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR NOTASI

CA	= Agregat kasar tertahan
FA	= Agregat halus lolos saringan no 4
FF	= Agregat halus lolos saringan no 200
I	= Kostanta
IRS	= <i>Index retained strenght</i>
JST	= Jaringan saraf tiruan
S1	= Stabilitas sesudah direndam (24 jam)
S2	= Stabilitas sesudah direndam (30 menit)
VFWA	= <i>Void filled with asphalt</i>
VITM	= <i>Void in the total mix</i>
VMA	= <i>Void in material agregate</i>
Xi	= Masukan angka (<i>Input</i>)
Yk	= Target hasil (<i>Output</i>)

Z_i = Jumlah layer (*Hidden Layer*)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berita Acara

Lampiran 2. Lembar Asistensi

Lampiran 3. Data Penelitian

Lampiran 4. Dokumentasi

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Bethary, R. T., dkk., (2020) setiap tahunnya aspal pertamina memproduksi aspal 300.000 ton pertahunnya. Sedangkan kebutuhan untuk aspal sebesar 1,2 juta ton per tahun. Oleh karena itu kebutuhan aspal pertamina sangat terbatas dikarenakan kebutuhan aspal yang meningkat maka dicari jalan alternatif dengan menggunakan aspal modifikasi. Aspal modifikasi yang digunakan yaitu aspal modifikasi jenis aspal starbit PG 70, aspal starbit PG 70 sendiri merupakan aspal polimer elastomer yang dilengkapi bahan tambah additive sehingga kualitas aspal starbit lebih baik dari pada aspal konvensional. Kelebihan aspal starbit PG 70 yaitu memiliki ketahanan yang tinggi terhadap temperatur dan deformasi serta memiliki adhesi dan kohesi yang baik

Pada perkerasan jalan lapisan perkerasan yang digunakan adalah AC-WC. Lapisan AC -WC sendiri merupakan lapisan paling atas yang bersinggungan langsung pada beban kendaraan, salah satu penyebab kerusakan dan penurunan kekuatan pada perkerasan lentur adalah terjadinya penuaan aspal serta pengaruh yang di akibatkan oleh temperatur (Frida, E. dan Parasian, D, G., 2017).

AC-WC adalah lapisan paling atas yang bersinggungan langsung dengan beban kendaraan. Proses pada penuaan ini dapat menyebabkan aspal mengeras dan akan meningkatkan kekakuan campuran aspal sehingga berpengaruh kinerja campuran tersebut. Salah satu yang berpengaruh terhadap kinerja campuran yaitu nilai durabilitas.

Durabilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menahan beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, dan keausan akibat paparan cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan suhu. Maka dalam penelitian ini digunakanlah jaringan saraf tiruan komputer yang berfungsi sebagai alat bantu yang dapat memprediksi nilai durabilitas terhadap lama perendaman (Attamimi, M, F., dkk., 2021).

Adapun yang dimaksudkan jaringan saraf tiruan adalah merupakan sistem pemrosesan informasi yang memiliki kemampuan pembelajaran terhadap data dan

informasi yang diterima, kemampuan untuk memodelkan fungsi linier, perhitungan paralel dan toleransi kesalahan kostum. Jaringan saraf tiruan sudah banyak digunakan dalam membantu menyelesaikan berbagai macam permasalahan yaitu dalam bidang konstruksi dalam prediksi kekuatan jembatan, berat jembatan, dan lainnya. Hubungan dalam penelitian ini yaitu aspal starbit merupakan aspal yang digunakan di dalam bahan campuran aspal dengan memilih lapisan AC-WC. AC-WC sendiri adalah lapisan paling atas yang menerima langsung beban kendaraan, cuaca serta temperatur, oleh karena itu dicarilah nilai durabilitas adapun yang dimaksud dengan durabilitas yaitu keawetan keawetan sendiri sangat berhubungan dengan lapisan AC-WC aspal starbit karena dari durabilitas kita bisa mengetahui keawetan aspal yang di uji. Didalam melakukan nya pengujian ini guna backpropagation adalah mencoba membuat jaringan saraf tiruan dari nilai durabilitas dengan memprediksi nilai durabilitas terhadap waktu perendaman.

Dalam pemeriksaan ini akan mencoba membuat simulasi *backpropagation* untuk prediksi hasil waktu perendaman pada nilai durabilitas dengan pemanfaatan aspal modifikasi jenis starbit dengan waktu atau durasi 30 menit, 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam pada suhu konstan 60°C .

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun beberapa identifikasi masalah yaitu :

1. Bagaimana hubungan antara campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC - WC) dengan lama perendaman terhadap durabilitas?
2. Bagaimana kinerja aspal starbit terhadap campuran *Asphalt Concrete- Wearing Course*?
3. Berapakah perbandingan antara nilai durabilitas secara laboratorium dengan nilai durabilitas hasil simulasi *backpropagation*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, batasan masalah yang diteliti adalah nilai durabilitas dengan pemanfaatan aspal starbit terhadap waktu perendaman dan melakukan simulasi jaringan saraf tiruan dengan metode *backpropagation*.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah adalah berapakah nilai durabilitas dengan pemanfaatan aspal starbit terhadap waktu perendaman dan melakukan simulasi jaringan saraf tiruan dengan metode *backpropagation*?

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan nilai durabilitas dengan pemanfaatan aspal starbit terhadap waktu perendaman dan melakukan simulasi jaringan saraf tiruan dengan metode *backpropagation*.

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Instansi terkait dan jasa kontruksi dapat memanfaatkan aspal starbit sebagai ganti aspal pertamina.
2. Bagi dunia kontruksi dapat menambah referensi atau pengetahuan dalam melakukan perencanaan perkerasan jalan.
3. Sebagai bahan referensi bagi peneliti tentang aspal starbit.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari kesimpulan yang didapat hasil dari pengujian *marshall* dengan mendapatkan kadar aspal optimum 6,19% dan nilai durabilitas yang didapat sebesar 93,82% yang mana telah memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 2 sebesar >90%. Mensimulasi dengan metode *backpropagation* dapat digunakan untuk prediksi hasil dari nilai durabilitas dengan nilai maksimal 0,16% dan *error* terkecil -0,0068%. Pada penelitian ini terdapat pola sebaran data input hasil mencari nilai durabilitas Informasi yang jumlahnya sedikit, sehingga akurasi yang dihasilkan kurang detail.

5.2 Saran

Setelah dilaksanakan penelitian, diberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk komposisi campuran dalam pembuatan sampel selanjutnya disarankan pada saat melakukan pemadatan di cek kembali suhu pemadatan yang digunakan supaya mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Dalam penelitian selanjutnya perlu adanya penambahan item pengujian supaya mendapatkan data yang baik.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat teliti lagi pada saat perendaman dan juga pada simulasi data dengan menggunakan matlab sehingga hasil yang di dapat akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, S. dan Sitohang, N., 2018, Implementasi Metode *Backpropagation* Untuk Prediksi Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah, *Jurteksi*, Vol. 4 No. 2, pp. 155–164, ISSN : 2407-1811.
- Anggraeni, I. A., Riyanto, A., Sunarjono, S. dan Harnaeni, S. R., 2019, Nilai Durabilitas dan Nilai Workabilitas Campuran AC – WC Menggunakan Bahan Tambah Genteng Polimer, *Simposium Nasional Rapi XVIII*, Surakarta.
- Attamimi, M. F., Achmad, F. dan Desei, F. L., 2021, Kajian Durabilitas dan Penuaan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Asbuton Pracampur Terhadap Variasi Lama Rendaman, *Composite Journal*, Vol. 1 No. 1, pp. 32–40, ISSN : 2807-5919.
- Baroqah, A., 2014, Optimasi *Artificial Neural Network* Menggunakan *Genetic Algorithm* Untuk Prediksi *Marshall Stability* Pada Campuran Aspal Beton, *Jurnal Universitas Paramadina*, Vol. 11 No. 1, pp. 1253-1271, ISSN : 2587-8756.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 06-2434, Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008, *SNI 2417, Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 2432, Cara Uji Penetrasi Aspal*, BSN, Jakarta.
- Bethary, R. T., Intari, D. E., Fathonah, W. dan Miftahul, Z., 2020, Pengaruh Air Hujan di Kota Industri Terhadap Kinerja Campuran Beraspal Modifikasi Polimer, *Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi Ke- 23*, Lampung.
- Firdausa, F., Marpaung, R. dan Artini, S. R., 2020, Simulasi Metode *Backpropagation* Dalam Analisis Hasil Pengaruh Biji Karet Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton, *Fropil*, Vol. 8 No. 2, pp. 56-64, ISSN : 2338-2791.
- Frida, E. dan Parasian, D. G., 2017, Analisis Kekuatan *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) Dengan Serbuk Ban Bekas Sebagai Zat Aditif, *Juitech*, Vol. 1 No. 1, pp. 34–36, ISSN : 2580-4057.
- Hamzah, R. A., Kaseke, O. H. dan Manopo, M. M., 2016, Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria *Marshall* Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang, *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 4 No. 7, pp. 447–452, ISSN : 2337-6732.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018, *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan Revisi 2*, Direktorat Jenderal Bina Marga.

- Nugraha, A. A., 2021, Pengaruh *Steel Slag* Sebagai Substitusi Agregat Kasar dan Aspal Starbit E60 Sebagai Bahan Ikat Pada Perkerasan Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*, Tesis, Program Magister Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Pattipeilohy, J., Sapulette, W. dan Lewaherilla, N. M., 2019, Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu Jeckelin, *Jurnal Manumata*, Vol. 5 No. 2, pp. 56–64, ISSN : 2087-5703.
- Purnama, R. A., 2021, Kinerja Campuran Beraspal Dengan Menggunakan Aspal Starbit E-55 dan Aspal PG 76 FR Berdasarkan Gradasi *Asphalt Concrete (AC)* Bandar Udara, *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*, Bandung.
- Rosyad, F., Prastyo, N. dan Kasmuri, M., 2019, Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Durabilitas dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC), *Jurnal Ilmiah Tekno*, Vol . 14 No. 3, pp. 23-31, ISSN : 1907-5243.
- Setyarini, N. L. S. E., Tajuddin, A. N. dan Janadi, W., 2018, Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Lapisan Aus Laston Menggunakan Agregat Terselimut Limbah Plastik LDPE, *Konferensi Nasional Teknik Sipil 12*, Batam.
- Sijabat, P. I., Yuhandri, Nurcahyo, G. W. dan Sindar, A., 2020, Algoritma *Backpropagation* Prediksi Harga Komoditi Terhadap Karakteristik Konsumen Produk Kopi Lokal Nasional, *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi Digital Zone*, Vol. 11 No. 1, pp. 97-107, ISSN : 2086-4884.
- Tahapari, Y., Nugroho, A. S. B. dan Suparma, L. B., 2021, Model Estimasi Biaya Dengan *Cost Significant Model* dan *Artificial Neural Network* Proyek Peningkatan Jalan Aspal di Yogyakarta, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 16 No. 2, pp. 122–133, ISSN : 2549-2918.
- Wanto, A. dan Windarto, A. P., 2017, Analisis Prediksi Indeks Harga Konsumen Berdasarkan Kelompok Kesehatan Dengan Menggunakan Metode *Backpropagation*, *Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, Vol. 2 No. 2, pp. 37-44, ISSN : 2541-0440.