

**ANALISIS KARAKTERISTIK ITS DAN DURABILITAS CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN ASPAL NANO KARBON**

Tugas Akhir

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Program Studi S-1 Teknik Sipil



Disusun oleh :

ATIKA RAHMAWATI

NIM : D 100 190 037

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KARAKTERISTIK ITS DAN DURABILITAS CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ASPAL NANO KARBON

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan
Program Studi S-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

ATIKA RAHMAWATI
NIM : D 100 190 037

Susunan Dewan Penguji,
Dosen Pembimbing,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIDN : 0630126302

Penguji 1,


Dr. Senja Rum Harnaeni, S.T., M.Sc.
NIDN : 0602036201

Penguji 2,


Rama Rizana, S.T., M.Sc.
NIDN : 0602079202


Dekan Fakultas Teknik,
Rita Purnoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIDN : 0603027401

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Anto Budi Istiyawan, S.T., M.Sc.
NIDN : 0622036101

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KARAKTERISTIK ITS DAN DURABILITAS CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ASPAL NANO KARBON

Tugas Akhir

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan
Program Studi S-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

ATIKA RAHMAWATI
NIM : D 100 190 037

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing
Tanggal : 2024



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIDN : 0630126302

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Atika Rahmawati

NIM : D 100 190 037

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Karakteristik ITS Dan Durabilitas Campuran
AC-WC Menggunakan Aspal Nano Karbon

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan - kutipan, ringkasan – ringkasan, dan data sekunder yang semuanya telah saya cantumkan sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 2024

Yang menyatakan,



(Atika Rahmawati)

MOTTO

“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim, no. 2699)

“Berilmulah sebelum kamu berbicara, beramal, atau beraktivitas.” (HR. Bukhari)

“Optimism is the faith that leads to achievement. Nothing can be done without hope and confidence.” (Hellen Keller)

“Some are born great, some achieve greatness, and some have greatness thrust upon them.” (William Shakespeare)

“Many of life's failures are people who did not realize how close they were to success when they gave up.” (Thomas Alfa Edison)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.

Dengan segenap rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Karakteristik ITS Dan Durabilitas Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Nano Karbon**” dengan baik. Tugas Akhir ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan program Sarjana Teknik (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak terutama dari Pembimbing dan Penguji. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Ibu Alfia Magfirona, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Ibu Nurul Hidayati, S.T., M.T., Ph.D. selaku Koordinator Bidang Transportasi.
5. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Ibu Dr. Senja Rum Harnaeni, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji I.
7. Bapak Rama Rizana, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji II.

Semoga Allah S.W.T. memberikan kemuliaan yang setimpal kepada semua pihak atas kebaikan-kebaikan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, maka diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Sebagai penutup,

semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang banyak terutama dalam bidang perkerasan jalan.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Surakarta, 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Hasil dan Luaran Penelitian	3
G. Keaslian Tugas Akhir.....	4
H. Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Penggunaan Nanoteknologi	6
B. Kuat Tarik Tidak Langsung	7
C. Durabilitas Campuran Aspal	7
D. Tinjauan Penelitian Sebelumnya.....	8
BAB III. LANDASAN TEORI.....	11
A. Konstruksi <i>Asphalt Concrete-Wearing Course</i>	11
B. Bahan Perkerasan Jalan	13
C. Indirect Tensile Strength (ITS)	13
D. Durabilitas	14

BAB IV. METODE PENELITIAN	16
A. Umum.....	16
B. Lokasi Penelitian.....	16
C. Bahan Penelitian.....	16
D. Peralatan.....	16
E. Tahapan Penelitian.....	17
F. Bagan Alir Penelitian	26
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Hasil Pemeriksaan Material	28
1. Hasil Pemeriksaan Material dari PT. Selo Progo Sakti	28
a. Hasil Pemeriksaan Agregat	28
b. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Medium	29
2. Hasil Pemeriksaan Material dari Laboratorium	29
a. Hasil Pemeriksaan Agregat (Analisa Saringan)	29
b. Hasil Pemeriksaan Aspal Pen 60/70.....	33
c. Perhitungan Rekayasa Pencampuran Agregat	34
B. Analisis Kadar Aspal Optimum (KAO)	36
C. Perhitungan Nilai ITS Campuran AC-WC Dengan Nano Karbon	45
D. Perhitungan Durabilitas Campuran AC-WC Dengan Nano Karbon	50
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu Terkait Penelitian Penulis dengan Penelitian Sebelumnya	4
Tabel 3. 1 Gradasi Agregat <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	12
Tabel 3. 2 Spesifikasi Campuran <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	12
Tabel 4. 1 Jumlah Sampel untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum	23
Tabel 4. 2 Jumlah Sampel untuk Pengujian ITS dan Durabilitas	24
Tabel 5. 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	28
Tabel 5. 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Medium	29
Tabel 5. 3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	30
Tabel 5. 4 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Medium	31
Tabel 5. 5 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	32
Tabel 5. 6 Hasil Pemeriksaan Aspal	34
Tabel 5. 7 Hasil Rekayasa <i>Blending Agregat</i>	35
Tabel 5. 8 <i>Properties Marshall</i> Penentuan Kadar Aspal Optimum	40
Tabel 5. 9 Perhitungan Nilai ITS	45
Tabel 5. 10 Analisa Perhitungan Nilai ITS	46
Tabel 5. 11 Analisa Perhitungan Nilai IKS	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Desain Struktur Perkerasan Lentur	11
Gambar 3. 2 Kurva Gradasi Agregat Asphalt Concrete Wearing Course.....	12
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 5. 1 Agregat Kasar.....	30
Gambar 5. 2 Agregat Medium	31
Gambar 5. 3 Agregat Halus.....	32
Gambar 5. 4 Gradasi Kumulatif Lolos CA, MA, FA.....	33
Gambar 5. 5 Rekayasa Pencampuran Agregat.....	35
Gambar 5. 6 Nilai Stabilitas (kg) yang Memenuhi Kadar Aspal (%)	41
Gambar 5. 7 Nilai Flow (mm) yang Memenuhi Kadar Aspal (%).....	41
Gambar 5. 8 Nilai VFWA (%) yang Memenuhi Kadar Aspal (%).....	42
Gambar 5. 9 Nilai VIM (%) yang Memenuhi Kadar Aspal (%).....	42
Gambar 5. 10 Nilai VMA (%) yang Memenuhi Kadar Aspal (%)	43
Gambar 5. 11 Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	43
Gambar 5. 12 Pengujian Indirect Tensile Strength (ITS)	46
Gambar 5. 13 Hubungan Antara Kadar Nano dan Nilai ITS	47
Gambar 5. 14 Penggumpalan Pada Proses Pencampuran Aspal dengan Nano...	49
Gambar 5. 15 Retak Setelah Pengujian ITS.....	49
Gambar 5. 16 Hubungan Antara Kadar Nano dan Nilai IKS.....	51
Gambar 5. 17 Perendaman Pada Waterbath.....	52

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

°C	= Derajat Celcius
AC-WC	= <i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i>
CA	= <i>Coarse Aggregate</i>
D	= Diameter (cm)
FA	= <i>Fine Aggregate</i>
H	= Tinggi (cm)
IKS	= Indeks Kekuatan Tarik Sisa
ITS	= <i>Indirect Tensile Strength</i> (kPa)
KAO	= Kadar Aspal Optimum (%)
MA	= <i>Medium Aggregate</i>
P	= Beban Maksimum (kg)
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i> (gr)
VFWA	= <i>Void Filled With Asphalt</i> (%)
VIM	= <i>Void In Mix</i> (%)
VMA	= <i>Void In Minerale Aggregate</i> (%)

ANALISIS KARAKTERISTIK ITS DAN DURABILITAS CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ASPAL NANO KARBON

Atika Rahmawati

**Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta**

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia
57169

atikarahmawati2310@gmail.com

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu infrastruktur utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional. Ketersediaan jalan sangat berguna bagi masyarakat untuk melakukan aktifitas atau mobilitas sehari-hari, sehingga volume lalu lintas akan terus mengalami kepadatan. Indonesia sendiri memiliki masalah terkait jalan yang banyak mengalami kerusakan sebelum umur rencana, hal itu terjadi karena pelaksanaan jalan yang didesain dengan kualitas di bawah standar dan juga disebabkan dari beban kendaraan yang bermuatan berlebih. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis nilai *Indirect Tensile Strength* (ITS) dan Durabilitas dalam campuran AC-WC dengan penambahan serbuk nano karbon. Metode yang digunakan berupa eksperimen laboratorium yang terdiri dari pengujian ITS dan perendaman terhadap durabilitas. Variasi kadar nano karbon yang digunakan dalam penelitian yaitu 0 ppm, 200 ppm, 1000 ppm, dan 2000 ppm. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh nilai ITS pada kadar nano 0 ppm sebesar 954,094 Kpa, pada kadar nano 200 ppm sebesar 594,019 KPa, pada kadar nano 1000 ppm sebesar 503,197 KPa, dan pada kadar nano 2000 ppm sebesar 394,718 KPa. Penurunan pada nilai ITS menunjukkan bahwa kemampuan kuat tarik campuran AC-WC dengan bertambahnya kadar nano karbon membuat nilai ITS terus menurun. Dan dari hasil pengujian durabilitas kadar nano 0 ppm didapat nilai IKS sebesar 86,4632 %, pada kadar nano 200 ppm sebesar 86,1213 %, pada kadar nano 1000 ppm sebesar 82,1379 %, dan pada kadar nano 2000 ppm sebesar 70,8826 %. Dapat disimpulkan bahwa nilai IKS pada variasi kadar nano karbon 0 ppm, 200 ppm, dan 1000 ppm memenuhi spesifikasi dari AASTHO T-283 yaitu $\geq 80\%$. Sedangkan pada variasi kadar nano karbon 2000 ppm tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan.

Kata Kunci : Nano Karbon, AC-WC, ITS, Durabilitas.

ABSTRACT

Roads are one of the main infrastructures in moving the wheels of the national economy. The availability of roads is very useful for people to carry out daily activities or mobility, so that traffic volume will continue to be dense. Indonesia itself has problems related to roads which are often damaged before their design life, this occurs due to the implementation of roads that are designed with substandard quality and also due to excessive vehicle loads. The aim of this research is to analyze the Indirect Tensile Strength (ITS) and Durability values in AC-WC mixtures with the addition of carbon nano powder. The method used is an experimental laboratory consisting of ITS testing and durability immersion. Variations in nano carbon levels used in the research were 0 ppm, 200 ppm, 1000 ppm and 2000 ppm. From the results of the tests carried out, the ITS value at 0 ppm nano content was 954 Kpa, at 200 ppm nano content it was 594 KPa, at 1000 ppm nano content it was 503,333 KPa, and at 2000 ppm nano content it was 394,667 KPa. The decrease in the ITS value shows that the tensile strength of the AC-WC mixture with increasing nano carbon content makes the ITS value continue to decrease. And from the results of durability testing at 0 ppm nano content, the IKS value was 86.5205 %, at 200 ppm nano content it was 86.1213 %, at 1000 ppm nano content it was 82,1379 %, and at 2000 ppm nano content it was 70,8826 %. It can be concluded that the IKS value for variations in nano carbon content of 0 ppm, 200 ppm and 1000 ppm meets the specifications of AASTHO T-283, namely $\geq 80\%$. Meanwhile, the variation in nano carbon content of 2000 ppm does not meet the specified requirements.

Keywords : Nano Carbon, AC-WC, ITS, Durability.