



WIDYA TEKNIK

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA JALAN LINGKUNGAN DI KECAMATAN DENPASAR
BARAT**

Ida Bagus Wirahaji, I Putu Laintarawan, Pande Made Bhanu Waradhya

KARAKTERISTIK DAN JENIS KENDARAAN LOGISTIK DI INDONESIA

Ni Putu Decy Arwini, I Putu Kresna Suputra

**ANALISIS PARKIR DI PINGGIR JALAN (*ON STREET PARKING*) TERHADAP KINERJA RUAS
JALAN DI KOTA DENPASAR**

(Studi Kasus: Pada Ruas Jalan Sulawesi, Kota Denpasar)

I Putu Febi Prayoga, Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni

**EVALUASI RASIO RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN DENGAN BIAYA RIIL
PELAKSANAAN TERHADAP PENGARUH FLUKTUASI HARGA MATERIAL**

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Lt. III (15 RKB, Tangga) SD N 3 Panjer, Kota Denpasar)

Ni Made Ratih Pradewi, I.A. Putu Sri Mahapatni, I Made Harta Wijaya

**ANALISIS SISTEM DRAINASE PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI TUKAD MATI,
KABUPATEN BADUNG – BALI**

AAA Made Cahaya Wardani, Cokorda Putra, Luh Azhanova

**KAJIAN IMPLIKASI STRUKTURAL PENGGUNAAN KOLOM PIPIH PADA BANGUNAN
BETON BERTULANG BERTINGKAT RENDAH DI WILAYAH GEMPA TINGGI**

I Wayan Artana, I Wayan Muka

**ANALISIS FAKTOR PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN
KERJA LINGKUNGAN**

(STUDI KASUS PROYEK RSUD SUWITI, PETANG BADUNG BALI)

I Kadek Mahesa Adi Saputra, I Nyoman Suta Widnyana

Diterbitkan Oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika – Universitas Hindu Indonesia

Jurnal Widya Teknik	Volume 021	Nomor 02	Halaman 37 - 98	ISSN 3026-5363	Denpasar, April 2026
------------------------------------	-----------------------	---------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------------

Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Dewan Redaksi

Penanggung Jawab / Patrons

Ir. Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, ST., MT.
(Koordinator Program Studi Teknik Sipil)

Journal Manager / Editor in Chief

Ir. I Putu Laintarawan, ST., MT.

Editorial Member

Prof. Dr. Ir. I Wayan Muka, ST., MT.
Dr. Ir. Made Novia Indriani, ST., MT.
Dr. Ir. I Nyoman Suta Widnyana, ST., MT.
Made Adi Widyatmika, ST., M.Si., Ph.D.
Ir. I Wayan Artana, ST., MT.
Dr. AAA Made Cahaya Wardani, ST, MT.
Dr. Ida Bagus Wirahaji, ST., S.Ag., M.Si., MT.
Ir. I Made Harta Wijaya, ST., MT.

Peer Reviewers

Prof. Dewa Made Priyantha Wedagama, ST., MT., M.Sc., Ph.D
Dr. Ir. Ida Bagus Rai Widiarsa, ST., MM.
Dr. T. Wendy Boy, ST., MM.
Dr. Helmy Darjanto, MT.
Dr. Ngakan Ketut Acwin Dwijendra, ST., MA.

Distribution

I Komang Widanta Ruma, S.S., M.Si.
A.A. Istri Ita Ryandewi, SS.
Gusti Agung Ayu Ratih Ninggrat Sari, S.Ag.

JURNAL WIDYA TEKNIK diterbitkan oleh Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika Universitas Hindu Indonesia Denpasar sebagai media informasi ilmiah bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi baik berupa hasil penelitian maupun kajian pustaka. Redaksi menerima naskah dari dosen, peneliti, mahasiswa atau praktisi dengan ketentuan persyaratan tercantum pada halaman belakang majalah ini.

ALAMAT REDAKSI FAKULTAS TEKNIK, PERENCANAAN DAN INFORMATIKA UNHI DENPASAR, Jl. Sanggalangit, Penatih, Tembawu, Denpasar, Telp (0361) 464800 ext. 304, Email: teknik@unhi.ac.id, teknik.unhi@gmail.com



Daftar Isi

Hal

ANALISIS PENINGKATAN KINERJA JALAN LINGKUNGAN DI KECAMATAN DENPASAR BARAT

Ida Bagus Wirahaji, I Putu Laintarawan, Pande Made Bhanu Waradhyha 37

KARAKTERISTIK DAN JENIS KENDARAAN LOGISTIK DI INDONESIA

Ni Putu Decy Arwini, I Putu Kresna Suputra 43

ANALISIS PARKIR DI PINGGIR JALAN (*ON STREET PARKING*) TERHADAP KINERJA RUAS JALAN DI KOTA DENPASAR

(Studi Kasus: Pada Ruas Jalan Sulawesi, Kota Denpasar)

I Putu Febi Prayoga, Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni 53

EVALUASI RASIO RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN DENGAN BIAYA RIIL PELAKSANAAN TERHADAP PENGARUH FLUKTUASI HARGA MATERIAL

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Lt. III (15 RKB, Tangga) SD N 3 Panjer, Kota Denpasar)

Ni Made Ratih Pradewi, I.A. Putu Sri Mahapatni, I Made Harta Wijaya 63

ANALISIS SISTEM DRAINASE PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI TUKAD MATI, KABUPATEN BADUNG – BALI

AAA Made Cahaya Wardani, Cokorda Putra, Luh Azhanova 70

KAJIAN IMPLIKASI STRUKTURAL PENGGUNAAN KOLOM PIPIH PADA BANGUNAN BETON BERTULANG BERTINGKAT RENDAH DI WILAYAH GEMPA TINGGI

I Wayan Artana, I Wayan Muka 74

ANALISIS FAKTOR PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA LINGKUNGAN

(STUDI KASUS PROYEK RSUD SUWITI, PETANG BADUNG BALI)

I Kadek Mahesa Adi Saputra, I Nyoman Suta Widnyana 84

Diterbitkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia Denpasar

Jurnal Widya Teknik	Volume 21	Nomor 02	Halaman 37 - 98	ISSN 3026-5363	Denpasar April 2026
---------------------------	--------------	-------------	--------------------	-------------------	---------------------------

Pengantar Redaksi

OM Swastyastu,

Atas *Asung Kertha Wara Nugraha* Hyang Widhi Wasa, Jurnal Widya Teknik Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia terbit kembali dengan menyajikan tulisan-tulisan ilmiah yang terkait dengan disiplin ilmu teknik sipil. Penerbitan ini terlaksana berkat kerjasama yang erat dari berbagai pihak khususnya di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia. Jurnal Widya Teknik pada Volume 21, Nomor 2, April 2026 menyajikan berbagai topik, antara lain:

Wirahaji, dkk meneliti tentang Peningkatan Kinerja Jalan Lingkungan Di Kecamatan Denpasar Barat yang menghasilkan semua variabel bebas berpengaruh positif signifikan, dengan model yang dihasilkan adalah $Y = 1,114 + 0,169X_1 + 0,4463X_2 + 0,334X_3 + 0,371X_4$. Berdasarkan koefisien regresi, Perbaikan bangunan pelengkap (X_2) memiliki pengaruh yang paling besar, disusul Manajemen lalu lintas (X_4), Perbaikan perkerasan jalan (X_3), dan Perbaikan geometrik jalan (X_1). Semua variabel bebas berpengaruh sangat kuat yang dinyatakan dengan nilai *Adjusted R Squares* sebesar 94,9%.

Arwini dan Suputra menganalisis karakteristik dan jenis kendaraan logistik di Indonesi. Indeks Kinerja Logistik yang diterbitkan oleh Bank Dunia tahun 2023, Indonesia berada di peringkat 59 dari 140 negara dengan Indeks Kinerja Logistik dengan *LPI score* 3,0. Berada jauh di bawah Singapura yang menempati posisi pertama dengan *LPI score* sebesar 4,3. Angkutan logistik yang diijinkan beroperasi di Indonesia khususnya moda transportasi darat mulai dari kendaraan kecil seperti pick up, engkel, truk CDC, truk tronton, truk trintin, truk trinton hingga truk kontainer yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan hasil industri yang akan ditransportasikan atau jarak yang akan di tempuh. Ada aturan tersendiri yang harus diikuti oleh kendaraan angkutan logistik di Indonesia misalnya aturan mengenai jam lintas kendaraan yang diijinkan, jumlah dan berat muatan yang diijinkan, jenis kendaraan yang diperbolehkan melintasi suatu ruas jalan dan lain sebagainya.

Prayoga, dkk menganalisis parkir di pinggir jalan (on street parking) terhadap kinerja ruas jalan di kota Denpasar) yang menghasilkan karakteristik parkir di Jalan Sulawesi Denpasar dengan volume parkir tertinggi selama 16 jam pengamatan adalah sepeda motor sebanyak 222 kendaraan (rata-rata 14 kendaraan/jam) dan mobil sebanyak 198 kendaraan (rata-rata 12 kendaraan/jam). Kinerja ruas Jalan Sulawesi Denpasar akibat adanya parkir pinggir jalan berdampak signifikan terhadap penurunan kinerja jalan, ditandai dengan meningkatnya derajat kejenuhan dan menurunnya kecepatan kendaraan. Persepsi masyarakat menunjukkan bahwa meskipun parkir di pinggir jalan dianggap praktis, sebagian besar responden menyadari dampak negatifnya terhadap kelancaran lalu lintas. Penelitian ini merekomendasikan pengelolaan parkir yang lebih terstruktur dan pengembangan fasilitas parkir alternatif untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas di kawasan pusat Kota Denpasar.

Pradewi, dkk melakukan penelitian tentang evaluasi rasio rencana anggaran pelaksanaan dengan biaya riil pelaksanaan terhadap pengaruh fluktuasi harga material dengan studi kasus Pembangunan Gedung Lt III (15 RKB, Tangga) SD N 3 Panjer, Kota Denpasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan biaya sebesar

4,657%, dimana RAP awal sebesar Rp933.208.020,60 meningkat menjadi Rp978.792.243,89, dengan selisih Rp45.584.223,29. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian biaya yang adaptif, pembaruan harga satuan secara berkala, serta manajemen risiko yang baik guna meminimalkan dampak fluktuasi dalam pelaksanaan proyek.

Wardani, dkk, menganalisis sistem drainase pada daerah aliran sungai Tukad Mati, Kabupaten Badung – Bali. Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Mati merupakan salah satu sistem hidrologi penting di kawasan perkotaan Bali, khususnya wilayah Kuta dan sekitarnya. Sungai ini berfungsi sebagai saluran utama drainase perkotaan sekaligus pengendali limpasan air hujan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, kawasan ini sering mengalami genangan dan banjir akibat berbagai faktor seperti sedimentasi, perubahan tata guna lahan, dan keterbatasan kapasitas sistem drainase. Penelitian membahas karakteristik DAS Tukad Mati, permasalahan sistem drainase, serta alternatif solusi berbasis pendekatan teknik sipil dan hidrologi.

Artana dan Muka melakukan penelitian tentang Kajian Implikasi Struktural Penggunaan Kolom Pipih Pada Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Rendah Di Wilayah Gempa Tinggi. Pada model kolom 120 mm × 600 mm, simpangan antar tingkat arah lemah meningkat sekitar 31,8% dibandingkan model kolom 300 mm × 300 mm, sedangkan rasio kapasitas kolom pada beberapa elemen lantai dasar mendekati 0,94. Analisis pushover juga menunjukkan bahwa kolom pipih cenderung mempercepat terbentuknya sendi plastis pada kolom lantai dasar arah lemah. Dengan demikian, penggunaan kolom pipih pada bangunan bertingkat rendah di wilayah gempa memerlukan pembatasan rasio aspek, pengendalian orientasi kolom, detailing pengekangan transversal yang lebih rapat, serta evaluasi kinerja gempa sejak tahap awal perencanaan.

Saputra dan Widnyana, melakukan analisis tentang Faktor Penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (Studi Kasus Proyek Rsud Suwiti, Petang Badung Bali). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh indikator valid dan reliabel dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,987. Uji kelayakan data menunjukkan nilai Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) sebesar 0,895 dan signifikansi Bartlett's Test sebesar 0,000, sehingga data layak untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil analisis faktor menunjukkan terbentuk satu faktor utama dengan nilai eigenvalue sebesar 18,947 yang mampu menjelaskan 75,789% variasi total data, yang menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki keterkaitan yang kuat dan membentuk sistem yang terintegrasi. Dengan demikian, penerapan K3L pada proyek ini dapat dikategorikan berjalan dengan baik, terstruktur, dan efektif dalam mendukung keselamatan kerja serta perlindungan lingkungan.

OM Shanti Shanti Shanti OM

Denpasar, 1 April 2026

Tim Redaksi

ANALISIS PENINGKATAN KINERJA JALAN LINGKUNGAN DI KECAMATAN DENPASAR BARAT

Ida Bagus Wirahaji¹, I Putu Laintarawan², Pande Made Bhanu Waradhya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar, Bali
E-mail: ¹ib.wirahaji@gmail.com, ²Ltrwnn@gmail.com

ABSTRAK

Bagi masyarakat Kota Denpasar yang tinggal di lingkungan perumahan atau permukiman, peningkatan kinerja jalan lingkungan sangat penting dilakukan. Karena jalan lingkungan adalah kontak pertama masyarakat dalam melakukan mobilitas untuk melaksanakan kegiatan rutin. Denpasar Barat adalah kecamatan yang paling padat di Kota Denpasar. Sebagian besar titik lokasi perumahan kumuh itu berada di kecamatan ini. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis persepsi masyarakat tentang upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja jalan lingkungan. Penelitian melibatkan empat variabel bebas dan 20 indikator. Pengumpulan data persepsi dilakukan dengan menyebarkan kuesioner di Kecamatan Denpasar Barat. Kuesioner yang kembali terkumpul sebanyak 255 kuesioner. Analisis data menggunakan regresi linier berganda. Hasil analisis menunjukkan, semua variabel bebas berpengaruh positif signifikan, dengan model yang dihasilkan adalah $Y = 1,114 + 0,169X_1 + 0,4463X_2 + 0,334X_3 + 0,371X_4$. Berdasarkan koefisien regresi, Perbaikan bangunan pelengkap (X_2) memiliki pengaruh yang paling besar, disusul Manajemen lalu lintas (X_4), Perbaikan perkerasan jalan (X_3), dan Perbaikan geometrik jalan (X_1). Semua variabel bebas berpengaruh sangat kuat yang dinyatakan dengan nilai *Adjusted R Squares* sebesar 94,9%.

Kata Kunci: Kinerja Jalan Lingkungan, Perbaikan Jalan, dan Manajemen Lalu Lintas.

ABSTRACT

For residents of Denpasar City living in residential or settlement areas, improving the performance of neighborhood roads is essential, as these roads serve as the primary access supporting daily mobility. West Denpasar is the most densely populated district in Denpasar City and contains a large proportion of slum settlement areas. This study aims to analyze community perceptions regarding efforts to improve the performance of neighborhood roads. The study involves four independent variables with 20 indicators. Perception data were collected through questionnaires distributed in West Denpasar District, with a total of 255 valid responses obtained. Data were analyzed using multiple linear regression. The results indicate that all independent variables have a positive and significant effect on neighborhood road performance, with the regression model expressed as $Y = 1.114 + 0.169X_1 + 0.446X_2 + 0.334X_3 + 0.371X_4$. Based on the regression coefficients, improvement of road supporting facilities (X_2) has the greatest influence, followed by traffic management (X_4), pavement improvement (X_3), and geometric road improvement (X_1). The Adjusted R^2 value of 94.9% indicates that the independent variables collectively have a very strong influence on neighborhood road performance.

Keywords: local road performance, road improvement, traffic management.

1. PENDAHULUAN

Jalan lingkungan merupakan infrastruktur jalan yang pertama kontak masyarakat dalam melakukan perjalanan. Jalan lingkungan menjadi infrastruktur pertama yang melayani masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di kawasan permukiman atau perumahan di kawasan perkotaan. Mobilitas keseharian masyarakat perkotaan paling banyak bergantung pada kinerja ruas jalan lingkungan sebagai prasarana transportasi.

Kondisi ruas-ruas jalan lingkungan Kota Denpasar cukup pelik dengan permasalahan permukiman kumuh. Wali Kota Denpasar mengeluarkan Surat Keputusan No. 188.45/932/HK/2020 tentang Penetapan Lokasi Lingkungan Perumahan dan Permukiman Kumuh terdapat 10 titik lokasi perumahan dan permukiman

kumuh di kota Denpasar yakni Jematang, Catur Panca, Kerandan, Pesanggaran, Tohpati, Panti Gede, Marga Pati, Belong Menak, Tegal Kertha dan Kawasan Karya Makmur dengan total luasan kumuh mencapai 50.520 Ha (Dinas Perumahan, 2020).

Sebagian besar titik lokasi perumahan kumuh itu berada di Kecamatan Denpasar Barat. Kepadatan lalu lintas yang terdapat di Kecamatan Denpasar Barat dipengaruhi oleh keberadaan pusat kegiatan. Jumlah pusat-pusat kegiatan sepanjang jalan merupakan faktor penyebab padatnya kendaraan bermotor yang melintasi suatu panjang jalan (Vironika dkk, 2013).

Beberapa penelitian mengenai kinerja jalan lingkungan telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Penelitian Pilok dkk (2016), menunjukkan aspek-aspek persyaratan koridor jalan lingkungan yang

menghubungkan Jalan Sam Ratulangi dan Piere Tendean, di Kota Manado, belum tertata dengan baik. Kios, warung, kendaraan parkir masih menggunakan badan jalan. Syahidan dkk (2016) menganalisis kinerja ruas-ruas jalan lingkungan dengan model pembebanan lalu lintas menggunakan EMM 3.4.1. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas jalan lingkungan sebesar 838 smp/jam, dan VCR sebesar $0,279 < 0,8$, berarti kinerja jalan lingkungan masih aman. Kolinug dkk (2013) menganalisis kinerja jalan dalam kampus Universitas Sam Ratulangi. Hasil penelitian menunjukkan tingkat pelayanan jalan untuk ruas-ruas jalan dalam kampus Universitas Sam Ratulangi berada dalam kategori A dan B, masih dalam kondisi baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persepsi responden dengan melibatkan empat variabel bebas (independen) yang berpengaruh terhadap satu variabel terikat (dependen), yaitu Kinerja jalan lingkungan (Y). Setiap variabel diukur dengan indikatornya masing-masing, yang semuanya berjumlah 20 indikator. Pengumpulan data persepsi melalui penyebaran kuesioner yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Data persepsi yang terkumpul dianalisis dengan metode statistik regresi linier berganda.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jalan Lingkungan

Sesuai UU Nomor 38 Tahun 2004, jalan lingkungan adalah jalan umum untuk kendaraan angkutan lingkungan. Ciri-cirinya terdiri dari jarak perjalanan dekat dengan kecepatan yang rendah. Ada dua klasifikasi dari jalan lingkungan, yaitu:

1. Jalan Lingkungan Primer
Jalan lingkungan primer menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. Kecepatan kendaraan paling rendah 15 kilometer per jam dengan ukuran lebar badan jalan 6,5 meter serta bisa dilalui motor roda tiga.
2. Jalan Lingkungan Sekunder
Jalan lingkungan sekunder menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Kecepatan paling rendah 10 kilometer per jam dengan ukuran lebar badan jalan 6,5 meter serta bisa dilalui motor roda tiga. Untuk ukuran lebar jalan bagi kendaraan tidak bermotor dan non roda tiga adalah 3,5 meter.

Perbaikan Kondisi Jalan

Perbaikan jalan sangat diperlukan untuk mendukung kinerja jalan, sebagai berikut (Sukirman, 1999):

1. Perbaikan geometrik jalan, dapat dilakukan dengan pelebaran jalan, perbaikan alinyemen horizontal dan vertikal.

2. Perbaikan bangunan pelengkap. Perbaikan ini meliputi: perbaikan saluran tepi, torotar, gorong-gorong, siphon, dan sebagainya.
3. Perbaikan perkerasan jalan, meliputi: pelapisan ulang (*overlay*), penambalan (*patching*), pengisian retak (*filling*), laburan aspal (*seal coat*), dan sebagainya.

Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah rangkaian upaya pengaturan dan pengendalian arus lalu lintas serta penggunaan prasarana yang ada secara optimal, tanpa perlu penambahan infrastruktur baru secara signifikan (Tamin, 2008). Manajemen lalu lintas merupakan pengorganisasian, perencanaan, pemberian arah, dan pemantauan keadaan pergerakan lalu lintas, termasuk pejalan kaki, pesepeda, dan semua tipe kendaraan (Underwood, 1990).

Manajemen lalu lintas dapat dilakukan dengan: pengalihan arus lalu lintas, penempatan jalan satu arah, pembatasan parkir, pemasangan rambu dan marka, dan pembatasan kendaraan (Tamin, 2008; Warpani, 2002). Manajemen lalu lintas terhadap jalan lingkungan secara umum sama dengan kelas jalan lainnya. Beberapa hal yang ditekankan pada jalan lingkungan adalah: pelarangan parkir di pinggir jalan, pelarangan kendaraan berat, seperti truk, bus dan sebagainya.

Kinerja Jalan Lingkungan

Kinerja jalan lingkungan mencakup kemampuan jalan melayani arus lalu lintas di kawasan pemukiman secara optimal. Secara umum indikator utamanya sama dengan kelas jalan lainnya yang lebih tinggi, meliputi volume lalu lintas (kapasitas), derajat kejenuhan kecepatan tempuh, hambatan samping (parkir/pedagang), serta kondisi geometrik jalan (lebar lajur/bahu) (DPU, 1997). Jalan ini difungsikan untuk kecepatan rendah dan akses utama.

Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh lebih dari satu variabel bebas (independen) terhadap satu variabel terikat (dependen). Secara singkat, regresi berganda adalah alat statistik untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara dua atau lebih variabel bebas dengan satu variabel terikat (Ghozali, 2018).

Bentuk umum regresi linier berganda dapat dinyatakan secara statistik sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (0)$$

Dimana: Y adalah variabel terikat (dependen), nilai yang diprediksi; a adalah konstanta; $b_1, b_2, \dots, b_n$ adalah koefisien regresi (menunjukkan angka peningkatan atau penurunan variabel dependen yang

didasarkan pada perubahan ariabel dependen); X_1 , X_2 , ..., X_n adalah variabel independen

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis data persepsi, menggunakan pendekatan kuantitatif (survei) untuk menggambarkan pandangan subjek. Analisis data persepsi menggunakan metode regresi linier berganda. Pengumpulan data dengan menyebarkan kuesioner. Desain kuesioner berskala Likert mengukur, persepsi, atau pendapat responden dengan pilihan jawaban bertingkat. Skor numerik diberikan pada setiap pilihan (1-5), mulai dari sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), agak setuju (AS), setuju (S), dan sangat setuju (SS).

Variabel dan Hipotesis

Dalam penelitian ini melibatkan empat (4) variabel bebas (independen) untuk menjelaskan sebuah variabel terikat (independen), yaitu upaya peningkatan kinerja ruas jalan lingkungan. Keempat variabel bebas tersebut diduga berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat, yaitu:

1. Perbaikan geometrik jalan (X_1), dengan indikator
 - 1) Pelebaran jalan ($X_{1.1}$)
 - 2) Perbaikan alinyemen horizontal ($X_{1.2}$)
 - 3) Perbaikan alinyemen vertikal ($X_{1.3}$)
2. Perbaikan bangunan pelengkap jalan (X_2) dengan indikator
 - 1) Perbaikan saluran tepi ($X_{2.1}$)
 - 2) Perbaikan bangunan pelintas, seperti: gorong, siphon, talang ($X_{2.2}$).
 - 3) Perbaikan trotoar ($X_{2.3}$)
3. Perbaikan perkerasan jalan (X_3), dengan indikator
 - 1) Pelapisan ulang (*overlay*) ($X_{3.1}$)
 - 2) Penambalan (*patching*) ($X_{3.2}$)
 - 3) Pengisian retak (*filling*) ($X_{3.3}$)
 - 4) Laburan aspal (*seal coat*) ($X_{3.4}$)
4. Manajemen lalu lintas (X_4) dengan indikator
 - 1) Pengalihan arus lalu lintas ($X_{4.1}$)
 - 2) Penetapan jalan satu arah ($X_{4.2}$)
 - 3) Pembatasan melintas kendaraan berat ($X_{4.3}$)
 - 4) Pembatasan parkir ($X_{4.4}$)
 - 5) Pemasangan rambu dan marka ($X_{4.5}$)

Variabel terikat (dependen) dalam penelitian ini adalah kinerja jalan lingkungan (Y), dengan indikator (DPU, 1997):

- 1) Volume lalu lintas (Q) (Y_1), adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik/ruas jalan dalam satuan waktu tertentu.
- 2) Kapasitas jalan (C) (Y_2), adalah arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan per satuan jam pada kondisi tertentu, diukur dalam satuan mobil penumpang (smp/jam).
- 3) Derajat Kejenuhan (DS) (Y_3), adalah perbandingan rasio arus lalu lintas (smp/jam)

terhadap kapasitas (smp/jam) dan digunakan sebagai faktor kunci dalam menilai dan menentukan tingkat kinerja suatu segmen jalan.

- 4) Kecepatan tempuh (S) (Y_4), adalah ukuran utama kinerja ruas jalan, didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.
- 5) Tingkat pelayanan (LoS) (Y_5), adalah ukuran kualitatif yang mencerminkan kondisi operasional lalu lintas (kecepatan, kebebasan, kenyamanan) dan rasio volume/kapasitas (DS).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Validitas dan Reliabilitas

Menurut Arikunto (2019) Validitas adalah alat ukur yang digunakan dalam pengukuran yang dapat digunakan untuk melihat tidak adanya perbedaan antara data yang didapat oleh peneliti dengan apa yang sesungguhnya terjadi pada objek yang diteliti. Sedangkan reliabilitas adalah suatu indikator yang cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data yang menunjuk pada tingkat keterandalan.

Menurut Sugiyono (2017), uji validitas instrumen menggunakan 30 responden sebagai batas minimal untuk uji coba (pre-test) kuesioner. Jumlah 30 reponden dipilih agar berdistribusi secara normal, sehingga mendekati kurva normal, seperti berbentuk lonceng. Dengan demikian, hasil korelasi item-skor total menjadi lebih valid dan konsisten sebelum digunakan pada sampel penelitian sesungguhnya.

Tabel 1. menunjukkan hasil uji validitas dan reliabilitas indikator variabel Perbaikan geometrik Jalan (X_1), Perbaikan bangunan pelengkap (X_2), variabel Perbaikan perkerasan jalan (X_3), Manajemen lalu lintas (X_4), dan variabel Kinerja jalan (Y). Validitas diukur dengan korelasi *Pearson Product Moment*. Untuk menguji validitas semua item tersebut harus dikorelasikan dengan 0,3. Bila korelasinya sama atau di atas 0,3 maka item tersebut dinyatakan valid (Arikunto, 2013). Uji reliabilitas kuesioner menggunakan nilai koefisien Alpha Cronbach dari tiap variabel penelitian harus $\geq 0,6$ agar dinyatakan Reliabel. Seluruh indikator valid dan reliabel, sehingga kuesioner dapat disebarakan lebih lanjut,

Tabel 1. Hasil uji validitas dan reliabilitas

Indikator	Correc ted Item- Total Correl ation	Cronb ach's Alpha if Item Delete d	Indikator	Correc ted Item- Total Correl ation	Cronb ach's Alpha if Item Delete d
$X_{1.1}$	0,893	0,840	$X_{4.1}$	0,884	0,775
$X_{1.2}$	0,893	0,820	$X_{4.2}$	0,767	0,796
$X_{1.3}$	0,904	0,812	$X_{4.3}$	0,854	0,792
$X_{2.1}$	0,844	0,816	$X_{4.4}$	0,868	0,787

X _{2,2}	0,852	0,833	X _{4,5}	0,925	0,785
X _{2,3}	0,899	0,810	Y ₁	0,791	0,795
X _{3,1}	0,932	0,769	Y ₂	0,810	0,799
X _{3,2}	0,875	0,790	Y ₃	0,889	0,783
X _{3,3}	0,881	0,807	Y ₄	0,865	0,771
X _{3,4}	0,774	0,822	Y ₅	0,889	0,776

Persepsi Responden

Tabel 2. menunjukkan proporsi persepsi responden. Mayoritas responden memilih “Setuju” pada indikator Pelebaran jalan (X_{1,1}) sebanyak 129 (50,6%), Perbaikan alinyemen vertikal (X_{1,3}) 110 (43,1%), Perbaikan saluran tepi (X_{2,1}) 125 (49,0%) (Perbaikan trotoar (X_{2,3}) 114 (44,7%), Pelapisan ulang (*overlay*) (X_{3,1}) 98 (38,4%), Penambalan (*patchig*) (X_{3,2}) 104 (40,8%), Laburan aspal (*seal coat*) (X_{3,4}) 155 (61%), Pengalihan arus lalu lintas (X_{4,1}) 112 (43,9%), Pembatasan parkir (X_{4,4}) 130 (51,0%).

Tabel 2. Proporsi Persepsi Responden

Indikator	STS		TS		AS		S		SS		TOTAL	
	Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
X _{1,1}	5	2,0	14	5,5	79	31,0	129	50,6	28	11,0	255	100
X _{1,2}	4	1,6	15	5,9	133	52,2	78	30,6	25	9,8	255	100
X _{1,3}	4	1,6	38	14,9	83	32,5	110	43,1	20	7,8	255	100
X _{2,1}	4	1,6	16	6,3	80	31,4	125	49,0	30	11,8	255	100
X _{2,2}	5	2,0	14	5,5	133	52,2	79	31,0	24	9,4	255	100
X _{2,3}	5	2,0	38	14,9	80	31,4	114	44,7	18	7,1	255	100
X _{3,1}	10	3,9	59	23,1	92	36,1	98	38,4	26	10,2	255	100
X _{3,2}	1	0,4	31	12,2	99	38,8	104	40,8	20	7,8	255	100
X _{3,3}	8	3,1	19	7,5	158	62,0	68	26,7	2	0,8	255	100
X _{3,4}	0	0	11	4,3	64	25,1	155	60,8	25	9,8	255	100
X _{4,1}	0	0	29	11,4	83	32,5	112	43,9	31	12,2	255	100
X _{4,2}	9	3,5	27	10,6	127	49,8	92	36,1	0	0	255	100
X _{4,3}	0	0	18	7,1	150	58,8	75	29,4	12	4,7	255	100
X _{4,4}	0	0	9	3,5	80	31,4	130	51,0	36	14,1	255	100
X _{4,5}	9	3,5	30	11,8	154	60,4	62	24,3	0	0	255	100
Y ₁	1	0,4	18	7,1	78	30,6	125	49,0	33	12,9	255	100
Y ₂	2	0,8	19	7,5	85	33,3	108	42,4	41	16,1	255	100
Y ₃	1	0,4	17	6,7	62	24,3	132	51,8	43	16,9	255	100
Y ₄	2	0,8	15	5,9	70	27,5	127	49,8	41	16,1	255	100
Y ₅	1	0,4	16	6,3	75	29,4	126	49	37	14,5	255	100

Tabel 3. menunjukkan semua variabel secara individu berpengaruh positif signifikan terhadap variabel dependen Kinerja Jalan (Y), yang dinyatakan dengan nilai pada kolom sign, semuanya lebih kecil dari 0,05.

Tabel 3. Signifikansi Parsial Variabel Bebas

Model	Unstandarized Coefficients		Unstandarized Coefficients	t	Sig.
	B		Beta		
	Std Error				

Constan	1,114	0,246		4,531	0,000
Perbaikan geometrik jalan (X ₁)	0,169	0,054	0,108	3,097	0,000
Perbaikan bangunan pelengkap (X ₂)	0,463	0,068	0,296	6,757	0,020
Perbaikan perkerasan jalan (X ₃)	0,334	0,062	0,260	5,351	0,000
Manajemen lalu lintas (X ₄)	0,371	0,046	0,340	8,122	0,000

a. Dependent: Kinerja Jalan Lingkungan

Berdasarkan Tabel 3. maka dapat dibentuk model persamaan matematisnya, yaitu Persamaan (1) sebagai berikut:

$$Y = 1,114 + 0,169X_1 + 0,4463X_2 + 0,334X_3 + 0,371X_4 \quad (1)$$

Dari persamaan regresi linear berganda di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Nilai konstanta (a) memiliki nilai positif sebesar 1,114. Tanda positif artinya menunjukkan pengaruh yang searah antara variabel independen dan variabel dependen. Hal ini menunjukkan bahwa jika semua variabel independen yang meliputi Perbaikan geometrik (X₁), Perbaikan bangunan pelengkap (X₂), Perbaikan perkerasan jalan (X₃), dan Manajemen lalu lintas (X₄) bernilai 0 persen atau tidak mengalami perubahan, maka nilai Kinerja jalan (Y) adalah 1,114.
2. Nilai koefisien regresi untuk variabel Perbaikan geometrik (X₁) yaitu sebesar 0,169. Nilai tersebut menunjukkan pengaruh positif (searah) antara variabel Perbaikan geometrik (X₁) dan Kinerja jalan (Y). Hal ini artinya jika variabel Perbaikan geometrik (X₁) mengalami kenaikan sebesar 1%, maka variabel Kinerja jalan (Y) akan mengalami kenaikan sebesar 0,169. Dengan asumsi bahwa variabel lainnya tetap konstan.
3. Nilai koefisien regresi untuk variabel Perbaikan bangunan pelengkap (X₂) yaitu sebesar 0,463. Nilai tersebut menunjukkan pengaruh positif (searah) antara variabel Perbaikan bangunan pelengkap (X₂) dan Kinerja jalan (Y). Hal ini artinya jika variabel Perbaikan bangunan pelengkap (X₂) mengalami kenaikan 1%, maka sebaliknya variabel Kinerja jalan (Y) akan mengalami kenaikan sebesar 0,463. Dengan asumsi bahwa variabel lainnya dianggap konstan.
4. Nilai koefisien regresi untuk variabel Perbaikan perkerasan jalan (X₃) memiliki nilai positif sebesar 0,334. Hal ini menunjukkan jika Perbaikan perkerasan jalan (X₃) mengalami kenaikan 1%, maka Kinerja jalan (Y) akan naik sebesar 0,334 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan.

5. Nilai koefisien regresi untuk variabel Manajemen lalu lintas (X_4) memiliki nilai positif sebesar 0,371. Hal ini menunjukkan jika Manajemen lalu lintas (X_4) mengalami kenaikan 1%, maka Kinerja jalan (Y) akan naik sebesar 0,097 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan. Tanda positif artinya menunjukkan pengaruh yang searah antara variabel independen dan variabel dependen.

Berdasarkan nilai kolom t dan $sig.$ pada Tabel 3., maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Variabel Perbaikan geometrik jalan (X_1) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Kinerja jalan (Y). Hal ini dapat terlihat dari nilai signifikansi $X_1 = 0,000 < 0,05$, dan nilai t tabel = $(\alpha/2; n-k-1) = (0,025; 255-4-1) = (0,025; 250) = 2,255$. Dengan demikian nilai t hitung = $3,097 > t$ tabel = $2,255$.
2. Variabel Perbaikan bangunan pelengkap (X_2) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Kinerja jalan (Y). Hal ini dapat terlihat dari nilai signifikansi $X_2 = 0,020 < 0,05$, dan nilai t hitung = $6,757 > t$ tabel = $2,255$.
3. Variabel Perbaikan perkerasan jalan (X_3) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Kinerja jalan (Y). Hal ini dapat terlihat dari nilai signifikansi $X_3 = 0,000 < 0,05$, dan nilai t hitung = $5,351 > t$ tabel = $2,255$.
4. Variabel Manajemen lalu lintas (X_4) berpengaruh secara positif signifikan dengan nilai signifikansi $X_4 = 0,000 < 0,05$, dan nilai t hitung = $8,122 > 2,255$.

Tabel 4. menunjukkan nilai pengaruh simultan variabel bebas terhadap variabel terikat. Nilai $F_{tabel} = (\alpha/2; k; n-k) = (0,025; 4; 255-4) = 2,837$. Nilai $F_{hitung} = 1.470,470 > 2,837$. Dapat dinyatakan bahwa seluruh variabel bebas (X_1, X_2, X_3, X_4) berpengaruh signifikan secara simultan terhadap variabel Kinerja jalan (Y). Tabel 5. menunjukkan nilai koefisien determinasi, yaitu pada nilai Adjusted R Square sebesar 0,949, artinya kemampuan ketiga variabel independen untuk mempengaruhi variabel dependen sangat besar, yaitu 94,9%, sisanya 5,1% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diikutsertakan dalam analisis ini.

Tabel 4. Signifikansi Simultan Variabel Bebas

Model	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Regression	3.785,296	4	796,324	1.470,47	0,000 ^b
Residual	135,386	250	0,542		
Total	3.320,682	254			

- a. Dependent Variable: Y
b. Predictors: (Constant), X_1, X_2, X_3, X_4

Tabel 5. Koefisien Determinasi (R^2)

R	R Square	Adjusted R Squares
0,979 ^a	0,959	0,949

- a. Predictors: (Constant), X_1, X_2, X_3, X_4
b. Dependent Variable: Y

5. SIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perbaikan geometrik jalan (X_1) berpengaruh positif signifikan terhadap Kinerja jalan (Y), yang dinyatakan dengan nilai $p = 0,000 < 0,05$ dan nilai t hitung = $3,097 > t$ tabel = $2,255$. Perbaikan bangunan pelengkap (X_2) berpengaruh positif signifikan terhadap Kinerja jalan (Y), yang dinyatakan dengan nilai $p = 0,002 < 0,05$ dan nilai t hitung = $6,757 > t$ tabel = $2,255$. Perbaikan perkerasan jalan (X_3) berpengaruh positif signifikan terhadap Kinerja jalan (Y), yang dinyatakan dengan nilai $p = 0,000 < 0,05$ dan nilai t hitung = $5,351 > t$ tabel = $2,255$. Manajemen lalu lintas (X_4) berpengaruh positif signifikan terhadap Kinerja jalan (Y), yang dinyatakan dengan nilai $p = 0,000 < 0,05$ dan nilai t hitung = $8,122 > t$ tabel = $2,255$.
2. Semua variabel bebas berpengaruh positif signifikan terhadap variabel terikat, yang dinyatakan dengan nilai $p = 0,000 < 0,05$, dan nilai F hitung $1.470,470 > 2,837$.
3. Model matematis yang diperoleh adalah $Y = 1,114 + 0,169X_1 + 0,4463X_2 + 0,334X_3 + 0,371X_4$.
4. Semua variabel bebas dapat mempengaruhi variabel terikat yang dinyatakan dengan nilai Adjusted R Squares sebesar 94,9%. Hal ini berarti pengaruh variabel bebas sangat kuat, menyisakan 5,1% pengaruh variabel lain yang tidak diikutsertakan dalam analisis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2013. Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek. Jakarta: Rineka Cipta.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Dinas Perumahan, kawasan P. dan P. kota D. (2020) Laporan Kinerja Instansi Pemerintah Tahun 2020. 1st edn, Laporan Kinerja. 1st edn. Edited by Dinas. Denpasar.
- Ghozali, I. 2018. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Kolinug, LA., Sendow, TK., Jansen, F., dan Manoppo No. 38, MR. 2013. Analisis Kinerja Jaringan Jalan dalam Kampus Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Sipil Statik, 1(2), 119-127.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia

- Pilok, CD., Egam, PP., dan Rengkung. 2016. Eksistensi Jalan Lngkungan Bagia Masyarakat di Koridor Penghubung Jalan Sam Ratulangi dan Piere Tendea. Jurnal Teknik Sipil, Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Sam Ratulangi.
- Sukirman, S. 1999. Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova.
- Tamin, OZ. 2008. Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi. Bandung: ITB Press.
- Undang-undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan.
- Underwood, RT. 1990. *Traffic Management: An Introduction*. Melbourne: Hargreen Publishing Company.
- Vironika, J., Astawa, IBM., dan Citra, IPA. 2013. Analisis Tingkat Kepadatan Lalu lintas di Kecamatan Denpasar Barat. Skripsi. Singaraja: Undiksha
- Warpani, SP. 2002. Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Bandung: ITB Press

KARAKTERISTIK DAN JENIS KENDARAAN LOGISTIK DI INDONESIA

Ni Putu Decy Arwini¹, I Putu Kresna Suputra²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mahendradatta

Email: ¹aryagastya@gmail.com, ²kresnasuputra@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan industri, mulai saat awal kegiatan yaitu proses pengadaan material bahan baku (*raw material*) hingga saat distribusi barang jadi (*fine good*) memerlukan transportasi untuk memindahkan produk dari tempat asal ke tempat tujuan. Tidak hanya untuk produk yang akan dihasilkan tapi juga kegiatan transportasi mendukung mobilitas pekerja yang merupakan faktor utama kegiatan industri tersebut. Sehingga bisa dikatakan bahwa transportasi itu sendiri merupakan bagian tidak terpisahkan dalam dunia industri. Dalam dunia industri dikenal istilah logistik. Logistik adalah sistem terintegrasi yang mengkoordinasikan keseluruhan proses didalam organisasi atau perusahaan dalam mempersiapkan dan menyampaikan produk atau barang kepada konsumen. Dengan kata lain bahwa semua proses dalam suatu industri adalah sebuah kegiatan logistik. Menurut Indeks Kinerja Logistik yang diterbitkan oleh Bank Dunia tahun 2023, Indonesia berada di peringkat 59 dari 140 negara dengan Indeks Kinerja Logistik dengan *LPI score* 3,0. Berada jauh di bawah Singapura yang menempati posisi pertama dengan *LPI score* sebesar 4,3. Angkutan logistik yang diijinkan beroperasi di Indonesia khususnya moda transportasi darat mulai dari kendaraan kecil seperti pick up, engkel, truk CDC, truk tronton, truk trintin, truk trinton hingga truk kontainer yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan hasil industri yang akan ditransportasikan atau jarak yang akan di tempuh. Ada aturan tersendiri yang harus diikuti oleh kendaraan angkutan logistik di Indonesia misalnya aturan mengenai jam lintas kendaraan yang diijinkan, jumlah dan berat muatan yang diijinkan, jenis kendaraan yang diperbolehkan melintasi suatu ruas jalan dan lain sebagainya.

Kata kunci: industri, logistik, distribusi, kendaraan

ABSTRACT

Industrial activities, starting from the initial activity, namely the process of procuring raw materials, to the distribution of finished goods (fine goods), require transportation to move products from their place of origin to their destination. Not only for the products to be produced but also transportation activities support worker mobility which is the main factor in industrial activities. Therefore, it can be said that transportation itself is an integral part of the industrial world. In the industrial world, the term logistics is known. Logistics is an integrated system that coordinates all processes within an organization or company in preparing and delivering products or goods to consumers. In other words, all processes in an industry are logistics activities. According to the World Bank's 2023 Logistics Performance Index (LPI), Indonesia ranked 59th out of 140 countries, with a Logistics Performance Index (LPI) score of 3.0. This is far below Singapore, which holds the top spot with an LPI score of 4.3. Logistics transportation permitted to operate in Indonesia, especially land transportation modes, range from small vehicles such as pick-ups, single axle trucks, CDC trucks, tronton trucks, trintin trucks, trinton trucks to container trucks that can be adjusted to the needs of the industrial products to be transported or the distance to be traveled. There are separate rules that must be followed by logistics transportation vehicles in Indonesia, for example, rules regarding permitted vehicle traffic hours, the number and weight of permitted loads, the types of vehicles allowed to pass through a road section and so on.

Keywords: industry, logistic, distribution, vehicle

1. PENDAHULUAN

Dunia industri dan transportasi memang tidak bisa dipisahkan. Kegiatan industri, mulai saat awal kegiatan yaitu proses pengadaan material bahan baku (*raw material*) hingga saat distribusi barang jadi (*fine good*) memerlukan transportasi untuk memindahkan produk dari tempat asal ke tempat tujuan. Tidak hanya untuk produk yang akan dihasilkan tapi juga kegiatan transportasi mendukung mobilitas pekerja yang merupakan faktor utama kegiatan industri tersebut. Sehingga bisa dikatakan bahwa transportasi itu sendiri

merupakan bagian tidak terpisahkan dalam dunia industri.

Stabilitas dalam bidang transportasi juga memberikan dampak yang signifikan dalam kegiatan industri. Misalkan saja terjadi kenaikan harga bahan bakar ditengah-tengah proses produksi, hal ini akan mengakibatkan peningkatan harga dasar produk yang akan berimbas pada harga jual produk kepada konsumen. Atau misalkan saja, saat pendistribusian produk kepada konsumen terjadi kemacetan yang mengakibatkan produk tidak bisa diterima tepat waktu oleh konsumen. Hal ini tentunya akan mempengaruhi kerjasama yang telah terjalin selama ini antara

produsen dan konsumen. Dua contoh diatas dapat mewakili betapa pentingnya kegiatan transportasi bagi kegiatan industri.

Tingginya biaya transportasi juga mempengaruhi kegiatan industri. Faktor utama tingginya biaya transportasi barang di Indonesia diperkirakan disebabkan oleh rendahnya kualitas infrastruktur dan pelayanan transportasi. Biaya operasional truk, sebagai transportasi barang di Indonesia, mencapai US\$ 34 sen per mil. Biaya ini lebih tinggi daripada biaya rata-rata di negara-negara Asia, seperti Vietnam, Thailand, Malaysia, dan China, yang hanya sebesar US\$ 22 sen per mil (The Asia Foundation dan LPEM-UI, 2008).

Moda transportasi yang digunakan dalam sektor industripun bermacam-macam baik moda transportasi darat seperti truk, moda transportasi laut seperti kapal barang, moda transportasi udara misalnya pesawat kargo maupun moda transportasi pipa yang digunakan untuk mengalirkan hasil produksi yang berbentuk cairan dari lokasi asal ke lokasi tujuan. Namun dalam artikel ini hanya akan membahas mengenai proses distribusi hasil industri dengan menggunakan moda transportasi darat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Hubungan Transportasi Dengan Industri

Transportasi berkaitan erat dengan distribusi suatu produk yang sama/tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas menuju beberapa tujuan dengan permintaan tertentu, pada biaya transport minimum (Sri Mulyono 2002). Sedangkan metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan pengalokasian barang yang paling efektif dari suatu sumber ke suatu tujuan tertentu dengan biaya yang seminimal mungkin (Lolyta Damora S, 2014). Hal ini memungkinkan bagi pengusaha atau pemilik faktor produksi untuk mengurangi pengeluaran (*cost*) sehingga diharapkan mampu menurunkan harga dasar produk yang nantinya akan berpengaruh pada harga jual dan keuntungan perusahaan.

Dalam dunia industri dikenal istilah logistik. Logistik adalah sistem terintegrasi yang mengkoordinasikan keseluruhan proses didalam organisasi atau perusahaan dalam mempersiapkan dan menyampaikan produk atau barang kepada konsumen (Martono, 2018). Dengan kata lain bahwa semua proses dalam suatu industri adalah sebuah kegiatan logistik. Menurut Indeks Kinerja Logistik yang diterbitkan oleh Bank Dunia tahun 2023, Indonesia berada di peringkat 59 dari 140 negara dengan Indeks Kinerja Logistik dengan *LPI score* 3,0. Berada jauh di bawah Singapura yang menempati posisi pertama dengan *LPI score* sebesar 4,3. *Logistic Performance Index (LPI)* adalah sebuah alat ukur yang diciptakan oleh Bank Dunia untuk membantu negara-negara dunia

mengidentifikasi tantangan dan kesempatan yang mereka hadapi dalam kegiatan logistik perdagangan. Dalam lingkup ASEAN saja, Indonesia berada dibawah Malaysia (peringkat 30), Thailand (peringkat 25), Filipina dan Vietnam (peringkat 47). Banyak faktor yang menyebabkan rendahnya *LPI score* Indonesia, salah satunya adalah pertumbuhan infrastruktur yang belum maksimal, sehingga kegiatan logistik barang belum bisa dilaksanakan dengan baik. Sektor transportasi dan logistik memiliki hubungan yang sangat erat karena kegiatan logistik pastinya akan melibatkan kegiatan transportasi dan kegiatan transportasi logistik ini memiliki peran yang sangat penting bagi perekonomian negara. Data BPS tahun 2024 menunjukkan bahwa kegiatan transportasi dan pergudangan (salah satu kegiatan logistik) di kuartal keempat tumbuh sebesar 7,92% (*year on year*) dan ekonomi nasional tumbuh sebesar 5,02% (*year on year*). Sektor transportasi dan pergudangan ini berada di peringkat kedua sektor yang memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi tertinggi setelah sektor jasa Perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa transportasi dan pergudangan memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia (BPS, 2025). Dalam prosesnya, transportasi dalam dunia industri menggunakan beberapa sarana transportasi. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 60 tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Angkutan Barang Dengan Menggunakan Kendaraan Bermotor Di Jalan, pengangkutan barang dengan menggunakan kendaraan bermotor harus menggunakan mobil barang. Mobil barang yang dimaksud adalah mobil bak muatan terbuka, mobil bak muatan tertutup, mobil tangki dan mobil penarik (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2019).

Klasifikasi Kendaraan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, kendaraan di Indonesia diklasifikasikan menjadi 5 yaitu:

Tabel 1. Klasifikasi Kendaraan PKJI dan Tipikalnya

Kode	Jenis Kendaraan	Tipikal Kendaraan
Sepeda Motor	kendaraan bermotor roda 2 (dua) dan 3 (tiga) dengan panjang < 2,5 m	sepeda motor, kendaraan bermotor roda 3 (tiga)
Mobil Penumpang	mobil penumpang 4 (empat) tempat duduk, mobil penumpang 7 (tujuh) tempat duduk, mobil angkutan barang kecil, mobil angkutan barang sedang dengan panjang ≤ 5,5 m	sedan, jeep, minibus, mikrobis, pickup, truk kecil

Kendaraan Sedang	bus sedang dan mobil angkutan barang 2 (dua) sumbu dengan panjang $\leq 9,0$ m	bus tanggung, bus metromini, truk sedang
Bus Besar	bus besar 2 (dua) dan 3 (tiga) gandar dengan panjang $\leq 12,0$ m	bus antar kota, bus <i>double decker city tour</i>
Truk Besar	mobil angkutan barang 3 (tiga) sumbu, truk gandeng, dan truk tempel (semitrailer) dengan panjang $> 12,0$ m	truk tronton, truk semi trailer, truk gandeng

Sumber: PKJI, 2023

Jenis kendaraan yang sering digunakan untuk kegiatan logistik perindustrian adalah mulai dari jenis mobil penumpang hingga truk besar dengan spesifikasi tertentu sesuai dengan jenis barang yang akan dipindahkan.

3. METODE PENELITIAN

Metode penyusunan artikel yang digunakan dalam penulisan jurnal ini adalah *literature review* yaitu metode kajian pustaka artikel terdahulu yang relevan dengan pembahasan variabel yang kemudian di analisis secara kualitatif berdasarkan temuan dari publikasi jurnal sebelumnya, buku-buku literatur ataupun media online dapat dipertanggungjawabkan validitas datanya. *Literature review* merupakan suatu penelusuran dan penelitian kepustakaan dengan cara membaca dan menelaah berbagai jurnal, buku, dan berbagai naskah terbitan lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian untuk menghasilkan sebuah tulisan yang berkenaan dengan sistem angkutan barang di Indonesia

4. HASIL

Karakteristik Kendaraan Logistik Indonesia

Karakteristik kendaraan logistik yang beroperasi di Indonesia pada umumnya dapat dibedakan berdasarkan kapasitas angkut, mulai dari kendaraan logistik dengan kapasitas angkut kecil seperti pick up sampai kendaraan berat dengan kapasitas besar seperti truk tronton. Untuk lebih jelasnya, dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan kapasitas dan ukuran
 - a. Truk Ringan:
 - Pick-up
Kendaraan kecil, fleksibel, dan mudah digunakan di perkotaan sempit dengan kapasitas muatan ringan.
 - Engkel (Canter)
Memiliki dua sumbu roda dan kapasitas angkut antara 2-5 ton, ideal

untuk distribusi dalam kota dan jarak pendek.

- CDD (Colt Diesel Double)
Memiliki dua sumbu roda belakang, cocok untuk pengiriman barang besar dengan kapasitas hingga 6 ton.
- b. Truk Medium dan Besar:
 - Dump Truck
Tersedia dalam varian ringan dan medium untuk mengangkut material konstruksi.
 - Tronton
Memiliki tiga sumbu roda dan kapasitas muatan lebih dari 10 ton, cocok untuk barang besar seperti kontainer.
 - Trintin
Mirip tronton tetapi dengan sumbu tambahan di tengah, memungkinkan kapasitas angkut lebih besar.
 - Trinton
Versi lebih besar dari trinton dengan empat sumbu roda, mampu mengangkut hingga 30 ton.
 - Trailer
Truk berkapasitas super besar untuk muatan mulai dari 20-60 ton.
2. Berdasarkan Jenis Karoseri:
 - a. Truk Bak Datar (*Flatbed*)
Memiliki platform terbuka tanpa dinding atau atap, ideal untuk mengangkut barang besar dan tidak beraturan seperti mesin berat atau bahan bangunan.
 - b. Truk Box (*Box Truck*)
Memiliki kotak tertutup untuk melindungi kargo dari cuaca dan pencurian, cocok untuk barang yang memerlukan keamanan ekstra.
 - c. Truk *Wing Box*
Dinding sampingnya bisa dibuka ke atas seperti sayap, memfasilitasi bongkar muat yang cepat menggunakan forklift dan mempercepat turn-around time.
 - d. Truk Trailer Pendingin (*Reefer*)
Dilengkapi sistem pendingin untuk mengangkut barang yang mudah rusak seperti makanan dan obat-obatan.
 - e. Truk Trailer Tangki (*Tanker*):
Digunakan untuk mengangkut cairan, gas, atau bahan kimia dalam jumlah besar.

Kendaraan niaga juga dapat dibedakan berdasarkan fungsi kendaraan tersebut, antara lain:

- a. Distribusi Perkotaan
Truk kecil dan *pick up* digunakan untuk menjangkau area sempit dan distribusi barang dalam jumlah kecil sampai sedang. Kesulitan dalam mendistribusikan logistik di perkotaan adalah jalan arteri yang padat, jalan pemukiman yang sempit sehingga sulit bermanuver. Hal ini

mengakibatkan jenis kendaran logistik jenis truk kecil berupa engkel dan pick up menjadi pilihan utama bagi pengiriman kendaran logistik di wilayah perkotaan.

b. Pengiriman Antar Kota dan Jarak Jauh

Truk tronton dan trailer digunakan untuk mengangkut muatan besar dan berat untuk pengiriman jarak jauh. Pengiriman logistik jarak jauh harus mampu memenuhi syarat efisiensi biaya dan pemenuhan kapasitas angkut kendaraan yang digunakan. Pemilihan kendaran logistik jarak jauh harus memperhatikan volume dan berat produk yang akan ditransportasikan. Pertimbangan lain adalah efisiensi bahan bakar sehingga diharapkan dapat menekan biaya operasional. Hal yang tidak boleh dikesampingkan adalah kenyamanan dari pengemudi kendaraan mengingat kendaraan logistik jarak jauh dapat memakan waktu berhari-hari sehingga harus diperhatikan daya tahan fisik dari pengemudi.

c. Pengiriman Barang Khusus

Untuk beberapa jenis barang tertentu memerlukan jenis kendaraan khusus sebagai moda transportasinya. Misalnya untuk kendaraan untuk mengangkut barang berbahaya, barang yang memiliki nilai tinggi atau barang-barang yang memerlukan suhu terkontrol. Pengangkutan bahan kimia, bahan mudah meledak dan bahan yang bersifat radioaktif memerlukan kendaraan dengan spesifikasi khusus yang mampu menjamin keselamatan baik pengemudi maupun barang yang di bawa. Untuk barang-barang yang memiliki nilai tinggi seperti uang tunai, perhiasan, dan dokumen penting memerlukan moda transportasi khusus yang mampu menjamin bahwa barang-barang tersebut aman selama perjalanan dan selamat sampai di tempat tujuan. Sedangkan untuk bahan-bahan tertentu misalnya makanan beku dan produk farmasi yang harus terjaga suhunya selama proses transportasi juga memerlukan moda tersendiri yang mampu menjamin kestabilan suhu selama proses transportasi berlangsung.

Regulasi Khusus Kendaraan Logistik

Dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, terdapat beberapa aturan khusus untuk kendaraan berat yang sering digunakan dalam kegiatan logistik, antara lain:

1. Pembatasan jam operasional

Di kota-kota besar, kendaraan logistik terutama truk besar, seringkali memiliki jam operasional terbatas. Misalnya, ada larangan melintas di jalan-jalan utama pada pagi dan sore hari saat jam sibuk untuk mengurangi kemacetan. Kendaraan angkutan barang sering dilarang

melintas di jalan non-tol utama pada waktu-waktu padat, seperti pukul 06.00–09.00 WIB dan 16.00–20.00 WIB. Pemerintah juga memberlakukan pembatasan operasional angkutan barang selama periode hari libur nasional, seperti Lebaran, Natal dan Tahun Baru. Pembatasan ini umumnya berlaku untuk truk dengan tiga sumbu atau lebih, serta yang mengangkut barang galian, tambang, atau bahan bangunan karena jenis truk ini biasanya memiliki kecepatan yang agak lambat saat berisi muatan penuh. Tujuan dari kebijakan ini adalah untuk mengurangi kemacetan dan melancarkan arus kendaraan penumpang selama periode sibuk (mudik).

2. Target Zero Over Dimension Over Loading (ODOL)

Adalah sebuah keputusan bersama antara pemerintah, DPR dan pengusaha logistik untuk menyesuaikan kapasitas kendaraan berat dalam mengangkut material ataupun produk sesuai dengan kapasitas yang dimiliki oleh kendaraan tersebut. Diharapkan praktik ODOL bisa dihentikan pada tahun 2027. Peraturan ini bertujuan untuk menghindari kerusakan infrastruktur jalan, mengurangi angka kecelakaan lalu lintas, dan meningkatkan keselamatan berkendara. Berbagai sanksi dapat dikenakan bagi pelanggar, yang secara bertahap akan semakin diperketat hingga implementasi penuh pada 2027. Aturan dimensi yang diijinkan adalah tinggi maksimal bak muatan tertutup adalah 4,2 meter dan tidak boleh melebihi 1,7 kali lebar kendaraan.

3. Angkutan barang khusus

Sesuai dengan Permenhub Nomor 12 Tahun 2021 yang mengatur standar operasional untuk angkutan barang khusus, yaitu kendaraan yang mengangkut satu jenis barang spesifik. Contohnya adalah angkutan bahan bakar, barang berbahaya (B3), limbah B3, alat berat, peti kemas, hewan, dan tumbuhan hidup. Untuk jenis produk angkutan diatas, tentunya memerlukan spesifikasi kendaraan yang khusus pula demi menjamin agar produk yang ditransportasikan

4. Angkutan multimoda

Indonesia memiliki Peraturan Pemerintah No. 8 Tahun 2011 yang mengatur tentang penyelenggaraan angkutan multimoda, yaitu pengangkutan barang menggunakan lebih dari satu moda transportasi (misalnya darat, laut, dan udara). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi logistik antar pulau dan provinsi dengan mengintegrasikan berbagai moda transportasi. Posisi geografis Indonesia yang terpisah-pisah dalam berbagai pulau besar maupun kecil, dengan kontur yang beragam membuat distribusi logistik Indonesia sebaiknya memanfaatkan angkutan multi moda. Untuk mencapai wilayah yang jauh dari pusat produksi, dapat

menggunakan moda transportasi laut, yang kemudian untuk distribusi di wilayah tujuan dapat dilanjutkan dengan menggunakan moda transportasi darat yang lebih variatif sehingga upaya untuk menjangkau wilayah-wilayah yang jauh dan terpencil bisa dijangkau.

5. Pengangkutan alat berat dan barang khusus
Kendaraan yang mengangkut alat berat tertentu wajib melakukan pengecekan lintasan jalan (road assessment) sebelum beroperasi. Hal ini terutama berlaku jika angkutan tidak dapat dipisah atau jika muatan melebihi dimensi yang ditetapkan. Pengangkutan alat berat juga harus dikawal oleh petugas perusahaan dan kepolisian. Begitu pula dengan pengangkutan material khusus misalnya pengangkutan bahan bakar minyak dan gas, bahan berbahaya dan beracun, hewan dan tumbuhan memerlukan kendaraan dengan spesifikasi tertentu. Sehingga tidak sembarang kendaraan dapat digunakan untuk memindahkan produk-produk tersebut.
6. Kelengkapan keselamatan
Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2024, kendaraan berat diwajibkan memiliki perlengkapan keselamatan tertentu. Beberapa di antaranya adalah:
 - a. Alat pemantul cahaya
Dipasang di bagian depan dan belakang sisi kanan dan kiri atas untuk kendaraan yang memiliki lebar lebih dari 2.100 mm.
 - b. Tanda bunyi mundur
Wajib dipasang pada kendaraan dengan Jumlah Berat Bruto (JBB) lebih dari 3.500 kg.
 - c. Lampu isyarat bahaya
Berupa lampu penunjuk arah yang berkedip bersamaan untuk kedua sisi.

Infrastruktur dan tantangan Operasional Kendaraan Berat

Berdasarkan LPI tahun 2023 yang menyatakan bahwa LPI score Indonesia berada di peringkat 59 negara di dunia. Artinya bahwa salah satu hal yang harus ditingkatkan dalam upaya mengejar ketertinggalan dari bangsa lain di dunia adalah meningkatkan infrastruktur yang memadai sehingga proses distribusi logistik menjadi merata di seluruh wilayah Indonesia. Beberapa tantangan nyata yang dihadapi dalam distribusi logistik antara lain:

1. Infrastruktur yang bervariasi
Kondisi geografis Indonesia dengan pulau-pulau besar dan kecil, gunung dan lembah, desa dan kota memiliki tantangan tersendiri dalam membentuk suatu kesatuan moda dengan infrastruktur yang menunjang terutama untuk transportasi antar provinsi. Kontur wilayah yang berbeda satu dengan yang lain seringkali

mengakibatkan proses distribusi logistik memerlukan pemanfaatan multi moda yang tentunya akan mempengaruhi nilai produk

2. Kebutuhan ketahanan kendaraan
Karakteristik geografis wilayah dan jarak tempuh yang panjang menuntut kendaraan logistik yang tangguh, kuat, dan hemat bahan bakar.
3. Penyesuaian terhadap tren modern
Perkembangan teknologi juga memberikan pengaruh pada kendaraan logistik yang lebih modern seperti kendaraan listrik baik mobil ataupun kereta listrik yang lebih hemat bahan bakar, ramah lingkungan dan mampu mendistribusikan barang-barang logistik dalam jumlah besar.

Contoh Kendaraan Logistik Indonesia

Dalam kegiatan logistik Indonesia, ada beberapa jenis kendaraan angkutan yang beroperasi. Namun pada dasarnya, kendaraan logistik tersebut merupakan kendaraan bak terbuka seperti *pick up* dan *truk*. Berikut adalah beberapa jenis kendaraan logistik yang ada di Indonesia:

1. *Pick up*
Pick up adalah kendaraan truk ringan yang mempunyai kabin tertutup serta bak terbuka atau tertutup yang dapat digunakan untuk mengangkut barang. *Pick up* termasuk dalam klasifikasi kendaraan 4 dalam MDPJ 2024. Biasanya, *pick up* digunakan untuk kepentingan komersial, untuk antar jemput barang atau muatan tidak terlalu banyak. *Pick up* memiliki konfigurasi sumbu 1.1 yang artinya memiliki 1 sumbu didepan dan 1 sumbu dibelakang. *Pick up* dikategorikan sebagai mobil barang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang kendaraan. Peraturan ini diperbaharui dalam Peraturan Pemerintah Tahun 30 tahun 2021. Sesuai dengan kategorinya, *pick up* hanya diijinkan untuk mengangkut barang, tidak diijinkan untuk mengangkut orang kecuali untuk beberapa kondisi misalnya untuk wilayah dengan sarana angkutan orang dengan jumlah terbatas, kondisi darurat dan beberapa perkecualian lainnya. Berdasarkan Surat Edaran Nomor 2/AJ.207/DRJD/2018, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh kendaraan bak terbuka untuk bisa diijinkan menjadi bak angkutan barang. Pada mobil *pick up* yang memiliki Jumlah Berat Yang Diperbolehkan (JBB) maksimal 3.500 kg, terdapat beberapa aturan dan persyaratan yang harus dipatuhi saat berada di jalan raya antara lain:
 - a. Bagian bak muatan pada mobil *pick up* harus memenuhi spesifikasi yang sesuai dengan kapasitas angkut dan aspek teknis kendaraan

- b. Diperlukan jarak minimal 10 milimeter antara bagian belakang kabin mobil *pick up* dengan bagian bak muatan
- c. Pada bagian terluar dinding bak belakang terbuka, Panjang ujung landasan area belakang, tidak boleh melampaui 260 mm. Adapun batas maksimal lebarnya adalah 50 milimeter, dan tidak diijinkan melebihi lebar kabin mobil *pick up*.
- d. Pada mobil *pick up* dengan bak terbuka, teralis yang digunakan tidak boleh melampaui 150 milimeter melampaui atap kabin mobil *pick up*.
- e. Untuk mobil *pick up* dengan bak tertutup, tingginya dibatasi maksimal 4,2 m lebarnya tidak melebihi 1,7 kali lebar kendaraan mobil *pick up*.

Gambar 2. *Pick Up* bak tertutupGambar 3. *Pick Up* bak terbuka

Kelebihan dari kendaraan *pick up* ini adalah selain mampu memuat barang dalam jumlah banyak hingga mencapai 1,5 ton, *pick up* juga memiliki fleksibilitas yang tinggi, lincah dan mampu melewati medan sempit sehingga memiliki mobilitas yang tinggi.

2. Truk Engkel

Truk ini dikenal dengan nama *Colt Diesel Engkel (CDE)*. Truk ini memiliki jenis ukuran yang lebih besar jika dibandingkan dengan *pick up*, namun sama-sama memiliki konfigurasi sumbu 1.1 yaitu satu sumbu roda depan dan satu sumbu roda belakang dengan roda penggerak berada di bagian sumbu belakang. Untuk kapasitas muatannya, truk engkel mampu membawa muatan 2 ton hingga 5 ton. Kelebihan dari penggunaan truk engkel adalah bisa memuat barang angkutan lebih banyak dan mampu melewati jalan kecil sehingga memiliki aksesibilitas lebih tinggi. Lebih bertenaga sehingga mampu melewati medan yang lebih ekstrim. Ada berbagai jenis truk engkel, namun

dapat dibedakan menjadi beberapa katagori, yaitu:

- a. Berdasarkan konfigurasi sumbu roda
Berdasarkan jumlah sumbu rodanya, truk engkel dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu truk engkel tunggal dimana jenis truk engkel ini memiliki konfigurasi sumbu roda 1-1, yaitu 1 sumbu roda di depan dan 1 sumbu roda di belakang. Jenis yang kedua adalah Truk engkel double dimana jenis truk ini memiliki konfigurasi sumbu 1 – 2, yaitu 1 sumbu roda di depan dan 2 sumbu roda di belakang
- b. Berdasarkan jenis bak pengangkutnya
Jenis bak dari truk engkel ini ada 3 jenis yaitu truk engkel bak, truk engkel box dan truk engkel *reefer* (pendingin). Truk engkel bak adalah truk engkel yang dilengkapi dengan bak terbuka yang dapat dipergunakan untuk mengangkut berbagai jenis barang dalam jumlah yang cukup banyak. Truk engkel jenis ini biasanya digunakan untuk mengangkut material bangunan atau barang-barang yang tidak mengalami kerusakan bila terkena panas ataupun hujan. Jenis truk engkel berdasarkan bak yang kedua adalah truk engkel box. Truk engkel box biasanya digunakan untuk mengangkut produk yang tidak boleh terkena panas ataupun hujan. Jenis truk engkel yang terakhir adalah truk engkel *reefer*. Dimana truk engkel jenis ini digunakan untuk mengangkut produk-produk yang harus didistribusikan dalam keadaan dingin untuk tetap menjaga kualitas produk tersebut misalnya daging, *frozen food*, es krim, dan lain sebagainya. Truk engkel *reefer* dilengkapi dengan pendingin dengan suhu mulai -20°C sampai 5°C
- c. Berdasarkan ukurannya
Ukuran truk engkel ada 3 yaitu truk engkel mini (mini engkel), truk engkel sedang, dan truk engkel besar. Truk engkel mini memiliki dimensi sekitar 2 x 1,5 x 0,7 meter, truk engkel dimensi sedang memiliki dimensi 3 x 1,7 x 1,7 meter. Sedangkan truk engkel besar memiliki dimensi 3,2 x 1,7 x 1,8 meter



Gambar 4. Truk Engkel Bak Terbuka



Gambar 5. Truk Engkel Box



Gambar 6. Truk Engkel Reefer

3. Truk Double Engkel

Truk CDD (*Colt Diesel Double*) dikenal juga dengan nama Truk Engkel Double, termasuk dalam klasifikasi 6B dalam MDPI 2024. Truk CDD adalah jenis truk dengan konfigurasi sumbu roda 1.2 yang memiliki dua sumbu dengan sumbu depan dilengkapi 2 roda dan 2 sumbu belakang yang dilengkapi empat roda. Kapasitas angkut truk CDD ini berkisar antara 4 sampai 6 ton. Kendaraan ini biasanya digunakan untuk mengangkut barang yang lebih berat dan berukuran sedang. Truk CDD ini termasuk dalam klasifikasi kendaraan 6B dalam MDPI 2024. Dimensi truk CDD relatif lebih besar dari truk engkel, dengan panjang sekitar 4,4 meter, lebar sekitar 2 meter, dan tinggi sekitar 2 meter. Untuk CDD long, dimensinya adalah Panjang 5,3 meter, lebar 2 meter dan tinggi 2,1 meter. Pemanfaatan Truk CDD ini biasanya digunakan untuk distribusi antar kota dan antar provinsi dan digunakan untuk mengangkut produk FMCG (*Fast Moving Consumer Goods*), bahan baku industri skala menengah, material konstruksi dalam jumlah lebih besar, logistik kargo umum, pindahan skala besar, distribusi produk dari pabrik ke gudang regional, pengangkutan bahan bangunan (pasir, kerikil, semen), pengiriman barang elektronik atau peralatan rumah tangga dalam jumlah besar antar kota. Truk CDD hadir dalam berbagai jenis, seperti CDD bak (terbuka), CDD box (tertutup), serta CDD Long.



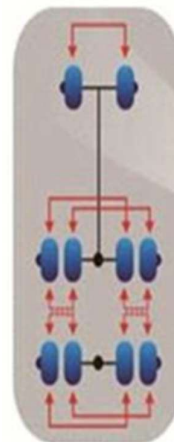
Gambar 7. Truk CDD bak terbuka



Gambar 8. Truk CDD box

d. Tronton

Truk Tronton adalah truk yang memiliki lebih dari dua sumbu di bagian belakang dan termasuk dalam kategori berat. Truk ini dirancang untuk mengangkut muatan yang sangat berat dan volume besar. Truk Tronton sering digunakan dalam industri logistik, pertambangan, dan konstruksi untuk mengangkut material berat seperti batu bara, tanah, bahan galian, alat berat, peti kemas dan lainnya. Kapasitas angkutnya bisa mencapai 10-20 ton, atau sekitar 30 CBM tergantung pada spesifikasinya. Truk ini memiliki ukuran yang cukup besar, yaitu memiliki panjang 10-12 meter, lebar 2,5-3 meter, dan tinggi 2,5-3 meter. Truk ini memiliki 3 sumbu roda dengan konfigurasi ban 1-2.2, yaitu 1 roda bagian depan dan 2 sumbu roda bagian belakang. Jumlah ban pada truk Tronton adalah 10, dengan dua ban di depan dan delapan ban di belakang.



Gambar 9. Konfigurasi sumbu truk tronton

Dengan daya angkut yang tinggi, tronton menggunakan tiga sumbu roda dengan konfigurasi dua sumbu di belakang dan satu di depan. Hal ini untuk mendistribusikan beban secara merata, sehingga saat memuat truk lebih stabil. Tronton juga sangat ideal untuk transportasi barang bervolume tinggi, terutama di sektor industri dan konstruksi. Kemampuannya untuk membawa muatan yang lebih berat membuatnya menjadi pilihan utama dalam moda angkut proyek-

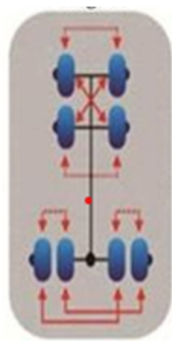
proyek besar. Menggunakan truk ini mampu menghemat biaya logistik karena mampu membawa barang banyak dalam sekali angkut. Dengan kemampuan dan efisiensi yang dimilikinya, Truk Tronton menjadi pilihan yang tepat untuk mendukung kelancaran aktivitas logistik dan ekspedisi bisnis.



Gambar 10. Truk tronton

e. Trintin

Truk Trintin juga termasuk truk yang memiliki 3 sumbu roda dengan konfigurasi ban adalah 1-1-2, yaitu 1 di depan kanan kiri, 1 di tengah kanan kiri, dan 2 di belakang kanan kiri. Jadi, total ban pada truk trintin ini adalah 8 ban. As roda depan dan tengah masing-masing memiliki dua ban, sedangkan as roda belakang memiliki empat ban. Meskipun sama-sama memiliki 3 sumbu ronda, namun roda bagian tengah menjadi perbedaan dari truk Trintin dan Tronton. Trintin memiliki *mekanisme power steering FWS* atau *Four Wheel Steering*. Sehingga, truk Trintin akan memiliki 4 roda yang dapat berbelok dengan roda bagian depan dan tengah.



Gambar 11. Konfigurasi Sumbu Truk Trintin

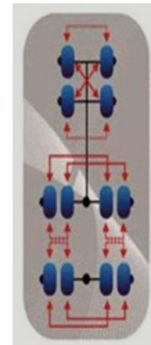
Konfigurasi ban yang dimiliki truk Trintin membuatnya bisa bermanuver dengan baik, baik dalam kecepatan tinggi maupun rendah. Namun, karena truk ini cukup panjang, radius putarnya juga cukup besar. Maka dari itu, ketika truk perlu putar balik, membutuhkan lokasi yang luas. Truk Trintin mampu menampung beban sebanyak 16-20 ton dan memiliki volume sekitar 40 meter kubik. Truk ini memiliki ukuran panjang 7,5-10 meter, lebar 2,4-2,5 meter, dan tinggi 2,7-3 meter. Karenanya, truk ini sering digunakan oleh perusahaan kargo dalam pendistribusian barang.



Gambar 12. Truk Trinton

f. Trinton

Truk Trinton memiliki 4 sumbu roda dengan konfigurasi ban 1-1-2-2, yaitu 2 sumbu roda terdapat di bagian depan dapat digerakkan dengan sistem 4WS. Sedangkan 2 sumbu roda lainnya terdapat di bagian belakang yang letaknya hampir berdekatan. Jadi total ban pada truk Trinton adalah 12 ban.



Gambar 13. Konfigurasi Sumbu Truk Trinton

Bobot truk ini mencapai 12-13 ton. Truk troton mampu menampung beban 30 hingga 40 ton. Sementara untuk ukurannya, truk ini memiliki panjang 12-14 meter, lebar 2,5 meter, dan tinggi 4,5-5 meter. Truk trinton biasa digunakan di industri berat yang sering digunakan untuk mengangkut barang-barang yang membutuhkan penanganan khusus, baik itu mesin besar, peralatan konstruksi raksasa, maupun bahan mentah dalam jumlah besar



Gambar 13. Truk Trinton

g. Trailer

Merupakan jenis kendaraan komersial berat yang terdiri dari dua bagian yaitu unit traktor (kepala truk) yang memiliki mesin dan pengemudi, serta unit trailer (bak) yang berfungsi mengangkut barang. Bagian trailer ini bersifat semi-otomatis, tidak memiliki roda depan, dan ditopang oleh tractor. Konfigurasi ini memberikan fleksibilitas

luar biasa dalam pengangkutan berbagai jenis muatan. Tractor head dirancang untuk menarik trailer dengan beban yang sangat berat, menjadikannya pilihan utama untuk pengiriman jarak jauh. Trailer biasanya digunakan untuk pengangkutan berbagai jenis muatan seperti kontainer, alat berat, atau bahan cair dengan kapasitas besar.

Bagian-bagian Truk Trailer

- a. Kepala Truk (*Tractor Head*) yaitu unit depan yang menggerakkan kendaraan, berisi mesin dan kabin pengemudi.
- b. Trailer yaitu unit belakang yang menjadi tempat muatan. Trailer ini dirancang sebagai bagian yang bisa dilepas-pasang dari tractor head, memberikan fleksibilitas.

Fungsi dan Keunggulan

- a. Kapasitas Angkut Besar:
Truk trailer mampu mengangkut muatan sangat berat, jauh lebih besar dibandingkan truk jenis lain seperti tronton.
- b. Fleksibilitas
Konfigurasi dua bagian yang dapat terpisah memungkinkan penggunaan trailer yang berbeda-beda sesuai jenis muatan, seperti flatbed, lowbed, atau tanker trailer.
- c. Logistik Jarak Jauh
Ideal untuk pengiriman barang dalam skala besar, terutama untuk jarak jauh.
- d. Efisiensi Pengiriman Kontainer
Sangat penting dalam perdagangan internasional untuk mengangkut kontainer dari pelabuhan ke darat.

Jenis-jenis Trailer Berdasarkan Muatan

- a. Trailer *Flatbed*
Memiliki bak datar untuk mengangkut barang-barang besar dan datar seperti pipa atau baja.



Gambar 14. Trailer Flatbed

- b. Trailer *Lowbed*
Dirancang dengan dek yang lebih rendah untuk mengangkut alat berat atau mesin industri.



Gambar 15. Trailer Lowbed

- c. *Trailer Tanker*

Berbentuk tangki khusus untuk mengangkut cairan atau gas.



Gambar 16. Trailer Tanker

- d. *Dry Van Trailer*

Kotak tertutup yang digunakan untuk mengangkut komoditas umum.



Gambar 17. Dry Van Trailer

- h. Kontainer

Truk kontainer adalah kendaraan penggerak (traktor) dan trailer yang dirancang untuk mengangkut peti kemas (kontainer) standar. Truk ini berperan penting dalam sistem logistik, memfasilitasi pemindahan barang antar moda transportasi (seperti kapal laut dan kereta api) tanpa memindahkan isinya, dan umum digunakan untuk pengiriman jarak jauh atau skala besar. Komponen utamanya meliputi kepala truk (*tractor head*), sasis panjang (*trailer*), dan sistem pengunci (*twist lock*) yang menjaga kontainer tetap aman.



Gambar 18. Truk Kontainer 20 feet

Fungsi dan Penggunaan Truk Kontainer

- a. Logistik Intermodal

Truk kontainer adalah penghubung utama dalam transportasi intermodal, memungkinkan kontainer berpindah dengan mudah dari satu jenis transportasi ke jenis lainnya (misalnya, dari kapal ke truk).

- b. Keamanan dan Efisiensi

Penggunaan kontainer memastikan keamanan barang selama perjalanan dan mempercepat proses bongkar muat, yang pada akhirnya menurunkan biaya logistik secara keseluruhan.

- c. Distribusi Skala Besar
Truk kontainer sangat diandalkan oleh perusahaan logistik untuk distribusi barang dalam skala besar, baik untuk pengiriman lintas kota, lintas pulau, maupun lintas negara.

Komponen Utama Truk Kontainer

- a. Kepala Truk (*Tractor Head*)
Bagian depan kendaraan yang berisi kabin pengemudi dan mesin penggerak.
- b. Sasis Panjang (*Trailer*)
Rangka yang dipasangkan pada kepala truk dan berfungsi menopang peti kemas.
- c. *Twist Lock*
Mekanisme pengunci yang mengikat kontainer ke sasis agar tidak bergeser selama perjalanan.

Jenis-jenis Truk Kontainer

- a. Truk 20 *feet*
Kapasitas muatan dari kontainer jenis ini adalah sekitar 20 ton dan kisaran volume 33 metrik kubik
- b. Truk 40 *feet*
Kapasitas muatan dari kontainer jenis ini adalah sekitar 28 ton dan kisaran volume 60 sampai 70 metrik kubik
- c. Truk Kontainer Panjang (*Long-Haul*)
Truk dengan sasis yang lebih panjang untuk mengangkut kontainer berukuran besar dengan kapasitas 86 metrik kubik

5. SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Angkutan logistik yang diijinkan beroperasi di Indonesia khususnya moda transportasi darat mulai dari kendaraan kecil seperti pick up, engkel, truk CDC, truk tronton, truk trintin, truk trinton hingga truk kontainer yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan hasil industri yang akan ditransportasikan atau jarak yang akan di tempuh
2. Ada aturan tersendiri yang harus diikuti oleh kendaraan ngkutan logistik di Indonesia misalnya aturan mengenai jam lintas kendaraan yang diijinkan, jumlah dan berat muatan yang diijinkan, jenis kendaraan yang diperbolehkan melintasi suatu ruas jalan dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, S.2002. Riset Operasional. Jakarta, Fakultas Ekonomi UI. Optimizing Cement Distribution in The Nigerian Cement Manufacturing Industry. IMPACT : IJRB, ISSN (E) : 2321-886X
- Simbolon, L D dkk. 2014. Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi

Beras Miskin. Saintia Matematika vol 02,no.03.Pp 299-311

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2019. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 60 tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Angkutan Barang Dengan Menggunakan Kendaraan Bermotor Di Jalan. Jakarta.

Martono, Ricky Virona. 2018. Manajemen Logistik. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Badan Pusat Statistik. 2024. Statistik Indonesia 2025. Badan Pusat Statistik. Jakarta

The Asia Foundation and LPEM-UI. 2008. Biaya Transportasi Barang Angkutan, Regulasi, dan Pungutan Jalan di Indonesia, The Asia Foundation, Jakarta.

The World Bank. 2023. Logistic Performance Index. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington DC

Kementerian Pekerjaan Umum. 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta.

<https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/peraturan-mobil-pick-up-di-jalan-raya>

<https://troben.id/blog/perbedaan-tronton-trintin-trinton/>

<https://kontainerindonesia.co.id/blog/perbedaan-tronton-trintin-trinton/>

<https://astraudtrucks.co.id/berita/jenis-jenis-truk-dan-kapasitas-muatannya-092024-2/>

<https://troben.id/blog/jenis-truk-trailer-yang-sering-digunakan/>

<https://berta.co.id/jasa-trucking-container/>

ANALISIS PARKIR DI PINGGIR JALAN (ON STREET PARKING) TERHADAP KINERJA RUAS JALAN DI KOTA DENPASAR (Studi Kasus: Pada Ruas Jalan Sulawesi, Kota Denpasar)

I Putu Febi Prayoga¹, Made Novia Indriani², Ida Ayu Putu Sri Mahapatni³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar, Bali

Email : ¹putufebiprayoga@gmail.com, ²novia@unhi.ac.id, ³mahapatni@unhi.ac.id,

ABSTRAK

Pertumbuhan aktivitas ekonomi dan kepadatan penduduk di Kota Denpasar berdampak langsung terhadap meningkatnya kebutuhan ruang parkir, khususnya di kawasan pusat kota seperti Jalan Sulawesi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik parkir di pinggir jalan, mengevaluasi kinerja ruas jalan akibat keberadaan parkir tersebut, serta memahami persepsi masyarakat terhadap efektivitas parkir dalam mendukung kelancaran aktivitas di kawasan tersebut. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data primer melalui survei parkir dan kuesioner persepsi masyarakat, serta data sekunder dari instansi terkait. Analisis kinerja jalan dilakukan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik parkir di Jalan Sulawesi Denpasar dengan volume parkir tertinggi selama 16 jam pengamatan adalah sepeda motor sebanyak 222 kendaraan (rata-rata 14 kendaraan/jam) dan mobil sebanyak 198 kendaraan (rata-rata 12 kendaraan/jam). Kinerja ruas Jalan Sulawesi Denpasar akibat adanya parkir pinggir jalan berdampak signifikan terhadap penurunan kinerja jalan, ditandai dengan meningkatnya derajat kejenuhan dan menurunnya kecepatan kendaraan. Persepsi masyarakat menunjukkan bahwa meskipun parkir di pinggir jalan dianggap praktis, sebagian besar responden menyadari dampak negatifnya terhadap kelancaran lalu lintas. Penelitian ini merekomendasikan pengelolaan parkir yang lebih terstruktur dan pengembangan fasilitas parkir alternatif untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas di kawasan pusat Kota Denpasar.

Kata kunci : Parkir di Pinggir Jalan, Kinerja Ruas Jalan

ABSTRACT

The growth of economic activity and population density in Denpasar City has a direct impact on the increasing need for parking space, especially in the city center area such as Jalan Sulawesi. This study aims to analyze the characteristics of roadside parking, evaluate the performance of the road section due to the presence of such parking, and understand public perceptions of the effectiveness of parking in supporting the smooth flow of activities in the area. The method used is a quantitative descriptive approach with primary data collection through parking surveys and public perception questionnaires, as well as secondary data from related agencies. The road performance analysis was conducted based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI). The results show that the characteristics of parking on Jalan Sulawesi Denpasar with the highest parking volume during 16 hours of observation are motorcycles with 222 vehicles (an average of 14 vehicles/hour) and cars with 198 vehicles (an average of 12 vehicles/hour). The performance of Jalan Sulawesi Denpasar due to roadside parking has a significant impact on decreasing road performance, characterized by an increase in the degree of saturation and a decrease in vehicle speed. Public perception shows that although roadside parking is considered practical, most respondents are aware of its negative impact on traffic flow. This study recommends more structured parking management and the development of alternative parking facilities to improve traffic efficiency in the central area of Denpasar.

Keywords: Roadside Parking, Road Section Performance

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang memiliki peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah, khususnya di kawasan perkotaan seperti Kota Denpasar. Peningkatan aktivitas masyarakat mendorong mobilitas orang dan barang yang semakin tinggi,

sehingga berdampak pada meningkatnya volume lalu lintas di ruas jalan. Kondisi ini semakin kompleks dengan munculnya permasalahan parkir di badan jalan (*on street parking*), yang seringkali memanfaatkan ruang lalu lintas sebagai tempat berhenti kendaraan. Fenomena ini menyebabkan penyempitan lebar efektif jalan, menghambat arus kendaraan, serta menimbulkan kemacetan lalu lintas. Parkir di pinggir jalan umumnya terjadi di sekitar pusat-pusat kegiatan

seperti pasar, pertokoan, perkantoran, dan fasilitas umum lainnya, sehingga keberadaannya sulit dihindari (Saputra et al., 2023). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) (2023), Kota Denpasar memiliki luas wilayah 125,98 km² dengan tingkat kepadatan penduduk mencapai 5.881,74 orang/km², yang berdampak pada meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi. Namun, keterbatasan fasilitas parkir menyebabkan badan jalan sering digunakan sebagai alternatif parkir, yang pada akhirnya menimbulkan penurunan kecepatan kendaraan, antrean, serta gangguan terhadap kelancaran lalu lintas.

Salah satu ruas jalan yang mengalami permasalahan tersebut adalah Jalan Sulawesi di Kota Denpasar, yang dikenal sebagai kawasan perdagangan tekstil dan pusat aktivitas ekonomi dengan intensitas pergerakan yang tinggi. Karakteristik jalan yang relatif sempit dengan lebar sekitar 5,20 meter serta tingginya aktivitas parkir di kedua sisi jalan menyebabkan terjadinya hambatan samping yang signifikan terhadap kinerja ruas jalan. Aktivitas parkir yang tidak terkelola dengan baik, ditambah dengan kegiatan bongkar muat barang dan pergerakan pejalan kaki, memperparah kondisi lalu lintas terutama pada jam sibuk dan hari pasar. Meskipun secara regulasi parkir di tepi jalan diperbolehkan, praktik di lapangan menunjukkan bahwa keberadaannya justru menimbulkan permasalahan serius terhadap kinerja jalan. Penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh parkir terhadap kinerja ruas jalan, seperti pada Jalan Sutoyo Denpasar (Purbanto & Raka, 2012) dan Jalan Pemuda Padang (Kurniati, 2018), serta analisis kebutuhan ruang parkir (Suthanaya, 2010). Namun demikian, belum terdapat kajian yang secara spesifik dan komprehensif mengkaji karakteristik parkir serta dampaknya terhadap kinerja ruas Jalan Sulawesi Denpasar. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik parkir, menganalisis kinerja ruas jalan akibat parkir di pinggir jalan, serta memahami persepsi masyarakat, sehingga dapat dirumuskan solusi yang tepat dalam penataan parkir guna meningkatkan kelancaran lalu lintas di kawasan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jalan

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang sangat penting dalam mendukung mobilitas dan pembangunan wilayah. Menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004, jalan adalah seluruh bagian prasarana transportasi yang diperuntukkan bagi lalu lintas, termasuk bangunan pelengkap. Secara teknis, jalan juga didefinisikan sebagai permukaan tanah yang diperkeras dan dirancang dengan kemiringan tertentu agar dapat dilalui kendaraan dengan aman (Asiyanto, 2008). Dalam perencanaan

jalan terdapat tiga aspek utama yang saling berkaitan, yaitu geometri jalan, perkerasan (*pavement*), dan lalu lintas (*traffic*), dimana aspek lalu lintas sangat menentukan kapasitas dan kinerja ruas jalan.

Tipe dan Geometrik Jalan

Tipe jalan berpengaruh terhadap kinerja ruas jalan, yang diklasifikasikan berdasarkan jumlah lajur, arah, dan pembagian jalur seperti 2/2 UD, 4/2 UD, dan 4/2 D (MKJI, 1997). Selain itu, kondisi geometrik jalan seperti lebar badan jalan, kerb, trotoar, dan median juga mempengaruhi kapasitas serta kelancaran lalu lintas. Semakin baik kondisi geometrik, maka semakin besar kemampuan jalan dalam menampung arus kendaraan.

Klasifikasi Jalan

Menurut UU Nomor 22 Tahun 2009, jalan diklasifikasikan berdasarkan fungsi (arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan), status (nasional, provinsi, kabupaten/kota, dan desa), serta kelas jalan berdasarkan kapasitas dan dimensi kendaraan. Klasifikasi ini menunjukkan peran jalan dalam melayani pergerakan lalu lintas, mulai dari jarak jauh hingga lokal.

Kendaraan dan Klasifikasinya

Pertumbuhan kendaraan yang tinggi, terutama kendaraan pribadi, menjadi salah satu penyebab meningkatnya kemacetan di perkotaan (Mulyana, 2022). Secara umum, kendaraan diklasifikasikan berdasarkan dimensinya menjadi kendaraan kecil, sedang, dan besar (Dirjen BM, 1997). Selain itu, angkutan umum juga dibedakan berdasarkan wilayah pelayanan seperti angkutan kota, pedesaan, hingga antar provinsi (Miro, 1997).

Karakteristik Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas merupakan fenomena yang kompleks yang dipengaruhi oleh interaksi antara kendaraan dan pengguna jalan lainnya. Variabel utama dalam analisis lalu lintas meliputi kecepatan (*v*), volume (*q*), dan kepadatan (*k*) (Khisty & Lall, 2005). Ketiga variabel ini saling berhubungan dan digunakan untuk menilai kondisi lalu lintas pada suatu ruas jalan.

Kinerja Ruas Jalan

Kinerja ruas jalan merupakan ukuran kondisi operasional jalan yang dinilai melalui beberapa indikator seperti derajat kejenuhan (*DS*), kecepatan arus bebas, dan tingkat pelayanan (*Level of Service/LoS*) (MKJI, 1997). Nilai *LoS* berkisar dari A (lalu lintas bebas) hingga F (kemacetan parah), yang menunjukkan kualitas pelayanan jalan terhadap pengguna (Tamin, 2008).

Parkir dan Klasifikasinya

Parkir merupakan kebutuhan penting bagi pengguna kendaraan, baik di badan jalan (*on street parking*) maupun di luar badan jalan (*off street parking*) (Dirjen Perhubungan Darat, 1998; Suweda, 2008). Parkir juga dapat diklasifikasikan berdasarkan status, tujuan, kepemilikan, jenis kendaraan, dan peruntukannya (Abubakar, 1998).

Karakteristik Parkir

Karakteristik parkir digunakan untuk menilai kondisi perparkiran pada suatu lokasi, meliputi volume parkir, akumulasi parkir, durasi parkir, tingkat pergantian parkir, kapasitas parkir, penyediaan parkir, dan indeks parkir (Suthanaya, 2010; Hobbs, 1979; Oppenlander, 1976). Analisis ini penting untuk mengetahui tingkat pemanfaatan dan permasalahan parkir yang terjadi.

Pola Parkir

Pola parkir dibedakan berdasarkan posisi kendaraan seperti sejajar, sudut 30°, 45°, 60°, dan 90°, serta berdasarkan lokasi seperti satu sisi, dua sisi, atau pulau parkir (Dirjen Perhubungan Darat, 1998). Pemilihan pola parkir sangat mempengaruhi efisiensi ruang dan kemudahan manuver kendaraan.

Upaya Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas

Kelancaran lalu lintas dapat ditingkatkan dengan mengurangi hambatan seperti parkir di badan jalan, pedagang kaki lima, dan penyempitan jalan (Dirjen Perhubungan Darat, 1998). Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengaturan parkir, pembatasan durasi, serta penerapan sistem jalan satu arah untuk meningkatkan kapasitas dan keselamatan lalu lintas.

Persepsi Masyarakat

Persepsi masyarakat merupakan proses interpretasi terhadap kondisi lingkungan, termasuk kebijakan parkir (Robbins, 2003). Persepsi ini mencakup aspek kognitif, afektif, dan konatif yang dipengaruhi oleh pengalaman dan kondisi sosial (Schiffman & Kanuk, 2008). Dalam hal transportasi, persepsi masyarakat berkaitan dengan kenyamanan, keamanan, dan kelancaran lalu lintas (Santosa, 2010).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kombinasi (*mixed methods*) yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif guna memperoleh hasil yang komprehensif.

Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur dan menganalisis data numerik seperti karakteristik parkir, volume lalu lintas, kapasitas jalan, serta derajat kejenuhan, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami persepsi masyarakat melalui kuesioner. Lokasi penelitian berada di ruas Jalan Sulawesi Kota Denpasar, yang membentang dari simpang Jl. Gajah Mada–Jl. Kartini hingga simpang Jl. Hasanuddin, dengan karakteristik jalan satu arah dan aktivitas lalu lintas yang padat. Berdasarkan studi pendahuluan, ruas jalan ini memiliki volume lalu lintas tinggi, kecepatan kendaraan rendah akibat hambatan samping parkir, serta didominasi aktivitas pertokoan dan bongkar muat barang. Populasi penelitian adalah masyarakat Kecamatan Denpasar Barat sebanyak 189.843 jiwa (BPS Kota Denpasar, 2024). Penentuan jumlah sampel dari populasi daerah kajian yaitu Kecamatan Denpasar Barat. Jumlah penduduk Kecamatan Denpasar Barat menurut BPS Kota Denpasar 2024 sebesar 189.843 jiwa.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} = n = \frac{189.843}{1 + 189.843 \times 0.05 \times 0.05} = 399,158 = 400 \text{ sampel}$$

Dimana:

n = Ukuran sampel

N = Ukuran populasi

e = Tingkat signifikansi (nilai error) = 0.0 (5%)

Tabel 1. Klasifikasi Sampel Berdasarkan Persentase Populasi

No	Desa/ Kelurahan	Jumlah Penduduk	Persentase	Jumlah Sampel
1	Kerobokan Kelod	20.338	10,71%	43
2	Pemecutan Klod	32.838	17,30%	69
3	Dauh Puri Kauh	13.616	7,17%	29
4	Dauh Puri Klod	11.983	6,31%	25
5	Dauh Puri	9.066	4,77%	19
6	Dauh Puri Kangin	4.283	2,26%	9
7	Pemecutan	21.002	11,06%	44
8	Tegal Harum	12.849	6,77%	27
9	Tegal Kertha	16.777	8,83%	35
10	Padangsambian	29.521	15,55%	62
11	Padangsambian Kaja	17.564	9,25%	37
Total		189.843	100%	400

Setelah data karakteristik parkir, geometrik, dan lalu lintas diperoleh melalui survei dan kuesioner, dilakukan analisis untuk menilai kinerja ruas jalan, baik akibat parkir di pinggir jalan maupun berdasarkan persepsi masyarakat terhadap efektivitasnya. Hasil dari kedua kondisi tersebut kemudian dibandingkan

untuk menarik kesimpulan, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan saran atau rekomendasi penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruas Jalan Sulawesi Denpasar dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki lalu lintas yang padat akibat tingginya aktivitas pasar dan pertokoan, serta tidak tersedianya lahan parkir di luar badan jalan (*off street parking*), sehingga pemanfaatan parkir di badan jalan menjadi dominan dan berpotensi menimbulkan kemacetan. Secara fisik, ruas Jalan Sulawesi memiliki panjang sekitar 339,10 meter dengan lebar jalan 5,20 meter, lebar trotoar 1,5 meter, serta termasuk dalam tipe jalan *full wide*, dengan karakteristik pemanfaatan ruang jalan yang intensif untuk aktivitas parkir dan kegiatan ekonomi di sekitarnya.

Volume Parkir

Tabel 2. Volume Kendaraan yang Parkir

Lokasi Parkir	Waktu Survey	Jenis Kendaraan (16 jam)	Jumlah Kendaraan	Jumlah Rata-rata Perjam
Parkir Jalan Sulawesi Denpasar	Senin, 01-09-2025	Sepeda	200	13
		Motor		
	Kamis, 04-09-2025	Mobil	180	11
		Sepeda Motor	222	14
	Minggu, 07-09-2025	Mobil	198	12
		Sepeda Motor	208	13
		Mobil	186	12

Tabel 2, dapat dilihat bahwa survey pada jenis kendaraan sepeda motor pada hari Senin tgl 01-9-2025 dengan jumlah sepeda motor yang parkir 200 kendaraan dengan rata-rata kendaraan parkir tiap jam adalah 13 kend/jam, pada hari Kamis tgl 02-9-2025 dengan jumlah sepeda motor yang parkir 222 kendaraan dengan rata-rata kendaraan parkir tiap jam adalah 14 kend/jam, pada hari Minggu tgl 03-9-2025 dengan jumlah sepeda motor yang parkir 208 kendaraan dengan rata-rata kendaraan parkir tiap jam adalah 13 kend/jam. Sedangkan survey pada jenis kendaraan mobil pada hari Senin tgl 01-9-2025 dengan jumlah mobil yang parkir 180 kendaraan dengan rata-rata kendaraan parkir tiap jam adalah 11 kend/jam, pada hari Kamis tgl 02-9-2025 dengan jumlah mobil yang parkir 198 kendaraan dengan rata-rata kendaraan parkir tiap jam adalah 12 kend/jam, pada hari Minggu tgl 03-9-2025 dengan jumlah mobil yang parkir 186 kendaraan dengan rata-rata kendaraan parkir tiap jam adalah 12 kend/jam.

Akumulasi Parkir

Tabel 3. Akumulasi Tertinggi Parkir Kendaraan
Senin, 01-09-2025

Lokasi Parkir	Jenis Kendaraan	Waktu	Akumulasi
Parkir Jalan Sulawesi Denpasar	Sepeda	20.00-	29
	Motor (MC)	21.00	
	Mobil (LV)	21.00-	20
		22.00	

Tabel 3 dapat dilihat bahwa akumulasi tertinggi untuk sepeda motor pada parkir Jalan Sulawesi Denpasar terjadi pada pukul 20.00-21.00 wita yaitu sebesar 29 kendaraan dan akumulasi tertinggi kendaraan jenis mobil terjadi pada pukul 21.00-22.00 wita yaitu sebesar 20 kendaraan.

Tabel 4. Akumulasi Tertinggi Parkir Kendaraan
Kamis, 04-09-2025

Lokasi Parkir	Jenis Kendaraan	Waktu	Akumulasi
Parkir Jalan Sulawesi Denpasar	Sepeda	19.00-	24
	Motor (MC)	20.00	
	Mobil (LV)	19.00-	11
		20.00	

Berdasarkan Tabel 4, akumulasi tertinggi untuk sepeda motor pada parkir Jalan Sulawesi Denpasar terjadi pada pukul 19.00-20.00 wita yaitu sebesar 24 kendaraan dan akumulasi tertinggi kendaraan jenis mobil terjadi pada pukul 19.00-20.00 wita yaitu sebesar 11 kendaraan.

Tabel 5. Akumulasi Tertinggi Parkir Kendaraan
Minggu, 07-09-2025

Lokasi Parkir	Jenis Kendaraan	Waktu	Akumulasi
Parkir Jalan Sulawesi Denpasar	Sepeda	20.00-	28
	Motor (MC)	21.00	
	Mobil (LV)	08.00-	15
		09.00	

Tabel 5 menunjukkan akumulasi tertinggi untuk sepeda motor pada parkir Jalan Sulawesi Denpasar terjadi pada pukul 20.00-21.00 wita yaitu sebesar 28 kendaraan dan akumulasi tertinggi kendaraan jenis mobil terjadi pada pukul 08.00-09.00 wita yaitu sebesar 15 kendaraan.

Lama Waktu Parkir (Durasi)

Tabel 6. Rata-rata lama parkir kendaraan

Lokasi Parkir	Waktu Survey	Jenis Kendaraan	Rata-rata lamanya parkir (jam/kendaraan)
	Senin, 01-09-2025	Sepeda Motor (MC)	1,186

Jalan Sulawesi		Mobil (LV)	1,265
Denpasar	Kamis, 04-09- 2025	Sepeda Motor (MC)	1,223
		Mobil (LV)	1,283
	Mingg u, 07- 09- 2025	Sepeda Motor (MC)	1,122
		Mobil (LV)	1,215

Tabel 6 adalah rata-rata lama parkir kendaraan untuk sepeda motor pada waktu survey Senin, 01-09-2025 sebesar 1,186 jam/kendaraan dan untuk parkir mobil sebesar 1,265 jam/kendaraan. Rata-rata lama parkir untuk kendaraan sepeda motor pada waktu survey Kamis, 04-09-2025 sebesar 1,223 jam/kendaraan, dan untuk parkir mobil sebesar 1,283 jam/kendaraan. Dan rata-rata lama parkir untuk kendaraan sepeda motor pada waktu survey Minggu, 07-09-2025 sebesar 1,122 jam/kendaraan, dan untuk parkir mobil sebesar 1,215 jam/kendaraan. Dari hasil analisis data diketahui bahwa sepeda motor dan mobil dapat diklasifikasikan sebagai parkir waktu sedang, yaitu pemarkir menggunakan ruang parkir antara 1 s/d 4 jam.

Kapasitas Parkir

Tabel 7. Kapasitas Parkir di Jalan Sulawesi Denpasar

Waktu Survey	Jenis Kendaraan	Jumlah Petak (S) (SRP)	Rata-rata lamanya parkir (D) (Jam/Kendaraan)	Kapasitas Parkir KP=S/D (Kendaraan/Jam)
Senin	Sepeda Motor (MC)	89	1,186	75
	Mobil (LV)	46	1,265	36
Kamis	Sepeda Motor (MC)	89	1,223	72
	Mobil (LV)	46	1,283	35
Minggu	Sepeda Motor (MC)	89	1,122	79
	Mobil (LV)	46	1,215	38

Tabel 7 menunjukkan kapasitas parkir Jalan Sulawesi Denpasar pada survey Senin, 01-09-2025 untuk sepeda motor dengan jumlah petak parkir 89 SRP dan rata-rata lamanya parkir 1,186 jam/kendaraan dapat menampung sepeda motor sebanyak 75 kendaraan. Dan untuk kendaraan mobil dengan jumlah petak parkir 46 SRP dan rata-rata lamanya parkir 1,265 jam/kendaraan dapat menampung mobil sebanyak 36 kendaraan. Untuk kapasitas parkir Jalan Sulawesi Denpasar pada survey Kamis, 04-09-2025 untuk sepeda motor dengan jumlah petak parkir 89 SRP dan

rata-rata lamanya parkir 1,223 jam/kendaraan dapat menampung sepeda motor sebanyak 72 kendaraan. Dan untuk kendaraan mobil dengan jumlah petak 46 SRP dan rata-rata lamanya parkir 1,283 jam/kendaraan dapat menampung mobil sebanyak 35 kendaraan. Sedangkan untuk kapasitas parkir Jalan Sulawesi Denpasar pada survey Minggu, 07-09-2025 untuk sepeda motor dengan jumlah petak parkir 89 SRP dan rata-rata lamanya parkir 1,122 jam/kendaraan dapat menampung sepeda motor sebanyak 79 kendaraan. Dan untuk kendaraan mobil dengan jumlah petak 46 SRP dan rata-rata lamanya parkir 1,215 jam/kendaraan dapat menampung mobil sebanyak 38 kendaraan.

Tabel 8. Volume Lalu Lintas di Jalan Sulawesi Denpasar Senin, 01-09-2025

Waktu	Sepeda Motor	Mobil	Kend /Jam	SMP /Jam
06.00–07.00	558	186	798	380
07.00–08.00	4297	1220	5.646	1.467
08.00–09.00	3175	829	4.194	1.822
09.00–10.00	2204	606	3.116	1.453
10.00–11.00	1841	664	2.727	1.359
11.00–12.00	2564	748	3.539	1.624
12.00–13.00	2197	846	3.198	1.554
13.00–14.00	3748	805	4.706	1.905
14.00–15.00	2402	862	3.464	1.673
15.00–16.00	2212	790	3.176	1.523
16.00–17.00	2468	763	3.383	1.537
17.00–18.00	2542	754	3.403	1.498
18.00–19.00	2112	718	2.9	1.32
19.00–20.00	1923	698	2.648	1.225
20.00–21.00	1557	603	2.196	1.029
21.00–22.00	1034	530	1.604	831

Tabel 9. Volume Lalu Lintas di Jalan Sulawesi Denpasar Kamis, 04-09-2025

Waktu	Sepeda Motor	Mobil	Kend /Jam	SMP /Jam
06.00–07.00	762	189	1.015	444
07.00–08.00	4115	1227	5.443	2.36
08.00–09.00	3865	952	4.981	2.09
09.00–10.00	2903	732	3.9	1.713
10.00–11.00	2184	656	3.124	1.505
11.00–12.00	2327	823	3.446	1.717
12.00–13.00	2095	784	3.069	1.503
13.00–14.00	2494	820	3.447	1.587
14.00–15.00	1992	871	3.067	1.581
15.00–16.00	2240	795	3.226	1.555
16.00–17.00	2180	752	3.088	1.458
17.00–18.00	2274	729	3.113	1.431
18.00–19.00	2192	722	2.983	1.343
19.00–20.00	2256	683	2.974	1.303
20.00–21.00	1656	682	2.368	1.129
21.00–22.00	1095	616	1.727	907

Tabel 10. Volume Lalu Lintas di Jalan Sulawesi Denpasar Minggu, 07-09-2025

Waktu	Sepeda Motor	Mobil	Kend /Jam	SMP /Jam
06.00–07.00	399	142	589	290
07.00–08.00	840	324	1.239	612
08.00–09.00	1000	474	1.6	852
09.00–10.00	1107	664	1.929	1.107
10.00–11.00	1310	682	2.112	1.133
11.00–12.00	1117	699	1.922	1.086
12.00–13.00	1207	728	2.02	1.117
13.00–14.00	1584	758	2.429	1.246
14.00–15.00	1634	721	2.462	1.242
15.00–16.00	1494	762	2.37	1.256
16.00–17.00	1961	792	2.837	1.369
17.00–18.00	1566	885	2.521	1.37
18.00–19.00	1712	916	2.696	1.416
19.00–20.00	1895	832	2.791	1.371
20.00–21.00	1463	798	2.306	1.213
21.00–22.00	1086	713	1.824	1.01

Catatan: SMP (Satuan Mobil Penumpang) adalah satuan yang digunakan untuk menyetarakan berbagai jenis kendaraan menjadi setara dengan mobil penumpang, sehingga memudahkan analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas.

Berdasarkan Tabel 8, 9, dan 10, volume lalu lintas di Jalan Sulawesi Denpasar menunjukkan pola fluktuatif dengan perbedaan yang cukup signifikan antara hari kerja dan hari libur. Pada hari Senin dan Kamis sebagai hari kerja, volume lalu lintas cenderung lebih tinggi dibandingkan hari Minggu, dengan puncak arus terjadi pada pagi hari pukul 07.00–08.00 dan siang hari sekitar pukul 13.00–14.00. Volume tertinggi pada hari Senin tercatat sebesar 5.646 kendaraan/jam (1.467 smp/jam), sedangkan pada hari Kamis sebesar 5.443 kendaraan/jam (2.360 smp/jam). Sementara itu, pada hari Minggu volume lalu lintas relatif lebih rendah, dengan puncak arus hanya mencapai 2.837 kendaraan/jam (1.369 smp/jam) pada sore hari. Secara umum, sepeda motor mendominasi komposisi lalu lintas di ketiga hari pengamatan, diikuti oleh mobil pribadi. Pola ini menunjukkan bahwa aktivitas lalu lintas di Jalan Sulawesi sangat dipengaruhi oleh kegiatan harian masyarakat, khususnya aktivitas perdagangan dan mobilitas kerja, sehingga pada hari kerja terjadi kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan hari libur.

Tabel 11. Total Volume Lalu Lintas Jalan Sulawesi Denpasar

Waktu	Kendaraan (kend/jam)	SMP (smp/jam)
-------	----------------------	---------------

06.00–07.00	2.405	1.114
07.00–08.00	12.323	4.439
08.00–09.00	10.773	4.764
09.00–10.00	8.942	4.273
10.00–11.00	7.961	3.997
11.00–12.00	8.913	4.174
12.00–13.00	8.285	4.49
13.00–14.00	10.586	5.086
14.00–15.00	8.993	4.959
15.00–16.00	8.777	4.434
16.00–17.00	9.313	4.334
17.00–18.00	9.077	4.138
18.00–19.00	8.577	4.059
19.00–20.00	8.453	3.879
20.00–21.00	6.876	3.545
21.00–22.00	5.152	3.084
Total	135.406	78.091

Berdasarkan Tabel 11, total volume lalu lintas di Jalan Sulawesi Denpasar mencapai 135.406 kendaraan atau setara dengan 78.091 smp, dengan pola pergerakan yang fluktuatif sepanjang hari. Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pagi hari pukul 07.00–08.00 sebesar 12.323 kendaraan/jam (4.439 smp/jam) dan kembali meningkat pada siang hari pukul 13.00–14.00 dengan 10.586 kendaraan/jam (5.086 smp/jam), yang menunjukkan adanya dua periode jam puncak. Sementara itu, volume lalu lintas terendah terjadi pada pagi awal dan malam hari, khususnya pukul 06.00–07.00 dan 21.00–22.00. Secara keseluruhan, kondisi ini menunjukkan bahwa ruas Jalan Sulawesi memiliki tingkat aktivitas lalu lintas yang tinggi, terutama dipengaruhi oleh mobilitas masyarakat dan aktivitas perdagangan, sehingga berpotensi menimbulkan kepadatan pada jam-jam tertentu.

Tabel 12. Rata-rata Lalu Lintas per jam di ruas Jalan Sulawesi Denpasar Senin, 01-02-2025

Kendaraan	LV	HV	MC	UM	Jumlah Rata-rata
Kend/Jam	834	33	2.302	1	3.170
Smp/Jam	834	39	575	1	1.449

Tabel 13. Rata-rata Lalu Lintas per jam di ruas Jalan Sulawesi Denpasar Kamis, 02-02-2025

Kendaraan	LV	HV	MC	UM	Jumlah Rata-rata
Kend/Jam	861	36	2.289	2	3.188
Smp/Jam	861	43	572	2	1.478

Tabel 14. Rata-rata Lalu Lintas per jam di ruas Jalan Sulawesi Denpasar Minggu, 03-02-2025

Kendaraan	LV	HV	MC	UM	Jumlah Rata-rata
Kend/Jam	740	23	1.334	3	2.100
Smp/Jam	740	28	336	3	1.107

Tabel 15. Total Rata-rata Lalu Lintas per jam di ruas Jalan Sulawesi Denpasar

Kendaraan	LV	HV	MC	UM	Jumlah Rata-rata
Kend/Jam	2.435	92	5.925	6	8.458
Smp/Jam	2.435	110	1.483	6	4.034

Rata-rata lalu lintas per jam berdasarkan Tabel 12 sampai dengan Tabel 15 pada ruas Jalan Sulawesi Denpasar menunjukkan bahwa kendaraan didominasi oleh sepeda motor (MC), diikuti kendaraan ringan (LV), sedangkan kendaraan berat (HV) dan kendaraan tidak bermotor (UM) memiliki proporsi yang relatif kecil. Pada hari Senin, total rata-rata lalu lintas mencapai 3.170 kendaraan/jam (1.449 smp/jam), sementara pada hari Kamis sedikit lebih tinggi yaitu 3.188 kendaraan/jam (1.478 smp/jam). Sebaliknya, pada hari Minggu volume lalu lintas lebih rendah dengan rata-rata 2.100 kendaraan/jam (1.107 smp/jam), yang menunjukkan perbedaan signifikan antara hari kerja dan hari libur. Secara keseluruhan, total rata-rata lalu lintas dari ketiga hari mencapai 8.458 kendaraan/jam atau setara dengan 4.034 smp/jam. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas lalu lintas di Jalan Sulawesi cukup tinggi dan didominasi oleh kendaraan pribadi, khususnya sepeda motor, yang berkontribusi besar terhadap kepadatan arus lalu lintas di ruas jalan tersebut.

Data Kecepatan Kendaraan

Pengumpulan data ini dimaksud untuk mencari kecepatan sesaat rata-rata kendaraan yang dilakukan oleh dua pengamat yang berdiri pada 2 titik (awal dan akhir) pada jarak tertentu. Data waktu kecepatan kendaraan ini berupa kecepatan setiap jam, sesuai dengan interval data arus lalu lintas. Dalam penyajiannya, data kecepatan kendaraan ini dibedakan menurut kondisi sistem kajian, yaitu dengan dan tanpa *on street parking*.

Data Kecepatan Bebas Kendaraan dengan Kondisi Tanpa On Street Parking

Data kecepatan kendaraan pada kondisi ini merupakan data kecepatan kendaraan diambil dengan cara analisis pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan hasil perhitungan sebagai berikut: Berdasarkan penjelasan tentang kondisi fisik jalan di atas bahwa tipe ruas jalan Sulawesi adalah dua lajur tak bemedian

(2/2 UD) atau jalan satu arah dan berdasarkan rumus pada Bab II untuk kecepatan bebas, maka didapatkan hasil kecepatan bebas yaitu 42,00 km/jam seperti pada Tabel 16. berikut:

Tabel 16. Kecepatan Bebas Berdasarkan MKJI 1997 Pada Jalan Sulawesi Denpasar

Kondisi	Kecepatan arus bebas dasar Fv0 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar lajur FVw (km/jam)	Fv0+FVw (2)+(3) (km/jam)	Faktor penyesuaian Hambatan samping FFVsf (km/jam)	Ukuran Kota FFVcs (km/jam)	Kecepatan arus bebas sesungguhnya FV (4)x(5)x(6) (km/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Tanpa Parkir	44	4	48	0.92	0.95	42

Kecepatan Kendaraan Kondisi dengan On Street Parking

Data kecepatan rata-rata kendaraan pada kondisi ini diperoleh dengan cara 2 (dua) pengamatan, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &1. \text{ Jarak pengamatan } D = 50 \text{ meter} \\
 &2. \text{ Waktu tempuh } T = 6 \text{ detik} \\
 &\text{Kecepatan sesaat, (V)} \\
 &V = \frac{3.60 D}{T} \qquad V = \frac{3.60 \times 50}{6} \\
 &V = 30 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi jika kendaraan dengan waktu tempuh 6 detik, kecepatan kendaraan tersebut adalah 30 km/jam. Data hasil pengamatan pada kondisi *on street parking* di jalan Sulawesi Denpasar dapat dilihat pada Tabel 17 berikut:

Tabel 17. Kecepatan rata-rata per jam pada ruas jalan Sulawesi Denpasar

Waktu	Kecepatan (Km/jam)		
	Senin	Kamis	Minggu
06.00-07.00	41,2	39,8	42
07.00-08.00	9,1	8,9	10,2
08.00-09.00	11,9	12,5	13
09.00-10.00	18,2	17,8	19
10.00-11.00	10,5	11	11,5
11.00-12.00	16	15,9	17
12.00-13.00	20,1	20	21
13.00-14.00	20,5	20,3	20,8
14.00-15.00	22	22,4	23
15.00-16.00	18,3	18	18,5
16.00-17.00	25	25,2	26
17.00-18.00	29,5	30	30,5
18.00-19.00	35,5	36,2	36,8
19.00-20.00	34,8	35	35,6
20.00-21.00	30,2	31	32
21.00-22.00	44,5	45,2	46

Kondisi kecepatan rata-rata perjam pada ruas jalan Sulawesi Denpasar dapat dilihat sebagai berikut:

1. Kecepatan kendaraan sangat berhubungan dengan volume lalu lintas, karena semakin tinggi volume

lalu lintas maka kecepatan rata-rata kendaraan yang bergerak juga semakin rendah, sebaliknya jika volume lalu lintas sedikit yang melintas di Jalan Sulawesi Denpasar, maka kecepatan rata-rata akan tinggi. Untuk hari Senin, 01-09-2025 dapat dilihat pada tabel 4.7, tabel 4.16 dan tabel B.1 yaitu volume lalu lintas tertinggi, kecepatan rata-rata terendah dan volume parkir kendaraan, terjadi pada pukul 07.00-08.00 dengan volume lalu lintas sebesar 1.467 smp/jam, kecepatan sebesar 9,1 km/jam dan volume parkir masuk 31 kendaraan dan keluar 31 kendaraan. Dari analisis tersebut dapat diketahui bahwa kecepatan pada ruas jalan Sulawesi Denpasar di jam-jam sibuk berada dibawah standar MKJI 1997.

2. Untuk hari Kamis, 04-09-2025 dapat dilihat pada tabel 4.8, tabel 4.16 dan tabel B.2 yaitu volume lalu lintas tertinggi, kecepatan rata-rata terendah dan volume kendaraan, terjadi pada pukul 07.00-08.00 dengan volume lalu lintas sebesar 2.360 smp/jam, kecepatan sebesar 8,9 km/jam dan volume parkir masuk 28 kendaraan dan keluar 27 kendaraan.
3. Untuk hari Minggu, 07-09-2025 dapat dilihat pada tabel 4.9, tabel 4.16 dan tabel B.3 yaitu volume lalu lintas tertinggi, kecepatan rata-rata terendah dan volume kendaraan, terjadi pada pukul 16.00-17.00 dengan volume lalu lintas sebesar 1.369 smp/jam, kecepatan sebesar 26 km/jam dan volume parkir masuk 35 kendaraan dan keluar 32 kendaraan.

Tingkat Pelayanan/Level of Service (LoS)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1977) mendefinisikan Tingkat pelayanan suatu ruas jalan sebagai ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengenai kendaraan.

$$LoS = \frac{v}{c}$$

V = Volume lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Tabel 18. Kapasitas Jalan Berdasarkan MKJI 1997 Pada Ruas Jalan Sulawesi Denpasar

Kapasitas Jalan $C = C_o \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs$						
	Kapasitas dasar	Faktor penyesuaian lebar	Faktor penyesuaian arah lalu lintas	Faktor hambatan samping	Faktor ukuran kota	Kapasitas
Kondisi	C_o	FCw	$FCsp$	$FCsf$	$FCcs$	C
Tanpa Parkir	2900	1,25	1,00	0,91	0,94	3100,8

Kapasitas jalan pada ruas jalan Sulawesi Denpasar menurut perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1977) adalah 3100,8 smp/jam.

Selanjutnya menentukan Tingkat Pelayanan (Level of Service) yang tertera pada Tabel 19 sebagai berikut:

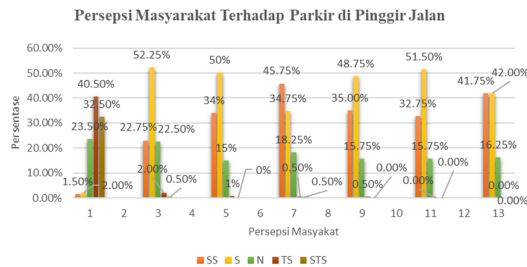
Tabel 19. Tingkat Pelayanan/LoS Pada Ruas Jalan Sulawesi Denpasar

Waktu	Volume Lalu Lintas (V)	Kapasitas Jalan (C)	Los (V/C)
Senin	22.200	3100,8	7,2
Kamis	23.626	3100,8	7,6
Minggu	17.690	3100,8	5,7

Berdasarkan hasil perhitungan kondisi jalan Sulawesi Denpasar adalah LoS F hasil ini dapat dilihat pada sub bab 2.4.3 (halaman 16), dapat dijelaskan bahwa kinerja ruas jalan menggambarkan keadaan jalan tidak stabil, pada keadaan ini terjadi antrian kendaraan yang keluar lebih sedikit dari pada kendaraan yang masuk pada ruas jalan Sulawesi Denpasar sehingga terjadi Stop and Go Waves, yaitu kendaraan bergerak beberapa puluh meter dan ini terjadi berulang-ulang.

Deskripsi Analisis Penelitian

Analisis dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, yaitu metode statistik yang bertujuan untuk menggambarkan data sebagaimana adanya tanpa melakukan generalisasi (Sugiyono, 2017). Penilaian dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan skala interval Likert 1–5, dimana interval kelas sebesar 0,80 menghasilkan kategori penilaian dari sangat rendah hingga sangat tinggi. Berdasarkan hasil pengumpulan data terhadap 400 responden, karakteristik responden didominasi oleh laki-laki sebesar 51,5% dan perempuan 48,5%, serta mayoritas berada pada usia produktif 17–34 tahun sebesar 73,2%. Hasil analisis persepsi masyarakat menunjukkan bahwa parkir di pinggir jalan dinilai memberikan kemudahan akses ke toko (skor 3,9475/kategori tinggi), namun juga berdampak negatif seperti menyebabkan kemacetan (skor 4,175/kategori tinggi), mengganggu kenyamanan (skor 4,24/kategori sangat tinggi), serta menimbulkan kekhawatiran terhadap keamanan kendaraan (skor 4,225/kategori sangat tinggi). Selain itu, masyarakat juga menunjukkan dukungan kuat terhadap penataan ulang sistem parkir (skor 4,1825) dan penyediaan area parkir khusus di luar badan jalan (skor 4,17). Secara umum, rata-rata persepsi masyarakat sebesar 3,85 (kategori tinggi) mengindikasikan bahwa meskipun parkir di pinggir jalan memberikan manfaat dari sisi aksesibilitas, dampak negatifnya lebih dominan sehingga diperlukan penataan yang lebih baik.



Gambar 1. Diagram Persepsi Responden Mengenai Persepsi Masyarakat Terhadap Parkir di Pinggir Jalan

Berdasarkan data pada Gambar 1, secara umum mayoritas responden menunjukkan persepsi positif terhadap isu parkir di pinggir Jalan Sulawesi Denpasar, yang tercermin dari dominasi jawaban setuju dan sangat setuju pada sebagian besar pernyataan. Meskipun demikian, pada aspek pengetahuan, responden cenderung belum memahami bahwa parkir di pinggir jalan diperbolehkan, ditunjukkan oleh rata-rata skor rendah (1,995). Di sisi lain, parkir pinggir jalan dinilai memudahkan akses ke toko (rata-rata 3,9475), namun juga dianggap sebagai penyebab utama kemacetan (rata-rata 4,175) dan menimbulkan gangguan kenyamanan (rata-rata 4,24). Responden juga menunjukkan dukungan kuat terhadap penataan ulang sistem parkir (rata-rata 4,1825) serta penyediaan lahan parkir khusus di luar badan jalan (rata-rata 4,17). Selain itu, aspek keamanan menjadi perhatian penting, di mana parkir di pinggir jalan dinilai tidak aman dengan rata-rata skor 4,225. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa meskipun parkir pinggir jalan memberikan kemudahan akses, dampak negatifnya terhadap kemacetan, kenyamanan, dan keamanan mendorong masyarakat untuk mendukung penataan parkir yang lebih baik.

5. SIMPULAN

Karakteristik parkir di Jalan Sulawesi Denpasar menunjukkan dominasi sepeda motor dengan volume dan akumulasi tertinggi terjadi pada periode sore hingga malam hari, serta lama parkir yang relatif singkat namun berdampak pada kapasitas parkir yang belum optimal. Keberadaan parkir di pinggir jalan terbukti menurunkan kinerja ruas jalan secara signifikan, ditandai dengan penurunan kecepatan kendaraan dari kondisi normal 42 km/jam menjadi di bawah 10 km/jam pada jam puncak, volume lalu lintas yang melampaui kapasitas jalan, serta tingkat pelayanan jalan yang berada pada *Level of Service (LOS) F* yang mencerminkan kondisi kemacetan parah dan tidak stabil. Selain itu, persepsi masyarakat menunjukkan bahwa meskipun parkir di badan jalan memberikan kemudahan akses, dampak negatif yang ditimbulkan seperti kemacetan, gangguan kenyamanan, dan risiko keamanan kendaraan lebih dominan, sehingga masyarakat cenderung mendukung

penataan ulang sistem parkir serta penyediaan fasilitas parkir alternatif di luar badan jalan guna meningkatkan kelancaran lalu lintas dan kenyamanan pengguna jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I., Yani, A., & Sutiono, E. (1995). *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. (2024a). *Bali dalam Angka*. Denpasar: BPS Provinsi Bali.
- Badan Pusat Statistik RI. (2024). *Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi*. Jakarta: BPS Indonesia.
- Departemen Perhubungan. (1999). *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Departemen Perhubungan. (2006). *Panduan Penempatan Fasilitas dan Perlengkapan Jalan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Departemen Perhubungan. *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 44 Tahun 1993 tentang Kendaraan dan Pengemudi*. , (1993). Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Dan Angkutan Kota Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (1999). *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Dan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat
- Guritnaningsih, G., Tjahjono, T., & Maulina, D. (2018). Human Error in Traffic Accidents: Analysis of Based on Information Processing. *Journal of Indonesia Road Safety*, 1(1), 30–38.
- Hamid, A., Kusumawati, N., & Lestari, R. R. (2022). Faktor-Faktor Penyebab Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Pada Remaja Pengendara Sepeda Motor di Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar Povinsi Riau, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, 1(1), 1–8.
- Haworth, N., & Rowden, P. (2006). Fatigue in Motorcycle Crashes: Is There an Issue? *2006 Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference Proceedings*, 1–10. Able Video and Multimedia Pty Ltd.
- Hidayat, A. (2013, October 30). Uji F dan Uji T.
- Hidayat, R., Ishak, I., & Putra, Y. (2022). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Bypass Kota Padang 10.
- Janna, N. M., & Herianto, H. (2021). *Konsep Uji Validitas dan Reliabilitas dengan Menggunakan SPSS*. Jakarta: OSF Preprints.
- Kov, M., & Yai, T. (2009). Traffic Characteristics of Motorcycle-Dominated Urban Street Considering the Effect of Light Vehicle. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol. 7 (The 8th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2009)*, 337. Eastern Asia Society for Transportation Studies.

- LPKM-ITB. (1997). *Modul Pelatihan, Studi Kelayakan Proyek Transportasi*. Bandung: Lembaga Pengabdian Masyarakat ITB.
- Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2016). City of Motorcycles: On How Objective and Subjective Factors Are Behind the Rise of Two-Wheeled Mobility in Barcelona. *Transport Policy*, 52, 37–45.
- Marsaid, M., Hidayat, M., & Ahsan, A. (2013). Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas pada Pengendara Sepeda Motor di Wilayah Polres Kabupaten Malang. *Journal of Nursing Science Update (JNSU)*, 1(2), 98–112.
- MKJI. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (BINKOT).
- Pemerintah Pusat. *Undang-undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. , (2009). Indonesia: LN. 2009/ No. 96, TLN NO. 5025, LL SETNEG : 143 HLM.
- Pemerintah RI. *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan*. , (2012). Indonesia: LN. 2012 No. 120, TLN No. 5317, LL SETNEG : 86 HLM.
- Saputra, A., Putra, B., & Dewi, C. (2023). Analisis dampak parkir di badan jalan terhadap kinerja lalu lintas. *Jurnal Transportasi Indonesia*, 45(2), 123–135
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Wikipedia. (2018, January 29). *Sepeda motor*. San Francisco: Wikipedia. Retrieved

EVALUASI RASIO RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN DENGAN BIAYA RIIL PELAKSANAAN TERHADAP PENGARUH FLUKTUASI HARGA MATERIAL

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Lt. III (15 RKB, Tangga) SD N 3 Panjer, Kota Denpasar)

Ni Made Ratih Pradewi¹, I.A. Putu Sri Mahapatni², I Made Harta Wijaya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar, Bali

E-mail: ¹ratihpradewi33@gmail.com, ²mahapatni@unhi.ac.id, ³madeharta@unhi.ac.id

ABSTRAK

Sektor konstruksi memiliki peranan penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi daerah, sehingga perencanaan serta pengendalian biaya proyek menjadi aspek yang krusial. Salah satu dokumen yang digunakan kontraktor dalam pengendalian biaya adalah Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), yang disusun berdasarkan kondisi riil lapangan dan harga material aktual. Namun, dalam pelaksanaannya sering terjadi perbedaan antara RAP dan biaya riil akibat fluktuasi harga material, yang dipengaruhi oleh faktor ekonomi, distribusi, serta kondisi lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi rasio RAP terhadap biaya riil pelaksanaan serta menganalisis pengaruh fluktuasi harga material terhadap perubahan biaya proyek pada Pembangunan Gedung Lantai III (15 RKB dan Tangga) SD Negeri 3 Panjer, Kota Denpasar. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan komparatif dan analisis regresi linier sederhana. Data yang digunakan meliputi RAP awal, RAP setelah fluktuasi, serta biaya riil pelaksanaan proyek, yang diperoleh dari dokumen proyek dan survei harga material di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan biaya sebesar 4,657%, dimana RAP awal sebesar Rp933.208.020,60 meningkat menjadi Rp978.792.243,89, dengan selisih Rp45.584.223,29. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian biaya yang adaptif, pembaruan harga satuan secara berkala, serta manajemen risiko yang baik guna meminimalkan dampak fluktuasi dalam pelaksanaan proyek.

Kata kunci: RAP, Realisasi Biaya Proyek, Fluktuasi, Regresi Linier Sederhana

ABSTRACT

The construction sector plays a crucial role in supporting infrastructure development and regional economic growth, making project cost planning and control crucial. One of the documents used by contractors for cost control is the Implementation Budget Plan (RAP), which is prepared based on actual field conditions and actual material prices. However, in practice, discrepancies often occur between the RAP and actual costs due to material price fluctuations, which are influenced by economic factors, distribution, and field conditions. This study aims to evaluate the ratio of the RAP to actual implementation costs and analyze the effect of material price fluctuations on project cost changes for the construction of the third-floor building (15 RKB and stairs) at Panjer 3 Elementary School, Denpasar City. The research method used is descriptive quantitative with a comparative approach and simple linear regression analysis. The data used include the initial RAP, the RAP after fluctuations, and the actual project implementation costs, obtained from project documents and a field material price survey. The results of the study indicate a 4.657% increase in costs, with the initial RAP of Rp933,208,020.60 increasing to Rp978,792,243.89, a difference of Rp45,584,223.29. Therefore, adaptive cost control, regular unit price updates, and sound risk management are required to minimize the impact of fluctuations in project implementation.

Keywords: RAP, Project Cost Realization, Fluctuation, Simple Linear Regression

1. PENDAHULUAN

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur serta pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Keberhasilan suatu proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh perencanaan yang matang, khususnya dalam aspek biaya. Perencanaan

biaya bertujuan untuk memperkirakan kebutuhan dana secara akurat agar pelaksanaan proyek dapat berjalan secara efektif, efisien, dan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Ervianto, 2005). Dalam praktiknya, terdapat dua dokumen utama yang digunakan dalam pengelolaan biaya proyek, yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP).

RAB merupakan dokumen yang disusun oleh pihak

perencana berdasarkan gambar kerja, spesifikasi teknis, serta volume pekerjaan, yang berfungsi sebagai dasar estimasi awal kebutuhan biaya proyek. Sementara itu, RAP disusun oleh kontraktor pelaksana dengan mempertimbangkan kondisi riil di lapangan, metode kerja, strategi pelaksanaan, serta harga aktual material dan upah tenaga kerja (Soeharto, 1995; Soepriyono, 2022). Meskipun keduanya memiliki tujuan yang sama, yaitu mengestimasi biaya proyek, perbedaan pendekatan dan asumsi yang digunakan sering kali menimbulkan selisih antara RAB dan RAP.

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, ketidaksesuaian antara perencanaan dan realisasi biaya merupakan hal yang umum terjadi. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kondisi tersebut adalah fluktuasi harga material konstruksi. Material seperti semen, pasir, kerikil, dan baja tulangan merupakan komponen biaya utama yang sangat sensitif terhadap perubahan harga. Fluktuasi harga material dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti inflasi, kondisi pasar, kebijakan ekonomi, serta gangguan distribusi logistik (Soeharto, 1997). Perubahan harga ini berdampak langsung terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung, maupun biaya overhead proyek, sehingga berpotensi menimbulkan deviasi antara anggaran yang direncanakan dengan biaya aktual pelaksanaan.

Pada proyek pembangunan SD N 3 Panjer di Kota Denpasar, fluktuasi harga material terjadi secara signifikan akibat kombinasi faktor ekonomi dan gangguan distribusi. Salah satu peristiwa yang memicu kondisi tersebut adalah terputusnya jalur logistik utama di wilayah Desa Bajra, Kecamatan Selemadeg, Kabupaten Tabanan pada Juli 2025, yang menyebabkan terhambatnya pasokan material dari wilayah Bali Barat (Dinas PUPR Provinsi Bali, 2025). Kondisi ini mengakibatkan peningkatan biaya transportasi serta keterlambatan pengiriman material ke lokasi proyek. Data menunjukkan bahwa pada periode tersebut terjadi kenaikan harga material, seperti semen sebesar 8,3%, besi beton 6,7%, dan pasir 5,9%, yang berdampak langsung terhadap peningkatan biaya proyek (BPS Provinsi Bali, 2025).

Kenaikan harga material tidak hanya memengaruhi biaya langsung, tetapi juga berdampak pada biaya tidak langsung dan overhead. Biaya operasional proyek seperti administrasi, logistik, dan utilitas turut mengalami peningkatan, sehingga memperbesar total pengeluaran proyek secara keseluruhan. Kondisi ini menyebabkan perbedaan yang cukup signifikan antara RAP yang telah direncanakan dengan biaya realisasi di lapangan. Deviasi tersebut menunjukkan pentingnya pengendalian biaya yang adaptif serta perlunya penyesuaian terhadap perubahan kondisi eksternal yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perbedaan antara RAB dan RAP maupun biaya realisasi sering kali terjadi akibat ketidakakuratan dalam memprediksi harga material dan kondisi lapangan. Selain itu, gangguan pada rantai pasok material juga dapat meningkatkan biaya proyek secara signifikan

(Sutrisno & Nugroho, 2022; Ismail et al., 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa RAP cenderung lebih efisien dibandingkan RAB karena mempertimbangkan kondisi aktual dan strategi pelaksanaan (Pitaloka et al., 2020; Setiana et al., 2021; Away et al., 2022; Nursetyo et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi rasio Rencana Anggaran Pelaksanaan terhadap biaya realisasi serta menganalisis pengaruh fluktuasi harga material pada proyek pembangunan SD N 3 Panjer di Kota Denpasar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan akurasi estimasi biaya, memperkuat sistem pengendalian anggaran, serta menjadi acuan bagi pelaksanaan proyek konstruksi di masa yang akan datang, khususnya dalam menghadapi ketidakpastian harga material dan gangguan distribusi

2. TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan proses sistematis yang mencakup perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, serta pengendalian sumber daya untuk mencapai tujuan proyek sesuai batasan biaya, waktu, dan mutu (Sutrisno, 2020; Turner, 2021). Dalam proyek konstruksi, penerapan manajemen proyek sangat krusial mengingat kompleksitas pekerjaan, keterlibatan multi-stakeholder, serta tingginya tingkat risiko teknis dan finansial. Konsep triple constraint menjadi dasar utama, di mana ketidakseimbangan pada salah satu aspek akan berdampak langsung pada aspek lainnya (Wijaya & Hartono, 2021).

Tujuan utama manajemen proyek meliputi penyelesaian pekerjaan tepat waktu, pengendalian biaya, pemenuhan mutu, pengelolaan risiko, serta optimalisasi sumber daya dan koordinasi antar pihak (Lestari, 2020). Ruang lingkup manajemen proyek mencakup manajemen lingkup, waktu, biaya, mutu, risiko, sumber daya manusia, pengadaan, komunikasi, serta keselamatan dan lingkungan (Siregar & Yuniarti, 2022; Hidayat & Pradipta, 2022; Munandar, 2024). Tahapan manajemen proyek terdiri dari inisiasi, perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan penutupan proyek yang saling terintegrasi dalam siklus proyek konstruksi (Kerzner, 2017; Meredith & Mantel, 2019). Penerapan manajemen proyek yang efektif terbukti mampu meningkatkan tingkat keberhasilan proyek serta meminimalkan risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya (Wijaya & Hartono, 2021).

Dalam konteks tersebut, anggaran merupakan instrumen utama yang berfungsi sebagai dasar perencanaan, pengendalian, dan evaluasi biaya proyek. Anggaran didefinisikan sebagai rencana terperinci yang memuat estimasi biaya, alokasi sumber daya, dan kebutuhan dana selama pelaksanaan proyek konstruksi (Soeharto, 2001; Siregar, 2018). Selain sebagai dokumen administratif, anggaran juga berperan sebagai

alat manajerial untuk memastikan efisiensi penggunaan biaya serta mencegah terjadinya penyimpangan dalam pelaksanaan proyek (Widiasanti, 2019; Hidayat, 2020). Fungsi anggaran dalam proyek konstruksi meliputi sebagai alat perencanaan, pengendalian biaya, evaluasi kinerja, pengambilan keputusan, dokumen kontraktual, pengawasan, serta pedoman pelaksanaan operasional proyek (Suharto, 2015; Prakoso, 2017; Firmansyah, 2020). Dengan fungsi tersebut, anggaran memungkinkan manajemen proyek untuk membandingkan antara biaya rencana dan realisasi sehingga deviasi dapat segera diidentifikasi dan dikendalikan.

Anggaran juga memiliki manfaat strategis dalam mendukung efisiensi penggunaan sumber daya, pengendalian arus kas, serta peningkatan kualitas pengambilan keputusan proyek (Gunawan, 2020; Santoso, 2020). Tujuan utama penyusunan anggaran adalah untuk memastikan penggunaan dana secara optimal, menyediakan acuan bagi seluruh pihak, serta menjadi dasar evaluasi kinerja proyek dan proses kontraktual (Putra, 2020; Wulandari, 2018).

Dalam praktiknya, terdapat beberapa jenis anggaran dalam proyek konstruksi, antara lain Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), anggaran operasional, anggaran material dan peralatan, anggaran kas (cash flow), anggaran kontinjensi, anggaran overhead, serta anggaran laporan akhir (Siregar, 2018; Wibowo, 2020). Setiap jenis anggaran memiliki fungsi spesifik dalam mendukung pengendalian biaya pada setiap tahapan proyek.

Komponen utama penyusunan anggaran meliputi biaya langsung, biaya tidak langsung, biaya overhead, serta biaya tak terduga (contingency), yang secara keseluruhan mencerminkan kebutuhan riil proyek konstruksi (Hardiyanto, 2017; Kusuma, 2019; Yulianto, 2020). Penyusunan anggaran yang komprehensif harus mempertimbangkan seluruh komponen tersebut agar estimasi biaya lebih akurat dan adaptif terhadap kondisi lapangan.

Selain itu, penyusunan anggaran harus mengacu pada prinsip-prinsip dasar, yaitu ketelitian, konsistensi, realistis, dan transparansi. Ketelitian menekankan penggunaan data aktual dan analisis teknis yang tepat (Setiawan, 2018), sedangkan konsistensi memastikan keseragaman metode dan asumsi dalam perhitungan biaya (Wibowo, 2020). Prinsip realistis mengharuskan anggaran mencerminkan kondisi pasar dan risiko proyek (Ardiansyah, 2019), serta transparansi menuntut kejelasan sumber data dan metode perhitungan agar dapat dipertanggungjawabkan (Ramadhani, 2021). Dengan demikian, manajemen proyek dan penyusunan anggaran merupakan dua aspek yang saling terintegrasi dalam menentukan keberhasilan proyek konstruksi. Anggaran yang disusun secara sistematis, akurat, dan transparan akan mendukung efektivitas pengendalian biaya serta meningkatkan kinerja proyek secara keseluruhan.

Rencana Anggaran Pelaksanaan

Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) merupakan dokumen perencanaan biaya internal yang disusun oleh kontraktor sebagai pedoman operasional dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Berbeda dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang disusun oleh perencana berdasarkan standar umum, RAP disusun lebih rinci dan realistis dengan mempertimbangkan kondisi aktual lapangan, metode kerja, serta strategi pengendalian biaya kontraktor (Erviyanto, 2005; Soeharto, 1995). RAP merupakan turunan dari RAB yang telah disesuaikan dengan produktivitas tenaga kerja, harga material aktual, penggunaan peralatan, serta faktor logistik dan risiko proyek (Kerzner, 2017). Secara teknis, RAP tidak hanya berfungsi sebagai dokumen estimasi biaya, tetapi juga sebagai instrumen manajemen proyek yang mencakup perencanaan metode kerja, kebutuhan sumber daya, strategi pengadaan, serta pengendalian pelaksanaan proyek secara menyeluruh. RAP umumnya memuat analisis harga satuan pelaksanaan (AHSP) berbasis kondisi lapangan, rencana pengadaan material (procurement plan), jadwal pelaksanaan (time schedule), metode kerja (method statement), serta perhitungan keuntungan kontraktor (Kerzner, 2017). Oleh karena itu, RAP berperan penting dalam mengendalikan deviasi antara biaya rencana dan biaya realisasi melalui monitoring berkala serta menjadi dasar dalam pengelolaan arus kas proyek (cash flow control) dan pengambilan keputusan terhadap perubahan pekerjaan (variation order).

Tujuan utama penyusunan RAP adalah untuk mengalokasikan biaya secara rinci sesuai strategi pelaksanaan, mengendalikan biaya proyek secara internal, menjamin kelancaran arus kas, serta mengoptimalkan keuntungan kontraktor (Mahendra & Surya, 2023; Ardana & Nurcahyo, 2024; Dewi & Laksana, 2024; Widodo & Yudhistira, 2023). Dengan adanya RAP, kontraktor dapat mengidentifikasi potensi pemborosan sejak dini serta melakukan tindakan korektif untuk menjaga efisiensi biaya selama pelaksanaan proyek.

Komponen utama RAP terdiri atas biaya material aktual, biaya tenaga kerja berdasarkan produktivitas lapangan, biaya peralatan (termasuk mobilisasi dan operasional), biaya subkontraktor, biaya operasional proyek, serta biaya risiko dan kontinjensi (Erviyanto, 2015; Kurniawan & Ramadhan, 2023). Selain itu, RAP juga mencakup aspek non-biaya seperti metode kerja, strategi logistik, dan perencanaan pengadaan material yang saling terintegrasi. Kesalahan dalam salah satu komponen dapat berdampak langsung terhadap peningkatan biaya atau cost overrun pada pelaksanaan proyek (Suparno & Wicaksono, 2019).

Penyusunan RAP dilakukan melalui beberapa tahapan utama, dimulai dari analisis dokumen kontrak dan gambar kerja untuk memastikan kesesuaian volume pekerjaan (Soepriyono, 2022), dilanjutkan dengan

survei lapangan guna mengidentifikasi kondisi aktual proyek serta potensi risiko (Santoso, 2017). Tahap berikutnya adalah penyusunan metode kerja (method statement) yang menjadi dasar dalam menentukan produktivitas tenaga kerja, kebutuhan alat, dan durasi pekerjaan (Purbadi, 2020). Selanjutnya dilakukan perhitungan produktivitas aktual sebagai dasar penyusunan analisis harga satuan pelaksanaan (AHSP) yang lebih realistis dibandingkan standar teoritis (Wibowo, 2018; Fitriani & Sukardi, 2021).

Tahapan berikutnya meliputi penyusunan rencana pengadaan material untuk menjamin ketersediaan dan efisiensi biaya (Suryani, 2020), serta penyusunan jadwal pelaksanaan dan kurva-S untuk mengendalikan progres dan arus kas proyek (Arifin, 2019). Seluruh komponen tersebut kemudian difinalisasi dalam dokumen RAP yang terintegrasi dan disahkan secara internal sebagai pedoman utama pelaksanaan proyek.

Biaya Riil Pelaksanaan

Biaya riil pelaksanaan proyek merupakan seluruh pengeluaran aktual yang terjadi selama proses konstruksi berlangsung hingga proyek selesai. Biaya ini mencerminkan kondisi nyata di lapangan dan menjadi indikator utama dalam mengevaluasi kinerja biaya proyek konstruksi (Husen, 2011). Dalam praktiknya, biaya riil sering kali berbeda dengan biaya yang telah direncanakan dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB) maupun

Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), akibat berbagai faktor seperti fluktuasi harga material, perubahan metode kerja, kondisi lapangan, serta produktivitas tenaga kerja (Soeharto, 1997). Data biaya riil diperoleh dari dokumen administrasi proyek, seperti laporan pembelian material, pembayaran tenaga kerja, penggunaan peralatan, serta biaya operasional proyek. Data tersebut digunakan sebagai dasar analisis untuk menilai efisiensi pelaksanaan serta mengidentifikasi deviasi antara biaya rencana dan biaya aktual (Husen, 2011). Analisis biaya riil sangat penting dalam manajemen proyek karena dapat memberikan informasi terkait kinerja biaya, mendeteksi pemborosan, serta menjadi dasar evaluasi untuk peningkatan perencanaan pada proyek selanjutnya.

Secara umum, komponen biaya riil pelaksanaan proyek terdiri atas empat bagian utama, yaitu biaya material, biaya tenaga kerja, biaya peralatan, dan biaya tidak langsung (Ervianto, 2005). Biaya material merupakan komponen terbesar yang mencakup pengadaan bahan konstruksi seperti semen, pasir, dan baja. Biaya tenaga kerja meliputi upah seluruh pekerja yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. Biaya peralatan mencakup biaya sewa, operasional, bahan bakar, dan pemeliharaan alat konstruksi. Sementara itu, biaya tidak langsung meliputi biaya administrasi, pengawasan, mobilisasi, serta biaya operasional lainnya yang mendukung kegiatan proyek.

Biaya riil pelaksanaan proyek dipengaruhi oleh

berbagai faktor yang dapat menyebabkan terjadinya deviasi terhadap anggaran awal. Faktor utama meliputi fluktuasi harga material, perubahan kondisi lapangan, perubahan metode pelaksanaan, perbedaan produktivitas tenaga kerja, serta keterlambatan waktu pelaksanaan proyek (Soeharto, 1997). Faktor-faktor tersebut dapat meningkatkan biaya proyek secara signifikan apabila tidak dikelola dengan baik.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif dan evaluatif. Pendekatan komparatif digunakan untuk membandingkan antara Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) dan biaya riil pelaksanaan proyek, guna mengetahui besarnya selisih serta tingkat deviasi biaya. Sementara itu, pendekatan evaluatif digunakan untuk menganalisis sejauh mana fluktuasi harga material mempengaruhi perubahan biaya proyek. Lokasi penelitian berada pada proyek Pembangunan Gedung Lt. III (15 RKB, Tangga) SD Negeri 3 Panjer, Kota Denpasar, yang dipilih berdasarkan ketersediaan data RAP, RAB, dan biaya riil yang lengkap serta relevan dengan tujuan penelitian. Data penelitian terdiri dari: Data primer, diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak kontraktor, meliputi harga material, upah tenaga kerja, harga satuan alat, dan produktivitas kerja. Data sekunder, meliputi dokumen RAB, RAP, analisa harga satuan pekerjaan (AHSP), time schedule, gambar rencana, serta literatur pendukung.

Populasi penelitian mencakup seluruh data pembiayaan proyek, termasuk RAB, RAP, harga material, serta biaya riil pelaksanaan. Teknik sampling menggunakan purposive sampling, dengan fokus pada item pekerjaan yang memiliki bobot biaya besar dan terdampak fluktuasi, seperti pekerjaan struktur (beton, besi, semen) dan arsitektur (keramik, cat, pasir).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan untuk memastikan kesesuaian antara teori dan kondisi aktual proyek.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan bantuan:

Microsoft Excel, untuk pengolahan data perbandingan rencana anggaran pelaksanaan dan biaya riil pelaksanaan untuk analisis statistik

Tahapan analisis meliputi: analisis komparatif

- Perhitungan RAP Setelah Fluktuasi
- Analisis Fluktuasi Harga Material
- Analisis Selisih Biaya (Cost Variance)
- Analisis Rasio Biaya

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survey dapat diketahui bahwa seluruh material mengalami kenaikan harga dari harga awal menuju harga saat fluktuasi. Persentase kenaikan yang terjadi bervariasi pada masing-masing jenis

material, dengan rentang kenaikan antara 5% hingga 15%. Material dengan kenaikan tertinggi sebesar 15% terjadi pada beberapa item, yaitu gypsum board (120x240 cm), pasir beton, serta genteng kodok karang pilang. Selain itu, kenaikan yang cukup signifikan juga terjadi pada batako buntu sebesar 14% dan semen portland sebesar 12%. Hal ini menunjukkan bahwa material utama konstruksi cenderung mengalami fluktuasi harga yang lebih tinggi dibandingkan material pendukung lainnya. Sementara itu, beberapa material mengalami kenaikan dalam kategori sedang, yaitu berkisar antara 9% hingga 11%, seperti list plafon gypsum, rangka hollow, semen warna, minyak cat, plamir kayu, serta cat kayu. Di sisi lain, kenaikan terendah terjadi pada bubungan karang pilang dengan persentase sebesar 5%, diikuti oleh dempul kayu sebesar 7%. Secara keseluruhan, rata-rata fluktuasi harga material yang diperoleh adalah sebesar 10,44%. Nilai ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan harga material yang cukup signifikan dan dapat mempengaruhi biaya pelaksanaan proyek

Perhitungan Rencana Anggaran Pelaksanaan Pada Setiap Item Pekerjaan Fluktuasi

Berdasarkan hasil analisis terhadap Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), diperoleh beberapa item pekerjaan yang mengalami kenaikan biaya akibat pengaruh Fluktuasi selama pelaksanaan proyek. Item pekerjaan yang terdampak Fluktuasi tersebut telah diidentifikasi melalui proses analisis dan perhitungan pada setiap komponen biaya yang digunakan dalam pekerjaan. Dari tabel hasil analisis yang telah disusun, dapat diketahui bahwa terdapat sejumlah pekerjaan yang mengalami peningkatan biaya akibat adanya penyesuaian harga material, upah tenaga kerja, maupun komponen biaya lainnya yang dipengaruhi oleh Fluktuasi. Berdasarkan hasil perhitungan keseluruhan item pekerjaan yang terdampak tersebut, diperoleh total nilai RAP yang mengalami pengaruh fluktuasi sebesar Rp978.792.243,89. Nilai tersebut menunjukkan besarnya biaya pekerjaan dalam RAP yang mengalami kenaikan akibat Fluktuasi selama proses pelaksanaan proyek berlangsung.

Analisis Komparatif Antara RAP Awal dengan RAP Fluktuasi

Berdasarkan hasil pengolahan data pada tabel tersebut, diperoleh nilai Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) awal sebesar Rp933.208.020,60. Setelah dilakukan penyesuaian harga dengan mempertimbangkan faktor Fluktuasi, nilai RAP Fluktuasi meningkat menjadi Rp978.792.243,89. Dengan demikian, terdapat selisih fluktuasi biaya sebesar Rp45.584.223,29. Jika dilihat dari besaran persentasenya, selisih tersebut menunjukkan tingkat fluktuasi sebesar 4,657% terhadap total RAP awal. Nilai ini mengindikasikan bahwa pengaruh Fluktuasi terhadap keseluruhan biaya

pelaksanaan pekerjaan dalam analisis ini relatif kecil, namun tetap memberikan peningkatan pada total anggaran pelaksanaan proyek.

Tabel 1. Tabel Rekapitulasi Perbandingan RAP Fluktuasi dan Biaya Realisasi Pelaksanaan

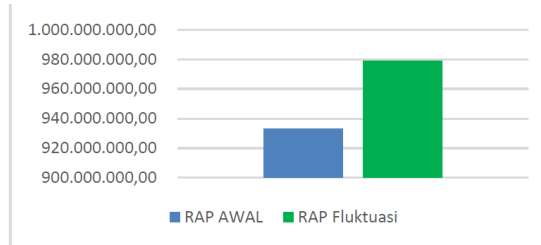
No	Jenis Pekerjaan	Total Harga		Selisih Fluktuasi	Persentase Fluktuasi
		Rap Awal (Rp)	Rap Inflasi (Rp)		
B	Pekerjaan Lantai 1				
B.V	Pekerjaan Pasangan Dan Plesteran	86.193.570,86	89.569.621,72	3.376.050,85	3,8%
B.VI	Pasangan Lantai Dan Dinding Keramik	116.839.618,41	122.102.288,26	5.262.669,85	4,3%
B.VII I	Pekerjaan Plafond	87.823.449,14	94.710.687,78	6.887.238,64	7,3%
B.XI	Pekerjaan Style Bali	88.006.880,10	91.789.200,03	3.782.319,92	4,1%
B.XII	Pekerjaan Pengecatan	18.597.322,50	20.250.917,16	1.653.594,66	8,2%
C	Pekerjaan Lantai 2				
C.II	Pekerjaan Pasangan Dan Plesteran	84.427.502,30	87.730.691,58	3.303.189,28	3,8%
C.VII I	Pekerjaan Style Bali	88.006.880,10	91.399.360,58	3.392.480,47	3,7%
D.II	Pekerjaan Pasangan Dan Plesteran	203.927.164,58	210.366.303,89	6.439.139,32	3,1%
E.II	Pekerjaan Kuda-Kuda, Listplank Kayu Dan Genteng	146.946.872,70	157.467.500,02	10.520.627,32	6,7%
E.IV	Pekerjaan Pengecatan Dan Waterproofing	12.438.759,91	13.405.672,88	966.912,97	7,2%
TOTAL		933.208.020,60	978.792.243,89	45.584.223,29	4,657%

(Sumber: Analisis Data, 2026)

$$\text{Selisih} = \text{Rp } 978.792.243,89 - \text{Rp } 933.208.020,60 = \text{Rp } 45.584.223,29$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan} &= \frac{\text{Rp } 978.792.243,89 - \text{Rp } 933.208.020,60}{\text{Rp } 978.792.243,89} \\ &\times 100\% = 4,657\% \end{aligned}$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa Fluktuasi tetap memberikan dampak terhadap perubahan nilai RAP, yang tercermin dari adanya kenaikan pada total biaya setelah dilakukan penyesuaian harga. Oleh karena itu, faktor Fluktuasi perlu dipertimbangkan dalam proses analisis biaya proyek agar perhitungan anggaran pelaksanaan dapat menggambarkan kondisi harga yang lebih mendekati keadaan aktual di lapangan. Berdasarkan grafik perbandingan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) setelah memperhitungkan Fluktuasi (RAP fluktuasi). Nilai RAP awal yang merupakan anggaran yang direncanakan pelaksanaan berdasarkan kondisi riil di lapangan tercatat sebesar Rp933.208.020,60, nilai RAP fluktuasi mengalami peningkatan menjadi Rp978.792.243,89.



Gambar 1. Perbandingan RAP Awal dan RAP Fluktuasi

(Sumber : Analisis Data, 2026)

Kenaikan ini menunjukkan adanya pengaruh perubahan harga material maupun komponen pekerjaan selama periode pelaksanaan proyek. Namun demikian, Secara keseluruhan, grafik tersebut menunjukkan bahwa meskipun terjadi kenaikan biaya akibat pengaruh

PEMBAHASAN

Material yang Mengalami Fluktuasi

Berdasarkan hasil survei harga material konstruksi yang dilakukan pada periode perencanaan dan pelaksanaan proyek, diperoleh bahwa seluruh material mengalami kenaikan harga. Besarnya kenaikan harga material bervariasi antar jenis material dengan rentang fluktuasi antara 5% hingga 15%.

Material dengan tingkat kenaikan tertinggi mencapai 15%, yang terjadi pada beberapa item, yaitu gypsum board (120×240 cm), pasir beton, dan genteng kodok Karang Pilang. Selain itu, kenaikan yang relatif tinggi juga teridentifikasi pada material utama konstruksi seperti batako buntu sebesar 14% dan semen Portland sebesar 12%. Kondisi ini menunjukkan bahwa material yang memiliki peran struktural dan volume penggunaan besar cenderung lebih sensitif terhadap fluktuasi harga. Pada kategori kenaikan sedang, terdapat beberapa material dengan persentase fluktuasi berkisar antara 9% hingga 11%, antara lain list plafon gypsum, rangka hollow, semen warna, minyak cat, plamir kayu, serta cat kayu. Sementara itu, material dengan tingkat kenaikan terendah tercatat pada bubungan Karang Pilang sebesar 5%, serta dempul kayu sebesar 7%. Secara agregat, diperoleh nilai rata-rata fluktuasi harga material sebesar 10,44%. Nilai ini mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan harga material yang cukup signifikan selama periode pelaksanaan proyek. Dengan demikian, fluktuasi harga material berpotensi memberikan dampak langsung terhadap peningkatan biaya pelaksanaan proyek, khususnya pada komponen pekerjaan yang didominasi oleh penggunaan material utama.

Perhitungan Rencana Anggaran Pelaksanaan Pada Setiap Item Pekerjaan Fluktuasi

Hasil analisis menunjukkan bahwa penyesuaian harga material akibat fluktuasi menyebabkan peningkatan nilai Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) sebesar Rp45.584.223,29 atau setara dengan 4,657% terhadap RAP awal. Meskipun secara persentase tergolong relatif kecil (<5%), kenaikan ini tetap mencerminkan adanya pengaruh nyata fluktuasi terhadap struktur biaya proyek.

Secara teknis, besarnya pengaruh fluktuasi yang berada pada kategori rendah ini mengindikasikan bahwa kondisi pasar material selama periode penelitian masih berada dalam batas stabil, sehingga tidak menyebabkan lonjakan biaya yang signifikan. Namun demikian, karena komponen material memiliki proporsi dominan dalam biaya konstruksi, maka perubahan harga sekecil apapun tetap akan terakumulasi dan berdampak pada total anggaran proyek.

Kenaikan RAP akibat fluktuasi ini juga menunjukkan bahwa estimasi biaya awal (RAP) belum sepenuhnya mampu mengakomodasi dinamika harga pasar yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Hal ini sejalan dengan konsep manajemen biaya konstruksi, dimana estimasi awal bersifat statis, sedangkan kondisi aktual di lapangan bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti inflasi, distribusi material, serta perubahan permintaan pasar.

Dari sisi pengendalian biaya, nilai fluktuasi sebesar 4,657% masih dapat dikategorikan dalam batas toleransi proyek konstruksi, yang umumnya berada pada kisaran 5–10%. Kondisi ini menunjukkan bahwa perencanaan biaya yang disusun masih cukup realistis dan mampu mengantisipasi sebagian perubahan harga material. Namun demikian, tanpa adanya penyesuaian (updating) terhadap harga satuan, terdapat potensi terjadinya deviasi yang lebih besar pada tahap pelaksanaan.

Selain itu, hasil ini menegaskan pentingnya penerapan strategi manajemen risiko biaya, khususnya dalam mengantisipasi fluktuasi harga material. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan antara lain penggunaan faktor kontinjensi dalam RAP, pembaruan data harga secara berkala, serta penerapan sistem eskalasi harga dalam kontrak. Dengan demikian, perencanaan biaya tidak hanya bersifat estimatif, tetapi juga adaptif terhadap perubahan kondisi pasar.

Secara keseluruhan, fluktuasi harga material terbukti memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai RAP, meskipun dalam skala yang relatif kecil. Oleh karena itu, dalam analisis biaya proyek konstruksi, faktor fluktuasi tetap perlu diperhitungkan agar hasil estimasi lebih representatif terhadap kondisi aktual dan dapat mendukung pengendalian biaya yang lebih akurat selama pelaksanaan proyek.

Analisis Komparatif Antara RAP Awal Dengan RAP Fluktuasi

Hasil analisis menunjukkan bahwa penyesuaian harga material akibat fluktuasi menyebabkan peningkatan nilai Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) dari Rp933.208.020,60 menjadi Rp978.792.243,89, dengan selisih sebesar Rp45.584.223,29 atau setara dengan 4,657% terhadap RAP awal. Nilai persentase ini mengindikasikan bahwa pengaruh fluktuasi terhadap total biaya proyek berada pada kategori relatif rendah. Secara teknis, besaran fluktuasi yang kurang dari 5% menunjukkan bahwa kondisi perubahan harga material selama periode pelaksanaan proyek masih dalam batas stabil dan belum menyebabkan tekanan biaya yang signifikan. Namun demikian, karena komponen material merupakan bagian dominan dalam struktur biaya konstruksi, maka kenaikan harga meskipun kecil tetap memberikan dampak kumulatif terhadap total anggaran proyek.

Peningkatan nilai RAP setelah penyesuaian juga menunjukkan bahwa estimasi biaya awal belum sepenuhnya mampu mengakomodasi dinamika harga pasar. Hal ini mengindikasikan adanya gap antara kondisi perencanaan dan kondisi aktual di lapangan, yang secara umum dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti fluktuasi harga material, biaya distribusi, serta perubahan kondisi ekonomi.

Dari perspektif manajemen proyek, nilai fluktuasi sebesar 4,657% masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima dalam pengendalian biaya konstruksi. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan RAP yang disusun relatif realistis, meskipun tetap memerlukan penyesuaian agar lebih adaptif terhadap perubahan harga. Tanpa adanya proses updating terhadap harga satuan, potensi deviasi biaya pada tahap pelaksanaan dapat menjadi lebih besar.

Selain itu, hasil ini menegaskan pentingnya integrasi faktor fluktuasi dalam proses penyusunan anggaran proyek. Penggunaan data harga aktual, penambahan faktor kontinjensi, serta penerapan mekanisme penyesuaian harga (price adjustment) menjadi langkah yang diperlukan untuk meningkatkan akurasi RAP. Dengan demikian, anggaran yang disusun tidak hanya bersifat estimatif, tetapi juga representatif terhadap kondisi pasar yang dinamis.

Secara keseluruhan, fluktuasi harga material terbukti memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai RAP, meskipun dalam skala yang relatif kecil. Oleh karena itu, dalam analisis biaya proyek konstruksi, faktor fluktuasi tetap harus dipertimbangkan agar perencanaan biaya lebih akurat dan mampu mendukung pengendalian biaya secara efektif selama pelaksanaan proyek.

Pelaksanaan dengan Biaya Riil Pelaksanaan terhadap Pengaruh Fluktuasi Harga Material (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Lantai III (15 RKB dan Tangga) SD Negeri 3 Panjer, Kota Denpasar), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: persentase perbandingan RAP dan biaya riil pelaksanaan menunjukkan peningkatan sebesar 4,657%, dengan nilai RAP awal sebesar Rp933.208.020,60 meningkat menjadi Rp978.792.243,89, sehingga terjadi selisih sebesar Rp45.584.223,29. Hal ini menunjukkan bahwa biaya riil pelaksanaan lebih besar dari RAP (cost overrun) akibat fluktuasi harga material.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. (2019). *Manajemen Proyek Konstruksi: Perencanaan dan Pengendalian Waktu*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Gunawan, A. (2020). *Analisis perbandingan RAB dan RAP pada proyek konstruksi gedung*. Surabaya: Graha Teknik.
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.
- Lestari, N. (2020). *Manajemen Keuangan Proyek Konstruksi*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Santoso, B. (2020). *Manajemen anggaran proyek konstruksi: konsep dan implementasi lapangan*. Jakarta: Citra Teknik Indonesia.
- Soeharto, I. (2001). *Manajemen Proyek Industri*. Jakarta: Erlangga.
- Soepriyono. (2022). Cost Estimation Planning Model for Implementation of Irrigation Network Improvement Projects in East Java Province, Indonesia. *Journal of Infrastructure Management*, 4(2), 45-56.
- Sutrisno, E. (2020). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Wibowo, A. (2018). *Manajemen Konstruksi: Strategi Pengendalian Biaya dan Waktu*. Bandung: Penerbit Informatika.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian Evaluasi Rasio Rencana Anggaran

ANALISIS SISTEM DRAINASE PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI TUKAD MATI, KABUPATEN BADUNG – BALI

AAA Made Cahaya Wardani¹, Cokorda Putra², Luh Azhanova³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar, Bali
E-mail: ¹agungcahaya@unhi.ac.id

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Mati merupakan salah satu sistem hidrologi penting di kawasan perkotaan Bali, khususnya wilayah Kuta dan sekitarnya. Sungai ini berfungsi sebagai saluran utama drainase perkotaan sekaligus pengendali limpasan air hujan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, kawasan ini sering mengalami genangan dan banjir akibat berbagai faktor seperti sedimentasi, perubahan tata guna lahan, dan keterbatasan kapasitas sistem drainase. Penelitian membahas karakteristik DAS Tukad Mati, permasalahan sistem drainase, serta alternatif solusi berbasis pendekatan teknik sipil dan hidrologi.

Kata Kunci : Drainase perkotaan, DAS Tukad Mati, Banjir Kuta, Hidrologi, Pengendalian Banjir

ABSTRACT

The Tukad Mati River Basin (DAS) is a crucial hydrological system in urban Bali, particularly in the Kuta area and its surroundings. This river serves as the main urban drainage channel and controls rainwater runoff. However, in recent years, this area has frequently experienced inundation and flooding due to various factors such as sedimentation, land use changes, and limited drainage system capacity. This research examines the characteristics of the Tukad Mati watershed, drainage system issues, and alternative solutions based on civil engineering and hydrological approaches.

Keywords: Urban drainage, Tukad Mati watershed, Kuta flooding, hydrology, flood control

1. PENDAHULUAN

Saluran drainase merupakan bangunan yang berfungsi sebagai sistem untuk mengalirkan, meresapkan dan membuang atau mengalirkan air hujan, limbah, atau air permukaan ke tempat pembuangan yang telah ditentukan baik dengan cara gravitasi atau menggunakan sistem pemompaan, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah dan usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas (Suripin, 2004). Perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga ruas jalan tetap kering walaupun terjadi kelebihan air (M Ghazali, 2018).

Perkembangan pesat kawasan pariwisata di Kabupaten Badung, khususnya Kuta dan Legian, berdampak signifikan terhadap sistem drainase alami. Tukad Mati merupakan tulang punggung sistem pembuangan air permukaan yang mengalir dari wilayah hulu menuju muara di kawasan pesisir. DAS Tukad Mati memiliki luas sekitar 39,43 km² dengan panjang sungai utama ±22,49 km, melintasi wilayah Kabupaten Badung dan sebagian Kota Denpasar. Fungsi utamanya meliputi:

sebagai drainase perkotaan, sumber air irigasi dan sistem pengendali banjir (Mustika, 2025)

Namun, perkembangan urbanisasi dan perubahan alih fungsi lahan serta meningkatnya intensitas hujan menyebabkan tekanan besar terhadap sistem drainage ini. Meski jalan telah ditinggikan oleh pemerintah daerah, air tetap merendam pertokoan dan restoran. Pompa air di sejumlah titik dihidupkan untuk mempercepat aliran genangan ke sungai. Usaha yang dilakukan oleh pihak terkait untuk mencegah banjir hingga perlu memperhatikan gejala-gejala yang muncul dan mencari akar atau inti masalah yang sebenarnya. Sehingga solusi-solusi yang dikembangkan belum menyelesaikan masalah utamanya. Pendekatan serta usaha yang tidak terpadu mengakibatkan pengembangan solusi-solusi yang kurang efektif dan kurang efisien dalam menghadapi kejadian banjir serta musibahnya (Wardaningrum, A. S., Sudinda, T., 2022). Penyelesaian masalah genangan atau banjir yang tidak dilakukan secara terintegrasi akan menimbulkan masalah genangan atau banjir yang semakin buruk di tempat lain. Integrasi tersebut dapat berupa penyelesaian masalah, pengembangan maupun pengelolaannya, yang akan berpengaruh pada kepentingan lainnya (Suhardjono, 201). Genangan dan banjir saat musim penghujan akan menyebabkan rusaknya jalan, terganggunya lalu lintas dan aktivitas

ekonomi yang menyebabkan kerugian ekonomi bagi masyarakat di daerah setempat (Pradana, et al., 2022) Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, penentuan skala prioritas genangan banjir didasarkan pada enam parameter berdasarkan pada kerugian yang ditimbulkan. Parameter tersebut yaitu parameter genangan/banjir, kerugian ekonomi, gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, kerugian dan gangguan transportasi, kerugian pada daerah perumahan, dan kerugian hak milik pribadi (Wisata, et al., 2019)

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas pada permukaan dan didalam tanah (Subarkah, 1990). Faktor sangat berpengaruh dalam debit banjir adalah curah hujan (presipitasi) pada suatu daerah. Hidrologi mempelajari pergerakan, distribusi, dan siklus air, sementara drainase adalah rekayasa untuk mengatur, menampung, dan membuang kelebihan air (limpasan) untuk mencegah banjir dan genangan. Analisis hidrologi (curah hujan/debit) digunakan untuk merencanakan kapasitas saluran (Triatmojo, 2008).

2.2 Drainage Berkelanjutan

Sistem drainase berkelanjutan (Sustainable Drainage Systems/uDS) adalah pendekatan pengelolaan air hujan yang mengikuti proses yang ada di alam. Drainase ini berguna untuk memperlambat, menyimpan, dan meresapkan air pada sumbernya (Wardani, 2025). Drainage ini dapat mengurangi risiko banjir, meningkatkan kualitas air, dan menambah nilai estetika kota dengan mengurangi ketergantungan pada jaringan pipa konvensional dan untuk penghijauan kota. Tujuannya adalah untuk meniru siklus hidrologi alami yang terjadi sebelum kawasan tersebut terbangun. Prinsip utama sistem drainase berkelanjutan adalah (Zulkarnain, 2025)S:

- Mengurangi volume limpasan air hujan
- Menurunkan risiko banjir lokal
- Meningkatkan kualitas air yang dibuang
- Mendukung infiltrasi air ke tanah
- Menambah nilai estetika dan ekologi kawasan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metoda kualitatif yaitu pendekatan ilmiah untuk memahami fenomena sosial dari sudut pandang partisipan dalam konteks alami. Metode ini menggunakan data deskriptif (kata-kata/gambar) dan berfokus pada kedalaman makna, bukan generalisasi statistik, di mana peneliti berperan sebagai instrumen utama. **Teknik Analisis Data:**

Analisis data bersifat induktif (dari lapangan), mencakup reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

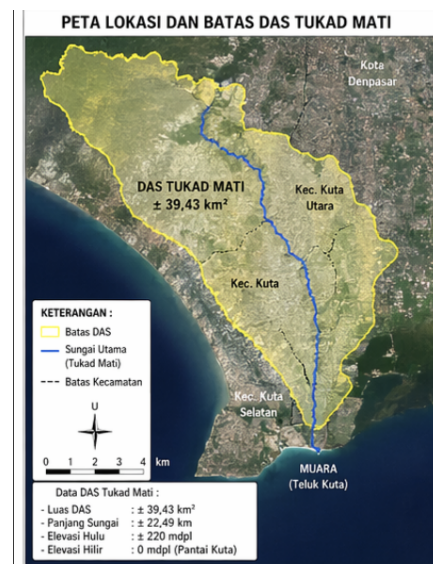
Karakteristik Utama: alami dimana penelitian dilakukan pada kondisi objek apa adanya., deskriptif: Data berupa deskripsi mendalam, bukan angka. Dan Induktif: Analisis berangkat dari temuan lapangan menuju teori (grounded theory), bukan menguji hipotesis. Fleksibel: Desain dan fokus penelitian dapat berubah sesuai dinamika lapangan

4. PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Fisik DAS

Tukad Mati merupakan salah satu sungai yang mengalami sering banjir pada curah hujan yang tinggi, seperti Jalan Dewi Sri yang mengalami genangan karena kapasitas sungai eksisting yang tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi. Karakteristik Daerah Aliran Sungai Tukad Mati memiliki Luas DAS: $\pm 39,43 \text{ km}^2$, panjang sungai: $\pm 22,49 \text{ km}$ (Primantari, 2015)

Tipe aliran drainage adalah sistem drainage: Perkotaan (urban drainage system) dengan kawasan Hilir adalah Kawasan Kuta (daerah dataran rendah pesisir).



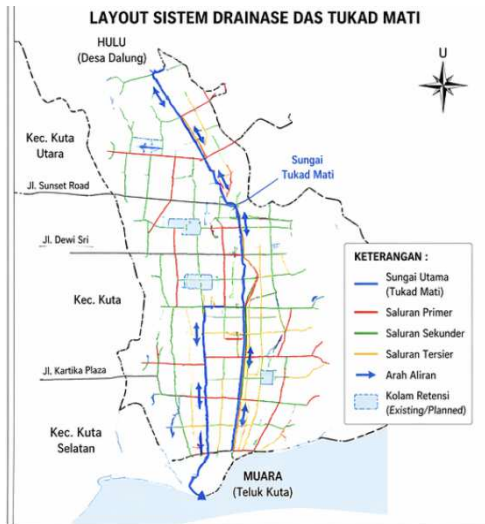
Gambar 1 Peta Lokasi DAS Tukad Mati

4.2 Sistem Drainase Terintegrasi

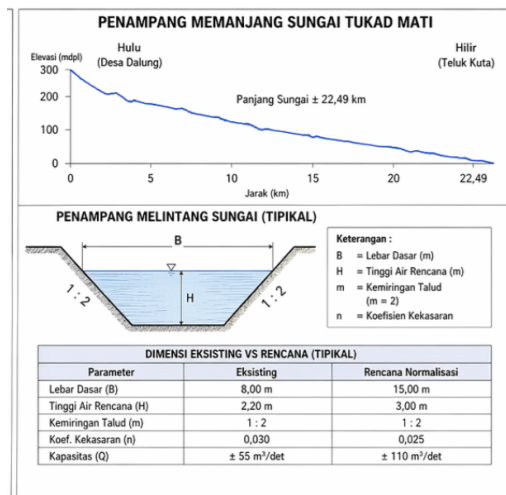
Sistem drainase di Tukad Mati terdiri dari:

- Saluran primer: Sungai utama Tukad Mati
- Saluran sekunder: Drainase jalan (misalnya kawasan Sunset Road, Dewi Sri)
- Saluran tersier: Drainase lingkungan permukiman

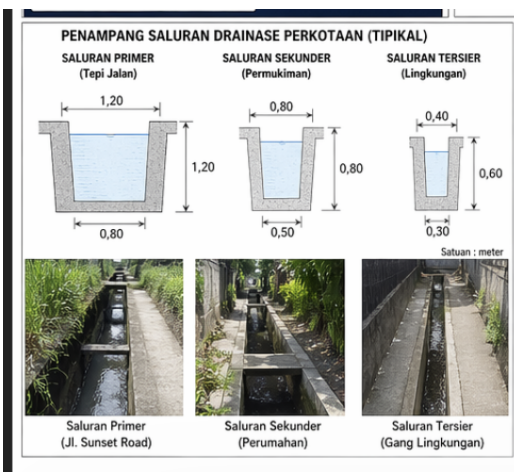
Air hujan dari kawasan perkotaan dialirkan ke sungai melalui jaringan ini sebelum akhirnya menuju laut.



Gambar 2. Layout Sistem Drainase DAS Tukad Mati
Sumber : (Arsana, 2019)



Gambar 3 Potongan Memanjang Sungai Tukad Mati



Gambar 4 Sistem Drainase di DAS Tukad Mati

4.3 Identifikasi Permasalahan Sistem Drainase

Dari berbagai sumber lapangan dan kajian pustaka diperoleh identifikasi permasalahan pada sistem drainase di Daerah Aliran Sungai Tukad Mati adalah

1. Sedimentasi Tinggi

Laju sedimentasi mencapai sekitar 3,5 juta m³ per tahun, menyebabkan penurunan kapasitas tampung sungai. Hal ini mempercepat terjadinya limpasan saat hujan intensitas tinggi. Lembah sungai tukad mati memiliki penampang yang cukup lebar di hulu dan mengecil di bagian hilir sehingga kapasitas berkurang di bagian hilir disamping adanya genangan.

2. Urbanisasi dan Alih Fungsi Lahan

Seiring dengan pertumbuhan penduduk menyebabkan kebutuhan lahan untuk pemukiman semakin meningkat, sehingga terjadi perubahan lahan. Perubahan lahan resapan menjadi kawasan terbangun mengurangi infiltrasi dan meningkatkan runoff. Peningkatan ini menyebabkan meningkatnya koefisien limpasan dan menyempitnya daerah resapan. Keadaan koefisien peresapan yang baik namun semakin ke hilir di wilayah Gatot Subroto, Kerobokan dan wilayah Legian dan Kuta koefisien meningkat akibat perubahan tata guna lahan.

3. Ketidakseimbangan Elevasi

Pada beberapa kawasan permukiman berada lebih rendah dari elevasi tanggul sungai, sehingga rentan terhadap genangan.

4. Kinerja Drainase Perkotaan

Banjir di kawasan seperti Jalan Dewi Sri tidak hanya disebabkan oleh sungai, tetapi juga sistem drainase lokal yang tidak optimal dan efektif.

5. Pengaruh Pasang Surut Laut

Air laut pasang dapat menghambat aliran ke muara sehingga menyebabkan backwater effect dan banjir di hulu.

6. Pengaruh kurangnya bangunan Pengendali Banjir

baik di hulu dan hilir. Kurangnya bangunan pengelak banjir pada bangunan bagi irigasi di daerah Kerobokan.

4.4 Studi Kasus Banjir Tukad Mati

Banjir rutin terjadi di kawasan Legian, Kuta, dan Seminyak terutama saat musim hujan. Genangan dapat mencapai tinggi signifikan dan berlangsung beberapa jam akibat kombinasi:

- Curah hujan tinggi
- Sedimentasi sungai
- Sistem drainase yang tidak terintegrasi

- Peresapan yang berkurang akibat dampak urbanisasi yang mengakibatkan ketidakseimbangan peresapan dan curah hujan yang menjadi limpasan permukaan.

Pemerintah daerah secara rutin melakukan normalisasi sungai untuk mengurangi risiko ini. Dilihat dari area tutupan lahan sebagian besar tutupan lahan berupa area terbangun. Di mana 86 persen dari DAS Mati adalah permukiman. Saluran drainase juga kurang optimal dalam mengakomodasi besarnya limpasan air ketika tidak terpelihara dengan baik, seperti tersumbat sampah (Mustika, 2025).

4.5 Upaya Penanganan Drainase

Upaya penanganan dapat dilakukan dengan pengendalian rencana tata ruang, penerapan sipil teknis, pemulihan dan penataan ekosistem sempadan sungai, penanggulangan sampah, peningkatan kapasitas tampung, dan perbaikan saluran drainase.

1. Normalisasi Sungai
Meliputi pengerukan sedimentasi dan pelebaran penampang sungai untuk meningkatkan kapasitas aliran
2. Peningkatan Sistem Drainase Perkotaan
Perbaikan saluran drainase dari kawasan Basangkasa hingga Sunset Road dilakukan untuk mengoptimalkan aliran air hujan.

Infrastruktur Pengendali Banjir

- Trash rack untuk menahan sampah
- Pompa air di muara (meskipun efektivitasnya terbatas)
- Kolam retensi dan saluran diversifikasi

3. Pendekatan Hidrolika (Studi Ilmiah)

Hasil penelitian menunjukkan:

- Normalisasi menurunkan muka air, tetapi berpotensi meningkatkan debit di hilir
- Kolam retensi efektif menahan limpasan
- Kombinasi normalisasi dan saluran diversifikasi dapat menurunkan muka air hingga $\pm 28,7\%$

4. Konsep Drainase Berkelanjutan (SUDS)

Pendekatan modern yang dapat diterapkan:

- Rainwater harvesting
- Infiltration trench
- Green infrastructure
- Kolam retensi berbasis ekologi

4.6 Rekomendasi Strategis

1 Jangka Pendek

- Perlunya ada peraturan yang mengatur pemanfaatan dan perlindungan lahan sempadan sungai
- Normalisasi rutin sungai
- Pembersihan sampah dan sedimentasi
- Perbaikan drainase lokal

2 Jangka Menengah

- Pembangunan kolam retensi
- Sistem pompa terintegrasi dengan kontrol pasang surut
- Penataan kawasan bantaran sungai
- Pengembangan dan pemanfaatan sumber daya air sebagai bahan sumber air baku sehingga air di hilir tidak terbuang percuma ke laut.

3 Jangka Panjang

- Pengendalian tata guna lahan DAS
- Pengendalian perkembangan perkotaan di wilayah hulu
- Pengembangan sistem drainase kota terpadu (integrated urban drainage system)
- Implementasi smart drainage system berbasis sensor

5. KESIMPULAN

Sistem drainase di DAS Tukad Mati merupakan sistem kompleks yang dipengaruhi oleh faktor hidrologi, urbanisasi, dan kondisi pesisir. Permasalahan utama meliputi sedimentasi, keterbatasan kapasitas drainase, dan pengaruh pasang laut. Solusi efektif harus dilakukan secara terpadu melalui kombinasi pendekatan struktural (normalisasi, kolam retensi) dan non-struktural (pengendalian tata guna lahan).

DAFTAR PUSTAKA

- Arsana, K. I., 2019. *Pengendalian Banjir pada Sistem Drainase Tukad Mati*, Denpasar: Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- M Ghazali, A., 2018. Perencanaan Sistem Drainase (Studi Kasus Jalan Sungai Beringin). *Jurnal Selaendang Mayang*.
- Mustika, P. P., 2025. *Area Terbangun di DAS Badung dan Mati Memperparah Banjir di Kota Denpasar*. [Online].
- Pradana, W. D., Prandono, T. & Primantari, L., 2022. EVALUASI SISTEM DRAINASE DI DAERAH ALIRAN SUNGAI. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Primantari, S. Y. R., 2015. *Banjir di Jalan Dewi Sri Kuta Bali, Akses Jalan Tertutup*. [Online] Available at: <https://news.detik.com/berita/d-8370248/banjir-dewi-sri-kuta-bali-akses-jalan-tertutup>
- Subarkah, 1990. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Sir*. Bandung: Idea Darma.
- Triatmojo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wardani, C. A. M., 2025. Sejarah Drainage. Dalam: *DHidrologi Drainage*. Padang: Luminary Press.
- Wisata, H. W., Eka, W. & Sulistyowati, A., 2019. Evaluasi Sistem Drainase Di Daerah Aliran Sungai Purwokerto, Kabupaten Banyumas.
- Zulkarnain, K. V., 2025. *Sistem Drainase Berkelanjutan untuk Kawasan Perkotaan: Solusi Mitigasi Banjir dan Pelestarian Lingkungan*, JakartaBali: s.n.

KAJIAN IMPLIKASI STRUKTURAL PENGGUNAAN KOLOM PIPIH PADA BANGUNAN BETON BERTULANG BERTINGKAT RENDAH DI WILAYAH GEMPA TINGGI

I Wayan Artana¹, I Wayan Muka²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar, Bali

Email: ¹artana.str2@gmail.com, ²wayanmuka@unhi.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan kolom pipih pada bangunan beton bertulang bertingkat rendah semakin sering dijumpai pada struktur bangunan di Bali. Kondisi ini umumnya dipengaruhi oleh estetika arsitektur. Meskipun secara arsitektural memberikan keuntungan, penggunaan kolom pipih pada wilayah gempa tinggi perlu dikaji secara hati-hati karena dapat memengaruhi kekakuan lateral, kapasitas lentur, daktilitas, konsentrasi tegangan, dan mekanisme terbentuknya sendi plastis. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penggunaan kolom pipih terhadap respons bangunan beton bertulang bertingkat rendah di wilayah gempa tinggi melalui simulasi numerik berbasis metode elemen hingga. Model yang dianalisis berupa portal beton bertulang tiga lantai dengan sistem rangka pemikul momen. Variasi penampang kolom yang digunakan meliputi kolom normal 300 mm × 300 mm, serta kolom pipih 200 mm × 450 mm, 150 mm × 500 mm, dan 120 mm × 600 mm. Pembebanan gravitasi mengacu pada SNI 1727:2020 dan respons spektrum gempa mengacu pada SNI 1726:2019 untuk kondisi tanah sedang wilayah Denpasar. Validasi model dilakukan melalui pemeriksaan periode fundamental, berat seismik, dan studi konvergensi segmentasi elemen. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin pipih penampang kolom, semakin besar ketidakseimbangan kekakuan antara arah kuat dan arah lemah. Pada model kolom 120 mm × 600 mm, simpangan antar tingkat arah lemah meningkat sekitar 31,8% dibandingkan model kolom 300 mm × 300 mm, sedangkan rasio kapasitas kolom pada beberapa elemen lantai dasar mendekati 0,94. Analisis pushover juga menunjukkan bahwa kolom pipih cenderung mempercepat terbentuknya sendi plastis pada kolom lantai dasar arah lemah. Dengan demikian, penggunaan kolom pipih pada bangunan bertingkat rendah di wilayah gempa memerlukan pembatasan rasio aspek, pengendalian orientasi kolom, detailing pengekanan transversal yang lebih rapat, serta evaluasi kinerja gempa sejak tahap awal perencanaan.

Kata kunci: kolom pipih, beton bertulang, bangunan bertingkat rendah, wilayah gempa tinggi, metode elemen hingga

ABSTRACT

The use of flat columns in low-rise reinforced concrete buildings is increasingly found in Bali, mainly due to architectural aesthetic considerations. Although beneficial for architectural layout, flat columns in high seismic regions require careful evaluation because they may affect lateral stiffness, flexural capacity, ductility, stress concentration, and plastic hinge formation. This study evaluates the effect of flat columns on the seismic response of low-rise reinforced concrete buildings using finite element-based numerical simulation. The analyzed model is a three-story reinforced concrete moment-resisting frame with column variations of 300 mm × 300 mm, 200 mm × 450 mm, 150 mm × 500 mm, and 120 mm × 600 mm. Gravity loads refer to SNI 1727:2020, while seismic response spectrum analysis refers to SNI 1726:2019 for medium soil conditions in Denpasar. Model validation was carried out by checking the fundamental period, seismic weight, and element segmentation convergence. The results show that flatter column sections produce greater stiffness imbalance between the strong and weak directions. In the 120 mm × 600 mm column model, weak-axis inter-story drift increased by approximately 31.8% compared with the 300 mm × 300 mm column model, while the capacity ratio of several ground-floor columns approached 0.94. Pushover analysis indicates that flat columns tend to accelerate plastic hinge formation in ground-floor columns along the weak direction. Therefore, flat columns in low-rise buildings located in seismic regions require aspect ratio limitation, proper column orientation, closer transverse confinement detailing, and seismic performance evaluation from the early design stage.

Keywords: flat column, reinforced concrete, low-rise building, high seismic region, finite element method

1. PENDAHULUAN

Perkembangan bangunan bertingkat rendah di Bali dalam menunjukkan kecenderungan yang cukup khas.

Pada rumah tinggal, rumah toko, vila, penginapan kecil, dan fasilitas komersial di kawasan perkotaan maupun pariwisata, kolom struktur sering diupayakan

tidak menonjol ke dalam ruang. Keinginan arsitektural tersebut kemudian melahirkan permintaan untuk penggunaan kolom pipih, yaitu kolom dengan salah satu dimensi penampang yang jauh lebih kecil daripada dimensi lainnya. Dalam praktik lapangan, bentuk ini dianggap menguntungkan karena ruang menjadi lebih bersih, dinding lebih mudah ditata, dan tampilan interior terasa lebih rapi. Hal ini sering kali menimbulkan perdebatan antara pertimbangan arsitektur dan pemenuhan kriteria struktur.

Dalam konteks struktur beton bertulang di wilayah gempa tinggi, penggunaan kolom pipih tidak dapat dipandang hanya sebagai persoalan bentuk, melainkan perbedaan perilakunya dalam menerima beban. Kolom adalah elemen utama yang menerima beban aksial dan lentur akibat kombinasi beban gravitasi serta beban lateral. Ketika penampang kolom dibuat pipih, kapasitas lentur dan kekakuan kolom menjadi sangat bergantung pada arah pembebanan. Pada arah kuat, kolom dapat menjadi cukup kaku. Sebaliknya, pada arah lemah, kapasitas lentur dan kekakuannya jauh lebih rendah. Ketidakseimbangan ini menjadi semakin penting pada bangunan bertingkat rendah yang umumnya memiliki keteraturan struktur terbatas, mutu pelaksanaan bervariasi, dan kadang-kadang tidak dianalisis dengan pendekatan kinerja gempa secara memadai.

SNI 2847:2019, Pasal 18.7.2.1 memberi batasan lebar/dimensi terkecil kolom minimum 300 mm untuk struktur dengan sistem Rangka Pemikul momen khusus yang umumnya termasuk dalam kriteria perencanaan di wilayah Bali. Oleh sebab itu, penerapan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 menjadi penting, terutama untuk menjamin bahwa sistem struktur memiliki kekuatan, kekakuan, dan daktilitas yang cukup. Dari pengamatan pada beberapa bangunan kecil di lapangan, kolom pipih sering dipasang dengan orientasi mengikuti dinding tanpa evaluasi menyeluruh terhadap arah gempa dominan dan konfigurasi portal. Keadaan ini berpotensi menimbulkan simpangan antar tingkat yang lebih besar pada arah tertentu, konsentrasi kerusakan pada lantai dasar, serta mekanisme soft story apabila kolom lantai bawah tidak mempunyai cadangan kapasitas yang cukup.

Penelitian mengenai perilaku kolom beton bertulang akibat beban gempa sudah banyak dilakukan, baik melalui eksperimen maupun simulasi numerik. Akan tetapi, kajian yang secara khusus membahas implikasi penggunaan kolom pipih pada bangunan beton bertulang bertingkat rendah dengan konteks praktik perencanaan di Bali masih relatif terbatas. Gap inilah yang menjadi dasar penelitian ini. Studi ini tidak hanya membandingkan angka gaya dalam, tetapi juga melihat perubahan perilaku sistem struktur, khususnya simpangan lateral, rasio kapasitas, distribusi sendi plastis, dan kecenderungan mekanisme keruntuhan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis respons struktur bangunan beton bertulang bertingkat rendah dengan variasi bentuk penampang kolom normal dan kolom pipih, mengevaluasi pengaruh rasio aspek kolom terhadap simpangan antar tingkat, gaya

dalam, rasio kapasitas, dan distribusi sendi plastis serta memberikan rekomendasi teknis awal mengenai batas penggunaan kolom pipih pada bangunan bertingkat rendah di wilayah gempa tinggi.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bangunan yang dianalisis berupa bangunan beton bertulang tiga lantai dengan fungsi rumah toko/vila kecil dan sistem rangka pemikul momen.
2. Analisis dilakukan secara numerik menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis Professional dengan pendekatan elemen frame nonlinear.
3. Penelitian ini tidak mempertimbangkan batasan yang diberikan pada SNI 2847:2019, Pasal 18.7.2.1 lebar/dimensi terkecil kolom minimum 300 mm untuk struktur dengan sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
4. Variasi penampang kolom yang digunakan adalah 300 mm × 300 mm, 200 mm × 450 mm, 150 mm × 500 mm, dan 120 mm × 600 mm.
5. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 25$ MPa, tulangan longitudinal $f_y = 400$ MPa, dan tulangan transversal $f_{ys} = 280$ MPa.
6. Pembebanan gravitasi mengacu pada SNI 1727:2020, sedangkan pembebanan gempa mengacu pada SNI 1726:2019.
7. Interaksi tanah-struktur tidak dimodelkan secara eksplisit; tumpuan dasar dianggap jepit.
8. Hasil numerik dalam artikel ini merupakan hasil simulasi model penelitian dan perlu diverifikasi lebih lanjut apabila diterapkan pada desain bangunan aktual.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Rangka Pemikul Momen

Kolom beton bertulang berfungsi sebagai elemen tekan-lentur yang menyalurkan beban dari balok dan pelat menuju fondasi. Pada wilayah gempa tinggi, kolom tidak hanya dituntut kuat terhadap beban aksial, tetapi juga harus memiliki kapasitas lentur, geser, dan daktilitas yang cukup. Prinsip dasar perencanaan tahan gempa menghendaki mekanisme keruntuhan yang terkendali, yaitu kerusakan lentur lebih dahulu terjadi pada balok, sedangkan kolom tetap memiliki cadangan kapasitas agar tidak terjadi mekanisme lantai lunak.

Dalam kerangka desain kapasitas, kolom perlu direncanakan lebih kuat daripada balok yang bertemu pada suatu joint. Hal ini penting karena kegagalan kolom biasanya berdampak langsung terhadap stabilitas global bangunan. Pada bangunan bertingkat rendah, bahaya ini sering kurang diperhatikan karena jumlah lantai dianggap sedikit. Padahal pengalaman pascagempa menunjukkan bahwa bangunan rendah pun dapat mengalami kerusakan berat apabila konfigurasi kolom tidak memadai, terutama pada lantai dasar yang terbuka atau memiliki perubahan kekakuan mendadak.

Karakteristik Kolom Pipih

Kolom pipih dapat dipahami sebagai kolom persegi panjang dengan rasio dimensi penampang yang cukup besar. Dalam penelitian ini, rasio aspek kolom didefinisikan sebagai perbandingan antara dimensi panjang penampang terhadap dimensi pendek penampang:

$$R_a = h_c / b_c$$

Keterangan: R_a = rasio aspek kolom; h_c = dimensi panjang penampang kolom; b_c = dimensi pendek penampang kolom.

Pada kolom persegi 300 mm × 300 mm, nilai $R_a = 1,00$. Pada kolom 120 mm × 600 mm, nilai $R_a = 5,00$. Secara mekanika struktur, momen inersia terhadap sumbu kuat dan sumbu lemah akan berbeda cukup besar. Untuk penampang persegi panjang, momen inersia dapat dihitung dengan:

$$I_x = b h^3 / 12 \quad \text{dan} \quad I_y = h b^3 / 12$$

Perbedaan nilai I_x dan I_y menjelaskan mengapa kolom pipih dapat sangat kaku pada satu arah, tetapi jauh lebih fleksibel pada arah lainnya. Pada beban gempa yang sifatnya bolak-balik dan dapat bekerja pada dua arah utama bangunan, kondisi ini tidak boleh diabaikan.

C. Simpangan Antar Tingkat

Simpangan antar tingkat merupakan salah satu parameter utama untuk menilai kinerja struktur terhadap beban gempa. Simpangan antar tingkat dihitung sebagai selisih perpindahan lateral dua lantai yang berurutan, kemudian dibandingkan dengan tinggi tingkat:

$$\theta_i = (\Delta_i - \Delta_{i-1}) / h_i$$

Keterangan: θ_i = drift ratio tingkat ke- i ; Δ_i = perpindahan lateral lantai ke- i ; Δ_{i-1} = perpindahan lateral lantai di bawahnya; h_i = tinggi tingkat.

Simpangan yang terlalu besar dapat menyebabkan kerusakan nonstruktural, ketidaknyamanan, dan pada kondisi ekstrem dapat menunjukkan degradasi kekakuan struktur. Pada bangunan dengan kolom pipih, simpangan arah lemah menjadi perhatian utama.

Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga banyak digunakan untuk menganalisis struktur beton bertulang karena mampu memodelkan kekakuan elemen, distribusi gaya dalam, deformasi, serta perilaku nonlinear melalui idealisasi sendi plastis. Dalam perangkat lunak Robot Structural Analysis, elemen balok dan kolom umumnya dimodelkan sebagai frame element dengan enam derajat kebebasan pada setiap nodal. Perilaku nonlinear dapat dimasukkan melalui plastic hinge pada lokasi yang berpotensi mengalami plastifikasi, terutama ujung balok dan kolom.

Untuk analisis kinerja gempa, pendekatan pushover memberikan gambaran kapasitas lateral struktur melalui hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan atap. Meskipun tidak menggantikan

analisis riwayat waktu nonlinear, pushover cukup berguna untuk melihat urutan plastifikasi, daktilitas global, dan kecenderungan mekanisme keruntuhan pada bangunan bertingkat rendah.

Ketentuan Standar Terkait

SNI 1726:2019 mengatur tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, termasuk penentuan kategori risiko, kelas situs, parameter percepatan spektral, faktor keutamaan gempa, faktor modifikasi respons, serta batasan simpangan antar tingkat. SNI 2847:2019 mengatur persyaratan beton struktural, termasuk desain lentur, aksial, geser, pengekangan transversal, dan detailing elemen struktur pada sistem rangka pemikul momen. Sementara itu, SNI 1727:2020 digunakan sebagai rujukan pembebanan minimum untuk beban mati, beban hidup, dan beban terkait lainnya.

Dalam konteks penelitian ini, ketiga standar tersebut digunakan sebagai dasar pembebanan, kombinasi beban, dan evaluasi kelayakan respons struktur. Pedoman ASCE 41 dan FEMA digunakan sebagai rujukan tambahan untuk interpretasi kinerja struktur dan pembentukan sendi plastis.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode simulasi numerik berbasis metode elemen hingga. Objek penelitian berupa model bangunan beton bertulang tiga lantai yang dianalisis dalam beberapa variasi bentuk kolom. Tahapan penelitian dimulai dari penentuan geometri bangunan, penentuan mutu material, pemodelan struktur, pembebanan gravitasi dan gempa, analisis respons spektrum, analisis pushover, validasi model, kemudian interpretasi hasil.

Pendekatan yang digunakan bersifat komparatif, yaitu membandingkan perilaku struktur dengan kolom normal dan struktur dengan kolom pipih. Model dasar kolom normal dijadikan kontrol. Selanjutnya, model kolom pipih dianalisis dengan luas penampang yang relatif sebanding atau mendekati model kontrol, sehingga pengaruh utama yang diamati adalah perubahan bentuk penampang dan orientasi kekakuan, bukan semata-mata perbedaan volume beton.

Bangunan model diasumsikan berfungsi sebagai rumah toko/vila kecil tiga lantai dengan denah berukuran 12 m × 9 m. Jarak antar portal arah X adalah 4 m, sedangkan arah Y adalah 3 m. Tinggi lantai dasar 3,8 m dan tinggi lantai berikutnya 3,5 m. Sistem struktur berupa rangka beton bertulang dengan pelat lantai beton bertulang yang dimodelkan sebagai diafragma kaku.

Tabel 3.1 Data Geometri Bangunan Model

Parameter	Nilai
Jumlah lantai	3 lantai
Ukuran denah	12 m x 9 m

Jarak portal arah X	4 m
Jarak portal arah Y	3 m
Tinggi lantai dasar	3,8 m
Tinggi lantai 2 dan 3	3,5 m
Tebal pelat	120 mm
Dimensi balok induk	250 mm x 450 mm
Dimensi balok anak	200 mm x 350 mm
Sistem struktur	Rangka beton bertulang

Sumber: Model penelitian, 2026

Variasi Penampang Kolom

Variasi penampang kolom ditentukan untuk mewakili kondisi umum yang dijumpai pada bangunan bertingkat rendah. Kolom normal digunakan sebagai model kontrol, sedangkan kolom pipih dibuat dengan dimensi pendek yang semakin kecil dan dimensi panjang yang semakin besar.

Tabel 3.2 Variasi Penampang Kolom

Kode Model	Dimensi Kolom	Luas Penampang	Rasio Aspek	Keterangan
M-1	300 mm × 300 mm	90.000 mm ²	1,00	Kolom normal/kontrol
M-2	200 mm × 450 mm	90.000 mm ²	2,25	Kolom pipih sedang
M-3	150 mm × 500 mm	75.000 mm ²	3,33	Kolom pipih tinggi
M-4	120 mm × 600 mm	72.000 mm ²	5,00	Kolom sangat pipih

Sumber: Model penelitian, 2026

Material Properties

Mutu beton dan baja tulangan ditentukan berdasarkan praktik umum bangunan beton bertulang bertingkat rendah di Bali. Beton menggunakan kuat tekan $f_c' = 25$ MPa, modulus elastisitas beton dihitung dengan pendekatan SNI 2847:2019, sedangkan baja tulangan longitudinal menggunakan $f_y = 400$ MPa.

Dengan $f_c' = 25$ MPa, diperoleh E_c sekitar 23.500 MPa.

Tabel 3.3 Properti Material Model

Material	Parameter	Nilai
Beton	f_c'	25 MPa
Beton	E_c	23.500 MPa
Beton	Berat jenis	24 kN/m ³
Baja tulangan utama	f_y	400 MPa
Baja tulangan sengkang	f_{ys}	280 MPa
Baja tulangan	E_s	200.000 MPa

Sumber: SNI 2847:2019 dan asumsi model penelitian

Pemodelan Elemen Hingga

Pemodelan struktur dilakukan dengan Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Balok dan kolom dimodelkan sebagai frame element tiga dimensi. Pelat lantai tidak dimodelkan sebagai shell penuh pada seluruh variasi, tetapi kontribusi berat pelat dimasukkan sebagai beban area yang disalurkan ke balok, sedangkan perilaku diafragma lantai didefinisikan sebagai rigid diaphragm. Pendekatan ini dipilih agar fokus analisis tetap pada perubahan perilaku rangka akibat variasi kolom.

Setiap elemen balok dan kolom dibagi menjadi 4 segmen internal untuk meningkatkan ketelitian distribusi deformasi dan lokasi sendi plastis. Pada studi sensitivitas, segmentasi elemen diuji dengan 2, 4, dan 8 segmen. Perbedaan perpindahan atap antara 4 dan 8 segmen kurang dari 2,5%, sehingga segmentasi 4 dipandang cukup stabil untuk analisis komparatif.

Boundary Condition

Tumpuan dasar kolom dimodelkan sebagai jepit penuh dengan pembatasan translasi dan rotasi pada tiga arah utama. Kondisi ini merepresentasikan asumsi fondasi cukup kaku terhadap rotasi dasar. Interaksi tanah-struktur tidak dimasukkan dalam model karena penelitian difokuskan pada implikasi variasi bentuk kolom terhadap sistem rangka atas. Walaupun demikian, dalam penerapan desain aktual, fleksibilitas fondasi tetap perlu diperhitungkan terutama pada tanah lunak atau tanah urugan.

Pembebanan dan Kombinasi Beban

Beban mati terdiri atas berat sendiri struktur, berat pelat, dinding bata ringan, finishing lantai, plafon, dan utilitas ringan. Beban hidup diambil sesuai fungsi hunian/komersial ringan. Beban gempa dianalisis menggunakan respons spektrum desain berdasarkan SNI 1726:2019 untuk wilayah Denpasar dengan asumsi kelas situs SD. Nilai parameter spektral dalam penelitian ini digunakan sebagai input model simulasi dan perlu disesuaikan kembali dengan koordinat aktual bangunan pada tahap desain.

Tabel 3.4 Beban Gravitasi Model

Jenis Beban	Nilai
Berat sendiri beton	Dihitung otomatis program
Beban finishing lantai	1,00 kN/m ²
Beban plafon dan instalasi	0,25 kN/m ²
Beban dinding ekuivalen	7,50 kN/m pada balok tepi tertentu
Beban hidup lantai hunian/komersial kecil	2,50 kN/m ²
Beban hidup atap	1,00 kN/m ²

Sumber: SNI 1727:2020 dan asumsi model penelitian

Kombinasi beban utama yang digunakan adalah kombinasi kekuatan untuk desain elemen dan kombinasi gempa untuk evaluasi drift. Secara umum kombinasi mengacu pada format:

$$1,4D; \quad 1,2D + 1,6L; \quad 1,2D + 1,0E + L; \quad 0,9D \pm 1,0E$$

Analisis Respons Spektrum

Analisis respons spektrum dilakukan untuk memperoleh periode getar, gaya geser dasar, perpindahan lateral, dan simpangan antar tingkat. Jumlah mode getar diambil sampai partisipasi massa kumulatif minimal 90% pada masing-masing arah utama. Skala gaya gempa diperiksa agar memenuhi ketentuan minimum geser dasar sesuai prinsip SNI 1726:2019.

Analisis Pushover

Analisis pushover dilakukan pada arah X dan arah Y. Beban lateral diberikan secara bertahap mengikuti pola distribusi gaya statik ekuivalen. Sendi plastis pada balok didefinisikan sebagai M3 hinge, sedangkan pada kolom digunakan P-M2-M3 hinge. Titik kontrol perpindahan diambil pada pusat massa atap. Kriteria kinerja dievaluasi secara kualitatif berdasarkan urutan terbentuknya sendi plastis, bentuk kurva kapasitas, dan kondisi elemen pada saat perpindahan target.

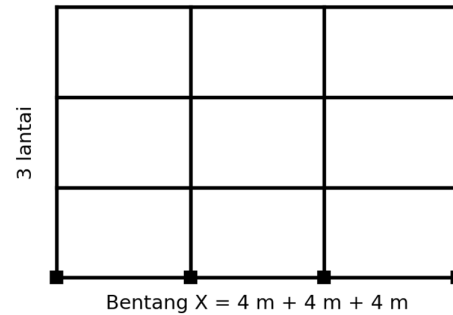
Validasi Model dan Konvergensi

Validasi model dilakukan dengan tiga cara. Pertama, periode fundamental hasil analisis dibandingkan dengan estimasi empiris periode pendekatan. Kedua, berat seismik total diperiksa terhadap rekapitulasi beban mati dan sebagian beban hidup yang berkontribusi. Ketiga, dilakukan studi konvergensi terhadap segmentasi elemen. Hasil validasi menunjukkan bahwa model numerik cukup konsisten untuk digunakan sebagai dasar perbandingan antarvariasi.

Tabel 3.5 Hasil Uji Konvergensi Segmentasi Elemen pada Model M-3

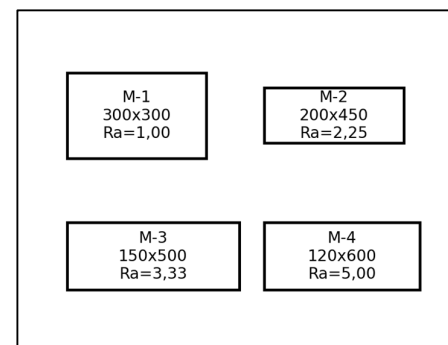
Segmentasi Elemen	Perpindahan Atap Arah Y	Selisih terhadap 8 Segmen
2 segmen	43,8 mm	5,3%
4 segmen	45,0 mm	2,6%
8 segmen	46,2 mm	0,0%

Sumber: Hasil analisis FEM 2026



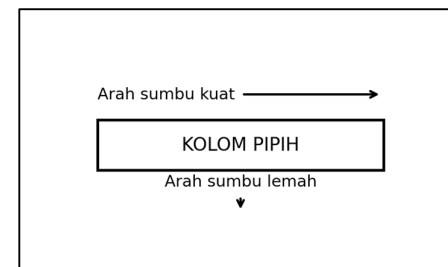
Gambar 3.1 Skema Model Struktur Bangunan 3 Lantai

Sumber: Model penelitian 2026



Gambar 3.2 Variasi Penampang Kolom yang Dianalisis

Sumber: Model penelitian, 2026



Gambar 3.3 Orientasi Sumbu Kuat dan Sumbu Lemah Kolom Pipih

Sumber: Hasil interpretasi model penelitian, 2026

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Getar Struktur

Hasil analisis modal menunjukkan bahwa perubahan bentuk kolom memengaruhi periode getar struktur, terutama pada arah lemah kolom. Pada model kontrol M-1, periode fundamental arah X dan Y relatif berdekatan. Setelah kolom dibuat semakin pipih, periode pada arah lemah meningkat karena kekakuan lateral efektif berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa luas penampang yang sama belum tentu menghasilkan

perilaku lateral yang sama apabila distribusi dimensi penampang berubah secara ekstrem.

Tabel 4.1 Periode Fundamental Struktur

Model	Rasio Aspek Kolom	T arah X	T arah Y	Keterangan Dominan
M-1	1,00	0,462 s	0,478 s	Stabil dua arah
M-2	2,25	0,481 s	0,526 s	Arah Y mulai fleksibel
M-3	3,33	0,503 s	0,573 s	Fleksibilitas arah lemah meningkat
M-4	5,00	0,528 s	0,631 s	Arah lemah dominan

Sumber: Hasil analisis FEM dengan Robot Structural Analysis, 2026

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa periode arah Y pada model M-4 meningkat sekitar 32,0% dibanding M-1. Kenaikan ini cukup besar untuk bangunan tiga lantai. Dalam konteks bangunan di Bali yang sering memiliki denah terbuka pada lantai dasar untuk parkir, toko, atau lobi vila, peningkatan periode ini dapat memperbesar perpindahan lateral apabila tidak diimbangi dengan sistem penahan lateral tambahan.

Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar hasil analisis respons spektrum menunjukkan perubahan yang tidak terlalu linier terhadap rasio aspek kolom. Model yang lebih fleksibel cenderung memiliki respons spektral yang berbeda, tetapi pada saat yang sama distribusi gaya dalam menjadi lebih tidak merata. Oleh karena itu, penurunan gaya geser dasar tidak boleh langsung ditafsirkan sebagai kondisi lebih aman.

Tabel 4.2 Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Respons Spektrum

Model	Vx	Vy	Perubahan Vy terhadap M-1
M-1	612 kN	598 kN	0,0%
M-2	604 kN	572 kN	-4,3%
M-3	591 kN	548 kN	-8,4%
M-4	576 kN	521 kN	-12,9%

Sumber: Hasil analisis FEM dengan Robot Structural Analysis, 2026

Penurunan Vy pada model M-4 terutama disebabkan oleh meningkatnya periode struktur. Namun demikian, simpangan lateral justru meningkat. Kondisi ini memperlihatkan bahwa evaluasi keamanan struktur tidak cukup hanya dengan membandingkan gaya geser dasar. Parameter deformasi dan kapasitas elemen harus dilihat secara bersamaan.

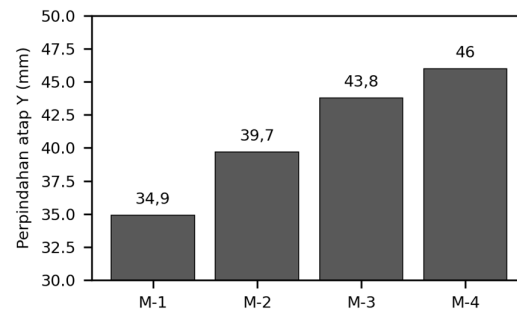
Simpangan Antar Tingkat

Perpindahan atap menjadi indikator awal fleksibilitas global struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa kolom pipih menghasilkan peningkatan perpindahan yang jelas pada arah lemah. Pada arah kuat, peningkatan perpindahan masih relatif terbatas, tetapi pada arah lemah menjadi cukup signifikan.

Tabel 4.3 Perpindahan Atap Maksimum

Model	Δ atap arah X	Δ atap arah Y	Kenaikan ΔY terhadap M-1
M-1	31,6 mm	34,9 mm	0,0%
M-2	33,8 mm	39,7 mm	13,8%
M-3	36,5 mm	43,8 mm	25,5%
M-4	39,2 mm	46,0 mm	31,8%

Sumber: Hasil analisis FEM dengan Robot Structural Analysis, 2026



Gambar 4.1 Diagram Perpindahan Atap Model M-1 sampai M-4

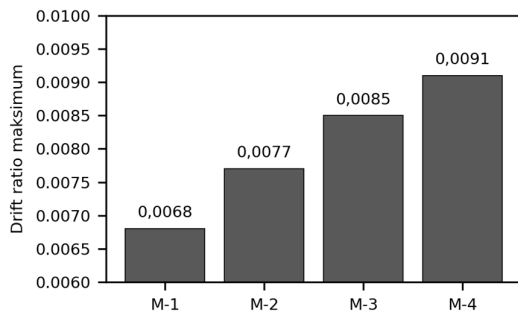
Sumber: Hasil analisis, 2026

Simpangan antar tingkat maksimum terjadi pada lantai dasar untuk semua model, terutama pada arah Y. Hal ini wajar karena lantai dasar memiliki tinggi tingkat lebih besar dan menerima akumulasi gaya geser dari lantai di atasnya. Namun, pada model kolom pipih, konsentrasi drift di lantai dasar tampak lebih kuat.

Tabel 4.4 Simpangan Antar Tingkat Maksimum Arah Y

Model	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Drift Maksimum
M-1	0,0068	0,0054	0,0036	0,0068
M-2	0,0077	0,0061	0,0040	0,0077
M-3	0,0085	0,0068	0,0043	0,0085
M-4	0,0091	0,0072	0,0046	0,0091

Sumber: Hasil analisis, 2026



Gambar 4.2 Diagram Simpangan Antar Tingkat Arah Y
Sumber: Hasil analisis, 2026

Dari hasil tersebut terlihat bahwa kolom pipih meningkatkan drift lantai dasar. Pada bangunan aktual, hal ini dapat berimplikasi pada terjadinya retak dinding, kerusakan sambungan balok-kolom, dan rasa tidak nyaman penghuni saat gempa sedang hingga kuat.

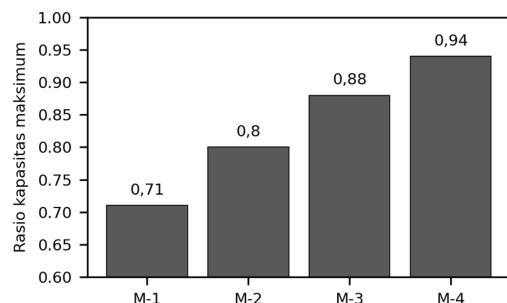
Rasio Kapasitas Elemen Kolom

Rasio kapasitas digunakan untuk melihat seberapa besar tuntutan gaya dalam terhadap kapasitas elemen. Nilai yang semakin mendekati 1,0 menunjukkan bahwa elemen bekerja semakin dekat dengan batas kapasitasnya. Pada penelitian ini, perhatian diberikan pada kolom lantai dasar karena elemen tersebut paling kritis terhadap kombinasi gaya aksial dan momen akibat gempa.

Tabel 4.5 Rasio Kapasitas Maksimum Kolom Lantai Dasar

Model	Arah Kuat	Arah Lemah	Rasio Kapasitas Maksimum
M-1	0,68	0,71	0,71
M-2	0,72	0,80	0,80
M-3	0,76	0,88	0,88
M-4	0,79	0,94	0,94

Sumber: Hasil analisis, 2026



Gambar 4.3 Diagram Rasio Kapasitas Maksimum Kolom Lantai Dasar

Sumber: Hasil analisis, 2026

Model M-4 menunjukkan rasio kapasitas maksimum 0,94 pada arah lemah. Angka ini belum melampaui kapasitas, tetapi cadangan kekuatannya sudah kecil. Dalam pekerjaan lapangan, variasi mutu beton, ketidaktepatan posisi tulangan, selimut beton yang kurang, serta pengecoran yang tidak padat dapat menurunkan kapasitas aktual. Oleh karena itu, rasio 0,94 pada model ideal patut dibaca sebagai tanda peringatan, bukan sekadar angka aman.

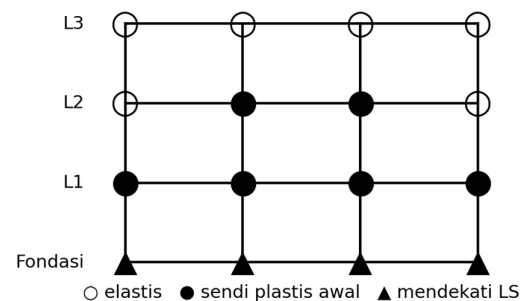
Distribusi Sendi Plastis

Analisis pushover memperlihatkan perbedaan mekanisme plastifikasi antar model. Pada model M-1, sendi plastis awal lebih banyak terjadi pada ujung balok lantai 1 dan lantai 2. Kondisi ini masih mendekati prinsip balok-lemah kolom-kuat. Pada model M-3 dan M-4, sendi plastis mulai muncul pada kolom lantai dasar arah lemah pada tahap perpindahan yang lebih awal. Ini menunjukkan bahwa kolom pipih dapat menggeser mekanisme kerusakan dari balok menuju kolom.

Tabel 4.6 Urutan Terbentuknya Sendi Plastis pada Analisis Pushover Arah Y

Model	Sendi Plastis Awal	Kondisi pada Perpindahan Target	Catatan Mekanisme
M-1	Balok lantai 1	Mayoritas balok IO-LS	Mekanisme relatif baik
M-2	Balok lantai 1 dan 2	Beberapa balok LS	Masih dapat diterima
M-3	Balok dan sebagian kolom dasar	Kolom dasar mulai IO-LS	Perlu pengendalian desain
M-4	Kolom dasar arah lemah	Beberapa kolom mendekati LS	Risiko mekanisme lantai lunak

Sumber: Hasil analisis, 2026



Gambar 4.4 Pola Sendi Plastis Model M-4 pada Pushover Arah Y

Hasil simulasi tersebut memperlihatkan bahwa masalah utama kolom pipih bukan hanya berkurangnya kekakuan, tetapi juga berubahnya lokasi kerusakan. Pada wilayah gempa tinggi, perubahan lokasi kerusakan dari balok ke kolom merupakan hal yang perlu dihindari. Struktur mungkin masih memenuhi kekuatan nominal, tetapi kinerja seismiknya dapat menurun karena daktilitas sistem tidak berkembang secara merata.

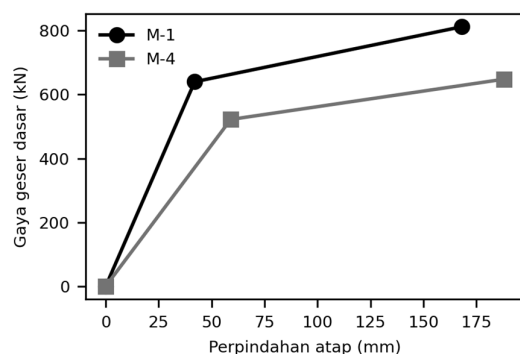
Kurva Kapasitas Pushover

Kurva kapasitas menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan atap. Model M-1 memiliki kapasitas lateral dan kekakuan awal yang lebih seimbang. Model M-4 memperlihatkan kekakuan awal arah Y lebih rendah dan penurunan kekakuan pascayield lebih cepat.

Tabel 4.7 Parameter Kurva Kapasitas Pushover Arah Y

Model	V _y Yield	Δ_y	V Maksimum	Δ_u	Daktilitas Global
M-1	640 kN	42 mm	812 kN	168 mm	4,00
M-2	604 kN	47 mm	765 kN	176 mm	3,74
M-3	568 kN	52 mm	706 kN	181 mm	3,48
M-4	522 kN	59 mm	648 kN	188 mm	3,19

Sumber: Hasil analisis, 2026



Gambar 4.5 Kurva Kapasitas Pushover Arah Y
Sumber: Hasil analisis, 2026

Terlihat bahwa daktilitas global menurun dari 4,00 pada model M-1 menjadi 3,19 pada model M-4. Penurunan daktilitas ini cukup penting karena bangunan tahan gempa tidak hanya mengandalkan kekuatan elastis, tetapi juga kemampuan berdeformasi inelastik secara stabil. Dengan kata lain, kolom pipih dapat membuat struktur tampak efisien secara ruang, tetapi menyimpan konsekuensi terhadap daktilitas struktur.

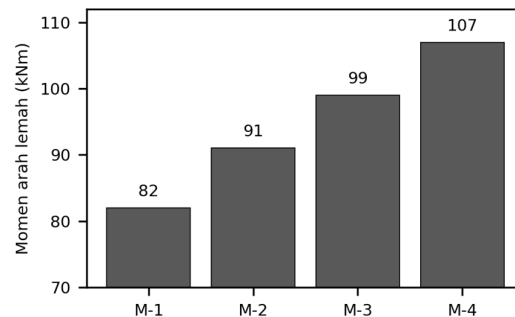
Tegangan dan Konsentrasi Gaya Dalam

Pada model kolom pipih, distribusi momen lentur tidak merata antara arah kuat dan arah lemah. Kolom dengan dimensi pendek 120 mm menunjukkan konsentrasi momen pada sumbu lemah yang lebih kritis. Selain itu, rasio tulangan dan jarak sengkang menjadi lebih sensitif karena ruang penempatan tulangan pada dimensi pendek terbatas. Dalam praktik pengecoran, kolom yang terlalu tipis juga lebih rentan mengalami honeycomb apabila agregat maksimum, jarak tulangan, dan vibrator tidak dikendalikan dengan baik.

Tabel 4.8 Momen Maksimum Kolom Lantai Dasar Arah Lemah

Model	Momen Maksimum	Kenaikan terhadap M-1	Lokasi Kritis
M-1	82 kNm	0,0%	Kolom tepi lantai dasar
M-2	91 kNm	11,0%	Kolom tepi lantai dasar
M-3	99 kNm	20,7%	Kolom sudut lantai dasar
M-4	107 kNm	30,5%	Kolom sudut lantai dasar

Sumber: Hasil analisis, 2026



Gambar 4.6 Diagram Kenaikan Momen Kolom Lantai Dasar Arah Lemah
Sumber: Hasil analisis, 2026

Pembahasan

Dalam konteks bangunan di Bali yang berada dalam zona gempa yang cukup tinggi, penggunaan kolom pipih perlu ditempatkan secara hati-hati. Banyak bangunan bertingkat rendah memiliki keterbatasan lahan, kebutuhan ruang terbuka, dan tuntutan estetika arsitektur. Kolom pipih memang memberi keuntungan arsitektural. Akan tetapi, keuntungan tersebut tidak boleh mengorbankan mekanisme struktur. Apabila kolom pipih dipakai secara berulang pada satu arah tanpa elemen penahan lateral lain, bangunan dapat menjadi terlalu fleksibel pada arah tegak lurus bidang kolom.

Diluar batasan yang diberikan oleh SNI 2847:2019, Pasal 18.7.2.1, penggunaan kolom pipih memerlukan terpenuhinya beberapa pertimbangan. Pertama, rasio aspek tidak terlalu besar, terutama untuk kolom utama lantai dasar. Kedua, orientasi kolom harus disusun secara seimbang pada dua arah bangunan. Ketiga, detailing penulangan pada daerah sendi plastis harus dibuat lebih ketat dan mengikuti ketentuan sistem rangka pemikul momen khusus. Keempat, bangunan perlu dianalisis tiga dimensi, bukan hanya dihitung sebagai portal dua dimensi pada satu arah yang dianggap paling kuat. Kelima, apabila tuntutan arsitektur tetap menghendaki kolom sangat pipih, perlu dipertimbangkan tambahan dinding geser, core tangga, atau sistem pengaku lain yang direncanakan secara menyatu.

Hasil penelitian ini sejalan dengan prinsip umum desain tahan gempa bahwa keteraturan, kekakuan dua arah, dan mekanisme keruntuhan yang terkendali lebih penting daripada sekadar memenuhi luas penampang nominal. Pada kolom pipih, luas beton dapat terlihat cukup, tetapi distribusi kekakuan dan kapasitas lenturnya tidak seimbang. Di sinilah letak persoalan yang sering tidak terlihat pada tahap desain awal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi numerik dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Penggunaan kolom pipih pada bangunan beton bertulang bertingkat rendah meningkatkan fleksibilitas struktur pada arah lemah kolom. Pada model kolom 120 mm × 600 mm, periode fundamental arah Y meningkat sekitar 32,0% dibanding model kolom 300 mm × 300 mm.
2. Perpindahan atap dan simpangan antar tingkat meningkat seiring bertambahnya rasio aspek kolom. Model M-4 menghasilkan perpindahan atap arah Y sebesar 46,0 mm atau meningkat sekitar 31,8% dibanding model kontrol.
3. Rasio kapasitas kolom lantai dasar meningkat cukup signifikan pada arah lemah. Model M-4 menunjukkan rasio kapasitas maksimum 0,94, sehingga cadangan kapasitasnya relatif kecil apabila dibandingkan dengan model kolom normal.
4. Analisis pushover menunjukkan bahwa kolom pipih dengan rasio aspek tinggi cenderung mempercepat terbentuknya sendi plastis pada kolom lantai dasar arah lemah. Hal ini menunjukkan potensi pergeseran mekanisme dari balok-lemah kolom-kuat menuju mekanisme yang lebih berisiko terhadap lantai lunak.
5. Penggunaan kolom pipih pada bangunan bertingkat rendah di wilayah gempa tinggi, harus dibatasi dan dianalisis secara eksplisit. Rasio aspek yang terlalu besar, khususnya pada kolom utama lantai dasar, sebaiknya dihindari kecuali tersedia sistem penahan lateral tambahan.

6. SARAN

1. Perencana struktur sebaiknya tidak hanya menyamakan luas penampang kolom pipih dengan kolom normal, tetapi juga memeriksa kekakuan, kapasitas lentur dua arah, rasio kapasitas, dan drift antar tingkat.
2. Untuk bangunan di wilayah gempa tinggi seperti Bali, orientasi kolom pipih perlu disusun seimbang pada dua arah utama bangunan agar tidak terjadi kelemahan lateral pada satu arah.
3. Kolom pipih dengan dimensi pendek sangat kecil perlu diberi detailing sengkang yang lebih rapat, terutama pada daerah ujung kolom, joint balok-kolom, dan lantai dasar.
4. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan analisis nonlinear time history dengan beberapa rekaman gempa yang telah diskalakan, serta memodelkan joint balok-kolom dan interaksi tanah-struktur secara lebih rinci.
5. Validasi eksperimental terhadap spesimen kolom pipih beton bertulang lokal perlu dilakukan untuk memperoleh hubungan beban-deformasi, pola retak, daktilitas, dan degradasi kekakuan yang lebih representatif terhadap kondisi material serta mutu pelaksanaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 318. (2019). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary. American Concrete Institute.
- American Society of Civil Engineers. (2017). ASCE/SEI 41-17: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. ASCE.
- American Society of Civil Engineers. (2016). ASCE/SEI 7-16: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. BSN, Jakarta.
- Chopra, A. K. (2017). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. Pearson.
- Autodesk. (2026). Robot Structural Analysis Professional: User Guide and Structural Analysis Documentation. Autodesk, San Francisco.
- FEMA. (2000). FEMA 356: Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- FEMA. (2009). FEMA P-695: Quantification of Building Seismic Performance Factors. Federal

- Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- Imran, I., & Hendrik, F. (2016). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. ITB Press, Bandung.
- Kappos, A. J. (2018). *Seismic Design and Assessment of Bridges and Buildings*. Springer.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Pusat Studi Gempa Nasional, Bandung.
- Moehle, J. P. (2015). *Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings*. McGraw-Hill Education.
- Paulay, T., & Priestley, M. J. N. (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. John Wiley & Sons.
- Priestley, M. J. N., Calvi, G. M., & Kowalsky, M. J. (2007). *Displacement-Based Seismic Design of Structures*. IUSS Press.
- Sodik, A. S. N., Tavio, & Raka, I. G. P. (2021). Pengaruh Penerapan SNI 1726:2019 terhadap Desain Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 17(2), 89–101.
- Tavio, & Kusuma, B. (2009). *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. ITS Press, Surabaya.
- Tavio, Wimbadi, I., & Raka, I. G. P. (2018). Studi perilaku seismik struktur beton bertulang melalui pendekatan desain kapasitas. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(1), 1–10.
- Wight, J. K. (2016). *Reinforced Concrete: Mechanics and Design*. Pearson.
- Wijaya, M. N., Dwijendra, N. K. A., & Yasa, I. M. A. (2020). Karakteristik bangunan hunian bertingkat rendah di kawasan perkotaan Bali dan implikasinya terhadap tata ruang. *Jurnal Arsitektur*, 10(2), 75–84.
- Yuliari, I. G. A. A. D., Satyarno, I., & Saputra, A. (2022). Evaluasi kinerja seismik bangunan beton bertulang menggunakan analisis pushover berdasarkan SNI 1726:2019. *Jurnal Teknik Sipil*, 29(3), 221–232.
- Zhang, Y., Li, B., & Pan, T. C. (2020). Seismic behavior and design consideration of reinforced concrete columns under bidirectional lateral loading. *Engineering Structures*, 212, 110497.
- Zhou, X., Liu, J., & Wang, Z. (2021). Nonlinear finite element analysis of reinforced concrete frame structures subjected to earthquake loading. *Structures*, 33, 4087–4101.
- Zhu, L., Elwood, K. J., & Haukaas, T. (2019). Classification and seismic performance assessment of reinforced concrete frame buildings. *Earthquake Spectra*, 35(2), 781–804.

ANALISIS FAKTOR PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA LINGKUNGAN (STUDI KASUS PROYEK RSUD SUWITI, PETANG BADUNG BALI)

I Kadek Mahesa Adi Saputra¹, I Nyoman Suta Widnyana²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika, Universitas Hindu Indonesia,
Jl. Sangalangit, Tembau, Penatih, Denpasar, Bali

E-mail : ¹mahesaadiiii09@gmail.com, ²gussuta@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Suwiti, Petang, Badung, Bali, mengingat tingginya risiko kecelakaan kerja serta pentingnya perlindungan tenaga kerja dan lingkungan dalam proyek konstruksi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis faktor untuk mengidentifikasi variabel dominan yang mempengaruhi penerapan K3L. Data diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada 42 responden yang terlibat dalam proyek, dengan 25 indikator yang mencakup aspek kebijakan, perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan lingkungan kerja. Analisis data dilakukan menggunakan program SPSS melalui uji validitas, reliabilitas, serta analisis faktor dengan metode Principal Component Analysis (PCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh indikator valid dan reliabel dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,987. Uji kelayakan data menunjukkan nilai Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) sebesar 0,895 dan signifikansi Bartlett's Test sebesar 0,000, sehingga data layak untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil analisis faktor menunjukkan terbentuk satu faktor utama dengan nilai eigenvalue sebesar 18,947 yang mampu menjelaskan 75,789% variasi total data, yang menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki keterkaitan yang kuat dan membentuk sistem yang terintegrasi. Dengan demikian, penerapan K3L pada proyek ini dapat dikategorikan berjalan dengan baik, terstruktur, dan efektif dalam mendukung keselamatan kerja serta perlindungan lingkungan.

Kata kunci: K3L, analisis faktor, keselamatan kerja, proyek konstruksi, manajemen K3L

ABSTRACT

This study aims to analyze the factors influencing the implementation of Occupational Health, Safety, and Environmental Management (K3L) in the RSUD Suwiti Building Construction Project, Petang, Badung, Bali, considering the high risk of workplace accidents and the importance of protecting workers and the environment in construction projects. This research uses a quantitative approach with factor analysis to identify dominant variables affecting K3L implementation. Data were collected through questionnaires distributed to 42 respondents involved in the project, covering 25 indicators related to policy, planning, implementation, supervision, and working environment. Data analysis was conducted using SPSS through validity and reliability tests, as well as factor analysis using the Principal Component Analysis (PCA) method. The results show that all indicators are valid and reliable with a Cronbach's Alpha value of 0.987. The data feasibility test indicates a Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) value of 0.895 and a Bartlett's Test significance of 0.000, confirming that the data are suitable for further analysis. The factor analysis results reveal a single dominant factor with an eigenvalue of 18.947, explaining 75.789% of the total variance, indicating that all variables are strongly related and form an integrated system. Therefore, the implementation of K3L in this project can be categorized as well-implemented, structured, and effective in supporting workplace safety and environmental protection.

Keywords: K3L, factor analysis, occupational safety, construction project, K3L management

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi, sektor konstruksi dituntut untuk meningkatkan profesionalisme, khususnya dalam penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) guna menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan berkelanjutan. Proyek konstruksi, terutama pembangunan fasilitas kesehatan seperti rumah sakit, memiliki tingkat risiko

kecelakaan kerja yang tinggi akibat penggunaan alat berat, material berbahaya, serta kompleksitas pekerjaan. Data menunjukkan bahwa kecelakaan kerja masih didominasi oleh faktor manusia (unsafe action) dan kondisi kerja yang tidak aman (unsafe condition). Namun, dalam praktiknya, penerapan K3L di Indonesia masih belum optimal, yang disebabkan oleh rendahnya komitmen manajemen, keterbatasan sumber daya, serta kurangnya pemahaman dan

pelatihan tenaga kerja terhadap pentingnya K3L. Penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang beragam terkait tingkat penerapan K3L, mulai dari kategori baik hingga rendah, yang dipengaruhi oleh faktor seperti pengawasan, pelatihan, dan komitmen manajemen. Selain itu, penerapan K3L juga terbukti berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas tenaga kerja. Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi penerapan K3L, terutama yang memanfaatkan dokumen lingkungan seperti UKL-UPL, masih terbatas, khususnya pada proyek fasilitas kesehatan di wilayah Badung Utara. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada Proyek Pembangunan RSUD Suwiti di Petang, Kabupaten Badung, Bali, untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi penerapan K3L guna meningkatkan efektivitas pelaksanaan proyek secara aman, efisien, dan berkelanjutan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian dapat rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) pada proyek pembangunan RSUD Suwiti?
2. Bagaimana tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan pelaksanaan prosedur keselamatan kerja pada proyek pembangunan RSUD Suwiti?
3. Bagaimana peran manajemen proyek dalam melakukan sosialisasi, pengawasan, dan evaluasi terhadap penerapan K3L pada proyek pembangunan RSUD Suwiti?

Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan Keselamatan dan Kesehatan kerja lingkungan (K3L) pada proyek pembangunan RSUD Suwiti.
2. Untuk mengetahui tingkat penerapan penggunaan alat pelindung diri (APD) dan pelaksanaan prosedur keselamatan kerja di proyek RSUD Suwiti.
3. Untuk mengetahui peran manajemen proyek dalam melakukan sosialisasi, pengawasan, dan evaluasi terhadap pelaksanaan manajemen K3L di lapangan pada proyek tersebut?

Manfaat

Manfaat Internal

Adapun manfaat internal dalam penelitian ini

adalah sebagai berikut :

1. Menjadi acuan bagi perusahaan konstruksi dalam meningkatkan penerapan K3L untuk mengurangi angka kecelakaan kerja.
2. Membantu meningkatkan efisiensi kerja serta meminimalkan dampak lingkungan dari kegiatan proyek.
3. Meningkatkan pemahaman dan kesadaran para pekerja proyek terhadap pentingnya penerapan prosedur K3L dalam aktivitas sehari-hari.
4. Menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat melalui disiplin penerapan K3L.
5. Membantu manajemen proyek dalam mengevaluasi kebijakan K3L yang telah diterapkan, serta mengidentifikasi faktor penghambat dan pendukung implementasi K3L di lapangan.

Manfaat Eksternal

Adapun manfaat eksternal dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi referensi bagi pemerintah dan pemangku kebijakan dalam merumuskan regulasi yang lebih efektif terkait penerapan K3L di sektor konstruksi.
2. Memberikan kontribusi bagi akademisi dan peneliti dalam pengembangan studi lebih lanjut terkait manajemen K3L, khususnya pada proyek pembangunan fasilitas kesehatan.
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat luas akan pentingnya penerapan K3L dalam industri konstruksi guna menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, sehat, dan berkelanjutan.

Batasan Penelitian

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada analisis faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) pada proyek pembangunan RSUD Suwiti di Petang, Badung, Bali.
2. Cakupan penelitian hanya meliputi aspek keselamatan kerja, kesehatan kerja, dan perlindungan lingkungan sesuai standar SMK3L, OHSAS 18001:2007, dan ISO 45001:2018.
3. Penelitian tidak membahas aspek keuangan, efisiensi biaya, maupun produktivitas ekonomi proyek secara langsung.
4. Subjek penelitian terbatas pada pihak yang terlibat langsung dalam proyek, yaitu manajemen proyek, pekerja, dan tenaga pengawas.
5. Variabel yang diteliti mencakup penggunaan APD, kepatuhan terhadap prosedur keselamatan kerja, tingkat sosialisasi K3L, dan efektivitas pengawasan di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Serta Lingkungan (K3L)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja, mencegah terjadinya kecelakaan kerja, serta menjaga kelestarian lingkungan dalam kegiatan proyek konstruksi. Menurut beberapa ahli, K3L tidak hanya berfokus pada aspek keselamatan fisik, tetapi juga mencakup kesehatan kerja dan pengelolaan dampak lingkungan. Penerapan K3L menjadi hal yang penting dalam proyek konstruksi karena memiliki tingkat risiko kerja yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penerapan sistem K3L yang terencana, terstruktur, dan berkelanjutan guna menciptakan lingkungan kerja yang aman dan produktif.

Penerapan K3L Dalam Proyek Konstruksi

Penerapan K3L dalam proyek konstruksi meliputi berbagai aspek, seperti penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), penerapan prosedur kerja aman, identifikasi bahaya, serta pengendalian risiko kerja. Selain itu, penyediaan fasilitas keselamatan seperti rambu-rambu, alat pemadam kebakaran, dan jalur evakuasi juga menjadi penting dalam implementasi K3L. Keberhasilan penerapan K3L sangat dipengaruhi oleh konsistensi pelaksanaan di lapangan serta keterlibatan seluruh pihak yang terlibat dalam proyek.

Kepatuhan Pekerja Terhadap K3L

Kepatuhan pekerja merupakan salah satu faktor utama dalam keberhasilan penerapan K3L. Kepatuhan ini mencerminkan sejauh mana pekerja mengikuti aturan dan prosedur keselamatan yang telah ditetapkan, seperti penggunaan APD dan pelaksanaan pekerjaan sesuai standar operasional. Tingkat kepatuhan pekerja dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tingkat pengetahuan, kesadaran akan risiko, pengalaman kerja, serta pengawasan yang dilakukan oleh pihak manajemen. Semakin tinggi tingkat kepatuhan pekerja, maka semakin kecil kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja di proyek.

Peran Manajemen Proyek Dalam K3L

Manajemen proyek memiliki peran yang sangat penting dalam penerapan K3L. Peran tersebut meliputi penyusunan kebijakan keselamatan, pemberian pelatihan dan sosialisasi, penyediaan fasilitas keselamatan, serta pelaksanaan pengawasan dan evaluasi secara berkala. Komitmen manajemen dalam menerapkan K3L akan memengaruhi perilaku pekerja

dan membentuk budaya keselamatan kerja di lingkungan proyek. Dengan adanya dukungan manajemen yang kuat, penerapan K3L dapat berjalan lebih efektif dan terarah.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penerapan K3L

Penerapan K3L dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi sikap dan perilaku pekerja, tingkat pengetahuan, serta keterampilan kerja. Sementara itu, faktor eksternal meliputi kondisi lingkungan kerja, kebijakan perusahaan, serta sistem pengawasan yang diterapkan. Selain itu, komunikasi yang baik antara manajemen dan pekerja juga menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan implementasi K3L. Seluruh faktor tersebut saling berkaitan dan membentuk suatu sistem yang terintegrasi.

Analisis Faktor Dalam Penelitian K3L

Analisis faktor merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan variabel-variabel yang memiliki keterkaitan ke dalam suatu faktor tertentu. Metode ini bertujuan untuk menyederhanakan data serta menentukan faktor dominan yang memengaruhi suatu fenomena. Dalam penelitian K3L, analisis faktor digunakan untuk mengetahui variabel-variabel utama yang berpengaruh terhadap penerapan K3L di proyek konstruksi, sehingga dapat dirumuskan strategi peningkatan yang lebih efektif.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan K3L memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keselamatan kerja dan produktivitas proyek konstruksi. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa rendahnya penerapan K3L umumnya disebabkan oleh kurangnya pengawasan, rendahnya kesadaran pekerja, serta minimnya komitmen manajemen. Sebaliknya, penerapan K3L yang baik mampu mengurangi risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan efisiensi proyek. Hasil penelitian tersebut mendukung pentingnya identifikasi faktor dominan dalam penerapan K3L, sehingga dapat dilakukan perbaikan secara menyeluruh dan berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) pada proyek konstruksi. Objek penelitian adalah proyek

pembangunan RSUD Suwiti Petang, Badung, dengan responden sebanyak 42 orang yang terdiri dari tenaga kerja dan pihak manajemen proyek. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner yang disusun berdasarkan indikator penerapan K3L, tingkat kepatuhan pekerja, serta peran manajemen proyek.

Analisis data dilakukan menggunakan metode Analisis Faktor Eksploratori (Exploratory Factor Analysis/EFA) dengan pendekatan Principal Component Analysis (PCA) menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Tahapan analisis meliputi uji validitas dan reliabilitas instrumen, uji KMO dan Bartlett's Test untuk mengukur kelayakan data, serta analisis Measure of Sampling Adequacy (MSA). Selanjutnya dilakukan ekstraksi faktor untuk menentukan jumlah faktor yang terbentuk berdasarkan nilai eigenvalue lebih dari 1, serta analisis Total Variance Explained untuk mengetahui kontribusi masing-masing faktor terhadap varians data.

Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk mengidentifikasi faktor dominan yang memengaruhi penerapan K3L. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan antar variabel serta faktor utama yang berperan dalam mendukung efektivitas penerapan K3L di proyek konstruksi.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di RSUD Suwiti yang berlokasi di Jl. Raya Pura Pucak Mangu, Pelaga, Kec. Petang, Kabupaten Badung, Bali 80353.

Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data – data yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber penelitian di lokasi proyek. Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner terstruktur kepada responden yang terlibat dalam Proyek Pembangunan RSUD Suwiti, meliputi tenaga kerja, pengawas lapangan, dan staf manajemen proyek. Selain itu, data primer juga diperoleh melalui observasi lapangan, teknik brainstorming, serta diskusi dengan pihak-pihak terkait (stakeholders) guna memperkuat pemahaman terhadap kondisi penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) di lapangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana Proyek Pembangunan RSUD Suwiti, berupa dokumen perencanaan dan pengelolaan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L), termasuk dokumen Upaya Pengelolaan Lingkungan (UPL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UKL), laporan K3 proyek, serta kebijakan dan prosedur keselamatan kerja yang berlaku di lokasi proyek. Data sekunder ini digunakan sebagai acuan awal dalam pemetaan potensi bahaya, pembandingan terhadap hasil pengumpulan data primer, serta dasar evaluasi kesesuaian penerapan K3L dengan standar OHSAS 18001:2007. Selain itu, data sekunder juga diperoleh dari hasil penelitian terdahulu, peraturan perundang-undangan, dan standar terkait K3L yang relevan, guna memperkuat landasan teori dan analisis dalam penelitian ini.

Populasi dan Sampel Penelitian

a) Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Menurut Sugiyono (2019:126) Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tenaga kerja yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan Proyek Pembangunan RSUD Suwiti di Petang, Kabupaten Badung, Bali yang berjumlah 42 Orang.

b) Sampel

Menurut Sugiyono (2019:127) Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sampel dalam penelitian ini menggunakan seluruh jumlah populasi, dikarenakan jumlah populasi yang kurang dari 100 orang jadi menggunakan metode sampel jenuh, menurut Sugiyono (2018:85) teknik sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel dimana semua anggota populasi digunakan menjadi sampel. Jadi jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 42 orang (seluruh tenaga kerja yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan Proyek Pembangunan RSUD Suwiti di Petang, Kabupaten Badung, Bali).

Kuesioner

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan Proyek

Pembangunan RSUD Suwiti di Petang, Kabupaten Badung. Responden penelitian meliputi pihak-pihak yang memiliki peran dan tanggung jawab dalam penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L), antara lain manajemen proyek, kontraktor pelaksana, konsultan pengawas, serta tenaga kerja yang terlibat di lapangan. Mengingat jumlah populasi responden relatif terbatas dan kurang dari 100 orang, maka seluruh populasi dijadikan sebagai sampel penelitian (total sampling), sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2018) bahwa apabila jumlah populasi kurang dari 100, maka seluruh populasi dapat dijadikan sampel penelitian.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa kuesioner tertutup yang disusun berdasarkan indikator penerapan K3L yang mengacu pada standar OHSAS 18001:2007 serta ketentuan keselamatan kerja di proyek konstruksi. Setiap butir pernyataan dalam kuesioner disusun untuk menggambarkan kondisi nyata penerapan K3L di lapangan, meliputi aspek kebijakan K3L, pelatihan K3L, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), pengawasan keselamatan kerja, serta kondisi lingkungan kerja.

Kuesioner dalam penelitian ini menggunakan skala Likert lima tingkat untuk mengukur persepsi dan penilaian responden terhadap penerapan K3L pada proyek. Skala Likert dipilih karena mampu mengubah persepsi subjektif responden menjadi data kuantitatif yang dapat dianalisis secara statistik. Adapun skala penilaian yang digunakan adalah sebagai berikut: Sangat Baik (skor 5), Baik (skor 4), Cukup (skor 3), Kurang (skor 2), dan Sangat Kurang (skor 1).

Skor yang diperoleh dari setiap jawaban responden selanjutnya dijumlahkan dan dihitung nilai rata-ratanya untuk masing-masing indikator penerapan K3L. Hasil pengolahan data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis faktor guna mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang memengaruhi penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) pada Proyek Pembangunan RSUD Suwiti, Petang, Kabupaten Badung.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang disusun berdasarkan indikator penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L). Kuesioner digunakan untuk memperoleh data primer mengenai tingkat pemahaman, sikap, dan kepatuhan pekerja terhadap penerapan K3L di proyek. Selain kuesioner, instrumen pendukung berupa lembar observasi digunakan untuk mengamati secara langsung kondisi lingkungan kerja, penggunaan APD, serta penerapan prosedur keselamatan di lapangan. Skala pengukuran yang digunakan dalam kuesioner adalah skala Likert, yang memungkinkan responden memberikan penilaian terhadap pernyataan yang diajukan secara sistematis

dan terukur.

Tabel 3.1 Variabel – Variabel Penelitian

No	Variabel	Indikator	Sumber
A. Indikator Kebijakan dan Manajemen K3L			
1	X1	Kebijakan K3L tertulis dan terdokumentasi	(OHSAS 18001:2007)
2	X2	Komitmen manajemen terhadap penerapan K3L	(OHSAS 18001:2007)
3	X3	Sosialisasi kebijakan K3L kepada pekerja	(Putera, 2017)
4	X4	Keterlibatan pimpinan dalam pengawasan K3L	(Ramlah, 2022)
B. Indikator Perencanaan K3L			
5	X5	Identifikasi bahaya dan penilaian risiko kerja	(OHSAS 18001:2007)
6	X6	Penyusunan prosedur kerja aman	(Yulastami, 2024)
7	X7	Penetapan program dan target K3L	(Abdullah, 2023)
C. Indikator Pelatihan dan Kesadaran K3L			
8	X8	Pelatihan K3 bagi pekerja proyek	(Asih, 2020)
9	X9	Pelaksanaan Safety Morning Talk	(Sitompul et al., 2022)
10	X10	Pemahaman pekerja terhadap risiko kerja	(Ryan Saputra, 2018)
D. Indikator Alat Pelindung Diri (APD)			
11	X11	Ketersediaan APD sesuai jenis pekerjaan	(Alif Anugrah, 2025)
12	X12	Kepatuhan pekerja dalam menggunakan APD	(Esa Unggul, 2023)
13	X13	Kondisi dan kelayakan APD	(Nirmalawati et al., 2024)
E. Indikator Pelaksanaan dan Pengendalian K3L			
14	X14	Penerapan prosedur K3L di lapangan	(Prasetyawati et al., 2024)
15	X15	Pemasangan rambu-rambu keselamatan kerja	(Graceza F. Santosa, 2022)
16	X16	Pengawasan pekerjaan berisiko tinggi	(Daniel Wynalda, 2018)
F. Indikator Lingkungan Kerja			
17	X17	Kebersihan dan kerapian area proyek	(Sunarjo & Kurniawan, 2024)
18	X18	Pengelolaan limbah proyek konstruksi	(Prasetyawati et al., 2024)
19	X19	Pengendalian debu, kebisingan, dan bahan berbahaya	(Michael R. A. Sumanti et al., 2023)
G. Indikator Kesiapsiagaan dan Tanggap Darurat			
20	X20	Ketersediaan prosedur keadaan darurat	(OHSAS 18001:2007)
21	X21	Ketersediaan alat pemadam kebakaran	(Rochmatul Anisa et al., 2023)
22	X22	Pemahaman pekerja terhadap tindakan darurat	(Awaluddin et al., 2021)
H. Indikator Pengawasan dan Evaluasi K3L			
23	X23	Inspeksi dan audit K3L rutin	(Putera, 2017)
24	X24	Pencatatan dan	(Abdullah, 2023)

		pelaporan kecelakaan kerja	
25	X25	Tindakan perbaikan atas pelanggaran K3L	(Ramlah, 2022)

Uji Validitas dan Reliabilitas

Untuk mengetahui kelayakan kuesioner dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas. Uji validitas merupakan pengujian untuk menentukan sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya. Perhitungan uji validitas menggunakan SPSS (statistical product and service solution), dimana akan dicari korelasi tiap pertanyaan dengan cara r hitung dibandingkan dengan r tabel. Apabila r hitung $>$ r tabel, maka item pertanyaan tersebut dinyatakan valid. Uji reliabilitas digunakan untuk melihat apakah alat ukur yang digunakan 31 menunjukkan konsistensi di dalam melakukan pengukuran. Sebuah kuesioner dinyatakan reliabel jika memberikan sebuah hasil yang konsisten pada setiap pengukuran. Uji reliabilitas kuesioner dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Cronbach's Alpha. Untuk pengujian terdapat batasan tertentu, jika nilai reliabilitas kurang dari 0,60 adalah kurang baik, sedangkan lebih dari 0,60 dapat diterima. Adapun cara yang digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan rumus koefisien Cronbach's Alpha (α) $>$ tarif signifikan 60% atau 0,60, menunjukkan bahwa indikator yang digunakan untuk mengukur konsep dalam penelitian ini cukup reliable. prinsip dasar pemakaian analisis reliabilitas yaitu dengan melihat nilai alpha tertinggi, diatas 0,6. Hal tersebut menandakan bahwa pertanyaan berstruktur sebagai indikator penelitian memiliki konsistensi internal yang baik.

Analisis Data

Analisis data dapat dilakukan dengan menggunakan metode manual maupun dengan bantuan perangkat lunak. Dalam studi ini, analisis data akan dilaksanakan melalui proses penyederhanaan sehingga data lebih mudah dipahami dan dianalisis. Untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi penerapan K3L, dilakukan analisis faktor. Data yang diperoleh akan diolah dan direkapitulasi dengan menggunakan Statistical Program For Social Science (SPSS).

a) Pengujian Analisis Faktor

Langkah pengujian variabel dalam analisis faktor bertujuan untuk menilai variabel mana yang dianggap sesuai untuk dimasukkan ke dalam tahap analisis faktor berikutnya. Untuk keperluan ini, pengujian dilakukan dengan metode Keiser Mayer Olkin Measure Of Sampling Adequacy (KMO-MSA) dan Bartlett's Test Of Sphericity. Aturan pengambilan keputusan dalam pengujian ini adalah jika nilai KMO dan Bartlett's Test Of Sphericity $>$ 0,5 dan nilai

signifikan dalam output SPSS. Nilai lebih besar dari taraf nyata (α), maka berarti bahwa variabel-variabel dalam pengujian ini sudah memenuhi syarat untuk dilanjutkan dalam analisis faktor berikutnya. Menurut Keiser dan Rice (1974), kriteria pengukuran KMO harus memenuhi ketentuan nilai sebagai berikut (Sharman, 1996):

- Nilai KMO di antara 0,81 - 0,9 dinyatakan sangat baik.
- Nilai KMO di antara 0,71 - 0,8 dinyatakan baik.
- Nilai KMO di antara 0,61 - 0,7 dinyatakan cukup.
- Nilai KMO di antara 0,51 - 0,6 dinyatakan memadai.
- Nilai KMO sebesar 0,5 dinyatakan kurang.
- Nilai KMO di bawah 0,5 dinyatakan tidak layak.

b) Rumus Slovin

Rumus Slovin pertama kali diperkenalkan oleh Slovin (1960) sebagai salah satu metode untuk menentukan jumlah sampel minimum dari suatu populasi dengan tingkat kesalahan tertentu. Menurut Sugiyono (2018), rumus ini digunakan ketika peneliti tidak mengetahui varians populasi secara pasti sehingga diperlukan pendekatan sederhana untuk memperkirakan ukuran sampel. Rumus Slovin dinyatakan dalam bentuk $n = N / (1 + N e^2)$, di mana n adalah jumlah sampel, N adalah jumlah populasi, dan e adalah margin of error yang ditentukan peneliti. Dengan kata lain, rumus ini membantu peneliti menentukan ukuran sampel yang representatif dengan tingkat kesalahan tertentu agar hasil penelitian tetap valid dan efisien.

Rumus untuk menentukan jumlah sampel antara lain :

1. Rumus Slovin

$$n = N / N e^2 + 1$$

Keterangan :

n = sampel

N = populasi

e = batas toleransi 0,052

d = nilai presisi 95%

Skala Likert

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data yang akurat yaitu dengan menggunakan Skala Likert. Skala Likert adalah skala yang dilakukan untuk mengumpulkan data untuk mengetahui atau mengukur data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Data tersebut diperoleh untuk mengetahui pendapat, persepsi, ataupun sikap seseorang terhadap sebuah fenomena yang terjadi. Menurut (Sugiyono, 2006) mengatakan bahwa skala likert dipergunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi terhadap individu atau kelompok terkait dengan fenomena sosial yang menjadi objek penelitian.

Dengan skala likert, responden diminta untuk melengkapi kuesioner yang harus mereka isi untuk menunjukkan tingkat persetujuannya terhadap serangkaian pertanyaan. Tingkat persetujuan yang dimaksud dalam skala likert terdiri 5 pilihan skala yang mempunyai gradasi yaitu :

- | | |
|------------------------------|--------|
| 1. Sangat Setuju (ST) | Skor 5 |
| 2. Setuju (S) | Skor 4 |
| 3. Netral | Skor 3 |
| 4. Tidak Setuju (TS) | Skor 2 |
| 5. Sangat Tidak Setuju (STS) | Skor 1 |

Metode Ohsas 18001:2007

Metode OHSAS 18001:2007 digunakan sebagai acuan dalam menganalisis penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) pada Proyek Pembangunan RSUD Suwiti. OHSAS 18001:2007 merupakan standar internasional yang berisi persyaratan sistem manajemen K3 yang bertujuan untuk mengendalikan risiko keselamatan dan kesehatan kerja, mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, serta meningkatkan kinerja K3 secara berkelanjutan.

Dalam penelitian ini, OHSAS 18001:2007 digunakan sebagai dasar penyusunan indikator penilaian penerapan K3L, yang kemudian diukur melalui kuesioner dan observasi lapangan. Setiap indikator disesuaikan dengan klausul dalam OHSAS 18001:2007, sehingga hasil analisis dapat menggambarkan tingkat kesesuaian penerapan K3L pada proyek dengan standar yang berlaku.

Metode Analisis Faktor

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode Analisis Faktor Eksploratori (Exploratory Factor Analysis/EFA) dengan pendekatan Principal Component Analysis (PCA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang memengaruhi penerapan K3L. Tahapan analisis meliputi uji KMO, *Bartlett's Test*, *Measure of Sampling Adequacy* (MSA), serta analisis Total Variance Explained.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Umum

Berdasarkan hasil observasi, proyek pembangunan yang menjadi objek penelitian telah selesai dilaksanakan sesuai perencanaan dan berlokasi di Jl. Raya Pura Pucak Mangu, Pelaga, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung, Bali. Proyek ini bertujuan untuk meningkatkan fasilitas kawasan serta menciptakan lingkungan yang lebih tertib, aman, dan nyaman. Dalam pelaksanaannya, aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) menjadi

perhatian utama guna meminimalisir risiko kecelakaan kerja dan menjaga kondisi lingkungan.

Data penelitian merupakan data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan dan penyebaran kuesioner kepada 42 responden yang terdiri dari tenaga kerja dan pihak manajemen proyek. Instrumen penelitian menggunakan kuesioner dengan 24 indikator yang mencakup aspek kebijakan, pelaksanaan, penggunaan APD, hingga pengawasan K3L, dengan skala Likert 1–5. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan SPSS melalui uji validitas, reliabilitas, dan analisis faktor untuk mengidentifikasi faktor dominan yang memengaruhi penerapan K3L. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat penerapan K3L berada pada kategori sangat baik, yang ditandai dengan dominasi penilaian tinggi dari responden, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem manajemen K3L telah diterapkan secara efektif dalam proyek tersebut.

Karakteristik Responden

Deskripsi karakteristik responden adalah menguraikan atau memberikan gambaran mengenai identitas responden dalam penelitian ini. Sebab dengan menguraikan identitas responden yang menjadi sampel dalam penelitian ini maka akan dapat diketahui sejauh mana identitas responden dalam penelitian ini. Profil responden diperoleh dari data responden pada kuesioner yang diolah dan hasilnya dipergunakan untuk memberikan penjelasan ataupun gambaran tentang karakteristik responden yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram. Bagian ini terdiri atas:

1. Umur Responden
2. Jenis Kelamin Responden
3. Jabatan Responden

1. Umur Responden

Tabel rata – rata umur responden

No	Jenis Kelamin	Tanggapan Responden	
		Orang	%
1	Laki – Laki	34	81%
2	Perempuan	8	19%
Jumlah		42 Orang	100%

Berdasarkan tabel mengenai hasil *distribusi frekuensi* responden menurut jenis kelamin, dapat dilihat bahwa sebagian besar responden lebih banyak memiliki jenis kelamin laki-laki sebanyak 34 orang (81%), sedangkan jenis kelamin Perempuan sebanyak 8 orang (19%). Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata jenis kelamin responden adalah laki-laki.

2. Jenis Kelamin Responden

Tabel rata – rata jenis kelamin responden

No	Jenis Kelamin	Tanggapan Responden	
		Orang	%
1	<25 Tahun	12	28%
2	26 – 35 Tahun	15	36%

3	36 – 45 Tahun	10	24%
4	>45 Tahun	5	12%
Jumlah		42 Orang	100%

Berdasarkan tabel tersebut, responden terbanyak berada pada rentang usia 26–35 tahun yaitu sebesar 36%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada usia produktif dan memiliki pengalaman kerja yang cukup dalam bidang konstruksi.

3. Jabatan Responden

Tabel Rata – Rata Jabatan Responden

No	Jenis Kelamin	Tanggapan Responden	
		Orang	%
1	Pekerja Lapangan	20	48%
2	Staf Kontraktor	8	18%
3	Konsultan Pengawas	6	14%
4	Konsultan Perencana	4	10%
5	Owner / Perwakilan Owner	4	10%
Jumlah		42 Orang	100%

Berdasarkan tabel tersebut, mayoritas responden adalah pekerja lapangan sebesar 48%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar data diperoleh dari pihak yang terlibat langsung dalam aktivitas pekerjaan di lapangan, sehingga informasi yang diberikan relevan terhadap penerapan K3L secara operasional.

Indikator dan Variabel Penelitian

Penelitian ini membahas mengenai analisis faktor yang mempengaruhi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada proyek pembangunan yang menjadi objek penelitian. Analisis faktor digunakan untuk mengelompokkan indikator-indikator penelitian ke dalam beberapa faktor utama yang terbentuk berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan program SPSS.

Dalam penelitian ini terdapat 24 indikator yang diperoleh dari hasil penyusunan kuesioner dan disebarkan kepada 42 responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek. Indikator-indikator tersebut mencakup aspek kebijakan dan manajemen K3L, perencanaan, pelatihan, penggunaan alat pelindung diri (APD), pelaksanaan di lapangan, kondisi lingkungan kerja, kesiapsiagaan tanggap darurat, serta pengawasan dan evaluasi. Pemberian nama variabel pada setiap indikator penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel Indikator Variabel Penelitian

No	Indikator	Variabel
1	Kebijakan K3L tertulis dan terdokumentasi	X ₁
2	Komitmen manajemen terhadap penerapan K3L	X ₂

3	Sosialisasi kebijakan K3L kepada pekerja	X ₃
4	Keterlibatan pimpinan dalam pengawasan K3L	X ₄
5	Identifikasi bahaya dan penilaian risiko kerja	X ₅
6	Penyusunan prosedur kerja aman	X ₆
7	Penetapan program dan target K3L	X ₇
8	Pelatihan K3 bagi pekerja proyek	X ₈
9	Pelaksanaan Morning Safety Talk	X ₉
10	Pemahaman pekerja terhadap risiko kerja	X ₁₀
11	Ketersediaan APD sesuai jenis pekerjaan	X ₁₁
12	Kepatuhan pekerja dalam menggunakan APD	X ₁₂
13	Kondisi dan kelayakan APD	X ₁₃
14	Penerapan prosedur K3L di lapangan	X ₁₄
15	Pemasangan rambu-rambu keselamatan kerja	X ₁₅
16	Pengawasan pekerjaan berisiko tinggi	X ₁₆
17	Kebersihan dan kerapian area proyek	X ₁₇
18	Pengelolaan limbah proyek konstruksi	X ₁₈
19	Pengendalian debu, kebisingan, dan bahan berbahaya	X ₁₉
20	Ketersediaan prosedur keadaan darurat	X ₂₀
21	Ketersediaan alat pemadam kebakaran	X ₂₁
22	Pemahaman pekerja terhadap tindakan darurat	X ₂₂
23	Inspeksi dan audit K3L rutin	X ₂₃
24	Pencatatan dan pelaporan kecelakaan kerja	X ₂₄
25	Tindakan perbaikan atas pelanggaran K3L	X ₂₅

Analisis Data

Setelah data diperoleh dari 42 responden yang terlibat langsung dalam Proyek Pembangunan Gedung RSUD Suwiti Petang Badung, selanjutnya data ditabulasi dan diolah menggunakan bantuan program SPSS. Data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner dengan skala Likert 1–5 yang mencakup indikator aspek kebijakan dan manajemen K3L, perencanaan, pelatihan, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), pelaksanaan di lapangan, kondisi lingkungan kerja, kesiapsiagaan tanggap darurat, serta pengawasan dan evaluasi. Analisis data dilakukan melalui uji validitas dan reliabilitas untuk memastikan bahwa instrumen penelitian layak digunakan, kemudian dilanjutkan dengan analisis faktor menggunakan uji KMO, Bartlett's Test, dan Measure of Sampling Adequacy (MSA) guna mengetahui kelayakan data serta mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang mempengaruhi penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) pada proyek tersebut. Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel nilai korelasi dan nilai rata-rata (mean) untuk menggambarkan tingkat penerapan K3L berdasarkan jawaban responden, yang secara umum menunjukkan kategori sangat baik dan optimal.

Uji Instrumen

Sebelum dilakukan pengolahan seluruh data penelitian, terlebih dahulu dilakukan pengujian

terhadap instrumen kuesioner melalui uji validitas dan uji reliabilitas. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap item pertanyaan dalam kuesioner layak digunakan sebagai alat pengumpulan data serta memiliki tingkat konsistensi yang baik.

Uji kuesioner dilakukan terhadap 42 responden yang terdiri dari staf kontraktor, pekerja lapangan, konsultan perencana, konsultan pengawas, serta pihak owner yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek. Instrumen penelitian terdiri dari 25 indikator (X1–X25) yang mencakup aspek kebijakan dan manajemen K3L, perencanaan, pelatihan dan kesadaran, penggunaan alat pelindung diri (APD), pelaksanaan dan pengendalian K3L, lingkungan kerja, kesiapsiagaan tanggap darurat, serta pengawasan dan evaluasi.

Hasil jawaban responden kemudian dikonversi ke dalam bentuk data kuantitatif berdasarkan skala Likert 1–5 sehingga dapat dilakukan analisis statistik. Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan diolah menggunakan program Statistical Program for Social Science (SPSS) for Windows.

Selanjutnya dilakukan analisis faktor untuk mengelompokkan 25 indikator tersebut ke dalam beberapa faktor utama yang terbentuk berdasarkan nilai eigenvalue dan factor loading. Melalui analisis ini dapat diketahui faktor-faktor dominan yang mempengaruhi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada proyek yang diteliti, serta tingkat penerapannya berdasarkan hasil jawaban responden yang menunjukkan kategori sangat baik dan optimal.

Tabulasi data Faktor Penerapan Manajemen K3L

No	Faktor Penerapan Manajemen K3L	Skala					Mean	Modus
		1	2	3	4	5		
1	Kebijakan K3L tertulis dan terdokumentasi	0	2	17	19	4	3.60	4
2	Komitmen manajemen terhadap penerapan K3L	0	2	15	19	6	3.69	4
3	Sosialisasi kebijakan K3L kepada pekerja	0	5	13	20	4	3.55	4
4	Keterlibatan pimpinan dalam pengawasan K3L	0	3	16	22	1	3.50	4
5	Identifikasi bahaya dan penilaian risiko kerja	0	2	14	21	5	3.69	4
6	Penyusunan prosedur kerja aman	0	2	17	19	4	3.60	4

7	Penetapan program dan target K3L	0	3	18	18	3	3.50	3
8	Pelatihan K3 bagi pekerja proyek	0	3	20	15	4	3.48	3
9	Pelaksanaan Morning Safety Talk	0	3	18	17	4	3.52	3
10	Pemahaman pekerja terhadap risiko kerja	0	1	19	18	4	3.60	3
11	Ketersediaan APD sesuai jenis pekerjaan	0	3	14	23	2	3.57	4
12	Kepatuhan pekerja dalam menggunakan APD	0	4	18	13	7	3.55	3
13	Kondisi dan kelayakan APD	0	2	19	18	3	3.52	3
14	Penerapan prosedur K3L di lapangan	0	2	17	20	3	3.57	4
15	Pemasangan rambu-rambu keselamatan kerja	0	4	13	22	3	3.57	4
16	Pengawasan pekerjaan berisiko tinggi	0	2	19	19	2	3.50	3
17	Kebersihan dan kerapian area proyek	0	3	17	17	5	3.57	3
18	Pengelolaan limbah proyek konstruksi	0	2	19	14	7	3.62	3
19	Pengendalian debu, kebisingan, dan bahan berbahaya	0	3	16	19	4	3.57	4
20	Ketersediaan prosedur keadaan darurat	0	2	19	15	6	3.60	3
21	Ketersediaan alat pemadam kebakaran	0	2	18	17	5	3.60	3
22	Pemahaman pekerja terhadap tindakan darurat	0	3	17	17	5	3.57	3
23	Inspeksi dan audit K3L rutin	0	3	18	17	4	3.52	3
24	Tindakan perbaikan atas pelanggaran K3L	0	3	16	20	3	3.55	4
25	Tindakan perbaikan atas pelanggaran K3L	0	5	14	17	6	3.57	4

Dari Tabel di atas, data kuesioner ditabulasi untuk mengetahui jumlah masing-masing penilaian atau persepsi responden terhadap setiap indikator penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan

Kerja serta Lingkungan (K3L) pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Suwiti Petang Badung. Selain itu, tabulasi ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai mean (rata-rata) pada setiap indikator sehingga dapat menggambarkan tingkat penilaian responden secara keseluruhan. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai mean seluruh indikator berada pada kisaran 3,48 hingga 3,69 yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan jawaban pada kategori setuju. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan Manajemen K3L pada proyek tersebut telah berjalan dengan baik dan mendapat persepsi positif dari responden. Dengan demikian, melalui tabel tersebut dapat dilihat secara jelas tingkat penilaian responden terhadap masing-masing indikator, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam analisis lebih lanjut untuk menentukan faktor-faktor yang paling berpengaruh dalam penerapan Manajemen K3L pada proyek tersebut.

Pengujian Validitas

Untuk menguji apakah instrument yang digunakan, dalam hal ini kuesioner memenuhi persyaratan validitas, pada dasarnya digunakan Korelasi Pearson. Cara analisisnya dengan cara menghitung koefisien korelasi antara masing-masing nilai pada nomor pertanyaan dengan nilai total dari nomor pernyataan tersebut. Selanjutnya koefisien korelasi yang diperoleh r masih harus diuji signifikansinya bisa menggunakan uji t atau membandingkannya dengan r tabel. Bila t hitung $> t$ tabel atau r hitung $> r$ tabel, maka nomor pertanyaan tersebut valid. Dalam tugas akhir ini, dilakukan perbandingan antara r hitung dengan r tabel untuk mengetahui apakah pertanyaan tersebut valid atau tidak. Tabel berikut adalah tabel yang di input langsung dari SPSS yang merupakan hasil dari uji validitas. Suatu item pernyataan dinyatakan valid jika r hitung $> r$ tabel, maka rangkuman hasil uji validitas dari variabel Corrected Item – total Correlation tersebut ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.6 Indikator Variabel Penelitian

No	Variabel	Pernyataan	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	R tabel	Keterangan
1	X ₁	Kebijakan K3L tertulis dan terdokumentasi	0,833	0,001	0,304	Valid
2	X ₂	Komitmen manajemen terhadap penerapan K3L	0,870	0,001	0,304	Valid
3	X ₃	Sosialisasi kebijakan K3L kepada pekerja	0,846	0,001	0,304	Valid
4	X ₄	Keterlibatan pimpinan dalam pengawasan K3L	0,789	0,001	0,304	Valid
5	X ₅	Identifikasi bahaya dan	0,820	0,001	0,304	Valid

		penilaian risiko kerja				
6	X ₆	Penyusunan prosedur kerja aman	0,876	0,001	0,304	Valid
7	X ₇	Penetapan program dan target K3L	0,877	0,001	0,304	Valid
8	X ₈	Pelatihan K3 bagi pekerja proyek	0,854	0,001	0,304	Valid
9	X ₉	Pelaksanaan Morning Safety Talk	0,909	0,001	0,304	Valid
10	X ₁₀	Pemahaman pekerja terhadap risiko kerja	0,826	0,001	0,304	Valid
11	X ₁₁	Ketersediaan APD sesuai jenis pekerjaan	0,829	0,001	0,304	Valid
12	X ₁₂	Kepatuhan pekerja dalam menggunakan APD	0,897	0,001	0,304	Valid
13	X ₁₃	Kondisi dan kelayakan APD	0,848	0,001	0,304	Valid
	X ₁₄	Penerapan prosedur K3L di lapangan	0,876	0,001	0,304	Valid
15	X ₁₅	Pemasangan rambu-rambu keselamatan kerja	0,826	0,001	0,304	Valid
16	X ₁₆	Pengawasan pekerjaan berisiko tinggi	0,803	0,001	0,304	Valid
17	X ₁₇	Kebersihan dan kerapian area proyek	0,847	0,001	0,304	Valid
18	X ₁₈	Pengelolaan limbah proyek konstruksi	0,882	0,001	0,304	Valid
19	X ₁₉	Pengendalian debu, kebisingan, dan bahan berbahaya	0,815	0,001	0,304	Valid
20	X ₂₀	Ketersediaan prosedur keadaan darurat	0,866	0,001	0,304	Valid
21	X ₂₁	Ketersediaan alat pemadam kebakaran	0,907	0,001	0,304	Valid
22	X ₂₂	Pemahaman pekerja terhadap tindakan darurat	0,907	0,001	0,304	Valid
23	X ₂₃	Inspeksi dan audit K3L rutin	0,884	0,001	0,304	Valid
24	X ₂₄	Pencatatan dan pelaporan kecelakaan kerja	0,862	0,001	0,304	Valid
25	X ₂₅	Tindakan perbaikan atas pelanggaran K3L	0,908	0,001	0,304	Valid

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat dilihat bahwa hasil pengujian uji validitas terhadap 42 total sampel menunjukkan bahwa seluruh 25 item pernyataan dinyatakan valid. Hal ini dikarenakan setiap item memiliki nilai r hitung yang lebih besar dari r tabel sebesar 0,304 pada taraf signifikansi 5%. Selain itu, seluruh item

juga memiliki nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 atau lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat dinyatakan bahwa setiap item memiliki hubungan yang positif dan signifikan terhadap skor total variabel. Dengan demikian, tidak terdapat item yang gugur dalam pengujian validitas, sehingga seluruh 25 item pernyataan dapat digunakan dan dilanjutkan ke tahap pengujian selanjutnya.

Pengujian Reabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi dan kestabilan instrumen penelitian dalam mengukur variabel yang diteliti. Pengujian reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan metode Cronbach's Alpha dengan bantuan program SPSS. Suatu instrumen dikatakan reliabel apabila memiliki nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0,60, yang menunjukkan bahwa item-item dalam kuesioner memiliki konsistensi internal yang baik. Oleh karena itu, uji reliabilitas bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh indikator yang digunakan dalam penelitian ini mampu memberikan hasil pengukuran yang konsisten dan dapat dipercaya sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Hasil uji reliabilitas bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel Hasil Uji Reabilitas	
<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.987	25

Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan teknik Cronbach's Alpha dengan bantuan aplikasi SPSS Statistics Version 27. Data yang diuji berjumlah 42 responden dengan total 25 item pernyataan. Nilai minimum Cronbach's Alpha yang dapat diterima adalah sebesar 0,60. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,987 yang berarti telah melebihi batas minimum yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat tinggi. Dengan demikian, kuesioner dinyatakan reliabel dan layak digunakan untuk analisis data pada tahap selanjutnya.

Pengujian Kmo and Bartlett's Test

Uji Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan Bartlett's Test of Sphericity dilakukan untuk mengetahui kelayakan data sebelum dilakukan analisis faktor. Uji KMO bertujuan untuk mengukur tingkat kecukupan sampel secara keseluruhan dalam model, sedangkan Bartlett's Test digunakan untuk menguji apakah terdapat korelasi yang signifikan antar variabel. Kriteria pengujian menyatakan bahwa nilai KMO harus lebih besar dari 0,50 agar data dinyatakan layak untuk analisis faktor, dan nilai signifikansi Bartlett's Test harus kurang dari 0,05 yang menunjukkan adanya hubungan antar variabel. Hasil pengujian KMO and

Bartlett's Test bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel Hasil Pengujian KMO and Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.895
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1381.06
	df	300
	Sig.	.001

Berdasarkan tabel hasil uji KMO dan Bartlett's Test diperoleh nilai Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) sebesar 0,895 yang menunjukkan bahwa data berada dalam kategori sangat baik dan layak untuk dilakukan analisis faktor. Selain itu, hasil Bartlett's Test of Sphericity menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($< 0,05$) yang berarti terdapat korelasi yang signifikan antar variabel.

Pengujian MSA (*Anti-Image / Measure Of Sampling Adequacy*)

Uji Measure of Sampling Adequacy (MSA) dilakukan untuk mengetahui tingkat kecukupan sampel pada masing-masing variabel sebelum dilakukan analisis faktor. Nilai MSA menunjukkan seberapa layak setiap variabel untuk dianalisis lebih lanjut dalam model faktor. Kriteria yang digunakan adalah apabila nilai MSA lebih besar dari 0,50 maka variabel tersebut dinyatakan layak dan dapat dipertahankan dalam analisis, sedangkan variabel dengan nilai MSA kurang dari 0,50 sebaiknya dieliminasi. Oleh karena itu, pengujian MSA bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh indikator yang digunakan memenuhi persyaratan dalam proses analisis faktor. Hasil pengujian MSA bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel Hasil Pengujian MSA		
No	Variabel	Nilai MSA
1	X ₁	0,850
2	X ₂	0,863
3	X ₃	0,904
4	X ₄	0,882
5	X ₅	0,824
6	X ₆	0,915
7	X ₇	0,891
8	X ₈	0,904
9	X ₉	0,895
10	X ₁₀	0,926
11	X ₁₁	0,894
12	X ₁₂	0,885
13	X ₁₃	0,858
14	X ₁₄	0,877
15	X ₁₅	0,950
16	X ₁₆	0,861
17	X ₁₇	0,912
18	X ₁₈	0,851
19	X ₁₉	0,943
20	X ₂₀	0,910
21	X ₂₁	0,936

22	X ₂₂	0,946
23	X ₂₃	0,870
24	X ₂₄	0,924
25	X ₂₅	0,934

Berdasarkan hasil pengujian Measure of Sampling Adequacy (MSA) yang diperoleh dari matriks Anti-image Correlation, seluruh variabel memiliki nilai MSA di atas 0,50, bahkan sebagian besar berada di atas 0,80. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing variabel memiliki tingkat kecukupan sampel yang sangat baik dan layak untuk dianalisis lebih lanjut dalam analisis faktor. Karena tidak terdapat nilai MSA yang berada di bawah batas minimum 0,50, maka tidak ada variabel yang perlu dieliminasi pada tahap ini.

Analisis Faktor (EFA)

1. Pengujian *Communalities*

Uji *Communalities* dilakukan dalam analisis faktor untuk mengetahui seberapa besar varians masing-masing variabel dapat dijelaskan oleh faktor yang terbentuk. Nilai *communalities* menunjukkan proporsi varians suatu variabel yang dapat diterangkan oleh faktor-faktor hasil ekstraksi. Semakin besar nilai *extraction* (mendekati 1), maka semakin besar pula kemampuan faktor dalam menjelaskan variabel tersebut. Kriteria yang umum digunakan adalah nilai *communalities* lebih besar dari 0,50 yang menunjukkan bahwa variabel tersebut layak dipertahankan dalam model analisis faktor. Oleh karena itu, pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap indikator memiliki kontribusi yang memadai dalam pembentukan faktor. Hasil uji *communalities* bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel Hasil Uji <i>Communalities</i>		
	<i>Communalities</i>	
	<i>Initial</i>	<i>Extraction</i>
X ₁	1.000	0.715
X ₂	1.000	0.775
X ₃	1.000	0.736
X ₄	1.000	0.648
X ₅	1.000	0.695
X ₆	1.000	0.786
X ₇	1.000	0.790
X ₈	1.000	0.751
X ₉	1.000	0.842
X ₁₀	1.000	0.704
X ₁₁	1.000	0.710
X ₁₂	1.000	0.820
X ₁₃	1.000	0.742
X ₁₄	1.000	0.786
X ₁₅	1.000	0.705
X ₁₆	1.000	0.670
X ₁₇	1.000	0.739
X ₁₈	1.000	0.796

X ₁₉	1.000	0.689
X ₂₀	1.000	0.772
X ₂₁	1.000	0.837
X ₂₂	1.000	0.838
X ₂₃	1.000	0.801
X ₂₄	1.000	0.762
X ₂₅	1.000	0.838
Extraction Method: Principal Component Analysis.		

Berdasarkan tabel hasil uji *Communalities*, seluruh variabel memiliki nilai *extraction* di atas 0,50, dengan nilai berkisar antara 0,648 hingga 0,842. Hal ini menunjukkan bahwa setiap indikator mampu dijelaskan dengan baik oleh faktor yang terbentuk dalam analisis faktor. Nilai *communalities* yang tinggi mengindikasikan bahwa varians masing-masing variabel sebagian besar dapat diterangkan oleh faktor-faktor yang diekstraksi. Karena seluruh nilai telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka tidak terdapat variabel yang perlu dieliminasi dan seluruh indikator dapat dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya.

2. Pengujian *Total Variance Explained*

Uji *Total Variance Explained* merupakan bagian dari analisis faktor yang bertujuan untuk mengetahui jumlah faktor yang terbentuk serta besarnya kontribusi masing-masing faktor dalam menjelaskan varians total dari seluruh variabel yang diteliti. Nilai yang diperhatikan dalam pengujian ini adalah *eigenvalue* dan persentase variasi (% of variance) yang mampu dijelaskan oleh setiap faktor. Suatu faktor dinyatakan layak dipertahankan apabila memiliki nilai *eigenvalue* lebih besar dari 1. Oleh karena itu, pengujian *Total Variance Explained* dilakukan untuk menentukan jumlah faktor utama yang terbentuk dan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan faktor tersebut dalam menjelaskan keseluruhan variabel penelitian. Hasil uji *Total Variance Explained* bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel Hasil Uji <i>Total Variance Explained</i>			
Komponen	<i>Eigenvalue</i>	% of Variance	<i>Cumulative %</i>
1	18,947	75,789	75,789
2	0,718	2,872	78,661
3	0,667	2,669	81,330
4	0,606	2,426	83,756
5	0,584	2,338	86,094
6	0,548	2,192	88,286
7	0,445	1,782	90,068
8	0,352	1,408	91,476
9	0,317	1,268	92,744
10	0,291	1,165	93,909
11	0,250	0,999	94,908
12	0,217	0,868	95,776
13	0,190	0,761	96,537

14	0,165	0,660	97,197
15	0,142	0,568	97,765
16	0,119	0,474	98,240
17	0,102	0,409	98,649
18	0,096	0,383	99,032
19	0,061	0,244	99,275
20	0,054	0,216	99,491
21	0,039	0,157	99,649
22	0,038	0,153	99,901
23	0,023	0,091	99,892
24	0,015	0,059	99,952
25	0,012	0,048	100,000

Berdasarkan tabel hasil uji *Total Variance Explained* menunjukkan bahwa hanya terdapat satu faktor utama yang memiliki nilai eigenvalue lebih besar dari 1, yaitu sebesar 18,947 dengan kontribusi sebesar 75,789%. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh indikator dalam penelitian ini tidak terpisah ke dalam beberapa faktor yang berbeda, melainkan tergabung dalam satu faktor utama yang bersifat terpadu.

Pembahasan

Hasil analisis faktor menunjukkan bahwa hanya terbentuk satu faktor utama dengan nilai eigenvalue sebesar 18,947 dan kontribusi varian sebesar 75,789%. Hal ini mengindikasikan bahwa seluruh variabel dalam penelitian memiliki keterkaitan yang sangat kuat dan terintegrasi dalam satu faktor yang disebut sebagai "Faktor Integrasi Penerapan K3L". Ketiga aspek utama dalam penelitian, yaitu penerapan K3L, kepatuhan pekerja, dan peran manajemen proyek, terbukti tidak berdiri sendiri, melainkan saling berkaitan dan membentuk satu sistem yang utuh. Keberhasilan penerapan K3L dipengaruhi oleh sinergi antara kepatuhan pekerja, pengawasan yang efektif, serta komitmen manajemen dalam menyediakan fasilitas dan kebijakan keselamatan kerja.

Faktor utama yang terbentuk mampu menjelaskan sebagian besar varians data, menunjukkan bahwa model memiliki tingkat representasi yang sangat kuat. Indikator dengan nilai loading factor tertinggi, seperti pengawasan K3L, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), dan komitmen manajemen, menjadi faktor dominan yang berpengaruh dalam penerapan K3L. Meskipun hanya terbentuk satu faktor secara statistik, secara konseptual terdapat beberapa aspek penting yang saling mendukung dalam implementasi K3L. Namun demikian, masih terdapat varians yang tidak dijelaskan yang kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa penerapan K3L merupakan suatu sistem yang holistik dan terintegrasi, sehingga peningkatannya harus dilakukan secara menyeluruh dengan melibatkan seluruh pihak dalam proyek.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap 42 responden pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Suwiti Petang Badung, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan K3L.
Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh indikator yang diteliti membentuk satu faktor utama dengan kontribusi sebesar 75,789%. Hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor penerapan K3L seperti kebijakan, perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan memiliki keterkaitan yang sangat kuat dan bersifat terintegrasi. Dengan demikian, penerapan K3L pada proyek tidak dipengaruhi oleh faktor yang berdiri sendiri, melainkan oleh satu sistem yang terpadu.
2. Tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan APD dan prosedur keselamatan.
Tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan APD dan pelaksanaan prosedur keselamatan kerja tergolong baik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil kuesioner yang menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja telah memahami dan menerapkan prosedur keselamatan kerja serta menggunakan APD sesuai dengan ketentuan yang berlaku di proyek.
3. Peran manajemen proyek dalam penerapan K3L.
Manajemen proyek memiliki peran yang sangat penting dalam keberhasilan penerapan K3L, terutama dalam hal sosialisasi, pengawasan, dan evaluasi. Peran ini terlihat dari adanya dukungan kebijakan, pengawasan rutin, serta evaluasi terhadap pelaksanaan K3L di lapangan, sehingga sistem K3L dapat berjalan secara efektif dan terstruktur.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Suwiti Petang Badung, maka peneliti memiliki beberapa saran yang dapat diterapkan oleh berbagai pihak sebagai berikut:

1. Hendaknya pihak manajemen proyek mempertahankan dan terus meningkatkan integrasi sistem Manajemen K3L yang telah berjalan dengan baik, mengingat seluruh indikator penelitian menunjukkan keterkaitan yang kuat dan membentuk satu faktor dominan. Konsistensi dalam penerapan kebijakan, perencanaan, pelaksanaan, serta pengawasan K3L perlu terus dijaga agar sistem keselamatan tetap berjalan secara optimal pada proyek selanjutnya.
2. Hendaknya dilakukan evaluasi dan pengawasan

secara berkala terhadap pelaksanaan K3L di lapangan, khususnya pada tahap pekerjaan berisiko tinggi, guna memastikan bahwa prosedur keselamatan kerja benar-benar diterapkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Peningkatan koordinasi antara manajemen, pengawas, dan pekerja juga perlu diperkuat untuk menjaga efektivitas penerapan sistem K3L.

3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas objek penelitian pada proyek konstruksi lainnya atau menambahkan variabel tambahan seperti budaya keselamatan kerja, kepemimpinan manajemen, atau tingkat kepatuhan pekerja, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan penerapan Manajemen K3L.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2023). Analisis pengaruh keselamatan dan kesehatan kerja terhadap kinerja pekerja konstruksi: Proyek The Manhattan Mall & Condominium. *Jurnal Manajemen Konstruksi*, 8(1), 45–54.
- Abidin, Z. (2022). Faktor yang mempengaruhi penerapan K3 di RSUD Tais Seluma. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 13(1), 25–32.
- Ahmad, I. A., Taufieq, N. A. S., & Aras, A. H. (2009). Analisis pengaruh temperatur terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 16(2), 63–70.
- Alif, A. (2025). Analisis kecelakaan kerja pada proyek pembangunan rumah dinas perusahaan (RDP) di Kepulauan Riau. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 21(1), 75–84.
- Asih. (2020). Faktor yang mempengaruhi tingkat kecelakaan kerja pada pekerja proyek konstruksi gedung bertingkat. *Jurnal Teknik Konstruksi*, 12(2), 89–97.
- Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS
- Gustina, M., Tuloli, Y., & Alitu, A. (2022). Optimasi pelaksanaan pengecoran antara beton site mix dan ready mix dari batching plant pada pekerjaan pengendalian banjir Sungai Bolango Kota Gorontalo. *Composite Journal*, 2(2), 40–44.
- Hafizhurrahman. (2020). Analisis kualitas beton site mix pada proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 101–108.
- Hair, J. F., et al. (2010). *Multivariate Data Analysis*.
- Pardede, M. D., & Oemar, F. (2020). Pengendalian suhu beton massa 3500 m³ menggunakan balok es dan pengaruhnya terhadap beton (studi kasus: Pondasi raft gedung PPAG2). *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, 19(2), 158–164.
- Prabowo, A., & Rahardjo, B. (2021). Perbandingan penggunaan batching plant dan site mix dalam produksi beton siap pakai. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 55–62.
- Prasetyawati, M., Mijil, M., & Lenggogeni, A. (2024). Analisis penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan (SMK3L) pada proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 34–42.
- Saputra, R. (2018). Analisis faktor K3 yang mempengaruhi kecelakaan kerja pada pekerjaan pembangunan SMPN 038 Samarinda. *Jurnal Keselamatan Kerja*, 10(1), 45–53.
- Sari, R., & Prabowo, A. (2020). Analisis efisiensi penggunaan ready mix concrete dalam proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 88–94.
- Santosa, G. F. (2022). Pengaruh keselamatan dan kesehatan kerja (K3) terhadap kinerja pekerja konstruksi proyek di Surakarta. *Jurnal Manajemen Proyek*, 14(2), 102–110.
- Sitompul, N. R., Nuswantoro, W., & Puspasari, V. H. (2022). Analisis faktor-faktor keselamatan dan kesehatan kerja konstruksi di masa pandemi COVID-19 pada pembangunan gedung kuliah terpadu Universitas Palangka Raya. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 16(1), 56–65.
- Sunarjo, & Kurniawan. (2024). Analisis faktor keselamatan dan kesehatan kerja (K3), motivasi tenaga kerja, dan pengaruhnya pada kinerja pekerja di proyek konstruksi perumahan Kota Tangerang. *Jurnal Teknik Manajemen*, 17(2), 77–85.
- Tilik, L. F., & Sulianti, I. (2012). Pengaruh pemadatan beton segar terhadap kuat tekan beton. *Pilar*, 7(2), 44–50.
- Ulfa, F. (2006). Studi perbandingan beton ready mix dengan beton olah di tempat pada proyek pembangunan ruko di Kota Banjarbaru. *Info Teknik*, 7, 1–7.
- Wahyuningtyas, H. (2014). Metode pengecoran beton ready mix pada proyek Pasar Legi Parakan Temanggung (Tesis, Universitas Gadjah Mada).
- Widnyana, I. N. S., Putra, I. B. W., & Ariyasa, I. W. (2022). Analisis tingkat keselamatan lalu lintas di Kota Denpasar menggunakan indikator jumlah kecelakaan, panjang jalan, dan indeks severitas. *Jurnal Keselamatan Transportasi*, 10(2), 55–68.
- Widodo, B. (2015). Faktor penyebab kecelakaan kerja di industri konstruksi. *Jurnal Teknik Industri*, 12(3), 99–107.
- Wynalda, D. (2018). Analisis faktor-faktor penerapan K3 terhadap tingkat kecelakaan dan tingkat keparahan pada proyek konstruksi. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 15(3), 110–118.

- Yadnya, I. K. T. S. (2022). Analisis perbandingan metode pelaksanaan pengecoran ready mix concrete pump dengan site mix dari segi waktu dan biaya (studi kasus: Pembangunan gedung pelayanan RSUD Sanjiwani Gianyar) (Disertasi, Universitas Mahasaraswati Denpasar).
- Yanti, G. (2004). Analisis perencanaan waktu dan biaya dengan metode trade off pada proyek jembatan (Tesis, Universitas Islam Indonesia).
- Yuliastami. (2024). Faktor berpengaruh terhadap penerapan program K3 pada proyek gedung DPRD Sumenep. Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja, 19(1), 45–52.

Amretham tu widya



Fakultas Teknik, Perencanaan dan Informatika

Jl. Sangalangit, Tembawu, Denpasar - Bali

Telp. (0361) 464700, 464800

www.unhi.ac.id

email : teknik@unhi.ac.id

ISSN 3026-5363

