



P-ISSN :2776-6012
E-ISSN :2776-8155

JURNAL

FORUM TEKNIK SIPIL (ForTekS)

Analisis Variasi Suhu Pematatan Cold Paving Hot Mix Asbuton Pada Nilai Indirect Tensile Strenght
Analysis of Cold Paving Hot Mix Asbuton Compaction Temperature Variations on Indirect Tensile
Strength Value

Pengembangan Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi Berbasis Android
Development of Cost Estimation Aplication on Irrigation Project Using Android

Pengaruh Waktu Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen Kupang
dengan Bahan Tambah Fly Ash
The Effect Of Sea Water Immersion Time On Strong Press Concrete Using Kupang Cement With Fly Ash
Additional Ingredients

Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan
Naioni Kecamatan Alak Kota Kupang)
The Effect Of Subsequent Characteristics On Road Damage Level (Case Study: Naioni Road Segment,
Alak District, Kupang)

Studi Karakteristik Propertis Tanah di Kecamatan Polen Kabupaten TTS
Study of Soils Characteristics in Polen Sub-Distric, TTS

Analisis Kinerja Jaringan Irigasi Pada Delapan Daerah Irigasi Yang Tersebar Di Kota Kupang
Analysis Of Irrigation Network Perfomance in Eight Irrigation Areas Spread In Kupang City

Pengaruh Variasi Suhu Pada Campuran HRS-Base Menggunakan Filler Tanah Putih Terhadap
Pengujian Marshall.
The Effect Of Temperature Variation On HRS-Base Mix Using White Soil Filler On The Marshall Test

Analisa Karakteristik Kecelakaan Lalulintas Berbasis Gender di Kota Kupang
Characteristics Of Gender Based Traffic Accident In Kupang City

Faktor Penyebab Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Pantura Kabupaten Ende dengan Metode
Pavement Condition Index (PCI)
Causes of Road damage On The Pantura Road Segment of Ende Regency With Pavement Condition Index
(PCI) Method

Analisis Variasi Suhu Pematatan Cold Paving Hot Mix Asbuton Pada Nilai Indirect Tensile Strength

Analysis of Cold Paving Hot Mix Asbuton Compaction Temperature Variations on Indirect Tensile Strength Value

Sandela¹, Winayati², Alfian Saleh^{3*)}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru 28264, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru 28264, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru 28264, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Cold Paving Hot Mix Asbuton, Indirect Tensile Strength, Suhu Pematatan

Keywords:

Cold Paving Hot Mix Asbuton, Compaction Temperature, Indirect Tensile Strength

Article history:

Received: 02-02-2023

Accepted: 28-05-2023

*Koresponden email:

alfian.saleh@unilak.ac.id

Abstrak

Material *cold paving hot mix asbuton* terdiri dari asbuton butir, agregat dan bahan peremaja yang dicampur panas hampar dingin pada suhu 30°C. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *indirect tensile strength* secara laboratorium. Pengujian *indirect tensile strength* dilakukan dalam dua kondisi yaitu *conditional* dan *unconditional*. Hasil dari pengujian *conditional* pada suhu 30°C sebesar 33.612 kPa, 45°C sebesar 110.038 kPa, 60°C sebesar 143.383 kPa, 75°C sebesar 158.990 kPa, 90°C sebesar 183.437 kPa. Hasil dari pengujian *unconditional* pada suhu 30°C 45.185 kPa, 45°C sebesar 134.325 kPa, 60°C sebesar 171.642 kPa, 75°C sebesar 190.004 kPa, 90°C sebesar 216.933 kPa. Dari hasil perbandingan nilai *conditional* dan *unconditional* didapatkan nilai *tensile strength ratio* pada setiap variasi suhu pematatan, suhu 30°C sebesar 74,39 %, 45°C sebesar 81,92 %, 60°C sebesar 83,54 %, 75°C sebesar 83,68 %, 90°C sebesar 84,56 %. Dari hasil *tensile strength ratio* yang didapatkan suhu pematatan 30°C belum memenuhi spesifikasi dari AASHTO T-283 yaitu >80 %.

Abstract

Asbuton hot mix cold paving material consists of grained asbuton, aggregate and emwealthing material mixed with cold overlay heat at a temperature of 30°C. This study aims to obtain the value of indirect tensile strength in a laboratory manner. Indirect tensile strength testing is carried out under two conditions, namely conditional and unconditional. The results of conditional testing at 30°C temperature of 33.612 kPa, 45°C of 110.038 kPa, 60°C of 143.383 kPa, 75°C of 158.990 kPa, 90°C of 183.437 kPa. Results from unconditional testing at a temperature of 30°C 45.185 kPa, 45°C of 134.325 kPa, 60°C of 171.624 kPa, 75°C of 190.004 kPa, 90°C of 216.933 kPa. From the results of the comparison of conditional and unconditional values, tensile strength ratio values were obtained at each variation in the compaction temperature, temperature 30 °C of 74,39%, 45 °C of 81,92 %, 60 °C of 83,54 %, 75 °C of 83,68 %, 90 °C of 84,56 %. From the tensile strength ratio obtained, the compaction temperature of 30 °C has not met the specifications of the AASHTO T-283, which is >80%.

1. Pendahuluan

Pulau Buton yang berada di Sulawesi Tenggara termasuk wilayah penghasil aspal terbesar di dunia. Asbuton yang tersedia di pulau ini berkisar 600 juta ton (Sutrisna 2021). Aspal buton diolah dari padat menjadi berbentuk butiran dengan alat pemecah batu (*Stone Crusher*) sehingga didapatkan butiran halus lolos saringan no.8 (Soehardi and Putri 2018). Bentuk upaya untuk mengoptimalkan penggunaan aspal buton pada pekerjaan jalan yaitu *cold paving hot mix asbuton*. Menurut spesifikasi Bina Marga *cold paving hot mix asbuton* yaitu material yang terdiri dari asbuton butir, agregat, bahan peremaja dengan proses pencampuran di suhu panas dan hampar dingin 30°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) (Akbariawan, dkk 2015). Lapisan yang dijadikan pada lapis perkerasan adalah Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) yang merupakan jenis lapis permukaan pada perkerasan jalan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan sehingga pada lapis perkerasan ini dirancang tahan terhadap gaya geser, perubahan cuaca dan tekanan roda kendaraan (Rombot 2015).

Menurut penelitian (Thanaya dkk 2017), suhu pemadatan 30°C, 60°C, 90°C, 120°C dan 150°C untuk mendapatkan perbandingan karakteristik campuran *cold paving hot mix asbuton* yang dipadatkan secara dingin dan panas maka hasil yang didapatkan adalah pada suhu 90°C memberikan karakteristik marshall, cantabro, modulus kekakuan, rangkai (*creep*), dan kelelahan (*fatigue*) lebih baik dibandingkan dengan *cold paving hot mix asbuton* yang dipadatkan secara dingin pada suhu ruang 30°C. Pengujian *Indirect Tensile Strength* berguna untuk mengetahui kegagalan tekan, tarik, dan retak pada campuran aspal (Tajudin dan Suparma, 2017) dengan ketentuan nilai *Tensile Strength Ratio* harus lebih besar dari 80% menurut AASHTO T-283.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *cold paving hot mix asbuton* dari CV. Vicky Sentosa. Penelitian dilakukan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.

2.1. Tahapan Penelitian

1. Rancangan Benda Uji

Untuk rancangan benda uji yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Jumlah Rancangan Benda Uji

Variasi Suhu Pemadatan	Jumlah Benda Uji	Jumlah Benda Uji
	<i>Conditional</i>	<i>Unconditional</i>
Variasi Pemadatan Pada Suhu 30°C	3	3
Variasi Pemadatan Pada Suhu 45°C	3	3
Variasi Pemadatan Pada Suhu 60°C	3	3
Variasi Pemadatan Pada Suhu 75°C	3	3
Variasi Pemadatan Pada Suhu 90°C	3	3
Jumlah Benda Uji	30	

2. Extraction test

Extraction test ini bertujuan untuk mendapatkan kadar bitumen dan gradasi agregat pada campuran aspal. Pengujian ekstraksi aspal yang dilakukan menggunakan cara sentrifus yaitu ekstraksi yang dilakukan dengan memutar alat sehingga aspal akan larut pada benda uji (Hayati, dkk, 2014)

3. Sieve Analysis

Sieve Analysis bertujuan agar mengetahui persentasi berat agregat yang lolos dari ayakan saringan, apakah agregat *Cold Paving Hot Mix Asphalt* (CPHMA) termasuk agregat bergradasi kasar atau halus, Agregat merupakan material alami yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus (Arman.A 2021).

4. *Indirect Tensile Strength*

Indirect Tensile Strength adalah pengujian gaya tarik tidak langsung untuk mengetahui karakter *tensile* pada campuran perkerasan (Sarwono, dkk, 2018). Pengujian *indirect tensile strength* menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter dan tebal sampel sama dengan pengujian Marshall.

Hasil uji *indirect tensile strength* didapatkan nilai *Tensile Strength Ratio* yaitu dengan cara membandingkan hasil uji setelah dikondisikan (*conditional*) dan benda uji kondisi kering (*unconditional*).

Rumus *indirect tensile strength* :

$$ITS = \frac{2000 \times P \text{ maks}}{\pi \times t \times d} \tag{1.1}$$

Keterangan :

P maks = Beban maksimum (KN)

t = Tinggi sampel (m)

d = Diameter sampel (m)

Perbandingan nilai *indirect tensile strength unconditional* dan *conditional* digunakan untuk mengetahui nilai *tensile strength ratio*, nilai *tensile strength ratio* harus lebih besar dari 80% menurut AASHTO T-283.

$$TSR = \frac{S2}{S1} \times 100 \tag{1.2}$$

Keterangan :

TSR = *Tensile strength ratio*

S1 = *Indirect tensile strength unconditional* (kPa)

S2 = *Indirect tensile strength conditional* (kPa)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil pengujian ekstrasi aspal

Pengujian ekstrasi aspal mengikuti syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu kadar aspal 6-8 % dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. pengujian ekstrasi aspal

Uraian	Satuan	A
Berat Sampel Sebelum Ekstraksi (A)	gr	1200
Berat kertas Filter (B)	gr	28,9
Berat Kertas Filter Setelah Ekstraksi (C)	gr	29,62
Berat Masa Dari Kertas Filter (D) = C-B	gr	0,72
Berat Sampel Setelah Ekstraksi (E)	gr	1123
Kadar Aspal (F)	%	6,35

Menurut penelitian Pada tabel 2 diatas didapat kadar aspal dari hasil ekstraksi sebesar 6,35% dimana pengujian ini bertujuan untuk melihat kadar aspal dan persentase agregat dengan alat ekstraksi jenis refluks, kelebihan atau keunggulan dari ekstraksi refluks adalah hasil yang diperoleh dari pengujian ekstraksi dapat menyaring filler yang terkandung dalam campuran aspal lebih baik

dan mendapatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan ekstraksi sentrifugal, hal ini dikarenakan ekstraksi refluks mengandalkan uap dari cairan kimia yang membuat proses ekstraksi lebih baik dan hasil yang didapatkan masih dalam batas sesuai spesifikasi yang disyaratkan (Thanaya dkk 2017).

3.2 Hasil pengujian analisa saringan

Pengujian analisa saringan mengikuti syarat spesifikasi Bina Marga 2018 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian analisa saringan

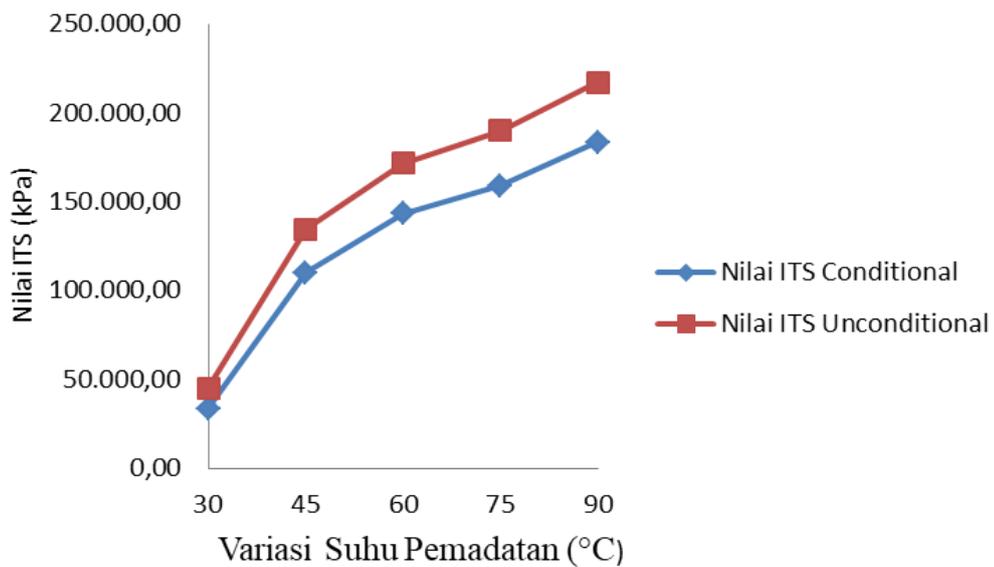
Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat	Berat Lolos (gram)	% Berat Lolos	Keterangan
ASTM	(mm)				
3/4"	19	100	1200	100	Memenuhi
1/2"	12,5	90- 100	1200	100	Memenuhi
3/8"	9,5	-	-	-	-
No. 4	4,75	45- 70	540	45	Memenuhi
No. 8	2,36	25- 55	360	30	Memenuhi
No. 50	0,3	5 - 20	240	20	Memenuhi
No. 200	0,075	2 - 9	60	5	Memenuhi

3.3 Hasil pengujian indirect tensile strength

Pengujian *indirect tensile strength* dilakukan sesuai spesifikasi SNI 6753-2015, dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Pengujian *indirect tensile*

Variasi Suhu Pematatan	<i>Conditional</i>		<i>Unconditional</i>	
	P (KN)	Nilai ITS (kPa)	P (KN)	Nilai ITS (kPa)
Variasi 30°C	0,369	32.320,876	0,517	44.834
	0,443	37.069	0,517	45.887
	0,369	31.447	0,517	44.834
Variasi 45°C	1,034	96.436	1,477	133.614
	1,181	112.262	1,403	126.328
	1,329	121.414	1,551	143.032
Variasi 60°C	1,477	142.330	1,846	176.385
	1,477	140.399	1,698	164.771
	1,551	147.419	1,772	173.716
Variasi 75°C	1,624	154.052	1,846	180.022
	1,772	168.479	2,067	197.551
	1,624	154.439	1,994	192.440
Variasi 90°C	1,920	190.563	2,215	216.026
	1,994	191.269	2,363	228.077
	1,772	168.479	2,141	206.695

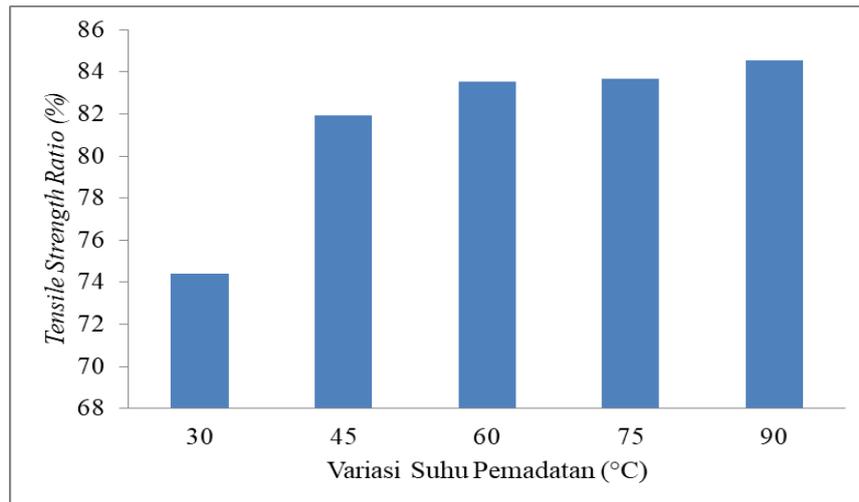


Gambar 1. Grafik pengujian *indirect tensile strength*

Dari hasil pengujian *indirect tensile strength* di dapatkan nilai *tensile strenght ratio* data yang dihasilkan telah mengikuti syarat spesifikasi dari AASHTO T-283 yaitu lebih besar dari 80%, dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 2.

Tabel 5. Pengujian *tensile strenght ratio*

Variasi Suhu Pematatan	Jenis Kondisi	ITS Rata-rata (kPa)	TSR (%)	Keterangan
30°C	<i>Unconditional</i>	45.185	74,39	Tidak Memenuhi
	<i>Conditional</i>	33.612		
45°C	<i>Unconditional</i>	134.325	81,92	Memenuhi
	<i>Conditional</i>	110.038		
60°C	<i>Unconditional</i>	171.624	83,54	Memenuhi
	<i>Conditional</i>	143.383		
75°C	<i>Unconditional</i>	190.004	83,68	Memenuhi
	<i>Conditional</i>	158.990		
90°C	<i>Unconditional</i>	216.933	84,56	Memenuhi
	<i>Conditional</i>	183.437		



Gambar 2. Grafik *tensile strenght ratio*

4 Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian *indirect tensile strenght conditional* pada suhu 30°C sebesar 33.612 kPa, 45°C sebesar 110.038 kPa, 60°C sebesar 143.383 kPa, 75°C sebesar 158.990 kPa, 90°C sebesar 183.437 kPa. Pengujian *indirect tensile strenght unconditional* pada suhu 30°C 45.185 kPa, 45°C sebesar 134.325 kPa, 60°C sebesar 171.624 kPa, 75°C sebesar 190.004 kPa, 90°C sebesar 216.933 kPa. Dari hasil perbandingan nilai *conditional* dan *unconditional* didapatkan nilai *tensile strenght ratio* pada setiap variasi suhu pematadatan, suhu 30°C sebesar 74,39 %, 45°C sebesar 81,92 %, 60°C sebesar 83,54 %, 75°C sebesar 83,68 %, 90°C sebesar 84,56 %. Dari nilai *tensile strenght ratio* disimpulkan bahwa suhu pematadatan 30°C belum memenuhi spesifikasi dari AASHTO T-283 yaitu >80 %..

Daftar Pustaka

- Akbariawan, R., Fadiansyah, R., Djakfar, L., Bowoputro, H., 2015, Penggunaan Material Lokal Madura Terhadap Kinerja Campuran CPHMA (*Cold Paving Hot Mix Asbuton*), *Teknik Sipil Konsentrasi Transportasi*, Vol. 2 No. 1, pp. 743-752.
- Akbariawan, dkk, 2015. (2015). Campuran Cphma (Cold Paving Hot Mix Asbuton). *Teknik Sipil Konsentrasi Transportasi*.
- Arman.A. 2021. “Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar SNI 7656-2012 Dan ASTM C 136-06.” *Nuevos sistemas de comunicación e información* I(2): 2013–15.
- Hayati, Nunung Nuring, Sonya Sulistyono, and Rahmawan Budi Satryo. 2014. “Perbandingan Hasil Uji Ekstraksi Campuran AC=BC Mnggunakan Metode Refluks Dan Metode Sentrifus.” *Perbandingan Hasil Uji Ekstraksi Campuran AC-BC Menggunakan Metode Refluks dan Metode Sentrifus*: 22–24.
- I Nyoman Arya Thanaya, I wayan Suweda, A.A. Adi Sparsa. 2017. “Perbandingan Karakteristik Campuran Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) Yang Dipadatkan Secara Dingin Dan Panas.” *Jurnal Teknik Sipil* 24(3): 247–56.
- Rombot, Prylita. 2015. “Kajian Kinerja Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Aspal Beton Sebagai Lapis Aus Bergradasi Kasar Dan Halus.” *Jurnal Sipil Statik* 3(3): 190–97.
- Sarwono Djoko, Pramesti F.P, Kurniawan H.L. 2018. “Analisis Tensile Strength , Bending , Cantabro , dan Permeabilitas pada Split Mastic Asphalt (SMA) dengan Bahan Tambah High Density Polyethylene (HDPE).” *Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL* Vol.6(No.2): pp.256-262.
- Soehardi, Fitridawati, and Lusi Dwi Putri. 2018. “Penggunaan Aspal Buton Berbutir Pada

Campuran Lapisan Perkerasan Ac-Bc.” *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru* 6(1): 6–14.

Sutrisna, I Gede Utama hadi. 2021. “Evaluasi Material Lokal Campuran Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) Stabilitas Marshall Sebagai Parameter Ketahanan Terhadap Deformasi.” *jurnal ilmiah sangkareang mataram* 8(3): 2013–15.

Tajudin, Anissa Noor, and Latif Budi Suparma. 2017. “Pengaruh Rendaman Pada Indirect Tensile Strength Campuran AC-BC Dengan Limbah Plastik Sebagai Agregat Pengganti.” *Media Komunikasi Teknik Sipil* 23(2): 166.

Pengembangan Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi Berbasis Android

Development of Cost Estimation Application on Irrigation Project Using Android

Maria F. Besituba^{1*)}, Partogi H. Simatupang², H. A. Hidayat Rizal³,

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article Info:

Kata kunci:

Pengembangan, Aplikasi, Rencana Anggaran Biaya, Jaringan Irigasi, Android

Keywords:

Development, Application, Cost Estimation, Irrigation, Android

Article history:

Received: 01-03-2023

Accepted: 29-05-2023

*) Koresponden email:

¹maria.besituba@gmail.com

²partogihsimatupang@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sebuah aplikasi untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi Berbasis Android dengan menggunakan Android Studio dengan Java sebagai bahasa pemrograman. Dalam penelitian ini menggunakan metode *waterfall*. Hasil dari penelitian ini yaitu aplikasi perhitungan Rencana Anggaran Biaya Jaringan Irigasi yang digunakan di *platform* android dan output berupa file PDF (AHSP, RAB dan Rekapitulasi). Aplikasi ini memuat beberapa menu yaitu *Splash Screen*, *Cover*, *Login*, *Register*, Informasi Proyek, Analisa Harga Satuan Pekerjaan, Rencana Anggaran Biaya, Rekapitulasi dan Ouput. Aplikasi ini menggunakan Minimum SDK (API:5.0 (Lollipop)) sehingga hanya dapat digunakan oleh *user* yang memiliki Versi Android 5.0 keatas. Dan aplikasi digunakan secara online (membutuhkan internet).

Abstract

This research was conducted to produce an application for the calculation of Cost Estimation Application on Irrigation Project Using Android using Android Studio with Java as the programming language. In this study using the waterfall method. The results of this study are the application for calculating Cost Estimation Irrigation used on the Android platform and the output is in the form of PDF files (AHSP, RAB and Recapitulation). This application contains several menus, namely *Splash Screen*, *Cover*, *Login*, *Register*, Project Information, Unit Price Analysis, Cost Budget Plan, Recapitulation and Output. This application uses the Minimum SDK (API: 5.0 (Lollipop)) so that it can only be used by users who have Android Version 5.0 and above. And the application is used online (requires internet).

1. Pendahuluan

Umumnya perencanaan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi menggunakan perhitungan MS.Exel dan *hardware* (laptop) karena dapat dibawa kemana pun kita pergi. Namun, seiring dengan perkembangan dan pemanfaatan teknologi informasi yang sangat cepat dan pesat, masyarakat mulai meninggalkan laptop dan mulai beralih menggunakan *handphone* (aplikasi berbasis android) karena lebih mudah dibawa dan diakses kapanpun. Banyak *stakeholder* dan pengawas lapangan sebuah proyek ingin mengetahui harga, jumlah bahan dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam suatu proyek secara cepat dan akurat. Apalagi jika *stakeholder* tersebut memiliki mobilitas yang tinggi akan sangat memudahkan, bila memiliki perangkat yang dapat memunculkan informasi secara *mobile*. Perangkat *mobile* yang paling diminati dewasa ini adalah perangkat *mobile* berbasis Android dimana penggunaannya telah banyak ditemukan dalam berbagai aplikasi mulai dari aplikasi game, aplikasi toko online dan lain sebagainya. Wilapa, dkk (2015) dan Rajela, dkk (2016) telah melakukan penelitian terhadap pembuatan aplikasi perhitungan rencana anggaran biaya pembangunan rumah sederhana sedangkan Ardian, dkk (2017) melakukan penelitian terhadap pembuatan aplikasi untuk menunjang pekerjaan *owner surveyor* dalam mengawasi pembangunan kapal baru berbahan FRP. Ketiga peneliti ini sama-sama menghasilkan aplikasi perhitungan berbasis android. Perbedaan penelitian sebelumnya dan penelitian sekarang terletak pada metode, bahasa pemrograman, *software* dan tinjauan (jaringan irigasi). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasi menjadi aplikasi perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi berbasis Android yang dapat digunakan di *handphone*.

2. Alat, Data dan Metode Penelitian

Alat yang digunakan yaitu *software* Android Studio yaitu Lingkungan Pengembangan Terpadu (*Integrated Development Environment/IDE*) resmi untuk pengembangan aplikasi Android, Android Developers (2019) dengan bahasa pemrograman Java yaitu bahasa pemrograman yang dapat dijalankan diberbagai perangkat komputer, termasuk pada ponsel Kurniawan dkk (2011). Data yang digunakan yaitu file exel Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Jaringan Irigasi yang diambil dari proyek “Rehabilitasi Jaringan Irigasi (D.I TIWUBERA), Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Tahun Anggaran 2022” yang digunakan sebagai acuan untuk pengembangan pembuatan aplikasi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *waterfall* (metode air terjun), yakni metode yang melalui tahap-tahap perancangan secara teratur dimulai dari *Requirement Definition, Sistem and Software Design, Implementation and Unit Testing, Integration and System Testing, dan Operation and Maintenance*, Sommerville (2011) yang dilakukan pada bulan Mei 2022 – September 2022.

1. *Requirement definition*

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kabupaten Nagekeo dengan cara memasukan surat izin kepada Dinas PU perihal permintaan data proyek “Rehabilitasi Jaringan Irigasi (D.I TIWUBERA), Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Tahun Anggaran 2022” untuk penelitian Tugas Akhir (TA). Dan untuk data primer peneliti melakukan wawancara dan *survey* harga toko bangunan untuk mendapatkan informasi daftar Harga Pasaran dan Harga Toko Bangunan. Peneliti kemudian mengolah data agar didapatkan data yang lengkap mengenai spesifikasi kebutuhan pengguna akan perangkat lunak yang dikerjakan.

2. *Sistem and software design*

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis dan *design system* untuk kemudian diimplementasikan pada *design* pengembangan dan menyiapkan kebutuhan *hardware* dalam pembuatan sistem perangkat lunak (aplikasi).

3. *Implementation and unit testing*

Pada tahap ini peneliti melakukan pemrograman menggunakan Android Studio dan bahasa program Java dimana pembuatan perangkat lunak (aplikasi) dibagi menjadi modul-modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam satu kesatuan menu yang telah di *design*. Pada tahap ini juga dilakukan pengujian terhadap modul kecil yang telah dibuat sebelumnya.

4. *Integration and system testing*

Pada tahap ini seluruh modul kecil yang dibuat dan diuji di tahap *implementasi* selanjutnya diintegrasikan dalam menu (sistem) hasil *design* secara keseluruhan. Setelah proses *integrasi* selesai, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dan pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui kemungkinan adanya kegagalan dan kesalahan pada sistem.

5. *Operation and maintenance*

Pada tahap akhir, perangkat lunak (aplikasi) yang sudah selesai dikerjakan kemudian dioperasikan *user* dan dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan meliputi perbaikan kesalahan, perbaikan *implementasi unit* sistem, dan penyesuaian sistem dengan kebutuhan *user*.

2.1 *Rencana Anggaran Biaya (RAB)*

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, alat, upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan suatu proyek tersebut, Ibrahim (1993).

2.2 *Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)*

Analisa Harga Satuan Pekerjaan merupakan perhitungan untuk satuan pekerjaan tiap 1m, 1m², 1m³, dimana dalam satuan pekerjaan ini diuraikan harga upah tukang, kepala tukang, mandor tiap pekerjaan, dan bahan atau material pekerjaan, Christina (2009).

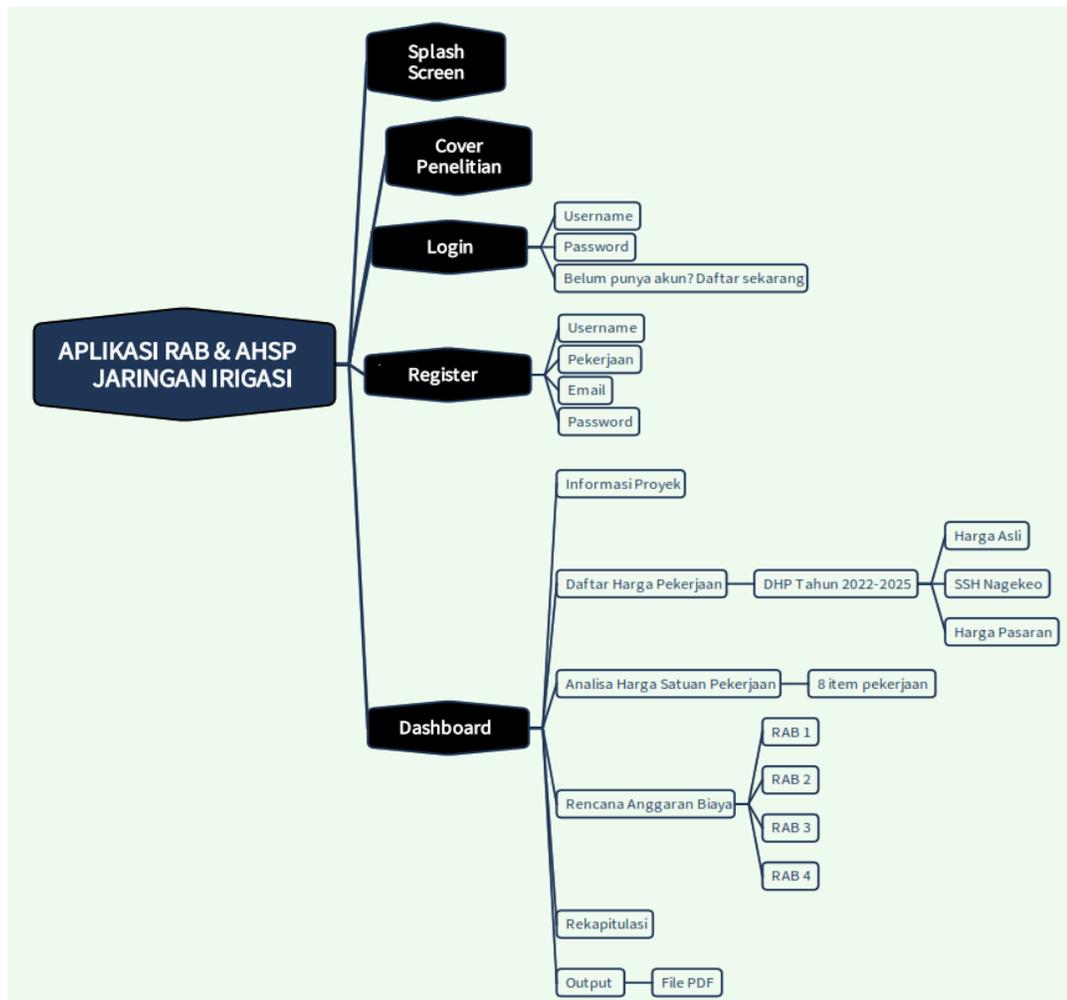
2.3 *Jaringan Irigasi*

Berdasarkan Permen No.4 Tahun 2021 jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. *Pembuatan konsep design aplikasi*

Untuk *design* aplikasi dibuat atau *didesign* oleh saya sebagai peneliti berdasarkan data excel yang diperoleh. Untuk konsep aplikasi dibuatkan dalam bentuk flowchart *design*. Berikut flowchart *design* aplikasi ditampilkan dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart *design* aplikasi

3.2. Simulasi penggunaan aplikasi

Berikut adalah simulasi penggunaan program aplikasi RAB & AHSP JARINGAN IRIGASI.

a) Tampilan awal (*Splash Screen*)



Gambar 2. Tampilan awal (*splash screen*)

Pada saat pertama kita membuka aplikasi maka akan muncul tampilan seperti diatas yaitu *Splash screen*. Setelah tampilan ini berlalu maka dilanjutkan pada tampilan selanjutnya yaitu **Cover penelitian**.

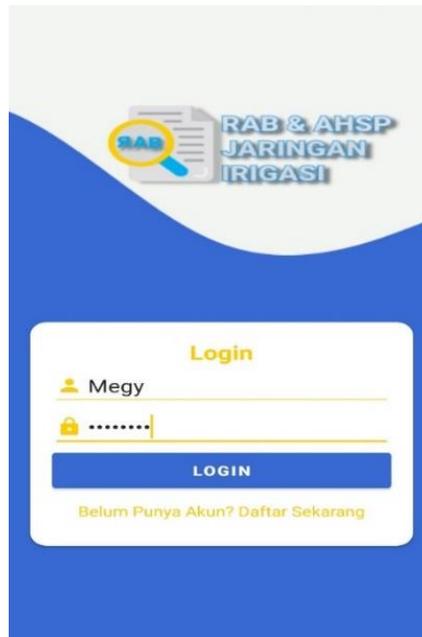
b) *Cover penelitian*



Gambar 3. *Cover penelitian*

Pada halaman *cover penelitian* ini memuat dan identitas peneliti, fakultas dan universitas. Untuk masuk ke halaman berikutnya *user* perlu mengklik panah selanjutnya.

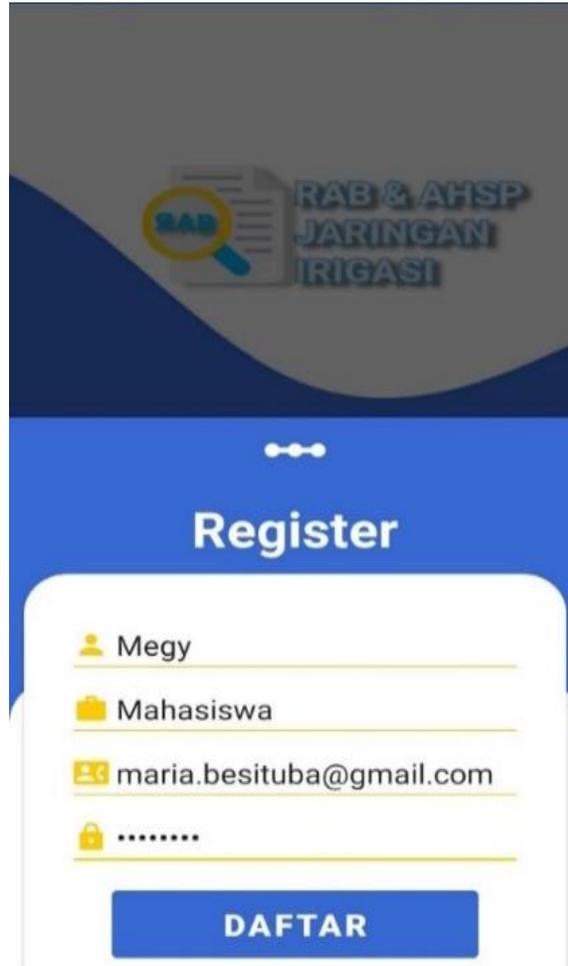
c) *Menu login*



Gambar 4. *Menu login*

Setelah itu, akan muncul halaman *login* dan *user* dipersilahkan untuk mengisi *username* dan *password* jika telah mempunyai akun dan jika belum *user* mengklik pada text **“Belum Punya Akun? Daftar Sekarang”** dengan demikian *user* diarahkan ke menu *registrasi*. Dan setelah melakukan *registrasi* maka *user* akan diarahkan kembali ke halaman *Login* untuk dimasukkan ulang *username* dan *password* yang telah didaftarkan.

d) Menu *register*

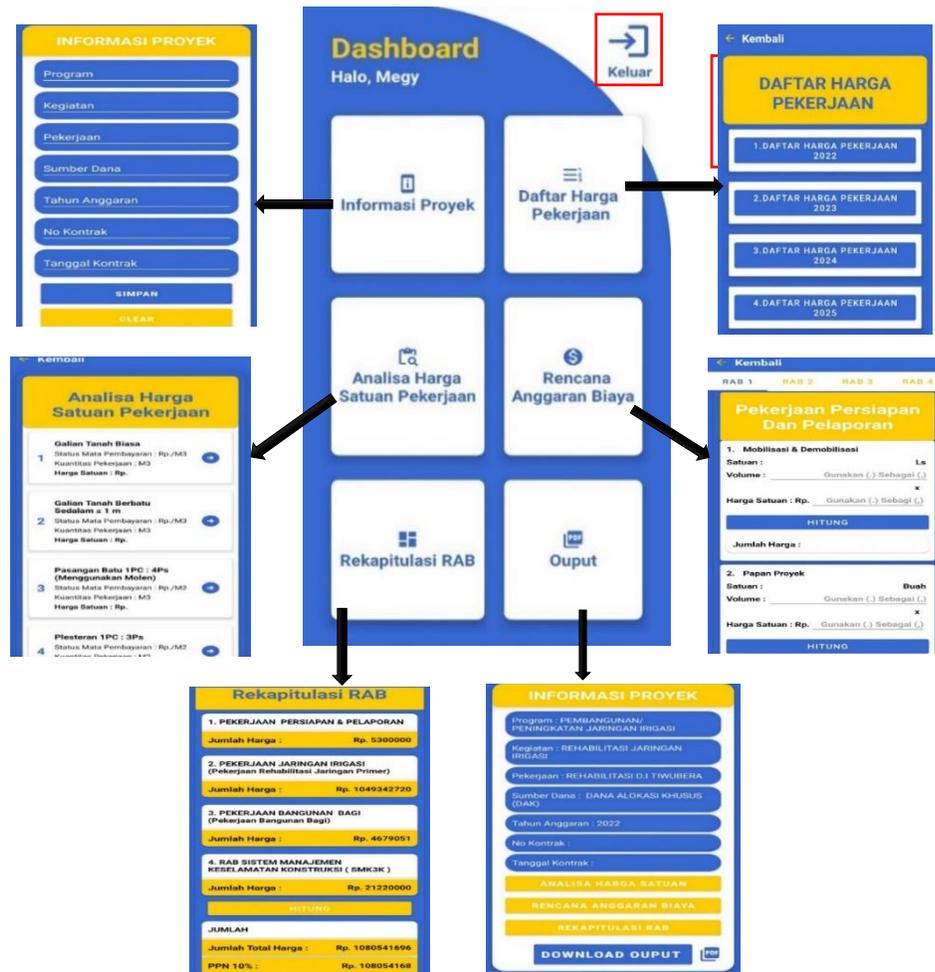


The image shows a mobile application interface for registration. At the top, there is a header with a logo and the text "RAB & AHSP JARINGAN IRIGASI". Below the header is a blue bar with the word "Register" in white. The main content area is a white rounded rectangle containing four input fields with yellow borders and icons: a person icon for the name field (filled with "Megy"), a briefcase icon for the occupation field (filled with "Mahasiswa"), an envelope icon for the email field (filled with "maria.besituba@gmail.com"), and a lock icon for the password field (filled with "*****"). At the bottom of the form is a blue button with the word "DAFTAR" in white capital letters.

Gambar 5. Menu *register*

Pada halaman ini, *user* akan melakukan *registrasi* dengan mengisi biodata berupa *Username*, *Pekerjaan*, *Email/No Hp* dan *Password*.

e) Dashboard



Gambar 6. Dashboard

Setelah melakukan *registrasi* dan *login*, *user* diarahkan ke halaman *Dashboard* dimana halaman ini menjadi kunci utama atau pengontrol hubungan setiap menu didalamnya. Di dalam halaman ini terdapat 6 menu yaitu Menu Informasi Proyek, Menu Daftar Harga Pekerjaan, Menu Analisa Harga Satuan Pekerjaan, Menu Rencana Anggaran Biaya, Menu Rekapitulasi RAB dan Menu Output (PDF) yang semuanya berkaitan satu sama lain. Di halaman ini juga memuat Logout yang mengarahkan *user* untuk keluar dari aplikasi ini.

f) Informasi proyek

Setelah *user* berada di halaman *Dashboard*, langkah selanjutnya yaitu *user* mengisi informasi proyek pada menu Informasi Proyek dengan tujuan sebagai identitas pada file PDF Rencana Anggaran Biaya suatu proyek. *User* dapat mengisi sesuai urutan yang ada yaitu dimulai dari Program, Kegiatan, Pekerjaan, Sumber Dana, Tahun Anggaran, No Kontrak, Tanggal Kontrak dan selanjutnya mengklik Simpan untuk menyimpan atau Clear untuk menghapus data yang telah diisi.

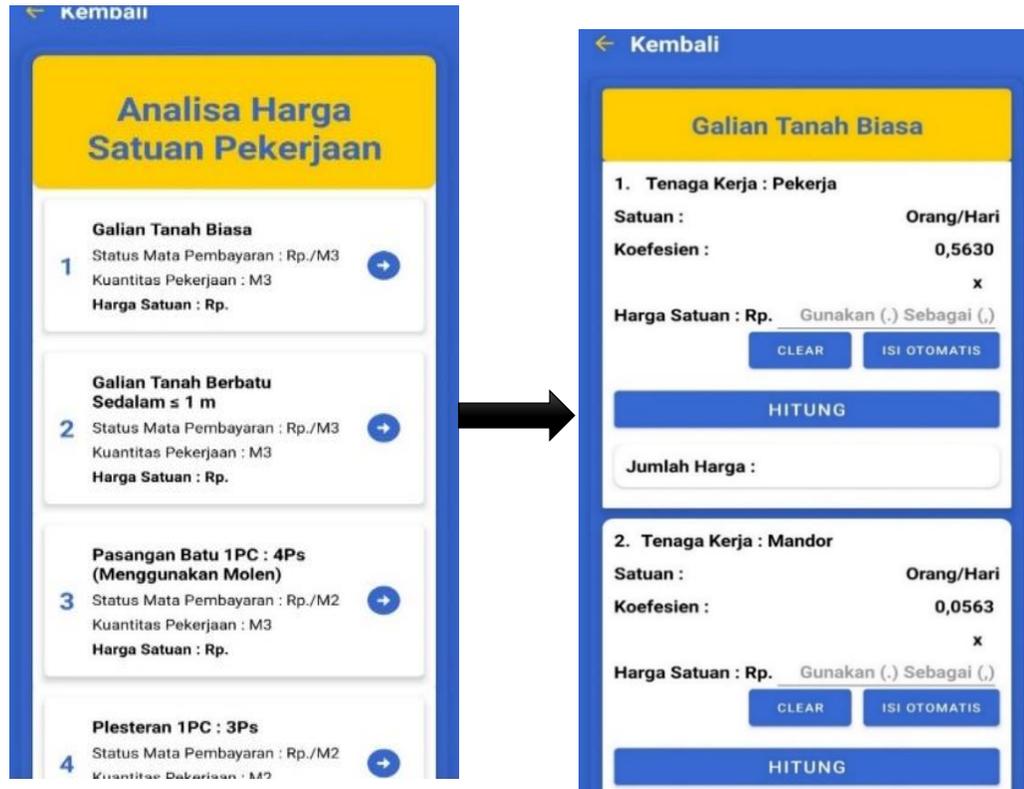
g) Daftar harga pekerjaan



Gambar 7. Daftar harga pekerjaan

Setelah mengisi informasi proyek, *user* bisa mengecek harga pada menu Daftar harga pekerjaan yang nantinya dapat digunakan sebagai harga satuan pada perhitungan AHSP dan RAB. Untuk harga disediakan 3 item harga yaitu Harga Asli, Harga Pasaran dan Toko Bangunan dan Standar Satuan Harga Kabupaten Nagekeo. Setelah dari menu ini, *user* diarahkan untuk memulai perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada menu selanjutnya.

h) Analisa harga satuan pekerjaan



Gambar 8. Analisa harga satuan pekerjaan

Selanjutnya, *user* mulai melakukan perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan dengan mengikuti simulasi program yang telah ditampilkan dalam gambar. Pada menu ini, *user* diarahkan untuk mengisi harga satuan dimana terdapat 2 pilihan yaitu menginput harga secara manual dan secara otomatis. Untuk harga otomatis diambil dari Harga Asli (sebagai studi kasus) sedangkan harga manual diinput oleh *user* sesuai perkiraannya sendiri. Setelah harga satuan diisi, *user* mengklik tombol hitung kemudian angkanya akan muncul secara otomatis di bagian jumlah harga yang kemudian setelah semua angka muncul, *user* selanjutnya mengklik tombol *save* untuk menyimpan hasil perhitungan. Setelah di *save*, akan kembali ke halaman sebelumnya dimana, *user* dapat melanjutkan perhitungan analisa selanjutnya sesuai list pada tampilan tersebut.

i) Rencana anggaran biaya

Setelah melakukan perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan, *user* kemudian diarahkan untuk melakukan perhitungan pada menu Rencana Anggaran Biaya. Pada menu ini, untuk RAB 1 dan RAB 4 *user* melakukan penginputan volume dan harga satuan secara manual dengan artian bahwa *user* diberi kebebasan untuk membuat harga perkiraannya sendiri. Sedangkan untuk RAB 2 dan RAB 3 *user* hanya perlu memasukkan volume yang diinput secara manual dan untuk harga satuan terbilang otomatis dari menu Analisa Harga Satuan Pekerjaja dan untuk cara kerja sama seperti perhitungan pada Analisa Harga satuan Pekerjaan.

j) Rekapitulasi

Setelah melakukan perhitungan pada menu Rencana Anggaran Biaya, maka semua data yang telah dihitung kemudian direkap otomatis oleh suatu menu yaitu Rekapitulasi RAB. Pada menu

ini setiap harga pada ke-4 divisi kemudian dihitung jumlah total akhir dari suatu perhitungan. *User* hanya perlu mengklik tombol hitung sehingga harga akhir dari rekapitulasi akan muncul pada layar.

k) Output

Menu yang terakhir yaitu Output dimana pada menu ini *user* bisa mendownload file PDF Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Dan Analisa Harga Sataun Pekerjaan dari suatu proyek Jaringan Irigasi dnegan melewati ke-5 menu sebelumnya.

3.3. Perbandingan hasil aplikasi yang dikembangkan dengan rab kontrak studi kasus

Tabel 1. Perbandingan hasil aplikasi yang dikembangkan dengan rab kontrak studi kasus

No	Nama Pekerjaan	Perhitungan Aplikasi Yang Dikembangkan	Perhitungan RAB Kontrak (Studi Kasus)	Persentase (%)
I	Pekerjaan Persiapan Dan Pelaporan	Rp 5,300,000.00	Rp 5,300,000.00	0%
II	Pekerjaan Jaringan Irigasi (Pekerjaan Rehabilitasi Jaringan Primer)	Rp 1,049,342,720.00	Rp 1,049,341,408.76	0%
III	Pekerjaan Bangunan Bagi (Pekerjaan Bangunan Bagi)	Rp 4,679,051.00	Rp 4,679,046.99	0,01%
IV	Rab Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMK3K)	Rp 21,220,000.00	Rp 21,220,000.00	0%

Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat disimpulkam bahwa selisih untuk perbandingan perhitungan Rencana Anggaran Biaya kontrak studi kasus dan perhitungan aplikasi yang dikembangkan dinyatakan sama dengan presentase eror = $((Rp5,300,000.00 - Rp5,300,000.00) / Rp5,300,000.00) * 100\% = 0\%$ berlaku untuk pekerjaan II-IV Dengan demikian, aplikasi ini dinyatakan berhasil dan dapat digunakan oleh pihak-pihak yang membutuhkannya.

4 Kesimpulan

Perancangan aplikasi “Pengembangan RAB Dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Jaringan Irigasi Berbasis Android” dengan studi kasus yaitu Proyek “Rehabilitasi Jaringan Irigasi (D.I TIWUBERA, Kecamatan Mauponggo Kabupaten Nagekeo Tahun 2022)” menggunakan Android Studio dengan bahasa pemograman Java. Pada aplikasi ini terdapat menu-menu seperti *Splash Screen*, *Cover*, *Login*, *Register*, Informasi Proyek, Daftar Harga Pekerjaan, Analisa Harga Satuan Pekerjaan, Rencana Anggaran Biaya, Rekapitulasi RAB dan Output. Aplikasi menggunakan Minimum SDK (API 21:Android 5.0 (Lolipop)) sehingga dapat didownload dan digunakan ole *user* yang memiliki Android dengan Versi 5.0 keatas dan jika *user* memiliki Versi 5.0 kebawah maka aplikasi ini tidak dapat digunakan di hp android. Pada aplikasi ini bagian yang di-open (diisi manual) yaitu *Register*, *Login*, Informasi Proyek, Harga Satuan (di AHSP dan RAB 1 & RAB 4) dan Volume (di RAB), sedangkan bagian yang di-*close* (dikunci) yaitu Menu Daftar Harga Pekerjaan, Harga Satuan (ISI

OTOMATIS di AHSP dan RAB 2 & RAB 3), Keuntungan & biaya overhead 15%, dan PPN 10%. Cara penggunaan aplikasi ini telah dibuatkan dalam simulasi program pada BAB IV berupa hasil *Screen Shoot* dari aplikasi dan simulasi program ini juga dibuatkan dalam bentuk video tutorial penggunaan aplikasi tersebut.

Daftar Pustaka

- Android Developers. (2019). Mengenal Android Studio. Retrieved from developer.android.com: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=ID>
- Ardian, R , Pribadi, W.R.S dan Arif, S.M. 2017.Perancangan Aplikasi Komputer Berbasis Android untuk Menunjang Pekerjaan Owner Surveyor dalam Mengawasi Pembangunan Kapal Baru Berbahan FRP. Jurnal Teknik ITS, 6 (2).
- Christina. 2009 . Menghitung RAB Pembangunan Rumah. Yogyakarta: MedPress
- Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kabupaten Nagekeo. Bidang Sumber Daya Air. Proyek Rehabilitasi Jaringan Irigasi (D.I TIWUBERA). Dana Alokasi Khusus (DAK). 2022
- Kurniawan Khannedy, Eko. 2012.*Membuat Aplikasi Java Web Enterprise Sederhana*.Bandung : Pusat Pembelajaran Ilmu Komputer.
- Ibrahim, Bachtiar. 1993. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: Bumi Aksara
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.4 Tahun 2021. Pedoman Penyelenggaraan Program Percepatan Peningkatan Tata Guna Air Irigasi.
- Rajela, A dan Apriansyah.2017.*Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Dengan Aplikasi Berbasis Android*. Jurnal Teknik, Vol.6 No.2
- Sommerville, Ian. 2011. *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)*. Jakarta: Erlangga
- Wilapa, D.A dan Tanone, R.2015. Perancangan dan Impementasi Rencana Anggaran Biaya untuk Membangun Rumah Sederhana Tidak Bertingkat Berbasis Android. Artikel Ilmiah.Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.

Pengaruh Waktu Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen Kupang dengan Bahan Tambah *Fly Ash*

The Effect Of Sea Water Immersion Time On Strong Press Concrete Using Kupang Cement With Fly Ash Additional Ingredients

Dantje A. Sina¹, H. A. Hidayat Rizal², Maria M. Siba^{3*}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Beton, Fly ash, Air Laut, Curing, Kuat Tekan

Keywords:

Concrete, Fly ash, Seawater, Curing, Compressive Strength

Article history:

Received: 1-03-2023

Accepted: 28-05-2023

*Koresponden email:

Magdalenasiba1998@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan tekan beton dan pengaruh umur perendaman terhadap merek Semen Kupang dengan penambahan variasi fly ash sebanyak 4 sampel dengan komposisi berbeda yaitu 0%, 20%, 40% dan 60% serta menggunakan variasi perendaman dalam air laut selama 28 hari, 60 hari, dan 90 hari. Perancangan campuran beton ini menggunakan SK SNI 03-2834-2000 dengan mutu rencana 25 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton yang berumur 28 hari, dengan komposisi *fly ash* 0%, 20%, 40% dan 60% yakni : 21,57 MPa, 21,99 MPa, 20,19 MPa dan 19,53 MPa. Kuat tekan beton yang berumur 60 hari dengan komposisi *fly ash* 0%, 20%, 40% dan 60% yakni : 25,67 MPa, 25,86 MPa, 20,76 MPa dan 20,19 MPa. kuat tekan beton yang berumur 90 hari dengan komposisi *fly ash* 0%, 20%, 40% dan 60% yakni : 21,33 MPa, 20,51 MPa, 20,38 MPa dan 19,63 MPa. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat tekan tertinggi dan terendah adalah pada persentase *fly ash* 20% pada umur 60 hari dan persentase *fly ash* 60% pada umur 28 hari.

Abstract

This study aims to analyze the compressive strength of concrete and the effect of immersion age on the Semen Kupang variations of fly ash as many as 4 samples with different compositions, namely 0%, 20%, 40%, and 60% and using variations of immersion in seawater for 28 days, 60 days, and 90 days. The design of this concrete mix uses SK SNI 03-2834-2000 with a design quality of 25 MPa. The results of the compressive strength test of concrete aged 28 days, with fly ash compositions of 0%, 20%, 40%, and 60% namely: 21.57 MPa, 21.99 MPa, 20.19 MPa and 19.53 MPa. The compressive strength of 60 days old concrete with fly ash composition of 0%, 20%, 40% and 60% are: 25.67 MPa, 25.86 MPa, 20.76 MPa and 20.19 MPa. compressive strength of concrete aged 90 days with fly ash composition of 0%, 20%, 40% and 60% namely: 21.33 MPa, 20.51 MPa, 20.38 MPa and 19.63 MPa. Based on the test results, the highest and lowest compressive strength values were at the percentage of fly ash 20% at the age of 60 days and the percentage of fly ash 60% at the age of 28 days.

1. Pendahuluan

Dalam proses pembuatan bangunan beton di daerah pantai, kontak langsung dengan air laut terkadang tidak dapat dihindarkan. Struktur beton yang terletak di pinggir laut dan terkena Zat garam air laut bisa merusak beton. Garam secara berangsur-angsur bisa masuk ke dalam struktur beton dan membuat besi di dalamnya mengalami korosi sehingga menyebabkan beton tidak kuat menahan beban. Maka untuk mengatasi hal ini, berbagai penelitian dilakukan untuk mencari alternatif penggunaan material pembentuk beton yang dapat mengurangi penyerapan air laut terhadap beton dan kuat tekan beton yang direncanakan bisa tercapai. Oleh karena itu Penggunaan material *fly ash* sebagai material pembentuk beton dapat mengurangi penyerapan air laut terhadap beton didasari pada sifat material ini yaitu bersifat Pozolanik (SNI 03-6414-2002).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Amy Wadu (2014) menyatakan bahwa kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut lebih tinggi dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar untuk masa perawatan 7 hari. Sementara untuk masa perawatan 14 hari dan 28 hari kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut lebih rendah dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui fungsi *fly ash* sebagai bahan aditif dalam beton bisa sebagai pengisi (*filler*) yang akan menambah internal kohesi dan mengurangi porositas daerah transisi yang merupakan daerah terkecil dalam beton untuk menutupi pori-pori beton agar dapat menghindari absorpsi air laut pada beton dan dapat meningkatkan kuat tekan beton.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam dalam penelitian adalah Agregat Kasar yang diambil dari Desa pariti Kabupaten Kupang, Agregat halus diambil dari Desa Takari Kabupaten Kupang, Semen yang digunakan adalah Semen Kupang, *fly ash* diambil di PLTU Bolok, dan Air diambil di Laboratorium Beton. penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang. Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan dari Maret 2021 sampai Oktober 2021.

2.1 Teknik Pengambilan Data

1. Teknik Dokumentasi

Teknik Dokumentasi yaitu teknik pengambilan data dengan cara mengumpulkan teori-teori yang menunjang penelitian serta dokumentasi (pengambilan gambar) langsung dilapangan. Dokumentasi dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik.

2. Teknik Pengukuran/Pengujian

Teknik pengukuran/pengujian adalah teknik pengumpulan data yang bersifat kuantitatif untuk mengetahui tingkat atau derajat tertentu dari obyek penelitian berupa hasil-hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium seperti:

- a. Pengujian analisis saringan agregat.
- b. Pengujian berat jenis agregat.
- c. Pengujian berat satuan agregat.
- d. Pengujian kadar lumpur agregat.
- e. Pengujian kadar air agregat.
- f. Pengujian kuat tekan beton dan penyerapan air laut terhadap beton.

2.2 Tahapan Penelitian

1. Tahap I (Persiapan bahan dan alat)

Pada tahap ini semua bahan material serta alat-alat yang akan digunakan harus dipersiapkan terlebih dahulu.

2. Tahap II (Pemeriksaan Bahan)

Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus Yakni :

- a. Pemeriksaan Gradasi Agregat (SNI 03-1968-1990)
- b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat SNI 03- 1970- 1990)
- c. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat (SNI 13-6669-2002)
- d. Pemeriksaan Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)

- e. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat (SNI 03-4808-1998)
 - f. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar (SNI 03-2417-1991)
3. *Tahap III (Pembuatan Benda Uji)*
- a. Material-material yang telah disiapkan antara lain semen, abu terbang, agregat halus, agregat kasar, serta air ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan *mix design* yang telah dihitung dengan memperhatikan kapasitas *concrete mixer* (molen) dan jumlah cetakan yang tersedia.

Tabel 1. Hasil *Mix Design* Beton

Rasio Fly Ash/Semen	Komposisi	Kg
0% : 100%	Air	10,881
	Semen Tipe 1	21,377
	Fly Ash	0,000
	Agregat Kasar	67,103
	Agregat Halus	30,888
20% : 100%	Air	10,881
	Semen Tipe 1	21,377
	Fly Ash	4,275
	Agregat Kasar	67,103
	Agregat Halus	30,888
40% : 100%	Air	10,881
	Semen Tipe 1	21,377
	Fly Ash	8,551
	Agregat Kasar	67,103
	Agregat Halus	30,888
60% : 100%	Air	10,881
	Semen Tipe 1	21,377
	Fly Ash	12,826
	Agregat Kasar	67,103
	Agregat Halus	30,888

- b. Campurkan terlebih dahulu semen dan abu terbang yang telah ditimbang tadi kedalam suatu loyang/ember secara merata, setelah itu masukkan agregat kasar dan agregat halus kedalam molen. Hidupkan molen beberapa menit agar kedua jenis agregat tadi tercampur kemudian matikan molen dan masukkan campuran antara semen dan *fly ash* tadi. Hidupkan kembali molen agar campuran benar-benar tercampur secara merata lalu tambahkan air secara bertahap ke dalam molen sambil memperhatikan campuran tersebut.
 - c. Setelah bahan tercampur sempurna, matikan molen. Masukkan campuran beton tersebut kedalam cetakan-cetakan beton yang tersedia lalu dirojok sesuai prosedur pekerjaan pembetonan kemudian dibiarkan selama ± 24 jam.
 - d. Buka cetakan beton dan keluarkan benda uji kemudian rendam dalam bak perendaman sesuai umur rencana.
4. *Tahap IV (Pengujian)*
- Setelah dilakukan perawatan terhadap benda uji sesuai umur rencana masing-masing, kemudian dilakukan beberapa pengujian terhadap benda uji tersebut. Pengujian-pengujian itu antara lain :
- a. Pengujian absorpsi/penyerapan beton berdasarkan SNI 03-6433-2000.
 - b. Pengujian kuat tekan beton sesuai SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

3. Hasil dan Pembahasan

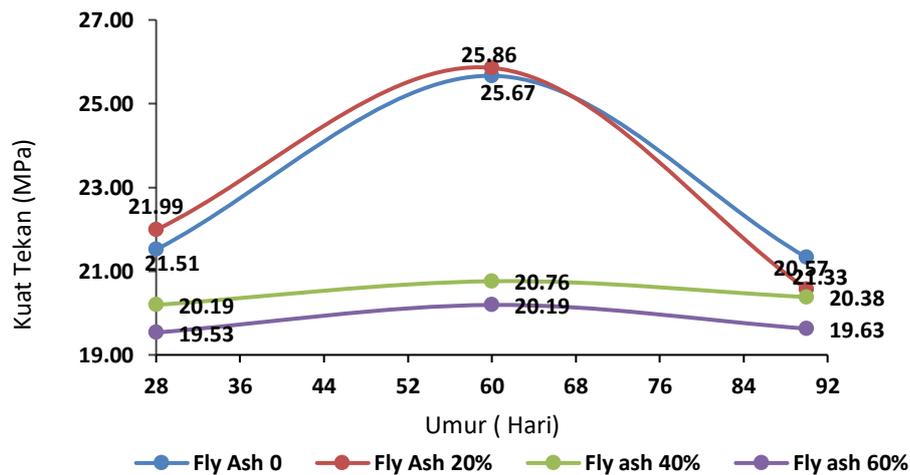
3.1 Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton untuk masing-masing perlakuan dengan variasi fly ash dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Lamanya Curing (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)			
	Rasio fly ash (%)			
	0	20	40	60
28	21,51	21,99	20,19	19,53
60	25,67	25,86	20,76	20,19
90	21,33	20,57	20,38	19,63

Berdasarkan tabel hasil pengujian kuat tekan beton pada table 2, maka dapat dilihat grafik hubungan antara kuat tekan beton dengan umur beton pada Gambar 1.

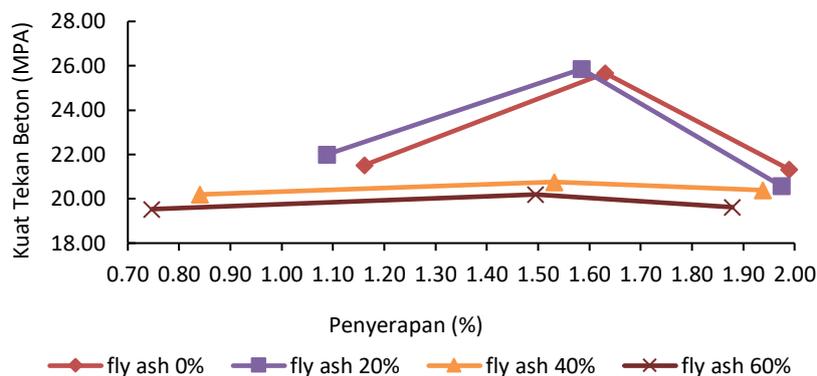


Gambar 1. Grafik Hubungan antara Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 terlihat bahwa :

1. Untuk beton yang berumur 28 hari dengan variasi *fly ash* 20%, 40% dan 60% menghasilkan kekuatan sebesar 21,99 MPa, 20,19 MPa, dan 19,53 MPa sedangkan beton normal menghasilkan kekuatan sebesar 21,57 MPa. Dapat dilihat bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* memberikan dampak/pengaruh terhadap peningkatan kekuatan beton.
2. Untuk beton yang berumur 60 hari dengan variasi *fly ash* 20%, 40% dan 60% menghasilkan kekuatan sebesar 25,86 MPa, 20,76 MPa, dan 20,19 MPa sedangkan beton normal menghasilkan kekuatan sebesar 25,67 MPa. Sehingga dapat dilihat, beton dengan variasi *fly ash* 20% menghasilkan kuat tekan rata-rata yang lebih tinggi dari pada kuat tekan yang dihasilkan beton dengan variasi *fly ash* 40% , 60% dan beton normal.
3. Untuk beton yang berumur 90 hari dengan variasi *fly ash* 20%, 40% dan 60% menghasilkan kekuatan sebesar 20,51 MPa, 20,38 MPa, dan 19,63 MPa sedangkan beton normal menghasilkan kekuatan sebesar 21,33 MPa. Sehingga dapat dilihat beton normal menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada beton yang mengandung variasi *fly ash*.
4. Dari gambar 4.3 terlihat bahwa grafik yang memiliki kandungan *fly ash* 0% dan 20% mempunyai kenaikan kuat tekan yang sangat signifikan sedangkan untuk grafik kandungan *fly ash* 40% dan 60% cenderung stabil.

3.2 Absorpsi



Gambar 2. Hubungan antara kuat tekan beton dengan penyerapan pada beton

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hasil dari penelitian yang dilakukan adalah semakin tinggi penyerapan maka semakin kecil nilai kuat tekan beton. Dapat dilihat bahwa kuat tekan yang dihasilkan paling tinggi adalah beton B2 dengan komposisi *fly ash* 20%. Pengujian penyerapan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai penyerapan beton terhadap air laut.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui pengaruh umur perendaman beton terhadap kekuatan beton dengan bahan tambah *fly ash* didapat bahwa Semakin lama masa perawatan beton maka semakin besar pula penurunan kuat tekan beton yang terjadi. Hal ini terjadi karena absorpsi air laut yang terjadi semakin meningkat dan dapat menyebabkan kerusakan pada beton akibat zat garam yang terkandung didalam air laut dapat menurunkan kekuatan beton tersebut.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-6414-2002 Pengertian dan Manfaat Fly Ash. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen P.U. 1990. SNI-03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. LPMB Bandung.
- Departemen P.U. 1990. SNI-03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat. LPMB Bandung.
- Departemen P.U. 1990. SNI-03-1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. LPMB Bandung.
- Departemen P.U. 1990. SNI-03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. LPMB Bandung.
- Departemen P.U. 1990. SNI-03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. LPMB Bandung.
- Departemen P.U. 1990. SNI-03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. LPMB Bandung. 63 Teknik Sipil, FST, UNDANA
- Departemen P.U. 1991. SNI-03-2417-1991. Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. LPMB Bandung.
- Departemen P.U. 2002. SNI-03-6669-2002. Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus. LPMB Bandung
- Hunggurami, E., Utomo, S., Wadu, A. (2014). Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang

Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Naioni Kecamatan Alak Kota Kupang)

The Effect Of Subsequent Characteristics On Road Damage Level (Case Study: Naioni Road Segment, Alak District, Kupang)

Elsy E. Hangge¹, Tri M.W. Sir¹, Jeanne E.D.Soaes^{2*}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Tanah Dasar, Karakteristik Tanah, Tingkat Kerusakan Jalan, California Bearing Ratio (CBR).

Keywords:

Subgrade, Soil Characteristics, Road Damage Level, California Bearing Ratio (CBR)

Article history:

Received: 3-03-2023

Accepted: 28-05-2023

*Koresponden email:

jeannesperito@gmail.com

elsy@staf.undana.ac.id

trimwsir@yahoo.com

Abstrak

Ruas Jalan Naioni merupakan ruas jalan yang mempunyai tingkat kerusakan jalan yang bervariasi mulai dari kerusakan ringan, sedang, sampai berat. Kerusakan-kerusakan ini dapat diakibatkan oleh sifat dari tanah dasar. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dasar serta pengaruhnya terhadap tingkat kerusakan jalan. Metode pengujian yang digunakan yaitu metode observasi melalui pengujian sifat fisik dan mekanis. Hasil penelitian menunjukkan tanah untuk semua tingkat kerusakan jalan termasuk kelompok CH. Tanah untuk semua tingkat kerusakan jalan termasuk kelompok A-7-6, yaitu tanah lempung yang dikategorikan buruk sebagai bahan untuk tanah dasar. Dari hasil penelitian, tingkat kerusakan jalan berbanding lurus dengan meningkatnya nilai indeks plastisitas, batas cair, batas plastis, kadar air optimum dan nilai pengembangan tanah. Sebaliknya, berbanding terbalik dengan penurunan nilai batas susut, berat volume kering maksimum dan CBR. Hasil pengujian CBR di laboratorium menunjukkan nilai CBR terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi syarat nilai CBR terendam (>3%), dengan nilai CBR terendam pada kerusakan berat, sebesar 1,22%. CBR tak terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi syarat nilai CBR tak terendam (>6%), dengan nilai CBR terendam pada kerusakan berat, sebesar 2,12%. Nilai pengembangan tanah terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat yaitu sebesar 4,08%.

Abstract

Naioni Road is a section of road that has different degrees of damage, from light to severe. These damages can be caused by the nature of the subgrade. The purpose of this research was to learn about the physical and mechanical qualities of the subgrade as well as their impact on the extent of road damage. The observation method is used to test physical and mechanical qualities. The results revealed the soil for all stages of degradation, including the CH group (USCS). Soils for all levels of road damage including group A-7-6, namely loamy soils which are categorized as poor as material for subgrade soils. According to the study's findings, the amount of road damage increases in direct proportion to the increase in the value of the plasticity index, liquid limit, plastic limit, optimum moisture content, and soil development value. On the other hand, it is inversely related to the decline in the value of the shrinkage limit, the maximum dry volume weight, and the CBR value. The results of the CBR testing in the lab demonstrated that the submerged CBR value for all degrees of road damage did not fulfill the standards for the submerged CBR value (>3%), with the lowest CBR value for severe damage being at 1.22%. The non-submerged CBR for all degrees of road damage did not fulfill the standards for the non-submerged CBR value (>6%), with the lowest CBR value for severe damage being 2.12%. The highest land development value occurred in heavily damaged road conditions is 4.08%.

1. Pendahuluan

Dalam dunia Teknik Sipil tanah merupakan dasar dari perencanaan pembangunan suatu pekerjaan. Hal ini karena tanah berfungsi sebagai dasar perletakan dan memikul beban dalam berbagai pekerjaan konstruksi salah satunya adalah konstruksi jalan. Karakteristik tanah merupakan sifat dasar dari tanah. Karakteristik dari tanah dasar di setiap daerah akan berbeda-beda, maka pengetahuan akan sifat-sifat tanah dasar sangat penting, karena akan mempengaruhi struktur di atasnya. Menurut Sukiman (1999), perkerasan jalan adalah permukaan pelindung bagi tanah dasar, dan berfungsi untuk mendistribusikan beban ke tanah dasar. Dukungan tanah dasar terhadap perkerasan, bergantung dari reaksi tanah dasar terhadap beban dan perubahan iklim (Alamsyah, 2001). Reaksi tanah dasar bergantung pada karakteristik fisik tanah karena akan mengendalikan kinerja dari tanah dasar seperti kembang susut dan penurunan dasar tanah yang akan berdampak pada perkerasan jalan. Pekerjaan perkerasan jalan yang tidak sesuai dengan karakteristik tanah akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan berupa retak-retak dan jalan yang bergelombang serta dalam jangka waktu yang panjang akan mengakibatkan jalan berlubang. Permasalahan seperti ini terjadi di desa Naioni, kecamatan Alak, kota Kupang, maka perlu dilakukan pengujian terhadap karakteristik tanah dasar untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan yang ada. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan sifat mekanis dari tanah dasar.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tanah dasar yang diambil dari Ruas Jalan Naioni, Kecamatan Alak, Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang di ambil pada tiga titik sepanjang ruas jalan Naioni berdasarkan tingkat kerusakan jalan yang ada. Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi melalui pengujian sifat fisik dan mekanis, yakni pengujian di Laboratorium pada bulan Februari 2022 – Agustus 2022.

2.1. Teknik Pengambilan Data

1. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan dengan mengambil dan mengumpulkan foto atau gambar, serta data-data pendukung lainnya seperti referensi dari buku dan jurnal yang berisikan tentang dasar teori serta rumus-rumus yang digunakan dalam penelitian ini.

2. Teknik Observasi

Teknik observasi yaitu melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai gejala yang tampak pada obyek penelitian. Teknik observasi dalam penelitian ini adalah pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana dan Laboratorium Pengujian dan Bina Teknik Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Timur.

2.2. Tahapan Penelitian

1. Observasi Awal Lokasi Penelitian

Observasi awal dilakukan dengan cara melihat kerusakan yang paling dominan sepanjang ruas jalan Naioni, kemudian dilakukan pengukuran menggunakan meter berdasarkan jenis kerusakan pada perkerasan jalan, kemudian dilakukan pengelompokan terhadap tingkat kerusakan berdasarkan lebar dan panjang kerusakan.

2. Pengambilan Sampel dan Persiapan Benda Uji

Sampel tanah diambil dari Ruas Jalan Naioni pada letak koordinat 10°15'13"S 123°36'13"E, 10°15'22"S 123°36'15"E, 10°15'33"S 123°36'17"E dengan kedalaman ±50 cm dari permukaan atas tanah. Sampel tanah terganggu yang telah diambil kemudian dikeringkan dengan dijemur di bawah terik matahari langsung selama tiga sampai empat hari. Setelah kering tanah dihancurkan dan diayak menggunakan saringan No.4, No.10, dan No.40.

3. Pengujian Tanah Asli

Pengujian terhadap tanah asli dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dari ketiga jenis sampel tanah. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian berdasarkan prosedur pada ASTM Standar. Pengujian yang dimaksudkan antara lain :

A. Pengujian kadar air (ASTM D 2216-98)

B. Pengujian berat jenis spesifik (ASTM D 854-02)

C. Pengujian batas-batas *Atterberg*

- Batas cair (ASTM D 4318-00)

- Batas plastis (ASTM D 4318-00)
 - Batas susut (ASTM D 427-04)
- D. Pengujian distribusi ukuran butiran
- Analisa saringan (ASTM D 422-63)
 - Analisa hidrometer (ASTM D 442-63)
- E. Pengujian pemadatan standar (ASTM D 698-00)
- F. Pengujian CBR (ASTM D 1883-99)
- G. Pengujian potensi pengembangan (ASTM D 1883-99)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Observasi Awal

Berdasarkan hasil observasi langsung di ruas jalan Naioni terdapat tiga tingkat kerusakan jalan yaitu rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat. Kerusakan pada rusak ringan berupa retak halus, untuk rusak sedang terdapat kerusakan berupa retak halus dan cekungan, serta pada rusak berat terdapat kerusakan berupa retak pinggir.

3.2 Karakteristik Tanah Dasar

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik dan mekanis di laboratorium, karakteristik tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah Dasar

No	Jenis Pengujian	Nilai		
		R.Ringan	R.Sedang	R.Berat
1	Kadar Air (%)	24,58	34,49	36,14
2	Berat Jenis Spesifik	2,54	2,57	2,6
3	Batas Cair (%)	52,08	55,97	66,4
	Batas Plastis (%)	24,55	25,69	31,35
	Batas Susut (%)	12,88	10,98	9,66
4	Analisis Butiran (Lolos saringan no.200) (%)	77,78	92,52	96,48
5	Indeks Plastisitas (%)	27,53	30,28	35,04
6	Kadar Air Optimum(%)	25,81	27,5	29,9
7	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm ³)	1,25	1,23	1,19
8	CBR Terendam (%)	2,07	1,56	1,22
9	CBR Tidak Terendam (%)	4,13	3,11	2,12
10	Nilai Pengembangan Tanah (%)	2,21	3,14	4,08

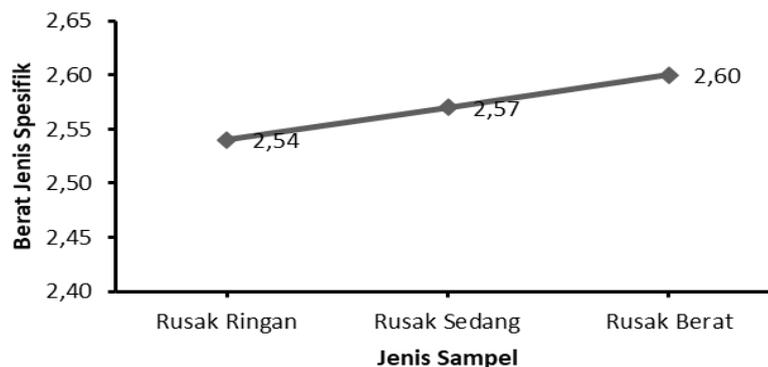
3.2. Klasifikasi Tanah Dasar

Pada umumnya, ada dua sistem klasifikasi tanah yang digunakan berdasarkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg, yakni sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi USCS (Das 2009). Berdasarkan sistem AASHTO tanah dasar pada setiap tingkat kerusakan jalan masuk dalam jenis tanah A-7-6 dengan nilai GI untuk tanah rusak ringan sebesar 22,1, tanah rusak sedang 31,8, dan tanah rusak berat 40,81. Adapun berdasarkan sistem USCS tanah dasar untuk setiap tingkat kerusakan jalan tergolong dalam kelompok CH, yang merupakan lempung non organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

3.3. Kaitan Karakteristik Tanah Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan

1. Berat Jenis Spesifik

Hasil pengujian berat jenis spesifik tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat ditunjukkan dalam Gambar 1.

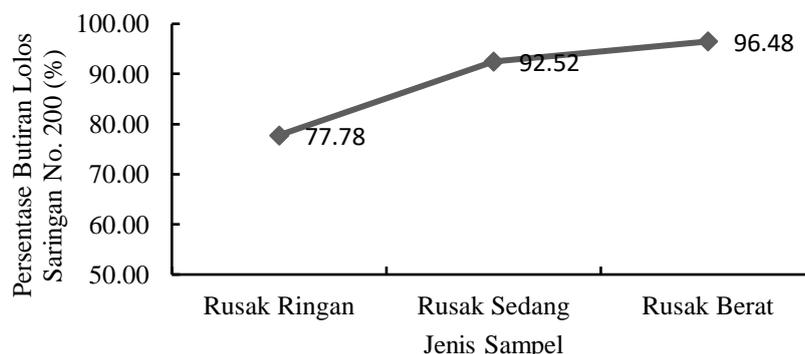


Gambar 1. Hubungan Antara Nilai Berat Jenis Spesifik Tanah Pada Setiap Tingkat Kerusakan Jalan

Gambar 1 menunjukkan nilai berat jenis spesifik untuk setiap tingkat kerusakan jalan mengalami peningkatan dari rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Berdasarkan nilai berat jenis spesifik maka tanah pada ketiga tingkat kerusakan jalan yang ada merupakan jenis tanah lempung. Menurut (Hardiyatmo, 2006) tanah lempung merupakan jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah, dan potensi pengembangan (*swelling*) yang besar. Oleh karena itu tanah lempung merupakan tanah yang buruk untuk digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) dalam pekerjaan konstruksi, seperti jalan raya, karena hal tersebut akan menghasilkan suatu konstruksi yang tidak optimal atau cepat rusak.

2. *Distribusi Ukuran Butiran*

Hasil pengujian distribusi ukuran butiran pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat di tunjukan dalam Gambar 2.

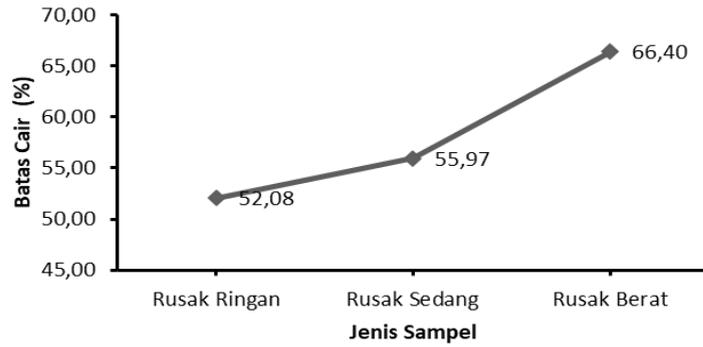


Gambar 2. Distribusi ukuran butiran tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, rusak berat

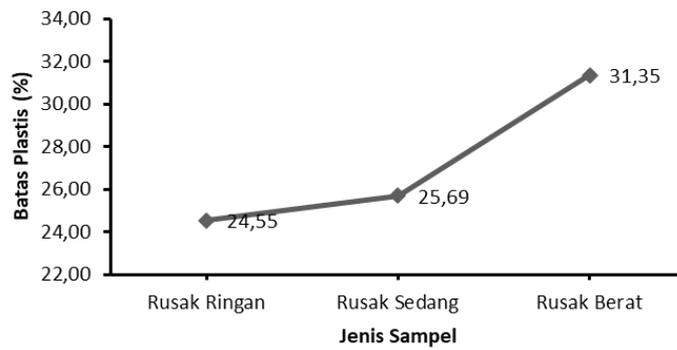
Berdasarkan nilai persentase butiran tanah untuk setiap tingkat kerusakan jalan, maka tanah pada ruas jalan Naioni merupakan tanah berbutir halus. Berdasarkan nilai batas cair dan nilai indeks plastisitasnya, tanah pada ruas jalan Naioni merupakan tanah berlempung. Berdasarkan presentase butiran dan kelompok tanah maka dapat diartikan bahwa tanah pada ruas jalan Naioni merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas tinggi. Tanah lempung berplastisitas tinggi biasa digolongkan sebagai tanah lunak dengan daya dukung dan kekuatan yang rendah, sehingga tidak baik apabila digunakan sebagai tanah dasar dalam suatu pekerjaan konstruksi. Menurut Hardiyatmo (2006) tanah dasar yang memiliki sifat sedang sampai dengan buruk apabila dipadatkan tanah tersebut akan menjadi debu dan kemungkinan terjadi penurunan. Penurunan pada tanah berbutir halus lebih besar dibandingkan tanah berbutir kasar, maka tanah pada ruas jalan Naioni mengalami penurunan yang besar sehinggannya mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan.

3. *Nilai Batas – batas Atterberg*

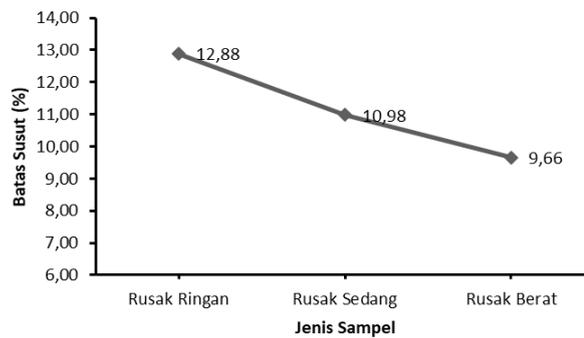
Hasil pengujian batas-batas *Atterberg* pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat ditunjukkan dalam Gambar 3 - Gambar 6.



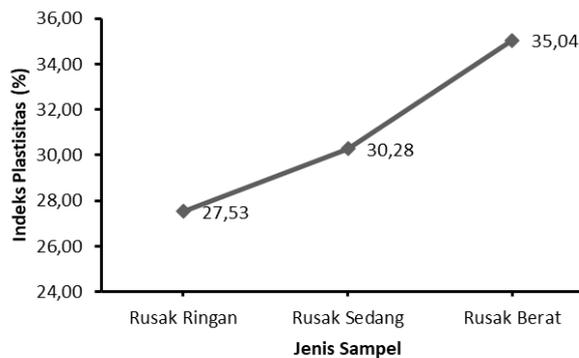
Gambar 3. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai batas cair



Gambar 4. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai batas plastis



Gambar 5. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai batas susut



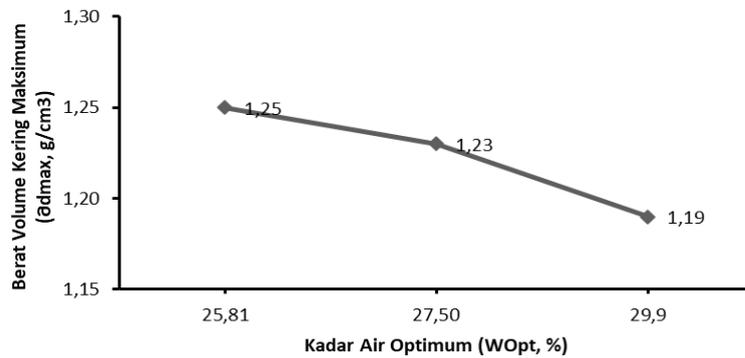
Gambar 6. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai indeks plastisitas

Berdasarkan nilai batas cair, batas plastis, batas susut, dan indeks plastisitas, maka tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung dengan plastisitas yang tinggi karena nilai indeks plastisitas > 17, serta potensi pengembangan yang tinggi dan sangat tinggi berdasarkan nilai

indeks plastisitas dan nilai batas cair. Semakin tinggi nilai indeks plastisitasnya maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Dimana tanah ini merupakan tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air. Tanah dengan sifat ini, maka kontribusi terhadap kerusakan sangat besar karena kemungkinan terjadinya perubahan kadar air dalam tanah, juga potensi untuk terjadi pengembangan dan penyusutan pada saat peralihan iklim sangat besar. Hal ini berdampak pada kerusakan jalan berupa terjadinya retakan yang dapat teridentifikasi melalui permukaan jalan (Daud, 2006). Menurut Hardiyatmo, (2006) perubahan volume akibat kembang susut juga sering merusak bangunan gedung ringan dan perkerasan jalan raya.

4. *Pemadatan Standar Proktor*

Hasil pengujian pemadatan standar proktor pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat ditunjukkan dalam Gambar 7.

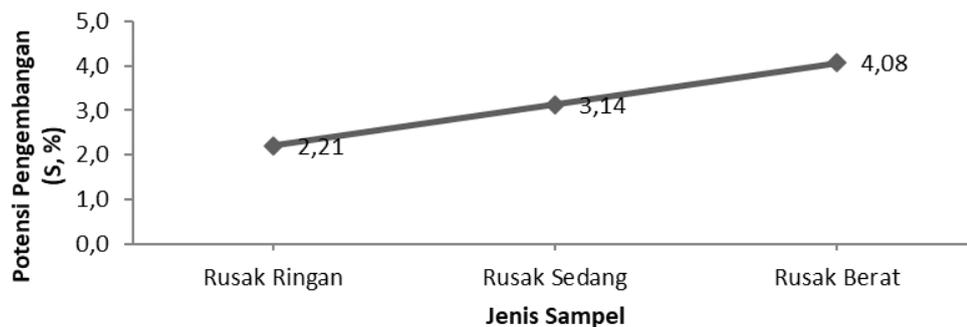


Gambar 7. Hubungan antara kadar air optimum terhadap berat volume kering maksimum hasil uji pemadatan standar *proctor*

Hasil Uji Pemadatan Standar *Proctor* menunjukkan tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung yang mana rentan terhadap perubahan kadar air, dimana jika terjadi peningkatan kadar air maka kepadatan tanah akan berkurang. Pada kadar air yang tinggi nilai kepadatannya akan berkurang karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air, yang mengakibatkan tanah menjadi jenuh sehingga tanah akan mudah mengalami penurunan apabila diberi beban. Menurut Hangge, dkk (2020) tanah dengan nilai berat volume kering maksimum yang rendah dan nilai kadar air optimum yang tinggi akan menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan, sehingga tidak baik jika digunakan sebagai tanah dasar.

5. *Potensi Pengembangan Tanah*

Uji potensi pengembangan tanah dilakukan sebelum uji CBR. Tanah yang telah dipadatkan kemudian direndam selama 4 hari untuk mendapatkan kondisi tanah jenuh air dan mengalami pengembangan maksimum. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Gambar 8.



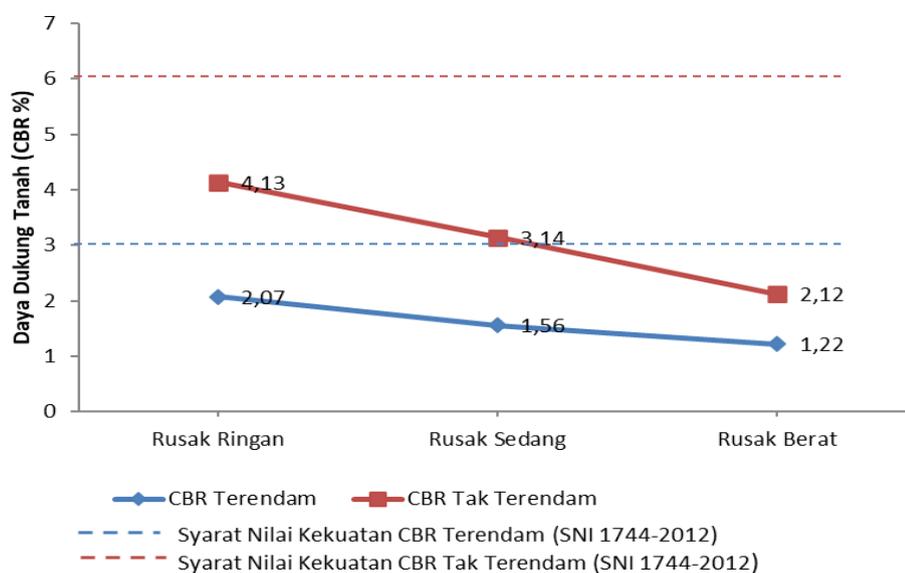
Gambar 8. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai potensi pengembangan

Hasil pengujian menunjukkan semakin besar nilai potensi pengembangan, maka semakin

meningkat kerusakan jalan. Nilai pengembangan terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat. Pengembangan tanah terjadi karena adanya perubahan volume tanah yang diakibatkan oleh penyerapan air. Tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung dengan potensi pengembangan tinggi dan sangat tinggi yang mana akan mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan sebaliknya bila kadar air bertambah maka lempung akan mengembang. Sifat mudah mengembang pada tanah mengakibatkan terjadinya gerakan vertikal sehingga akan berdampak pada perubahan volume tanah dasar pada konstruksi jalan. Perubahan volume tanah akan membahayakan konstruksi di atasnya, serta pengembangan tanah akan merusak perkerasan jalan.

6. California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR dibagi menjadi dua yaitu CBR terendam dan tak terendam. Hasil pengujian nilai CBR terendam dan tak terendam untuk setiap tingkat kerusakan jalan ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan antara nilai CBR terendam dan CBR tidak terendam tanah dasar terhadap tingkat kerusakan jalan

Merujuk pada SNI 1744-2012, nilai CBR terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi standar sebagai tanah dasar yaitu $< 3\%$, untuk nilai CBR tak terendam pada setiap tingkat kerusakan jalan juga tidak memenuhi standar sebagai tanah dasar yaitu $< 6\%$. Nilai CBR mengalami penurunan dari CBR tak terendam ke CBR terendam. Penurunan ini terjadi karena perendaman yang dilakukan akan meningkatkan kadar air tanah sehingga kekuatan tanah menjadi berkurang dan mengakibatkan penurunan nilai CBR. Peningkatan kadar air pada tanah akan menyebabkan semakin lemahnya daya dukung tanah (Hangge dkk, 2022). Menurut Hardiyatmo (2006) tanah dasar akan mengalami kehilangan kualitas daya dukung tanah karena pengaruh air. Hal ini dikarenakan air lebih banyak meresap ke dalam tanah pada periode yang panjang. Kondisi tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung yang mudah mengembang sehingga apabila terjadi penyerapan air, maka tanah akan mengembang yang mengakibatkan terjadi perubahan pada bentuk tanah. Perubahan ini yang dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan. Dalam Yahya (2016) menunjukkan pada tanah yang mengalami kerusakan perkerasan jalan nilai CBR $< 3\%$ untuk CBR terendam dan $< 6\%$ untuk CBR tak terendam. Berdasarkan hasil ini maka tanah dasar dengan nilai CBR yang tidak memenuhi standar yang ada tidak baik jika digunakan sebagai tanah dasar dalam pekerjaan perkerasan jalan karena akan mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan di atasnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat, diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi, serta potensi pengembangan yang tinggi dan sangat tinggi, sehingga dikategorikan buruk sebagai tanah dasar. Tingkat kerusakan jalan berbanding lurus dengan semakin meningkatnya nilai indeks plastisitas, batas cair, batas plastis, dan nilai pengembangan tanah. Sebaliknya, tingkat kerusakan jalan pada Ruas Jalan Naioni ini berbanding terbalik dengan penurunan nilai batas susut, berat volume kering maksimum, dan nilai CBR baik CBR terendam maupun CBR tidak terendam.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, A.A, 2001, *Rekayasa Jalan Raya*. Malang. Universitas Muhammadiyah.
- ASTM. 1980. *Annual Books Of ASTM Standards (American Society For Testing Material)*. Philadelphia.
- Das. Braja M. 2009. *Mekanika Tanah dan Prinsip Geoteknik*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Daud, D.D. 2016. *Studi Pengaruh Kualitas Lingkungan Geofisik Tanah Terhadap Kerusakan Ruas Jalan Polisi Militer-Jalan Kejora*. INERSIA, Volume 12 Nomor 1. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Yogyakarta.
- Hangge, E. E., Bella, R. A., & Ullu, M. C. 2020. "Pemanfaatan Fly Ash untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif." *Jurnal Teknik Sipil* 10(1): 1-14.
- Hangge, E. E., Karels, D. W., & Kapitan, A. O. 2022. *Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan*. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.11 No.2 Universitas Nusa Cendana Kupang.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2006, *Mekanika Tanah 1 (Edisi 4)*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- SNI 1744-2012. 2022. *Metode Uji CBR Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional.
- Sukiman, S. 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Yahya, Robby G. 2016. *Kerusakan Jalan Raya Akibat Tanah Mengembang*. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 11 Nomor 1. Universitas Lalang Buana. Bandung.

Studi Karakteristik Propertis Tanah di Kecamatan Polen Kabupaten TTS

Study of Soils Characteristics in Polen Sub-District, TTS

Tri M W Sir^{1*)}, Dolly W. Karels², Wilhelmus Bunganaen¹, I Made Udiana³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Karakteristik, fisik, mekanis, lempung

Keywords:

Characteristics, physical, mechanics, clay

Article history:

Received: 4-03-2023

Accepted: 28-05-2023

*Koresponden email:

trimwsir@staf.undana.ac.id

Abstrak

Pengetahuan akan karakteristik tanah sangat penting bagi seorang engineer guna keamanan bangunan yang terletak diatas tanah. Karena itu sebelum suatu lokasi dipakai, maka perlu dilakukan penyelidikan tanah, baik dilaboratorium maupun lapangan. Pulau Timor khususnya di Kecamatan Polen Kabupaten TTS memiliki deposit tanah berbutir halus. Pada wilayah tersebut pun sedang dibangun bendungan besar yaitu Bendungan Temef juga merupakan ruas jalan utama yang menghubungkan satu kota, serta empat kabupaten di Pulau Timor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah secara fisik dan mekanis melalui pengujian laboratorium. Hasil penelitian diperoleh bahwa tanah pada lokasi Desa Puna merupakan tanah lempung berplastisitas rendah, sedangkan pada Desa Loli mempunyai deposit lempung berplastisitas tinggi. Semakin banyak fraksi lempung, menyebabkan rendahnya permeabilitas, semakin meningkat nilai batas cair serta indeks plastisitas. Tingginya nilai indeks plastisitas tanah maka dapat menurunkan kekuatan tanah berupa daya dukung yang rendah, serta kompresibilitas yang tinggi. Karena itu sebelum dikerjakan bangunan diatasnya perlu dilakukan perbaikan tanah baik dengan cara kimiawi maupun fisik.

Abstract

Knowing soil characteristics is very important for an engineer for the safety of buildings located on the ground. Therefore, before we use a location, conduct a soil investigation in the laboratory and the field. Timor Island, especially in Polen District, Timor Tengah Selatan Regency, has fine-grained soil deposits. In that area was built a large dam, namely the Temef and the main road linking one city and four districts on the island of Timor. This study aims to determine the physical and mechanical characteristics of the soil through laboratory testing. The results showed that the soil in Puna Village was a low plasticity clay, while Loli Village had high plasticity clay deposits. The more clay fractions, the lower the permeability and the higher the liquid limit value and plasticity index. The high value of the soil plasticity index can reduce soil strength in the form of low bearing capacity and high compressibility. Therefore, before building on it is done, it is necessary to improve the soil, both chemically and physically

Kutipan: Diisi oleh Editor

1. Pendahuluan

Pengetahuan akan karakteristik tanah baik fisik maupun mekanis sangat diperlukan karena tanah merupakan dasar tumpuan bagi semua beban konstruksi yang berdiri di atasnya sehingga salah satu langkah awal mitigasi adalah dengan mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah sehingga semua perencanaan konstruksi dapat direncanakan dengan benar dan efektif. Karena dengan adanya data karakteristik tanah maka konstruksi yang kita bangun tidak akan gagal atau runtuh selama masa layannya. Hal ini melatarbelakangi tulisan ini untuk dilakukannya penelitian tentang karakteristik tanah di Kecamatan Polen Kabupaten Timor Tengah Selatan Propinsi Nusa Tenggara Timur yang merupakan jalur utama jalan Transnasional serta tempat dibangunnya Bendungan Temef.

2. Bahan dan Metode

Metode penelitian ini merupakan metode deskripsi berupa pengujian laboratorium dan pengujian lapangan. Data yang diperlukan berupa data primer dari hasil pengujian laboratorium serta data sekunder lainnya. Analisis yang digunakan menggunakan analisis deskripsi untuk sifat fisis dan mekanis tanah. Sampel tanah yang diambil berasal dari wilayah kecamatan Polen Kabupaten Timor Tengah Selatan.

Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian baik yang akan dilakukan oleh peneliti secara garis besar sebagai berikut:

- a. Identifikasi masalah :
Sifat dan perilaku tanah di lokasi penelitian dan sekitarnya.
- b. Studi literatur
Studi literatur berfungsi sebagai referensi bagi peneliti untuk mendapatkan informasi tambahan yang berkaitan dan sejenis dengan usulan penelitian ini. Selain itu studi literatur juga dapat memberikan masukan bagi peneliti dalam pengembangan penelitian terkait.
- c. Tahap Pengambilan dan Persiapan Sampel
Sampel tanah asli diambil dari Desa Puna (DP) pada letak koordinat -9.615740,124.473926 dan Desa Loli (DL) pada koordinat -9.651383,124.504376 dengan kedalaman ±50 cm dari permukaan atas tanah. Sampel tanah ini diambil pada musim kering di bulan Juni 2022..Sampel tanah asli (tak terganggu) yang telah diambil langsung diuji, sedangkan sampel tanah terganggu dikeringkan dengan dijemur di bawah terik matahari langsung selama empat hari. Setelah kering sampel tanah dihancurkan dan diayak menggunakan saringan No.4, No.10, dan No.40.
- d. Tahapan Pengujian Utama.
Dalam tahapan pengujian utama terdapat dua kegiatan yaitu pengujian laboratorium berupa uji sifat fisik dan mekanis tanah.

Tabel 1. Jenis Pengujian dan Prosedur Standar

Jenis Pengujian	Prosedur Yang Digunakan
Kadar air	ASTM D 2216-98
Berat Jenis	ASTM D 854-02
Uji Distribusi Ukuran butiran	ASTM D 422-63
Batas-batas atterberg	ASTM D 4318-00
Permeabilitas	ASTM D 2434
Pemadatan Standar Proctor	ASTM D 698-00
Geser Langsung	ASTM D 3080
Kuat tekan bebas	ASTM D 2166

- e. Tahapan Analisis Data
Pada tahap ini, data uji laboratorium yang telah diperoleh akan dianalisis menggunakan teori – teori mekanika tanah, yang selanjutnya dihubungkan dengan perilaku tanah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

a. Kadar Air

Pengambilan sampel uji dilakukan dengan metode Undisturb Sample (Sample tidak terganggu). Untuk pengujian kadar air UDS didapati kadar air asli sebesar 12,76% pada Sampel Uji 1 (DP) dan 32,53% pada sampel uji 2 (DL). Kadar air tanah asli pada sampel tanah DL lebih tinggi dari sampel tanah DP.

b. Batas-Batas Konsistensi Tanah

Batas-batas konsistensi tanah didasarkan pada kadar airnya. Kadar air dinyatakan dalam persen, di mana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi-padat didefinisikan sebagai batas susut (shrinkage limit). Kadar air di mana terjadi transisi dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis dinamakan batas plastis (plastic limit), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (liquid limit). Dari pengujian batas-batas konsistensi, diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

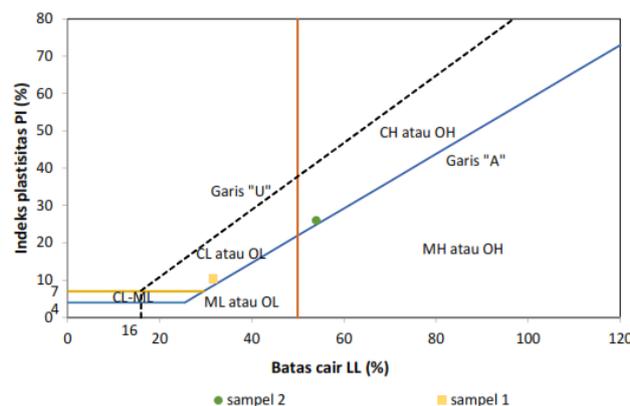
Tabel 2. Nilai – Nilai Konsistensi Tanah

Sampel	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Susut (%)	Indeks Plastisitas (%)
DP	31,57	21,33	19,50	10,24
DL	53,96	27,97	12,40	25,99

c. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dilakukan dengan tujuan untuk menentukan jenis tanah serta memperoleh gambaran tentang sifat-sifat tanah. Jenis tanah itu sendiri ada yang berupa pasir, kerikil, lanau atau tanah liat tergantung pada ukuran partikel yang terkandung didalamnya (Das. 2009). Pengujian gradasi butiran tanah yang meliputi pengujian analisis hidrometer dan saringan dilakukan untuk menentukan gradasi butiran tanah pada tanah asli. Dari hasil analisis didapat nilai tanah DP yang lolos ayakan No.200 sebesar 52.87 % dan DL sebesar 89,08%. Grafik hasil pengujian gradasi butiran tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

Klasifikasi jenis tanah ditentukan berdasarkan sistem klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS) sehingga tanah dikategorikan sebagai tanah berbutir halus karena > 50% tanah lolos ayakan No.200, sedangkan nilai batas cair (*liquid limit*) sampel DP dan DL berturut-turut sebesar 31.57% dan 53,96%. Berdasarkan data tersebut maka sampel tanah DP termasuk dalam jenis tanah berbutir halus karena nilai batas cair < 50 %, dengan simbol CL, ML dan OL. Untuk penentuan jenis tanah didasarkan pada nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas yaitu 10.24% yang diplot pada diagram plastisitas seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Penentuan Klasifikasi Tanah Berbutir Halus

Berdasarkan hubungan antara nilai batas cair dan nilai Indeks Plastisitas, maka jenis tanah ini tergolong ke dalam kelompok CL yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah, sedangkan untuk sampel tanah DL dengan Indeks Plastisitas sebesar 25,99% maka jenis tanah dapat digolongkan kedalam kelompok CH yaitu tanah lempung dengan plastisitas tinggi.

d. Berat Spesifik (Specific gravity)

Berdasarkan prosedur pengujian berat jenis (Specific Gravity) yang dilakukan sesuai dengan ketentuan ASTM D 854-58. Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap tanah di kedua lokasi terdiri dari butiran lempung dan sedikit butiran pasir. Hal ini sangat berpengaruh terhadap berat jenis dari tanah asli, dari pengujian yang telah dilakukan mempunyai nilai berat jenis (Gs) tanah sampel DP sebesar 2,56 dan sampel DL sebesar 2,68 sehingga tanah termasuk dalam kategori jenis lempung.

e. Permeabilitas Tanah

Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanah menahan rembesan air yang terjadi. Hasil pengujian di dapat nilai permeabilitas tanah sampel DP sebesar $9,87 \times 10^{-6}$ cm/detik dan DL sebesar $1,79 \times 10^{-6}$ cm/detik. Laju permeabilitas yang terjadi pada tanah sangat lambat. Hal ini karena pengaruh dari tekstur tanah yang sangat halus dan memiliki ruang pori yang sangat kecil sehingga peresapan yang terjadi sangat lambat. Berdasarkan hasil uji permeabilitas tanah pada kedua sampel uji, nilai permeabilitasnya masuk dalam kategori tanah lempung.

3.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

a. Uji Pemadatan Proctor Standar

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume kering maksimum adalah pengujian pemadatan Standar Proctor. Berat volume kering maksimum adalah berat tanah pada saat kering tanpa adanya air pada tanah tersebut sedangkan kadar air optimum merupakan kadar air yang paling cocok untuk menghasilkan kepadatan paling maksimum yang diperoleh dari kurva pemadatan.

Berat isi kering maksimum sampel tanah DP sebesar $1,76 \text{ g/cm}^3$ dan nilai kadar air optimum sebesar 15,88%. Untuk sampel tanah DL berat isi kering maksimum sebesar $1,36 \text{ g/cm}^3$ dan nilai kadar air optimum sebesar 31,73%. Perbedaan nilai berat isi kering maksimum dan nilai kadar air optimum dipengaruhi oleh banyaknya butiran halus pada sampel uji.

b. Uji Geser Langsung

Nilai kuat geser pada pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*) didapat dari hubungan nilai tegangan normal dan tegangan geser tanah. Dari hasil pengujian ini juga di dapatkan nilai kohesi dan sudut geser tanah. Tiap sampel diambil 3 kali pengujian dengan beban yang berbeda untuk mendapatkan nilai sudut geser yang teliti. Dial pembacaan dari hasil uji geser langsung di plot pada grafik hingga didapatkan tegangan geser maksimum. Kemudian tegangan geser maksimum dari pengujian tersebut di plot pada grafik tegangan normal dan tegangan geser ditarik garis linear hingga didapat nilai kohesi dan sudut gesernya.

c. Uji Tekan Bebas

Uji tekan bebas digunakan untuk menentukan kuat geser tanah kohesif. Pemeriksaan kuat tekan bebas dapat dilakukan pada tanah asli atau contoh tanah padat buatan. Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial (kg/cm^2) atau (kN/m^2) yang diterapkan diatas benda uji yang berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan (Hardiyatmo, 2006). Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas pada sampel tanah uji didapat nilai q_u pada DP sebesar $0,536 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan pada DL sebesar $1,201 \text{ kg/cm}^2$

3.3 Rekapitan Hasil Uji Karakteristik Tanah

Tabel 3 menunjukkan rekapitan sifat fisik dan teknis tanah di lokasi penelitian yang beradda di Kecamatan Polen Kabupaten Timor Tengah Selatan

Tabel 3. Karakteristik Tanah Uji

Parameter	Hasil Uji		Satuan
	Sampel 1 (DP)	Sampel 2 (DL)	
A. Sifat-sifat fisik			
Kadar Air	12,76	32,53	%
Berat Isi	1,821	1,814	gr/cm ³
Berat spesifik (Specific Gravity)	2,56	2,58	%
Batas cair (Liquid Limit)	31,57	53,96	%
Batas plastis (Plastic Limit)	21,33	27,97	%
Batas susut (Shrinkage Limit)	19,50	12,40	%
Indeks plastisitas (Plasticity Index)	10,24	25,99	%
Butiran lolos sarongan No. 200 (butiran halus)	52,87	89,08	%
Permeabilitas	$9,87 \times 10^{-6}$	$1,79 \times 10^{-6}$	cm/ detik
B. Sifat-sifat mekanis			
Kadar air optimum	15,88	31,73	%
Berat volume kering maksimum	1,76	1,36	(gr/cm ³)
Cohesi (c)	0,21	0,24	(kg/cm ²)
Sudut Geser (Φ)	7,55	3,31	derajat
Qu	0,536	1,201	(kg/cm ²)

3.4 Penilaian sifat fisik dan mekanis tanah terhadap perilaku tanah

Hasil klasifikasi tanah berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*) yaitu tanah di Desa Puna (DP) termasuk dalam tanah CL(Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (*lean clays*) dan tanah dari Desa Loli (DL) termasuk dalam klasifikasi CH (lempung tak organik dengan plastisitas tinggi , lempung gemuk (*fat clyas*). Berdasarkan klasifikasi AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) tanah sampel 1 Desa Puna termasuk dalam kategori A-4 (3) dengan tipe material yang pokok pada umumnya adalah tanah berlanau serta penilaian umum sebagai tanah dasar adalah Sedang. Untuk sampel tanah uji dari Desa Loli, termasuk dalam CH atau klasifikasi A-7-6 (26) berdasarkan metode AASTHO, dengan tipe material yang pokok pada umumnya adalah tanah berlempung serta penilaian umum sebagai tanah dasar adalah Buruk. Nilai batas – batas Atterberg juga dapat memberikan petunjuk perilaku tanah berbutir halus. Kekuatan tanah lempung sangat dipengaruhi oleh nilai kohesi. Nilai kohesi berhubungan dengan nilai Indeks Plastisitas, dimana semakin besar nilai IP maka kohesi semakin besar (Putri. S,et al, 2016). Nilai IP yang tinggi maka tanah mengandung lebih banyak lempung, sebaliknya nilai IP rendah maka tanah mengandung lebih banyak lanau. Nilai IP pada tanah DL sebesar 25,99% > 17% maka mempunyai plastisitas tinggi. Terdapat hubungan empiris antara indeks plastisitas dengan potensi pengembangan. IP sebesar 25,99% termasuk dalam kategori potensi pengembangan tinggi karena berada pada rentang 20-55 (%) (Chen.F.H, 1975). Untuk sampel tanah DP termasuk dalam plastisitas sedang dengan IP sebesar 10,24%, serta potensi pengembangan rendah dalam rentang 0-15 (%)

Ditinjau dari nilai batas cair (LL) , maka sampel tanah DL mempunyai LL yang sangat tinggi sebesar 53,96% sedangkan tanah DP mempunyai nilai LL sebesar 31,57%. Peningkatan persentase batas cair dapat menyebabkan potensi kelongsoran yang tinggi (Patandung.T, et al. 2020) Peningkatan rata rata persentase batas cair tanah menunjukkan bahwa persentase akumulasi liat di daerah longsor lebih tinggi daripada daerah tidak longsor. Hal ini didukung oleh pendapat Wesley (1977), bahwa tanah dengan batas cair yang tinggi biasanya memiliki daya dukung tanah yang buruk

seperti kekuatan tanah rendah serta kompresibilitas yang tinggi. Tetapi kelongsoran juga dapat terjadi karena penyerapan air oleh tanah dengan kandungan bahan organik. (Ahmad et al. 2018).

Hasil pengujian permeabilitas diketahui bahwa nilai permeabilitas pada sampel 1 Desa Puna sebesar $9,87 \times 10^{-6}$ cm/det serta nilai permeabilitas pada sampel 2 Desa Loli adalah sebesar $1,79 \times 10^{-6}$ cm/detik. Dari perbandingan nilai permeabilitas diketahui bahwa sampel 2 yaitu tanah dari Desa Loli lebih kedap air dibandingkan dengan tanah dari desa Puna. Jika dihubungkan dengan klasifikasi tanah maka tanah CH mempunyai tingkat kededapan air lebih besar dari tanah CL, sehingga perlu penelitian lanjutan untuk digunakan sebagai material inti bendungan urugan homogen. Jika dihubungkan dengan kerawanan longsor maka menurut Kim S.K et al.(2020), menyatakan perkiraan persamaan regresi permeabilitas dan kekuatan geser tanah terhadap factor pemicu longsoran. Hasilnya menyatakan bahwa koefisien permeabilitas memberikan hubungan yang signifikan terhadap rasio pori, koefisien keseragaman dan ukuran butir efektif, sedangkan kuat geser berkorelasi dengan proporsi butiran halus, koefisien keseragaman, derajat kejenuhan, berat volume kering serta rasio pori. Untuk karakteristik pemadatan, tanah lempung dengan plastisitas tinggi cenderung mempunyai kepadatan kering maksimum lebih rendah pada kadar air optimum yang lebih tinggi dari lempung berplastisitas rendah berdasarkan uji pemadatan Standar Proctor. Sampel tanah DL memiliki kepadatan kering maksimum $1,36 \text{ gr/cm}^3$ pada kadar air optimum 31,73%, sedangkan sampel tanah DP memiliki kepadatan kering maksimum lebih tinggi yaitu $1,76 \text{ gr/cm}^3$ pada kadar air yang lebih rendah yaitu 15,88%. Tanah dari Desa Loli merupakan tanah lempung berplastisitas tinggi sehingga nilai kepadatan kering maksimumnya lebih rendah dari tanah dari Desa Puna yang merupakan tanah lempung berplastisitas rendah. Jika dihubungkan langsung dengan persentase butiran halus maka peningkatan persentase butir halus akan meningkatkan kadar air optimum dan menurunkan nilai kepadatan maksimum (Putri.C.A. 2018).

Untuk parameter kekuatan geser tanah, nilai kohesi untuk kedua sampel tanah tidak jauh berbeda karena sama-sama merupakan tanah lempung, sedangkan untuk parameter sudut geser dalam tanah nilai pada sampel 2 Desa Loli lebih kecil dibandingkan dengan sampel 1 karena tanah pada Desa Loli merupakan tanah lempung berplastisitas tinggi, sedangkan sampel 2 merupakan tanah lempung berplastisitas rendah. Nilai kohesif tidak meningkat seiring penambahan beban ataupun tekanan intergranulat dalam tanah. Untuk nilai kohesif, umumnya makin keras tanahnya semakin tinggi nilai kohesifnya. Untuk tanah lempung berlanau atau lempung berpasir memiliki kombinasi dari sifat kohesi dan kuat geser. Kuat tekan bebas adalah nilai tegangan aksial pada kekuatan maksimum yang dapat ditopang oleh suatu benda sebelum mengalami kerusakan yang disebabkan oleh gaya tekan. Untuk nilai daya dukung tanah (q_u) menunjukkan hasil bahwa sampel tanah DL yang merupakan tanah CH lebih tinggi 55,37% dari tanah CL. Perbedaan besaran nilai ini dipengaruhi oleh sifat kohesif dari tanah CH yang mempunyai plastisitas lebih tinggi dibanding tanah CL. Jika dihubungkan dengan konsistensi tanah lempung, maka tanah CH yaitu sampel tanah DL termasuk dalam lempung Kaku sedangkan tanah CL yaitu sampel tanah DP berupa lempung Sedang (Hardiyatmo, 2002).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang karakteristik tanah di Kecamatan Polen Kabupaten Timor Tengah Selatan maka dapat diklasifikasikan menurut karakteristik fisik yaitu tanah pada lokasi pengambilan sampel di Desa Puna (DP) merupakan tanah lempung berplastisitas rendah yaitu CL berdasarkan metode USCS serta A-4 menurut AASTHO dengan penilaian Sedang sebagai tanah dasar perkerasan jalan dengan potensi pengembangan yang rendah. Untuk tanah di Desa Loli (DL) masuk dalam kategori tanah lempung berplastisitas tinggi CH atau A-7-6, yaitu Buruk sebagai tanah dasar perkerasan jalan dengan potensi pengembangan tinggi berdasarkan nilai indeks plastisitasnya. Ditinjau terhadap potensi longsor maka sampel tanah DL dengan nilai batas cair yang tinggi memiliki potensi longsor yang tinggi, tetapi juga perlu memperhatikan faktor-faktor penyebab longsor lainnya. Berdasarkan karakteristik mekanisnya, dapat dikatakan peningkatan persentase butir halus akan meningkatkan kadar air optimum dan menurunkan nilai kepadatan kering maksimum. Selain

itu diperoleh bahwa kekuatan geser tanah lempung dipengaruhi oleh kohesifitas tanah dimana hasil yang diperoleh sampel tanah DL mempunyai nilai kohesi lebih tinggi (uji geser langsung maupun uji tekan bebas) dari pada sampel tanah DP, tetapi mempunyai nilai sudut geser dalam yang lebih rendah. Untuk tanah CL yaitu sampel tanah DP sendiri memiliki kombinasi kuat geser dari kohesi dan sudut geser dalam. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa tanah didominasi oleh fraksi lempung sehingga menurunkan nilai permeabilitas, meningkatkan batas cair serta nilai indeks plastisitas , meningkatkan kadar air optimum dan menurunkan nilai kepadatan maksimum sehingga dapat menurunkan kekuatan tanah seperti daya dukung yang buruk serta kompresibilitas yang tinggi.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Asmita et al. 2018. "Identification of Soil Characteristic on North Toraja Landslide , Indonesia." *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences* 13(21). www.arpnjournals.com.
- ASTM. 1980. Annual Books Of ASTM Standards. American Society For Testing Material. Philadelphia
- Chen, Fu Hua. 1975. 12 Developments in Geotechnical Engineering *Foundations On Expansive Soils*.
- Das, B.M. 2009. *Mekanika Tanah Jilid 1.*, Erlangga, Surabaya
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Gama Press.
- Kim, Kyeong Su, Man Il Kim, Moon Se Lee, and Eui Soon Hwang. 2020. "Regression Equations for Estimating Landslide-Triggering Factors Using Soil Characteristics." *Applied Sciences (Switzerland)* 10(10).
- Office, U.S Government Printing. 1990. "United States Department of Agriculture Soil Conservation Sewice Engineering Field Manual Chapter 4. Elementary Soil Use Bookmarks and Buttons to Navigate Use Bookmarks and Buttons to Navigate Contents." In U.S Government Printing Office.
- Patandung, Tania, and Asmita Ahmad. 2020. "Sifat Fisik Tanah Yang Memengaruhi Kejadian Longsor Di Makale Selatan (The Physical Properties of Soil That Affected the Landslide Event in South Makale)." *Jurnal Ecosolum* 9(2).
- Putri, Christy Anandha. 2018. "Pengaruh Material Butir Halus Terhadap Tingkat Kepadatan Campuran Material Residual (The Effects of Fine Grained to a Density of a Residual Material Mixtures)." *J.Infras* 4(2): 113–18.
- Putri E.S, Puspita R.N, Muhrozi, Indrastono, D.A. 2016. "Hubungan Kuat Geser Dengan Plastisitas , Fraksi Tanah Dan Mineral Tanah Lempung Daerah Bendungan Gunung Rowo Dan Tol Jatingaleh -Krapyak Km 5+525." *Jurnal Karya Teknik Sipil* 5(1). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>.

Analisis Kinerja Jaringan Irigasi Pada Delapan Daerah Irigasi Yang Tersebar Di Kota Kupang

Analysis Of Irrigation Network Performance in Eight Irrigation Areas Spread In Kupang City

Wilhelmus Bunganaen^{1*}, Ruslan Ramang², Yosefina Susriyati³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²International Graduate School for Water and Development, XYZ University, Delft, 3456, The Netherlands

³Department of the Environment and Energy, ABC University, Tokyo, 1234, Japan

Article info:

Kata kunci:

Analisis, kinerja, jaringan irigasi

Keywords:

Analysis, performance, irrigation network

Article history:

Received: 05-03-2023

Accepted: 21-05-2023

^{*}Koresponden email:

yosefinasusriyati@gmail.com

Abstrak

Kota Kupang memiliki delapan daerah irigasi yaitu daerah irigasi Amnesi (36 Ha), Batuplat (90 Ha), Labat (20 Ha), Belo (60 Ha), Fatukoa (220 Ha), Oelon (50 Ha), Oepura (65 Ha) dan Kolhua (20 Ha). Dalam pengoperasiannya jaringan irigasi mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja jaringan irigasi dari aspek fisik, pemanfaatan, dan aspek operasi dan pemeliharaan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan pengukuran debit dan metode kualitatif dengan melakukan pengamatan kondisi fisik saluran dan analisa jawaban kuisioner. Kinerja jaringan irigasi dari aspek fisik diperoleh kondisi baik dengan nilai rata-rata 3.55 adalah Oelon dan Labat, kondisi cukup baik dengan nilai rata-rata 2.90 adalah Belo, Batuplat, Amnesi dan Fatukoa 4, kondisi tidak baik dengan nilai 2.45 adalah Oepura, dan kondisi sangat tidak baik dengan nilai 1.00 adalah Kolhua. Kinerja jaringan irigasi dari aspek pemanfaatan diperoleh dalam kondisi cukup baik dengan nilai rata-rata 2.68 adalah Belo, Batuplat, Oelon, Labat, Amnesi, Oepura, Amnesi dan Fatukoa 4, kondisi tidak baik dengan nilai 1.56 adalah Kolhua. Kinerja jaringan irigasi dari aspek operasi dan pemeliharaan diperoleh kondisi cukup baik dengan kisaran nilai 2.80 adalah Belo, Batuplat, Oelon, Labat, Amnesi, Oepura, Amnesi dan Fatukoa 4 dan dalam kondisi sangat tidak baik dengan nilai 1.19 adalah Kolhua.

Abstract

Kupang City has eight irrigation areas, namely Amnesi (36 Ha), Batuplat (90 Ha), Labat (20 Ha), Belo (60 Ha), Fatukoa (220 Ha), Oelon (50 Ha), Oepura (65 Ha). and Kolhua (20 Ha). During operation, the irrigation network was damaged. This study aims to determine the performance of the irrigation network from the physical aspect, utilization, and aspects of operation and maintenance. This study uses a qualitative method by measuring the discharge and quantitative methods by observing the physical condition of the channel and analyzing the answers to the questionnaire. The performance of the irrigation network from the physical aspect was obtained in good condition with an average score of 3.55 being Oelon and Labat, a fairly good condition with an average score of 2.90 being Belo, Batuplat, Amnesi and Fatukoa 4, poor condition with a score of 2.45 being Oepura, and very unfavorable with a score of 1.00 is Kolhua. The performance of the irrigation network from the utilization aspect was obtained in fairly good condition with an average value of 2.68, namely Belo, Batuplat, Oelon, Labat, Amnesi, Oepura, Amnesi and Fatukoa 4, in poor condition with a value of 1.56, Kolhua. The performance of the irrigation network from the aspect of operation and maintenance is obtained in fairly good condition with a value range of 2.80 is Belo, Batuplat, Oelon, Labat, Amnesi, Oepura, Amnesi and Fatukoa 4 and in very poor condition with a value of 1.19 is Kolhua.

Kutipan: Diisi oleh Editor

1. Pendahuluan

Kota Kupang memiliki delapan daerah irigasi yang tersebar di 3 Kecamatan. Kecamatan Kota Raja (Daerah Irigasi Amnesi dengan luasan 36 Ha), Kecamatan Alak (Daerah Irigasi Batuplat dengan luasan 90 Ha, Daerah Irigasi Labat dengan luasan 20 Ha), dan Kecamatan Maulafa (Daerah Irigasi Belo dengan luasan 60 Ha, Daerah Irigasi Fatukoa dengan luasan 220 Ha, Daerah Irigasi Oelon dengan luasan 50 Ha, Daerah Irigasi Oepura dengan luasan 65 Ha dan Daerah Irigasi Kolhua dengan luasan 20 Ha). (Dinas PUPR Kota Kupang, 2018). Jaringan irigasi pada delapan daerah irigasi tersebut mengalami beberapa kerusakan seperti rusaknya tubuh saluran akibat erosi tebing, dasar saluran, tanaman liar pada saluran akibat kurangnya pemeliharaan. Untuk mengetahui seberapa efektifnya jaringan irigasi yang ada maka dilakukan penilaian dengan cara menganalisis kinerjanya, yaitu dengan melakukan sistem pendekatan yang mengacu pada 3 aspek yaitu aspek fisik, aspek pemanfaatan, dan aspek operasi dan pemeliharaan (O&P). Aspek fisik yang ditinjau adalah ada tidaknya kerusakan pada bangunan irigasi selama masa layanannya, dari aspek pemanfaatan yang ditinjau adalah dapat tidaknya memberikan kecukupan air untuk memenuhi kebutuhan irigasi dengan melihat efisiensi penyaluran air ke lahan pertanian/perkebunan, dan dari aspek operasi dan pemeliharaan yang dinilai adalah kelancaran kegiatan pemerintah atau P3A (Perkumpulan Petani Pemakai air) dalam memelihara sarana saluran irigasi.

2. Bahan dan Metode

Lokasi yang ditinjau dalam penelitian ini adalah delapan daerah irigasi yang tersebar di 3 Kecamatan yaitu Kecamatan Kota Raja (Daerah Irigasi Amnesi), Kecamatan Alak (Daerah Irigasi Batuplat, Daerah Irigasi Labat), dan Kecamatan Maulafa (Daerah Irigasi Belo, Daerah Irigasi Fatukoa, Daerah Irigasi Oelon, Daerah Irigasi Oepura dan Daerah Irigasi Kolhua), Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan April 2020 – Mei 2022.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi kondisi fisik sepanjang saluran utama, dimensi saluran, kecepatan aliran, debit aliran dan kuisioner. Data sekunder meliputi data skema jaringan irigasi yang diperoleh dari Dinas PUPR Kota Kupang.

2.1. Irigasi

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Dalam pengelolaan irigasi diperlukan jaringan irigasi yang terdiri dari jaringan utama dan jaringan tersier (Kodoatie, 2005).

2.2. Jaringan Irigasi

Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi yang mencakup penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi (Pedoman Teknis Rehabilitasi Jaringan Irigasi Kementerian Pertanian, 2019).

2.3. Bangunan Irigasi

Bangunan irigasi dalam jaringan irigasi teknis mulai dari awal sampai akhir dapat dibagi menjadi dua kelompok, (Marwardi E, 2007) yaitu : Bangunan untuk pengambilan/penyadapan, pengukuran dan pembagian air, dan bangunan pelengkap untuk mengatasi halangan/rintangannya sepanjang saluran dan bangunan lain.

2.4. Geometris Saluran

Unsur-unsur geometri penampang saluran adalah luas penampang melintang (A), keliling basah (P), jari-jari hidrolis (R), lebar puncak (T), kedalaman hidrolis (D), faktor Penampang (Z) untuk aliran kritis, faktor Penampang (Z) untuk aliran seragam.

a. Penampang Trapesium

$$\text{Luas Saluran (A}_0\text{)} = \frac{(b_0+b_2)}{2} \times h \quad (1)$$

$$\text{Luas Penampang Basah (A)} = \frac{(b_1+b_2)}{2} \times h_1 \quad (2)$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b_2 + 2h_1 \sqrt{1 + m^2} \quad (3)$$

$$\text{Jari – Jari Hidrolis (R)} = \frac{A}{P} \quad (4)$$

b. Penampang Persegi

$$\text{Luas Saluran (A}_0\text{)} = b_0 \times h_0 \quad (5)$$

$$\text{Luas Penampang Basah (A)} = b_0 \times h_1 \quad (6)$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + (2 \times h_1) \quad (7)$$

$$\text{Jari – Jari Hidrolis (R)} = \frac{A}{P} \quad (8)$$

c. Penampang Lingkaran

$$\text{Luas Penampang Basah (A}_0\text{)} = \frac{1}{2} (\pi r^2) \quad (9)$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = \pi r \quad (10)$$

$$\text{Jari–Jari Hidrolis (R)} = \frac{A}{P} \quad (11)$$

2.5. Debit Air (Q)

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/det). Rumus debit aliran (kriteria perencanaan jaringan irigasi kp-03, 1986) :

$$Q = A \times V \quad (12)$$

Proses pengukuran debit di lapangan dapat dibagi menjadi 2 cara yaitu : pengukuran debit air secara langsung dan pengukuran debit air secara tidak langsung. Pengukuran debit yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran secara tidak langsung dengan mengukur kecepatan menggunakan *current meter*. Hubungan antara jumlah putaran per detik, n, dan kecepatan aliran, v, mempunyai bentuk linier berikut (Triadmodjo, 2008) :

$$V = a \times n + b \quad (13)$$

Nilai a dan b adalah konstanta *current meter* (ditentukan oleh pabrik), nilai a dan b tergantung dari nilai kecepatan putaran baling-baling/detik (n) yaitu bila di dapat nilai n berada di antara nilai standar.

2.6. Kehilangan Air

Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (Q_{inflow}) – debit keluar ($Q_{outflow}$) diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar (Bunganaen W, 2011):

$$hn = Q_{inflow} - Q_{outflow} \quad (14)$$

2.7. Efisiensi Saluran Irigasi

Efisiensi irigasi didasarkan asumsi sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik di saluran maupun di petak sawah. Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi kehilangan air di tingkat tersier, sekunder dan primer. Besarnya masing - masing kehilangan air tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran, luas permukaan saluran, keliling basah saluran dan kedudukan air tanah (Direktorat Jenderal Pengairan KP-03, 1986) :

$$\text{Efisiensi (Efp)} = \frac{\text{Debit air yang keluar } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{detik}}\right)}{\text{debit air yang masuk } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{detik}}\right)} \times 100 \quad (15)$$

2.8. Efektifitas Jaringan Irigasi

Efektifitas pengelolaan jaringan irigasi ditunjukkan oleh perbandingan antara luas areal terairi terhadap luas rancangan :

$$\text{Indeks Luas Area (IA)} = \frac{\text{Luas Area Terairi}}{\text{Luas Rancangan}} \times 100$$

2.9. Aktifitas Operasional Dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi

2.9.1 Pelaksanaan Pengoperasian Jaringan Irigasi

Sebelum jaringan irigasi dioperasikan maka terlebih dahulu perlu adanya perencanaan pengoperasiannya. Perencanaan pengoperasian jaringan irigasi dilaksanakan setiap tahun yang berguna untuk menghitung perkiraan kebutuhan suplai air. Kegiatan ini dimulai dengan pendistribusian air untuk masyarakat dimana air tersebut harus selalu dijaga agar dapat memenuhi fungsinya. Terutama dalam pengaturan pemberian air saluran irigasi.

2.9.2 Pelaksanaan Monitoring Dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan terhadap kegiatan pelaksanaan dan pengendalian, (Rade, Berlian S. 2011).

- a. Kegiatan pelaksanaan meliputi kegiatan persiapan, penyusunan rencana kegiatan, organisasi, tugas dan fungsi pelaksana, pengadaan dan penggunaan bahan/alat, pelaksanaan kegiatan fisik, produktivitas pekerjaan dan lain-lain.
- b. Kegiatan pengendalian dan pengawasan meliputi peranan pengawasan, teknis pelaksanaan pekerjaan fisik dan lain-lain.

2.9.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan penting dilakukan untuk mengoptimalkan fungsi dari perencanaan bangunan dengan tetap menjaga fungsi dari bangunan. Pemeliharaan yang baik merupakan persyaratan utama untuk pengoperasian jaringan irigasi yang efisien. Pemeliharaan yang buruk akan mengurangi umur jaringan, mengurangi efisiensi jaringan dan menyebabkan rehabilitasi besar-besaran. Oleh karena itu tujuan dari pemeliharaan tersebut : (Direktorat jenderal pengairan, 1997)

1. Menjaga agar jaringan irigasi dapat beroperasi sepanjang waktu.
2. Menciptakan pemakaian maksimum dari seluruh fasilitas jaringan
3. Menjaga agar umur manfaat dari jaringan tercapai tanpa rehabilitasi besar-besaran.
4. Menjaga agar sasaran pembangunan jaringan tercapai dengan biaya yang rendah.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan pemeliharaan buruk :

1. Biaya pemeliharaan tidak cukup atau datang tidak pada waktunya.
2. Tidak ada rasa memiliki terhadap jaringan tersier
3. Organisasi yang bertanggung jawab tidak tertata dengan baik.

Pemeliharaan di bagi atas tiga yaitu:

1. Pekerjaan Pemeliharaan Rutin.
2. Pekerjaan Pemeliharaan Berkala.
3. Pekerjaan Pemeliharaan Khusus.

Pemeliharaan dan operasi ditetapkan oleh pemerintah, pemeliharaan saluran irigasi yang baik dapat dibuktikan antara lain :

1. Tidak ada tumbuhan di profil normal saluran,
2. Tidak ada sampah atau tidak ada gangguan di saluran,
3. Tidak adanya lubang pada tanggul saluran
4. Tidak adanya tumbuhan yang tinggi lebih dari 20 cm (dikanan dan kiri tanggul), ada kalanya sayur-sayuran dan tumbuhan lain dapat ditanam dengan catatan tidak mengganggu Operasi & Pemeliharaan dan mendapat ijin tertulis dari pengawas,
5. Salah satu dari tanggul setidak-tidaknya dapat dipakai oleh pejalan kaki,
6. Semua pintu sadap berfungsi.

2.9.4 Pemeliharaan Aspek Pemanfaatan, Operasional Dan Pemeliharaan

Variabel yang ditinjau pada aspek pemanfaatan, Operasional dan Pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel pada Aspek Pemanfaatan, Operasional dan Pemeliharaan Variabel

Pembagian air
Rasa nyaman dengan adanya jaminan air irigasi
Peningkatan kualitas hidup/kesehatan
Ketaatan melaksanakan O&P
Keikutsertaan petani dalam pelaksanaan O&P
Subsidi/dana
Kegiatan pelatihan operasi dan pemeliharaan
Manajemen P3A

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Debit Air dan Kehilangan Air Pada 8 Daerah Irigasi

3.1.1. Daerah irigasi Belo

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Belo dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Belo

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basah A\ (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)	
1	BBIk1	BBIk - BBIk1	<i>Inflow (i)</i>	0,348	0,355	0,123	0,0194	15,74	84,26
		L = 210 m	<i>outflow (O)</i>	0,297	0,350	0,104			
	BBIk1 - BIIka1	<i>Inflow (i)</i>	0,121	0,219	0,027	0,0004	1,328	98,67	
		L = 245 m	<i>outflow (O)</i>	0,121	0,216	0,026			
2	BBIk2	BBIk1 - BBIk2	<i>Inflow (i)</i>	0,216	0,358	0,077	0,0003	0,44	99,56
		L = 627 m	<i>outflow (O)</i>	0,216	0,356	0,077			
	BBIk2 - BIIka2	<i>Inflow (i)</i>	0,121	0,219	0,027	0,0002	0,630	99,37	
		L = 345 m	<i>outflow (O)</i>	0,121	0,218	0,026			
3	BBIk3	BBIk2 - BBIk3	<i>Inflow (i)</i>	0,234	0,219	0,051	0,0029	5,62	94,38
		L = 826 m	<i>outflow (O)</i>	0,221	0,219	0,048			
	BBIk3 - BIIki3	<i>Inflow (i)</i>	0,100	0,191	0,019	0,0010	5,076	94,92	
		L = 124 m	<i>outflow (O)</i>	0,095	0,191	0,018			
BBIk3 - BIIk2	<i>Inflow (i)</i>	0,099	0,219	0,022	0,0063	29,21	70,79		
	L = 217 m	<i>outflow (O)</i>	0,072	0,213	0,015				

3.1.2. Daerah irigasi Batuplat

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Batuplat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Batuplat

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basah A\ (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)	
1	BBp1	BBp - BBp1	<i>Inflow (i)</i>	0,371	0,350	0,130	0,0035	2,69	97,31
		L = 1064 m	<i>outflow (O)</i>	0,364	0,348	0,127			
	BBp1 - Bp1.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,070	0,169	0,012	0,0006	5,12	94,88	
		L = 850 m	<i>outflow (O)</i>	0,065	0,172	0,011			
2	BBp2	BBp1 - BBp2	<i>Inflow (i)</i>	0,368	0,314	0,115	0,0134	11,59	88,41
		L = 1645 m	<i>outflow (O)</i>	0,308	0,332	0,102			
3	BBp3	BBp2 - BBp3	<i>Inflow (i)</i>	0,200	0,301	0,060	0,0024	0,04	96,00
		L = 813 m	<i>outflow (O)</i>	0,192	0,301	0,058			
	BBp3 - Bp3.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,077	0,152	0,012	0,0022	18,48	81,52	
		L = 617 m	<i>outflow (O)</i>	0,063	0,151	0,009			
4	BBp4	BBp3 - BBp4	<i>Inflow (i)</i>	0,156	0,296	0,046	0,0001	0,18	99,82
		L = 975 m	<i>outflow (O)</i>	0,156	0,296	0,046			
	BBp4 - Bp4.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,158	0,011	0,0042	36,47	63,53	
		L = 790 m	<i>outflow (O)</i>	0,045	0,161	0,007			
5	BBp5	BBp4 - BBp5	<i>Inflow (i)</i>	0,120	0,293	0,035	0,0018	5,00	95,00

		L = 834 m	<i>outflow (O)</i>	0,114	0,293	0,033			
		BBp5 - Bp5.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,204	0,015	0,0035	23,68	76,32
		L = 890 m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,200	0,011			
		BBp5 - Bp5.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,068	0,294	0,020	0,0052	26,21	73,79
		L = 780 m	<i>outflow (O)</i>	0,050	0,295	0,015			
		BBp2 - BBp6	<i>Inflow (i)</i>	0,224	0,180	0,040	0,0001	0,17	99,83
6	BBp6	L = 897 m	<i>outflow (O)</i>	0,224	0,179	0,040			
		BBp6 - Bp6.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,102	0,130	0,013	0,0002	1,54	98,46
		L = 430 m	<i>outflow (O)</i>	0,096	0,135	0,013			
		BBp6 - BBp7	<i>Inflow (i)</i>	0,169	0,159	0,027	0,0001	0,29	99,71
7	BBp7	L = 275 m	<i>outflow (O)</i>	0,169	0,159	0,027			
		BBp7 - Bp7.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,065	0,145	0,009	0,0023	31,53	76,03
		L = 245 m	<i>outflow (O)</i>	0,050	0,143	0,007			
		BBp7 - BBp8	<i>Inflow (i)</i>	0,120	0,150	0,018	0,0000	0,10	99,90
8	BBp8	L = 540 m	<i>outflow (O)</i>	0,120	0,150	0,018			
		BBp8 - Bp8.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,070	0,116	0,008	0,0012	14,63	85,37
		L = 262 m	<i>outflow (O)</i>	0,060	0,115	0,007			
		BBp8 - Bp8.ka	<i>Inflow (i)</i>	0,090	0,113	0,010	0,0027	26,57	73,43
9	Bp8.ka	L = 1450 m	<i>outflow (O)</i>	0,066	0,113	0,007			

3.1.3. Daerah irigasi Oelon

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Oelon dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Oelon

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basah A (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)	
1	BOL a	BOL - BOL a	<i>Inflow (i)</i>	0,454	0,423	0,192	0,0002	0,123	99,88
		L = 98 m	<i>outflow (O)</i>	0,454	0,422	0,192			
2	BOL 3	BOL a - BOL 3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,260	0,325	0,085	0,0111	13,165	86,83
		L = 950 m	<i>outflow (O)</i>	0,221	0,332	0,073			
3	BOL 2	BOL a - BOL 2	<i>Inflow (i)</i>	0,270	0,397	0,107	0,0054	5,008	94,99
		L = 855 m	<i>outflow (O)</i>	0,258	0,395	0,102			
		BOL 2 - BOL 2 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,125	0,336	0,042	0,0022	5,189	94,81
		L = 1050 m	<i>outflow (O)</i>	0,120	0,332	0,040			
		BOL 2 - BOL 2 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,160	0,375	0,060	0,0085	14,212	85,79
		L = 1200 m	<i>outflow (O)</i>	0,138	0,373	0,051			
4	BOL 2	BOL - BOL 1	<i>Inflow (i)</i>	0,231	0,326	0,075	0,0009	1,154	98,85
		L = 585 m	<i>outflow (O)</i>	0,225	0,331	0,074			
		BOL 1 - BOL 1 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,090	0,304	0,027	0,0018	6,444	93,56
		L = 850 m	<i>outflow (O)</i>	0,085	0,301	0,026			
		BOL 1 - BOL 1 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,120	0,336	0,0403	0,0020	5,058	94,94
		L = 900 m	<i>outflow (O)</i>	0,115	0,333	0,038			

3.1.4. Daerah irigasi Labat

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Labat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Labat

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basah A (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)																																																																																																																																																																												
1	BLB1	BLB - BLB1	<i>Inflow (i)</i>	0,238	0,402	0,096	0,001	0,646	99,35																																																																																																																																																																											
		L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,238	0,400	0,095				2	BLB2	BLB1 - BLB2	<i>Inflow (i)</i>	0,075	0,416	0,031	0,000	0,375	99,63	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,415	0,031	BLB2 - BLB2 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,052	0,177	0,009	0,000	0,173	99,83	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,052	0,177	0,009	3	BLB3	BLB2 - BLB2 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,048	0,187	0,009	0,000	0,655	99,35	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,048	0,186	0,009	BLB2 - BLB3	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,213	0,012	0,000	0,216	99,78	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,054	0,213	0,011	BLB3 - BLB3 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,036	0,181	0,007	0,000	0,592	99,41	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,036	0,180	0,006	BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00	4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71	L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,182	0,359	0,065	BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022	BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020	BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42
2	BLB2	BLB1 - BLB2	<i>Inflow (i)</i>	0,075	0,416	0,031	0,000	0,375	99,63																																																																																																																																																																											
		L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,415	0,031						BLB2 - BLB2 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,052	0,177	0,009	0,000	0,173	99,83	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,052	0,177	0,009	3	BLB3	BLB2 - BLB2 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,048	0,187	0,009	0,000	0,655	99,35	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,048			0,186	0,009	BLB2 - BLB3	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,213	0,012	0,000	0,216	99,78	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,054	0,213	0,011	BLB3 - BLB3 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,036	0,181	0,007	0,000	0,592	99,41	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,036	0,180	0,006	BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00	4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71	L = 250 m			<i>outflow (O)</i>	0,182	0,359	0,065	BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392			92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022	BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023			0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020	BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019
		BLB2 - BLB2 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,052	0,177	0,009	0,000	0,173	99,83																																																																																																																																																																											
		L = m	<i>outflow (O)</i>	0,052	0,177	0,009				3	BLB3	BLB2 - BLB2 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,048	0,187	0,009	0,000	0,655	99,35	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,048	0,186	0,009			BLB2 - BLB3	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,213	0,012	0,000	0,216	99,78	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,054			0,213	0,011	BLB3 - BLB3 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,036	0,181	0,007	0,000	0,592	99,41	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,036	0,180	0,006	BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00	4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71	L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,182			0,359	0,065	BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075			0,295	0,022	BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064			0,306	0,020	BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019													
3	BLB3	BLB2 - BLB2 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,048	0,187	0,009	0,000	0,655	99,35																																																																																																																																																																											
		L = m	<i>outflow (O)</i>	0,048	0,186	0,009						BLB2 - BLB3	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,213	0,012	0,000	0,216	99,78	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,054	0,213	0,011			BLB3 - BLB3 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,036	0,181	0,007	0,000	0,592	99,41	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,036	0,180	0,006	BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00	4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71	L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,182	0,359	0,065			BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022			BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020			BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																												
		BLB2 - BLB3	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,213	0,012	0,000	0,216	99,78																																																																																																																																																																											
		L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,054	0,213	0,011						BLB3 - BLB3 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,036	0,181	0,007	0,000	0,592	99,41	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,036	0,180	0,006	BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00	4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71	L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,182	0,359	0,065			BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022			BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020			BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																											
		BLB3 - BLB3 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,036	0,181	0,007	0,000	0,592	99,41																																																																																																																																																																											
		L = m	<i>outflow (O)</i>	0,036	0,180	0,006				BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00	4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71	L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,182	0,359	0,065			BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022			BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020			BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																										
BLB3 - BLB3 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,040	0,159	0,006	0,001	10,000	90,00																																																																																																																																																																													
4	BLB4	BLB1 - BLB4	<i>Inflow (i)</i>	0,182	0,360	0,065	0,000	0,289	99,71																																																																																																																																																																											
		L = 250 m	<i>outflow (O)</i>	0,182	0,359	0,065				BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022	BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>			0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020	BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>			0,064	0,294	0,019																																																																																			
		BLB4 - BLB4 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,054	0,334	0,018	0,003	18,899	81,10																																																																																																																																																																											
L = m	<i>outflow (O)</i>	0,044	0,333	0,015	5	BLB5				BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163	0,292	0,047	0,000	0,801	99,20	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022			BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020			BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																																																																		
5	BLB5	BLB4 - BLB5	<i>Inflow (i)</i>	0,163			0,292	0,047	0,000	0,801	99,20																																																																																																																																																																									
		L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,163	0,290	0,047	6	BLB6				BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024	0,002	7,392	92,61	L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075			0,295	0,022	BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064			0,306	0,020	BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																																																																															
6	BLB6	BLB5 - BLB6	<i>Inflow (i)</i>	0,080	0,299	0,024			0,002	7,392	92,61																																																																																																																																																																									
		L = 120 m	<i>outflow (O)</i>	0,075	0,295	0,022						BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020	0,002	11,968	88,03	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020			BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																																																																																														
		BLB6 - BLB6 kn	<i>Inflow (i)</i>	0,060	0,339	0,020			0,002	11,968	88,03																																																																																																																																																																									
		L = m	<i>outflow (O)</i>	0,056	0,320	0,018	8	BLB7				BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023	0,003	14,775	85,23	L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020			BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																																																																																																													
8	BLB7	BLB5 - BLB7	<i>Inflow (i)</i>	0,076	0,302	0,023			0,003	14,775	85,23																																																																																																																																																																									
		L = 100 m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,306	0,020						BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021	0,002	11,581	88,42	L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																																																																																																																												
		BLB7 - BLB7 kr	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,295	0,021			0,002	11,581	88,42																																																																																																																																																																									
		L = m	<i>outflow (O)</i>	0,064	0,294	0,019																																																																																																																																																																														

3.1.5. Daerah irigasi Amnesi

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Amnesi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Amnesi

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basah A (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)																								
1	BAm	BAm - BAm1	<i>Inflow (i)</i>	0,211	0,336	0,071	0,0002	0,309	99,69																							
		L = 400 m	<i>outflow (O)</i>	0,211	0,335	0,071				2	BAm1	BAm1 - Am1b.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,090	0,192	0,017	0,0010	5,739	94,26	L = 897 m	<i>outflow (O)</i>	0,090	0,181	0,016	Am1b.ki - Am1a.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,084	0,189	0,016	0,0001	0,892	99,11
2	BAm1	BAm1 - Am1b.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,090	0,192	0,017	0,0010	5,739	94,26																							
		L = 897 m	<i>outflow (O)</i>	0,090	0,181	0,016						Am1b.ki - Am1a.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,084	0,189	0,016	0,0001	0,892	99,11	L = 400 m	<i>outflow (O)</i>	0,084	0,187	0,016								
		Am1b.ki - Am1a.ki	<i>Inflow (i)</i>	0,084	0,189	0,016	0,0001	0,892	99,11																							
		L = 400 m	<i>outflow (O)</i>	0,084	0,187	0,016																										

3	BAm1	BAm1 - Am1a.ka	Inflow (i)	0,072	0,182	0,013	0,0013	9,645	90,35	
		L = 800 m	outflow (O)	0,066	0,180	0,012				
	BAm2	BAm1 - BAm2	Inflow (i)	0,144	0,287	0,041	0,0037	16,999	91,00	
		L = 450 m	outflow (O)	0,132	0,284	0,038				
		BAm2	BAm2 - Am2.ka	Inflow (i)	0,055	0,213	0,012	0,0011	9,615	90,39
			L = 950 m	outflow (O)	0,050	0,212	0,011			
4	BAm3	BAm2 - BAm1.ka	Inflow (i)	0,099	0,292	0,029	0,0036	12,298	87,70	
		L = 372 m	outflow (O)	0,088	0,288	0,025				
		BAm3	BAm1.ka - Am1.ka	Inflow (i)	0,065	0,212	0,014	0,0011	8,294	91,71
			L = 850 m	outflow (O)	0,060	0,210	0,013			
		BAm3	Am1.ka - Am1.ki	Inflow (i)	0,050	0,214	0,011	0,0000	0,357	99,64
			L = 700 m	outflow (O)	0,050	0,214	0,011			
	BAm3	BAm1.ka - Am1.ka	Inflow (i)	0,063	0,219	0,014	0,0021	15,065	84,93	
		L = 1540 m	outflow (O)	0,054	0,217	0,012				

3.1.6. Daerah irigasi Oepura

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Oepura dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Oepura

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basal A (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)		
1	BOPIII 1	BOP - BOPIII 1	Inflow (i)	0,294	0,466	0,137	0,0005	0,335	99,67	
		L = 10 m	outflow (O)	0,294	0,464	0,137				
		BOPIII 1	BOPIII 1 - BOPIII Kn	Inflow (i)	0,108	0,349	0,038	0,0017	4,462	95,54
			L = 53 m	outflow (O)	0,088	0,341	0,036			
2	BOPIII 2	BOPIII 1 - BOPIII 2	Inflow (i)	0,261	0,379	0,099	0,0068	6,897	93,10	
		L = 80 m	outflow (O)	0,243	0,379	0,092				
		BOPIII 2	BOPIII 2 - BOP 3	Inflow (i)	0,090	0,333	0,030	0,0030	9,951	90,05
			L = 200 m	outflow (O)	0,084	0,321	0,027			
3	BOP 4	BOPIII 2 - BOP 4	Inflow (i)	0,163	0,420	0,068	0,0055	8,000	92,00	
		L = 90 m	outflow (O)	0,150	0,420	0,063				
		BOP 4	BOP 4 - BOP 6	Inflow (i)		Tidak dialiri air	0,0000	Tidak dialiri air	0,00	
			L = 100 M	outflow (O)						
4	BOP 5	BOP 4 - BOP 5	Inflow (i)	0,150	0,414	0,062	0,0090	14,516	85,48	
		L = 150 m	outflow (O)	0,130	0,407	0,053				
		BOP 5	BOP 5 - BOP 5 kn	Inflow (i)	0,077	0,373	0,029	0,0042	14,644	85,36
			L = 55 m	outflow (O)	0,066	0,372	0,025			
		BOP 5	BOP 5 - BOP 5 kr	Inflow (i)	0,083	0,297	0,024	0,0015	6,025	93,97
			L = 69 m	outflow (O)	0,072	0,295	0,023			

3.1.7. Daerah irigasi Fatukoa 4

Debit air dan kehilangan air pada jaringan irigasi Fatukoa 4 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Debit Air dan Kehilangan Air Jaringan Irigasi Fatukoa 4

No	Ruas saluran	Tahap pengukuran	Luas basah Ao (m ²)	Kecepatan V (m/dtk)	Debit Q (m ³ /dtk)	Kehilangan (m ³ /dtk)	Kehilangan (%)	Efisiensi (%)	
1	BFk.1	BFk - BFk.1	<i>Inflow (i)</i>	0,225	0,384	0,086	0,0153	17,682	82,318
		L = 44 m	<i>outflow (o)</i>	0,188	0,379	0,071			
	BFk.1 - FKka.1ki	BFk.1 - FKka.1ki	<i>Inflow (i)</i>	0,077	0,214	0,016	0,0007	4,142	95,858
		L = 77 m	<i>outflow (o)</i>	0,072	0,220	0,016			
2	BFk.2	BFk.1 - BFk.2	<i>Inflow (i)</i>	0,161	0,350	0,056	0,0047	8,399	91,601
		L = 33 m	<i>outflow (o)</i>	0,140	0,369	0,052			
	BFk.2 - FKka.2ki	BFk.2 - FKka.2ki	<i>Inflow (i)</i>	0,066	0,301	0,020	0,0005	2,336	97,664
		L = 350 m	<i>outflow (o)</i>	0,066	0,294	0,019			
BFk.2 - FKka.2ka	BFk.2 - FKka.2ka	<i>Inflow (i)</i>	0,072	0,225	0,016	0,0019	12,041	87,959	
	L = 57 m	<i>outflow (o)</i>	0,070	0,202	0,014				
3	BFk.3	BFk.2 - BFk.3	<i>Inflow (i)</i>	0,114	0,209	0,024	0,0015	6,304	93,696
		L = 34 m	<i>outflow (o)</i>	0,108	0,207	0,022			
	BFk.3 - FKka.3ki	BFk.3 - FKka.3ki	<i>Inflow (i)</i>	0,070	0,323	0,023	0,0022	9,608	90,392
		L = 81 m	<i>outflow (o)</i>	0,065	0,315	0,020			

3.1.8. Daerah irigasi Kolhua

Berdasarkan kondisi dilapangan, Daerah Irigasi Kolhua mengandalkan bambu sebagai media untuk mengalirkan air. Daerah Irigasi Kolhua belum memiliki saluran permanen.

Debit air dihitung sebuah buah botol bervolume 400 ml dan stopwatch. Vol. botol = 400 mL

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh botol diatas = 3.7 dtk, 3.67 dtk, 3.69 dtk

Volume air yang masuk ke botol dalam waktu 1 detik

$$Q = \frac{400}{3.7} = 108.108 = 0.000108 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Q = \frac{400}{3.67} = 108.992 = 0.000109 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Q = \frac{400}{3.69} = 108.401 = 0.000108 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

3.2. Kinerja Jaringan Irigasi Pada Delapan Daerah Irigasi Di Kota Kupang

Kinerja jaringan irigasi pada delapan daerah irigasi yang tersebar di Kota Kupang dilihat dari ketiga aspek yaitu aspek fisik, aspek pemanfaatan, dan aspek O&P yang telah dianalisa sebelumnya ditabulasikan pada Tabel 9

Tabel 9. Kinerja Jaringan Irigasi Delapan Daerah Irigasi di Kota Kupang

No	Daerah Irigasi	Nilai Aspek			Nilai Rata-Rata	Persentase	Kondisi
		Fisik	Pemanfaatan	O & P			
1	Belo	2,87	2,70	2,57	2,71	12,65%	Cukup Baik
2	Batuplat	3,39	2,71	2,87	2,99	13,94%	Cukup Baik
3	Oelon	3,54	2,61	3,05	3,07	14,30%	Baik
4	Labat	3,56	2,74	3,00	3,10	14,45%	Baik
5	Amnesi	3,19	2,79	2,79	2,92	13,63%	Cukup Baik
6	Oepura	2,45	2,58	2,65	2,56	11,93%	Cukup Baik
7	Fatukoa	2,97	2,66	2,83	2,82	13,14%	Cukup Baik
8	Kolhua	1,00	1,56	1,02	1,19	5,57%	Sangat Tidak Baik
Jumlah		22,97	20,35	21,45	21,45	100,00%	

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu kinerja jaringan irigasi Belo dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 2.87, cukup baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.70, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 2.57, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Batuplat dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 2.87, cukup baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.71, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 2.87, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Oelon dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 3.54, baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.61, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 3.05, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Labat dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 3.56, baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.74, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 3.00, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Amnesi dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 2.87, cukup baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.79, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 2.79, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Oepura dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 2.45, tidak baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.58, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 2.65, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Fatukoa 4 dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 2.97, cukup baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 2.66, cukup baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 2.83, cukup baik. Kinerja jaringan irigasi Kolhua dari aspek fisik memperoleh nilai rata-rata 1.00, sangat tidak baik; dari aspek pemanfaatan memperoleh nilai rata-rata 1.56, tidak baik; dari aspek operasi dan pemeliharaan memperoleh nilai rata-rata 1.19, sangat tidak baik.

Daftar Pustaka

- Berlian S, Rade. *Analisis Kinerja Embung Oelomin di Kabupaten Kupang*. Undana : 2011
- Bunganaen, W., 2011. *Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air Pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Vol 1, No 1.
- Diktorat Jendral Pengairan.,1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi (KP-01)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Diktorat Jendral Pengairan, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (KP-03)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kota Kupang. 2018. *Laporan Akhir: Penyusunan Database Daerah Irigasi Kota Kupang..* Kupang
- Direktorat Irigasi Pertanian. 2019. *Pedoman Teknis Rehabilitasi Jaringan Irigasi Direktorat Irigasi Pertanian*. Kementrian Pertanian. Jakarta.
- Kodoatie, R.J. dan Sjarief, Rustam, 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi, Yogyakarta
- Mawardi, E, 2007. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*; Alfabeta, Bandung.
- Ludiana. *Analisis Kinerja Jaringan Irigasi Bendungan Tilong Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang* . Undana : 2015
- Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta, Beta Offset.
- Wusunahardja, P., J., 1991. *Efisiensi dan Kehilangan Air Irigasi*, Jurnal Informasi Teknik,8/1

Pengaruh Variasi Suhu Pada Campuran HRS-Base Menggunakan Filler Tanah Putih Terhadap Pengujian Marshall.

The Effect Of Temperature Variation On HRS-Base Mix Using White Soil Filler On The Marshall Test

Gloria F. Berutu , Judi K. Nasjono, John H. Frans^{*)},

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article Info:

Kata kunci:

HRS-Base, Suhu, Filler, Tanah Putih, Marshall

Keywords:

HRS-Base, Temperature, Filler, White Soil, Marshall Test

Article history:

Received: 01-03-2023

Accepted: 25-05-2023

^{*)} Koresponden email:

¹ gloriaberutu00@gmail.com

² judi.nasjono@staf.undana.ac.id

³ john.frans@staf.undana.ac.id

Abstrak

Berdasarkan geologi, Kota Kupang sebagian besar wilayahnya memiliki batuan gamping sehingga berpotensi sebagai sumber tanah putih. Tanah putih yang terdiri dari partikel-partikel halus dapat memenuhi persyaratan gradasi untuk sebagai filler. Maka dari itu maksud penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana variasi suhu campuran aspal HRS-Base yaitu: 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C dengan menggunakan tanah putih sebagai bahan pengisi. Penelitian ini adalah studi kasus dengan metode eksperimental. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa material tanah putih sebagai filler pada kadar aspal tertentu memenuhi spesifikasi berdasarkan hasil pengujian Marshall sehingga dapat digunakan sebagai material pada campuran aspal HRS-Base, di mana kadar aspal optimum yang diperoleh adalah 6,2%. Dengan kadar aspal optimum dibuat uji variasi suhu 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C. Hasil menunjukkan suhu yang memenuhi spesifikasi berdasarkan hasil pengujian dan analisis Marshall pada campuran HRS-Base adalah suhu 120°C, 130°C, dan 140°C.

Abstract

Based on geology, Kupang City has mostly white soil so that it has the potential as a source of white soil. White soil consisting of fine particles can meet the gradation requirements for filler. Therefore, the purpose of this research is to determine the extent of temperature variation of the HRS-Base asphalt mixture, namely: 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C by using white soil as filler. This research is a case study with experimental method. The result of this study concludes that white soil material as a filler at certain asphalt levels meets specifications based on the result of Marshall testing so that it can be used as a material in HRS-Base asphalt mixtures, where the optimum asphalt content obtained is 6,2%. With the optimum asphalt content, a temperature variation test was made at 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C. The result shows that the temperatures that meet the specifications based on the test result and Marshall analysis on the HRS-Base mixture are temperatures of 120°C, 130°C, and 140°C.

1. Pendahuluan

Jalan adalah sebagai salah satu prasarana transportasi yang sangat penting pada kemajuan pembangunan kehidupan masyarakat dalam memajukan kehidupan masyarakat. Struktur perkerasan

jalan mempunyai peran penting dalam memberikan pelayanan yang optimal agar masyarakat dapat menikmati jalan dengan nyaman dan cepat sampai tujuan agar dapat tercipta pemerataan pembangunan (Da Gomez, 2021). *Hot Rolled Sheet (HRS)* atau sering juga disebut dengan lapis tipis aspal beton yang dibagi menjadi 2 campuran yaitu lapis aus (*HRS- WC*) dan lapis pondasi (*HRS-Base*). Lapis Base adalah lapis pondasi permukaan pada struktur jalan berada dibawah lapis *wearing course*, meskipun lapis base tidak memiliki kontak langsung dengan ban kendaraan namun lapisan ini memikul beban yang lebih besar dari lapis *wearing course* (Huwae, 2015). *Hot rolled sheet* adalah salah satu jenis campuran aspal panas yang terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal yang membentuk mortar atau spesi dengan aspal sebagai pengikat (Husni, 2020). Pulau Timor terbentuk atas endapan tanah kapur yang bersifat menyerap air menjadikannya sebagai daerah lahan kering meliputi sebagian besar wilayahnya oleh karena itu bukit-bukit kapur di daerah ini menyimpan sumber-sumber kekayaan alam yang potensial. Salah satu manfaat dari tanah kapur ini dapat dijadikan sebagai bahan konstruksi juga merupakan material lokal yang banyak ditemukan di Pulau Timor (Hunggurami, dkk, 2015). Bahan pengisi (*filler*) menggunakan tanah putih diharapkan dapat meningkatkan viskositas campuran sehingga daya lekat antar agregat pada campuran menjadi tinggi di mana mampu menahan beban kendaraan, memiliki rongga udara yang cukup, dan penguncian antar butir yang baik, dan bertindak sebagai *stripping agent* yang dapat meningkatkan durabilitas kinerja campuran aspal panas dalam menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan roda dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim atau perubahan temperatur.

2. Alat, Data dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah batu pecah $\frac{2}{3}$, batu pecah $\frac{1}{2}$, pasir yang bersumber dari Takari dan diambil dari *Quarry* Matani-Kecamatan Penfui Timur milik PT.Bumi Indah, tanah putih sebagai filler yang bersumber dari Kelurahan Manulai II diambil dari *Quarry* Matani-Kecamatan Penfui Timur milik PT.Bumi Indah dan aspal penetrasi 60/70 diambil dari *Quarry* Matani-Kecamatan Penfui Timur milik PT.Bumi Indah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu berdasarkan pengujian di Laboratorium pada bulan Mei 2022 - Desember 2022.

2.1 Teknik Pengambilan Data

1. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan dengan mengambil dan mengumpulkan foto serta data-data pendukung lainnya seperti teori dan rumus-rumus yang berkaitan dengan penelitian.

2. Teknik Observasi

Teknik observasi yaitu teknik pengambilan data melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai gejala yang tampak pada obyek penelitian. Teknik observasi dalam penelitian ini adalah pengujian di Laboratorium PT.Bumi Indah, Laboratorium BPJN dan Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana.

2.2 Metode Penelitian

1. Persiapan Benda Uji dan Persiapan Alat

Sampel benda uji yaitu agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal diambil dari Quarry PT.

Bumi indah dan alat yang digunakan dalam pengujian adalah saringan, tabung, water bath, alat uji Marshall, alat uji tanah putih, alat uji aspal penetrasi 60/70.

2. Pengujian Material

A. Material Agregat Kasar dan Agregat Halus

- Gradasi agregat dengan melakukan analisa saringan dari setiap material yang akan digunakan. Pemeriksaan ini merupakan susunan butiran sesuai dengan ukurannya.

- Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI-1969-2016)
 - Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI-1970-2016)
 - Uji keausan agregat kasar (SNI 2417:2008)
- B. Material tanah putih.
- Berat jenis tanah putih (ASTM D 854-02)
 - Pengujian kadar air tanah putih (ASTM D 2216-98)
 - Pengujian hidrometer (ASTM D 442-63)
 - Pengujian analisa saringan (ASTM D 442-63)
- C. Material aspal penetrasi 60/70
- Pengujian penetrasi aspal (SNI 2456:2011)
 - Pengujian dakialitas (SNI 2433:2011)
 - Pengujian berat jenis (SNI 2441:2011)
 - Pengujian titik lembek (SNI 2434:2011)
- D. Pengujian Marshall (SNI 06-2489-1991)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik filler tanah putih

Berdasarkan hasil pengujian fisik tanah di Laboratorium, karakteristik tanah putih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik tanah putih

No	Parameter	Hasil
1	Kadar air	8,61%
2	Berat jenis spesifik	2,38
3	Gradasi butiran tanah	29,07%

3.2 Klasifikasi tanah putih

Berdasarkan hasil pengujian fisik tanah di Laboratorium, karakteristik tanah putih pada tabel 1 maka tanah putih dapat diklasifikasikan yang pada umumnya ada dua sistem klasifikasi tanah, yaitu sistem klasifikasi AASHTO dan klasifikasi USCS menurut Das (2009). Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO Berdasarkan hasil analisa distribusi butiran tanah putih ini masuk dalam kelompok A-2-5, A-2-6 dan A-2-7 karena sampel tanah ini lolos saringan no.200 < 35% yaitu 29,07% maka tanah putih ini termasuk dalam kelompok tanah A-2. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS tanah putih ini merupakan jenis pasir bergradasi baik yang diberikan simbol SW.

3.3 Hasil Pengujian Agregat Kasar, Agregat Halus dan Aspal

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium, berikut meruoan tabulasi hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian material

No	Parameter	Hasil
1	Berat jenis bulk batu pecah ½	2,618 gr/cc
2	Berat jenis SSD batu pecah ½	2,661 gr/cc

3	Berat jenis semu batu pecah ½	2,736 gr/cc
4	Penyerapan	1,664 %
5	Berat jenis bulk batu pecah ¾	2,623 gr/cc
6	Berat jenis SSD batu pecah ¾	2,664 gr/cc
7	Berat jenis semu batu pecah ¾	2,737 gr/cc
8	Penyerapan	1,588 %
9	Keausan	27,76 %
10	Penetrasi aspal	62,5
11	Titik lembek aspal	54
12	Daktilitas asal	106
13	Berat jenis aspal	1,03 gr/cc

3.4 Rancangan Gradasi Proporsi Agregat Gabungan

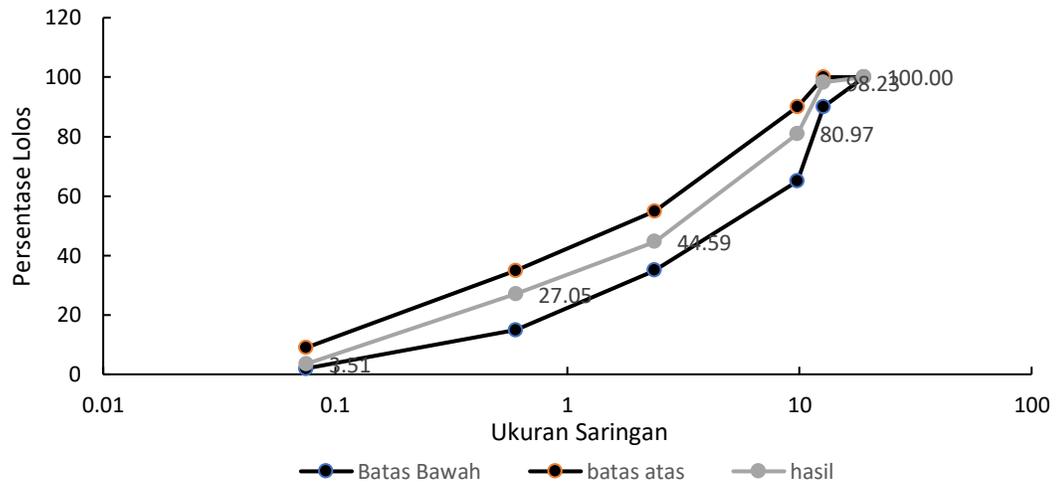
Tujuan dibuat komposisi agregat gabungan yaitu untuk menentukan besarnya persentase dari masing-masing fraksi sehingga hasil persentase tersebut dapat diperoleh perkiraan kadar aspal (Pb) atau biasa disebut dengan kadar aspal tengah. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan gradasi agregat gabungan

Uraian	Nomor saringan					
	inci	¾	½	3/8	No.8	No.30
Material	Data Gradasi (%)					
Bin I	100	100	100	83,1	50,1	3,9
Bin II	100	100	64,4	1,6	0	0
Bin III	100	82,2	44,8	3,6	0	0
Filler	100	100	100	100	100	75,8
Material	Kombinasi Agregat (%)					
Bin I = 50%	50	50	50	41,5	25,0	1,9
Bin II = 38%	38	38	24,4	0,6	0	0
Bin III = 10%	10	8,23	4,4	0,3	0	0
Filler = 2%	2	2	2	2	2	1,5
Total	100	98,2	80,9	44,5	27,0	3,5

Spek gradasi (%)						
Max	100	100	90	55	35	9
Min	100	90	65	35	15	2

Berdasarkan perhitungan kombinasi agregat dengan cara *trial and error* di peroleh hasil seperti pada Tabel 3, jumlah total persentase lolos setiap ukuran saringan berada diantara batas maksimum dan minimum spesifikasi gradasi yang diizinkan. Hasil perhitungan Tabel 3 di atas diperoleh grafik pada Gambar 1 yang menggambarkan hubungan kadar pesentase lolos setiap saringan sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik gradasi gabungan

3.5 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Pengujian ini dengan menggunakan beberapa variasi kadar aspal dari setiap kebutuhan yang diperoleh dari hasil gradasi, dilakukan dengan dua tahap, yaitu pembuatan benda uji dengan beberapa variasi kadar aspal rencana kemudian pengujian dengan alat Marshall. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai fraksi agregat kasar 55,41%, fraksi agregat halus 41,08%, bahan pengisi 3,51%, nilai konstanta 2,0% sehingga diperoleh kadar aspal tengah berdasarkan perhitungan adalah:

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0.035(\%CA)+0.045(\%FA)+0.18(\%FF)+K \\
 &= 0,035 (55,41\%) + 0,045 (41.08\%) + 0,18 (3,51\%) + 2,00 \\
 &= 6\%
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk kadar aspal rencana (Pb) 6.00% akan dibuat 5 (lima) variasi kadar aspal yaitu 2 (dua) dibawah Pb dan 2 (dua) diatas Pb dengan selisih 0,5% yaitu 5,00%, 5,50%, 6,00%, 6,50%, dan 7,00%.

3.6 Analisa Data Hasil Pengujian Marshall

Data hasil pengujian Marshall dianalisa untuk mendapatkan nilai sifat – sifat campuran sesuai dengan ketentuan Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), stabilitas Marshall, *Marshall Quotient* (MQ) dari setiap kadar aspal rencana yang disajikan dalam bentuk pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan marshall campuran HRS Base *Filler* tanah putih

Uraian		Kadar Aspal (%)				
Uji Marshall	Spek	5	5,5	6	6,5	7
VMA (%)	4 -6	18,86	18,11	18,02	17,90	17,31
VFA (%)	Min 17	53	62	69	76	86
VIM (%)	Min 68	8,79	6,80	5,54	4,24	2,35
Stabilitas (kg)	Min 600	958	988	956	1195	956
MQ (kg/mm)	250	417,9	395,28	298,76	341,8	309,0

3.7 Evaluasi Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Kadar aspal optimum yang dicapai sebesar 6,2 % dan memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh spesifikasi Bina Marga yaitu menyangkut stabilitas, *MQ*, *VIM*, *VMA*, *VFA*.

3.8 Analisa Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Sifat-Sifat Campuran

Analisa pengaruh variasi suhu terhadap kinerja campuran dapat ditinjau dari pengujian dan perhitungan hasil Marshall yang menghasilkan nilai *VMA*, *VIM*, *VFA*, stabilitas dan *MQ*. Hasil dari perhitungan dan analisa parameter pengujian Marshall aspal panas laston lapis pondasi (*HRS-Base*) dengan variasi suhu dapat dilihat pada tabulasi hasil pengujian Marshall Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian Marshall dengan variasi suhu

Uraian		Variasi Suhu (°C)				
Pengujian Marshall	Spek	110	120	130	140	150
VIM (%)	4 -6	6,08	5,33	5,17	4,66	4,28
VMA (%)	Min 17	18,37	17,71	17,58	17,14	16,80
VFA (%)	Min 68	67	70	71	73	75
Stabilitas (kg)	Min 600	838	924	956	1066	1097
MQ (kg/mm)	250	380,87	355,45	298,76	280,64	274,23

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, kadar aspal optimum campuran *HRS-Base* yang diperoleh adalah 6,2%. Berdasarkan variasi suhu diperoleh peningkatan dan penurunan nilai pada setiap parameter Marshall. Peningkatan suhu menyebabkan *VIM* menurun, *VMA* menurun, *VFA* meningkat, stabilitas meningkat dan *MQ* menurun. Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan parameter Marshall, yang memenuhi batasan spesifikasi pada sifat-sifat campuran aspal adalah pada suhu 120 °C, 130°C, 140°C.

Daftar Pustaka

- ASTM International. (1998). *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass (ASTM D 2216)*. United State.
- ASTM International. (2002). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (ASTM D 442)*. United State.
- ASTM International. (2002). *Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids Water Pycnometer (ASTM D 854)*. United State.
- Da Gomez. M. L dan Meutia Wita. 2021. Penggunaan Filler Abu Serbuk Kayu Kelapa Pada Aspal Beton AC-WC. *Jurnal Artesis Vol 1 No 2 Universitas Pancasila*.
- Das, Braja M. 2009. *Principles Of Geotechnical Engineering (Ninth ed.)*. USA: Cengage Learning.
- Hunggurami, E., Simatupang, P. H. & Lori, A. L., 2015. Studi kelayakan penggunaan tanah putih sebagai pengganti agregat halus (pasir) terhadap kualitas beton. *Jurnal teknik sipil Vol 4 No 1 Universitas Nusa Cendana*.
- Husni Darmawan, W. 2020. *Pengaruh Kadar Filler Abu Batu Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton AC-BC*. Skripsi. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mhammadiyah Mataram
- Huwae Meggie., Kaseke H. Oscar., Sendow K. Theo., 2015. Kajian Kinerja Campuran Lapis Pondasi Jenis Lapis Tipis Aspal Beton-Lapis Pondasi (HRS-Base) Bergradasi Senjang
- SNI ASTM C136:2012. *Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1969: 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1970: 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2417: 2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2432: 2011. *Cara Uji Daktilitas Aspal*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2434: 2011. *Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin Dan Bola*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2441: 2011. *Cara Uji Berat Jenis Aspal*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2456: 2011. *Cara Uji Penetrasi Aspal*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-6893-2002. *Metode Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 06-2489-1991. *Pengujian Campuran Beraspal dengan Alat Marshall*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Analisa Karakteristik Kecelakaan Lalulintas Berbasis Gender di Kota Kupang

Characteristics Of Gender Based Traffic Accident In Kupang City

Andi Kumalawati^{1*}, Latifah N.D.Aklis², Rosmiyati A. Bella³ Andi Hidayat Rizal

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:
Karakteristik , Kecelakaan
Lalu Lintas, *Gender*
Keywords:

*Characteristic ,Traffic
Accident, Gender*

Article history:

Received: 01-03-2023

Accepted: 29-03-2023

Koresponden email:

¹kumalawatirizal@gmail.com

²latifahaklis33@gmail.com

³pollo.rossy@gmail.com

⁴dayat_rizal@yahoo.co.id

Abstrak

Kota Kupang tercatat pada tahun 2017 memiliki 356 kejadian kecelakaan dan meningkat pada tahun 2018 sebanyak 448 kejadian kecelakaan lalu lintas (BPS Kota Kupang, 2018). Salah satu faktor yang berpeluang terhadap resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang adalah faktor manusia (*human error*) yaitu faktor perbedaan *gender*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pengemudi dan karakteristik kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang. Hasil analisis deskriptif diketahui bahwa Kecelakaan lalu lintas berbasis gender di kota Kupang memiliki karakteristik yang unik yakni terdapat kesamaan di mana pengemudi laki-laki dan pengemudi perempuan mayoritas mengalami kecelakaan di waktu pagi (96%). Kemudian karakteristik kecelakaan yang lainnya berbeda yaitu pada pengemudi laki-laki mengalami cedera berat sebesar (96%), jenis kecelakaan tunggal dan ganda sama-sama berpotensi terjadi (96%), lokasi kejadian kecelakaan terbanyak terjadi di tempat umum (94%), jenis tabrakan/posisi kecelakaan yang terjadi adalah tabrakan samping-samping, tabrakan depan-samping, tabrakan depan-depan, tabrak pejalan kaki sebesar (94%), dan waktu kejadian kecelakaan lalu lintas adalah pada hari libur sebanyak (100%). Kecelakaan yang dialami oleh pengemudi perempuan mayoritas memiliki karakteristik sebagai berikut: cedera ringan sebesar (98%), jenis kecelakaan tunggal (92%), lokasi kejadian di tempat khusus (96%), kecelakaan terjadi di luar kendali (96%), waktu kejadian kecelakaan lalu lintas adalah pada hari libur dan hari kerja sebanyak (98%) dan waktu kejadian pada pagi hari sebesar (98%).

Abstract

The city of Kupang was recorded in 2017 as having 356 accidents and increased in 2018 as many as 448 traffic accidents (BPS Kota Kupang, 2018). One of the factors that have the potential to increase the risk of traffic accidents in Kupang City is the human factor (human error), namely the gender difference factor. This study aims to determine the characteristics of drivers and traffic accident characteristics in Kupang City. The results of the descriptive analysis show that gender-based traffic accidents in the city of Kupang have unique characteristics, namely that there are similarities where the majority of male and female drivers experience accidents in the morning (96%). Then the characteristics of other accidents are different, namely that male drivers suffer serious injuries (96%), single and multiple types of accidents have the same potential to occur (96%), the location of most accidents occurs in public places (94%), types collisions/accidents that occur are side-to-side collisions, front-side collisions, front-front collisions, pedestrian collisions (94%), and the time of occurrence of traffic accidents is on holidays (100%). Accidents experienced by the majority of female drivers have the following characteristics: minor injury (98%), single type of accident (92%), location of incident in a special place (96%), accident occurred out of control (96%), time of incident traffic accidents are on holidays and weekdays as much as (98%) and the time of occurrence in the morning by (98%).

Kutipan :

1. Pendahuluan

Kecelakaan lalu lintas sering terjadi di setiap daerah dan merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan. Provinsi Nusa Tenggara Timur angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Berdasarkan data dari Satlantas Polres Kota Kupang ada tahun 2017 sebanyak 499 kejadian dan pada tahun 2018 sebanyak 1200 kejadian, maka terjadi peningkatan yang cukup signifikan yaitu sebesar 751 kejadian. Dari data tersebut, Kota Kupang sebagai Ibukota Provinsi memberikan kontribusi terbesar dalam peningkatan jumlah kecelakaan lalu lintas yaitu sebesar 356 kejadian pada tahun 2017 dan meningkat sebanyak 448 kejadian pada tahun 2018. Dari kejadian tersebut, jumlah korban meninggal dunia tercatat sebanyak 59 orang, luka berat 82 orang dan luka ringan 715 orang. Secara keseluruhan jumlah korban kecelakaan lalu lintas pada tahun 2018 adalah sebanyak 856 orang, dengan kerugian mencapai Rp 666.950.000 (BPS NTT 2019). Angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Kota Kupang semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Kondisi ini didukung dengan perilaku ketidakdisiplinan sejumlah pengguna jalan termasuk pengemudi kendaraan bermotor.

Faktor lingkungan merupakan elemen ekstrinsik yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan. Kondisi jalan dan cuaca tertentu dapat menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas, seperti jalan basah/licin, angin, berkabut, tanah longsor, dan lain sebagainya. Kondisi jalan yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Begitu juga tidak berfungsinya marka, rambu dan sinyal lalu lintas dengan optimal juga dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas (Kartika, 2009)

Menurut penelitian Blegur (2015), kecelakaan yang terjadi di Kota Kupang disebabkan oleh faktor manusia (Jenis kelamin/*gender*, usia, perilaku) dan faktor kendaraan dilihat dari kondisi kendaraan, selain itu faktor lingkungan meliputi cuaca, kondisi jalan, volume lalu lintas. Faktor penyebab kecelakaan paling besar adalah faktor manusia (Human error) yaitu faktor perbedaan *gender* pada pengemudi. Perbedaan *gender* ini mempunyai pengaruh terhadap jenis dan bentuk kecelakaan lalu lintas, gaya mengemudi, berperilaku dalam berkendara, pengambilan keputusan untuk menentukan reaksi yang sesuai, menaati rambu-rambu lalu lintas dan marka jalan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis karakteristik kecelakaan lalu lintas berbasis *gender* di Kota Kupang tersebut. Agustina (2015) mengidentifikasi secara umum *gender* sebagai perbedaan peran, kedudukan dan sifat yang dilekatkan pada kaum laki-laki maupun perempuan melalui konstruksi secara sosial maupun kultural.

Saat ini dilakukan berbagai penelitian untuk memahami sebanyak mungkin tentang kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia. Pada tahun 2013, 91% dari seluruh kecelakaan melibatkan faktor manusia, 7% merupakan faktor kendaraan, dan 2% merupakan terkait dengan lingkungan jalan menurut laporan polisi lalu lintas Saudi (Kementerian Dalam Negeri, 2013). dalam studi lain, jumlah kematian di Arab Saudi akibat kecelakaan lalu lintas pada tahun 2011 mewakili sekitar 0,55% dari kematian dunia dengan 1,3 kematian untuk setiap 100 kecelakaan (Al-Saif, 2012). Studi Boufous menunjukkan bahwa sebagian besar kecelakaan lalu lintas terkait dengan Kelelahan pengemudi setelah tengah malam terutama bagi pengemudi muda (di bawah 30 tahun), (Boufous, 2009). Studi lain di Yunani menunjukkan bahwa pengemudi asing lebih banyak berpartisipasi dalam kecelakaan lalu lintas, (Yannis, et al. 2007). Sebuah penelitian menyajikan perbedaan itu dalam konsep sosial dan budaya antar negara meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan karena kekurangan komunikasi (Factor, et al. 2007).

Sebuah studi di Australia Barat (Ryan et al., 1998) mengungkapkan bahwa pengemudi berusia di bawah 25 tahun terlibat dalam 35% dari crash, dibandingkan dengan hanya 3% untuk driver 70 tahun ke atas. Di Irlandia, laki-laki lebih sering tewas dalam kecelakaan lalu lintas daripada perempuan (Lesley dan Rooney, 1996). Menurut laporan Cerelli (1996), di AS, pengemudi laki-laki menyumbang 50,4% dari semua pengemudi berlisensi pada tahun 1996, mereka menyumbang 62,8% dari total perjalanan pada tahun yang sama. Lain studi menemukan bahwa pengemudi yang lebih tua berisiko lebih kecil terlibat dalam kecelakaan di jalan daripada pengemudi muda, mungkin karena mereka mengemudi lebih jarang dan untuk jarak yang lebih pendek, (ARAMCO, 1996). Thompson (1996) mengklaim bahwa di AS, mobil adalah penyebab kematian nomor satu di kalangan anak muda antara 14 dan 24 tahun. Tingkat keterlibatan kecelakaan lalu lintas di Inggris menunjukkan bahwa laki-laki yang lebih muda lebih banyak terwakili dalam kecelakaan (Dorn, 1992)

Dharma (2012) menyatakan bahwa kendaraan adalah alat yang dapat bergerak di jalan terdiri dari kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Pasal 1 Ayat 1 No. 44 Tahun 1993 tentang Kendaraan dan Pengemudi, sebagai peraturan pelaksana dari UU LLAJ, kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu dan kendaraan bermotor dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, yaitu sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus, mobil barang dan kendaraan khusus. Setiap kendaraan bermotor harus dilengkapi dengan peralatan pengereman yang meliputi rem utama dan rem parkir dan memiliki sistem roda yang meliputi roda-roda dan sumbu roda. Roda-roda tersebut berupa pelek-pelek dan ban-ban hidup serta sumbu atau gabungan sumbu-sumbu roda yang dapat menjamin keselamatan (Dharma, 2012). Fajar (2015) menyebutkan sistem roda kendaraan bermotor juga harus memiliki suspensi berupa penyangga yang mampu menahan beban, getaran dan kejutan untuk menjamin keselamatan dan perlindungan terhadap penggunanya

Kecelakaan berdasarkan korban kecelakaan menitikberatkan pada manusia itu sendiri, kecelakaan ini dapat berupa luka ringan, luka berat maupun meninggal dunia. Karakteristik dari pengemudi berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas (Irhamah, 2012). Kecelakaan dapat terjadi di mana saja dengan kondisi lokasi yang bermacam-macam dan kecelakaan juga bisa terjadi di luar kota maupun di dalam kota. Berdasarkan jenis kecelakaan yang terjadi diklasifikasikan atas beberapa tabrakan yaitu depan-depan, depan-belakang, tabrakan sudut, tabrakan sisi, lepas kontrol, tabrak lari, tabrak massal, tabrak pejalan kaki, tabrak parkir dan tabrakan tunggal (Djoko Setijawarno, 2003)

Fiana (2018) menjelaskan manusia sebagai pengemudi memiliki faktor-faktor fisiologis dan psikologis. Faktor tersebut perlu mendapatkan perhatian karena cenderung sebagai penyebab potensi.

1. Data dan Metode

Penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu mencari pokok-pokok permasalahan yang terjadi pada di Kota Kupang salah satunya adalah tingkat kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang yang semakin meningkat. Setelah pokok-pokok permasalahan tersebut didapat maka permasalahan-permasalahan tersebut akan menjadi obyek utama yang akan dicari solusinya dalam penelitian ini. Setelah itu untuk menjawab permasalahan tersebut di lakukan survei dengan teknik pengambilan data yaitu teknik wawancara/ kuesioner kepada pengemudi yang pernah mengalami kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang. Jenis Data yang digunakan adalah data primer diperoleh dari data hasil penyebaran kuisisioner yang berisi tentang karakteristik kecelakaan lalu lintas, karakteristik pengemudi dan data sekunder yang diperoleh dari instansi dan lembaga terkait. Analisis data dilakukan dengan dua cara yakni teknik analisis statistik deskriptif . Adapun teknik analisis data sebagai berikut :

2.1 Jenis – jenis Data

2.1.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini adalah hasil dari kuesioner yang dibagikan pada pengemudi sepeda motor yang pernah mengalami kecelakaan lalu lintas. Berikut data-data yang dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan karakteristik pengemudi dan karakteristik kecelakaan lalu lintas adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik pengemudi terdiri-dari:
 - a. Jenis Kelamin
 - b. Usia
 - c. Pendidikan
 - d. Kepemilikan SIM
 - e. Ujian Praktek Kepemilikan SIM
2. Karakteristik kecelakaan lalu lintas, yaitu :
 - a. Keparahan luka/cedera korban kecelakaan lalu lintas
 - b. Jenis kecelakaan lalu lintas
 - c. Lokasi kecelakaan lalu lintas

- d. Jenis tabrakan
- e. Waktu terjadi kecelakaan lalu lintas

2.1.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi dan lembaga terkait. Data sekunder yang digunakan adalah data kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang, data jumlah penduduk di Kota Kupang, dan peta lokasi Kota Kupang.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah jumlah penduduk Kota Kupang pada tahun 2019 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Kupang berjumlah 463.351 jiwa. Jumlah sampel yang digunakan adalah 100 responden. Jumlah tersebut berdasarkan rumus Taro Yamane atau Slovin dengan persen *error*/perkiraan tingkat kesalahan (10%) .

Tabel 1. Jumlah sampel penelitian

Variabel	Responden	Jumlah Sampel	Total Sampel
Kecelakaan lalu lintas	Laki-laki	50	100
	Perempuan	50	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

2.2 Teknik Analisis Data

2.2.1 Analisis Statistik Deskriptif

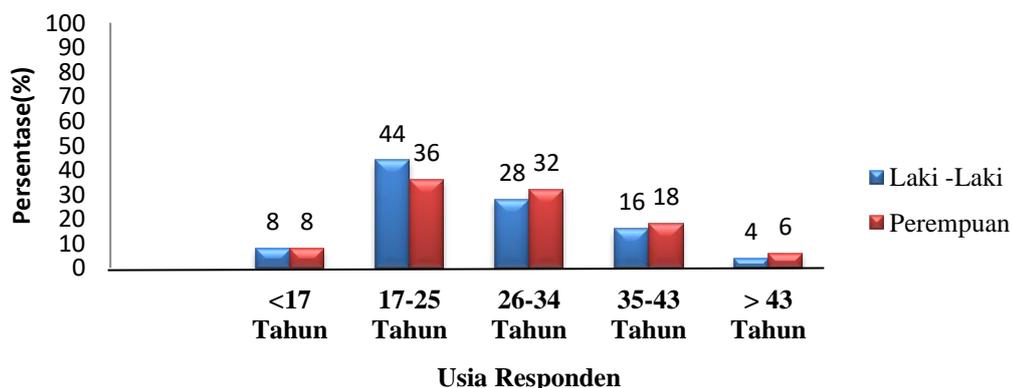
Menurut Hosmer dan Lemeshow (2000) Analisis deskriptif untuk menjelaskan karakteristik pengemudi dan karakteristik kecelakaan lalu lintas berbasis gender. Dalam penelitian ini digunakan alat bantu program statistik yakni IBM SPSS Versi 25 untuk analisis deskriptif adalah analisis tabulasi silang atau dalam SPSS disebut *Cross tabulations*. Tabulasi menyajikan ringkasan dan penyusunan data bisa dalam bentuk tabel, diagram dan grafik yang berskala nominal atau kategori.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Karakteristik Pengemudi Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis Gender di Kota Kupang

Berdasarkan hasil analisis karakteristik pengemudi kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang di dapatkan gambaran sebagai berikut :

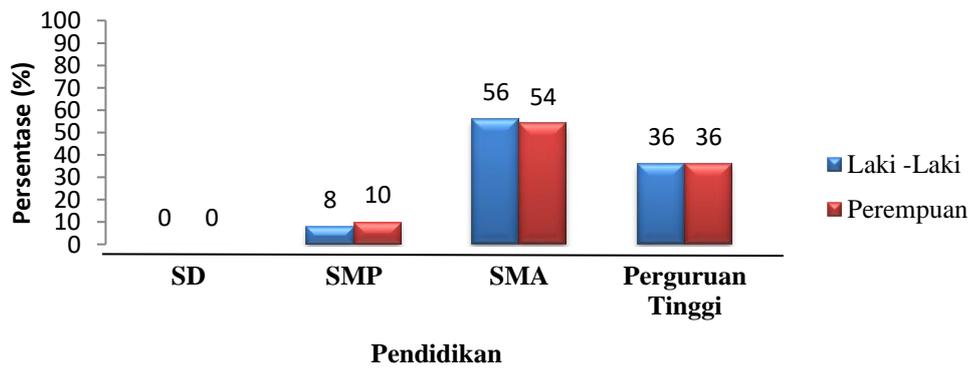
3.1.1 Berdasarkan Usia



Gambar 1. Usia korban kecelakaan lalu lintas

Berdasarkan gambar 1 di atas menunjukkan bahwa persentase usia korban kecelakaan berjenis kelamin laki-laki yang tertinggi adalah kelompok usia 17-25 tahun, yaitu sebesar 44% dan yang terendah pada kelompok usia ≥ 43 tahun sebesar 6%. Tren yang sama juga terjadi pada korban kecelakaan berjenis kelamin perempuan di mana kelompok usia yang tertinggi adalah kelompok usia 17-25 tahun sebesar 36% dan terendah pada kelompok usia ≥ 43 tahun sebesar 4%.

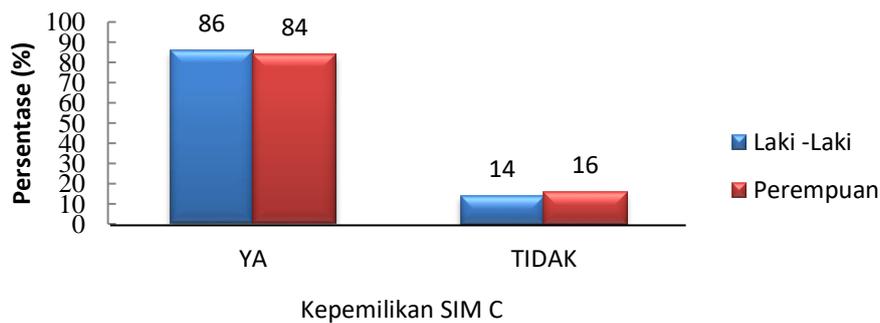
3.1.2 Berdasarkan Pendidikan Terakhir



Gambar 2. Pendidikan terakhir korban kecelakaan

Terlihat bahwa laki-laki sebagai korban kecelakaan lalu lintas dengan tingkat pendidikan terakhir terbanyak pada tingkat SMA yaitu sebanyak 28 responden (56%) dan pendidikan yang terendah pada tingkat SMP sebanyak 4 responden (8%). Tren yang sama juga pada perempuan pendidikan terakhir tertinggi sebesar 27 responden (54%) pada tingkat SMA dan terendah pada tingkat SMP sebesar 5 responden (10%).

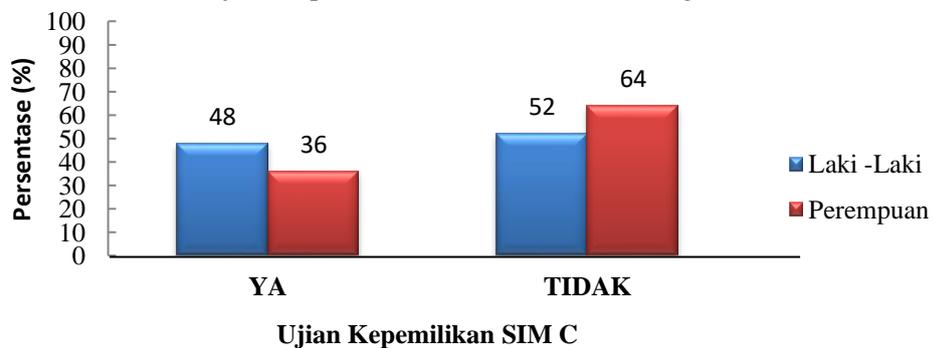
3.1.3 Kecelakaan Berdasarkan Kepemilikan SIM (Surat Izin Mengemudi)



Gambar 3. Ujian kepemilikan SIM (Surat Izin Mengemudi) korban kecelakaan

Terlihat bahwa kepemilikan SIM bagi pengemudi laki-laki terbanyak pada kategori memiliki SIM yaitu sebanyak 43 responden (86%) dan untuk bagi pengemudi perempuan pada kategori memiliki SIM sebanyak 42 responden (84%).

3.1.4 Kecelakaan Berdasarkan Ujian Kepemilikan SIM (Surat Izin Mengemudi)



Gambar 4. Ujian kepemilikan SIM (Surat Izin Mengemudi) korban kecelakaan

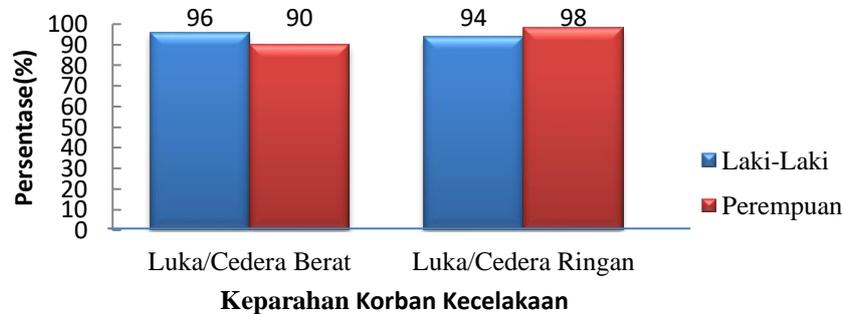
Terlihat bahwa jumlah yang tidak mengikuti ujian kepemilikan SIM lebih banyak dibandingkan dengan yang mengikuti ujian. Jumlah pengemudi laki-laki yang mengikuti ujian kepemilikan SIM sebanyak 24 responden (48%) dan tidak mengikuti ujian sebanyak 26 responden (52%) dan

pengemudi perempuan yang mengikuti ujian kepemilikan SIM sebesar 18 responden (36%) dan yang tidak mengikuti sebesar 32 responden (64%).

3.2 Analisis Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Kupang

Hasil analisis karakteristik pengemudi kecelakaan lalu lintas di Kota Kupang sebagai berikut :

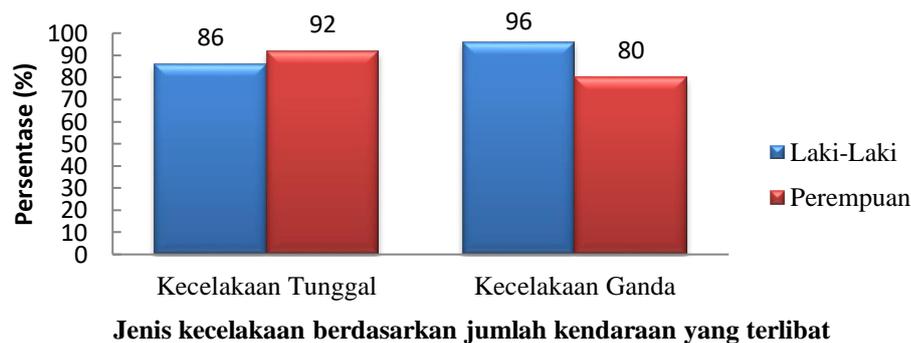
1. Kecelakaan Berdasarkan Keparahan Korban



Gambar 5. Keparahan korban kecelakaan

Terlihat bahwa korban kecelakaan yang mengalami cedera berat didominasi oleh laki-laki sebanyak 48 responden (96%) dan perempuan lebih mendominasi cedera ringan sebesar 49 responden (98%).

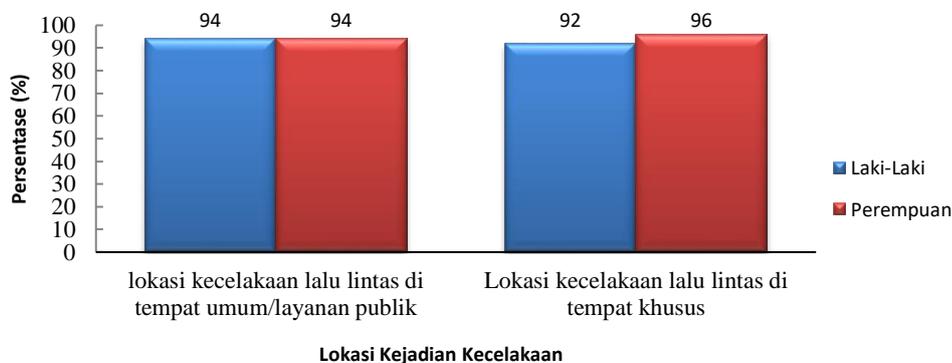
2. Kecelakaan Berdasarkan Jumlah Kendaraan yang Terlibat



Gambar 6. Jenis kecelakaan berdasarkan jumlah kendaraan yang terlibat

Terlihat bahwa kecelakaan tunggal didominasi oleh perempuan sebanyak 46 responden (92%) dan yang terendah pada laki-laki sebanyak 43 responden (86%), sedangkan Kecelakaan ganda didominasi oleh laki-laki sebanyak 48 responden (96%) dan yang terendah adalah pengemudi perempuan dengan jumlah 40 responden (80%).

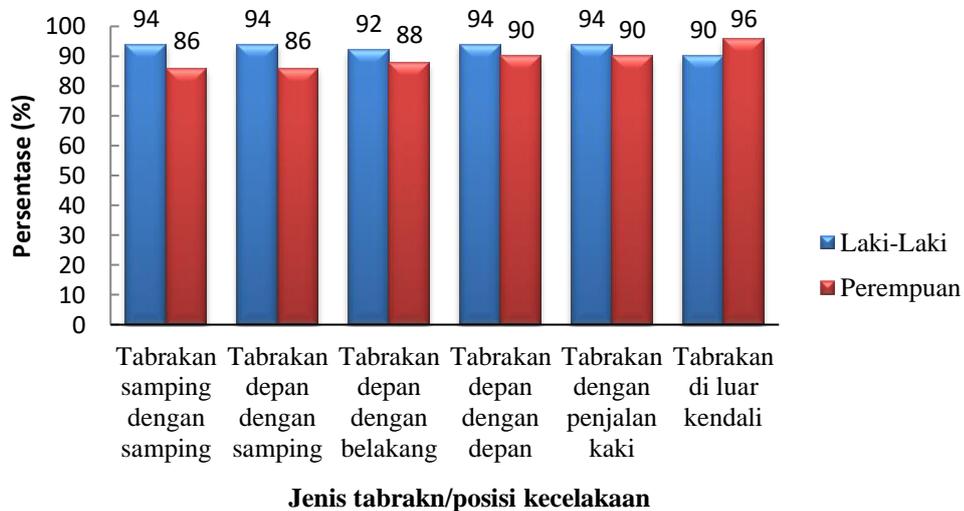
3. Kecelakaan Berdasarkan Lokasi Kejadian



Gambar 7. Lokasi kejadian kecelakaan

Terlihat bahwa pengemudi laki-laki dan perempuan yang mengalami kecelakaan di tempat umum seimbang yaitu 47 responden (94%), sedangkan Kecelakaan di tempat khusus didominasi oleh perempuan sebanyak 48 responden (96%) dan jumlah paling terendah terdapat pada pengemudi laki sebesar 46 responden (92%).

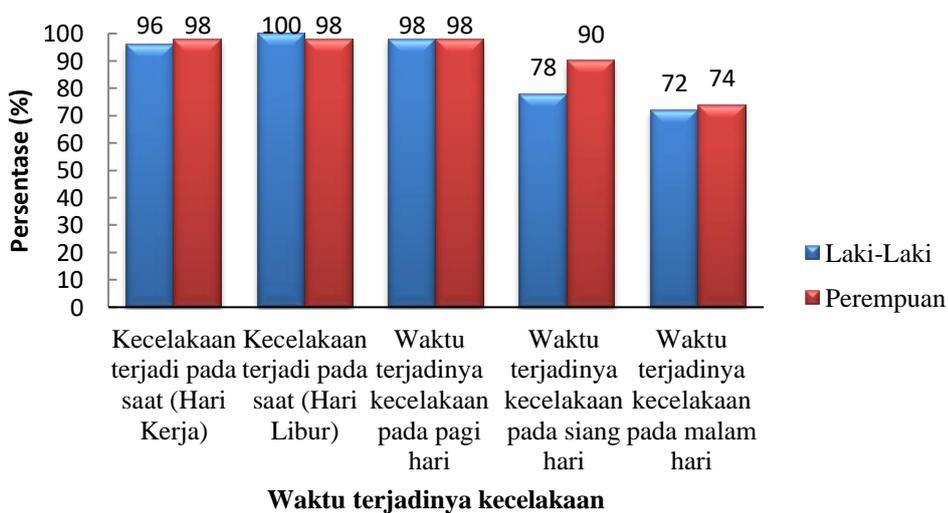
3.2.4. Kecelakaan Berdasarkan Jenis Tabrakan/ Posisi Kecelakaan



Gambar 8. Jenis tabrakan/ posisi kecelakaan

Gambar 8 menunjukkan bahwa persentase tertinggi jenis tabrakan pada laki-laki lebih didominasi tabrakan samping-samping, tabrakan depan-samping, tabrakan depan-depan, tabrak pejalan kaki sebesar 47 responden (94%) dan yang paling terendah adalah jenis tabrakan luar kendali sebesar 45 responden (90%) dan pada pengemudi perempuan persentase tertinggi didominasi jenis tabrakan diluar kendali sebanyak 48 responden (96%) dan yang paling terendah adalah tabrakan depan-samping, tabrak pejalan kaki sebesar 43 responden (86%).

3.2.5. Kecelakaan Berdasarkan Waktu Terjadinya Kecelakaan



Gambar 9. Waktu terjadinya kecelakaan

Berdasarkan gambar 9 dapat dilihat bahwa kejadian kecelakaan lalu lintas yang sering terjadi pada laki-laki adalah pada hari libur sebanyak 50 (100%) dan waktu kejadian pada pagi hari sebesar 49 (98%), sedangkan untuk perempuan paling banyak terjadi pada hari kerja dan hari libur sebanyak 49

(98%) dengan waktu kejadian pada pagi hari sebesar 49 (98%). Apabila dicermati, kecelakaan lalu lintas jalan paling banyak terjadi pada hari kerja dan hari libur dengan waktu kejadian di pagi hari sebanyak 98%.

4. Kesimpulan

Karakteristik pengemudi berdasarkan usia, korban kecelakaan berjenis kelamin laki-laki yang terbanyak dengan kelompok usia 17-24 tahun sebesar 44% dan usia korban kecelakaan berjenis kelamin perempuan dengan kelompok usia 17-24 tahun sebesar 36%. Responden laki-laki sebagai korban kecelakaan lalu lintas memiliki tingkat pendidikan terakhir terbanyak pada tingkat SMA yaitu sebanyak 28 responden (56%) sedangkan untuk perempuan sebanyak 27 responden (54%) pada tingkat SMA. Salah satu syarat yang harus dimiliki seorang pengemudi ketika berkendara di jalan raya adalah memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM) dari hasil survey yang diperoleh bahwa pengemudi laki-laki yang memiliki SIM sebanyak 86% dan bagi pengemudi perempuan sebesar 84%. Dalam mendapatkan SIM untuk mengemudi harus melewati ujian teori/praktek dan pada hasil survey menunjukkan bahwa responden yang mengikuti ujian kepemilikan SIM bagi pengemudi laki-laki sebanyak 24 responden (48%) dan untuk pengemudi perempuan yang mengikuti ujian kepemilikan SIM sebanyak 18 responden (32%). Kecelakaan lalu lintas berbasis gender di Kota Kupang memiliki karakteristik yang unik yakni terdapat kesamaan di mana pengemudi laki-laki dan pengemudi perempuan mayoritas mengalami kecelakaan di waktu pagi (96%). Namun, selanjutnya karakteristik yang lainnya berbeda. Pengemudi laki-laki mayoritas mengalami kecelakaan dengan karakteristik sebagai berikut: cedera berat sebesar (96%), jenis kecelakaan tunggal dan ganda sama-sama berpotensi terjadi (96%), lokasi kejadian kecelakaan terbanyak terjadi di tempat umum (94%), jenis tabrakan/posisi kecelakaan yang terjadi adalah tabrakan samping-samping, tabrakan depan-samping, tabrakan depan-depan, tabrak pejalan kaki sebesar (94%), dan waktu kejadian kecelakaan lalu lintas adalah pada hari libur sebanyak (100%). Kecelakaan yang dialami oleh pengemudi perempuan mayoritas memiliki karakteristik sebagai berikut: cedera ringan sebesar (98%), jenis kecelakaan tunggal (92%), lokasi kejadian di tempat khusus (96%), kecelakaan terjadi di luar kendali (96%), waktu kejadian kecelakaan lalu lintas adalah pada hari libur dan hari kerja sebanyak (98%) dan waktu kejadian pada pagi hari sebesar (98%).

Daftar Pustaka

- Agustina, Dewi Indra. 2015. *Pengaruh Peran Gender (Survei di Kantor Kecamatan Majenang, Kantor Kecamatan Cimanggu dan Kantor Kecamatan Karangpucung Kabupaten Cilacap Wilayah Barat)*. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Puwerkerto.
- Al-Saif, A. 2012. (Estimating the effect of traffic accidents in Arab Gulf Countries), Saudi Society for Traffic Safety, Dammam, Kingdom of Saudi Arabia.
- ARAMCO (1996). Panorama, Special Traffic Issue, Saudi Aramco Loss Prevention Dept., Dhahran, Saudi Arabia.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. *Kota Kupang dalam Angka 2019*. Kota Kupang: Badan Pusat Statistik Kota Kupang.
- BlegurTh, Jean T. R. N. 2015. *Analisis Karakteristik dan Biaya Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Kupang*. Kota Kupang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana.
- Boufous, S., Williamson, A., 2009. *Factors affecting the severity of work related traffic crashes in drivers receiving a worker's compensation claim*. Accident Analysis and Prevention 41, 467–473.
- Cerelli, E. (1996). *Crash Data and Rates for Age-Sex Groups of Drivers, Report to the National Highway Traffic Safety Administration*, U. S. Department of Transportation.

- Dharma, Aztria. 2012. *Identifikasi Kecelakaan lalu lintas*. Universitas Pasir Pengaraian.
- Djoko, Setijawarno. 2003. *Pengantar Rekayasa Dasar Transportasi*. Kota Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Dorn, L. (1992), "*Individual and Group Differences in Driving Behaviour (Neuroticism, Gender, Age)*", Ph. D. Thesis, Aston University, U. K.
- Fajar, Muhammad Syaeful. 2015. *Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya Menggunakan Metode K-Means Clustering*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Fiana, Miralul. 2018. *Analisa Pengaruh Perbedaan Jenis Kelamin Dalam Perilaku Mengemudi Terhadap Kecelakaan di Kota Mataram Menggunakan SEM (Structural Equation Modeling)*. Mataram: Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow (2000). *Applied Logistic Regression*, John Wiley and Sons. USA
- Irhamah. 2012. *Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Keparahan Korban Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Surabaya dengan Pendekatan Baging Regresi Logistik Ordinal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Lesley, J. C. and Rooney, F. (1996). "*Psychological factors in road traffic accidents Statistical evidence and a study of the effects of viewing anti-speeding film*", Irish Journal of Psychology, vol. 17, no. 1, pp 35-47.
- Ministry of Interior, *General Traffic Department, (Annual Statistical Report, 2013)*, Kingdom of Saudi Arabia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 44 Tahun 1993 *Kendaraan dan Pengemudi*. 17 September 1993. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1993 Nomor 44. Jakarta
- Roni Factor, David Mahalel, Gad Yair, 2007. "*The social accident: A theoretical model and research agenda for studying the influence of social and al characteristics on motor vehicle accidents*". Accident Analysis and Prevention 39, 914-921.
- Ryan, G. A., Legge, M. and Rosman, D. (1988), "*Age-related changes in drivers' crash risk and crash type*", in Accident Analysis and Prevention, vol. 30, no. 3, pp. 379-387.
- Thompson, D. (1996), "*Improving Teen Driving (Miracle in Crystal City)*", The News and Observer, September 19, Raleigh, Carolina.
- Yannis, G., Golias, J., apadimitriou, E. 2007, "*Accident Risk of Foreign Drivers in Various Road Environments*", Journal of Safety Research 38. 471-480, Department of Transportation, Planning and Engineering, University of Athens, Athens, Greece, July 2007

Faktor Penyebab Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Pantura Kabupaten Ende dengan Metode Pavement Condition Index (PCI)

Causes of Road damage On The Pantura Road Segment of Ende Regency With Pavement Condition Index (PCI) Method

Andi Kumalawati^{1*)}, Yohanes Egu ², Andi Hidayat Rizal³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Kerusakan jalan, Metode *Pavement Condition Index*.

Keywords:

Road damage, Pavement Condition Index Method

Article history:

Received: 3-03-2023

Accepted: 25-05-2023

^{*}Koresponden email:

kumalawatirizal@gmail.com

yohaneseghu04@gmail.com,

dava_rizal@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pada umumnya jalan dibangun guna memfasilitasi semua infrastruktur, kegiatan ekonomi masyarakat. Jalan sangat dibutuhkan dalam membangun pesatnya pertumbuhan ekonomi, dan sektor lainnya. Dalam kehidupan saat ini jalan merupakan aset yang penting dalam suatu wilayah sehingga strategi atau cara pemeliharaan jalan menjadi prioritas utama untuk diteliti, dikembangkan dan direncanakan. Ruas jalan Pantura Maukaro kabupaten Ende memiliki panjang 3,9 km dengan lebar jalan 6 meter, memiliki tingkat dan jenis kerusakan yang cukup bervariasi mulai dari kerusakan ringan hingga mencapai kerusakan yang berat. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai PCI rata-rata sebesar 13,8, sehingga alternatif yang digunakan untuk pemeliharaan adalah dengan program *patching* dan *overlaying* kemudian dilakukan perawatan secara rutin.

ABSTRACT

In general, roads are built to facilitate all infrastructure, community economic activities. The existence of roads is needed to help the rapid growth of the economy, as well as other agricultural sectors. Very important knowledge of the benefits of road construction and maintenance is a priority to be developed and developed in planning, implementation and maintenance. The state of the Maukaro Coastal Road has a length of 3,900 meters and a width of 6 meters which has quite a lot of damage. Based on the results of the analysis, the surface of the Maukaro Coastal Road is in a bad level of damage with a PCI value of 31.8 suitable alternatives are patching programs, overlaying then maintenance is carried out routine.

1. Pendahuluan

Jalan adalah alat sarana transportasi darat yang sangat diperlukan guna mempercepat hubungan ekonomi antar wilayah yang satu dengan yang lain, baik tingkat desa, perkotaan sampai pada tingkat negara. Keadaan jalan yang baik dapat mempercepat dan memperingan mobilitas penduduk dalam menjalani hubungan ekonomi sosial dan kegiatan lainnya, begitupun jika kondisi jalan di suatu wilayah atau daerah mengalami kerusakan maka dapat menghambat segala bentuk kegiatan masyarakat di wilayah tersebut dan juga dapat menimbulkan kecelakaan. (Sawaludin, A., dkk 2018) dan (Udiana, I. M., dkk, 2014)

Menurut Sukirman (1999) kerusakan konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh peningkatan lalu lintas, air karena drainase yang buruk, material yang buruk, iklim dengan suhu udara dan curah hujan yang tinggi, tanah yang tidak stabil dan pemadatan tanah yang buruk. Kerusakan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya lalu lintas yang tinggi volume dan beban kendaraan yang lewat. Kerusakan jalan akan mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan yang dapat menyebabkan kecelakaan, kemacetan dan lain-lain. (Munandar, A., dkk (2014)

Berdasarkan Dirljen Bina Marga Tentang Pedoman Pemeliharaan Jalan No.03/T/MN/B/1983, jenis kerusakan adalah sebagai berikut: *Alligator Cracking*, *Longitudinal/Transverse Cracking*, *Slippage Cracks*, *Joint Reflective Cracking*, *Block Cracking*, *Meandering*, retakan diagonal dan kerusakan pada tepi perkerasan jalan. Menurut Shahin M. Y.(1994) kondisi perkerasan jalan terbagi menjadi beberapa tingkatan, yaitu: sangat baik jika skor PCI mencapai 85-100, sangat baik jika skor PCI mencapai 70-85, baik jika skor PCI mencapai 55-70, cukup jika skor PCI mencapai 40-55, buruk jika skor PCI mencapai 25-40, sangat buruk jika skor PCI mencapai 10-25, gagal jika skor PCI 0-10.

Faktor penyebab kerusakan jalan antara lain beban lalu lintas yang meningkat, sistem drainase yang tidak memadai dan material perkerasan aspal, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, dan perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Kerusakan jalan tidak disebabkan oleh satu faktor saja tetapi dapat merupakan kombinasi dari beberapa penyebab yang saling terkait (Utomo, 2001). Saluran drainase yang tidak berfungsi dengan baik dapat menimbulkan genangan air di permukaan jalan. Hal lain penyebab genangan adalah perubahan fungsi lahan dan berkurangnya daerah tangkapan air (Muliawan, 2019). Pengamatan empiris menunjukkan bahwa genangan air dominan diatas permukaan jalan terjadi karena sistem drainase jalan. Hal ini disebabkan kurangnya keterpaduan tata ruang dan tata air dengan kawasan sekitar jalan dan tata ruang yang tidak terkendali perencanaannya. Air genangan akan masuk melalui pori-pori permukaan perkerasan sehingga dapat merusak ikatan aspal. (Mardianus, 2013)

Kerusakan yang terjadi pada segmen yang tergenang ternyata lebih parah jika dibandingkan dengan segmen yang hanya tergenang saat hujan. Pengaruh genangan terhadap kerusakan jalan dapat diketahui dengan membandingkan hasil analisis kerusakan jalan pada daerah yang terendam banjir dan segmen yang tidak terendam. (Nurhudayah, dkk, 2009).

Beberapa metode dapat digunakan untuk menganalisis kerusakan jalan, termasuk Indeks Kondisi Perkerasan (PCI). PCI adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi dan dapat dijadikan acuan dalam upaya pemeliharaan jalan. Menurut Yani, 2012, PCI dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan, tingkat keparahan, dan ukurannya berdasarkan pengamatan selama survei kondisi visual.

Kerusakan jalan di berbagai wilayah saat ini merupakan suatu masalah yang serius karena banyak kerugian yang diderita akibat dari kerusakan jalan, khususnya bagi pengguna jalan misalnya terjadi kemacetan, kecelakaan, waktu tempuh perjalanan semakin lama, dan terhambatnya kegiatan yang membutuhkan kendaraan. (Arta dkk, 2017).

Ruas jalan Pantura Maukaro merupakan ruas jalan yang menghubungkan tiga wilayah Kabupaten yakni kabupaten Sika, Ende, dan Nagekeo, di mana titik kerusakan jalan terparah terdapat di Desa Nabe, Kecamatan Maukaro, Kabupaten Ende. Metode Pavement Condition Index digunakan dalam penelitian ini dan menjadi acuan dalam upaya menjaga dan memeliharanya. Akses jalan Pantura Maukaro bisa dikatakan sebagai jalur alternatif karena waktu tempuh antar tiga kabupaten tersebut lebih cepat dibandingkan dengan jalur selatan, namun dengan kondisi jalan yang rusak justru memperlambat jarak tempuh antar ketiga kabupaten tersebut.

2. Data dan Metode

Penelitian ini dimulai dengan melakukan survei pendahuluan bertujuan untuk mengetahui kondisi umum perkerasan, dan jenis-jenis kerusakan yang sering terjadi pada perkerasan lentur. Lokasi penelitian berada pada ruas jalan Pantura Maukaro kabupaten Ende dengan waktu pelaksanaan selama 2 minggu. Metode yang digunakan adalah *pavement condition index* (PCI) yang bertujuan untuk menentukan jenis dan tingkat kerusakan pada suatu ruas jalan. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan untuk memperoleh nilai *pavement condition index*.

2.1. Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan dengan Metode PCI

2.1.1. Menentukan Jumlah Unit Sampel Yang Akan Diperiksa

1. Menentukan jumlah minimum unit sampel yang akan diperiksa.

Dimana jumlah unit sampel (N), standard deviasi (s) untuk perkerasan lentur = 10 dan nilai kesalahan yang diijinkan (e) = 5, maka didapat jumlah unit sampel yang akan diperiksa (n).

$$n = \frac{Ns^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + s^2} n. \quad (2.1)$$

2. Pemilihan unit sampel.

Pemilihan unit sampel merupakan interval yang dilakukan untuk pengambilan sampel secara acak.

$$i = \frac{N}{n} \quad (2.2)$$

2.1.2. Pengukuran setiap jenis kerusakan

Pengukuran setiap jenis kerusakan dilakukan sesuai dengan unit sampel yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.2

2.2. Penilaian kondisi perkerasan.

Pavement condition index (PCI) adalah salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi yaitu sempurna (*excellent*) sangat baik (*very good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*).

2.2.1. Menghitung kadar kerusakan (*density*)

Kadar kerusakan adalah presentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter panjang. Nilai *density* suatu jenis kerusakan dibedakan juga berdasarkan tingkat kerusakannya.

Rumus mencari nilai *density*:

$$\text{Density} = \frac{AD}{AS} \times 100 \% \quad (2.3)$$

atau

$$\text{Density} = \frac{LD}{AS} \times 100 \% \tag{2.4}$$

dimana:

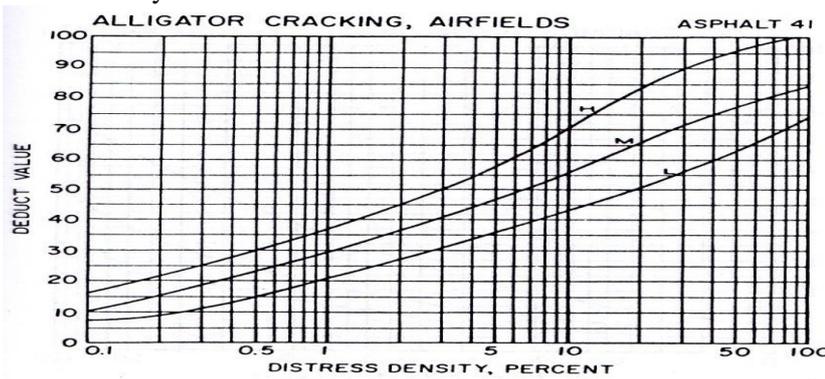
Ad : Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

Ld : Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m)

As : Luas total unit segmen (m²)

2.2.2. Menghitung nilai pengurangan (deduct value)

Desuct value adalah nilai pengurangan untuk tipa jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara density dan deduct value.



Gambar 1. Grafik Deduct Value untuk Aligator cracking
Sumber. Shahin, 1994

2.2.3. Total Deduct Value

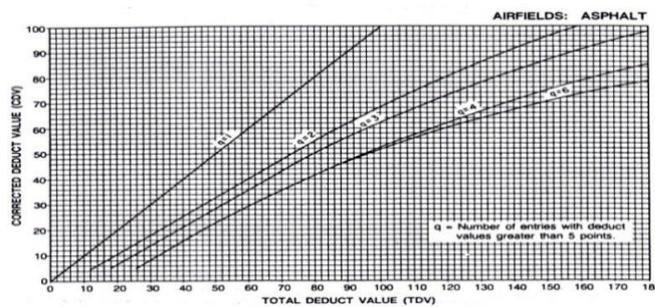
Total Deduct value (TDV) adalah nilai total dari individual deduct value untuk tiap jenis dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian

Rumus menghitung Total Deduct value (TDV)

$$TDV_{s1} = DV_1 + DV_2 + DV_3 + \dots + DV_n \tag{2.5}$$

2.2.4. Corrected deduct value

Corrected deduct value (CDV) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumlah nilai individual deduct value yang mempunyai nilai lebih besar dari 2 (>2)



Gambar 2. Grafik hubungan antara TDV dengan CDV
Sumber. Shahin, 1994

2.2.5. Klasifikasi kualitas perkerasan.

Jika nilai CDV telah diketahui, maka nilai PCI untuk setiap unit sampel dapat diketahui dengan rumus:

$$PCI(s) = 100 - CDV \tag{2.6}$$

dimana:

PCI(s) : Pavement Condition Index untuk tiap unit

CDV : Corrected Deduct Value untuk tiap unit

Untuk nilai PCI secara keseluruhan:

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \tag{2.7}$$

dimana:

PCI : Nilai PCI perkerasan keseluruhan

PCI(s) : Pavement Condition Index untuk tiap unit

N : Jumlah unit

Dari nilai PCI untuk masing – masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapisan perkerasan unit segmen berdasarkan kondisi tertentu yaitu sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*).



Gambar 3. Standar PCI/Rating Scale

Sumber (Sulaksono 2001)

3. Hasil dan pembahasan

Nilai PCI di peroleh dari suvei kondisi permukaan jalan yang telah dilakukan pada setiap unit sampel. Pada dasarnya prosedur penentuan nilai *pavement condition index* untuk perkerasan lentur yang dikembangkan oleh FFA (1982) sama dengan prosedur yang disarankan oleh Shahin (1994). Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai *pavement condition index* pada ruas jalan Pantura Maukaro kabupaten Ende untuk unit sampel 3 (tiga)

Tabel 1. Retak kulit buaya (*aligator cracking*)

Tipe kerusakan	Tingkat kerusakan	Luas segmen (AS)	Luas Kerusakan (AD)
Retak Kulit Buaya	L	600 m ²	7,13 m ²
	M		11,28 m ²
	H		15,7 m ²

3.1.1. Perhitungan nilai Density untuk unit sampel 3 (tiga)

Nilai density diperoleh dengan cara membagi luas kerusakan tiap tingkat kerusakan dengan luas unit sampel, dengan rumur yang ditentukan pada persamaan 2.1

Retak kulit buaya (*aligator cracking*)

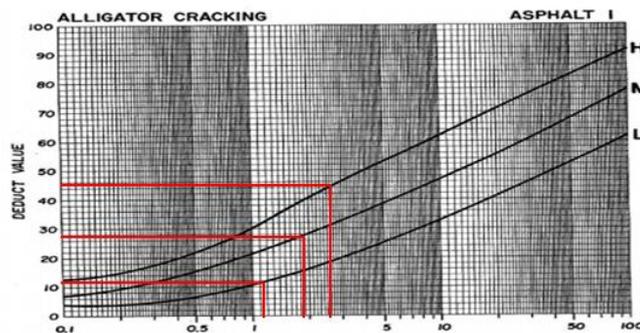
$$L = \frac{7,13}{600} \times 100\% = 1,18 \%$$

$$M = \frac{11,28}{600} \times 100\% = 1,88 \%$$

$$H = \frac{15,7}{600} \times 100\% = 2,61 \%$$

3.1.2. Menghitung nilai Pengurangan (*Deduct Value*) untuk unit sampel 3

Deduct value nilai pengurangan pada setiap jenis kerusakan yang didapat dari kurva hubungan antara nilai kepadatan dan nilai pengurangan, nilai pengurangan diperoleh dengan cara menyesuaikan nilai *density* yang diperoleh kedalam grafik kerusakan masing-masing sesuai dengan tingkat kerusakannya. Berikut adalah kurva hubungan antara nilai density dan nilai pengurangan berdasarkan jenis kerusakan pada unit sampel 3



Gambar 4. Grafik nilai *deduct value* untuk unit sampel 3
Sumber:Shahin, 1994

Dari grafik pada gambar 4, diperoleh nilai *deduct value* pada nilai *density* 1,18% dengan tingkat *severitas low* adalah 11, untuk nilai *density* 1,88% dengan tingkat *severitas medium* adalah 28, dan untuk nilai *density* 2,64% dengan tingkat *severitas high* adalah 46.

3.1.3. Menghitung total Deduct Value (TDV) untuk unit sampel 3

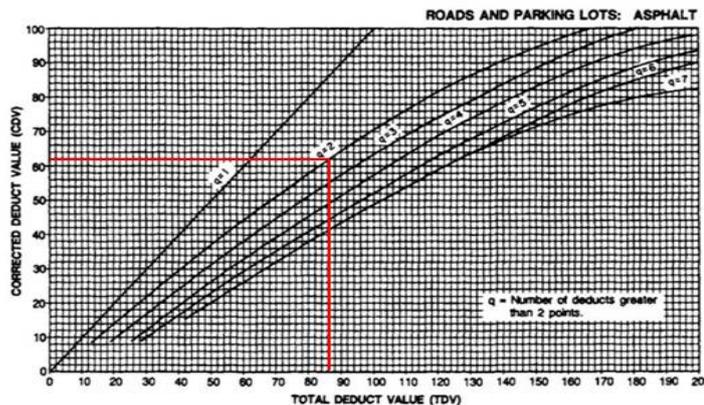
Nilai pengurangan total adalah total nilai pengurangan individual untuk setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan di setiap unit sampel. Semua nilai pengurangan yang telah diperoleh kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan nilai TDV sesuai dengan persamaan 2.2

Tabel 2. Total *deduct value* untuk unit sampel 3

No	Jenis kerusakan	Tingkat kerusakan	Density %	Deduct value
1	Retak Kulit Buaya (<i>alligator crack</i>)	L	1,18	11
		M	1,88	28
		H	2,64	46
Total <i>Deduct value</i>				85

3.1.4. Koreksi nilai Deduct Value untuk unit sampel 3

Nilai CDV diperoleh dari kurva hubungan antara nilai total deduksi dan nilai deduksi yang dikoreksi dengan cara memilih kurva sesuai dengan banyaknya nilai deduksi individu yang mempunyai nilai lebih besar dari 2 (>2) yang disebut juga dengan nilai (q). Dari data nilai deduksi pada tabel 2 terlihat berapa yang memiliki nilai di atas 11 yang selanjutnya disebut (q). Nilai (q) tersebut yang nantinya akan dipasangkan dengan total *deduct value* sehingga didapat nilai koreksi CDV. Dari data di atas diperoleh bilangan q = 2, sedangkan grafik menunjukkan nilai CDV untuk TDV = 85 adalah 61



Gambar 5. Grafik hubungan antara CDV dengan TDV unit sampel 3
Sumber:Shahin, 1994.

3.1.5. Menghitung Pavement Condition Index (PCI) untuk unit sampel 3

Mengacu pada rumusan 2.3 didapatkan nilai PCI

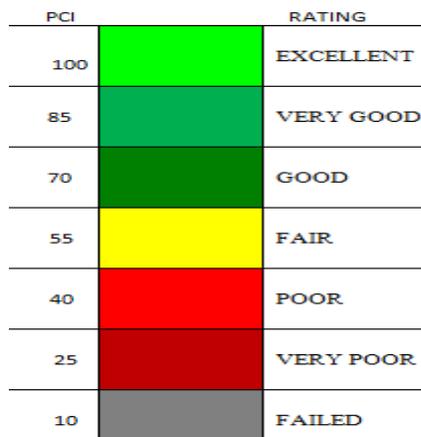
$$\begin{aligned}
 \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\
 &= 100 - 61 \\
 &= 39
 \end{aligned}$$

Kondisi perkerasan untuk unit sampel 3 dengan nilai PCI =39 adalah “*poor*” jadi klasifikasi perkerasan untuk unit sampel 3 berdasarkan rating kondisi jalan dengan metode PCI adalah buruk.

Tabel 3. Nilai rata-rata PCI dari 13 unit sampel

No	Nilai PCI/ Unit Sampel	Total PCI	Rata-Rata Nilai PCI Segmen	Rating Scale
1	39			
2	11			
3	51			
4	27			
5	18			
6	11			
7	40	414	31,8	Buruk (<i>Poor</i>)
8	1			
9	49			
10	46			
11	35			
12	61			
13	31			

Berdasarkan Tabel 3 di atas maka dapat ditentukan nilai PCI rata-rata ruas jalan Pantura Maukaro Kabupaten Ende, sesuai dengan rumus yang ditetapkan pada persamaan 2.4 adalah 31,8 maka *rating scale* adalah buruk. Berikut adalah gambar standard PCI menurut Sulaksono, 2001



Gambar 6. Standar PCI/Rating Scale

Sumber (Sulaksono 2001)

Jadi klasifikasi perkerasan untuk keseluruhan jalan Pantura Maukaro (Nabe-Ranakolo) dengan panjang jalan yang ditinjau 3900 meter, dan lebar jalan 6 meter diperoleh nilai rata-rata PCI 31,8 sehingga didapat rating kondisi jalan yang ditinjau adalah buruk (*Poor*).

4. Kesimpulan

Faktor-faktor penyebab kerusakan ruas jalan Pantura Maukaro (Nabe-Ranakolo) secara umum antara lain: sistem drainase yang buruk, sifat bahan konstruksi perkerasan yang buruk, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapisan perkerasan yang terlalu tipis, dan prosesnya pelaksanaan pekerjaan konstruksi perkerasan jalan yang tidak sesuai dengan ketentuan dan spesifikasi yang ditetapkan. Dari hasil perhitungan memakai cara index kondisi perkerasan, nilai PCI rata-rata adalah 31,8, artinya kondisi ruas jalan Nabe-Ranakolo memiliki tingkat kerusakan yang buruk. Kerusakan yang terjadi didominasi oleh jenis kerusakan. Relies item (*ravelling*) dengan persentase kerusakan 42,4%. Perbaikan yang sesuai adalah program patching, melapisinya kemudian melakukan perawatan rutin.

Daftar Pustaka

- Arta, Y., Yosritzal, Y., & Yuliet, R. (2017). Identifikasi Jenis Masalah dan Jenis Penanganan Kerusakan Jalan Suliki-Simpang Sungai Dadok Kabupaten Lima Puluh Kota [Identification of Problem Types and Types of Damage Handling for Suliki-Simpang Sungai Dadok Road, Lima Puluh Kota Regency]. https://www.researchgate.net/publication/320977412_Identifikasi_Masalah_dan_Jenis_Penanganan_Kerusakan_Jalan_Suliki_-_Simpang_Sungai_Dadok_Kabupaten_Lima_Puluh_Kota (in Indonesian).
- Ditjen Bina Marga (1983) No.03/T/MN/B/1983 Tentang Pedoman Pemeliharaan Jalan Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Mardianus. (2013). Studi penanganan jalan berdasarkan tingkat kerusakan perkerasan jalan (studi kasus: jalan kuala dua kabupaten kubu raya) [Road handling study based on the level of pavement damage (case study: kuala dua road kubu raya district)]. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 13(1), 12 (in Indonesian).
- Muliawan, I. W. (2019). Dampak genangan air hujan terhadap kondisi jalan antasura di kecamatan denpasar timur [Impact of rainwater inundation on the condition of antasura road in east denpasar sub-district]. *Paduraksa*, 8(1), 44–50 (in Indonesian).
- Munandar, A., Widodo, S., & Sulandari, E. (2014). Analisa kondisi kerusakan jalan pada lapisan permukaan (studi kasus : jalan adi sucipto sungai raya kubu raya)[Analysis of road damage conditions in the surface layer (case study: adi sucipto river raya kubu raya road)]. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 3(2), 1–11 (in Indonesian).
- Nurhudayah, Dato, A. K., & Parung, H. (2009). Studi Genangan Air terhadap Kerusakan Jalan di Kota Gorontalo [Study of Waterlogging on Road Damage in Gorontalo City]. Retrieved from

<https://dokumen.tips/documents/studi-genangan-air-terhadap-kerusakan-jalan-studigenangan-air-terhadap.html> (in Indonesian).

- Okigbo, N. (2012). Causes of highway failures in Nigeria. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4(11), 4695–4703.
- Sawaludin, A., Syafarudin, A., & Mayuni, S. (2018). Evaluasi kerusakan jalan pada perkerasan lentur dengan menggunakan metode binamarga (studi kasus ruas jalan desa kapur)[Evaluation of road damage on flexible pavement using the binamarga method (case study of lime village road section)]. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(1) (in Indonesian).
- Shahin, M.Y. 1994, *Pavement for Airports, Roads, Parking Lots, Chapman and Hall, Dept. BC., New York*.
- Sukirman .S. (1999), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Erlangga Jakarta.
- Udiana, I. M., Saudale, A. R., & Pah, J. J. S. (2014). Analisa faktor penyebab kerusakan jalan (studi kasus ruas jalan w. J. Lalamentik dan ruas jalan gor flobamora)[Analysis of factors causing road damage (case study of W. J. Lalamentik road section and Gor Flobamora road section)]. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 13–18 (in Indonesian).
- Utomo, 2001, *Kajian kondisi perkerasan jalan Arteri di kabupaten Sleman menggunakan cara Pavement Condition Index*.
- Yani, H., 2012. *Evaluasi Jenis dan Tingkat Kerusakan dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Jalan Arifin Ahmad, Dumai 13+000-19+800)*, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.