



ISSN 2985-7007



PROSIDING

KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"

GRAND INNA KUTA - BALI,
27-28 OKTOBER 2022



DI DUKUNG OLEH



EDITOR : PUTU IKA WAHYUNI

VOLUME 16



ISSN 2985-7007

PROSIDING KONTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"



EDITOR : PUTU IKA WAHYUNI

GRAND INNA KUTA - BALI,
27-28 OKTOBER 2022



[HTTPS://KONTEKS.WEB.ID](https://konteks.web.id)



PROSIDING

Editor

Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, S.T., M.Si., M.T., IPM., ASEAN. Eng
Dr. Ir. Hermawan, S.T., M.T.
Kadek Windy Candrayana, S.T., M.T.
Ir. I Wayan Gde Erick Triswandana, S.T., M.T.
I Putu Pranayoga Aditya
I Made Wahyu Anom Pramesti
I Kadek Adhitya Wiguna
Kadek Yonas Prameira

Universitas Warmadewa
Unika Soegijapranata
Universitas Warmadewa
Universitas Warmadewa
Universitas Warmadewa
Universitas Warmadewa
Universitas Warmadewa
Universitas Warmadewa

Design Prosiding

I Made Surya Sukma Mahardhika, S.Kom., M.M

Universitas Warmadewa

Alamat

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan
Universitas Warmadewa
Jl. Terompong No. 24 Sumerta Klod, Kecamatan Denpasar
Timur, Kota Denpasar, Bali 80235
No. Telp : (+62) 361 - 223858
Website : <http://www.konteks.web.id/>
Email : konteks16@gmail.com

Komite Ilmiah

Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.
Ferianto Raharjo, S.T., M.T.

Penerbit

ITB Press
Jl. Ganesha No. 10, Bandung, Provinsi Jawa Barat, 40132
e-mail: office@itbpress.id
Website: www.itbpress.id



PRAKATA EDITOR

Pandemi Covid-19 yang menerpa dunia dari tahun 2019 ini tentunya mengakibatkan perlambatan dari semua kalangan sector. Perlambatan disebabkan oleh berkurangnya permintaan masyarakat yang merupakan dampak dari pembatasan social (Sosial distancing) serta Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), yang mana merupakan suatu strategi kebijakan untuk menekan penyebaran Covid-19 ini. Pada bidang industry konstruksi dimana terjadi penundaan dan penangguhan proyek bangunan, anggaran proyek yang terus membengkak akibat pandemic, serta anggaran proyek infrastruktur yang dialihkan untuk bantuan social.

Tahun 2022, pelan-pelan perekonomian sudah mulai merangkak naik, dengan mulai digalangkannya vaksin covid-19 bagi masyarakat, sehingga sector perekonomian mulai berjalan. Contohnya penerbangan internasional sudah dibuka serta gencarnya pembangunan infrastruktur pada tahun 2022 yang sempat ditunda akibat pandemic Covid-19 ini. Namun, terjadi permasalahan lain akibat penundaan dan penangguhan proyek ini, diantaranya yaitu inflasi yang tinggi, kenaikan suku bunga, dan melambatnya pertumbuhan ekonomi yang diproyeksikan akan berdampak ada sektor konstruksi serta menahan pendapatan riil dan daya beli, serta kemampuan pekerja proyek untuk bekerja yang menjadi tantangan utama bagi bisnis konstruksi. Hal-hal ini pula yang harus menjadi perhatian bisnis konstruksi sebagai bahan evaluasi untuk merancang strategi baru untuk menangani ketahanan industry di bidang konstruksi pasca pandemic Covid-19.

Untuk menaungi suatu kompetisi, penemuan terbaru, serta karya dari peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi dalam bidang konstruksi, maka diperlukan suatu forum yang dapat menjadi ruang dialog untuk bertukar ide dan gagasan, hasil karya, dan berkompetisi dalam usaha meningkatkan kualitas dan kompetisi dari peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi. Oleh karena itu, maka diadakanlah Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS), dimana merupakan suatu forum akademik khususnya di bidang Teknik Sipil yang diadakan setiap tahun. KoNTekS-16 tahun 2022 diadakan Oleh Universitas Warmadewa, Universitas Ngurah Rai, Universitas Mahasaraswati, Politeknik Negeri Bali, serta Politeknik Transportasi Darat Bali.

Karya akademik yang dihasilkan pada KoNTekS-16 yang disusun ke dalam Prosiding KoNTekS-16 tahun 2022 ini dapat memberikan perkembangan pengetahuan dari sisi peneliti, akademisi, insinyur, dan praktisi dalam menghadapi pasca pandemic Covid-19 , terutama di bidang konstruksi. Diharapkan kegiatan KoNTekS-16 tahun 2022 ini bisa dijadikan sarana untuk bertukar pikiran dalam menghadapi permasalahan pasca Pandem Covid-19 yang sesuai dari bidang dan keahlian seperti Rekayasa Struktur, Rekayasa Geoteknik, Rekayasa Transportasi, Keairan, Rekayasa Manajemen Konstruksi, serta Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, sehingga pengetahuan dan ilmu yang didapat bisa semakin diperbarui dan dikembangkan untuk kemajuan di bidang akademik maupun dunia kerja yang berguna bagi dunia Teknik Sipil di Indonesia.

KoNTeks16

Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke - 16

"Resilience of Construction Industry In Post - Pandemic Era"

KONSORSIUM PENYELENGGARA



PANITIA PENYELENGGARA



DIDUKUNG OLEH



DISPONSORI OLEH





SUSUNAN KEPANITIAAN

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-16

- Pengarah** : Prof. Dr. Ir. I Wayan Runa, M.T (Universitas Warmadewa)
Dr. Ir. I Gusti Agung Putu Eryani, M.T. (Universitas Warmadewa)
Dr. Ir. I Nengah Sinarta, S.T., M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
Ir. Cokorda Agung Yujana, M.T., IPM (Universitas Warmadewa)
- Ketua Panitia** : Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, S.T, M.Si, M.T.,IPM (Universitas Warmadewa)
- Sekretaris** : Ir. I Wayan Gde Erick Triswandana, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
- Bendahara** : Ir. Ni Made Widya Pratiwi, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
- Sie Acara** : Ir. Ni Kadek Astariani, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Ir. A.A. Sagung Dewi Rahadiani, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ni Putu Silvi, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Budi Mardika, S.Pd., M.Pd. (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Anggun Prima Gilang Rupaka, S.P, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)
Ni Putu Way Kirana Putri Utami (202061121058)
Komang Pipin Indraswari Berata (202161121127)
- Sie Persidangan** : Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi S.T. M.T. (Universitas Warmadewa)
Ni Kadek Ayu Cipta Dewi (202161121126)
Ni Putu Dea Alodya Gustafani (202061121023)
Dewa Ayu Nyoman Sriastuti, S.T., M.T (Universitas Warmadewa)
- Sie Makalah & Percetakan** : Kadek Windy Candrayana, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ir. I Gusti Ngurah Eka Partama, S.T., M.Si (Universitas Ngurah Rai)
Dr. Ni Komang Ayu Agustini S.T., M.Eng. (Universitas Warmadewa)



Aris Budi Sulisty, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

I Putu Pranayoga Aditya (202061121092)

I Made Wahyu Anom Pramesti (202061121052)

I Kadek Adhitya Wiguna (202161121037)

Kadek Yonas Prameira (202161121032)

Sie Perlengkapan

: Ir. I Ketut Yasa Bagiarta, M.T. (Universitas Warmadewa)

Ir. I Wayan Jawat, M.T. (Universitas Warmadewa)

I Wayan Alit Setiawan, S.T. (Universitas Warmadewa)

I Made Sedana Yoga, S.Kom (Universitas Warmadewa)

Putu Prabhu Wirautama, S.T. (Universitas Warmadewa)

Ida Bagus Wira haji ST., SAg., MSi., MT (Universitas Hindu Indonesia)

I Ketut Agus Mahardika (202161121116)

Pande Made Dwi Merta Kusuma (202161121085)

Anak Agung Gede Saka Pramana Agni (202161121091)

Sie Publikasi

: Ir. Ni Komang Armaeni, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)

Arif Devi Dwipayana, S.T., M.M (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Dinda One Mulyaningtyas, S.T, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)

A.A. Bagus Oka Khrisna Surya, S.T, M.Ti (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Surya Aji Ermanto, M.Si (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Sie Zoom & Recording

: Ir. I Gede Angga Diputera, S.T., M.T. (Universitas Mahasaraswati)

I Gede Sukayasa, S.E. (Universitas Warmadewa)

I Gede Untung Wirawan (202061121116)

Agus Arya Pramana Maharat Fortunata (202061121015)

Anak Agung Gede Saka Pramana Agni (202161121091)



I Gusti Ngurah Putra Aryawan (202161121087)

Kadek Yonas Prameira (202161121032)

Sie Pendaftaran & Sertifikat : Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, ST., MT (Universitas Hindu Indonesia)

Ni Made Krisna Werdi, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Lia Nita Rahayu, S.T. (Universitas Warmadewa)

I Putu Aris Suardimas Pradnya Winata (202161121013)

Silvia Angelina Kurniawan (202161121017)

Sie Designer : Ir. I Putu Agus Putra Wirawan, S.T., M.T. (Universitas Mahasaraswati)

I Made Surya Sukma Mahardika, S.Kom., M.M. (Universitas Warmadewa)

Ir. I Wayan Muliawan, M.T. (Universitas Warmadewa)

Sie Konsumsi dan Upakara : Ir. Anak Agung Rai Asmani K., M.T. (Universitas Warmadewa)

Dwi Wahyu Hidayat, S.T., M.T. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Putu Ayu Govika Krisna D. S.E., M.M. (Politeknik Transportasi Darat Bali)

Dr. Made Novia Indriani, S.T., M.T (Universitas Hindu Indonesia)

Ni Luh Putu Andayani, S.H. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Nivia Dewi Sukranadi, S.E. (Universitas Warmadewa)

Ni Putu Dian Hartini, A.Md (Universitas Warmadewa)

Ni Luh Gede Indah Cahyani (202161121019)

Intan Angelicca (202161121014)

Rio Putra Carmawan (202161121090)

I Made Dwi Agustadana (202161121078)

Sie Publikasi & Dokumentasi : I Made Adnyana Putra (202061121031)

I Gede Premananda Putra (202061121036)



- Sie Sponsorship : I Gusti Agung Gede Nodya Dharmastika, S.T., M.T. (Universitas Warmadewa)
Ir. Anak Agung Gede Sumanjaya, M.T. IPM. (Universitas Warmadewa)
Tri Hayatining Pamungkas, S.T., M.T (Universitas Ngurah Rai)
Dr. Anak Agung Ayu Made Cahaya Wardani, S.T., M.T (Universitas Hindu Indonesia)
Ir. I Gede Gegiranang Wiryadi, ST, MT (Universitas Mahasaraswati)
- Sie Komite Ilmiah : Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Ferianto Raharjo, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
- Pengelola Website : Dr. Ir. Hermawan, ST., MT. (Unika Soegijapranata)
Alfredo Tjokrohadi (Unika Soegijapranata)
Eldisya M. Jebatu (Unika Soegijapranata)
Benny Ardhi Nugroho (Unika Soegijapranata)
Christopher Aditya Cahya Dewata (Unika Soegijapranata)
Antonius Erland Hendyayoga (Unika Soegijapranata)
- Reviewer : Dr. Ir. I Nengah Sinarta, S.T., M.T, IPM, A.Eng
Ida Bagus Rai Widiarsa.ST.MAsc., Ph.D
Dr. Andy Prabowo, S.T., M.T
Dr. Lisa Oksri Nelfia, ST, MT, MSc
Vienti Hadsari,PhD
Made Dodiek Wirya Ardana, ST, MT
Dr.techn. Indra Noer Hamdhan, S.T., M.T.
Dr. Yuki Achmad Yakin, M.T.
Dr. Galuh Crismaningwang, S.T., M.T
Dr. A'azokhi Waruwu, S.T., M.T.
Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, CIAR, CIRR, S.T., S.S.iT, M.T.
Dr. Imam Basuki



Dr. J Dwijoko Ansusanto

Dr. I Made Agus Ariawan, ST, MT

Dr. Ir. Dwi Prasetyanto, M.T.

Dr. Ir. Herman, M.T.

Prof. Ir. Leksmono S.P., M.T., Ph.D

Dr. Ir. I Made Sastra Wibawa, M.Erg

Dr. Ir. I Gusti Agung Putu Eryani, M.T

Dr. Ir. I Made Nada, M.Si

Dr.Ing. Agustina Kiky

I Putu Gustave Suryantara P. ST, M.Eng. PhD

Yessi Nirwana Kurniadi, S.T., M.T., Ph.D.

Dr.Eng. Fitri Suciaty, S.Si., M.Si.

Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T

Dr. Ir. Putu Ika Wahyuni, ST, M.Si, MT, IPM, Asean.Eng

AY. Harijanto Setiawan, PhD

Dr. Ir. Nyoman Yudha Astana, MT.

Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T.

Dr. Ir. Hermawan, S.T., M.T.

Dr.Ir.Darmawan Pontan, SE., MT., M.M.

Kadek Diana Harmayani, ST, MT., Ph.D

Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si.



ISSN 2985-7007

DAFTAR ISI

Editor Prosiding	ii
Prakata Editor	iii
Penyelenggara	iv
Kepanitiaan	v
Daftar Reviewer	viii
Daftar Isi	x
Pembicara Kunci	xi
Daftar Makalah	
A. Geoteknik	xvii
B. Struktur	xviii
C. Material	xx
D. Transportasi	xxii
E. Manajemen Konstruksi	xxiv
F. Keairan	xxvi
G. Infrastruktur dan Lingkungan	xxvii
Makalah	
A. Geoteknik	1
B. Struktur	191
C. Material	401
D. Transportasi	580
E. Manajemen Konstruksi	803
F. Keairan	1179
G. Infrastruktur dan Lingkungan	1342



DR. HSIEH-LUNG HSU

**PROFESSOR AND VICE PRESIDENT FOR INTERNATIONAL AFFAIRS
NATIONAL CENTRAL UNIVERSITY, TAIWAN**

TEL: +886-3-4254959

FAX: +886-3-4254942

E-mail: hhsu@ncu.edu.tw

EDUCATION

- Ph.D. in Civil Engineering, State University of New York at Buffalo, USA (1994)
- M.S. in Civil Engineering, Ohio State University, USA (1990)
- B.S. in Civil Engineering, National Chung-Hsing University, Taiwan (1982)

RESEARCH SPECIALTY

- Structural Engineering
- Earthquake Engineering
- Seismic Design of Steel Structures
- Seismic Design of Steel and Composite Structures

EXPERIENCE

- Vice President for International Affairs, National Central University (2017/10-present)
- Associate Dean, College of Engineering, National Central University (2015/08-2017/09)
- Chair, Dept. of Civil Engineering, National Central University (2012/08 -2015/07)
- Acting Dean, Office of International Affairs, National Central University (2012/02-2012/07)
- Associate Dean, Office of International Affairs, National Central University (2009/08-2012/01)
- Vice Chair, Dept. of Civil Engineering, National Central University (2006/08-2009/07)
- Director, Experimental Center of Civil Engineering, Dept. of Civil Engineering, National Central University (1997/08-2000/07)
- Professor, Dept. of Civil Engineering, National Central University (2003/08-present)
- Associate Professor, Dept. of Civil Engineering, National Central University (1994/08-2003/07)
- Structural Engineer, Bureau of High Speed Rail, Ministry of Transportation, Taiwan (1994)



PROF. DR. ISWANDI IMRAN, MASC., PH.D.

**PROFESSOR,
STRUCTURAL ENGINEERING RESEARCH GROUP,
FACULTY OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENG.,
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Email: iswandiimran@gmail.com / iswandi@si.itb.ac.id**

EDUCATION

- University of Toronto, Canada Doctor of Philosophy in Structural Engineering (1994)
- University of Toronto, Canada Master of Applied Science in Structural Engineering (1990)
- Institut Teknologi Bandung, Indonesia (1987)

RESEARCH INTEREST

- Bridge Engineering
- Concrete Materials and Structures
- Earthquake Resistant Structures
- Corrosion and Durability of Concrete Structures
- Plasticity in Reinforced Concrete Structures
- Structural Repair and Retrofit

RESEARCH EXPERIENCE AS PRINCIPAL INVESTIGATOR

- Principal Investigator Pengembangan Model Kerentanan dan Database Bangunan Residential untuk Peningkatan Ketahanan Kota Indonesia, P2MI – FTSL – ITB (2022)
- Principal Investigator Pengembangan Model Kerentanan dan Database Bangunan Residential untuk Peningkatan Ketahanan Kota Indonesia, P2MI – FTSL - ITB (2021)
- Principal Investigator Penelitian Karakteristik Semen dalam Beton dengan Lingkungan Sulfat & Chloride dan Aplikasi Beton Massa, Kerjasama dengan PT Semen Indonesia (Persero) (2020)
- Principal Investigator Pengembangan Produk Engineered Cementitious, Kerjasama dengan PT SBI (2020)
- Principal Investigator Kajian Perilaku Nonlinear Hubungan Balok Kolom Beton Bertulang Yang Diperbaiki Dan Diperkuat Setelah Mengalami Kerusakan Parah Akibat Simulasi Gaya Gempa, Riset Inovasi ITB. (2019)

EXPERIENCE

- Principal Investigator Research Collaboration Agreement for The AIC Infrastructure Cluster Strategic Research Program, Kerjasama dengan The University of Melbourne (2018)
- Principal Investigator 4 A Study on performance of seismic isolation system for reinforced concrete structure according to Indonesia seismic design guideline, Kerjasama dengan Tokyo Institute of Technology
- Principal Investigator Kinerja Rangkaian Elemen Struktur Balok Kolom yang Diretrofit Setelah Mengalami Kerusakan Parah Akibat Simulasi Gaya Gempa, Riset ITB. (2018)
- Principal Investigator Desain Campuran dan Karakteristik Mekanik Beton Ramah Lingkungan Berbasis Fly Ash, P3MI - FTSL - ITB (2018)
- Principal Investigator Perilaku Struktur Kolom Beton Geopolimer Akibat Beban Aksial Konsentris dan Lateral Siklik, Riset Unggulan DIKTI. (2017)
- Principal Investigator Structural Analysis and Dumping System The Building Design, Kerjasama antara Nippon Steel & Sumikin Engineering Co. Ltd. dan Institut Teknologi Bandung (2016)
- Principal Investigator Kajian Eksperimental Curing Internal Terhadap Susut pada Beton Mutu Tinggi dalam Kondisi Bebas dan Terkekang, Kerjasama dengan PT Wijaya Karya Beton (2016)
- Principal Investigator Pengembangan LALWA (Local Artificial Lightweight Aggregate) Sebagai Material Internal Curing untuk Mengurangi Potensial Susut pada Beton Mutu Tinggi, Riset Unggulan Dikti 2016 (2016)
- Principal Investigator Studi Penggunaan Baja Tulangan Mutu Tinggi di Elemen Struktur Menggunakan Beton Berserat dengan Pembebanan Siklik, Riset Unggulan Dikti 2016 (2016)
- Principal Investigator Aplikasi Penggunaan Baja Tulangan Mutu Tinggi Pada Elemen Struktur Tahan Gempa (Pembebanan Siklis), Riset Unggulan KK - ITB (2016)
- Principal Investigator Perilaku Aksi Diafragma untuk Hollow Core Slab, Kerjasama dengan Wika Beton (2014)
- Principal Investigator 5 Perilaku Kolom Material Beton yang Diperkuat Serat Sintetis (Synthetic Fiber Reinforced Concrete)(SNFRC)) Akibat Beban Aksial Konsentris, Riset Unggulan - PPMB (2014)
- Principal Investigator Pengembangan Campuran dan Sifat Reologi Material Komposit Semen Kinerja Tinggi Berbasis Serat Sintetis, Riset Desentralisasi DIKTI (2014)
- Principal Investigator Development of Alkali Activated Material utilizing Industrial and Metallurgical Waste to Obtain Green Material for Infrastructure (Phase II). National Strategic Research. (2013)
- Principal Investigator Utilizing Natural Fiber for Retrofitting Brick Masonry. ITB Research. (2012)
- Principal Investigator Development of Alkali Activated Material utilizing Industrial and Metallurgical Waste to Obtain Green Material for Infrastructure (Phase II). National Strategic Research. (2012)
- Principal Investigator Behavior of R/C Structural Columns Confined with Lateral Reinforcement plus Added Pen-Binder under Axial-Eccentric Load, National Strategic Competitive Research Grant (2010)
- Principal Investigator Development of Additional Ties to Increase Effective Confinement of R/C Columns while Accomodating Easy Installment, Competitive Research Grant based on National Priority Batch II (2009)
- Principal Investigator Development of Sleeve Connection for Precast Concrete Columns of Moment Resisting Frames, Cooperative Research with Construction Industry (PT. Adhimix Precast Indonesia). (2009)

EXPERIENCE

- Principal Investigator Seismic Performance of RC Frames In-filled with Lightweight Materials: An Experimental and Analytical Study, ASAHI GLASS FOUNDATION (2008)
- Principal Investigator Behavior of High Strength Concrete Short Columns Confined with High Strength Steel under Concentric Axial Compression, ITB Research Grant. (2007)
- Principal Investigator Development of Continues and Integral System for Guideway Structure, Cooperative Research with Construction Industry (PT. Adhikarya Divisi Monorel). (2006)
- Principal Investigator Experimental Study on the Material and Structural Behavior of High Strength Steel Made by Adding Vanadium and by Heat Treatment Process, Civil Engineering Research Grant, RKA RESEARCH of Dept of Civil Eng., Institut Teknologi Bandung. (2005)
- Principal Investigator Development of Design Concept for Highway Bridges with Tall Piers in Regions with High Seismicity, Cooperative Research with Construction Industries (PT. Jasa Marga, PT. Wijaya Karya, PT. L&M). (2004)
- Principal Investigator Behavior of High Strength Concrete Slender Columns with Lateral Confinement under Eccentric Axial Compressive Loads, Competitive Research Grant, Directorate General of Higher Education (2003)
- Principal Investigator Feasibility Study on Development and Analysis of Production Process/System for the Fabrication of Concrete Blocks using Duri Oily Sand, Cooperative Research with Construction Industry (PT. Caltex Pacific Indonesia). (2002)
- Principal Investigator Utilization of Duri Oily Sand as a Raw Material for Making Paving Blocks/Bricks, Cooperative Research with Construction Industry (PT Caltex Pacific Indonesia). (2001)
- Principal Investigator Development of Precast Concrete Structures for Moment Resisting Frames, Cooperative Research with Construction Industry (PT. Adhikarya Divisi Pracetak). (1997-1999)
- Principal Investigator The Mechanical Behavior of High Strength Concrete Structures and Materials: Experimental and Analytical Studies, Graduate Team Research Grant Batch II, URGE Project, Directorate General of Higher Education (1996-1999)
- Principal Investigator Bond Behavior of Reinforcing Bars embedded in High Strength Concrete, Basic Research Grant, Directorate General of Higher Education (1995-1996)
- Principal Investigator Utilization of Fly Ash from Suralaya Plant as Concrete Making Materials, Cooperative Research with Construction Industry (PT. PLN) (1994-1995)



PROF. DR. MANLIAN RONALD. A. SIMANJUNTAK, S.T., M.T., D.MIN

**GURU BESAR MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI UNIVERSITAS PELITA HARAPAN
PENGURUS LEMBAGA PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI KEMENTERIAN PUPR
REPUBLIK INDONESIA**

Emai : manlian.adventus@gmail.com / manlian.adventus@uph.edu

EDUCATION

- Alumni Lembaga Ketahanan Nasional (LEMHANAS) RI tahun 2019, No Sertifikat No: 04/XI/2019, 17 November 2019
- Doctor in Project Management (Construction Management), Universitas Indonesia (UI), Indonesia (2006)
- Doctor Ministry in Leadership & Transformation, STT Internasional Harvest, Indonesia (HITS), Indonesia (2006)
- Master in Construction Management, Universitas Indonesia (UI), Indonesia (2000)
- Bachelor in Architecture, Institut Teknologi Indonesia (ITI), Indonesia (1998)

RESEARCH INTEREST

- Project Management
- Construction Management
- Risk Management
- Fire Safety

PROFFESIONAL ASSOCIATION

- Ikatan Arsitek Indonesia (IAI)-Profesional No.5549
- Himpunan Ahli Manajemen Konstruksi Indonesia (HAMKI) Anggota Biasa Himpunan Ahli Manajemen Konstruksi Indonesia (HAMKI), No. Induk: 1129, 26 Maret 2012
- Ikatan Ahli Manajemen Proyek Indonesia (IAMPI)
- Indonesian Fire Fighting Club (IFFC) No. 481
- MP2KI (Masyarakat Profesi & Proteksi Kebakaran Indonesia)
- Asosiasi Tenaga Ahli Konstruksi Indonesia (ATAKI)
- Ikatan Nasional Tenaga Ahli Konsultan Indonesia (INTAKINDO)
- Voting Member NFPA No. 1041049

LEADERSHIP

- Head of Graduate Program in Master of Civil Engineering (MTS) of UPH (2011-2016)
- Head of Laboratory at Graduate Program in Master of Civil Engineering (MTS) of UPH
- Asesor Sertifikasi Dosen (Lecturer Assessor)
- Dean of Faculty of Design and Planning (2012-2013)
- Dean of Faculty of Science and Technology (2013-2017)



DAFTAR MAKALAH

GEOTEKNIK

GT-17	PENGARUH GEMPA TERHADAP STABILITAS LERENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI KABUPATEN DONGGALA	1
GT-18	NILAI RESISTIVITAS DAN STRUKTUR BATUAN VULKANIK PASCA GEMPA DI KALDERA GUNUNG BATUR SERTA USAHA MITIGASI	11
GT-19	KAJIAN LONGSOR LERENG KEBUN KOPI KM 41+881 DAN KM 42+163 DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	19
GT-20	POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN ALAT SWEDISH WEIGHT SOUNDING TEST PADA KELURAHAN DUYU KECAMATAN TATANGA KOTA PALU	29
GT-21	PENENTUAN JUMLAH MESH OPTIMUM PADA PEMODELAN SAMBUNGAN BLOK MODULAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	40
GT-22	PEMODELAN NUMERIK PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE	46
GT-23	UJI INTERFACE GAYA GESEK TANAH DAN TIANG DENGAN PASTA FRIKSI MENGGUNAKAN GESER LANGSUNG	62
GT-24	POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN ALAT SWEDISH WEIGHT SOUNDING TEST PADA LOKASI JALAN POROS PALU-BANGGA DESA BALIASE KABUPATEN SIGI	68
GT-25	ANALISIS STABILITAS LERENG DITINJAU MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI RUAS JALAN RAYA ABEPURA-SENTANI	79
GT-26	PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI INDEKS PLASTISITAS TANAH	87
GT-27	POTENSI PERKUATAN TANAH GAMBUT DENGAN PENAMBAHAN TANAH NON ORGANIK DAN SEMEN	93
GT-28	UJI CBR TANPA RENDAMAN PADA TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN GEOPOLIMER-FLY ASH	101
GT-29	EFEK PENAMBAHAN LIMBAH BAFU PADA STABILISASI LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI	109
GT-30	NEGATIVE SKIN FRICTION SUATU PELAJARAN YANG DAPAT DIPETIK	118
GT-31	PENYELIDIKAN SONDIR DI KOTA BIMA, SUMBAWA, NUSA TENGGARA BARAT	127
GT-32	PENGARUH HAMBATAN LEKAT TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI BANGUNAN SIPIL (STUDI KASUS HASIL SONDIR KOTA DENPASAR)	135
GT-33	ANALISIS REMBESAN AKIBAT ADANYA FLUKTUASI MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN PROGRAM GEO-STUDIO SEEPW 2018	142
GT-34	KORELASI TEKANAN LATERAL AKIBAT BEBAN DINAMIS DENGAN KECEPATAN KONSTAN KENDARAAN DIBANDINGKAN DENGAN BEBAN STATISNYA	150
GT-35	KARAKTERISTIK MEKANIK TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI SECARA FISIS MENGGUNAKAN CAMPURAN BOTTOM ASH DAN FLY ASH	158
GT-36	APLIKASI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN DATA SPT BERBASIS MIT APP INVENTOR	166
GT-37	REFRACTION SEISMIC INTERPRETATION TO DETERMINE ROCK LITHOLOGY	173
GT-38	PENGARUH GRID HEXAGONAL SEBAGAI LAPIS PONDASI	178
GT-39	DINDING PENAHAN TANAH SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR	184



STRUKTUR

ST-20	ANALISIS KERUSAKAN STRUKTUR PELAT ATAP STUDI KASUS GEDUNG E UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR	191
ST-21	KAPASTIAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN GFRP U-WRAPPING MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	201
ST-22	SANALISIS KINERJA YIELD-LINK SAMBUNGAN BAJA TERPRAKUALIFIKASI SIMPSON STRONG-TIE STRONG FRAME DENGAN METODE ELEMEN HINGGA	209
ST-23	ANALISIS KINERJA HOLLOW CORE SLAB PRECAST DENGAN VARIASI BENTUK LUBANG MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA	220
ST-24	EVALUASI STRUKTUR DAN ANALISIS PUSHOVER GEDUNG Z SESUAI DENGAN SNI 1726 2012 DAN SNI 1726 2019	227
ST-25	RESPON STRUKTUR BERTINGKAT DENGAN VARIASI DIMENSI KOLOM AKIBAT BEBAN GEMPA BERBAGAI FREKUENSI	234
ST-27	EVALUASI RELIABILITAS JEMBATAN STANDAR RANGKA BAJA AKIBAT BEBAN LALU LINTAS HASIL PENGUKURAN B-WIM	242
ST-28	MENGENAL METODE-METODE PERHITUNGAN KEKUATAN PENAMPANG ELEMEN STRUKTUR BAJA CANAI DINGIN (COLD-FORMED)	252
ST-29	ANALISIS RESPON DINAMIK STRUKTUR TERHADAP KARAKTERISTIK GEMPA YANG BERBEDA DENGAN METODE RIWAYAT WAKTU (TIME HISTORY)	262
ST-30	KUALITAS HASIL PRODUKSI INDUSTRI PAVING BLOCK DI KOTA PALU	263
ST-31	ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL TERHADAP PENAMBAHAN ADDITIVE BESTMITTEL	272
ST-32	PERILAKU MEKANIK PANEL KOMPOSIT BETON RINGAN (LIGHTWEIGHT CONCRETE) PREFABRIKASI PADA PEMBEBAAN AXIAL	282
ST-33	PENGARUH FAKTOR GEMPA TERHADAP STRUKTUR ABUTMENT	290
ST-34	ANALISIS DAN DESAIN DIAFRAGMA BUKAAN LEBAR PADA BANGUNAN GEDUNG BETON BERTULANG 1	297
ST-35	PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON	306
ST-36	PENGARUH VARIASI JARAK TULANGAN SENGGANG KONTINU DENGAN TULANGAN TEKAN TUINGGAL TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON	311
ST-37	ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN DINDING PENGISI MENGGUNAKAN SHELL ELEMENT	320
ST-38	PERILAKU DINAMIS STRUKTUR IREGULER L BETON BERTULANG DENGAN VARIASI RASIO KELANGSINGAN STRUKTUR	330
ST-39	ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT SISTEM GANDA BERDASARKAN SNI 1726-2019	339
ST-40	PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH TETES TEBU TERHADAP WAKTU IKAT (Setting Time) SEMEN	351
ST-41	ANALISIS MUTU PADA STRUKTUR KOLOM DAN TINGKAT KERUSAKAN DINDING BESERTA METODE PERBAIKAN	356
ST-42	STRUCTURAL DAMAGE DETECTION OF TWO-DIMENSIONAL FRAME USING MODE SHAPE CURVATURE METHODS	366
ST-43	EFISIENSI DIMENSI KOLOM PADA STRUKTUR GEDUNG TUJUH TINGKAT DENGAN PENAMBAHAN WING WALL	374



ST-44	KOMPARASI MODEL DAN UJI EKSPERIMEN PERILAKU ELASTOPLASTIS STRUKTUR YANG DIBEKANI LENTUR DAN TORSI	384
ST-45	TINJAUAN PERENCANAAN BOX CULVERT PADA LANDASAN PACU (RUN WAY) TORAJA AIRPORT	391



MATERIAL

MT-8	OPTIMASI PEMAKAIAN SERAT ROSELLA PADA BETON DENGAN VARIASI MAKSIMUM UKURAN AGREGAT 10 MM, 15 MM, 25 MM	401
MT-9	ANALISIS HUBUNGAN ANTARA TINGGI DAN DIAMETER BENDA UJI KAYU GALAM TERHADAP KUAT TEKAN	407
MT-10	PENGARUH RENDAMAN AIR SUNGAI MAHAKAM PADA ASPAL BETON (AC-WC) TERHADAP KARAKTERISTIK PENGUJIAN MARSHALL TEST	415
MT-11	PEMANFAATAN ABU LIMBAH KULIT GALAM SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DALAM CAMPURAN BETON	421
MT-12	EVALUASI MOISTURE SENSITIVITY CAMPURAN ASPAL HANGAT SKALA MASTIC DENGAN ADITIF ANTISTRIPPING WETFIX BXE	427
MT-13	PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU DAUN BAMBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER	436
MT-14	PENCEGAHAN KOROSI PADA SEA WATER MIXED MORTAR DENGAN BAHAN IKAT PORTLAND POZZOLAN CEMENT (PPC)	444
MT-15	ANALISIS PERBANDINGAN EVALUASI MATERIAL KONSTRUKSI GREEN BUILDING MENGGUNAKAN GREENSHIP VERSI 1.2 DAN EDGE VERSI 3.0	453
MT-16	PENGARUH PENGGUNAAN CARBON NANOTUBE (CNT) TERHADAP KINERJA BETON	462
MT-17	PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BATA RINGAN DI KOTA SAMARINDA DENGAN BENDA UJI KUBUS	468
MT-18	ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN FOAM AGENT SINTETIS DAN FOAM AGENT NABATI TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR BUSA	474
MT-19	PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK LIMBAH SAYURAN DAN ADMIXTURE DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA METODE SELF HEALING CONCRETE	480
MT-21	ANALISIS KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT BUAH PINANG DAN WATERGLASS	491
MT-22	PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH LOW DENSITY POLYETHYLENE DAN ABU CANGKANG KEMIRI DALAM CAMPURAN ASPAL AC-WC	497
MT-23	ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN KARET ALAM TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON	506
MT-24	KOMPARASI PENGGUNAAN ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN PASTA SEMEN UNTUK GROUTING DUCTING PRESTRESS	512
MT-26	BLOK PLASTIK BAHAN PASANGAN DINDING (BPBPD) MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH DAN PLASTIK TIPIS BEKAS KEMASAN	517
MT-27	PENGARUH AIR LAUT PADA KUAT TEKAN DAN ABSORPSI BETON	523
MT-28	PENGARUH PENGGUNAAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL	539
MT-29	PEMANFAATAN SISA PRODUKSI BATU ONYX UNTUK PENAMBAH PASIR SEBAGAI CAMPURAN ASPAL PADA PERKERASAN JALAN	534
MT-30	PENGARUH PAPARAN HIDROGEN SULFIDA (H ₂ S) TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON DI LINGKUNGAN GEOTHERMAL	548
MT-31	ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN LIMBAH CIRCUM SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS	555



MT-32	KAJIAN-KEPADATAN-DAN-NILAI-PORI-RAP-PADA-LAPIS-HRS-DENGAN-PEMANFAATAN-OLI-BEKAS	564
MT-33	PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA BETON GEOPOLIMER	572



TRANSPORTASI

TR-12	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KURANGNYA MINAT PELAJAR DALAM PENGGUNAAN BUS TRANS JOGJA	580
TR-13	THE ANALYSIS OF THE CHECK-IN COUNTER LEVEL OF SERVICE AT SULTAN SYARIF QASIM II AIRPORT-PEKANBARU	590
TR-14	ANALISIS TARIF ANGKUTAN UMUM TEMAN BUS YOGYAKARTA BERDASARKAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN	596
TR-16	EFEKTIVITAS KEBERADAAN RUANG PARKIR RUMAH MAKAN AYAM KALASAN JOGJA DI KOTA PALU	604
TR-17	PENILAIAN PERJALANAN BELANJA ONLINE MASYARAKAT KECAMATAN PALU TIMUR BERDASARKAN WAKTU TEMPUH DAN BIAYA	613
TR-18	EVALUASI KINERJA DAN PERSEPSI PENUMPANG TERHADAP OPERASIONAL BUS PADA TERMINAL MENGWI BADUNG- BALI	622
TR-19	STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)	630
TR-20	ANALISIS TARIF SHUTTLE BUS RUTE JOGJA SEMARANG BERDASARKAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN	637
TR-21	TRANS JOGJA SEBAGAI PENDUKUNG MOBILITAS PELAJAR DI YOGYAKARTA	645
TR-22	PEMODELAN SIMPANG TIDAK SEBIDANG GASIBU KOTA BANDUNG BERBASIS DRONE MAPPER	652
TR-23	STUDI POTENSI JARINGAN ANGKUTAN UMUM DAN AKSESIBILITAS MODA KAWASAN DI SEKITAR KORIDOR LRT JABODEBEK	661
TR-24	EVALUASI KONDISI RUAS JALAN TOMANG RAYA DENGAN METODE IRAP UNTUK MENCAPAI STAR RATING 4 DAN 5	669
TR-25	ANALISIS EVALUASI TARIF BERDASARKAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN PADA BUS ANTAR KOTA DALAM PROVINSI RUTE PALANGKARAYA PANGKALANBUN	678
TR-26	KAJIAN PENGEMBANGAN UNDERPASS PADA SIMPANG SANUR DI KOTA DENPASAR	684
TR-27	EVALUASI PELAYANAN KERETA API BANDAR UDARA BERDASARKAN STANDAR PELAYANAN MINIMUM (SPM)	692
TR-29	ANALISIS KETAHANAN TERHADAP PELEPASAN BUTIR PADA ASPAL EMULSI YANG MENGANDUNG BUTON GRANULAR ASPHALT (BGA)	699
TR-30	KINERJA KAPASITAS LALU LINTAS JALAN MUSTIKA JAYA BEKASI DIPENGARUHI OLEH HAMBATAN SAMPING JALAN	706
TR-31	ANALISA KELAYAKAN TARIF ANGKUTAN UMUM KOTA JAYAPURA	711
TR-32	ANALISIS DAN EVALUASI KUALITAS PELAYANAN FASILITAS RANGKAIAN KERETA PADA KRL	716
TR-33	ANALISIS DAN EVALUASI KUALITAS PELAYANAN FASILITAS PRASARANA PARK AND RIDE PADA KRL COMMUTER LINE DI STASIUN KOTA BEKASI	726
TR-34	STUDI ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN PADA KAWASAN SIMPANG TOHPATI DENPASAR BALI	736
TR-35	ANALISIS KUALITAS PELAYANAN BUS SEKOLAH DENGAN METODE QFD	743
TR-36	KAJIAN PEMILIHAN FASILITAS JALUR PEDESTRIAN SEBAGAI RUANG TERBUKA DI AREA PERKANTORAN DAN SEKOLAH PADA SUMBU FILOSOFI KOTA YOGYAKARTA	750
TR-37	EVALUASI ARUS JENUH DAN PANJANG ANTRIAN PADA SIMPANG EMPAT BERSINYAL KEUTAPANG KOTA BANDA ACEH_R1	758



TR-38	TINJAUAN FASILITAS PERLENGKAPAN JALAN PADA JALAN IMAM MUNANDAR PEKANBARU	766
TR-39	ANALISIS TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA JASA TERHADAP KINERJA PELAYANAN TERMINAL MESRAN DI KOTA JAYAPURA	775
TR-40	KORELASI ANTARA BAN KEMPES TERHADAP MUATAN KENDARAAN (STUDI KASUS JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN KM 12)	783
TR-41	ANALISIS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI DI TERMINAL MENGWI MENGGUNAKAN MODEL LOGIT	791



MANAJEMEN KONSTRUKSI

MK-47	ANALISIS KELAYAKAN ANTARA PEMBELIAN DENGAN SEWA ALAT BERAT PADA PROYEK PLTU TANJUNG SELOR	803
MK-48	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA TENAGA KERJA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG PADA MASA PANDEMI COVID-19	812
MK-49	ANALISIS DAMPAK PANDEMI COVID-19 TERHADAP SUPPLIER MATERIAL KONSTRUKSI DI KOTA PALU	818
MK-50	IDENTIFIKASI FAKTOR KINERJA MANDOR PADA PEMBANGUNAN KONSTRUKSI GEDUNG (UNIVERSITAS NEGERI ISLAM PALU)	827
MK-51	EFISIENSI KUANTITAS DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PROYEK KITB III JAWA TENGAH	835
MK-52	KAJIAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DI DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG (DPUPR) PROVINSI KALIMANTAN TENGAH SEBELUM, SAAT DAN SETELAH PANDEMI COVID-19	841
MK-53	IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DAYA SAING KONTRAKTOR KECIL PADA INDUSTRI KONSTRUKSI DI KOTA PALU	850
MK-54	ANALISIS INVESTASI PENGEMBANGAN PROYEK PERUMAHAN DI DAERAH PURBALINGGA	859
MK-55	KONTRIBUSI LEADING DAN LAGGING INDICATORS DALAM MENINGKATKAN BUDAYA KESELAMATAN KONSTRUKSI DI INDONESIA	869
MK-56	PENJADWALAN SUMBER DAYA MANUSIA PADA PELAKSANAAN PROYEK (STUDI KASUS PROYEK GEDUNG DI YOGYAKARTA)	877
MK-57	KOMPLEKSITAS PEMODELAN DALAM SIMULASI OPERASI KONSTRUKSI KASUS PEKERJAAN CFG PILE	884
MK-58	STUDI PENDAHULUAN MENGENAI ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA PEKERJAAN PEMASANGAN LANTAI CONWOOD DECK 12	895
MK-59	IMPLEMENTASI PENERAPAN BIM-BASED LCA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG	901
MK-60	KAJIAN PENERAPAN GREENROADS PADA PROYEK JALAN PERKOTAAN DI DENPASAR	908
MK-62	IMPLEMENTASI BIM PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT	917
MK-63	KAJIAN STRATEGI KETAHANAN INDUSTRI KONSTRUKSI PASCA PANDEMI	926
MK-64	KAJIAN PENGARUH KECELAKAN KERJA DAN KETERJANGKITAN COVID-19 TERHADAP PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI	932
MK-65	PERAN PROJECT MANAGEMENT OFFICE DALAM SEBUAH LEMBAGA KEMENTERIAN (STUDI KASUS : DIREKTORAT JENDRAL PERKERETAAPIAN)	942
MK-66	FAKTOR PENENTU KOMPETENSI TENAGA KERJA KONSTRUKSI DALAM PROSES UJI OLEH LEMBAGA SERTIFIKASI PROFESI	949
MK-67	KAJIAN KEGIATAN REHABILITASI RUMAH TIDAK LAYAK HUNI NON KAWASAN DAN TERDAMPAK BENCANA DI KABUPATEN TANGERANG	959
MK-68	DAMPAK PERUBAHAN DESAIN TERHADAP WAKTU DAN BIAYA PROYEK STUDI KASUS PROYEK GEDUNG	968
MK-69	PENILAIAN RISIKO PENANGANAN KEBAKARAN DI KAWASAN HERITAGE KOTA LAMA SEMARANG	974
MK-71	ANALISIS RISIKO DAN RESPON RISIKO PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN PERKERASAN JALAN DI JAYAPURA	981



MK-72	ANALISIS RISIKO PADA PRESERVASI INFRASTRUKTUR JALAN DI PAPUA DITINJAU DARI PIHAK KONSULTAN PERENCANA	989
MK-73	PENILAIAN ECOGREEN INDUSTRIAL ESTATE PEKANBARU DENGAN PERANGKAT GREENSHIP NEIGHBORHOOD VERSI 1.0	996
MK-74	KINERJA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG X PADA KABUPATEN MAMASA DENGAN METODE EARNED VALUE	1006
MK-75	PENERAPAN K3 UNTUK MITIGASI KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (STUDI KASUS DI PROYEK RUMAH SAKIT KELUARGA SEHAT III SEMARANG)	1013
MK-76	ANALISIS INDIKATOR HIJAU PADA PEMBANGUNAN PELABUHAN MARINA DI LABUAN BAJO	1024
MK-77	MANAJEMEN RISIKO DAN STRATEGI MITIGASI RISIKO TERHADAP BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN	1031
MK-78	ANALISIS FAKTOR PENYEBAB PEMBENGGAKAN BIAYA KONSTRUKSI (COST OVERRUN)	1038
MK-79	ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PROYEK PADA PEMBANGUNAN PLTBN DAN PLTD SARMU 5 MW	1049
MK-80	PREFERENSI MASYARAKAT KOTA MAGELANG TERHADAP APARTEMEN BERKONSEP GREEN BUILDING PASCA PANDEMI COVID-19	1054
MK-81	PENERAPAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) DALAM PEMILIHAN GREEN SUPPLIER	1061
MK-82	PREFERENSI MASYARAKAT DI KOTA TANGERANG SELATAN TERHADAP GREEN HOME PASCA PANDEMI COVID 19	1068
MK-83	MANAJEMEN RISIKO PEMBANGUNAN GEDUNG TINGGI AKIBAT SITUASI DAN KONDISI COVID-19	1075
MK-84	ANALISIS PENGHAMBAT KINERJA WASTE MANAGEMENT AKIBAT FAKTOR PEKERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG	1081
MK-85	PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PEMBANGUNAN PASAR OROBUA KABUPATEN MAMASA	1088
MK-86	BAK ADUK DAN WASHING BOX UNTUK PEKERJAAN FINISHING	1095
MK-87	IDENTIFIKASI DAN MITIGASI RISIKO PELAKSANAAN DED REVITALISASI KAWASAN DANAU BATUR, BALI	1105
MK-88	INVESTASI PERUMAHAN PURI MAHKOTA MUKTIWARI DI KABUPATEN BEKASI	1113
MK-89	ANALISIS RISIKO BIAYA DAN WAKTU AKIBAT RE_DESIGN PEKERJAAN KONSTRUKSI JALAN TOL DENGAN KONTRAK DESIGN AND BUILD (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN JALAN TOL RUAS PEKANBARU-PADANG SEKSI BANGKINANG-PANGKALAN TAHAP 1)	1123
MK-90	PENATAAN PEDAGANG KAKI LIMA UNTUK MEWUJUDKAN JEMBER SEBAGAI KOTA DESTINASI WISATA	1134
MK-91	DAMPAK PENERAPAN MANAJEMEN PROYEK PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR DI KABUPATEN MAMASA	1147
MK-92	ANALISA PERBANDINGAN PERHITUNGAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOW, SNI, DAN AHSP STUDI DI PEMBANGUNAN RUSUN BPKP KUPANG	1155
MK-93	EVALUASI PELAKSANAAN KONSTRUKSI DARI ASPEK BIAYA DAN WAKTU DENGAN MENGGUNAKAN CRASHING METHOD	1162
MK-94	ANALISIS RISIKO LINGKUNGAN PADA PRA KONSTRUKSI PEMBANGUNAN	1172



KEAIRAN

KA-10	IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT DI DAERAH PESISIR PANTAI MERTASARI-SANUR DENGAN METODE VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING (VES)	1179
KA-11	STUDI ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI SETELAH PEMBANGUNAN PELABUHAN SANUR	1189
KA-13	OPTIMASI VOLUME TABUNG UDARA POMPA HIDRAM TERHADAP DEBIT AIR YANG DIHASILKAN	1197
KA-14	ANALISIS SIMULASI TINGGI MUKA AIR SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR	1203
KA-15	SIMULASI POLA SEDIMENTASI WADUK LEUWIKERIS	1211
KA-16	PENGELOLAAN MATA AIR DENGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA HIDROPANDE	1219
KA-17	ANALISIS HIDROLOGI RANCANGAN PADA SALURAN DRAINASE DI JALAN NAGASARI PENATIH DENPASAR	1225
KA-18	STUDI KOMPERATIF METODE WEIBULL DAN METODE FISHER-TIPPET TYPE 1 DALAM MENGHITUNG GELOMBANG DI PELABUHAN DONGGALA	1235
KA-19	PEMODELAN JALUR EVAKUASI BENCANA BANJIR PADA DESA-DESA YANG BERADA DI KECAMATAN LANGSA LAMA DAN LANGSA KOTA BERBASIS SIG (SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS)	1258
KA-20	KAJIAN KAPASITAS SUNGAI KUPANG KOTA PEKALONGAN TERHADAP DEBIT BANJIR	1265
KA-21	EVALUASI KETERSEDIAAN AIR WADUK LOGUNG UNTUK IRIGASI	1276
KA-22	OPTIMALISASI AIR SUMUR DALAM DI KECAMATAN SUKODONO, KABUPATEN SRAGEN	1285
KA-23	PENENTUAN SKALA PRIORITAS REHABILITASI JARINGAN IRIGASI PADA SALURAN SEKUNDER AMBULU, KABUPATEN JEMBER	1296
KA-24	OPTIMASI DAERAH IRIGASI CIMULU BERBASIS BANGKITAN DATA	1305
KA-25	PEMETAAN GARIS PANTAI DI WILAYAH PESISIR PULAU BALI DENGAN CITRA SYNTHETIC APERTURE RADAR	1314
KA-26	SIMULASI HIDROGRAF SATUAN SINTETIS UNTUK ANALISA KAPASITAS TAMPANG SUNGAI CILOSEH	1320
KA-27	PENGARUH SEDIMENTASI TERHADAP KINERJA SALURAN D.I BILA-KALOLA DESA KALOLA KECAMATAN MANIANGPAJO KABUPATEN WAJO	1329
KA-28	SIMULASI GENANGAN AKIBAT BANJIR ROB DI PESISIR UTARA JAKARTA	1336



INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN

LK-05	STUDI LITERATUR TENTANG SIKLUS HIDUP ENERGI DAN KARBON (LCEC) PADA SEKTOR KONSTRUKSI	1342
LK-07	ANALISIS SOSIAL EKONOMI PRASARANA PERUMAHAN KAVLING DI KAWASAN BANDUNG UTARA STUDI KASUS KAVLING GRAHA ISOLA	1350
LK-08	EVALUASI ESTIMASI EMBODIED ENERGY PADA STRUKTUR PERKERASAN JALAN FLYOVER WILAYAH MRANGGEN BERDASARKAN DUA METODE	1360



GT-25

ANALISIS STABILITAS LERENG DITINJAU MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DI RUAS JALAN RAYA ABEPURA-SENTANI

Irianto^{1*}, Reny Rochmawati², Pangeran Holong Sitorus³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: irian.anto@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: renyrochmawati8@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: pangeransitorus1@gmail.com

ABSTRAK

Jalan raya Abepura-Sentani merupakan jalan utama yang menghubungkan kota Jayapura dan kabupaten Jayapura. Permasalahan yang terjadi adalah tanah longsor. Akibat adanya longsor pada ruas jalan tersebut mengakibatkan terganggunya arus lalu lintas di sekitarnya. Sehingga diperlukan analisis stabilitas lereng untuk mengetahui kondisi suatu lereng untuk menghindari terjadinya longsor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani dengan cara melakukan pemodelan menggunakan program Plaxis yang berbasis metode elemen hingga. Pemodelan dilakukan dengan membuat geometri lereng sesuai kondisi eksisting dan menggunakan parameter tanah yang didapat melalui pengambilan sampel tanah secara langsung dan pengujian karakteristik tanah di laboratorium. Hasil yang didapat dari pemodelan ini adalah nilai faktor keamanan lereng pada ruas jalan raya Abepura-Sentani sebesar 1,033. Maka dari itu, lereng tersebut menurut Bowles (1984) dapat dikategorikan sering terjadi longsor karena nilai faktor keamanan $\leq 1,07$. Salah satu faktor penyebab hal ini dapat terjadi karena tingkat curah hujan yang tinggi pada lokasi tersebut. Pada saat terjadi peningkatan kadar air dan muka air tanah, tegangan air pori meningkat sehingga tegangan efektif tanah mengalami penurunan yang pada akhirnya menurunkan angka keamanan lereng dan menyebabkan terjadinya longsor pada lereng di ruas jalan Raya Abepura-Sentani. Salah satu solusi untuk menangani permasalahan tanah longsor pada lereng di lokasi tersebut adalah dengan pembuatan dinding penahan tanah.

Kata kunci: longsor, stabilitas lereng, faktor keamanan, metode elemen hingga, plaxis

1. PENDAHULUAN

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang membentuk suatu sudut tertentu terhadap bidang horizontal sehingga menimbulkan sebuah kemiringan. Lereng dibedakan menjadi dua, yaitu lereng alami dan lereng buatan. Lereng yang terbentuk sendirinya akibat kejadian alam atau lingkungan disebut lereng alami, sedangkan lereng yang dibuat oleh manusia yang dapat berupa pemotongan tebing atau pembuatan lereng disebut lereng buatan (Rahardjo, 2012).

Kestabilan sebuah lereng dapat dilihat dari angka keamanan lereng, dimana angka keamanan sebuah lereng dapat mengalami penurunan ketika musim hujan. Saat musim hujan, air dimungkinkan untuk masuk ke dalam lereng. Penetrasi air ke dalam tanah dapat meningkatkan nilai kadar air dalam tanah yang pada akhirnya dapat menurunkan kuat geser tanah secara signifikan. Andreea (2016) mengemukakan bahwa masuknya air ke dalam lereng menyebabkan permasalahan pada kestabilan lereng tersebut. Kehilangan kekuatan pada material lereng disebabkan karena naiknya tegangan air pori tanah dan derajat kejenuhan tanah.

Adanya perubahan muka air tanah pada suatu lereng mempengaruhi nilai faktor keamanan dikarenakan tekanan air pori dapat menimbulkan gaya angkat dan dapat menurunkan kekuatan suatu massa tanah atau batuan penyusun lereng tersebut (Sitorus dan Wulandari, 2022).

Hal yang telah dijelaskan di atas memungkinkan terjadinya bencana alam tanah longsor. Berdasarkan definisi dan klasifikasi longsor (Hansen, 1984), maka disimpulkan bahwa gerakan tanah (*mass movement*) adalah gerakan perpindahan atau gerakan lereng dari bagian atas atau perpindahan massa tanah maupun batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula.

Stabilitas lereng adalah salah satu permasalahan yang sering terjadi dalam pekerjaan konstruksi penambangan,

pembuatan jalan dan lain-lain. Kestabilan lereng yang terganggu dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, kerusakan alat konstruksi, mengancam keselamatan pekerja, mengurangi intensitas produksi dan mengganggu kelancaran pelaksanaan penambanngan (Almenara, 2007). Maka dari itu perlu dilakukan analisis kestabilan lereng agar mencegah terjadinya keruntuhan lereng.

Penelitian yang dilakukan oleh Sungkar dkk (2020) *Slope Stability Analysis Using Bishop and Finite Element Methods* mengenai stabilitas lereng menggunakan metode Bishop dan *software* 2D Plaxis pada Ruas jalan Meulaboh-Geumpang Kecamatan Sungai Mas Kabupaten Aceh Barat. Hasil yang didapat bahwa faktor keamanan yang diperoleh untuk kondisi eksisting dengan menggunakan metode Bishop sebesar 1,08 sedangkan menggunakan 2D *software* Plaxis faktor keamanannya adalah 1,10. Selisih hasil faktor keamanan yang didapat hanya 0,02 sehingga *software* Plaxis dapat digunakan untuk menunjang perhitungan stabilitas lereng.

Kota Jayapura merupakan ibu kota provinsi Papua dengan topografi yang berbukit dan bergunung, karena kondisi topografi yang beragam mengindikasikan Kota Jayapura rawan terhadap longsor (Rochmawati dan Sila, 2021). Sehubungan dengan adanya bencana alam tanah longsor di ruas jalan Abepura-Sentani yang merupakan sarana transportasi yang penting di kota Jayapura maka perlu dilakukan analisis stabilitas lereng. Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan cara pengukuran geometri lereng, pengambilan sampel tanah pada lokasi longsor dan selanjutnya dilakukan pengujian properti tanah setelah itu pengolahan data menggunakan program Plaxis.

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis stabilitas lereng yang ditinjau menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan *software* Plaxis V8.2 pada lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani yang merupakan jalan utama di kota Jayapura untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng tersebut karena telah terjadi longsor pada lereng tersebut. Gambar di bawah memperlihatkan kondisi lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani yang mengalami kelongsoran beberapa waktu lalu.



Gambar 1. Lokasi penelitian lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat/butiran mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong antar partikel padat tersebut. Tanah diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikelnya, seperti kerikil, pasir, lanau dan lempung. Kerikil dan pasir tergolong tanah berbutir kasar sedangkan lanau dan lempung tergolong tanah berbutir halus.

Tanah lempung ada yang memiliki sifat tanah ekspansif. Tanah ekspansif adalah tanah yang memiliki potensi kembang-susut yang besar. Tanah akan mengalami perubahan volume yang signifikan ketika terjadi perubahan kadar air di dalamnya. Potensi kembang susut tanah ekspansif ditentukan oleh kondisi kadar air mula serta nilai angka pori tanah. Indeks plastisitas adalah parameter yang sering digunakan untuk menentukan potensi kembang-susut tanah.

Longsor

Tanah longsor (*landslides*) merupakan perpindahan beberapa massa berbentuk tamah, batuan ataupun bahan rombakan, material penyusun lereng, yang merupakan kombinasi tanah serta batuan, secara gravitasional mengarah bagian dasar suatu lereng (Cruden, 1991). Pada tanah yang tidak homogen dan aliran rembesan terjadi di dalam tanah,

cara yang lebih tepat untuk menentukan kestabilan lereng adalah dengan menggunakan metode irisan (Hardiyatmo, 2012). Faktor penyebab longsor adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan kandungan air
2. Getaran yang terjadi umumnya disebabkan oleh gempa bumi, ledakan, penggalian, getaran mesin, serta getaran lalu lintas kendaraan.
3. Peningkatan beban yang melampaui daya dukung tanah atau kuat geser tanah.

Kelongsoran jarang terjadi jika nilai faktor keamanan lebih dari atau sama dengan 1,25 (Bowles, 1984). Nilai faktor keamanan terhadap bidang longsor dapat dilihat pada Tabel 1 seperti di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Faktor Keamanan Terhadap Bidang Longsor

Faktor Keamanan	Keterangan
$FK \leq 1,07$	Longsor sering terjadi
$1,07 < FK < 1,25$	Longsor dapat terjadi
$FK \geq 1,25$	Longsor jarang terjadi

Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng adalah analisis yang dilakukan pada permukaan tanah yang miring. Analisis stabilitas pada umumnya digunakan untuk memeriksa keamanan dari suatu lereng, baik lereng alami, lereng galian maupun lereng urugan tanah. Hal-hal yang paling berpengaruh dalam kestabilan lereng adalah:

1. Kuat geser tanah, kurat geser tanah tergantung pada gaya perlawanan atau gerakan relatif yang dikeluarkan oleh butiran tanah terhadap dorongan atau tarikan.
2. Geometri lereng, pengaruh gravitasi mengakibatkan permukaan tanah yang tidak horizontal atau kemiringan lereng berpotensi mengalami pergerakan.
3. Tekanan air pori, kenaikan tekanan air pori di sekitar bidang longsor dapat mereduksi tegangan efektif, sehingga mengurangi kuat geser tanah.
4. Kondisi pembebanan dan lingkungan, beban yang berpengaruh pada lereng terdiri dari beban internal yang berasal dari volume serta berat jenis tanah dan batuan itu sendiri, sedangkan beban eksternal terdiri dari beban statik dan dinamis menjadi tambahan beban yang dapat menambah potensi gerakan tanah.

Keruntuhan lereng pada tanah kohesif banyak terjadi karena meningkatnya kadar air tanah. Longsoran terjadi karena tidak adanya kuat geser tanah yang cukup untuk menahan gerakan tanah yang cukup untuk menahan gerakan tanah pada bidang longsornya (Badriyah dan Wulandari, 2020).

Metode Elemen Hingga

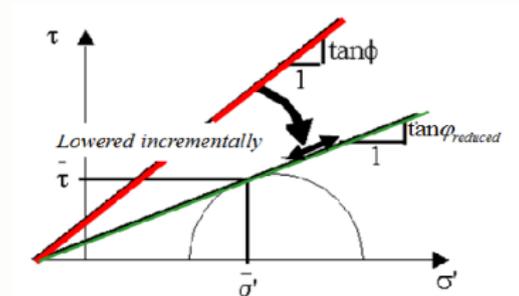
Asumsi bidang longsor tidak dilakukan pada metode elemen hingga. Faktor keamanan dicari melalui bidang lemah pada struktur lapisan tanah. Faktor keamanan didapatkan dengan cara mengurangi nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah secara bertahap hingga tanah mengalami keruntuhan. Nilai faktor keamanan dihitung sebagai berikut:

$$FK = \frac{c}{c_{\text{reduced}}} = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_{\text{reduced}}} \quad (1)$$

keterangan:

FK = faktor keamanan

Proses perhitungan ini dalam diagram keruntuhan Mohr diilustrasikan pada Gambar 2. Dalam program Plaxis, metode ini disebut Phi-c reduction. Metode *shear strength reduction* atau biasa disebut Phi-c reduction merupakan suatu metode yang dimanfaatkan untuk menentukan suatu nilai faktor keamanan dengan pendekatan elemen hingga.



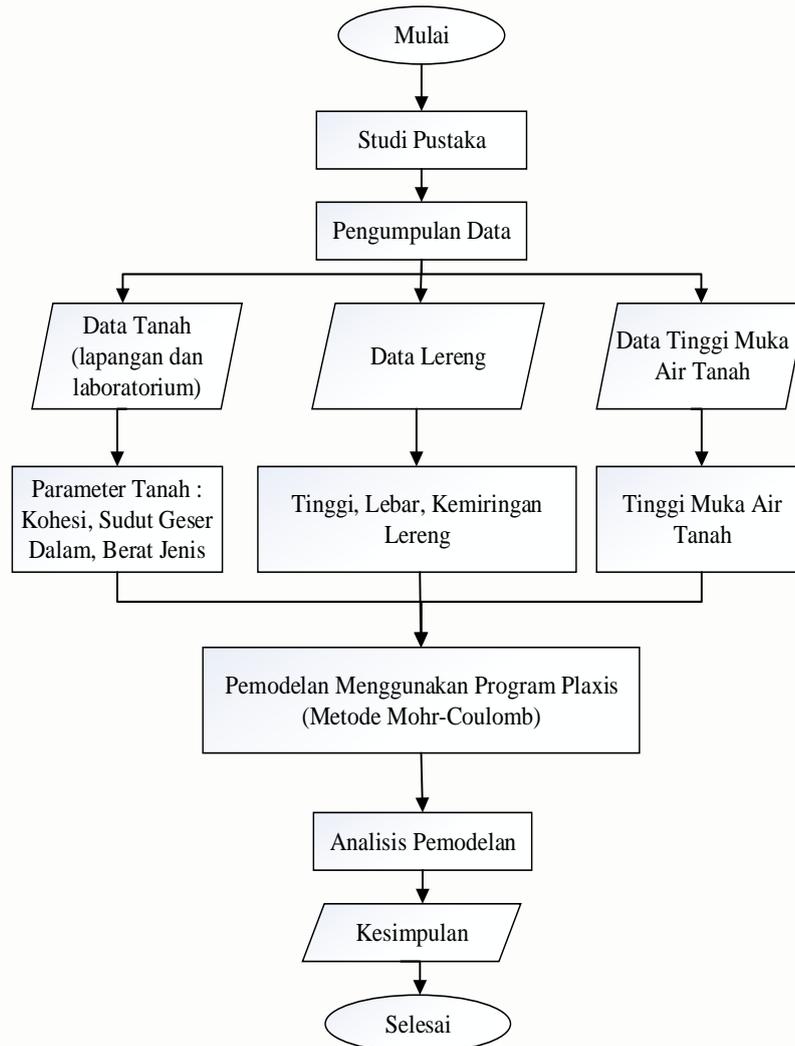
Gambar 2. Proses Perhitungan faktor keamanan pada metode elemen hingga

Model tanah yang dipakai dalam perhitungan faktor keamanan pada metode elemen hingga pada Plaxis adalah model Mohr Coulomb. Parameter tanah yang dibutuhkan pada pemodelan menggunakan Mohr Coulomb adalah sebagai berikut:

1. Kohesi tanah (c)
2. Sudut geser tanah (ϕ)
3. Modulus elastisitas (E)
4. Poisson ratio (ν)
5. Sudut dilatasi (ψ)

3. METODE PENELITIAN

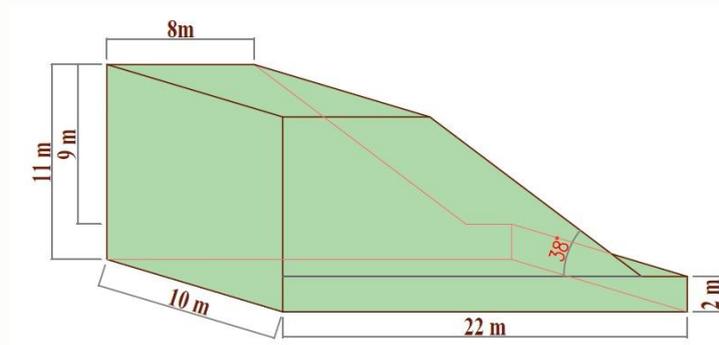
Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode penelitian berbasis pemodelan lereng dengan sudut kemiringan 38° yang berlokasi di ruas jalan Raya Abepura-Sentani. Lereng tersebut memiliki nilai parameter tanah berdasarkan hasil uji laboratorium dan diklasifikasikan sebagai tanah kohesif. Pemodelan dilakukan dengan membuat simulasi kondisi eksisting lereng dengan kedalaman muka air tanah sesuai pada lokasi lereng tersebut. *Output* yang dihasilkan adalah nilai faktor keamanan yang dihasilkan oleh program Plaxis. Pemodelan lereng dapat dilihat pada Gambar 4.



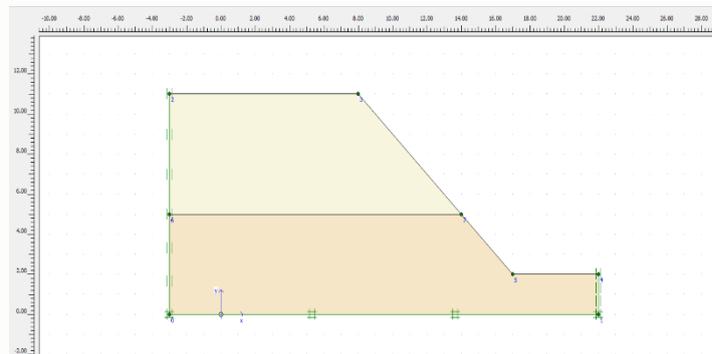
Gambar 3. Bagan alir penelitian

Berdasarkan kondisi eksisting lereng pada lokasi penelitian seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5, dibuat pemodelan lereng pada program Plaxis seperti Gambar 4. Data geometri lereng yang didapat dari survei di lapangan adalah sebagai berikut:

Tinggi lereng Abepura-Sentani (H) : 9 meter
 Lebar lereng Abepura-Sentani (l) : 10 meter
 Sudut kemiringan lereng : 38°

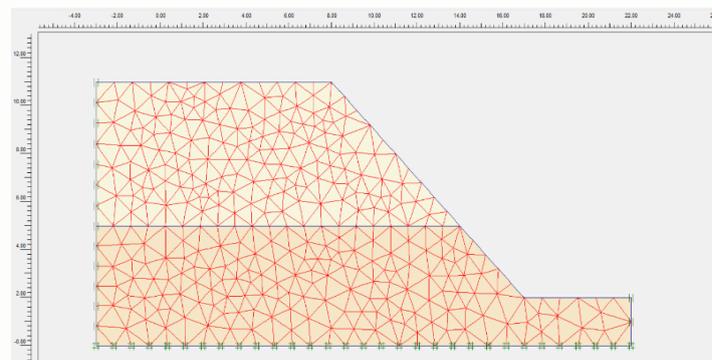


Gambar 4. Geometri lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani



Gambar 5. Pemodelan lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani pada Plaxis

Penentuan jenis jaringan elemen (*meshing*) pada analisis ini yaitu *very fine*. Jenis *meshing* yang digunakan dalam penelitian dapat mempengaruhi hasil analisis. Semakin baik jenis *meshing*, maka perhitungan dalam analisis menggunakan Plaxis akan semakin akurat. Adapun *meshing* pada lereng ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *Meshing* yang digunakan pada pemodelan stabilitas lereng

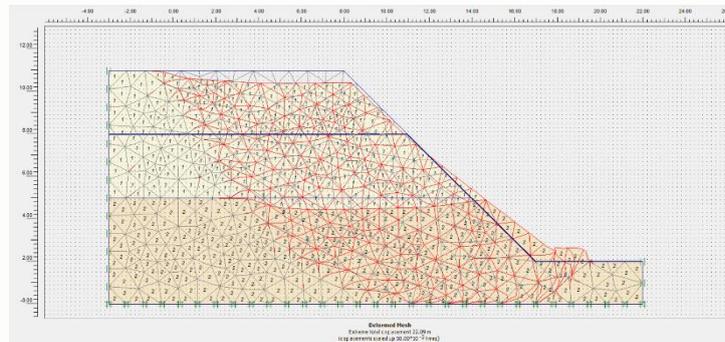
Adapun konstitutif model yang digunakan pada analisis ini, yaitu menggunakan model Mohr Coulomb. Parameter tanah yang digunakan pada pemodelan ini terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Tanah Model Mohr-Coulomb

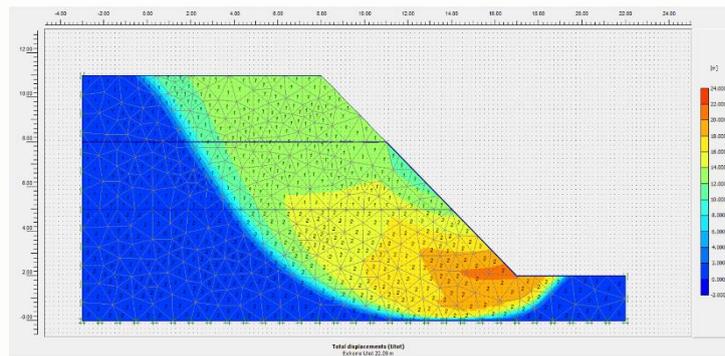
No	Kedalaman (m)	Jenis Tanah	MAT (m)	γ (kN/m ³)	Cu (kN/m ²)	ϕ (°)	Eu (kN/m ²)	Poisson Ratio (ν')
1	0,00 – 6,00	Clay	3,00	11,24	11,07	9,00	2767,50	0,00
2	6,00 – 11,00	Clay	3,00	11,35	10,78	7,00	2519,50	0,00

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

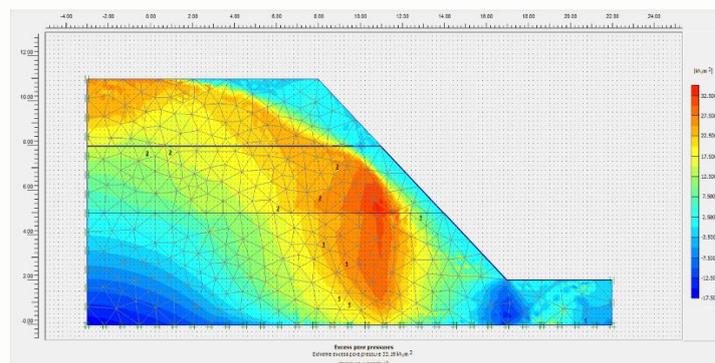
Hasil yang diperoleh dari pengolahan data yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua dan juga uji triaksial di UPTD Balai Pengujian dan Laboratorium Kotaraja, kemudian dilakukan pemodelan lereng menggunakan model Mohr-Coulomb dengan bantuan program Plaxis didapat *output calculation* berupa nilai faktor keamanan lereng di ruas jalan Raya Abepura-Sentani sebesar 1,033 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Selain itu, program Plaxis dapat menampilkan potensi kelongsoran (*deformed mesh*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Program Plaxis juga dapat menampilkan nilai *total displacement* yang didapat yaitu sebesar 1,105 m dan nilai *excess pore pressures* sebesar 33,19 kN/m² seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8 dan Gambar 9.



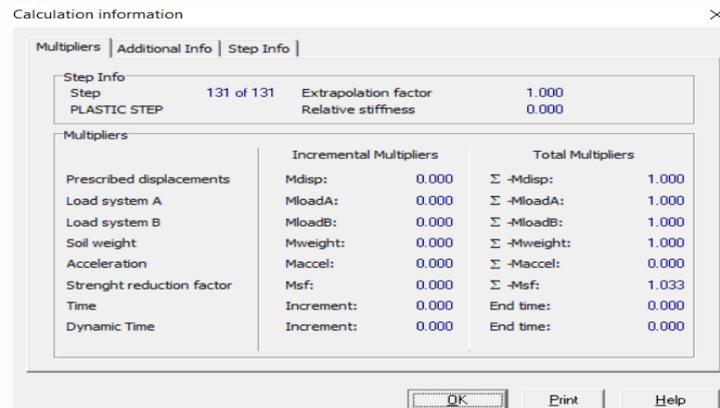
Gambar 7. *Deformed mesh* pemodelan lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani pada Plaxis



Gambar 8. *Total displacements* pemodelan lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani pada Plaxis



Gambar 9. *Excess pore pressures* pemodelan lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani pada Plaxis



Gambar 10. Output calculation pemodelan lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani pada Plaxis

Pembahasan

Berdasarkan hasil yang didapat dari pemodelan stabilitas lereng di ruas jalan Raya Abepura-Sentani yaitu nilai faktor keamanan sebesar 1,033 maka lereng tersebut menurut Bowles (1984) dapat dikategorikan sering terjadi longsor karena $FK \leq 1,07$. Hal ini dapat terjadi karena pada daerah tersebut memiliki tingkat curah hujan yang tinggi. Variasi kadar air yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi menyebabkan variasi kuat geser tanah dan menyebabkan penurunan angka keamanan lereng. Pada saat terjadi peningkatan kadar air dan muka air tanah, tegangan air pori meningkat sehingga tegangan efektif tanah mengalami penurunan yang pada akhirnya menurunkan angka keamanan lereng dan menyebabkan terjadinya longsor pada lereng di ruas jalan Raya Abepura-Sentani. Salah satu solusi untuk menangani permasalahan tanah longsor pada lereng di lokasi tersebut adalah dengan pembuatan dinding penahan tanah.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis stabilitas lereng yang ditinjau menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan *software* Plaxis pada lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani yang merupakan jalan utama di kota Jayapura, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai faktor keamanan yang didapat dari *output calculation* pemodelan lereng berdasarkan parameter tanah dan geometri lereng di ruas jalan raya Abepura-Sentani pada program Plaxis adalah 1,033.
2. Lereng tersebut dikategorikan sering terjadi longsor karena $FK \leq 1,07$.

DAFTAR PUSTAKA DAN PENULISAN PUSTAKA

- Almenara, R. 2007. *Rock Slope Stability Concepts*. PT. Newmont Nusa Tenggara: Sumbawa Barat
- Andreea, C. (2016). *Unsaturated Slope Stability and Seepage Analysis of a Dam*. Energy Procedia, 85, 93-98
- Badriyah, N dan Wulandari, S. (2020). "Efektivitas Akar Vetiver Terhadap Peningkatan Kohesi Tanah Lereng Sebagai Tinjauan Untuk Perkuatan Lereng". Jurnal Teknik Sipil, Vol.27 No.2, 127-134
- Brinkgreve, R. B. J. 2007. *Manual Acuan PLAXIS 2D Versi 8*. Delft University of Technology & PLAXIS.
- Cruden. 1991. *A Simple Definition of Landslide*. Buletin Int. Assoc. for Engineering Geology, 43:27-29
- Hansen, M. J. (1984). *Strategies for Classification of Landslides*, ed. : Brunsten, D, & Prior, D.B., 1984, Slope Instability, John Wiley & Sons, p.1-25
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Tanah longsor dan Erosi: Kejadian dan Penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Rahardjo, P. P. (2012). *Manual Kestabilan Lereng*. UNPAR, Bandung
- Rochmawati, R dan Sila, A. A. (2021) "Penggunaan Aplikasi Geo-Slope Pada Analisis Stabilitas Lereng Di Ruas Jalan Abepura-Skyland". Journal of Portal Civil Engineering, 184-190
- Sitorus, H. P dan Wulandari, S. (2022). "Pengaruh Perilaku Tinggi Muka Air Tanah Dengan Variasi Kemiringan Lereng Terhadap Stabilitas Lereng Berbasis Pemodelan Numerik". Jurnal Teknik Sipil, Vol.29 No.2, 145-152
- Sungkar, M., et al. (2020). *Slope Stability Analysis Using Bishop and Finite Element Methods*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 933



GT-26

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI INDEKS PLASTISITAS TANAH

Reny Rochmawati^{1*}, Irianto², Franky E.P. Lapian³ dan Didik Suryamiharja.S.Mabui

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl.DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: renyrochmawati8@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl.DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: irian.anto@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl.DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: lapianedwin@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl.DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: didik.mabui@gmail.com

ABSTRAK

Pada saat pembangunan infrastruktur, kadang harus melewati beberapa kondisi tanah yang kurang memenuhi syarat subgrade bangunan. Jika kondisi tanah asli mempunyai daya dukung rendah, maka konstruksi jalan akan cepat rusak, sehingga perlu di stabilisasi sebelum digunakan untuk pembangunan, khususnya pada pembangunan ruas jalan atau lapis lapis fondasi jalan. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai indeks plastisitas tanah. Berdasarkan Pengujian yang telah dilakukan diperoleh bahwa tanah daerah Kampung Wasur, Kabupaten Merauke berjenis tanah lempung dengan gradasi sedang sampai buruk, yang memiliki nilai indeks plastisitas tanah asli yaitu, 30,33% dan saat distabilisasi menggunakan fly ash mengalami penurunan nilai indeks plastisitas tanah yaitu, pada kadar 5% fly ash memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 12,6053, pada kadar 10% fly ash memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 8,3361, pada kadar 15% fly ash memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 6,6924.

Kata kunci: Tanah, Stabilisasi, Fly Ash

1. PENDAHULUAN

Tanah dapat digunakan sebagai bahan bangunan dalam berbagai pekerjaan, selain itu tanah juga dapat digunakan sebagai penyangga bangunan dan pondasi jalan, lapisan ini harus cukup kuat, yaitu memiliki nilai indeks plastisitas (IP) < 10%. (Sukirman, 1992). Pada saat pembangunan infrastruktur, kadang harus melewati beberapa kondisi tanah yang kurang memenuhi syarat subgrade bangunan. Jika kondisi tanah asli mempunyai daya dukung rendah, maka konstruksi jalan akan cepat rusak dikarenakan pembangunan berlokasi pada daerah yang memiliki jenis tanah tidak stabil atau tanah bermasalah. Pada pekerjaan konstruksi jenis tanah yang bermasalah perlu di stabilisasi sebelum digunakan untuk pembangunan, khususnya pada pembangunan ruas jalan atau lapis lapis fondasi jalan (Departemen Pekerjaan umum, 2005). Perbaikan tanah melalui stabilisasi merupakan pilihan untuk mengatasi kondisi tersebut.

Pada saat ini, penggunaan dan pengolahan batubara semakin banyak digunakan oleh industri produksi sumber daya. Limbah padat dari pengolahan batubara yang terkait dengan penelitian ini adalah fly ash. Fly ash dapat digunakan sebagai penstabil tanah dan mengurangi kemungkinan terjadinya perubahan volume tanah. Fly ash dapat digunakan untuk memperbaiki tanah atau mempercepat pembentukan kekuatan tanah yang tidak stabil. Keuntungan penggunaan fly ash sebagai penstabil tanah adalah penggunaan limbah pabrik yang lebih murah dibandingkan dengan bahan penstabil kapur atau semen (Hardiyatmo, 2014). Pemanfaatan limbah batu bara (fly ash) akan sangat Terutama dari segi teknis tanah yang bermasalah dan kebutuhan lainnya di bidang teknik sipil.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah adalah lapisan bumi paling atas. Sifat dan karakteristik tanah di suatu lokasi berbeda dengan tanah di lokasi lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek et al (2018), tanah adalah suatu lapisan di permukaan bumi yang disebabkan oleh perubahan alam di bawah pengaruh air, udara, dan berbagai organisme, bahan induknya telah mengalami proses lanjutan.

Fly Ash (Abu Terbang)

Fly ash atau abu terbang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara yang pada umumnya dihasilkan oleh pabrik dan PLTU. Fly ash berbentuk bubuk yang halus. Fly ash merupakan material dengan sifat pozzolanik yang baik. Kandungan fly ash sebagian besar terdiri dari oksida-oksida silika (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalsium (CaO), serta potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah sedikit (Nugraha & Antoni, 2007).

Stabilisasi Tanah

Kondisi di lapangan, upaya perbaikan tanah untuk memenuhi spesifikasi desain dapat dilakukan ketika menemui tanah yang bermasalah. Upaya perbaikan tanah salah satunya dapat dilakukan dengan metode stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap kadar air yang dikandungnya (Sherwood, 1993).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

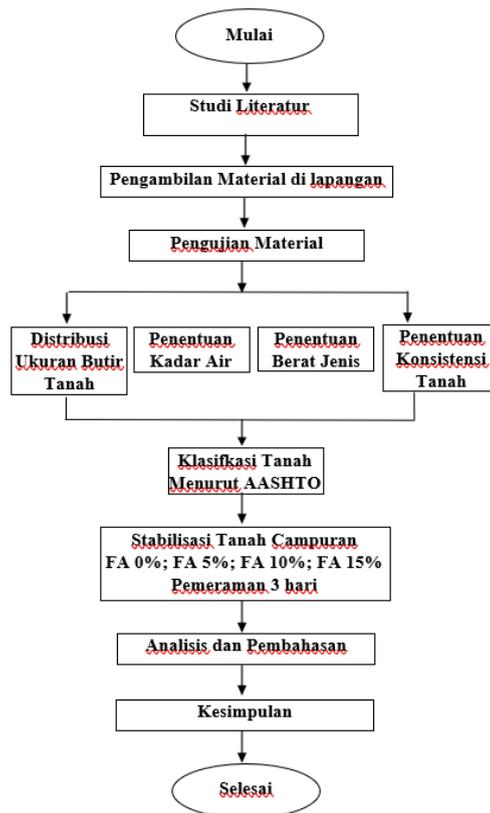
Pengujian pada penelitian ini menggunakan material tanah dari daerah Kampung Wasur, Kabupaten Merauke, Papua, dan material fly ash diambil dari PLTU Holtekamp, Muara Tami, Kota Jayapura, Papua. Dan pengujian material dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Universitas Yapis Papua.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan material tanah

Diagram Alir Penelitian

Alur kegiatan penelitian yang dilakukan digambarkan sesuai dengan diagram alur penelitian pada gambar 2 dibawah dimana kegiatan penelitian dimulai dengan pengambilan sampel tanah dilapangan kemudian dilanjutkan dengan pengujian tanah di laboratorium untuk menentukan jenis dan kalsifikasi tanah yang diuji, selanjutnya tanah di campurkan dengan fly ash sesuai dengan komposisi kadar fly ash yang telah ditetapkan sebelumnya kemudian tanah yang telah dicampur di perma selama 3 hari kemudian di uji kembali untuk melihat perubahan nilai batas aterbeg seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sifat Fisik Tanah

Pada pengujian karakteristik sifat fisik tanah dilakukan beberapa pengujian yaitu, pengujian kadar air, pengujian berat jenis tanah, pengujian batas – batas atterberg (batas cair, batas plastis dan batas susut), dan pengujian analisis ukuran butir (Pengujian analisa saringan dan hydrometer) . berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 1. Berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar Air	39,9386	%
Berat Jenis (Gs)	2,7127	
Batas - Batas Atterberg		
1. Batas Susut	10,55	%
2. Batas Cair (LL)	42,05	%
3. Batas Plastis (PL)	11,72	%
4. Indeks Plastisitas (PI)	30,33	%
Analisis Saringan dan Hidrometer		
Lolos 200#	59,00	%
Kerikil	0,40	%
Pasir Kasar	6,80	%
Pasir Halus	33,80	%
Lanau dan Lempung	59,00	%
Tipe material yang paling dominan	tanah berlempung	
penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek	

Berdasarkan tabel 1. dapat disimpulkan bahwa menurut standar klasifikasi tanah AASHTO, sampel tanah yang diuji termasuk dalam kelompok A-7. Nilai Indeks Plastisitas sampel tanah tersebut adalah 30,33%, karena $PL > 30$, maka

klasifikasinya berada pada kelompok A-7-6, sehingga daerah tersebut memiliki jenis tanah yang paling dominan adalah lempung dengan penilaian umum sebagai dasar tanah yaitu, biasa sampai dengan jelek.

Karakteristik Sifat Fisik Fly Ash

Tabel 2. Hasil pegujian karakteristik fisik fly ash PLTU 2 Papua

Indikator	Nilai	Keterangan
Berat Jenis	2,22 gr/cm	-
Kehalusan	77 %	persen tertahan
pH	10,95	-

(Sumber : Hasil Pengujian ITS Surabaya, 2018)

Karakteristik Sifat Kimia Fly Ash

Tabel 3. Hasil pegujian karakteristik kimia fly ash PLTU 2 Papua

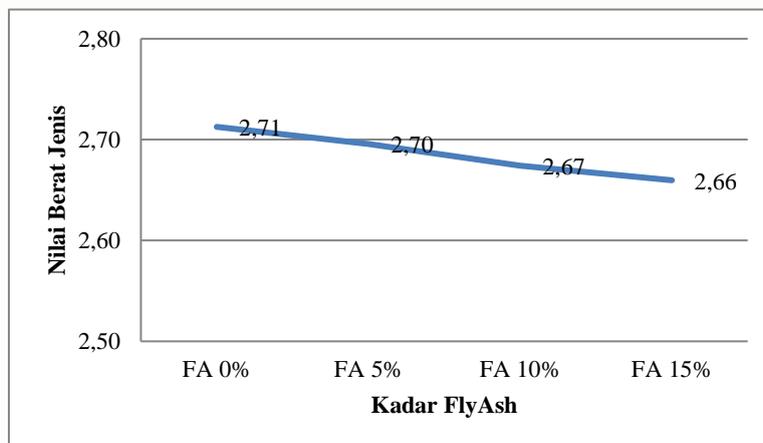
No.	Parameter	Unit	Hasil Pengujian
1	SiO2	% wt	12.9
2	Al2O3	% wt	8.94
3	Fe2O3	% wt	11.71
4	TiO2	% wt	0.66
5	CaO	% wt	27.07
6	MgO	% wt	6.56
7	Cr2O3	% wt	0.01
8	K2O	% wt	0.31
9	Na2O	% wt	0.99
10	SO3	% wt	2.45

(Sumber : Hasil Pengujian ITS Surabaya, 2018)

Hasil Pengujian Stabilisasi Tanah + Fly ash

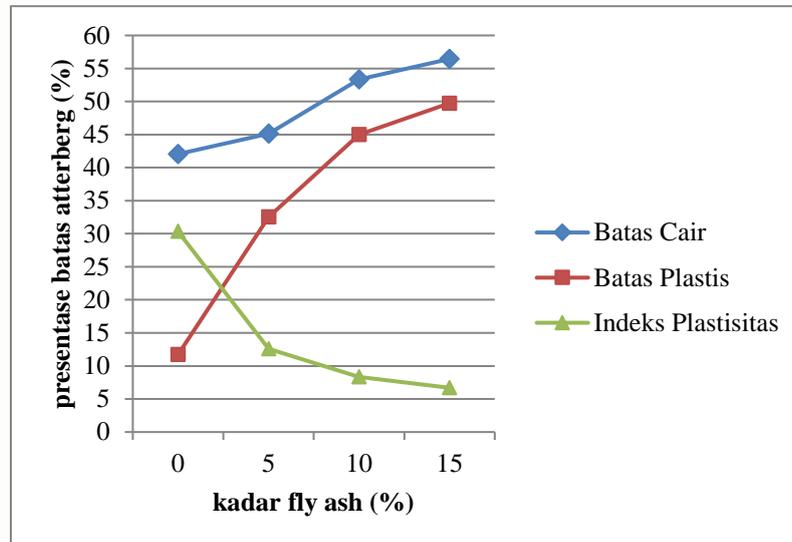
Tabel 4. Hasil Pengujian Stabilisasi Tanah + Fly ash

Kadar Fly Ash	Berat jenis	Batas Cair (LL) (%)	Batas Plastis (PL) (%)	Indeks Plastisitas (PI) (%)
0%	2,71	42.0520	11.7182	30.3338
5%	2,70	45.1148	32.5095	12.6053
10%	2,67	53.3262	44.9900	8.3361
15%	2,66	56.4389	49.7465	6.6924



Gambar 3. Grafik Berat Jenis Tanah asli dan campuran

Hasil pengujian berat jenis (Gs), pada berat jenis tanah asli diperoleh nilai 2,7127, setelah distabilisasi menggunakan fly ash 5% mengalami penurunan, yaitu menjadi 2,696, fly ash 10% mengalami penurunan, yaitu menjadi 2,674, dan fly ash 15% mengalami penurunan, yaitu menjadi 2,660. Sehingga tanah yang distabilisasi menggunakan 5% fly ash termasuk jenis lempung tak organik, dan pada 10% dan 15% fly ash termasuk jenis pasir.



Gambar 4. Grafik Hubungan Batas Cair, Batas Plastis dan Indeks Plastisitas.

Terlihat dari grafik diatas bahwa, penurunan nilai indeks plastis terbesar terjadi pada fly ash dengan kadar 15% yaitu, sebesar 6,6924%. Sehingga, semakin tinggi kadar fly ash yang digunakan pada tanah lempung Merauke nilai indeks plastisitas nya juga semakin turun.

Dapat disimpulkan bahwa tanah dari Kampung Wasur Merauke ini apabila distabilisasi menggunakan fly ash dapat berpengaruh terhadap nilai indeks plastisitasnya, yaitu pada tanah asli memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 30,33% dan setelah distabilisasi menggunakan fly ash didapat nilai penurunan maksimum indeks plastisitasnya sebesar 6,6924% pada kadar 15%, sehingga tanah ini memenuhi syarat sebagai pendukung pondasi dari bangunan maupun jalan yaitu memiliki nilai indeks plastisitas (IP) < 10%. (Sukirman, 1992).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pencampuran tanah dengan fly ash dengan tanah asli yang berasal dari Kampung Wasur Kabupaten Merauke bahwa tanah tersebut berjenis tanah lempung dengan gradasi sedang sampai buruk, yang memiliki nilai indeks plastisitas tanah asli yaitu, 30,33% dan saat distabilisasi menggunakan fly ash mengalami penurunan nilai indeks plastisitas tanah yaitu, pada kadar fly ash 5% memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 12,6053, fly ash dengan kadar 10% memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 8,3361, fly ash dengan kadar 15% memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 6,6924. Sehingga, semakin tinggi kadar fly ash semakin tinggi juga penurunan nilai indeks plastisitas tanah yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA DAN PENULISAN PUSTAKA

- Arrosyid, M., 2017, Pengaruh Penambahan Kapur dan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Subgrade Tanah Gambut untuk Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia.
- Budi, Gogot, 2003. Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif. Surabaya, Jawa Timur.
- Gobel, Chairunnisa, Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, C., 2010. Mekanika Tanah 1, Edisi kelima, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, C., 2010. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan, Yogyakarta
- Ibrahim, 2014. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Aditif Fly Ash Sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan

- (Subgrade). Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
- Indera, Rama. 2016. Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- Krisna, Suryo Hadi Indra , 2016. Stabilisasi Tanah Organik Dengan Penambahan Fly Ash (Studi Kasus : Jalan Stadion, Kota Kendal. Semarang, Jawa Tengah
- Konsorsium Riset Geopolimer Indonesia.(2018) Jasa Kajian Karakterisasi Kandungan Fly Ash PLTU 2 Papua PT. PLN (Persero) Unit Induk Pengembangan Papua. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Setyono, Ernawan, 2018. Pengaruh Bahan Tambah Fly Ash Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Dringu Kabupaten Probolinggo. Malang.
- SNI 03-6795-2002, Metode Pengujian Untuk Menentukan Jenis Tanah Ekspansif
- SNI 3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah
- SNI 1965-2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan
- SNI 1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah
- SNI 3422-2008 Cara Uji Penentuan Batas Susut tanah
- SNI 1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah
- SNI 1966-2008 Cara Uji Penentuan batas Plastis dan Nilai Indeks Plastisitas Tanah
- SNI 03-3437-1994 Tata cara pembuatan rencana stabilisasi tanah dengan kapur untuk jalan.
- Sri Prabandiyani Retno Wardani, 2008, Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) untuk Stabilisasi Tanah maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan, Pidato Pengukuhan Guru Besar, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Upe, Ambo, 2006, Pemanfaatan Fly Ash sebagai Bahan Campuran Pembuatan Portland Pozzoland Cement (PPC). Jurnal Manusia dan Lingkungan.Vol. 13. No.3.



TR-19 STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)

Didik Suryamiharja S. Mabui^{1*}, Franky E.P. Lopian², Irianto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR. Samratulangi No. 11, Jayapura Papua
e-mail: irian.anto@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk Untuk mengetahui nilai Volumetrik dan karakteristik Marshal dan mengetahui Kadar Aspal Optimun campuran panas Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) yang menggunakan batu kapur sebagai agregat halus, hasil penelitian menunjukkan hasil pengujian Marshal Test memperlihatkan nilai stabilitas dari semua kadar aspal yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7% berturut turut sebesar 2301,70 kg; 2412,50 kg, ; 2533,33 kg, ; 2417,54 % dan 2402,42 kg. sedangkan nilai Flow diperoleh dari pembacaan alat marshal dengan hasil sebagai berikut, untuk kadar 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7% sebesar 5.40 mm, ; 4,04 mm, ; 3,40, ; 3,22 mm. Hasil Pengujian Volumetrik diperoleh nilai VMA menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar aspal 5% sebesar 21,68 %, 5,5% sebesar 21,30%, 6% sebesar 20,63%, 6.5 % sebesar 20,13% dan pada kadar aspal 7 % dengan nilai VMA 19,43 % , nilai VIM sebagai berikut , Pada kadar aspal 5% memiliki nilai VIM sebesar 6.17 %, kadar 5,5% sebesar 5,04%, kadar 6 % sebesar 4,12 %, kadar 6,5% sebesar 3,51% dan pada kadar 7% sebesar 2,66% dan nilai VFB hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar 5% kadar aspal memiliki nilai VFB sebesar 71,29%, kadar 5.5 % sebesar 76.48%, pada kadar 6 % sebesar 80,08 %, kadar 6.5 % sebesar 82,57 % dan pada kadar 7% nilai VFB sebesar 86.34 %. Berdasarkan hasil analisa di peroleh nilai Kadar Aspal Optimun pada campuran AC-WC dengan menggunakan Batu kapur sebagai agregat halus adalah 6,25 %.

Kata kunci : Batu kapur, volumetric, marshal dan kadar aspal optimum

1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaannya dilapangan, pelaksana diperhadapkan dengan material bahan pengisi (Filler) yang ada seperti abu batu dan semen memberikan harga yang cukup mahal. Dalam komposisi campuran untuk material bahan pengisi (filler) dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar yaitu 6 % s/d 12 %. Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba menggunakan material Kapur sebagai alternative pengganti abu batu dan semen yang dari segi ekonomis lebih murah serta banyak tersedia di beberapa tempat/lokasi yang ada di Provinsi Papua (Dinas Pertambangan Prov. Papua, 2016). Kapur (lime) digunakan karena merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Kapur bertindak sebagai anti-stripping agent yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran aspal dalam menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh beban.

2. TINJAUAN PUSTAKA

VIM (Voids In Mix) merupakan volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan atau banyaknya rongga udara yang berada dalam campuran. Dalam hal ini perhitungan volume sampel tidak dilakukan dengan perendaman sampel dalam air dikarenakan berat kering permukaan jenuh (SSD) pada aspal beton tidak akan terjadi sebagai akibat dari porusnya campuran.

VMA merupakan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk di dalamnya rongga yang berisi aspal efektif dan menunjukkan persentase dari volume total benda uji. Asphalt Institute merekomendasikan bahwa harga VMA dari campuran beraspal padat dapat dikalkulasikan dalam hubungannya dengan berat jenis kering total agregat (agregat Bulk Specific Gravity). Pemakaian agregat bergradasi senjang dan kadar aspal yang rendah dapat memperbesar VMA.

VFB adalah persentase pori antar butir agregat yang terisi aspal, sehingga VFB merupakan bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat. Kriteria VFB

membantu perencanaan campuran dengan memberikan VMA yang dapat diterima. Pengaruh utama kriteria VFB adalah membatasi VMA maksimum dan kadar aspal maksimum. VFB juga dapat membatasi kadar rongga campuran yang diizinkan yang memenuhi kriteria VMA.

Stability (stabilitas) adalah indikator dari parameter campuran hasil uji Marshall yang menjelaskan kemampuan lapis aspal beton untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang bekerja pada lapis perkerasan tersebut. Nilai stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan campuran beton aspal terhadap terjadinya perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (rutting) maupun bleeding. Semakin rendah nilai stabilitas campuran, menunjukkan semakin rendahnya kinerja campuran dalam memikul beban roda kendaraan.

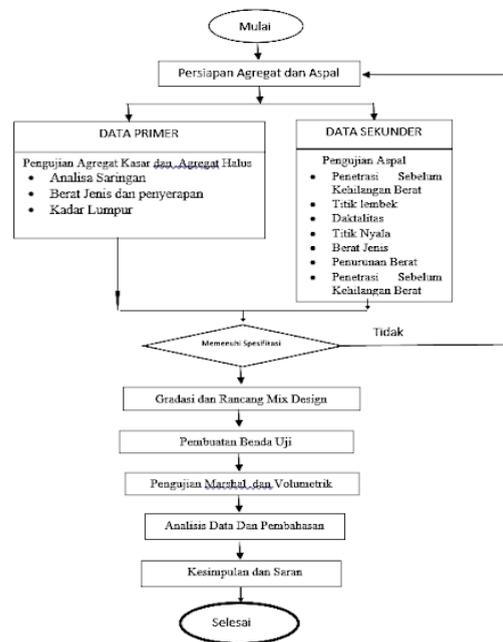
Flow menunjukkan besarnya deformasi dari campuran beton aspal akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Flow merupakan salah satu indikator terhadap lentur. Besarnya rongga antar campuran (VIM) dan penggunaan aspal yang tinggi dapat memperbesar nilai kelelahan plastis.

MQ (Marshall Quotient) adalah nilai pendekatan yang hampir menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dalam menerima beban. Nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang telah dikoreksi terhadap nilai kelelahan (flow) dan dinyatakan dalam satuan kg/mm atau kN/mm.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Campuran aspal panas diproduksi dengan menggunakan aspal minyak penetrasi 60/70 produksi salah satu produsen aspal minyak di Indonesia dan menggunakan batuan kapur yang banyak terdapat di daerah Papua. Kemudian dilakukan pengkajian dan pengujian karakteristik Marshall yang terdiri dari karakteristik stabilitas dan karakteristik volumetrik untuk mengetahui nilai kadar aspal optimum. Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Eco Material Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sistem Informasi UNİYAP Jayapura

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat yang akan digunakan apakah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat

No	Agregat	Jenis Pengujian	Jenis Pengujian		Hasil
			Min	Maks	
1	Agregat Kasar	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.63
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.66
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.72
		Penyerapan	-	3	1.42
2	Agregat Halus (batu kapur)	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.70
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.78
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.94
		Penyerapan	-	3	2.89

Tabel 2. Hasil pemeriksaan karakteristik filler

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penyerapan Air	2.28	-	3.0
	Berat Jenis Bulk	2.59	2.5	-
2	Berat Jenis SSD	2.65	2.5	-
	Berat Jenis Semu	2.76	2.5	-

Berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus dari batu kapur, serta filler terlihat bahwa agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk bahan jalan yang disyaratkan

Karakteristik Aspal

berikut ini akan menampilkan hasil pengujian yang telah dilakukan

Tabel 3. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal minyak penetrasi 60/70

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat (mm)	78,6	60	79
2	Titik Lembek (°C)	52	48	58
3	Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit (cm)	114	100	-
4	Titik Nyala (°C)	280	200	-
5	Berat Jenis	1,12	1	-
6	Penurunan Berat (%)	0.3	-	0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (mm)	86	54	-

Sumber : (Data Sekunder) Hasil pengujian Lab. BBPJN Jayapura

Mix Design

Tabel berikut menunjukkan masing-masing komposisi material dalam berat dan dalam persen yang didapatkan dari proporsi agregat berdasarkan dari hasil analisa saringan.

Tabel 4. Komposisi material dalam berat untuk 1200 gram benda uji

No	Uraian		Satuan	Kadar Aspal				
				5%	5,50%	6,0%	6,50%	7%
A	Berat Aspal Minyak 60/70		gr	60	66	72	78	84
	Saringan	% Lolos						
B	3/4	100	gr	45,60	45,36	45,12	44,88	44,64
	1/2	96	gr	103,40	102,85	102,31	101,77	101,22
	3/8	86,93	gr	262,54	261,16	259,78	258,40	257,01
	4	63,9	gr	231,88	230,66	229,44	228,21	226,99
	8	43,56	gr	170,32	169,42	168,52	167,63	166,73
	16	28,62	gr	89,60	89,13	88,66	88,19	87,72
	30	20,76	gr	58,82	58,51	58,20	57,90	57,59
	50	15,6	gr	54,83	54,55	54,26	53,97	53,68
	100	10,79	gr	26,90	26,76	26,62	26,48	26,34
200	8,43	gr	96,10	95,60	95,09	94,58	94,08	

Perhitungan Kadar Aspal Perkiraan

Dengan menggunakan persamaan perhitungan kadar aspal perkiraan maka dapat dianalisa kadar Asbuton modifikasi sebuah benda uji yaitu :

$$P_b = 0,035 (\% AK) + 0,045 (\%AH) + 0,18 (\%F) + k.....(4.1)$$

Dimana :

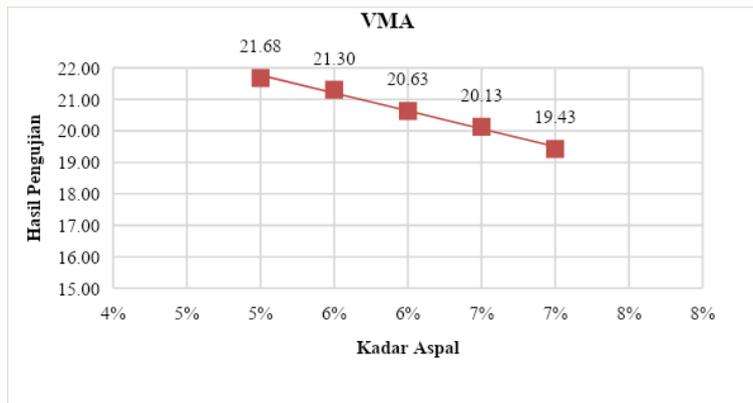
- Agregat kasar = 43,56%
- Filler = 8,43%
- Agregat halus = 48,01%
- Konstanta = 0,6

$$P_b = (0,035 \times 43,56) + (0,045 \times 48,01) + (0,18 \times 8,43) + 0,6 = 6\%$$

Dibulatkan menjadi 6 % dengan mengacu pada Buku III yang dikeluarkan oleh Direktorat Pekerjaan Umum tahun 2006.

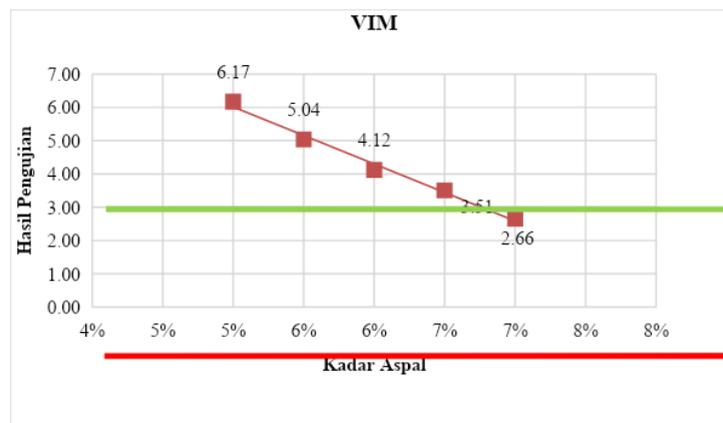
Pengujian Volumetrik Campuran AC WC

Pengujian dilakukan menggunakan benda uji campuran aspal berbentuk silinder dengan ukuran 6,3 cm x 10 cm yang dipadatkan sebanyak 75 kali tumbukan untuk masing-masing bidang. Parameter yang didapatkan yaitu VMA, VIM dan VFB yang menunjukkan nilai volumetrik dari campuran.



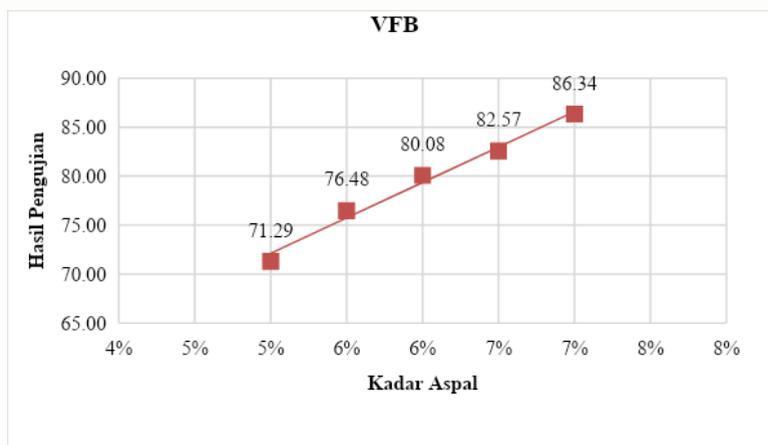
Gambar 2. Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan VMA

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal semakin banyak rongga antara mineral agregat yang terisi hal ini ditunjukkan dengan semakin rendahnya nilai VMA. Semua benda uji memenuhi syarat rongga di antara mineral agregat (VMA) dengan persyaratan minimal 15%.



Gambar 3. Hubungan antara Kadar aspal dengan VIM

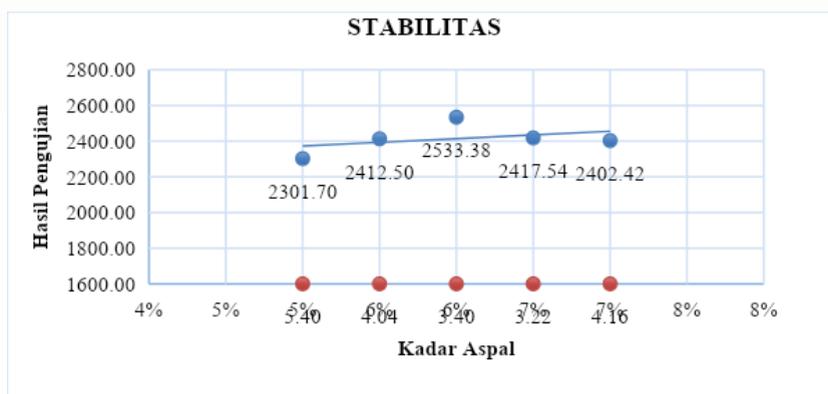
Pengujian ini menunjukkan bahwa benda uji yang memenuhi syarat rongga udara (VIM) dengan berdasarkan persyaratan spesifikasi nilai VIM antara 3%-5% adalah pada Kadar aspal 6 % dan 6,5 %.



Gambar 4. Hubungan antara kadar aspal dengan VFB

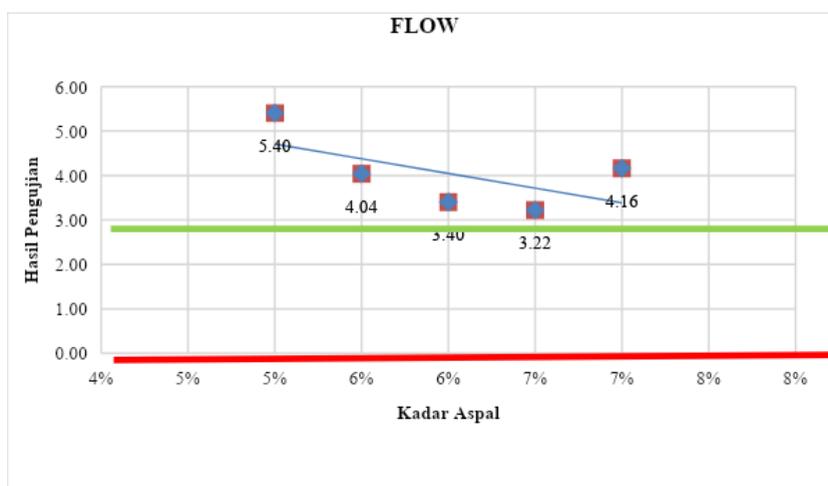
Seluruh hasil pengujian menunjukkan semua jumlah kadar aspal telah memenuhi standar nilai yang ditetapkan untuk campuran AC – WC yaitu berada diatas 65%.

Nilai Marshal Test



Gambar 5. Hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas

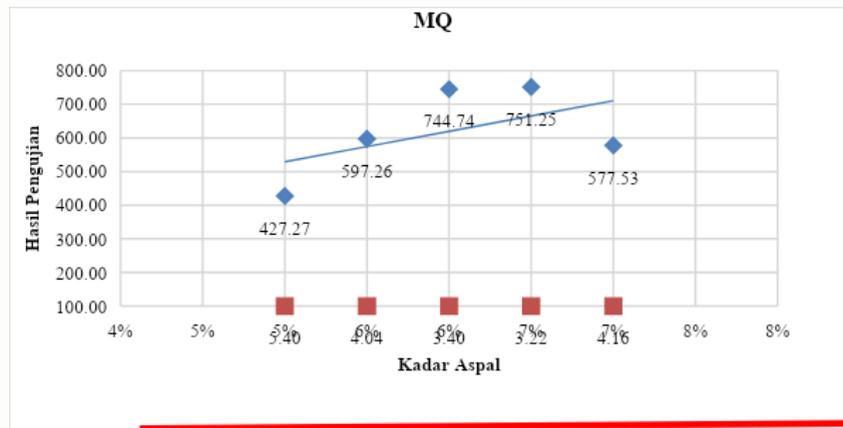
Nilai stabilitas sangat dipengaruhi proses pemadatan yang akan mengakibatkan gesekan antar butir agregat (interlocking) dan gesekan antar butiran agregat (internal friction) ,rongga dalam campuran mengecil sehingga campuran menjadi padat dan nilai stabilitas meningkat hingga titik maksimum.



Gambar 6. Hubungan jumlah tumbukan dengan nilai flow

pada grafik diatas menunjukkan bahwa nilai yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga, yaitu 2 mm sampai 4 mm hanya pada kadar aspal 6 % dan 6.5 % yaitu 3.40 mm dan 3.22 mm sedangkan pada kadar aspal 5 %

dan 5.5% tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai 5.40 mm dan 4.04 mm dan pada kadar aspal 7 % di peroleh nilai flow sebesar 4.16 mm nilai ini juga tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.



Gambar 7. Hubungan kadar aspal dengan nilai Marshall Quotient

Hasil pengujian memperlihatkan ketika kadar aspal bertambah maka nilai Marshall Quotientnya semakin menurun, hal ini menunjukkan bahwa Semakin besar nilai Marshall Quotient (MQ) berarti campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil Marshall Quotient (MQ) maka perkerasannya semakin lentur.

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil pengujian *Marshal test* dan *Volumetrik* campuran aspal AC WC di Laboratorium serta hasil perhitungan yang dilakukan maka dapat di tentukan nilai kadar aspal optimum seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 4.5. Nilai kadar Aspal Optimum

No	Pemeriksaan	Standar	Kadar Aspal				
			5%	5,50%	6%	6,50%	7%
1	VMA	15%					
2	VIM	3 - 5 %					
3	VFB	65%					
4	Stabilitas	800 kg					
5	Flow	2 - 4 mm					
6	Marshal Question	250 kg/mm					

6.25%

Tabel diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian marshal dan Volumetrik yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga berada pada kadar aspal 6% dan 6,5% sehingga diperoleh kadar aspal optimum pada kadar aspal 6,25 %.

5. KESIMPULAN

Dari perhitungan perencanaan yang telah dilakukan, maka hasil yang diperoleh yaitu sebagai berikut :

- Hasil pengujian Marshal Test memperlihatkan nilai stabilitas dari semua kadar aspal yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar 5% sebesar 2301,70 kg, kadar aspal 5,5% sebesar 2412,50 kg, kadar 6 % sebesar 2533,33 kg, kadar 6,5 % sebesar 2417,54 % dan pada kadar aspal 7% dengan nilai stabilitas 2402,42 kg. sedangkan nilai Flow diperoleh dari pembacaan alat marshal dengan hasil sebagai berikut, untuk kadar 5% di peroleh nilai flow sebesar 5.40 mm, kadar 5,5% sebesar 4,04 mm, kadar 6% diperoleh nilai 3,40, kadar 6,5% sebesar 3,22 mm dan pada kadar 7% sebesar 4,16 mm dan Nilai Marshall Quotient pada kadar aspal 5% sebesar 427,27 kg/mm, kadar 5,5% sebesar 597,26 kg/mm, kadar 6% sebesar 744,74, kadar 6,5% sebesar 751,26 kg/mm sedangkan pada kadar aspal 7 % di peroleh nilai marshal quetiont sebesar 577,53 kg/mm.
- Hasil Pengujian Volumetrik diperoleh nilai VMA semakin menurun seiring dengan penambahan kadar aspal, Grafik hubungan tersebut menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar aspal 5% sebesar 21,68 %, 5,5% sebesar 21,30%, 6% sebesar 20,63%, 6.5 % sebesar 20,13% dan pada kadar aspal 7 % dengan nilai VMA 19,43 % , nilai VIM sebagai berikut , Pada kadar aspal 5% memiliki nilai VIM sebesar 6.17 % , kadar 5,5% sebesar 5,04%, kadar 6 % sebesar 4,12 %, kadar 6,5% sebesar 3,51% dan pada kadar 7% sebesar 2,66% dan nilai VFB hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar 5% kadar aspal memiliki nilai VFB sebesar 71,29%, kadar 5.5 % sebesar 76.48%, pada kadar 6 % sebesar 80,08 %, kadar 6.5 % sebesar 82,57 % dan pada kadar 7% nilai VFB sebesar 86.34 %.

3. Berdasarkan hasil analisa di peroleh nilai Kadar Aspal Optimun pada campuran AC-WC dengan menggunakan Batu kapur sebagai agregat halus adalah 6,25 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, Djamaluddin, A. R., Pasra, M., & Arsyad, A. (2020). Experimental study on marshall stability and flow of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixture using Asbuton semi-extracted as binder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1), 12074.
- Irianto, I., D. S. Mabui., & Faranita, A. (2018). Uji Eksperimental Penentuan Kadar Aspal Emulsi Optimum Dengan Menggunakan Buku 5 Bina Marga (Campuran Beraspal Dingin Dengan Asbuton Butir Peremaja Emulsi). *Journal of Portal Civil Engineering*, 1(1), 25–31.
- Irianto, I., & Wardani, S. W. (2017). Pengaruh Jumlah Tumbukan Terhadap Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dengan Menggunakan Metode Marshall (SNI 06-2489-1991). *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Informatika*, 2(2), 39–46.
- D. S. Mabui, Tjaronge, M. W., Adisasmita, S. A., & Pasra, M. (2020). Resistance to cohesion loss in cantabro test on specimens of porous asphalt containing modified asbuton. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1), 12100.
- Tumpu, M., Tjaronge, M. W., Djamaluddin, A. R., Irmawaty, R., & D. S. Mabui. (n.d.). Stabilitas Dan Flow Campuran Aspal Emulsi Yang Menggunakan Bitumen Hasil Ekstraksi Aspal Alam Buton (Bheaab) Sebagai Bahan Baku Fasa Padat.
- Putrowijoyo, R. 2006. Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland dan Abu Batu Sebagai Filler. Semarang: Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- RSNI M-01-2003. Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2417-1991. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 06-2441-1991. Metode Pengujian Berat Jenis Aspal: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.



TR-29

ANALISIS KETAHANAN TERHADAP PELEPASAN BUTIR PADA ASPAL EMULSI YANG MENGANDUNG BUTON GRANULAR ASPHALT (BGA)

Franky E. P. Lopian^{1*}, M. Tumpu², Irianto¹ dan Mansyur³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
e-mail: lapianedwin@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
e-mail: irian.anto@gmail.com

²Program Studi S2-Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar
e-mail: tumpumiswar@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas SembilanBelas November, Kolaka
e-mail: tumpumiswar@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan aspal minyak di Indonesia sekitar 1,2 juta ton pertahun sedangkan kemampuan produksi aspal (aspal minyak) dalam negeri hanya sekitar 600 ribu ton pertahun. Maka untuk memenuhi kebutuhan dari jumlah tersebut harus diimpor dari luar negeri. Salah satu alternatif untuk mengurangi akan kebutuhan aspal minyak adalah dengan menggunakan Aspal Buton Indonesia (Asbuton-Indonesia) yang merupakan aspal alam Indonesia yang terdapat di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penggunaan BGA dan bitumen hasil ekstraksi aspal alam Buton untuk menggantikan sebagian aspal minyak untuk membuat campuran aspal panas terus dikembangkan oleh banyak peneliti, diantaranya oleh Kemas Ahmad Zamhari dkk., (2013), Furqon Affandi, (2006) dan Alberta Research Council, (1989) dalam Nyoman Suaryana, (2008) menunjukkan bahwa bitumen hasil ekstraksi dari aspal alam Buton memiliki karakteristik (penetrasi 85, 43.6, 120) yang menyerupai bitumen hasil daktilasi aspal minyak mentah. Penelitian ini mencampur BGA ke dalam aspal emulsi jenis kationik setting lambat (*cationic slow setting*, CSS) untuk membuat campuran aspal dingin. Salah satu cara untuk mengetahui daya tahan terhadap pelepasan butir pada campuran beraspal adalah uji *cantabro loss* dengan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*.

Kata kunci: aspal emulsi, BGA, cantabro loss

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan infrastruktur jalan yang baik dan berkualitas merupakan hal utama dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Propinsi Papua yang belum memiliki jaringan jalan yang menghubungkan antar kota dan distrik membutuhkan jaringan jalan yang menghubungkan antar kota dan distrik. Jaringan jalan yang terhubung secara luas, akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi, sehingga volume lalu lintas dan beban lalu lintas juga akan meningkat. Oleh sebab itu kualitas jalan yang dibangun harus mampu melayani peningkatan lalu lintas dan struktur lapis keras jalan harus didesain dengan baik dengan metode konstruksi yang benar secara teknis dan ekonomi. Lapis keras jalan membutuhkan pondasi dengan kinerja yang baik dan mampu mendukung lapis aus yang berada di atasnya. Lapis pondasi jalan, baik lapis pondasi atas (*base*) dan lapis pondasi bawah (*sub-bases*) dapat mempergunakan tanah dan material granular.

Secara teknis lapis keras (*pavement*) didefinisikan sebagai semua permukaan yang diperkeras yang mampu memikul beban kendaraan (Lopian F.E.P., et al. 2021). Lapis keras jalan umumnya didesain dengan menggunakan pendekatan berdasarkan sejarah data kinerja dan "resep" spesifikasi. Pendekatan ini memiliki keterbatasan, khususnya karena teknologi material yang semakin berkembang dan prosedur desain yang ketat. Pendekatan ini juga menjadi hambatan utama pada penggunaan material daur ulang (*recycling*) dan material sekunder (Lopian F.E.P., et al. 2020).

Kebutuhan aspal minyak di Indonesia sekitar 1,2 juta ton pertahun sedangkan kemampuan produksi aspal (aspal minyak) dalam negeri hanya sekitar 600 ribu ton pertahun. Maka untuk memenuhi kebutuhan dari jumlah tersebut harus diimpor dari luar negeri. Salah satu alternatif untuk mengurangi akan kebutuhan aspal minyak adalah dengan menggunakan Aspal Buton Indonesia (Asbuton-Indonesia) yang merupakan aspal alam Indonesia yang terdapat di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penggunaan BGA dan bitumen hasil ekstraksi aspal alam Buton untuk menggantikan sebagian aspal minyak untuk membuat campuran aspal panas terus dikembangkan oleh banyak peneliti, diantaranya oleh Kemas Ahmad Zamhari dkk., (2013), Furqon Affandi, (2006) dan Alberta Research Council, (1989) dalam Nyoman Suaryana, (2008) menunjukkan bahwa bitumen hasil ekstraksi dari aspal alam Buton memiliki karakteristik (penetrasi 85, 43.6, 120) yang menyerupai bitumen hasil daktilasi aspal minyak mentah. Penelitian ini mencampur BGA ke dalam aspal emulsi jenis kationik setting lambat (*cationic slow setting*, CSS) untuk membuat

campuran aspal dingin. Salah satu cara untuk mengetahui daya tahan terhadap pelepasan butir pada campuran beraspal adalah uji *cantabro loss* dengan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*.

2. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Rancangan uji

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Campuran aspal dingin diproduksi dengan menggunakan aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60 sebagai bahan pengikat dan mensubstitusi aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60 secara parsial dengan *Buton Granular Asphalt* (BGA) tipe 20/25. Kemudian dilakukan pengkajian dan pengujian ketahanan terhadap pelepasan butir (*cantabro test*) dengan menggunakan alat abrasi *Los Angeles*.

Karakteristik aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60

Karakteristik aspal emulsi jenis CSS-1 kode EA-60 yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 1. Pengujian karakteristik aspal emulsi menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan hasil pengujian karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 1 maka aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60 dapat digunakan sebagai bahan pengikat untuk memproduksi campuran aspal dingin

Tabel 1. Karakteristik aspal emulsi CSS-1 EA-60

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Satuan
1	Kekentalan Saybolt Furol pada 25°C	SNI 03-6721-2002	39	20-100	Detik
2	Stabilitas Penyimpanan 24 jam	SNI 03-6828-2002	0.6	Maks.1	%
3	Muatan Listrik Partikel	SNI 03-2644-1994	Positif	Positif	-
4	Analisa Saringan Tertahan no. 20	SNI 03-3843-1994	0	Maks. 0.1	% Lolos
	Penyulingan	SNI 03-3642-1994			
5	● Kadar Air		36.65	-	%
	● Kadar Minyak		2.0	-	%
	● Kadar Residu		62.35	-	%
6	Penetrasi Residu	SNI 06-2456-1991	101	Min. 57	0.1 mm
7	Daktilitas Residu	SNI 06-2432-1991	103	Min. 43	cm
8	Kelarutan Residu dalam C ₂ HCl ₃	SNI 06-2438-1991	99.4	Min. 97.5	%

Pemeriksaan karakteristik agregat

Agregat yang akan diuji berupa agregat kasar berupa batu pecah dan agregat halus berupa abu batu dan *filler* yang pengambilan materialnya berasal dari sungai Bili – Bili kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun pengujian dan metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode pengujian karakteristik agregat

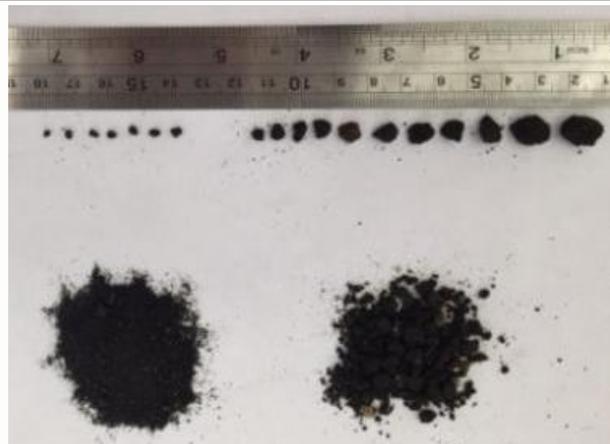
Pengujian	Metode Pengujian	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	
Berat jenis dan penyerapan agregat	SNI 03-1969-2008	SNI 03-1970-2008
Kadar lumpur	SNI 03-4142-1996	
Keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles	SNI 2417-2008	
Indeks Kepipihan	SNI 03-4137-1996	
Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	

Buton Granular Asphalt (BGA) Tipe 20/25

Tabel 3 memperlihatkan tipikal hasil analisa kimia bitumen Asbuton dan aspal minyak menurut Puslitbang Departemen Pekerjaan Umum tahun 2007.

Tabel 3. Tipikal hasil analisa kimia bitumen Asbuton dan aspal minyak menurut Puslitbang

No.	Jenis Pengujian	Bitumen Asbuton	Aspal Minyak
1	Asphaltene, %	51,32	21,71
	Malthene, %	5,61	1,29
2	· Nitrogen Bases (N)	26,67	29,77
	· Acidaffis I (AI)	11,77	31,12
	· Paraffins (P)	4,61	16,10
3	N/P	1,27	0,08
4	Parameter Komposisi Malthene	1,97	0,66
	$A(N+AI)/(AI+P)$		



Gambar 1. Buton Granular Asphalt BGA (Ukuran dalam mm)

Tabel 4. Karakteristik Buton Granular Asphalt 20/25

Parameter	Hasil
Kadar Aspal Hasil Ekstrak (%)	23.00
Kadar Mineral Hasil Ekstrak (%)	77.00
Kadar Air (%)	1.70
Titik Nyala Sebelum Ekstraksi (mm)	1.68
Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$)	86

Karakteristik BGA tipe 20/25 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 1 memperlihatkan BGA yang bersifat granular, ukuran butir 1,18 mm.

Komposisi campuran dan penyiapan benda uji

Pengujian ini menggunakan campuran antara agregat, aspal emulsi, *Buton Granular Asphalt* (BGA) dengan berat total senilai 1200 gram. Berdasarkan pengujian aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60, setiap campuran aspal emulsi mengandung kadar residu senilai 62,35%. Pada penelitian ini menggunakan campuran variabel 5,5% kandungan aspal emulsi dari berat total 1200 gram yaitu seberat 66 gram. Dengan menambahkan BGA seberat 7,6 gram sehingga jumlah aspal emulsi dikurangi menjadi 58,4gram. Benda uji kemudian dipadatkan sebanyak 2 x 50 tumbukan. Biarkan benda uji dalam mould selama 1x 24 jam pada temperatur ruang dan timbang. Kemudian oven benda uji yang telah dikeluarkan dari mould pada temperatur 38 $^{\circ}\text{C}$ selama 1 x 24 jam. Tabel 5 memperlihatkan komposisi material yang mengandung sebanyak 2.5% BGA dalam berat 1200 gram benda uji.

Tabel 5. Komposisi material dengan 2.5% BGA dalam berat untuk 1200 gram benda uji

Kadar Aspal (5.5%)	Agregat (gram)				Jumlah (gram)
	Batu Pecah 1-2 cm	Batu Pecah 0.5-1 cm	Abu Batu	Filler	
Aspal Emulsi (58.4 gr)					
Residu (63%) 36.79 gr	Bitumen BGA (7.6 gr)	215.5	408.2	464.8	Abu batu (22.7)
					Mineral BGA (22.8)
					1200

Pengujian cantabro

Pengujian *cantabro* dilakukan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi dengan mesin *Los Angeles*. Benda uji yang sudah dipadatkan dengan jumlah tumbukan masing-masing 50 pada kedua sisinya didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang dan minimal 6 (enam) jam sebelum pengujian suhu harus dijaga berada pada suhu ruang. Sebelum benda uji dimasukkan kedalam drum mesin *Los Angeles* terlebih dahulu ditimbang untuk mendapatkan berat sebelum diabrasi (*Mo*). Selanjutnya benda uji dimasukkan ke drum mesin *Los Angeles* tanpa bola baja. Mesin *Los Angeles* kemudian dijalankan dengan kecepatan antara 30-33 rpm sebanyak 300 putaran. Setelah selesai benda uji dikeluarkan dan ditimbang dengan berat setelah abrasi (*Mi*). Standar pengujian *cantabro* mengacu pada Tex-245-F. Gambar 2 memperlihatkan alat mesin abrasi *Los Angeles* yang digunakan dalam pengujian *cantabro*. Kehilangan berat dapat dihitung sebagai berikut :

$$L = \frac{Mo - Mi}{Mo} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : *Mo* = Berat sebelum diabrasi (*gram*)
Mi = Berat setelah diabrasi (*gram*), dan
L = Persentase kehilangan berat (%)



Gambar 2. Mesin Abrasi *Los Angeles*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat digunakan. Tabel 5 sampai dengan Tabel 7 memperlihatkan hasil pengujian karakteristik agregat kasar, karakteristik abu batu dan karakteristik filler.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Satuan
1	Penyerapan Air		
	Batu Pecah 0,5 - 1 cm	2.071	%
	Batu Pecah 1 - 2 cm	2.080	%
2	Berat Jenis		
	Batu Pecah 0,5 - 1 cm		
	Berat Jenis Bulk	2.622	-
	Berat Jenis SSD	2.677	-
	Berat Jenis Semu	2.773	-
	Batu Pecah 1 - 2 cm		
	Berat Jenis Bulk	2.627	-
	Berat Jenis SSD	2.682	-
	Berat Jenis Semu	2.779	-
3	Indeks Kepipihan		
	Batu Pecah 0,5 - 1 cm	20.10	%
	Batu pecah 1 - 2 cm	9.38	%
4	Keausan Agregat		
	Batu Pecah 0,5 - 1 cm	25.72	%
	Batu Pecah 1 - 2 cm	24.36	%

Tabel 6. Hasil pemeriksaan karakteristik abu batu

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Satuan
1	Penyerapan Air	2.792	%
	Berat Jenis Bulk	2.449	-
2	Berat Jenis SSD	2.518	-
	Berat Jenis Semu	2.629	-
3	Sand Equivalent	89.66	%

Tabel 7. Hasil pemeriksaan karakteristik *filler*

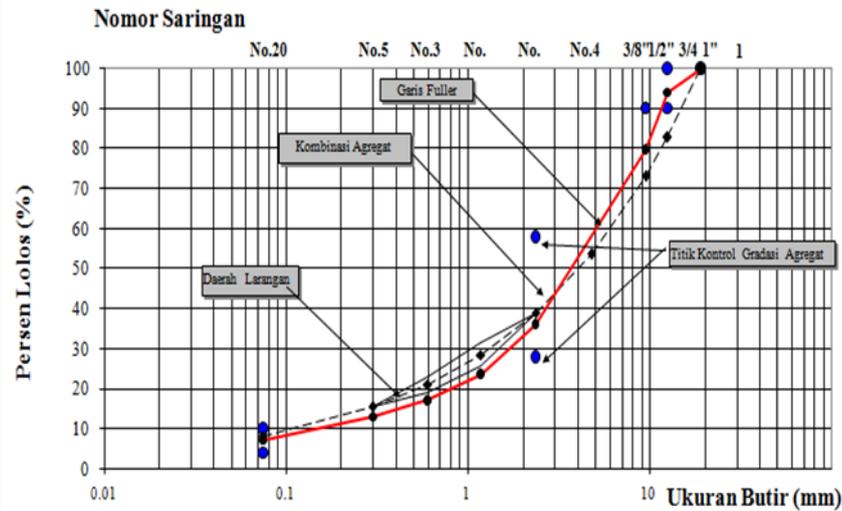
No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Satuan
1	Penyerapan Air	2.283	%
	Berat Jenis Bulk	2.595	-
2	Berat Jenis SSD	2.654	-
	Berat Jenis Semu	2.758	-
3	Sand Equivalent	69.57	%

Penentuan gradasi campuran

Proporsi agregat gabungan didapatkan dari nilai perbandingan komposisi agregat rencana dikalikan dengan nilai persen lolos pada analisa saringan. Setelah itu, hasil yang diperoleh untuk semua komponen yaitu batu pecah 1-2 cm, batu pecah 0.5-1 cm dan abu batu kemudian dijumlahkan dan dilakukan analisa saringan hingga didapatkan presentase gabungan yang diharapkan. Gradasi agregat gabungan dapat dilihat pada lampiran.

Selanjutnya, proporsi agregat gabungan yang telah diperoleh tersebut disesuaikan dengan nilai interval spesifikasi. Setelah itu, agregat gabungan serta interval spesifikasi diplot ke dalam grafik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar

3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa rancangan agregat gabungan yang dibuat berada dalam interval spesifikasi Bina Marga untuk bahan jalan sehingga dapat diperoleh campuran yang optimal.



Gambar 3. Gradasi agregat gabungan

Hasil pengujian cantabro

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui daya tahan material terhadap disintegrasi, yang dalam hal ini dapat menggunakan alat mesin *Los Angeles*. Alat uji ini akan menghasilkan nilai abrasi.

Tabel 8. Hasil pengujian *cantabro*

Benda Uji	Persentase kehilangan (%)
1	46.99
2	29.58
3	39.24
4	40.21
5	43.12
Rata-Rata (%)	39.83

Tabel 8 memperlihatkan hasil pengujian *cantabro*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai persentase rata-rata *cantabro loss* (ketahanan campuran terhadap kehancuran/pelepasan butir) yang dihasilkan adalah sebesar 39.83% tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA) yaitu maksimal 20%. Tingginya nilai ketahanan campuran terhadap pelepasan butir ini disebabkan karena kekuatan ikatan antara aspal emulsi dan agregat kasar yang kecil. Pada kadar aspal emulsi yang digunakan yaitu 5.5% menunjukkan adhesi antara aspal emulsi dan agregat kasar kecil dengan kata lain kelekatan (daya lekat) agregat terhadap aspal emulsi yang rendah.

4. KESIMPULAN

BGA mampu menyatu dengan aspal minyak membentuk fasa padat yang baru pada aspal emulsi jenis *oil-in-water* (O/W) dan berkontribusi positif dalam peningkatan nilai *cantabro loss*. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mendukung penggunaan aspal emulsi berbasis aspal minyak dan BGA yang selanjutnya diharapkan mampu meningkatkan penerapan campuran aspal dingin (*cold mix*) yang dapat mengurangi pemakaian campuran aspal panas (*hot mix*) yang menggunakan AMP (*asphalt mixing plant*)

DAFTAR PUSTAKA

- AAPA, Australian Asphalt Pavement Association, 1997, *Open Graded Asphalt Design Guide*, Australian.
- Furqon A, Properties of bituminous mixes using Indonesian natural rock asphalt, *Proceeding of 13th conference of the road engineering association of Asia and Australia (REAAA)*, pp. 9–15.
- Kemas Ahmad Zamhari, dkk., (2014). Comparing of Performance of Granular and Extracted Binder From Buton Rock Asphalt. *International Journal of Pavement Research and Technology*. Vol. 7 No.1 Jan 2014.
- Kurniadji. (2006), "Asbuton (Aspal Buton) sebagai Bahan Perkerasan Jalan", Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan, Bandung.

- Lapian FEP, Ramli MI, Pasra M., and Arsyad A. 2020. Opportunity Applying Response Surface Methodology (RSM) For Optimization Of Performing Butonic Asphalt Mixture Using Plastic Waste Modifier: A Preliminary Study. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 419 (2020) 012032.
- Lapian FEP, Ramli MI, Pasra M., and Arsyad A. 2021. The Performance Modeling of Modified Asbuton and Polyethylene Terephthalate (PET) Mixture Using Response Surface Methodology (RSM). Appl. Sci. 2021, 11, 6144. <https://doi.org/10.3390/app11136144>
- Li G., Yongqi Y., Metcalf J. B., Su-Seng P. (1999). Elastic Modulus Prediction Of Asphalt Concrete. Journal Of Material In Civil Engineering, PP. 236 - 241.
- Nyoman Suaryana. 2008. Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Nyoman Suaryana. 2008. Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Salomon, Delman R. 2006. Asphalt Emulsion Technology. Washington, DC. Transportation Research Board, Number E-C 102.
- Spesifikasi Umum Bina Marga. (2018). Direktorat Jendral Bina marga.
- Standar Nasional Indonesia. (SNI 06-2489-1991). Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall. Indonesia : Standar Nasional Indonesia.
- Sukirman, Silvia, 2007. Beton Aspal campuran Panas. Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.
- Suryana. A. 2003. Inventory on Solid Bitumen Sediment Using 'Outcrop Drilling' in Southern Buton Region, Buton Regency, Province Southeast Sulawesi, Colloquium on Result Activities of Mineral Resources Inventory. - DIM, the TA.2003, Directorate Mineral (Bandung, in Indonesian).
- Tayfur S., Ozen H., Aksoy A., 2005. Investigation Of Rutting Performance Of Asphalt Mixtures Containing Polymer Modifiers. Science Direct, Construction and Building Materials, PP. 328 -337.
- Tex 245 –F. Cantabro Loss, 2014.
- Tjaronge. M.W and Rita Irmawaty. 2013. Influence of Water Immersion on Physical Properties of Porous Asphalt Containing Liquid Asbuton as Bituminous Asphalt Binder. Proceedings of 3rd International conference and Sustainable Construction Material and Technologies-SCTM, Kyoto, Japan.
- Tumpu M. Tjaronge MW and Djamaluddin AR 2020b. Prediction Of Long-Term Volumetric Parameters Of Asphalt Concrete Binder Course Mixture Using Artificial Aging Test. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 419 (2020) 012058.
- Tumpu M. Tjaronge MW. Djamaluddin AR. Amiruddin AA and La One. 2020a. Effect Of Limestone And Buton Granular Asphalt (BGA) On Density Of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Mixture. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 419 (2020) 012029.
- Walubita, Lubinda F., Ven, Martin F C Van De, (2000). *Stresses and Strains in Asphalt-Surfacing Pavements*.



ST-33 PENGARUH FAKTOR GEMPA TERHADAP STRUKTUR ABUTMENT JEMBATAN OREY KABUPATEN SARMI

Franki E.P.Lapian^{1*}, Ardi A.Sila², Irianto³ dan Andung Yunianta⁴

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: lapianedwin@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: ardi.azis.sila@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: irian.anto@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: andung.ay@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan Orey merupakan jembatan rangka komposit bentang 40M kelas A yang sedang di bangun di wilayah Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. Adapun jenis bangunan bawah yang di laksanakan di lapangan adalah abutmen tipe T atau cantilever dinding penuh dengan pondasi tiang pancang baja diameter 40 cm, dan kedalaman tiang pancang yang dilaksanakan di lapangan adalah 40 m sesuai dengan hasil SPT. Indonesia merupakan wilayah yang rawan terjadi gempa bumi, tidak terkecuali di Kabupaten Sarmi yang cukup sering terjadi gempa bumi. Maka dari itu penulis ingin menganalisis ulang hasil perhitungan gempa yang sdh direncanakan perencana sebelumnya dengan mengikuti peraturan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN, diperoleh nilai beban gempa pada bangunan bawah / abutmen arah horizontal = 2.493,35 kN dan nilai momen Y = 385.534,45 kN.cm (3.855,345 kN.M) dan apabila di dibandingkan dengan perencanaan terdapat perbedaan nilai yang cukup signifikan pada beban momen Y. berikut ini merupakan nilai beban gempa dari perencanaan jembatan orey. beban Horizontal = 2.046,103 kN. Beban Momen Y = 6.797,097 kN.M.

Kata kunci : jembatan, abutmen, analisis gempa

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah bangunan yang menghubungkan dua titik daerah dipisahkan melalui sebuah rintangan seperti sungai, lembah, jurang dan bahkan melalui laut yang memiliki jarak yang cukup jauh. Dalam desain jembatan, keselamatan menjadi factor utama yang harus diperhatikan dalam merancang jembatan. Karena pentingnya peran jembatan untuk khalayak manusia, maka perlunya tinjauan kelayakan konstruksi jembatan. Jembatan Orey merupakan jembatan rangka komposit bentang 40m dengan bangunan bawah abutmen tipe T atau cantilever dinding penuh dan pondasi tiang pancang baja diameter 40 cm. Gempa bumi merupakan gejala yang sering terjadi di wilayah Kabupaten Sarmi dan berdampak besar pada bangunan struktur. Maka dari itu penulis ingin membandingkan hitungan gempa terhadap abutmen dari perencanaan dengan Metode analisis dengan menggunakan peraturan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan rangka batang umumnya terbuat dari baja, dengan bentuk dasar segitiga. Elemen rangka dianggap bersendi di kedua ujungnya sehingga setiap batang hanya menerima gaya aksial tekan atau tarik. Jembatan rangka adalah salah satu jembatan tertua dan dapat dibangun dalam berbagai bentuk, seperti gelagar sederhana, lengkungan atau kantilever. Jembatan ini digunakan untuk variasi panjang bentang 50- 100 meter. Brigde Management System (BMS) merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mempertahankan kondisi jembatan melalui proses investigasi berkala pada suatu jembatan sehingga dapat menentukan tahap perawatan dan perbaikan (Ryall 2001).

Teori Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa alam dimana terjadi getaran di permukaan bumi akibat pelepasan energi secara tiba-

tiba dari pusat gempa. Energi yang dilepaskan merambat melalui tanah dalam bentuk gelombang getaran. Gelombang getaran yang mencapai permukaan bumi disebut gempa bumi. Ini adalah gerakan tanah alami yang disebabkan oleh berbagai fenomena, termasuk proses tektonik, vulkanisme,

Pengaruh Gempa pada Struktur Jembatan

Menurut Moehle dan Oberhard dalam Chen (2000), kerusakan jembatan akibat gempa dapat berdampak besar. Kerusakan ini dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas, yaitu:

1. Kerusakan Primer

Kerusakan yang disebabkan oleh gerakan tanah atau deformasi ini merupakan penyebab utama kerusakan jembatan, dan dapat menyebabkan kerusakan atau keruntuhan lainnya.

2. Kerusakan Sekunder

Kerusakan ini disebabkan oleh gerakan tanah atau deformasi yang merupakan akibat dari kegagalan struktur pada jembatan dan disebabkan oleh redistribusi aksi internal pada struktur yang tidak direncanakan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi yang menjadi objek penelitian ini adalah abutment di daerah sarmi jembatan orey dengan bentang 40 M. berikut peta lokasi penelitian:

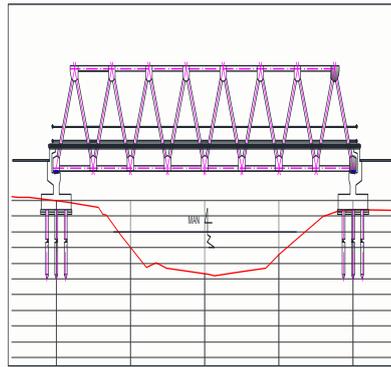


Gambar 1. Lokasi penelitian

Data Jembatan

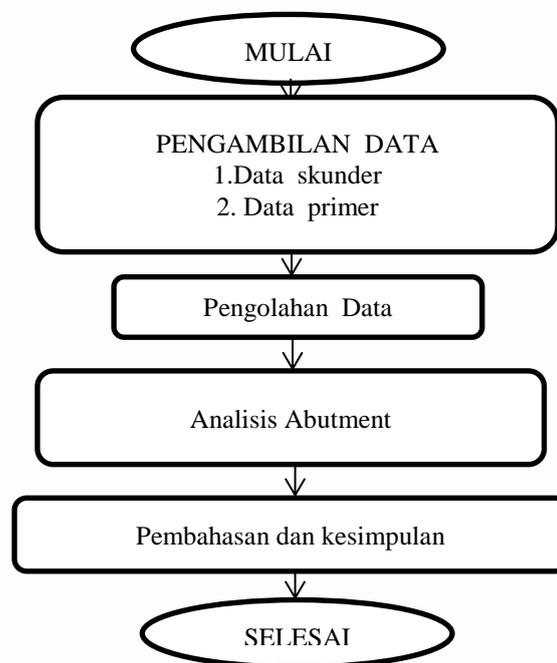
Data jembatan yang menjadi objek dalam analisis :

Lokasi	: Kabupaten Sarmi
KM	: STA 304+975
Nama jembatan	: Jembatan Orey
Nomor jembatan	: 62.036.049.0
Panjang jembatan	: 40 M
Lebar jembatan	: 9 M
Jenis bangunan atas	: Rangka baja A40
Jenis bangunan bawah	: Abutment tipe T
Pondasi	: Tiang pancang Diameter
40 cm	
Kelas jembatan	: Kelas A



Gambar 2. Tampak memanjang jembatan Orey

Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. Bagan penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Model Abutment

Berikut ini adalah daftar berat jembatan rangka composite bentangan A40M dengan kelas A, lebar jembatan 7 m, trotoar 2 m x 1 m. dan juga data berat abutmen sendiri.

Tabel 1. Berat bangunan atas

NO	KOMPONEN UTAMA JEMBATAN	BERAT (Ton)	BERAT (kN)	BERAT (kg)
I. JEMBATAN RANGKA COMPOSITE				
1	Berat Batang	17,07	170,66	17.066,00
2	Berat Rangka Diagonal	16,05	160,52	16.052,00
3	Berat Pelat Buhul	5,49	54,88	5.488,00
4	Berat Pelat Sambung	1,61	16,08	1.608,00
5	Berat Pelat Pengisi	0,21	2,12	212,00
6	Berat Gelagar Melintang	16,78	167,76	16.776,00
7	Berat Gelagar Memanjang	18,51	185,12	18.512,00
8	Berat Clip Angle	1,89	18,88	1.888,00
9	Berat Steel Deck	4,51	45,08	4.508,00
10	Berat Handrail / Pagar	1,26	12,58	1.258,00
11	Berat Ikatan Angin	5,44	54,42	5.442,00
12	Berat Diaphragma	1,70	16,98	1.698,00
13	Berat Bantalan	0,85	8,48	848,00
14	Berat Baut dan Shear Conector	2,23	22,32	2.232,00
Sub Total Berat		93,59	935,88	93.588,00
II. LANTAI DAN TROTOAR JEMBATAN				
1	Berat Lantai	222,56	2.225,60	222.561,00
2	Berat Parafet	15,65	156,53	15.653,00
3	Berat trotoar	49,50	495,00	49.500,00
4	Berat HRS BASE Dan HRS WC	41,56	415,60	41.560,00
Sub Total Berat		329,28	3.292,75	329.275,00
Total Berat		422,86	4.228,63	422.863,00

Tabel 2. Berat abutmen sendiri

No.	Dimensi (m)			BJ	Berat	x	y	Momen (M _x)	Momen (M _y)
	Panjang	Lebar	Tinggi	Beton	(Mab)				
	g			kN/m ³	kN	cm	cm	kN.cm	kN.cm
1	11,00	0,35	0,85	25,00	81,81	300,50	476,50	24.584,66	38.983,66
2	11,00	0,55	1,56	25,00	235,95	310,50	356,00	73.262,48	83.998,20
3	11,00	0,58	0,85	25,00	135,58	254,00	320,50	34.436,05	43.451,79
4	11,00	0,24	0,25	25,00	16,50	307,00	290,50	5.065,50	4.793,25
5	11,00	0,98	0,11	25,00	14,82	234,00	283,50	3.468,47	4.202,18
6	11,00	0,25	0,29	25,00	9,97	197,50	262,00	1.968,83	2.611,81
7	11,00	0,80	1,87	25,00	411,40	200,00	183,50	82.280,00	75.491,90
8	11,00	4,00	1,00	25,00	1.100,00	250,00	40,00	275.000,00	44.000,00
9	0,35	2,50	0,85	25,00	18,59	443,00	476,50	8.237,03	8.859,92
10	0,35	2,30	1,56	25,00	31,40	453,00	355,00	14.221,94	11.145,23
11	0,35	2,10	1,79	25,00	16,45	395,00	179,00	6.496,02	2.943,77
12	0,35	0,34	1,79	25,00	5,33	522,67	149,67	2.783,33	797,01
JUMLAH					2.077,79			531.804,29	321.278,71
TITIK BERAT ABUTMEN (G1)						255,95	154,63		

Beban Gempa (TEQ)

Berikut ini merupakan perhitungan beban gempa (TEQ) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EQ = V_x = V_y = (C_{sm}/R) \cdot 1 \cdot W_t$$

Dimana:

$$W_t = \text{Beban mati total} = 5999,250 \text{ kN}$$

$$C_{sm} = \text{Koefisien gempa dasar} = 0.4g \text{ (Zona Gempa 6)}$$

$$R = \text{Faktor Modifikasi Respon} = 2,00 \text{ tabel 6 SNI 2833 : 2016}$$

$$T = 0,20$$

$$As = \text{percepatan di permukaan dari percepatan percepatan dipermukaan}$$

FPGA = faktor amplifikasi getaran pada periode 0 detik 0.3 - 0.4g = 1,11 (Koefisien Tanah Lunak)
 PGA = 0,41 (Koefisien Tanah Lunak)
 FA = faktor amplifikasi periode pendek = 1,64 (Koefisien Tanah Lunak)
 FV = faktor amplifikasi percepatan yang Mewakili getaran periode 11 detik = 2,40 (Koefisien Tanah Lunak)
 SD1 = $F_v \times S_1 = 0,78$ (Koefisien Tanah Lunak)
 SDS = $F_a \times S_s = 0,91$ (Koefisien Tanah)
 SS = parameter respon spectral percepatan gempa untuk periode pendek ($T=0.21$ detik) = 1,50 (Koefisien Tanah Lunak)
 S1 = parameter respon spectral Percepatan gempa untuk periode 1 detik = 0,90 (Koefisien Tanah Lunak)
 $T_s = SD1/SDS = 0,85$
 $T_o = 0,2 \times T_s = 0,17$
 $A_s = FPGA \times PGA = 0,45$
 $C_{sm} = (SDS - A_s) \times (T/T_o) + A_s$

Beban Gempa pada Jembatan = $(C_{sm}/R) \times W_t$

Beban Gempa Arah Memanjang Jembatan (Arah X)

Tinggi breast wall, h = 4,00 m
 Ukuran penampang breast wall, b = 11,00 m
 Lb = 2,181 m
 Inersia penampang breast wall, Ic = $1/12 \times b \times h^3$
 $= 1/12 \times 43 \times 11$
 $= 58,66 \text{ m}^4$
 KP = $3 \times E_c \times I_c / L_b \text{ kN/m}$
 $= 3 \times 25742,96 \times 58,66 / 2,181$
 $= 2077716,21 \text{ kN/m}$
 Nilai kekakuan, = f_c' = 0,83 x K/10Mpa = 30,00Mpa
 Mutu beton, K - 350 = 350 kg/cm²
 Modulus elastis beton, Ec = $4700 \times \sqrt{f_c'} = 25742,960 \text{ Mpa}$
 Percepatan gravitasi (g) = 9,81
 WTP = PMS (str atas) + 1/2 * PMS (str bawah)
 PMS Struktur atas = 2.184,313 kN
 PMS Struktur Bawah = 3.814,937 kN
 WTP = 4.091,782 kN

Waktu getar struktur dihitung dengan rumus:

$T_s = 2 \times \pi \times \sqrt{[WTP / (g \times KP)]}$
 $= 2 \times 3,14 \times (4091,78 / (9,81 \times 2077716,21))^{0.5}$
 $= 0,089$

Csm = 0,694

Beban Gempa pada Jembatan :

= $(C_{sm}/R) \times W_t$
 $= (0,694 / 2) \times 5999,25$

$$TEQ-X = 1.987,225 \text{ kN}$$

Beban Gempa Arah Memanjang Jembatan (Arah Y)

$$\text{Tinggi breast wall, } h = 4,00 \text{ M}$$

$$\text{Ukuran penampang breast wall, } b = 11,00 \text{ M}$$

$$Lb = 2,181 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{Inersia penampang breast wall, } I_c &= 1/12 \times b^3 \times h \text{ M}^4 \\ &= 1/12 \times 11^3 \times 4 \text{ M}^4 \\ &= 443,67 \text{ M}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KP &= 3 \times E_c \times I_c / Lb \\ &= 3 \times 25742,96 \times 443,67 / 2,18 = 15.712.728,81 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$WTP = \text{PMS (str atas)} + 1/2 \times \text{PMS}$$

(str bawah) :

$$\text{PMS Struktur atas} = 2.184,313 \text{ kN}$$

$$\text{PMS Struktur Bawah} = 3.814,937 \text{ kN}$$

$$WTP = 4.091,782 \text{ kN}$$

Waktu getar struktur dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} T_s &= 2 \times \pi \times \sqrt{ [WTP / (g \times KP)] } \\ &= 2 \times 3,14 \times \sqrt{ (4091,782 / (9,81 \times \\ &\quad 15712728,81)) } \times 0,5 \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

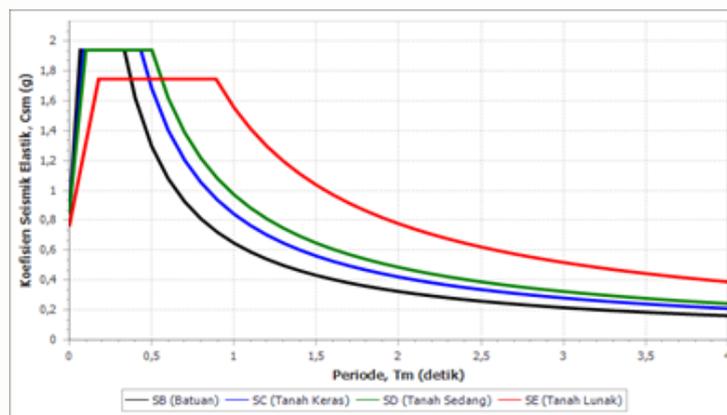
$$C_{sm} = 0,541$$

Beban Gempa pada Jembatan :

$$\begin{aligned} &= (C_{sm}/R) \times W_t \\ &= (0,541 / 2) \times 5999,25 \end{aligned}$$

$$TEQ-Y = 1.545,15 \text{ kN}$$

Nilai Spektral Percepatan Gempa Koord. 3°44'3.1"S ; 140°22'59.6"E; Jembatan OREY



Gambar 6. Grafik koefisien elastik

Beban Gempa Pada1Bangunan Bawah / Abutmen (TEQ2)

Dibawah ini merupakan beban gempa pada bangunan atas dan abutmen jembatan.

Tabel 3. Beban Gempa pada Bangunan Atas dan Abutmen

No	Beban Gempa pada Bangunan bawah/Abutmen	Gaya H	y (cm)	My (kN.cm)
1	Beban Gempa pada Bangunan Bawah / Abutmen	2493,35	154,63	385534,45

Tabel 4. Tabel perbedaan nilai gempa

TABEL PERBEDAAN NILAI GEMPA				
ARAH	PENULIS	PERENCANAAN	SELISIH	KETERANGAN
H (KN)	2.493,35	2.046,10	447,243	LEBIH BESAR
My (KN.M)	3.855,35	6.797,10	-2.941,75	LEBIH KECIL

5. KESIMPULAN

Dari perhitungan perencanaan yang telah dilakukan, maka hasil yang diperoleh yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis karakteristik secara fisik di lokasi pekerjaan, penulis mendapatkan dimensi Abutmen jembatan Orey yang telah di laksanakan di lapangan dengan tipe kantilever dinding penuh dengan tinggi abutmen 4 meter , lebar 4 meter, Panjang 11 meter, dan telah sesuai dengan dimensi perencanaan. Adapun pondasi yang dilaksanakan di lapangan yaitu pondasi tiang pancang baja diameter 40 cm tebal 12 ml dengan kedalaman pancang yang terlaksana di lapangan yaitu 40 M sesuai dengan hasil SPT atau boring (hasil SPT terlampir)
2. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN, diperoleh nilai beban gempa pada bangunan bawah / abutmen arah horizontal = 2.493,35 KN dan nilai momen Y = 385.534,45 Kn.cm (3.855,345 KN.M) sedangkan nilai beban gempa dari perencanaan jembatan orey adalah beban Horizontal = 2.046,103 KN. Beban Momen Y = 6.797,097 KN.M dan apabila di dibandingkan dengan perencanaan terdapat perbedaan nilai beban gempa yang cukup signifikan. Berikut tabel perbedaan nilai beban gempa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Indonesia. Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan SNI 03-2833-2008, Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia. 2008.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- Hendra, S., Benidiktus, S., 1999, Rekayasa Jalan Raya, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Muslim, Fadhila. (2012). Kajian pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Kabel Suramadu Selama Tahap Konstruksi Dengan Analisis Riwayat Waktu. Skripsi. Tidak dipublikasikan Depok: Universita Indonesia.
- Radja, Mohammad Nur Rizqi. (2017). Pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Pelengkung Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah Riau Dengan Time History Analysis. Universitas Brawijaya, Malang.
- Santoso, Fajar., 2009, Tinjauan Bangunan Bawah (Abutmen) Jembatan Karang Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Vin, Natalia cristin., 2017. Pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Cable Stayed Tengku Fisabilillah Riau Dengan Time History Analysis. Universitas Brawijaya, Malang.
- Widodo.1(2012). Seismologi1Teknik & Rekayasa1Kegempaan. Universitas Islam Indonesia Press.