



# WIDYA TEKNIK

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

## ANALISIS DURASI DAN BIAYA DENGAN METODE *RESOURCES LEVELING* PADA PEMBANGUNAN BALAI SERBAGUNA BANJAR WONGAYA BETAN TABANAN

I Gede Ngurah Sunatha, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa, Tjokorda Istri Praganingrum dan I Nengah Sapta Widana

## EVALUASI PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK PEMBANGUNAN PASAR SINGAMANDAWA TAHAP I

I Kadek Bayu Widiantera, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni dan I Made Harta Wijaya

## ANALISIS PENYEBAB KEMACETAN LALU LINTAS PADA JALAN KOLEKTOR PRIMER KABUPATEN BADUNG (Studi Kasus: Jalan Raya Cangu, Kuta Utara)

Ida Bagus Wirahaji, I Wayan Muka dan Ketut Agus Karmadi

## KAJIAN TEKNIS GEDUNG BETON BERTULANG DAN PERENCANAAN PERKUATANNYA

I Made Yogi Dinanta, I Wayan Artana dan I Putu Laintarawan

## PENGARUH SERBUK BATU PARAS BELAYU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

I Made Ari Suhartapa, I Nyoman Suta Widnyana dan I Putu Laintarawan

## VARIASI SHEAR KEY TERHADAP STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER BETON BERTULANG

Ni Putu Silvi dan Made Novia Indriani

## PENGARUH BELANJA ONLINE TERHADAP PERILAKU PERJALANAN BELANJA DI KECAMATAN KUTA

I Made Surya Permana Putra, AAA Made Cahaya Wardani dan IB Wirahaji

Diterbitkan Oleh:  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik – Universitas Hindu Indonesia

|                     |            |          |                |                |                      |
|---------------------|------------|----------|----------------|----------------|----------------------|
| Jurnal Widya Teknik | Volume 019 | Nomor 02 | Halaman 47- 92 | ISSN 3026-5363 | Denpasar, April 2024 |
|---------------------|------------|----------|----------------|----------------|----------------------|

# Widya Teknik

## Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

### Dewan Redaksi

#### Penanggung Jawab / Patrons

Dr. AAA Made Cahaya Wardani, ST, MT.  
(Koordinator Program Studi Teknik Sipil)

#### Journal Manager / Editor in Chief

I Putu Laintarawan, ST., MT.

#### Editorial Member

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.  
Ir. I Wayan Artana, ST., MT.  
Ir. Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, ST., MT.  
Dr. Ida Bagus Wirahaji, ST., S.Ag., M.Si., MT.  
Ir. I Made Harta Wijaya, ST., MT.  
Cokorda Putra, ST., M.Si.

#### 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 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 UNHI DENPASAR, Jl. Sanggalangit, Penatih, Tembawu, Denpasar, Telp (0361) 464800 ext. 304, Email: [teknik@unhi.ac.id](mailto:teknik@unhi.ac.id), [teknik.unhi@gmail.com](mailto:teknik.unhi@gmail.com)



## Daftar Isi

Hal

|  |    |
|--|----|
| ANALISIS DURASI DAN BIAYA DENGAN METODE <i>RESOURCES LEVELING</i> PADA PEMBANGUNAN BALAI SERBAGUNA BANJAR WONGAYA BETAN TABANAN<br>I Gede Ngurah Sunatha, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa, Tjokorda Istri Praganingrum dan I Nengah Sapta Widana ..... | 47 |
| EVALUASI PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK PEMBANGUNAN PASAR SINGAMANDAWA TAHAP I<br>I Kadek Bayu Widiantera, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni dan I Made Harta Wijaya .....  | 54 |
| ANALISIS PENYEBAB KEMACETAN LALU LINTAS PADA JALAN KOLEKTOR PRIMER KABUPATEN BADUNG (Studi Kasus: Jalan Raya Cunggu, Kuta Utara)<br>Ida Bagus Wirahaji, I Wayan Muka dan Ketut Agus Karmadi .....  | 60 |
| KAJIAN TEKNIS GEDUNG BETON BERTULANG DAN PERENCANAAN PERKUATANNYA<br>I Made Yogi Dinanta, I Wayan Artana dan I Putu Laintarawan .....  | 67 |
| PENGARUH SERBUK BATU PARAS BELAYU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON<br>I Made Ari Suhartapa, I Nyoman Suta Widnyana dan I Putu Laintarawan .....  | 73 |
| VARIASI SHEAR KEY TERHADAP STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER BETON BERTULANG<br>Ni Putu Silvi dan Made Novia Indriani .....  | 79 |
| PENGARUH BELANJA ONLINE TERHADAP PERILAKU PERJALANAN BELANJA DI KECAMATAN KUTA<br>I Made Surya Permana Putra, AAA Made Cahaya Wardani dan IB Wirahaji .....  | 85 |

Diterbitkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar

|                           |              |             |                    |                   |                           |
|---------------------------|--------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|
| Jurnal<br>Widya<br>Teknik | Volume<br>19 | Nomor<br>02 | Halaman<br>47 - 92 | ISSN<br>3026-5363 | Denpasar<br>April<br>2024 |
|---------------------------|--------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|

---

## Pengantar Redaksi

**OM Swastyastu,**

Atas *Asung Kertha Wara Nugraha* Hyang Widhi Wasa. Majalah Widya Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Univeristas 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 Universitas Hindu Indonesia.

Jurnal Widya Teknik pada Edisi 19, Nomor 2, April 2024 menyajikan berbagai topik, antara lain: I Gede Ngurah Sunatha dkk, menganalisis durasi dan biaya dengan metode resources leveling pada pembangunan balai serbaguna banjar wongaya betan tabanan. Hasil analisis menghasilkan jumlah sumber daya manusia yang awalnya mengalami overallocated dapat dioptimalkan setelah dilakukan proses leveling menggunakan metode resources leveling dengan Microsoft Office Project 2019. Proses leveling mempengaruhi durasi proyek, dari 90 hari menjadi 103 hari. Hal ini dikarenakan, max. units tenaga kerja yang mampu disediakan kontraktor tidak dapat memenuhi max. units kebutuhan pelaksanaan proyek. Sedangkan biaya sumber daya manusia yang dibutuhkan, tidak terpengaruh oleh proses leveling yaitu tetap menghabiskan biaya sebesar Rp.71.981.700.

I Kadek Bayu Widiantera, dkk meneliti tentang evaluasi penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (k3) pada proyek pembangunan Pasar Singamandawa tahap I. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada teknik antecedents staff dan pekerja menyatakan sangat sesuai dengan rata-rata sebesar 40,00 dan 41,08 untuk tahap penerapan kebijakan dan perencanaan K3, bahwa undang-undang yang berlaku serta komitmen dan kepemimpinan yang dilaksanakan sudah sesuai karena dari pihak-pihak kontraktor mendorong pekerja untuk menerapkan K3. Rata-rata sebesar 37,09 dan 38,04 untuk tahap pelaksanaan K3 juga sangat sesuai. Pada teknik tracedents, staff dan pekerja menyatakan sangat sesuai dengan rata-rata sebesar 34,09 dan 34,63 adanya identifikasi bahaya diawal serta pengendalian risiko. Sedangkan untuk pelaksanaan K3 rata-rata sebesar 45,64 dan 46,00, sangat sesuai, karena adanya pengawasan sesuai standar. Pada tahap output, staff dan pekerja menyatakan sangat sesuai dengan rata-rata sebesar 18,82 dan 18,96 untuk tahap pemantauan dan evaluasi kinerja K3. Berdasarkan hasil evaluasi penerapan K3 pada proyek pembangunan Pasar Singamandawa sudah sesuai dengan ISO 45001 : 2018 yaitu dengan melakukan pendekatan PDCA (Plan Do Check Action).

Ida Bagus Wirahaji, dkk menganalisis analisis penyebab kemacetan lalu lintas pada jalan kolektor primer Kabupaten Badung (Studi Kasus: Jalan Raya Canggu, Kuta Utara). Hasil analisis menunjukkan bahwa arus lalu lintas, geometrik jalan, dan hambatan samping berpengaruh signifikan secara parsial dan simultan terhadap kemacetan arus lalu lintas pada ruas Jalan Raya Canggu. Diperoleh Model Persamaan:  $Y=1.514+0.378X1+0.363X2+0.304X3+e$ , dimana arus lalu lintas mempunyai pengaruh terbesar dibandingkan geometrik jalan dan hambatan samping. Kemampuan model dalam memprediksi sangat kuat yang ditandai dengan nilai koef. determinasi ( $R^2$ ) sebesar 89,1%.

I Made Yogi Dinanta, dkk menganalisis kajian teknis gedung beton bertulang dan perencanaan perkuatannya. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas balok dan kolom eksisting tidak mencukupi, dimana luas tulangan balok B1 eksisting 896.47mm<sup>2</sup>

lebih kecil dari luas tulangan perlu  $1023 \text{ mm}^2$ , kapasitas gaya aksial dan momen ultimit kolom K1 berada diluar diagram interaksi dan waktu getar struktur 1.193 detik lebih kecil dari waktu getar ijin sebesar 0.351 detik. Dengan demikian, diperlukan perkuatan pada balok dan kolom. Hasil analisis dan desain, perkuatan concrete jacketing memerlukan beton tebal 10 cm dengan tulangan utama 16D13 mm dan tulangan sengkang  $\emptyset 10-75$  mm. Perkuatan ini mampu meningkatkan kapasitas beban aksial kolom sebesar 314.5%. Perkuatan balok dengan penambahan Baja WF mampu meningkatkan momen ultimit tumpuan sebesar 38.7% dan momen ultimit lapangan sebesar 39.6%. Gaya geser ultimit meningkat sebesar 121.4%. Dengan perkuatan pada kolom dan balok waktu getar struktur memiliki durasi lebih pendek sebesar 48%, sehingga struktur menjadi lebih kaku.

I Made Ari Suhartapa, dkk menganalisis pengaruh serbuk batu paras belayu sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. Hasil pengujian didapatkan pengaruh serbuk batu paras sebagai substitusi semen pada campuran beton mengalami peningkatan kuat tekan beton pada persentase 2,5%-5% dan pada persentase 10% mengalami penurunan kuat tekan beton.

Ni Putu Silvi dan Made Novia Indriani menganalisis variasi shear key terhadap stabilitas dinding penahan tanah kantilever beton bertulang. Hasil analisis menghasilkan stabilitas guling dengan peningkatan momen guling dan penurunan momen tahanan rata-rata masing-masing sebesar 8.32% dan 4.43% terhadap model tanpa shear key dengan safe factor guling maksimum pada model shear key persegi panjang horisontal 2.24. Demikian juga stabilitas geser model dengan shear key menghasilkan peningkatan gaya geser tanah dan penurunan gaya geser aktif rata-rata masing-masing sebesar 11.76% dan 105.93% terhadap model tanpa shear key dengan *safe factor* geser maksimum pada model shear key persegi panjang horisontal 3.96.

I Made Surya Permana Putra, dkk menganalisis pengaruh belanja online terhadap perilaku perjalanan belanja di kecamatan kuta. Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya, serta aspek informasi dan promo berpengaruh positif signifikan secara parsial dan simultan terhadap perilaku perjalanan masyarakat yang berdomisili di Kawasan Kecamatan Kuta untuk menggunakan layanan system belanja online. Model Persamaan yang dihasilkan adalah:  $Y = 2,501 + 0,254X1 + 0,376X2 + 0,267X3$ , dimana aspek waktu dan biaya mempunyai pengaruh terbesar dibandingkan aspek kepercayaan dan aspek informasi. Kemampuan model dalam memprediksi sangat kuat yang ditandai dengan nilai koef. determinasi ( $R^2$ ) sebesar 81,0%.

**OM Shanti Shanti Shanti OM**

Denpasar, 1 April 2024

Tim Redaksi

## ANALISIS DURASI DAN BIAYA DENGAN METODE *RESOURCES LEVELING* PADA PEMBANGUNAN BALAI SERBAGUNA BANJAR WONGAYA BETAN TABANAN

I Gede Ngurah Sunatha<sup>1</sup>, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa<sup>2</sup>, Tjokorda Istri Praganingrum<sup>3</sup> dan I Nengah Sapta Widana<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mahasaraswati Denpasar, Jl. Kamboja No. 11A, Denpasar,

<sup>1</sup>Email: ngurahsunatha@unmas.ac.id,

<sup>2</sup>Email: ritaka2020@unmas.ac.id,

<sup>3</sup>Email: praganingrum@unmas.ac.id,

<sup>4</sup>Email: saptawidana@gmail.com

### ABSTRAK

Pada proyek Pembangunan Lanjutan Balai Serbaguna di Banjar Wongaya Betan Kabupaten Tabanan, terdapat *overallocated* sumber daya manusia yang menyebabkan adanya ketidaksesuaian antara rencana dengan realisasi di lapangan, dimana dalam pelaksanaannya mengalami keterlambatan pada minggu ke-6, 7, dan 8. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu metode perataan sumber daya manusia untuk meminimalkan penyimpangan antara kebutuhan dengan ketersediaan sumber daya manusia yang ada, yaitu dengan *Resources Leveling* menggunakan bantuan *Microsoft Office Project 2019*. Metode *Resources Leveling* dilakukan dengan cara menggeser aktivitas-aktivitas nonkritik dalam waktu tenggang yang tersedia agar sumber daya yang tersedia tidak kelebihan beban. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis durasi kegiatan dan biaya yang dibutuhkan pada proyek tersebut melalui metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan menggunakan sumber data sekunder dari kontraktor pelaksana yaitu CV. Lestari Emas. Berdasarkan hasil analisis, didapat bahwa jumlah sumber daya manusia yang awalnya mengalami *overallocated* dapat dioptimalkan setelah dilakukan proses *leveling* menggunakan metode *resources leveling* dengan *Microsoft Office Project 2019*. Proses *leveling* mempengaruhi durasi proyek, dari 90 hari menjadi 103 hari. Hal ini dikarenakan, *max. units* tenaga kerja yang mampu disediakan kontraktor tidak dapat memenuhi *max. units* kebutuhan pelaksanaan proyek. Sedangkan biaya sumber daya manusia yang dibutuhkan, tidak terpengaruh oleh proses *leveling* yaitu tetap menghabiskan biaya sebesar Rp.71.981.700.

**Kata kunci:** Metode *Resources Leveling*, *Microsoft Office Project 2019*, *Overallocated*, Sumber Daya Manusia

### ABSTRACT

*In the Multipurpose Hall Advanced Development project in Banjar Wongaya Betan, Tabanan Regency, there was an overall allocation of human resources which caused a mismatch between plans and realization in the field, where implementation experienced delays in the 6th, 7th and 8th weeks. Therefore, it is necessary to develop a human resource leveling method to minimize deviations between needs and the availability of existing human resources, namely by Resources Leveling using the help of Microsoft Office Project 2019. The Resources Leveling method is carried out by shifting non-critical activities within the available grace time so that available resources are not overloaded. The aim of this research is to analyze the duration of activities and costs required for the project through descriptive research methods with a quantitative approach and using secondary data sources from the implementing contractor, namely CV. Sustainable Gold. Based on the analysis results, it was found that the number of human resources that were initially overallocated could be optimized after the leveling process was carried out using the resource leveling method with Microsoft Office Project 2019. The leveling process affected the project duration, from 90 days to 103 days. This is because, max. units of labor that the contractor is able to provide cannot meet the max. units required for project implementation. Meanwhile, the cost of human resources required is not affected by the leveling process, namely it still costs IDR 71,981,700.*

**Keywords:** Resource Leveling Method, Microsoft Office Project 2019, Overallocated, Human Resources

## 1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki rangkaian kegiatan yang kompleks dan saling bergantung satu sama lain. Permasalahan yang sering muncul dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi adalah sulitnya menyelesaikan proyek tepat waktu, terjadinya pembengkakan biaya, dan sulitnya penggunaan sumber daya manusia agar optimal. *Overallocated* sumber daya manusia menyebabkan permasalahan dalam penjadwalan konstruksi karena sumber daya manusia berpengaruh terhadap kualitas maupun efektivitas proyek.

Ketersediaan sumber daya manusia yang dimiliki kontraktor pelaksana seringkali tidak mencukupi kebutuhan, sehingga dapat menyebabkan terjadinya *overallocated* sumber daya manusia. Pengalokasian sumber daya manusia yang tidak efisien dapat menghambat kelancaran pelaksanaan proyek.

Pada proyek Pembangunan Lanjutan Balai Serbaguna di Banjar Wongaya Betan Kabupaten Tabanan, terdapat *overallocated* sumber daya manusia yang menyebabkan adanya ketidaksesuaian antara rencana dengan realisasi di lapangan, dimana dalam pelaksanaannya mengalami keterlambatan pada minggu ke-6, 7, dan 8.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis *max. units* ketersediaan sumber daya manusia, durasi kegiatan, dan biaya yang dibutuhkan pada proyek Pembangunan Lanjutan Balai Serbaguna di Banjar Wongaya Betan Kabupaten Tabanan dengan metode *Resources Leveling* menggunakan *Microsoft Office Project 2019*.

### Proyek

Menurut Nurhayati (2010), proyek adalah upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Proyek harus diselesaikan tepat pada waktunya, dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, serta mutu yang dicapai harus sesuai dengan yang telah ditentukan.

Proyek direncanakan secara matang mulai dari pemeriksaan kondisi tanah, penyiapan gambar, spesifikasi teknis, rencana kerja anggaran biaya, dan penjadwalan kerja, sehingga pelaksanaannya bisa berjalan lancar dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

### Tujuan Proyek

Menurut Larson yang diterjemahkan oleh Dimiyati dan Nurjaman (2014), tujuan utama proyek adalah memuaskan kebutuhan pelanggan. Tujuan suatu proyek adalah untuk mencapai apa yang sudah ditentukan di akhir proyek serta membantu mengetahui arah proyek.

### Alat Ukur Keberhasilan Proyek

Menurut Sunatha dan Hermawan (2020), parameter pengukuran tingkat pencapaian keberhasilan proyek yaitu biaya, waktu, mutu, dan kinerja.

### Biaya Proyek

Menurut Ahadzie, Proverbs dan Lomolaiye (2007), biaya merupakan kriteria keberhasilan yang sangat penting, dimana perencanaan anggaran biaya dan estimasi biaya yang tepat adalah faktor keberhasilan proyek.

#### 1. Analisa Harga Satuan

Menurut Ashworth (1994), analisa harga satuan pekerjaan merupakan nilai biaya material dan upah tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan tertentu.

#### 2. Rencana Anggaran Biaya

Menurut Widiantoro (2017), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan rencana biaya yang dibuat sebelum proyek dimulai yang dijadikan pegangan atau pedoman sementara dalam pelaksanaan proyek. Besarnya nilai RAB tergantung pada nilai Analisa Harga Satuan pekerjaan yang dikalikan dengan volume pekerjaan.

#### 3. Rencana Anggaran Pelaksanaan

Rencana Anggaran Pelaksanaan merupakan rencana biaya yang disusun oleh pelaksana proyek pada saat akan dimulainya pelaksanaan proyek di lapangan untuk mengetahui besar biaya yang dibutuhkan berdasarkan harga sumber daya.

#### 4. Rincian Biaya

Menurut Sunatha dan Hermawan (2020), rincian biaya merupakan pelaporan biaya yang dibutuhkan setelah berlangsungnya suatu proyek. Rincian biaya dibuat berdasarkan harga sumber daya pelaksanaan yang dibuat oleh kontraktor untuk mengetahui biaya yang dihabiskan, sehingga dapat ditentukan keuntungan dan kerugian proyek.

### Waktu Pelaksanaan

Menurut Muzayanah (2008), waktu adalah sumber daya utama dalam pelaksanaan proyek. Perencanaan dan pengendalian waktu dilakukan dengan mengatur jadwal kapan pekerjaan mulai dan kapan pekerjaan akan berakhir, sehingga erat kaitannya dengan *time schedule*.

#### a. Time Schedule Rencana

*Time Schedule* Rencana adalah waktu yang direncanakan dalam pelaksanaan proyek yang menerangkan kapan waktu mulai pekerjaan, lama waktu pekerjaan, serta waktu akhir pekerjaan.

#### b. Time Schedule Realisasi

Menurut Husen (2009), *time schedule* realisasi adalah pengalokasian waktu realisasi yang sudah dilaksanakan pada masing-masing pekerjaan sampai proyek selesai. Kegunaan *time schedule* realisasi adalah sebagai acuan untuk mengamati kemajuan proses konstruksi sehingga bisa meminimalisir berbagai kendala yang mungkin terjadi.

### Mutu Pelaksanaan

Menurut Soeharto (1999), mutu artinya hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Untuk menentukan mutu suatu proyek, dapat dilihat dari penerapan Rencana Kerja dan Syarat-syarat, serta gambar dari proyek yang dilaksanakan.

#### a. Rencana Kerja dan Syarat-Syarat

Menurut Yanthi (2022), Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) adalah dokumen yang digunakan oleh penyedia sebagai pedoman untuk melaksanakan proyek pekerjaan. RKS erat kaitannya dengan gambar detail yang menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan.

#### b. Gambar

Menurut Sunatha dan Hermawan (2020), gambar pada suatu kegiatan proyek, dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu gambar rencana, gambar kerja, dan gambar terpasang (*as build drawing*).

### Kinerja Proyek

Standar kinerja diperlukan agar sumber daya dapat dimanfaatkan secara optimal dalam suatu proyek. Menurut Maromi dan Indryani (2015), kinerja dari suatu proyek, dapat dihitung menggunakan metode SPI dan CPI.

#### a. *Schedule Performance Index* (SPI)

SPI adalah faktor efisiensi kinerja yang ditunjukkan oleh perbandingan antara *Earned Value*/EV (nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan) dengan *Planned Value*/PV (rencana pengeluaran biaya yang dikeluarkan berdasarkan rencana pekerjaan). Secara matematis dirumuskan:

$$SPI = \frac{EV}{VP} \quad (1)$$

Berdasarkan nilai SPI yang diperoleh, proyek dikategorikan menjadi tiga, yaitu:

1. SPI = 1: proyek tepat waktu
2. SPI > 1: proyek lebih cepat
3. SPI < 1: proyek terlambat

#### b. *Cost Performance Index* (CPI)

CPI adalah faktor efisiensi biaya yang ditunjukkan oleh perbandingan antara *Earned Value*/EV (nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan) dengan *Actual Cost*/AC (biaya yang telah dikeluarkan dalam periode yang sama). Secara matematis dirumuskan:

$$CPI = \frac{EV}{AC} \quad (2)$$

Berdasarkan nilai CPI yang diperoleh, proyek dikategorikan menjadi tiga, yaitu:

1. CPI = 1: biaya sesuai rencana
2. CPI > 1: biaya lebih kecil/hemat
3. CPI < 1: biaya lebih besar/boros

### Sumber Daya

Sumber daya diperlukan guna melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang merupakan komponen proyek. Pemakaian sumber daya ini akan memberikan akibat pada biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Menurut Sunatha & Hermawan (2020), sumber daya dibedakan menjadi dua, yaitu sumber daya proyek dan sumber daya kegiatan. Sumber daya proyek terdiri dari manusia, peralatan, biaya, metode, dan bahan. Sedangkan sumber daya kegiatan terdiri dari manusia, peralatan, dan bahan.

### Sumber Daya Manusia

Menurut Kelana (2010), dalam penyelenggaraan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah sepanjang siklusnya, sehingga penyediaan jumlah tenaga, jenis keterampilan dan keahliannya harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung.

### Optimalisasi Sumber Daya Manusia

Menurut Male (2022), optimalisasi sumber daya adalah proses mengalokasikan dan mengelola sumber daya dengan cara yang se-efisien mungkin. Tujuan optimalisasi sumber daya adalah untuk memaksimalkan produktivitas tanpa menambah jumlah tenaga kerja yang tersedia, mengurangi biaya tenaga kerja dan biaya lainnya untuk memastikan bahwa sumber daya tenaga kerja dan non-tenaga kerja disesuaikan dengan jadwal. Sumber daya manusia dapat dikatakan optimal apabila ketersediaan sumber daya manusia memenuhi kebutuhan atau tidak mengalami *overallocated*.

### *Overallocated*

Menurut Tiefensee (2022), *overallocated* adalah alokasi sumber daya yang terjadi ketika organisasi memiliki sumber daya yang tidak mencukupi untuk menyelesaikan semua tugas penting yang ditugaskan dalam kerangka waktu tertentu atau terlalu banyak pekerjaan yang ditugaskan sehingga nantinya akan menghambat kemajuan proyek.

### *Resources Leveling*

Metode *Resources Leveling* atau perataan sumber daya merupakan suatu teknik perataan dan distribusi frekuensi sumber daya khususnya tenaga kerja, dengan tujuan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya proyek, sehingga dapat meminimalisir adanya *overallocated* alokasi sumber daya.

Menurut Kelana (2010), proses *leveling* sumber daya manusia dilakukan dengan cara mengubah batas maksimum penggunaan tenaga kerja pada *resources sheet* di bagian *max. units* dilakukan perubahan secara bertahap.

**Microsoft Office Project 2019**

Menurut Sunatha dan Hermawan (2020), *Microsoft Project* merupakan *software* yang dapat digunakan untuk membuat rancangan proyek serta melakukan manajemen dalam proyek. *Microsoft Project* bekerja mengatur durasi pekerjaan, *milestone* dan *constraint*, mengatur hubungan antar pekerjaan (*predecessor*), mengatur jadwal pekerjaan, mengelola sumber daya proyek, bekerja dengan tabel biaya, bekerja dengan *resource conflict*, menentukan target proyek, bekerja dengan *visual report*, bekerja dengan laporan, bekerja dengan tampilan tabel, bekerja dengan tampilan grafik, kemajuan dan optimasi proyek. Dalam *Microsoft Project*, maksimum unit" mengacu pada jumlah sumber daya (seperti seorang pekerja atau mesin) yang dapat dijadwalkan untuk bekerja dalam proyek. Pengaturan maksimum unit ini berguna dalam perencanaan proyek untuk memperhitungkan keterbatasan sumber daya dan memastikan bahwa pekerjaan dapat disesuaikan dengan kapasitas yang tersedia dari setiap sumber daya.

**Tahapan Analisis Optimalisasi Penggunaan Sumber Daya Manusia Dengan Metode Resource Leveling**

Analisis “Optimalisasi Penggunaan SDM dengan Metode *Resource Leveling*” dibagi menjadi dua tahap, yaitu analisis sebelum *Microsoft Office Project 2019* dan analisis saat *Microsoft Office Project 2019*.

**1. Analisis sebelum Microsoft Office Project 2019**

Tahap ini adalah analisis data untuk menghitung kebutuhan data yang diperlukan saat analisis menggunakan *Microsoft Office Project 2019*. Data yang diperlukan, yaitu:

- a. Rencana Anggaran Biaya, untuk mendapatkan uraian dan volume pekerjaan.
- b. Daftar Upah Tenaga Kerja, untuk mendapatkan harga satuan tenaga kerja.
- c. Daftar Analisa Harga Satuan, untuk menghitung jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan berdasarkan analisa pekerjaan menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus:

$$\text{Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume} \times \text{Koefisien}}{\text{Durasi}} \quad (3)$$

- d. *Time Schedule* Rencana, untuk menentukan tanggal mulai kerja serta menentukan *predecessor* pekerjaan berdasarkan *bar chart time schedule*.
- e. Laporan Harian, untuk mendapatkan jumlah tenaga dan *max. units* sumber daya manusia yang tersedia di lapangan.

**2. Analisis saat Menggunakan Microsoft Office Project 2019**

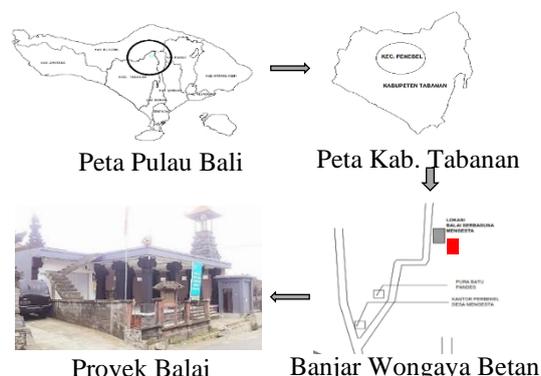
Tahap ini adalah tahapan input data-data yang telah didapatkan dari hasil analisis data sebelum menggunakan *Microsoft Office Project 2019*. Berikut ini tahapan input data pada *Microsoft Office Project 2019*.

- a. Tahapan input data
  1. Input data uraian pekerjaan pada lembar kerja *ganttt chart* kolom *task name*
  2. Input durasi setiap item pekerjaan, didapat dari *time schedule* rencana pada lembar *ganttt chart* kolom *duration*
  3. Input *predecessor*, pada lembar *ganttt chart* kolom *predecessor*
  4. Input kebutuhan sumber daya manusia pada *task information*
  5. Input ketersediaan SDM (*max. units*), pada lembar *resources sheet*

b. Tahapan *Leveling*  
*Leveling* dilakukan secara otomatis oleh *Microsoft Office Project 2019*. Sehingga didapatkan perataan sumber daya manusia dengan waktu/durasi tertentu dengan mengoptimalkan ketersediaan sumber daya manusia di lapangan.

**2. METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif guna untuk mengetahui perbandingan kebutuhan dan ketersediaan sumber daya manusia sebelum dan setelah analisis *Resources Leveling* dengan bantuan *Microsoft Office Project 2019*. Penelitian ini terletak di Banjar Wongaya Betan Kabupaten Tabanan dengan peta lokasi pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder dari kontraktor pelaksana yaitu CV. Lestari Emas. Data yang digunakan yaitu :

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2. Daftar Upah Tenaga Kerja
3. Daftar Analisa Harga Satuan
4. Laporan Harian
5. Time Schedule Rencana dan Realisasi
6. Kalender Kerja

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Data**

Untuk memudahkan pembahasan, analisis data dibagi menjadi dua tahap, yaitu analisis data sebelum *Microsoft Project* dan analisis data saat *Microsoft Project*.

### Analisis Data sebelum *Microsoft Project*

Data yang digunakan pada tahap analisis sebelum *Microsoft Project*, yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB), Daftar Upah Tenaga Kerja, Daftar Analisa Harga Satuan, Laporan Harian, *Time Schedule* Rencana dan Realisasi, serta Kalender Kerja. Data tersebut kemudian di analisis untuk mendapatkan data yang akan digunakan pada analisis saat *Microsoft Project*.

#### 1. Analisis Harga Satuan Upah Tenaga Kerja

Analisis ini bersumber dari daftar harga satuan upah tenaga kerja yang digunakan untuk mengetahui harga satuan masing-masing sumber daya manusia.

#### 2. Analisis Uraian dan Volume Pekerjaan

Analisis uraian dan volume pekerjaan bersumber dari data rencana anggaran biaya (RAB) yang digunakan untuk mengetahui uraian pekerjaan dan volume dari masing – masing pekerjaan. Analisis uraian dan volume pekerjaan berisi item tiap pekerjaan yang dikerjakan, volume, dan satuan pekerjaan.

#### 3. Analisis Koefisien Analisa

Analisis koefisien analisa bersumber dari daftar analisa harga satuan yang digunakan untuk mengetahui koefisien dari masing-masing pekerjaan. Hasil analisis koefisien akan digunakan untuk menghitung kebutuhan sumber daya manusia yang digunakan. Hasil analisis berisi item pekerjaan, nama sumber daya, dan koefisien analisa.

#### 4. Analisis Durasi Pekerjaan

Analisis durasi pekerjaan menggunakan data dari *time schedule* rencana yang digunakan untuk mengetahui durasi dari masing-masing pekerjaan. Hasil analisis berisi item pekerjaan, durasi, dan satuan.

#### 5. Analisis *Predecessor* Pekerjaan

Analisis *predecessor* pekerjaan menggunakan data dari *bar chart time schedule* rencana yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar kegiatan pekerjaan. *Predecessor* pekerjaan ditulis menggunakan kode FS, SF, SS, dan FF.

Keterangan:

FS = *Finish to Start*

SF = *Start to Finish*

SS = *Start to Start*

FF = *Finish to Finish*

Contoh hubungan antara kegiatan yaitu pekerjaan begesting sloof 15/20 dikerjakan setelah pekerjaan pengukuran selesai, maka akan digunakan kode FS, sedangkan pekerjaan pembesian dan beton k175 sloof dilakukan secara bersamaan maka digunakan kode SS.

#### 6. Analisis Kebutuhan Sumber Daya Manusia berdasarkan Koefisien Analisa

Analisis kebutuhan sumber daya manusia berdasarkan koefisien analisa dihitung menggunakan data volume, durasi dan koefisien analisa. Perhitungan kebutuhan sumber daya manusia berdasarkan koefisien analisa, dapat dilakukan dengan mengalikan volume pekerjaan dengan koefisien analisa dan dibagi dengan durasi pekerjaan.

Contoh: Kebutuhan sumber daya manusia untuk Pekerjaan pembesian sloof 15/20 dengan volume 157,83 kg.

Pekerja =  $157,83 \times 0,007 / 7 \text{ hari} = 0,158$

Tukang Besi =  $157,83 \times 0,007 / 7 \text{ hari} = 0,158$

Kepala Tukang =  $157,83 \times 0,001 / 7 \text{ hari} = 0,016$

Mandor =  $157,83 \times 0,0004 / 7 \text{ hari} = 0,009$

#### 7. Analisis *Max. Units* Sumber Daya Manusia yang Tersedia

Analisis *Max. units* adalah nilai tertinggi tiap sumber daya manusia yang digunakan pada rentang waktu hari ke-1 sampai hari ke-56 atau dalam rentang 8 minggu, sesuai dengan laporan harian yang dibuat kontraktor pelaksana.

#### 8. Analisis Kalender Kerja

Analisis kalender kerja menggunakan data dari kalender kerja yang digunakan pada saat pelaksanaan proyek. Kalender kerja digunakan untuk mengetahui jam kerja, hari kerja, dan hari libur selama pelaksanaan proyek. Pada proyek ini tidak terdapat hari libur, dimana pekerjaan dilakukan selama 90 (sembilan puluh) hari penuh, dengan jam kerja 8 jam per hari yang dimulai dari pukul 08.00 sampai dengan 17.00. Waktu istirahat pukul 13.00 wita.

### Analisis Data saat *Microsoft Project*

Analisis saat menggunakan *Microsoft Project* dibagi menjadi 2 (dua) tahap yaitu, tahap input data ke dalam *Microsoft Project* dan tahap analisis menggunakan *Microsoft Project*.

#### 1. Tahap Input data ke dalam *Microsoft Project*

a. Input waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kalender kerja pada menu *project* → *project information*

b. Input data jam kerja dan hari kerja sesuai jam kerja yang berlaku yakni 8 jam per hari dengan waktu istirahat 1 jam pada menu *Project* → *change working time*

c. Input sumber daya manusia pada *Resource Sheet*, *Resource Name* → Pilih *Type* “work” untuk keterangan sumber daya manusia → Pada kolom *Max*, input data maksimum unit SDM yang tersedia di lapangan berdasarkan laporan harian → pada *Std. Rate*, input upah tenaga kerja.

d. Input data pada lembar *Gantt Chart*, dilakukan dengan tahapan memasukkan uraian kegiatan pada kolom *Task Name* → masukkan durasi kegiatan pada kolom *Duration* → input *predecessors* untuk mendapatkan waktu *start* dan *finish* setiap item pekerjaan.

e. Input sumber daya pada *Task Information* dengan cara klik 2x item pekerjaan pada kolom *Task Name* → pilih *Resources* → Masukkan *Resource Name* → input kebutuhan sumber daya manusia berdasarkan koefisien analisa pada kolom *Units* → OK

2. Tahap analisis menggunakan *Microsoft Project*.

a. Analisis Kebutuhan Sumber Daya Manusia

Analisis kebutuhan sumber daya manusia dihitung secara otomatis oleh *Microsoft Project* dan ditampilkan pada menu *Resource Sheet*. Pada tampilan *Resources Sheet* menunjukkan perbandingan dalam bentuk angka antara kebutuhan dengan ketersediaan sumber daya manusia. Tanda merah menunjukkan terjadinya *overallocated* sumber daya manusia, sedangkan warna hitam menunjukkan kebutuhan sumber daya sudah tercukupi. Untuk menampilkan perbandingan sumber daya manusia, *Insert kolom* di sebelah kolom *Max*. kemudian pilih *Peak*. Berikut contoh tampilan *resources sheet*, durasi pekerjaan dan biaya yang dibutuhkan sebelum proses *leveling* menggunakan *Microsoft Project*.

Gambar 2. Tampilan *Resource Sheet* sebelum di *Leveling*

Gambar 4. Tampilan Durasi dan Biaya Sumber Daya Manusia sebelum di *Leveling*

b. Analisis *Resources Leveling*

Analisis *resources leveling* dilakukan jika tenaga kerja yang tersedia mengalami *overallocated* atau kekurangan sumber daya manusia dari yang dibutuhkan. Untuk mengatasi *overallocated* dilakukan dengan cara klik menu *Resource* → *Level All*. Sumber daya manusia yang tadinya mengalami *overallocated* secara otomatis dapat memenuhi kebutuhan sumber daya manusia. Jika sudah dilakukan proses *leveling* tetapi sumber daya manusia tetap mengalami *overallocated*, maka tambahkan tenaga kerja pada *max. units* yang mengalami *overallocated* sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan. Berikut contoh tampilan *resources sheet*, durasi dan biaya yang dibutuhkan setelah proses *leveling*.

Gambar 5. Tampilan *Resource Sheet* setelah di *Leveling*

Gambar 7. Tampilan Durasi dan Biaya Sumber Daya Manusia setelah Proses *Leveling Microsoft Project*

c. Perbandingan Durasi sebelum dan sesudah *Leveling*

Hasil analisis durasi sebelum dan sesudah dilakukan proses *leveling* menunjukkan bahwa terjadi perubahan durasi pekerjaan, yang awalnya berdurasi 90 (sembilan puluh) hari, menjadi 103 (seratus tiga) hari, sehingga terjadi kemunduran penyelesaian proyek selama 13 hari.

Tabel 1. Perbandingan Biaya sebelum dan sesudah *Leveling*

| URAIAN PEKERJAAN | Durasi           |                  | Selisih Durasi |
|------------------|------------------|------------------|----------------|
|                  | Sebelum Leveling | Setelah Leveling |                |

|   |         |          |       |
|---|---------|----------|-------|
| PEKERJAAN PEMBANGUNAN LANJUTAN BALAI SERBAGUNA BANJAR WONGAYA BETAN KABUPATEN TABANAN | 90 days | 103 days | 13,00 |
|---|---------|----------|-------|

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2023.

d. Perbandingan Biaya sebelum dan sesudah *Leveling*

Hasil analisis biaya sumber daya manusia sebelum dan sesudah melakukan proses *leveling* dengan *Microsoft Project* tidak terjadi perubahan, tetap menghabiskan biaya sebanyak Rp.71.981.700 (Tujuh Puluh Satu Juta Sembilan Ratus Delapan Puluh Satu Ribu Tujuh Ratus Rupiah).

Tabel 2. Perbandingan biaya sebelum dan sesudah *Leveling*

| NO. | URAIAN PEKERJAAN | Biaya            |                  | Selisih Biaya |
|-----|------------------|------------------|------------------|---------------|
|     |                  | Sebelum Leveling | Setelah Leveling |               |

|   |   |              |              |     |
|---|---|--------------|--------------|-----|
| 1 | PEKERJAAN PEMBANGUNAN LANJUTAN BALAI SERBAGUNA BANJAR WONGAYA BETAN KABUPATEN TABANAN | Rp71.981.700 | Rp71.981.700 | Rp0 |
|---|---|--------------|--------------|-----|

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2023.

4. KESIMPULAN

1. Optimalisasi penggunaan sumber daya manusia dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek, yakni durasi perencanaan sebelum di *leveling* 90 hari setelah di *leveling* menjadi 103 hari. Hal ini dikarenakan, *max. units* tenaga kerja yang mampu disediakan kontraktor tidak dapat memenuhi *max. units* kebutuhan pelaksanaan proyek, sehingga waktu penyelesaian proyek akan mengalami kemunduran selama 13 hari dari waktu yang direncanakan.

2. Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan tidak mengalami perubahan, tetap dengan total biaya Rp. 71.981.700 (Tujuh Puluh Satu Juta Sembilan Ratus Delapan Puluh Satu Ribu Tujuh Ratus Rupiah). Hal ini dikarenakan proses *leveling* dilakukan dengan memindahkan jadwal penggunaan sumber daya manusia yang tersedia, tanpa adanya penambahan *max. units* sumber daya yang tersedia, sehingga tidak berpengaruh terhadap biaya.

*Software Microsoft Project*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati: Denpasar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahadzie, D.K., Proverbs, D.G. dan Lomolaiye, P.O. (2007) "Critical Success Criteria for Mass House Building Projects in Developing Countries," *International Journal of Project Management*.
- Ashworth, A. (1994) *Perencanaan Biaya Bangunan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Husen, A. (2009) *Manajemen Proyek (Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek)*. Yogyakarta: Andi.
- Kelana, R.P. (2010) "Optimalisasi Penggunaan Sumber Daya Manusia," *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta*.
- Larson yang diterjemahkan oleh Dimiyati, H. dan Nurjaman, K. (2014) *Manajemen Proyek Pustaka Setia*. Bandung.
- Male, S. (2022) *Resource Optimization Explained for Beginners, Runn*. Tersedia pada: <https://www.runn.io/blog/resource-optimization> (Diakses: 25 April 2023).
- Maromi, M.I. dan Indryani, R. (2015) "Metode Earned Value untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya," *Jurnal Teknik ITS*, 4(1).
- Muzayanah, Y. (2008) *Pemodelan Proporsi Sumber Daya Proyek Konstruksi*. Tesis. Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro: Semarang.
- Nurhayati (2010) *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soeharto, I. (1999) *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Edisi Kedua. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Sunatha, I.G.N. dan Hermawan, I.P.Y. (2020) *Modul Kursus Microsoft Project*. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar.
- Tiefensee, N. (2022) *What is Overallocation of Resources & How to Avoid It, Runn*. Tersedia pada: <https://www.runn.io/blog/resource-overallocation> (Diakses: 25 April 2023).
- Widiantoro, O. (2017) *Buku Ajar Rencana Anggaran Biaya (Construction Cost Estimate)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Yanthi, N.P.L.M. (2022) *Analisis Pengaruh Percepatan Waktu Pelaksanaan Terhadap Biaya Dengan Metode Fast Track Berbasis*

## EVALUASI PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK PEMBANGUNAN PASAR SINGAMANDAWA TAHAP I

I Kadek Bayu Widiantara<sup>1</sup>, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni<sup>2</sup> dan I Made Harta Wijaya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia,

<sup>1</sup>Email: widiantarabayu157@gmail.com,

<sup>2</sup>Email: mahapatni@unhi.ac.id,

<sup>3</sup>Email: hartawijaya@gmail.com

### ABSTRAK

Perkembangan industri konstruksi yang pesat selain memberikan manfaat juga menimbulkan resiko. Industri konstruksi memiliki resiko cukup besar dimana industri ini dapat dikatakan paling rentan terhadap kecelakaan kerja. ISO 45001 : 2018 dapat didefinisikan sebagai Standar Internasional yang mengatur tentang persyaratan pada SMK3. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi serta penerapan K3 menurut peraturan ISO 45001 : 2018 pada proyek pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani Tahap I. Jenis data yang digunakan yaitu data primer yang diperoleh dari penyebaran kuesioner dan wawancara serta data sekunder yang diperoleh dari sumber kepustakaan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel dan SPSS versi 25. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian kombinasi yang menggabungkan antara penelitian kualitatif dan kuantitatif, dengan menggunakan 3 teknik yaitu *antecedents*, *tracedents*, dan *output*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada teknik *antecedents* staff dan pekerja menyatakan sangat sesuai dengan rata-rata sebesar 40,00 dan 41,08 untuk tahap penerapan kebijakan dan perencanaan K3, bahwa undang-undang yang berlaku serta komitmen dan kepemimpinan yang dilaksanakan sudah sesuai karena dari pihak-pihak kontraktor mendorong pekerja untuk menerapkan K3. Rata-rata sebesar 37,09 dan 38,04 untuk tahap pelaksanaan K3 juga sangat sesuai. Pada teknik *tracedents*, staff dan pekerja menyatakan sangat sesuai dengan rata-rata sebesar 34,09 dan 34,63 adanya identifikasi bahaya diawal serta pengendalian risiko. Sedangkan untuk pelaksanaan K3 rata-rata sebesar 45,64 dan 46,00, sangat sesuai, karena adanya pengawasan sesuai standar. Pada tahap *output*, staff dan pekerja menyatakan sangat sesuai dengan rata-rata sebesar 18,82 dan 18,96 untuk tahap pemantauan dan evaluasi kinerja K3. Berdasarkan hasil evaluasi penerapan K3 pada proyek pembangunan Pasar Singamandawa sudah sesuai dengan ISO 45001 : 2018 yaitu dengan melakukan pendekatan PDCA (*Plan Do Check Action*).

**Kata Kunci** : K3, Evaluasi, ISO 45001 : 2018, Proyek Konstruksi

### ABSTRACT

*The rapid development of the construction industry in addition to providing benefits also poses risks. The construction industry has quite a big risk where this industry can be said to be the most vulnerable to work accidents. ISO 45001: 2018 can be defined as an International Standard that regulates the requirements for occupational health and safety management system. This study aims to determine the evaluation and application of OHS according to ISO 45001: 2018 regulations in the Phase I Singamandawa Kintamani Market development project. The type of data used is primary data obtained from distributing questionnaires and interviews as well as secondary data obtained from library sources. Data processing was carried out using Microsoft Excel and SPSS version 25. The type of research used was a combination research that combines qualitative and quantitative research, using 3 techniques, namely antecedents, tracedents, and output. The results showed that the antecedents technique of staff and workers stated that they were very suitable with an average of 40.00 and 41.08 for the OHS policy and planning implementation stage, that the applicable laws and the commitment and leadership carried out were appropriate because of the -the contractor encourages workers to apply OHS. The averages of 37.09 and 38.04 for the OSH implementation stage are also very appropriate. In the tracedents technique, staff and workers stated that they were very compatible with an average of 34.09 and 34.63 with early identification of hazards and risk control. Whereas for the implementation of OHS the average is 45.64 and 46.00, very appropriate, because there is supervision according to standards. At the output stage, staff and workers stated that they were very suitable with an average of 18.82 and 18.96 for the OHS performance monitoring and evaluation stage. Based on the results of the evaluation of the application of OHS in the Singamandawa Market development project, it is in accordance with ISO 45001: 2018, namely by taking the PDCA (Plan Do Check Action) approach.*

**Keyword** : OHS, Evaluation, ISO 45001 : 2018, Construction Project

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi yang pesat selain memberikan manfaat juga menimbulkan resiko. Industri konstruksi memiliki resiko cukup besar dimana industri ini dapat dikatakan paling rentan terhadap kecelakaan kerja. Adanya kemungkinan kecelakaan yang terjadi pada proyek konstruksi akan menjadi salah satu penyebab terganggunya atau terhentinya aktivitas pekerjaan proyek. Oleh karena itu, pada saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi diwajibkan untuk menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) di lokasi kerja dimana masalah K3 ini juga merupakan bagian dari perencanaan dan pengendalian proyek (W. I. Ervianto, 2005). Setiap tahun ribuan kecelakaan terjadi di beberapa proyek di Indonesia yang menimbulkan korban jiwa, kerusakan materi, dan gangguan produksi. Pada 2007 tahun menurut jamsostek tercatat 65.474 kecelakaan yang mengakibatkan 1.451 orang meninggal, 5.326 orang cacat tetap, dan 58.697 orang cedera. Data kecelakaan tersebut mencakup seluruh perusahaan yang menjadi anggota jamsostek dengan jumlah peserta sekitar 7 juta orang atau sekitar 10% dari seluruh pekerja di Indonesia. dengan demikian angka kecelakaan mencapai 930 kejadian untuk setiap 100.000 pekerja setiap tahun. Oleh karena itu jumlah kecelakaan kerja keseluruhannya diperkirakan jauh lebih besar (Kani et al., 2013). Berdasarkan hal-hal tersebut, maka diperlukan upaya untuk melakukan pencegahan agar tingkat kecelakaan kerja berkurang. Usaha penerapan pedoman K3 di Indonesia salah satunya didasarkan pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. Per01/Men/1980 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Konstruksi bangunan, Undang-Undang No.2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi, Peraturan Menteri Tenaga Kerja No.5 Tahun 2018 tentang K3, (Kemala, 2017). Dalam penelitian ini yang berkaitan dengan evaluasi penerapan K3, menggunakan studi kasus pada Proyek Pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani Tahap I. Pembangunan pasar Singamandawa terletak di Jalan Raya Kintamani, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Bali. Pasar Singamandawa direvitalisasi untuk para calon pedagang dan pembeli di sekitaran pasar Kintamani. Dalam penelitian ini beberapa hal yang sangat penting perlu diperhatikan dalam pembangunan pasar Singamandawa. Tujuannya agar dalam pembangunan tahap selanjutnya dapat menjadi bahan evaluasi untuk pengerjaan yang berkelanjutan. Dalam hal ini ada beberapa hal penting yang harus di evaluasi, seperti penerapan K3. Berdasarkan pengamatan awal, penerapan K3 pembangunan pasar Singamandawa Kintamani Tahap I, terlihat ada beberapa pekerja yang tidak memperhatikan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), dengan alasan kurang leluasa dan tidak nyaman bergerak pada saat melakukan pekerjaan. Pekerja juga mempunyai anggapan bahwa produktivitas mereka berkurang kalau menggunakan APD. Hal ini berarti kesadaran penerapan K3, masih ada pada proyek tersebut. Untuk

meminimalkan risiko kecelakaan pada proyek Pembangunan Pasar Singamandawa, maka penerapan K3 perlu dievaluasi. Sehingga berdasarkan hasil evaluasi, maka pengerjaan pembangunan tahap selanjutnya para pekerja dapat memperhatikan program K3. Yang mana program K3 sudah di atur, berdasarkan peraturan yang sudah tercantum dalam kontrak konstruksi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penerapan K3 dan untuk mengetahui penerapan K3, menurut Peraturan ISO 45001: 2018 pada proyek Pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani tahap I.

## 2. PROYEK KONSTRUKSI

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan, ada awal dan akhir (W. Ervianto, 2002). Jenis-jenis proyek konstruksi (W. I. Ervianto, 2009)

1. Proyek bangunan perumahan atau bangunan pemukiman (*Residential Construction*) adalah suatu proyek pembangunan perumahan yang serempak dengan penyediaan prasarana penunjang.
2. Proyek Konstruksi bangunan gedung (*Bulding Construction*) adalah tipe proyek konstruksi yang paling banyak dikerjakan.
3. Proyek Konstruksi teknik sipil (*Heavy Engineering Construction*) adalah penambahan infrastruktur pada suatu lingkungan terbangun (*Bult Environment*)

## 3. KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

Keselamatan dan kesehatan kerja, lingkungan (K3) bertujuan memberikan jaminan rasa aman dan nyaman bagi karyawan dalam berkarya pada semua jenis dan tingkat pekerjaan, menciptakan masyarakat dan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan sejahtera, bebas dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja, dan ikut berpartisipasi dalam pelaksanaan pembangunan nasional dengan prinsip pembangunan nasional dengan prinsip pembangunan berwawasan lingkungan (Frederika & Astana, 2010). Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan sebuah prosedur yang harus diterapkan disuatu perusahaan, dalam sebuah kegiatan, atau aktivitas produksi, menjamin keselamatan para pekerja dalam menjalankan pekerjaannya (Badrul, 2019).

## 4. PENGERTIAN ISO 45001 : 2018

ISO 45001 : 2018 adalah Standar Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja terbaru yang menggantikan standar OHSAS 18001: 2007. isinya tidak terlalu banyak berubah, namun memang ada beberapa Klausul baru dalam ISO 45001 :2018, misalnya Klausul /elemen perubahan standar sebenarnya untuk mempermudah integrasi dengan standar sistem manajemen terbitan ISO lainnya misalnya standar ISO 9001 yaitu standar mengenai sistem manajemen mutu, oleh karena OHSAS 18001:2007 yang akan ditinggalkan dan akan diganti

dengan ISO 45001 : 2018 yang kini diringkas dan disederhanakan menjadi informasi terdokumentasi . sehingga menjadi lebih di pahami dan di terapkan (Adzim, 2021).

### 5. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Teknik analisis deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui perhitungan gejala pusat (*Central Tendency*) dan mengolah data kualitatif berupa data observasi dokumentasi dan wawancara. Lokasi penelitian adalah pada proyek pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani, yang terletak di Jl Raya Kintamani, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Bali. Teknik pengumpulan data yaitu primer dengan melakukan observasi, menyebarkan kuesioner, dokumentasi dan wawancara. Sedangkan pengumpulan data skunder terdapat pada peraturan-peraturan K3, Standar K3, dan referensi-referensi tentang K3. Populasi dan sampel dalam penelitian ini merupakan *Project Manager, Site Engginer*, staf K3, pengawas, staf proyek, dan pelaksana pada Pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani. Teknik pengambilan sampel adalah *purposive sampling*, teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. (Sugiyono, 2016) Jumlah sampel secara keseluruhan yang akan mengisi kuesioner adalah 35. Skala pengukuran kuesioner menggunakan tingkat persetujuan. Tingkat kesesuaian yang dimaksud dalam skala likert terdiri dari 4 pilihan skala yang mempunyai gradasi yaitu Sangat Sesuai (SS) dengan skor 4, Sesuai (S) dengan skor 3, Kurang Sesuai (KS) dengan skor 2, Tidak Sesuai (TS) skor 1.

Cara menentukan kriteria indikator: misal jumlah butir pertanyaan yang diberikan kepada staff dan pekerja berjumlah 11 butir. Untuk mencari kriteria indikator menggunakan rumus seperti berikut: butir pertanyaan = 11, Skala tertinggi= 4, Skala terendah = 1, Skor tertinggi ideal= 11 x 4=44, Skor terendah ideal = 11 x 1= 11.

$$\begin{aligned} \text{Skor rerata ideal (Mi)} &= \frac{1}{2} (\text{Skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal}) \\ &= \frac{1}{2} (44 + 11) \\ &= 27,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skor rerata ideal (SDi)} &= \frac{1}{6} (\text{Skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) \\ &= \frac{1}{6} (44 - 11) \\ &= 5,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= (Mi + 1,5 SDi) < X \leq (Mi + 3 SDi) \\ &= (27,5 + 1,5 (5,28)) < X \leq (27,5 + 3 (5,28)) \\ &= (27,5 + 7,92) < X \leq (27,5 + 15,84) \\ &= 35,42 < X \leq 43,34 \end{aligned}$$

Jadi nilai rentan dari 35,42 < X ≤ 43,34, mempunyai gradasi sangat sesuai. Model penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Countenance stake*. Variabel-variabel yang digunakan yaitu *Antecedants* (Maşukan), *Transaction* (Proses), *Output* (Keluran). Pendekatan yang digunakan menggunakan deskritif kuantitatif, dikarenakan data yang diperoleh dengan mendeskripsikan objek sehingga menghasilkan angka

dan kata. Teknik analisis deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui perhitungan gejala pusat (*Central Tendency*) dan mengolah data kualitatif berupa data observasi dokumentasi dan wawancara. Sedangkan indikator dari masing-masing variabel adalah sebagai berikut:

1. Variabel *Antecedants* (Maşukan): Indikator penetapan kebijakan dan perencanaan K3 dan Indikator pelaksanaan K3.
2. Variabel *Transaction* (Proses): Indikator perencanaan K3 dan Indikator Pelaksanaan K3. Jumlah butir pertanyaan yang diberikan kepada staff dan pekerja adalah sebanyak 5 butir.
3. Variabel *Output* (Keluran): Indikator pemantauan dan evaluasi K3

### 6. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Deskripsi Data *Antecedents*

Tahapan *antecedents* atau tahapan masukan pada penerapan kesehatan dan keselamatan kerja di proyek pembangunan pasar Singamandawa Kintamani tahap I memiliki 2 indikator yang didasarkan pada:

- a. Tahap penetapan kebijakan dan perencanaan K3 Tahapan ini memiliki 2 sub indikator yaitu undang-undang dan peraturan yang berlaku serta kepemimpinan dan komitmen.

Tabel 1: Distribusi Frekuensi Indikator Penetapan Kebijakan dan Perencanaan K3

| Kategori      | Staff     |            | Pekerja   |            |
|---------------|-----------|------------|-----------|------------|
|               | Frekuensi | Presentase | Frekuensi | Presentase |
| Sangat Sesuai | 10        | 90,90%     | 22        | 91,66%     |
| Sesuai        | 1         | 9,10%      | 1         | 4,17%      |
| Kurang Sesuai | 0         | 0%         | 1         | 4,17%      |
| Tidak Sesuai  | 0         | 0%         | 0         | 0%         |

(Sumber: Analisis Data, 2023)

Tabel 2: Perhitungan Skor Indikator Penetapan Kebijakan dan Perencanaan K3

| Responden | ST | SR | N  | Mean  | Median | Modus | SDi  |
|-----------|----|----|----|-------|--------|-------|------|
| Staff     | 44 | 11 | 11 | 40.00 | 41     | 35    | 3,72 |
| Pekerja   | 44 | 11 | 24 | 41.08 | 43     | 44    | 4,52 |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui tahapan penetapan kebijakan dan perencanaan, dari staff mendapatkan nilai rata-rata 40,00 yang dikategorikan sangat sesuai dan pekerja kategori sangat sesuai dengan nilai rata-rata 41,08. Data kuesioner antara responden staff dan pekerja menunjukkan tidak jauh beda. Data yang diperoleh, menunjukkan bahwa undang-undang yang berlaku serta komitmen dan kepemimpinan yang dilaksanakan sudah sesuai karena dari pihak kontraktor mendorong pekerja untuk menerapkan K3. Kebijakan yang ada sudah dilaksanakan sesuai visi dan misi dari kontraktor. Adanya komitmen diwujudkan dengan adanya struktur organisasi, papan pengumuman K3, surat kebijakan K3. Surat kebijakan dan undang-undang yang digunakan sudah tercantum dalam surat kebijakan K3 kontraktor, pemasangan struktur organisasi yang sudah terlaksana,

papan pengumuman K3 sudah dilaksanakan dengan maksimal, anggaran dana K3 terlaksana dengan rincian dana untuk K3 terintegrasi dengan anggaran dana kegiatan yang dilakukan di kontraktor. Kontraktor dapat memaksimalkan kerja dari organisasi K3 yang sudah dibentuk. Organisasi K3 dapat melakukan pengawasan secara berkala dan dapat melakukan pelatihan K3 kepada kontraktor dan pekerja. Organisasi K3 ini mampu menanamkan komitmen K3 sesuai visi dan misi dari kontraktor.

b. Tahap Pelaksanaan K3

Tahapan ini memiliki 4 sub indikator yaitu dokumentasi, P3K, serta tujuan dan program.

Tabel 3: Distribusi Frekuensi Indikator Pelaksanaan K3

| Kategori      | Staff     |            | Pekerja   |            |
|---------------|-----------|------------|-----------|------------|
|               | Frekuensi | Presentase | Frekuensi | Presentase |
| Sangat Sesuai | 10        | 90,90%     | 22        | 91,67%     |
| Sesuai        | 1         | 9,10%      | 2         | 8,33%      |
| Kurang Sesuai | 0         | 0%         | 0         | 0%         |
| Tidak Sesuai  | 0         | 0%         | 0         | 0%         |

(Sumber: Analisis Data, 2023)

Tabel 4: Perhitungan Skor Indikator Pelaksanaan K3

| Responden | ST | SR | N  | Mean  | Median | Modus | SDi  |
|-----------|----|----|----|-------|--------|-------|------|
| Staff     | 40 | 10 | 11 | 37,09 | 38     | 36    | 2,66 |
| Pekerja   | 40 | 10 | 24 | 38,04 | 39     | 40    | 3,04 |

(Sumber: Analisis data,2023)

Berdasarkan tabel 4, diketahui tahapan pelaksanaan K3 mendapatkan kategori sangat sesuai menurut staff yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata 37,09 dan dari pekerja mendapatkan katagori sangat sesuai dengan nilai rata-rata 38,04. Tahapan ini diamati dokumentasi K3 di ruangan dan luar ruangan P3K. Dokumentasi berupa surat-surat K3, poster K3 terlaksana dan sudah dipasang di proyek. Alat-alat P3K tersedia di proyek dan isi dari kotak P3K lengkap. Dokumentasi dan rambu-rambu, air bersih, dan MCK tersedia. Jalur evakuasi serta alat pemadam api ringan (APAR) juga tersedia dan dapat difungsikan dengan baik.

2. Deskripsi Data *Tracendents*

Tahapan *transcendent* atau tahapan proses pada penerapan kesehatan dan keselamatan kerja di Pasar Singamandawa tahap I, yaitu:

a. Tahap perencanaan K3

Tahapan ini memiliki 1 sub indikator yaitu identifikasi bahaya.

Tabel 5: Distribusi Frekuensi Indikator Perencanaan K3

| Kategori      | Staff     |            | Pekerja   |            |
|---------------|-----------|------------|-----------|------------|
|               | Frekuensi | Presentase | Frekuensi | Presentase |
| Sangat Sesuai | 9         | 81,82%     | 20        | 83,33%     |
| Sesuai        | 2         | 18,18%     | 4         | 16,67%     |
| Kurang Sesuai | 0         | 0%         | 0         | 0%         |
| Tidak Sesuai  | 0         | 0%         | 0         | 0%         |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Tabel 6: Distribusi Skor Indikator Perencanaan K3

| Responden | ST | SR | N  | Mean  | Median | Modus | SDi  |
|-----------|----|----|----|-------|--------|-------|------|
| Staff     | 40 | 10 | 11 | 34,09 | 34     | 34    | 1,97 |
| Pekerja   | 40 | 10 | 24 | 34,63 | 36     | 36    | 2,14 |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Berdasarkan tabel 6, maka dapat diketahui tahapan perencanaan K3 mendapatkan kategori sangat sesuai menurut staff yang ditujukan dengan nilai rata-rata 34,09 dan dari pekerja mendapatkan kategori sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 34,63. Data kualitatif yang diperoleh, menunjukkan bahwa sub indikator berupa dokumen prosedur sudah sesuai dengan prosedur K3 di proyek pembangunan Pasar Singamandawa tahap I serta identifikasi bahaya sudah dilakukan dan pelaksanaan di lapangan sudah di dokumentasikan. Dilihat dari hasil penelitian, berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif, tahap perencanaan K3 sudah dilaksanakan dengan baik.

b. Tahap Pelaksanaan K3

Tahapan ini memiliki 4 sub indikator yaitu komunikasi dan partisipasi dengan pekerja, sumber daya dan tanggung jawab, pengawasan, serta kesiapan keadaan darurat dan bencana

Tabel 7: Distribusi Frekuensi Indikator Pelaksanaan K3

| Kategori      | Staff     |            | Pekerja   |            |
|---------------|-----------|------------|-----------|------------|
|               | Frekuensi | Presentase | Frekuensi | Presentase |
| Sangat Sesuai | 11        | 100%       | 24        | 100%       |
| Sesuai        | 0         | 0%         | 0         | 0%         |
| Kurang Sesuai | 0         | 0%         | 0         | 0%         |
| Tidak Sesuai  | 0         | 0%         | 0         | 0%         |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Tabel 8: Distribusi Skor Indikator Pelaksanaan K3

| Responden | ST | SR | N  | Mean  | Median | Modus | SDi  |
|-----------|----|----|----|-------|--------|-------|------|
| Staff     | 48 | 12 | 11 | 45,64 | 46     | 47    | 2,11 |
| Pekerja   | 48 | 12 | 24 | 46,00 | 47     | 48    | 2,64 |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Berdasarkan tabel 8, maka dapat diketahui tahapan perencanaan K3 mendapatkan kategori sangat sesuai menurut staff yang ditujukan dengan nilai rata-rata 45,64 dan dari pekerja mendapatkan kategori sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 46,00. Berdasarkan hasil data kualitatif berupa observasi dan dokumentasi, tahapan ini sudah terlaksana sepenuhnya. Pengawasan SOP terhadap pekerja sudah sesuai dengan ISO 45001:2018.

3. Deskripsi Data *Output*

Tahapan output atau tahapan keluaran pada penerapan kesehatan dan keselamatan kerja di proyek pembangunan Pasar Singamandawa tahap I memiliki 1 indikator data kuantitatif yaitu:

a. Tahap Evaluasi K3

Tahapan ini memiliki 2 sub indikator yaitu aspek lingkungan serta pemeliharaan dan perbaikan sarana.

Tabel 9: Distribusi Frekuensi Indikator Evaluasi K3

| Kategori      | Staff     |            | Pekerja   |            |
|---------------|-----------|------------|-----------|------------|
|               | Frekuensi | Presentase | Frekuensi | Presentase |
| Sangat Sesuai | 10        | 90,90%     | 22        | 91,67%     |
| Sesuai        | 1         | 9,10%      | 2         | 8,33%      |
| Kurang Sesuai | 0         | 0%         | 0         | 0%         |
| Tidak Sesuai  | 0         | 0%         | 0         | 0%         |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Tabel 10: Distribusi Skor Indikator Evaluasi K3

| Responden | ST | SR | N  | Mean  | Median | Modus | SDi  |
|-----------|----|----|----|-------|--------|-------|------|
| Staff     | 20 | 5  | 11 | 18,82 | 19     | 20    | 1,78 |
| Pekerja   | 20 | 5  | 24 | 18,96 | 20     | 20    | 1,62 |

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2023)

Berdasarkan tabel 10, maka dapat diketahui tahapan perencanaan K3 mendapatkan kategori sangat sesuai menurut staff yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata 18,82 dan dari pekerja mendapatkan kategori sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 18,96. Terdapat perbedaan data yang diperoleh dari responden staff dan pekerja. Data kualitatif yang didapatkan, seluruh bab indikator yang ada sudah terlaksana akan tetapi belum didokumentasikan. Pelaporan dan pencatatan kecelakaan kerja sudah adanya pelaporan, pemeliharaan sarana dan prasarana sudah dilaksanakan, serta kinerja K3 di proyek sudah dilaksanakan. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sub indikator berupa pelaporan dan pencatatan kecelakaan kerja, pemeliharaan dan perbaikan sarana, serta pemantauan kesehatan sudah sesuai dengan di lapangan.

## 7. SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah disajikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan K3 di proyek pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani tahap I menggunakan model evaluasi *Countenance Stake* yang dijabarkan sebagai berikut.

#### a. Antecedents

Tahapan penerapan kebijakan dan perencanaan K3 berdasarkan data kuesioner yang didapatkan, untuk responden staff mengkatagorikan tahapan penetapan kebijakan dan perencanaan K3 sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 40,00 dan untuk responden pekerja juga mengkatagorikan sangat sesuai dengan nilai rata-rata 41,08. Nilai rata-rata yang didapatkan dikatagorikan sangat sesuai karena berada pada rentang skor  $32,42 < X \leq 43,43$ . Tahap pelaksanaan K3 difokuskan pada sarana dan prasarana yang disediakan pihak kontraktor di area proyek dan sekitarnya. Untuk responden staff mengkatagorikan tahapan penetapan kebijakan dan perencanaan K3 sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 37,09 dan untuk responden pekerja

mengkategorikan sangat sesuai dengan nilai rata-rata 38,04. Nilai rata-rata yang didapatkan dikatagorikan sangat sesuai karena berada pada rentang skor  $32,5 < X \leq 40$ .

#### b. Trancendent

Berdasarkan data yang diperoleh tahapan perencanaan K3 mendapat kategori sangat sesuai pada responden staff dengan nilai rata-rata 34,09 dan untuk responden pekerja mengkatagorikan tahapan perencanaan K3 sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 34,63. Nilai rata-rata yang didapatkan dikatagorikan sangat sesuai karena berada pada rentang skor  $32,5 < X \leq 40$ . Tahapan pelaksanaan K3, berdasarkan data yang diperoleh tahapan pelaksanaan K3 mendapat kategori sangat sesuai pada responden staff dengan nilai rata-rata sebesar 45,64 dan responden pekerja juga mengkatagorikan tahapan pelaksanaan K3 sangat sesuai dengan nilai rata-rata 46,00. Nilai rata-rata yang didapatkan dikatagorikan sangat sesuai karena berada pada rentang skor  $39 < X \leq 40$ .

#### c. Output

Tahap pemantauan dan evaluasi kinerja K3, berdasarkan data yang diperoleh tahapan pemantauan dan evaluasi kinerja K3 mendapat kategori sangat sesuai pada responden staff dengan nilai rata-rata sebesar 18,82 dan untuk responden pekerja mengkatagorikan tahapan pelaksanaan K3 sangat sesuai dengan nilai rata-rata sebesar 18,96. Nilai rata-rata yang didapatkan dikatagorikan sangat sesuai karena berada pada rentang skor  $16,25 < X \leq 20$ .

2. Hasil evaluasi dari penelitian yang dilakukan di pembangunan Pasar Singamandawa Kintamani tahap I bahwa kontraktor sudah menerapkan K3 sesuai dengan ISO 45001 : 2018 . SNI ISO 45001 : 2018 dibangun dengan pendekatan PDCA (*Plan Do Check Action*). Pada tahap *plan* atau perencanaan, pihak kontraktor telah membentuk tim Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3) yang bertanggung jawab atas pelaksanaan K3 di lapangan. Pada tahap *do* atau pelaksanaan, perusahaan sudah mengimplementasikan sejumlah program K3 yang telah dirancang seperti melakukan pengendalian risiko dan bahaya untuk mencapai target K3 termasuk di dalamnya memberikan pelatihan K3. Kemudian di tahap *check* atau pemeriksaan, kontraktor sudah melakukan *safety patrol* dan pelaksanaan audit untuk mengetahui tingkat keberhasilan penerapan K3. Dan pada tahap *act* atau tindakan, kontraktor sudah melakukan perbaikan dan evaluasi bila terjadi kekurangan atau kesalahan pada tahap sebelumnya.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memiliki saran yang dapat diterapkan berbagai pihak antara lain sebagai berikut:

1. Untuk pihak kontraktor, ada baiknya melakukan rapat khusus terkait audit internal mengenai K3 dan mendokumentasikan setiap peningkatan yang telah dicapai pihak kontraktor.
2. Pihak kontraktor sebaiknya memberikan pengarahan yang jelas kepada staff dan pekerja untuk melaksanakan pengawasan sesuai dengan SOP yang ada.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adzim, H. I. (2021). *Pengertian dan Elemen Sistem Manajemen K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)*. Sistemmanajemenkeselamatankerja.Blogspot.Com.
- Badrul, M. (2019). *Pengertian K3 Menurut Para Ahli Serta Tujuan dan Jenis-Jenis Bahaya*. Badrulmozila.Com.
- Ervianto, W. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi offset.
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Andi.
- Ervianto, W. I. (2009). *Manajemen Proyek Konstruksi (Revisi)*. Andi Offset.
- Frederika, A., & Astana, Y. (2010). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus pada Proyek Konstruksi di Kabupaten Badung). *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)*, 267–283.
- Kani, B. R., Mandagi, R. J. M., p Rantung, J., & Malingkas, G. Y. (2013). Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek PT. Trakindo Utama). *Jurnal Sipil Statik*, 1(6).
- Kemala, D. R. (2017). Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan MHE Maintenance Department Badak NGL di Bontang. *EJournal Administrasi Bisnis*, 5(1), 1–7.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)*. Alfabeta.

## ANALISIS PENYEBAB KEMACETAN LALU LINTAS PADA JALAN KOLEKTOR PRIMER KABUPATEN BADUNG (Studi Kasus: Jalan Raya Canggu, Kuta Utara)

Ida Bagus Wirahaji<sup>1</sup>, I Wayan Muka<sup>2</sup> dan Ketut Agus Karmadi<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalagit, Penatih, Denpasar Timur,

<sup>1</sup>Email: ib.wirahaji@gmail.com, <sup>2</sup>Email: wayanmuka@unhi.ac.id

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati, Jl. Kamboja 11A, Denpasar,

<sup>3</sup>Email: agus.karmadi@gmail.com

### ABSTRAK

Perkembangan suatu kawasan terlihat dari perkembangan sistem transportasinya. Kawasan desa Canggu merupakan kawasan yang mengalami perkembangan pesat yang berdampak pada kepadatan lalu lintas. Jalan Raya Canggu merupakan salah satu ruas jalan yang melayani koridor kawasan wisata, dibebani arus lalu lintas padat dengan kondisi geometrik jalan seadanya dan hambatan samping yang mengurangi kapasitas jalan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis persepsi masyarakat yang berdomisili di sepanjang koridor ruas Jalan Raya Canggu mengenai faktor penyebab kemacetan lalu lintas di kawasan Desa Canggu. Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi dan penyebaran kuesioner yang berisi pertanyaan tertutup terhadap 400 responden. Metode analisis data menggunakan statistik regresi linear berganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa arus lalu lintas, geometrik jalan, dan hambatan samping berpengaruh signifikan secara parsial dan simultan terhadap kemacetan arus lalu lintas pada ruas Jalan Raya Canggu. Diperoleh Model Persamaan:  $Y=1.514+0.378X_1+0.363X_2+0.304X_3+e$ , dimana arus lalu lintas mempunyai pengaruh terbesar dibandingkan geometrik jalan dan hambatan samping. Kemampuan model dalam memprediksi sangat kuat yang ditandai dengan nilai koef. determinasi ( $R^2$ ) sebesar 89,1%.

Kata kunci: arus lalu lintas, geometrik jalan, hambatan samping, kemacetan

### ABSTRACT

*The development of an area can be seen from the development of its transportation system. The Canggu village area is an area experiencing rapid development which has an impact on traffic density. The Canggu highway is one of the roads that serves the tourist area corridor, with heavy traffic flow with poor road geometric conditions and side obstacles that reduce road capacity. The purpose of this research is to analyze the perceptions of people who live along the Canggu highway corridor regarding the factors causing traffic congestion in the Canggu Village area. Primary data was obtained by observation and distributing questionnaires containing closed questions to 400 respondents. The data analysis method uses multiple linear regression statistics. The results of the analysis show that traffic flow, road geometrics and side obstacles have a significant partial and simultaneous effect on traffic congestion on the Canggu highway section. Obtained Model Equation:  $Y=1.514+0.378X_1+0.363X_2+0.304X_3+e$ , where traffic flow has the greatest influence compared to road geometry and side obstacles. The model's ability to predict is very strong as indicated by the coefficient value. determination ( $R^2$ ) was 89.1%.*

**Keywords:** traffic flow, road geometrics, side obstacles, congestion

### 1. PENDAHULUAN

Karakteristik dan intensitas penggunaan lahan akan mempengaruhi karakteristik pergerakan penduduk. Pembentuk pergerakan ini dibedakan atas pembangkit pergerakan dan penarik pergerakan, perubahan guna lahan akan berpengaruh pada peningkatan bangkitan perjalanan yang akhirnya akan menimbulkan peningkatan kebutuhan prasarana dan sarana transportasi sedangkan besarnya tarikan pergerakan ditentukan oleh tujuan atau maksud perjalanan. Jadi berbagai aktivitas akan memberi dampak pergerakan yang berbeda pada saat ini dan masa mendatang. Penggunaan lahan dan transportasi adalah sangat jelas dan kompleks dimana terdapat interaksi dan saling ketergantungan. Sistem transportasi yang ada memberikan akses untuk bekerja, tergantung dimana mereka tinggal dan dimana pekerjaan mereka berada

(Jonsson, 2008). Peningkatan jumlah kendaraan di daerah perkotaan menyebabkan problem terhadap jalan raya dan lalu lintas itu sendiri terutama pada jalan-jalan utama. Adanya aktivitas samping jalan sering menimbulkan masalah. Selain itu, kapasitas jalan raya yang tidak seimbang dengan peningkatan jumlah kendaraan, juga bangunan yang menimbulkan bangkitan dan tarikan, dimana dampak yang ditimbulkan akan berpengaruh terhadap arus lalu lintas (Margareth dkk, 2015).

Kemacetan mengakibatkan kerugian secara ekonomi maupun immateril seperti menimbulkan stress karena kekesalan tidak tepat waktu pada tujuan. Kemacetan penyebabnya dari berbagai kehidupan yang saling terkait misalnya ke disiplin yang kurang, Low Inforcement yang lemah, pertumbuhan kendaraan yang tidak bisa di imbangi pertumbuhan prasarana

jalan (Alhadar, 2011).

Penelitian ini menganalisis persepsi masyarakat yang berdomisili di sepanjang koridor ruas Jalan Raya Canggü. Variabel laten yang digunakan adalah Arus Lalu Lintas, Geometrik Jalan, dan Hambatan Samping sebagai variabel dependen (bebas) dan Kemacetan Lalu Lintas sebagai variabel independen (terikat). Pengumpulan data primer melalui penyebaran kuesioner dan analisis data menggunakan Regresi Linear Berganda. Tujuan studi ini untuk mengetahui signifikansi pengaruh arus lalu lintas, geometrik jalan, dan hambatan samping secara parsial dan simultan terhadap kemacetan lalu lintas di ruas Jalan Raya Canggü dan untuk mengetahui persentase kemampuan variabel independen mempengaruhi kemacetan lalu lintas di ruas Jalan Raya Canggü.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengendara mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengendara yang berbeda yang dikarenakan oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengendara. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasar waktunya. Oleh karena itu perilaku pengendara akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas. Dalam menggambarkan arus lalu lintas secara kuantitatif dalam rangka untuk mengerti tentang keragaman karakteristiknya dan rentang kondisi perilakunya, maka perlu suatu parameter. Parameter tersebut harus dapat didefinisikan dan diukur oleh insinyur lalu lintas dalam menganalisis, mengevaluasi, dan melakukan perbaikan fasilitas lalu lintas berdasarkan parameter dan pengetahuan pelakunya (Oglesby dan Hick, 1999).

### Geometrik Jalan

Geometrik jalan ialah suatu bangun yang menggambarkan jalan, yang meliputi tentang penampang melintang, penampang memanjang, maupun aspek lain yang berkaitan dengan bentuk fisik dari jalan. Desain geometrik sendiri terdiri dari alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal (Ruslan dan Idham, 2020). Perancangan geometri jalan merupakan salah satu bagian dari perancangan jalan yang dimana dititik beratkan pada perancangan bentuk fisik jalan, sehingga dapat menghasilkan bentuk jalan yang dapat dimanfaatkan untuk operasi lalu lintas dengan cepat, lancar, aman, nyaman, dan efisien. Dasar perancangan geometri adalah sifat gerakan,

ukuran kendaraan (dimensi dan berat), sifat pengemudi, dan karakteristik arus (kecepatan, kerapatan dan volume) lalu lintas. Dalam Perencanaan geometri ada tiga elemen penting yaitu alinyemen horizontal (trase jalan), terutama dititik beratkan pada perancangan sumbu jalan; alinyemen vertikal (penampang memanjang jalan); dan penampang melintang jalan (Nanang dan Idham, 2010).

### Hambatan Samping

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014), hambatan samping adalah dampak dari kinerja ruas jalan yang diakibatkan oleh kegiatan di sisi jalan. Masalah yang ditimbulkan oleh hambatan samping di Indonesia menimbulkan konflik yang besar terhadap kinerja lalu lintas.

Hambatan samping yang terjadi sering kali terkait dengan adanya aktivitas sosial dan ekonomi seperti adanya parkir di badan jalan yang diakibatkan oleh tata guna lahan yang tidak menyediakan tempat parkir, pengguna jalan yang menurunkan penumpang disembarang tempat, dan banyaknya pejalan kaki yang menyeberang sehingga menyebabkan kapasitas jalan mengalami penurunan (Rachman dkk, 2020).

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, hambatan samping terdiri dari:

1. Kendaraan yang parkir di badan jalan (on-street parking)
2. Para pejalan kaki (pedestrian)
3. Kendaraan keluar masuk
4. Kendaraan bergerak lambat.

### Kemacetan

Kemacetan transportasi didefinisikan sebagai hambatan timbal balik lalu lintas oleh kendaraan karena adanya keterkaitan antara kecepatan kendaraan yang bergerak dan volume arus dalam kondisi kapasitas infrastruktur yang terkuras. Dengan kata lain, kemacetan dikaitkan dengan tingkat lalu lintas kendaraan yang melebihi kapasitas jalan tertentu, yang mengakibatkan penurunan kecepatan kendaraan yang bergerak. atau hambatan total untuk gerakan bebas (Goodwin, 2004). Kemacetan merupakan akibat dari tidak seimbangnya kebutuhan akan mobilitas dan suplai dari sistem transportasi. Tingkat permintaan hasil dari konsentrasi perjalanan dalam ruang dan waktu. Di sisi lain, penawaran adalah hasil dari sejarah infrastruktur, ukuran investasi, manajemen lalu lintas dan operasional lainnya praktik (Falcocchio dan Levinson, 2015)

Kemacetan terutama muncul di atau dekat daerah padat penduduk dengan tingkat kepadatan tinggi kepemilikan mobil, sehingga kapasitas jalan tidak mencukupi untuk menampung semua perjalanan yang mungkin dilakukan, terutama pada pagi dan sore hari perjalanan ke dan dari pekerjaan (Metz, 2018). Kemacetan mengakibatkan penurunan kecepatan perjalanan dan peningkatan waktu perjalanan, yang

membawa biaya bagi perekonomian dan berdampak negatif pada daerah perkotaan dan penduduk mereka. Kerugian waktu akibat kemacetan menyebabkan kerugian ekonomi langsung bagi pengguna jalan, tetapi kemacetan juga menghasilkan sejumlah efek tidak langsung, termasuk efek negatif pada lingkungan, kualitas hidup, keselamatan, meningkatkan stres pengemudi dan penumpang, dan juga mempengaruhi pengguna jalan tidak bermotor, seperti orang yang menggunakan trotoar atau pemilik properti di sepanjang jalan (Gierszewski dan Koźlak, 2019).

### Penelitian Terdahulu

Penelitian ini memiliki kemiripan dengan penelitian sebelumnya, antara lain: Ristianti (2020), menganalisis persepsi masyarakat Kota Yogyakarta terhadap kemacetan dan polusi udara. Responden 100 orang, analisis data menggunakan Importance Performace Analysis (IPA). Siringo dan Adikampana (2014), menganalisis persepsi wisatawan terhadap kemacetan di Jalan Pantai Kuta Kabupaten Badung Bali. Pengumpulan data dengan observasi, distribusi kuesioner, dan wawancara. data dianalisis dengan kualitatif deskriptif. Nizam dkk (2016), menganalisis persepsi masyarakat tentang alternatif pemecahan masalah transportasi di Jalan Riau Pekanbaru. Pengumpulan dengan menyebarkan kuesioner kepada 100 responden yang dianalisis dengan regresi linier berganda.

### 3. METODE PENELITIAN

#### Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini populasi yang dijadikan penelitian adalah penduduk yang berdomisili di koridor ruas Jalan Raya Canggü, yang terdiri dari empat kelurahan/desa, yaitu: Kelurahan Krobokan, Desa Tibubeneng, Canggü, dan Dalung. Sampel dalam penelitian ini menggunakan formula penentuan jumlah sampel dari Slovin (1960) dalam Ridwan (2005), seperti terlihat pada Persamaan 1:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} = \frac{85.318}{1 + 85.318 \cdot 0,05^2} = 398,13 \approx 400 \text{ responden} \tag{1}$$

Dimana: n adalah ukuran sampel, N ukuran populasi di enam kelurahan/desa, dan e adalah tingkat signifiansi (0,05). Dalam penelitian ini diperoleh responden sebanyak 400 orang sesuai hasil perhitungan.

#### Variabel Penelitian

Variabel dependen dan independen beserta variabel indikatornya dalam penelitian diperlihatkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Variabel Independen, Dependen, dan Indikator

| No | Variabel                       | Variabel Indikator  | Referensi                       |
|----|--------------------------------|---|---------------------------------|
| 1  | Arus Lalu Lintas (X1)          | Arus lalu lintas pengguna mobil menjadi penyebab kemacetan (X <sub>1.1</sub> )  | Sitanggang dan Saribanon (2018) |
|    |                                | Arus lalu lintas pengguna sepeda motor menjadi penyebab kemacetan (X <sub>1.2</sub> )                                   | Sitanggang dan Saribanon (2018) |
|    |                                | Arus lalu lintas perjalanan internal menjadi penyebab kemacetan (X <sub>1.3</sub> )                                     | Rumayar (2018)                  |
|    |                                | Arus lalu lintas perjalanan eksternal menjadi penyebab kemacetan (X <sub>1.4</sub> )                                    | Rumayar (2018)                  |
|    |                                | Arus lalu lintas perjalanan perjalanan wisata menjadi penyebab kemacetan (X <sub>1.5</sub> )                            | Suthanaya dkk (2017)            |
| 2  | Kondisi Geometrik Jalan (X2)   | Lebar jalan tidak cukup untuk melayani arus lalu lintas menyebabkan kemacetan (X <sub>2.1</sub> )                       | Sitanggang dan Saribanon (2018) |
|    |                                | Banyak terdapat persimpangan yang menyebabkan terjadinya kemacetan (X <sub>2.2</sub> )                                  | Sitanggang dan Saribanon (2018) |
|    |                                | Adanya beberapa tikungan tajam menjadi penyebab kemacetan (X <sub>2.3</sub> )   | Taufik (2016)                   |
|    |                                | Jalan tidak memiliki bahu jalan menjadi penyebab kemacetan (X <sub>2.4</sub> )  | Taufik (2016)                   |
|    |                                | Ruas jalan hanya terdiri dari satu lajur menjadi penyebab kemacetan (X <sub>2.5</sub> )                                 | Taufik (2016)                   |
| 3  | Hambatan Sampung (X3)          | Adanya kendaraan yang parkir di badan jalan ( <i>on-street parking</i> ) menjadi penyebab kemacetan (X <sub>3.1</sub> ) | Seran dan Klau (2022)           |
|    |                                | Adanya kendaraan yang keluar masuk rumah/proyek menjadi penyebab kemacetan (X <sub>3.2</sub> )                          | Pratama dkk (2022)              |
|    |                                | Adanya manuver kendaraan yang keluar masuk pusat kegiatan menjadi penyebab kemacetan (X <sub>3.3</sub> )                | Pratama dkk (2022)              |
|    |                                | Adanya kendaraan yang bergerak lambat menjadi penyebab kemacetan (X <sub>3.4</sub> )                                    | Pratama dkk (2022)              |
|    |                                | Adanya aktivitas pasar tradisional, menjadi penyebab kemacetan (X <sub>3.5</sub> )                                      | Yanti (2014)                    |
| 4  | Kemacetan Arus Lalu Lintas (Y) | Kecepatan kendaraan sangat rendah, terkadang berhenti (Y <sub>1</sub> )   | Edison (2017)                   |
|    |                                | Waktu tempuh perjalanan bertambah menjadi lebih lama (Y <sub>2</sub> )  | Edison (2017)                   |
|    |                                | Pemakaian BBM menjadi lebih boros (Y <sub>3</sub> )   | Edison (2017)                   |
|    |                                | Meningkatkan volume pencemaran lingkungan (Y <sub>4</sub> )   | Edison (2017)                   |
|    |                                | Pengguna kendaraan mengalami stress, kesal, marah-maraha (Y <sub>5</sub> )  | Edison (2017)                   |

Sumber: kumpulan berbagai sumber.

### Uji Validitas dan Reliabilitas

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. Jika korelasi *Pearson Product Moment* antara masing-masing dengan kriteria pengujian  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel dengan  $\alpha = 0,05$  maka alat ukur tersebut dinyatakan valid, dan sebaliknya apabila  $r$  hitung  $<$   $r$  tabel maka alat ukur tersebut adalah tidak valid (Arikunto, 2013). Rumus Korelasi *Product Moment* seperti terlihat pada Persamaan 2.

$$r \text{ hitung} = \frac{n \sum XY - (\sum X \cdot \sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (2)$$

Dimana:  $r$  = koefisien korelasi;  $n$  = jumlah sampel;  $\sum XY$  = jumlah perkalian  $x$  dan  $y$ ;  $\sum X$  = jumlah nilai variabel  $x$ ;  $\sum Y$  = jumlah nilai variabel  $y$ ;  $\sum X^2$  = jumlah kuadrat dari nilai variabel  $x$ ;  $\sum Y^2$  = jumlah kuadrat dari nilai variabel  $y$ . Reliabilitas adalah alat untuk mengukur suatu kuesioner yang merupakan indikator dari variabel atau konstruk. Suatu kuesioner dikatakan reliabel atau handal jika jawaban seseorang terhadap pernyataan adalah konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Cara yang digunakan untuk menguji reliabilitas kuesioner adalah uji statistik Alpha Cronbach dimana nilai koefisien Alpha Cronbach dari tiap variabel penelitian harus  $\geq 0,6$  agar dinyatakan Reliabel (Arikunto, 2013). Persamaan Cronbach's Alpha ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$r_x = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (3)$$

Dimana:  $r_x$  = reabilitas yang dicari;  $n$  = jumlah sampel;  $\sum \sigma_t^2$  = jumlah varian skor tiap item;  $\sigma_t^2$  = varians total.

### Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel independen. Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Ghozali, 2018).

Persamaan regresi linier berganda secara matematik adalah seperti pada Persamaan 4:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (4)$$

Dimana:  $Y$  = variabel depeden;  $a$  = konstanta;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  = koef regresi; dan  $X_1, X_2, \dots, X_n$  = variabel independen.

### Uji t dan Uji F

Uji t dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji

bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikatnya. Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan  $t$  hitung dengan  $t$  tabel atau dengan melihat kolom signifikansi pada masing-masing  $t$  hitung. Uji  $t$  dapat dilakukan dengan membandingkan  $t$  hitung dengan Tabel  $t$ :  $t$  Tabel dalam Excel, jika  $t$  hitung  $>$  dari  $t$  tabel, ( $H_0$  di tolak  $H_a$  diterima) maka model signifikan atau bisa dilihat dalam kolom signifikansi pada Anova (output SPSS) (Arikunto, 2013).

Uji F dikenal dengan Uji serentak atau uji Model/Uji Anova, yaitu uji untuk melihat bagaimanakah pengaruh semua variabel bebasnya secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya. Atau untuk menguji apakah model regresi yang kita buat baik/signifikan atau tidak baik/non signifikan. Jika model signifikan maka model bisa digunakan untuk prediksi/peramalan, sebaliknya jika non/tidak signifikan maka model regresi tidak bisa digunakan untuk peramalan. Uji F dapat dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan Tabel F: F Tabel dalam Excel, jika F hitung  $>$  dari F tabel, ( $H_0$  di tolak  $H_a$  diterima) maka model signifikan atau bisa dilihat dalam kolom signifikansi pada Anova (Arikunto, 2013)

### Koefisien Determinasi ( $r^2$ )

Menurut Ghozali (2018) nilai koefisien determinasi yang kecil memiliki arti bahwa kemampuan variabel – variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen sangat terbatas, Sebaliknya jika nilai mendekati 1 (satu) dan menjauhi 0 (nol) memiliki arti bahwa variabel – variabel independen memiliki kemampuan memberikan semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Profil Koridor Ruas Jalan Raya Cangg

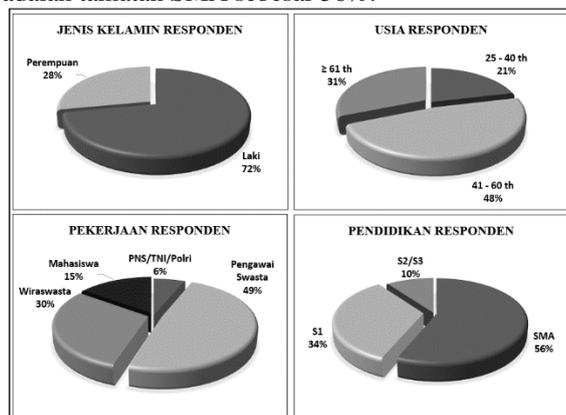
Jalan Raya Cangg tidak hanya dilalui oleh perjalanan pariwisata, tetapi oleh para komuter, yaitu penduduk yang bekerja ke daerah Tabanan, ke Nusa Dua, Tanah Lot, atau Denpasar atau sebaliknya. Pesatnya pembangunan infrastruktur pariwisata, seperti vila dan restoran, di kawasan Cangg dan Keberadaan berbagai fasilitas penunjang pariwisata itu turut berkontribusi terhadap padatnya kendaraan di jalanan Cangg. Salah satu sebab kemacetan di Jalan Raya Cangg adalah karena banyaknya kendaraan berat seperti truk yang melewati jalan ini. Banyak truk yang berjalan lambat, terutama saat naik dan turun tanjakan jalan, baik karena membawa beban atau pun tanpa beban. Akibatnya mobil dan motor mesti mengantre panjang di belakang truk.

Titik nol ruas Jalan Raya Cangg pada penelitian ini diambil pada Simpang Kerobokan, dengan kaki simpang Jalan Gunung Sanghyang ke arah timur, Jalan

Kerobokan arah utara-selatan, dan Jalan Raya Canggung ke arah barat. Titik akhir ruas Jalan Raya Canggung adalah Simpang Pererenan, dengan kaki simpang Jalan Bypass Tanah Lot ke arah barat, Jalan Dalem Wr ke arah utara, Jalan Belulang Yeh ke arah selatan. Ruas jalan ini melintasi 3 (tiga) desa/kelurahan, yaitu: Kerobokan, Canggung, dan Tibubeneng. Panjang secara keseluruhan ruas Jalan Raya Canggung adalah sepanjang 4,2 km, dengan lebar rata-rata 7,0 m.

**Profil Responden**

Kuesioner disebar di sepanjang koridor ruas Jalan Raya Canggung sebanyak 400 eks. Koridor ruas Jalan Raya Canggung melintasi 4 (empat) desa/kelurahan, yaitu: Kelurahan Kerobokan, Desa Canggung, Desa Tibubeneng, dan Desa Pererenan. Gambar 1 menunjukkan responden didominasi oleh laki-laki sebanyak 72% dengan usia 41-60 tahun sebesar 48%, pekerjaan didominasi oleh pegawai swasta sebanyak 49%. Pendidikan responden paling banyak ditemui adalah tamatan SMA sebesar 56%.



Gambar 1 Profil Responden Sepanjang Koridor Ruas Jalan Raya Canggung. Sumber: Hasil Analisis (2023)

**Validitas dan Reliabilitas**

Tabel 4.1 menunjukkan hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen, dengan mengguakan data 30 responden. Nilai validitas dinyatakan dengan koef. korelasi (correlation coef). Pada Tabel 4.1 semua nilai koef. korelasi lebih besar dari 0.3, yang berarti bahwa validitas suatu instrumen penelitian dalam hal ini kuesioner yang disebar di memenuhi persyaratan. Pada Tabel 4.1 semua nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0.7, yang berarti bahwa reliabilitas suatu instrumen penelitian dalam hal ini kuesioner yang disebar di memenuhi persyaratan. Pada Tabel 2 menunjukkan nilai Standar Deviasi seluruhnya lebih kecil dari nilai Mean. Hal ini menunjukkan persebaran data kecil.

Tabel 2 Nilai Mean, Std Deviasi, Koef Korelasi dan Cronbach's Alpha

| Indikator | Mean | Std.Dev | Coef. Correlation (≥ 0.3) | Cronbach's Alpha (≥ 0.7) | Indikator | Mean | Std.Dev | Coef. Correlation (≥ 0.3) | Cronbach's Alpha (≥ 0.7) |
|-----------|------|---------|---------------------------|--------------------------|-----------|------|---------|---------------------------|--------------------------|
| X1.1      | 3.80 | 0.925   | 0.844                     | 0.779                    | X2.1      | 3.87 | 0.937   | 0.881                     | 0.767                    |
| X1.2      | 3.57 | 0.898   | 0.881                     | 0.777                    | X2.2      | 3.50 | 0.682   | 0.772                     | 0.798                    |
| X1.3      | 3.87 | 0.730   | 0.736                     | 0.806                    | X2.3      | 3.83 | 0.950   | 0.861                     | 0.768                    |
| X1.4      | 3.57 | 0.774   | 0.815                     | 0.793                    | X2.4      | 3.60 | 0.894   | 0.880                     | 0.770                    |
| X1.5      | 3.80 | 0.925   | 0.920                     | 0.770                    | X2.5      | 3.93 | 0.640   | 0.740                     | 0.804                    |

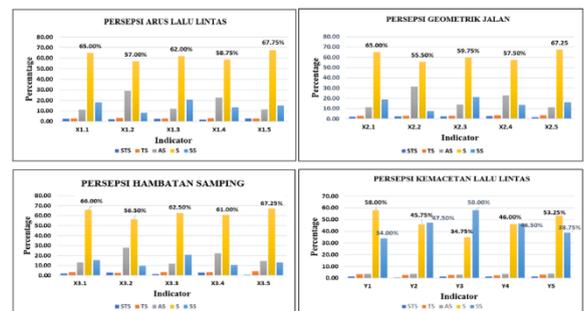
  

| Indikator | Mean | Std.Dev | Coef. Correlation (≥ 0.3) | Cronbach's Alpha (≥ 0.7) | Indikator | Mean | Std.Dev | Coef. Correlation (≥ 0.3) | Cronbach's Alpha (≥ 0.7) |
|-----------|------|---------|---------------------------|--------------------------|-----------|------|---------|---------------------------|--------------------------|
| X3.1      | 3.70 | 0.915   | 0.833                     | 0.784                    | Y1        | 4.00 | 0.983   | 0.879                     | 0.771                    |
| X3.2      | 3.57 | 0.898   | 0.878                     | 0.780                    | Y2        | 4.13 | 1.042   | 0.884                     | 0.765                    |
| X3.3      | 3.93 | 0.785   | 0.855                     | 0.792                    | Y3        | 4.37 | 0.765   | 0.845                     | 0.791                    |
| X3.4      | 3.43 | 0.935   | 0.903                     | 0.775                    | Y4        | 4.20 | 0.714   | 0.746                     | 0.803                    |
| X3.5      | 3.83 | 0.747   | 0.800                     | 0.799                    | Y5        | 4.17 | 0.834   | 0.837                     | 0.916                    |

Sumber: Hasil Analisis (2023)

**Persepsi Responden**

Tabel 3 menunjukkan persentase persepsi masyarakat. Persepsi masyarakat tentang arus lalu lintas, kondisi geometrik jalan, hambatan samping dan kemacetan lalu lintas, mayoritas memilih setuju (S) terhadap item-item pernyataan yang menjadi indikator.



Sumber: Hasil Analisis (2023)

**Regresi Linier Berganda**

Tabel 2 menunjukkan signifikansi parsial pengaruh variabel independen terhadap terhadap variabel dependen. Semuan nilai Sig.sebesar 0,000 < 0,05 yang berarti semua variabel independen, yaitu Arus Lalu Lintas (X1), GeometrikJalan (X2) dan Hambatan Samping (X2) berpengaruh signifikan positif terhadap variabel dependen, Kemacetan Lalu Lintas (Y).

Tabel 2 Nilai Signifikansi Parsial Variabel Independen

| Model | Coefficients <sup>a</sup>   |            |                                |       |        |       |
|-------|-----------------------------|------------|--------------------------------|-------|--------|-------|
|       | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients Beta | t     | Sig.   |       |
|       | B                           | Std. Error |                                |       |        |       |
| 1     | (Constant)                  | 1.514      | 0.358                          |       | 4.229  | 0.000 |
|       | Arus Lalu Lintas (X1)       | 0.378      | 0.023                          | 0.384 | 16.678 | 0.000 |
|       | Geometrik Jalan (X2)        | 0.363      | 0.022                          | 0.384 | 16.465 | 0.000 |
|       | Hambatan Samping (X3)       | 0.304      | 0.022                          | 0.317 | 13.581 | 0.000 |

a. Dependent Variable: Kemacetan (Y)

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Berdasarkan Tabel 2, dapat dirumuskan kodel persamaan matematisnya seperti Persamaan 5.

$$Y = 1,524 + 0,378 X1 + 0,363 X2 + 0,304 X3 \quad (5)$$

Berdasarkan Tabel 2 dengan memperhatikan baris kolom t dan sig, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Variabel Arus Lalu Lintas (X1) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Minat Pengguna Angkutan Umum (Y). Hal ini dapat terlihat dari nilai signifikansi Kualitas Pelayanan Angkutan Umum (X1)  $0.000 < 0.05$ . Kemudian nilai  $t_{tabel} = (\alpha/2; n-k-1) = (0,025;400-2-1) = (0,025;397) = 1,96596$ . Berarti nilai  $t_{hitung} = 16.678 > t_{tabel} = 1.96596$ . Sehingga, hipotesis yang menyatakan: “Arus Lalu Lintas (X1) berpengaruh terhadap Kemacetan Lalu Lintas (Y)”, secara parsial dapat diterima. Nilai  $t_{tabel}$  dapat dicari dari Excel dengan formula: “=T.INV(probabilit;deg\_freedom1)
2. Variabel Geometrik Jalan (X2) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Kemacetan Lalu Lintas (Y). Hal ini dapat terlihat dari nilai signifikansi Geometrik Jalan (X2)  $0.000 < 0.05$ . Kemudian nilai  $t_{tabel} = (\alpha/2; n-k-1) = (0,025;400-2-1) = (0,025;397) = 1.96596$ . Berarti nilai  $t_{hitung} = 16.465 > t_{tabel} = 1.96596$ . Sehingga, hipotesis yang menyatakan: “Geometrik Jalan (X2) berpengaruh terhadap Kemacetan Lalu Lintas (Y)”, secara parsial dapat diterima.
3. Variabel Hambatan Samping (X3) berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap Kemacetan Lalu Lintas (Y). Hal ini dapat terlihat dari nilai signifikansi Hambatan Samping (X3)  $0.000 < 0.05$ . Kemudian nilai  $t_{tabel} = (\alpha/2; n-k-1) = (0,025;400-2-1) = (0,025;397) = 1.96596$ . Berarti nilai  $t_{hitung} = 13.581 > t_{tabel} = 1.96596$ . Sehingga, hipotesis yang menyatakan: “Hambatan Samping (X3) ) berpengaruh terhadap Kemacetan Lalu Lintas (Y)”, secara parsial dapat diterima.

Dengan melihat nilai  $F_{tabel} = (\alpha/2; k;n-k) = (0,025;2;400-2); (0,025;2;398)$ , maka  $F_{hitung} = 0.025319$ . Sedangkan, dari Tabel 3, nilai  $F_{hitung} = 1090.824 > F_{tabel} = 0.025319$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel Arus Lalu Lintas (X1), Geometrik Jalan (X2) dan Hambatan Samping (X3), berpengaruh secara bersama-sama atau simultan, secara signifikan terhadap variabel independen Kemacetan Lalu lintas (Y), seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Signifikansi Simultan

| ANOVA <sup>a</sup> |                |     |             |          |                   |
|--------------------|----------------|-----|-------------|----------|-------------------|
| Model              | Sun of Squares | df  | Mean Square | F        | Sig.              |
| 1 Regression       | 2837.565       | 3   | 945.855     | 1090.824 | .000 <sup>b</sup> |
| Residual           | 343.372        | 396 | 0.867       |          |                   |
| Total              | 3180.938       | 399 |             |          |                   |

a. Dependent Variable: Kemacetan

b. Predictors: (Constant), Hambatan Samping, Arus Lalu Lintas, Geometrik Jalan

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai koefisien determinasi terdapat pada nilai *Adjusted R Square*,

yaitu sebesar 0,891. Hal ini berarti kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel terikat adalah sebesar 89,1%, sisanya 10,9% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan ke dalam variabel independen dalam penelitian ini.

Tabel 4 Koefisien Determinasi (R<sup>2</sup>)

| Model Summary <sup>b</sup> |                   |          |                   |                            |               |
|----------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Model                      | R                 | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate | Durbin-Watson |
| 1                          | .944 <sup>a</sup> | 0.892    | 0.891             | 0.931                      | 1.833         |

a. Predictors: (Constant), Hambatan Samping, Arus Lalu Lintas, Geometrik Jalan

b. Dependent Variable: Kemacetan

Sumber: Hasil Analisis (2023)

## 5. PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil pembahasan di atas, maka dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Semua variabel independen: Arus Lalu Lintas (X1), Geometrik Jalan (X2), dan Hambatan Samping (X3) berpengaruh positif signifikan secara simultan terhadap variabel dependen Kemacetan Arus Lalu Lintas (Y) dengan nilai signifikansi =  $0,000 \leq 0,05$ .
2. Model regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut:  

$$Y = 1,514 + 0,378 X1 + 0,363 X2 + 0,304 X3$$
 Dari model persamaan ini, dapat dinyatakan bahwa variabel Arus Lalu Lintas (X1) memiliki pengaruh yang paling besar dengan koefisien terbesar 0,378.
3. Nilai koefisien determinasi terdapat pada nilai *Adjusted R Square*, yaitu sebesar 0,891. Hal ini berarti kemampuan variabel independen mempengaruhi variabel dependen Kemacetan Lalu Lintas (Y) adalah sebesar 89,1%, sisanya 10,9% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini.

### Saran

1. Mengingat besarnya arus lalu lintas yang berkontribusi terhadap kemacetan di Jalan Raya Canggü, maka dapat disarankan pengurangan/penurunan jumlah kendaraan yang melintas yang didominasi oleh kendaraan pribadi dengan penggunaan kendaraan umum yang berbasis massal.
2. Mengingat kondisi geometrik jalan sudah tidak layak lagi dibebani arus lalu lintas yang besar, maka disarankan perbaikan dan peningkatan geometrik jalan dengan: pelebaran, menambah lajur dari satu lajur menjadi dua lajur masing-masing arah, memasang APILL pada persimpangan.
3. Mengingat besarnya hambatan samping yang ditandai dengan banyaknya kendaraan yang

parkir di badan jalan, kendaraan keluar-masuk pusat-pusat kegiatan, dan kendaraan yang lambat, maka dapat disarankan:

- a. Pemasangan rambu-rambu larangan parkir.
- b. Pusat-pusat kegiatan agar menempatkan petugas parkir yang mengatur keluar-masuknya kendaraan.
- c. Penegakan hukum atas pelanggaran-pelanggaran peraturan lalu lintas..

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhadar, Ali, 2011, Analisis Kinerja Jalan Dalam Upaya Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas pada Ruas Simpang Bersinyal di Kota Palu, *Jurnal SMARTek*, 9(4), 4 November 2011. 327-336.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Edison, LE. 2017. Analisis Dampak Kerugian Akibat Kemacetan Lalu Lintas di Kota Makassar. Makassar: Unhas.
- Falocchio, J.C dan Levinson, H.S. 2015. *Road Traffic Congestion: A Concise Guide*, Roger P. Roess. New York: University Polytechnic School of Engineering.
- Ghozali, I. 2018. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: BP. Undip.
- Gierszewski, M dan Koźlak, A. 2019. The Impact of Congestion on The Costs of Public Transport in Starogard Gdański. *Journal Transport Economic and Logitics*, 84, 8-18.
- Goodwin, P.B. 2004. *The Economic Costs of Road Traffic Congestion*, Discussion Paper Rail Freight Group. London: Transport Studies Unit.
- Hidayat, A. 2013. Uji F dan Uji T. Tersedia: <https://www.statistikian.com/2013/01/uji-f-dan-uji-t.html>. Diakses: 20 Maret 2023
- Jonsson, R. D. (2008). Analysing Sustainability in a Land-Use And Transport System. *Journal of Transport Geography*.
- Margareth, M., Franklin, PJC., Warouw, F. 2015. *Studi Kemacetan Lalu Lintas di Pusat Kota Ratahan*. Manado: Program Studi PWK, Universitas Sam Ratulangi.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Jakarta: Dirktorat Jenderal Bina Marga.
- Metz, D. 2018. *Tackling Urban Traffic Congestion: The Experience of London, Stockholm and Singapure*. Case Studies on Transport Policy. London: Center for Transport Studies University College London.
- Nanang, J dan Idham, M. 2010. *Audit Keselamatan Jalan*. Skripsi. Riau: Sekolah Tinggi Teknologi Dumai.
- Oglesby, CH dan Hicks, RG. 1999. *Teknik Jalan Raya I*. Alih bahasa: Purwo Setianto. Jakarta: Erlangga.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. 2014. Jakarta: Direktorat Bina Marga.
- Pratama, EPW., Widhiarto, H., dan Rizkiardi, A. 2022. Analisis Kemacetan di Jalan A. Yani, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 5(2), September 2022, 79-84.
- Rachman, AP., Rompis, SYR., Timboeleng, JA. 2020. Analisis Pengaruh Guna Lahan terhadap Kinerja Jalandi Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.10 No.1*, Mei 2020, 69-82.
- Rumayar, ALE. 2018. Pengaruh Arus Lalu Lintas dan Tata Guna Lahan terhadap Kinerja Koridor Jalan Manado-Bitung Menggunakan Metode *Structural Equation Modeling*. Disertasi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ruslan dan Idham, M. 2020. Penentuan jenis tikungan dan geometrik jalan (Studi kasus: jalan kayu api kuala penaso, kecamatan talang Muandau). *Jurnal Inovtek Tekla*, 2(2), Desember 2020.
- Sitanggang, R., dan Saribanon, E. 2018. Faktor Penyebab Kemacetan di DKI Jakarta. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi*, 4(3), Mei 2018, 289-297
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suthanaya, PA., Wikrama, J., dan Petrus, S. 2017. Analisis Biaya Kemacetan Lalu Lintas di Kawasan Pariwisata Kuta, Provinsi Bali. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 11*, Universitas Tarumanegara, 26-27 Oktober 2017.
- Taufik, MA. 2016. Pengaruh Arus Kendaraan Berat (Truk) Terhadap Tingkat Kemacetan Lalu Lintas Di Kelurahan Mawang, Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Yanti, M. 2014. Pengaruh Aktivitas Pasar terhadap Tingkat Pelayanan Jalan (studi kasus: Pasar Kampung Lalang). Skripsi. Medan: Teknik Sipil, USU.

## KAJIAN TEKNIS GEDUNG BETON BERTULANG DAN PERENCANAAN PERKUATANNYA

I Made Yogi Dinanta<sup>1</sup>, I Wayan Artana<sup>2</sup> dan I Putu Laintarawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalagit, Penatih, Denpasar Timur,

<sup>1</sup>Email: yogi.dinanta37@gmail.com

<sup>2</sup>Email: artana.str2@gmail.com

<sup>3</sup>Email: Ltrwnn@gmail.com

### ABSTRAK

Perubahan fungsi bangunan eksisting dengan perubahan fungsi beban yang melampaui beban rencana menyebabkan kegagalan struktur. Dampak kegagalan struktur bervariasi dari rusak ringan, sedang, berat dan runtuh. Dengan demikian, kegagalan struktur diperlukan upaya perkuatan struktur dengan metode perkuatan yang baik dan mudah dikerjakan di lapangan. Bangunan eksisting yang diteliti adalah bangunan Villa Minggu Seminyak, yang berlokasi di Jl Kunti, Gg Mangga, Seminyak, Kuta, Badung, Bali. Untuk mendapatkan hasil perkuatan yang baik dan mudah dikerjakan, maka dilakukan investigasi untuk mendapatkan data-data kerusakan bangunan eksisting, selanjutnya dilakukan analisis dan evaluasi. Model dan analisis dilakukan secara 3D dengan menggunakan software SAP2000. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku struktur eksisting sebelum dan setelah dilakukan perkuatan. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Metode perkuatan yang dilakukan pada komponen struktur kolom adalah dengan metode *Concrete Jacketing*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas balok dan kolom eksisting tidak mencukupi, dimana luas tulangan balok B1 eksisting 896.47mm<sup>2</sup> lebih kecil dari luas tulangan perlu 1023 mm<sup>2</sup>, kapasitas gaya aksial dan momen ultimit kolom K1 berada diluar diagram interaksi dan waktu getar struktur 1.193 detik lebih kecil dari waktu getar ijin sebesar 0.351 detik. Dengan demikian, diperlukan perkuatan pada balok dan kolom. Hasil analisis dan desain, perkuatan *concrete jacketing* memerlukan beton tebal 10 cm dengan tulangan utama 16D13 mm dan tulangan sengkang Ø10-75 mm. Perkuatan ini mampu meningkatkan kapasitas beban aksial kolom sebesar 314.5%. Perkuatan balok dengan penambahan Baja WF mampu meningkatkan momen ultimit tumpuan sebesar 38.7% dan momen ultimit lapangan sebesar 39.6%. Gaya geser ultimit meningkat sebesar 121.4%. Dengan perkuatan pada kolom dan balok waktu getar struktur memiliki durasi lebih pendek sebesar 48%, sehingga struktur menjadi lebih kaku.

Kata kunci: kajian, perkuatan, beton bertulang, perencanaan, existing

### ABSTRACT

*Changes in the function of existing buildings with changes in load functions that exceed the design load cause structural failure. The impact of structural failure varies from light, moderate, severe damage and collapse. Thus, structural failure requires efforts to strengthen the structure with good reinforcement methods that are easy to carry out on site. The existing building studied is the Villa Minggu Seminyak building, which is located on Jl Kunti, Gg Mangga, Seminyak, Kuta, Badung, Bali. To get good and easy-to-do reinforcement results, an investigation is carried out to obtain data on damage to existing buildings, then analysis and evaluation are carried out. Models and analysis were carried out in 3D using SAP2000 software. The purpose of this research is to determine the behavior of existing structures before and after strengthening. The strengthening method used for column structural components is the Concrete Jacketing method. The results of the analysis show that the capacity of the existing beams and columns is insufficient, where the existing beam B1 reinforcement area of 896.47mm<sup>2</sup> is smaller than the required reinforcement area of 1023 mm<sup>2</sup>, the axial force capacity and ultimate moment of column K1 are outside the interaction diagram and the structure's vibration time is 1.193 seconds smaller than allowable vibration time of 0.351 seconds. Thus, strengthening of the beams and columns is required. The results of the analysis and design show that concrete jacketing reinforcement requires 10 cm thick concrete with 16D13 mm main reinforcement and Ø10-75 mm stirrup reinforcement. This reinforcement is able to increase the axial load capacity of the column by 314.5%. Strengthening the beam with the addition of WF Steel was able to increase the ultimate moment of the support by 38.7% and the ultimate moment of the field by 39.6%. The ultimate shear force increases by 121.4%. By strengthening the columns and beams, the vibration time of the structure has a shorter duration of 48%, so the structure becomes stiffer.*

*Keywords: study, reinforcement, reinforced concrete, design, existing..*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara rawan gempa, dimana gempa menjadi salah satu penyebab kegagalan struktur bangunan beton bertulang. Dampak dari kegagalan ini memerlukan perkuatan struktur untuk kategori kerusakan kecil dan sedang. Perubahan fungsi bangunan eksisting dengan perubahan fungsi beban yang melampaui beban rencana juga menyebabkan kegagalan struktur. Dampak kegagalan struktur bervariasi dari rusak ringan, sedang, berat dan runtuh. Dengan demikian, kegagalan struktur diperlukan upaya perkuatan struktur dengan metode perkuatan yang baik dan mudah dikerjakan dilapangan. Bangunan eksisting yang diteliti adalah bangunan Villa Minggu Seminyak, yang berlokasi di Jl kunti, Gg Mangga, Seminyak, Kuta, Badung, Bali. Untuk mendapatkan hasil perkuatan yang baik dan mudah dikerjakan, maka dilakukan investigasi untuk mendapatkan data-data kerusakan bangunan eksisting, selanjutnya dilakukan analisis dan evaluasi. Langkah awal adalah melakukan uji *hammer test* dan *rebar scanning* masing-masing untuk mengetahui mutu beton serta diameter dan jumlah tulangan pada komponen struktur eksisting. Selanjutnya dilakukan analisis dan desain perkuatan. Model dan analisis dilakukan secara 3D dengan menggunakan *software* SAP2000. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas struktur eksisting setelah dilakukan perkuatan. Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan kajian perkuatan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. (Arifi Soenaryo, 2009) melakukan analisis perbaikan atau perkuatan kolom beton bertulang dengan cara *concrete jacketing* variasi beban runtuh untuk mengetahui kapasitas kolom beton bertulang setelah dilakukan perkuatan. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa paling efektif perkuatan *Concrete Jacketing* adalah pada pembebanan 75% dari beban runtuh. (Muslikh, 2015) menganalisis perbaikan balok beton bertulang metode *jacketing* menggunakan bahan ferosemen akibat beban siklik ultimit. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Hasil penelitian dengan perbaikan *jacketing* dapat meningkatkan kapasitas beban ultimit, peningkatan *energy hysteretic*, peningkatan daktilitas dan kekakuan struktur. (Prabowo & Lutfi, 2020) melakukan kajian tentang analisis struktur beton bertulang akibat penambahan ruang kelas baru, studi kasus SMK Bina Putera Bogor. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Hasil penelitian dengan metode *concret jacketing* menghasilkan tebal perkuatan kolom tebal 10 cm dan jumlah tulangan longitudinal 5D16 sengkang Ø8-100 mm. Biaya perkuatan *concrete jacketing* lebih mahal 81% dari perkuatan profil baja. (Putri et al., 2020) melakukan kajian perkuatan kolom beton bertulangan CFRP. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan uji aksial kolom. Beban bertahap sebesar 25

kg. Tulangan utama diameter 6 mm dan tulangan sengkang diameter 4 mm. Bahan perkuatan yang diberikan yaitu SikaWrap 231C. Hasil pengujian terjadi peningkatan beban yang mampu diterima kolom sebesar 463% mutu beton 6.643 MPa, 256% dengan mutu beton 6.851 MPa, 63% dengan mutu beton 7.926 MPa, dan 32% dengan mutu beton 8.474 MPa. Dengan demikian, semakin rendah mutu beton, maka semakin tinggi persentase kenaikan kapasitas beban. (Saruni et al., 2017) mengevaluasi dan menganalisis perkuatan bangunan yang bertambah jumlah tingkatnya. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mengetahui kemampuan struktur bangunan akibat penambahan tingkat struktur bangunan di atasnya. Alat bantu yang digunakan untuk analisis adalah menggunakan *software* ETABS. Hasil evaluasi merekomendasikan jenis perkuatan yang efektif digunakan adalah *concrete jacketing*. (Satrio et al., 2016) melakukan kajian perkuatan struktur gedung dengan SNI-1726-2019 di kota Semarang dengan studi kasus gedung kuliah utama fakultas teknik Universitas Diponegoro. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa komponen struktur tidak mampu menahan beban yang bekerja. Beberapa tipe balok tidak mampu menahan geser pada kondisi sendi plastis. Perkuatan yang digunakan adalah perkuatan geser FRP. Selain balok, kolom juga tidak mampu menahan beban aksial dan momen. Kolom menggunakan perkuatan dengan *concrete jacketing* karena lebih efektif. (Sumajouw & Pandeke, 2016) melakukan kajian tentang kapasitas perkuatan kolom beton bertulang dengan perkuatan dengan menambahkan abu terbang (*fly ash*) terhadap variasi beban runtuh metode *concrete jacketing*. Metode yang digunakan adalah metode pengujian di laboratorium. Hasil pengujian menghasilkan variasi persentase pembebanan berpengaruh terhadap kapasitas penampang kolom. Perkuatan paling efektif adalah menggunakan *concrete jacketing* dengan batas keruntuhan 70%. (Syofyan, 2016) meneliti perbaikan struktur dengan serta *carbon* pada gedung bea cukai teluk bayur Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material sika wrap hex 230c dapat digunakan untuk perkuatan dan metode pelaksanaan harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Dari hasil penelitian sebelumnya, maka penelitian ini akan mengkaji struktur beton bertulang dengan alternatif metode perkuatan struktur yang sesuai dengan pertimbangan efisiensi dan mengacu pada peraturan SNI 2847-2019 (BSN, 2019b) tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung serta SNI 1726-2019 (BSN, 2019a) tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan non gedung.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah

metode kuantitatif dengan mengumpulkan data dengan melakukan pengukuran dimensi komponen struktur seperti balok, kolom dan pelat beton bertulang serta mengumpulkan data material. Gedung yang ditinjau adalah Gedung Villa Minggu yang berlokasi di Jalan Kunti I, Gg. Mangga, Seminyak, Kuta, Badung, Bali. Adapun dimensi komponen struktur eksisting seperti Tabel 1. Analisis data menggunakan software SAP2000.

Tabel 1. Komponen Struktur Existing

| Elemen Struktur (mm) | Tulangan Utama (mm) | Tulangan Tengah (mm) |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| TB1 = 350X200        | 8D 13               | 2 Ø8                 |
| K1 = 350X120         | 6D 13               | -                    |
| K2 = 200X200         | 6D 13               | -                    |
| B1 = 450X200         | 8D 13               | 2 Ø8                 |
| B2 = 400X200         | 6D 13               | 2 Ø8                 |
| B3 = 350X200         | 6D 13               | 2 Ø8                 |
| B4 = 300X200         | 6D 13               | 2 Ø8                 |
| B5 = 300X200         | 4D 13               | 2 Ø8                 |
| B6 = 250X200         | 4D 13               | 2 Ø8                 |

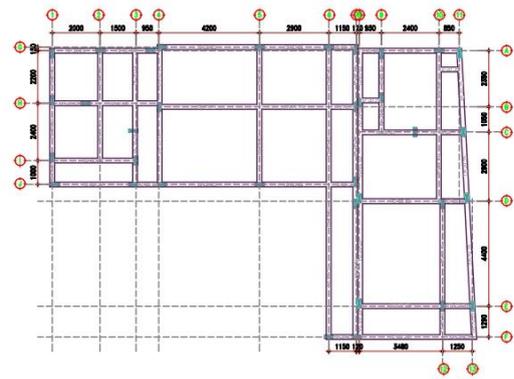
Sumber : Hasil Pengukuran, 2021

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data material dan geometri struktur eksisting. Selanjutnya dilakukan pemodelan dan analisis struktur dengan bantuan software SAP2000 untuk mengetahui kinerja struktur eksisting. Hasil analisis kemudian kontrol lendutan, simpangan lateral dan waktu getar struktur. Apabila kontrol ini tidak memenuhi, maka dilakukan perkuatan komponen struktur dengan menggunakan concrete jacketing untuk kolom dan penambahan balok WF untuk balok. Apabila kontrol ini memenuhi, maka akan dilanjutkan dengan perbaikan retak. Terakhir dalam tabulasi hasil-hasil penelitian.

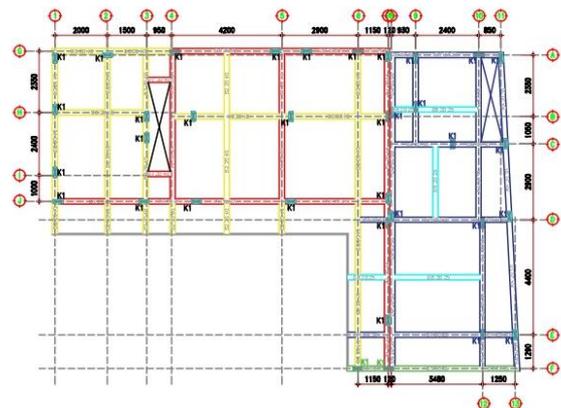
**Properties Material, Geometri dan Beban**

Adapun properties material dalam penelitian ini adalah mutu beton  $f'c = 25$  MPa, mutu baja tulangan utama = 400 MPa (kuat leleh minimum = 390 MPa, kuat tarik = 560 MPa), mutu baja tulangan Sengkang = 240 MPa (kuat leleh minimum = 235 MPa, kuat tarik = 380 MPa).

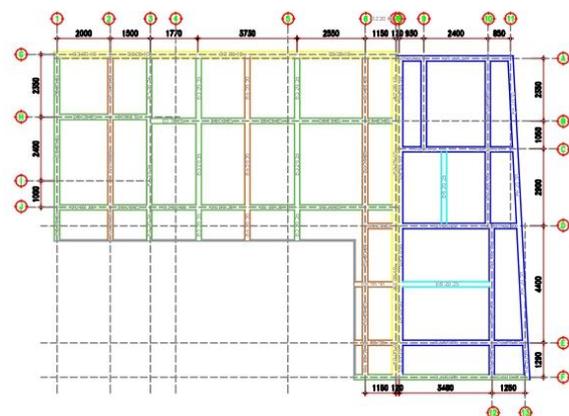
Bangunan Villa ini secara geometri berbentuk L dengan parameter panjang bangunan 17.55m, lebar bangunan 12.14m, tinggi bangunan 6m, tinggi lantai satu adalah 3m, tinggi lantai dua adalah 3m dan kedalaman pondasi adalah 2m.



Gambar 1. Denah struktur lantai 1



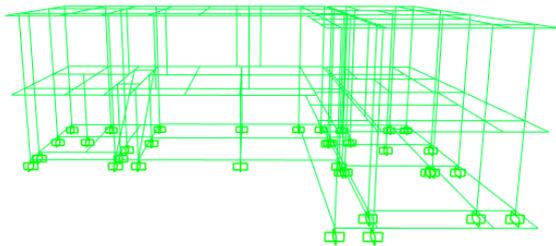
Gambar 2. Denah struktur lantai 2



Gambar 3. Denah struktur atap

Dimensi elemen struktur berdasarkan Gambar 1,2 dan 3 sebagai berikut : K1 = 120x350 mm, K2 = 200x200 mm, B1 = 200x450 mm, B5 = 200x300 mm, B2 = 200x400 mm, B6 = 200x250 mm, B3 = 200x350 mm, B4 = 200x300 mm dan TB1 = 120x350 mm.

Pemodelan struktur menggunakan software SAP2000 dimodel sebagai struktur 3D, seperti disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Model Struktur *Frame* 3D SAP2000

Beban-belan yang diperhitungkan adalah beban mati berat sendiri, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa sesuai dengan SNI 1727 2020 (BSN, 2020). Total beban mati tambahan pada pelat = 181 kg/m<sup>2</sup>. Beban tembok = 250 kg/m<sup>2</sup>. Beban hidup atap = 133 kg/m<sup>2</sup>. Beban hidup lantai = 479 kg/m<sup>2</sup>. Parameter beban angin adalah sebagai berikut : fungsi bangunan : Villa, kategori resiko II, kecepatan angin dasar = 70 m/s, kemiringan atap = 180°, faktor arah angin (K<sub>d</sub>) = 0.85, kategori eksposur C, faktor topografi (K<sub>zt</sub>) = 1, faktor efek tiupan angin (G) = 0.85, bangunan tertutup, koefisien tekanan internal (GC<sub>pi</sub>): koefisien tekanan internal disisi angin datang +0.18, koefisien tekanan internall disisi angin pergi - 0.18, keofesien eksposur tekanan velositas k<sub>h</sub> atau k<sub>z</sub>, koefesien eksposur tekanan velositas, kategori eksposur C adalah 0.9, menentukan tekanan velositas (q) :

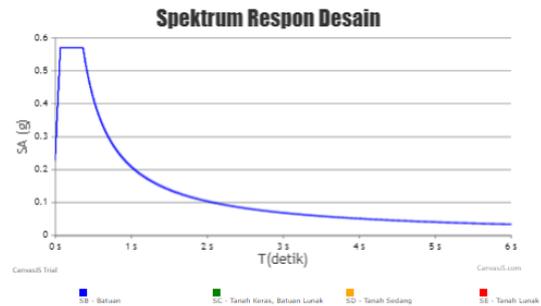
$$q = 0.613K_zK_{zt}K_dV^2 \tag{1}$$

$$= 0.613 \times 0.9 \times 1 \times 0.85 \times 6.38^2$$

$$= 19.088 \text{ N/m}^2$$

$$= 1.91 \text{ kg/m}^2$$

Koefesien tekanan eksternal (C<sub>p</sub>) tekan = 0.8, Koefisien tekanan eksternal C<sub>p</sub> isap = -0.5, tekanan angin pada dinding P = qGC<sub>p</sub> - q<sub>i</sub>(GC<sub>pi</sub>) = (1.91 x 0.85 x 0.8) - 1.91 x 0.18 = 0.955 kg/m<sup>2</sup>; 0.955 kg/m<sup>2</sup> x 3 m = 2.865 kg/m, P<sub>hisap</sub> = (1.91 x 0.85 x -0.5) - (1.91 x -0.18) = -0.812 - 0.344 = 0.468 kg/m<sup>2</sup>; -0.468 kg/m<sup>2</sup> x 3 m = -1.403 kg/m. Beban gempa menggunakan beban gempa respons spektrum. Kategori resiko peruntukkan Villa = II, faktor keutamaan gempa (I<sub>e</sub>) = 1.0, S<sub>S</sub> = 0.9549, S<sub>1</sub> = 0.3969, Fa = 1.2, Fv = 1.5, kelas lokasi = SBC, S<sub>DS</sub> =  $\frac{2}{3} \times Fa \times S_s = \frac{2}{3} \times 1.2 \times 0.9549 = 0.764$  x S<sub>D1</sub> =  $\frac{2}{3} \times Fv \times S_1 = \frac{2}{3} \times 1.5 \times 0.3969 = 0.397$ ; T<sub>0</sub> = 0.2 x  $\frac{SD1}{SDS} = 0.2 \times \frac{0.397}{0.764} = 0.104$ ; T<sub>S</sub> =  $\frac{SD1}{SDS} = \frac{0.397}{0.764} = 0.52$ . Berikut gambar respon spektra desain dapat dilihat pada Gambar 5.

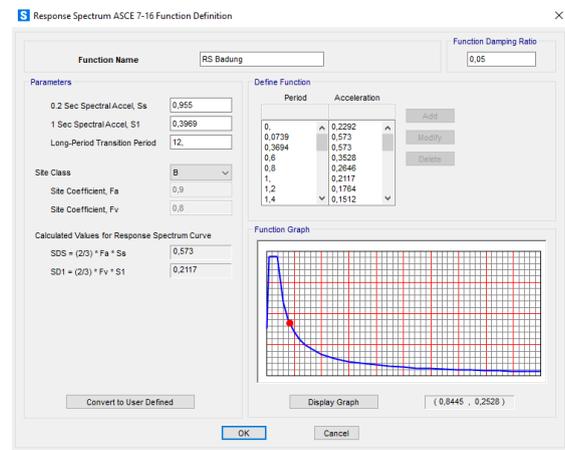


Gambar 5. Spektrum respon desain  
Sumber: <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id> (2023)

Parameter di atas selanjutnya di input kedalam software SAP2000 seperti disajikan pada Gambar 6. Kombinasi beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut:

- U1 = 1.4D
- U2 = 1.2D + 1.6L
- U3 = 1.2D + L + Ex + 0.3Ey
- U4 = 1.2D + L - Ex - 0.3Ey
- U5 = 1.2D + L + 0.3Ex + Ey
- U6 = 1.2D + L - 0.3Ex - Ey
- U7 = 1.2D + 1.6L + 1.6W
- U8 = 1.2D + 1.6L - 1.6W

Dimana D adalah beban mati, L adalah beban hidup, Ex adalah beban gempa arah x, Ey adalah beban gempa arah y dan W adalah beban angin.



Gambar 6. Input beban gempa respons spektrum  
Sumber: <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id> (2023)

### 3. HASIL

SNI 1726:2019 mensyaratkan simpangan antar tingkat (Δ) ijin untuk gedung hasil analisis tidak melebihi 0.01h<sub>sx</sub>, dimana h<sub>sx</sub> adalah tinggi tingkat. Tabel 2 dan 3 adalah perhitungan simpangan antar lantai arah x dan y. Tabel 2 menjelaskan simpangan antar lantai akibat beban gempa arah x dimana perpindahan lateral atap = 0.006 mm, lantai 2 = 0.082 mm dengan perpindahan lateral ijin = 23.1 mm, sedangkan Tabel 3 menjelaskan simpangan antar lantai akibat beban

gempa arah x dimana perpindahan lateral atap = 2.526 mm, lantai 2 = 0.003 mm dengan perpindahan lateral ijin = 23.1 mm.

Tabel 2. Perhitungan simpangan antar lantai arah x

| Lantai | hsx (mm) | δx (mm) | δxe (mm) | Δ (mm) | Δijin (mm) | Δijin/ρ (mm) | Kontrol Δ < Δijin/ρ |
|--------|----------|---------|----------|--------|------------|--------------|---------------------|
| 1      | 0        | 57      | 0        |        |            |              |                     |
| 2      | 3000     | 56      | -0.015   | -0.082 | 30         | 23.1         | OK                  |
| Atap   | 3000     | 56      | -0.001   | -0.006 | 30         | 23.1         | OK                  |

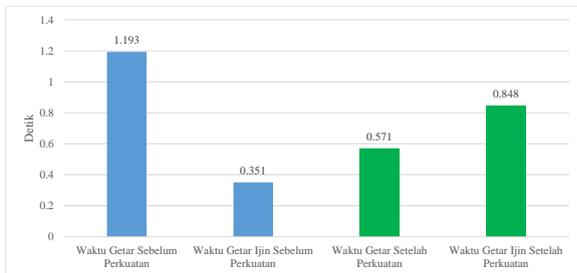
Sumber: Hasil analisis (2023)

Gambar 7 adalah waktu getar sebelum dan setelah perkuatan, dimana waktu getar sebelum perkuatan adalah sebesar 1.193 lebih besar dari waktu getar ijin, sehingga struktur kolom perlu diperkuat. Waktu getar setelah perkuatan adalah 0.571 lebih kecil dari waktu getar ijin, sehingga struktur memenuhi persyaratan kekakuan.

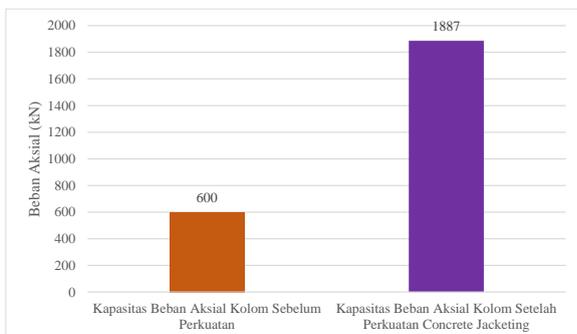
Tabel 3. Perhitungan simpangan antar lantai arah y

| Lantai | hsx (mm) | δx (mm) | δxe (mm) | Δ (mm) | Δijin (mm) | Δijin/ρ (mm) | Kontrol Δ < Δijin/ρ |
|--------|----------|---------|----------|--------|------------|--------------|---------------------|
| 1      | 0        | 13.8    | 0        |        |            |              |                     |
| 2      | 3000     | 13.8    | -0.001   | -0.003 | 30         | 23.1         | OK                  |
| Atap   | 3000     | 13.3    | -0.459   | -2.526 | 30         | 23.1         | OK                  |

Sumber: Hasil analisis (2023)

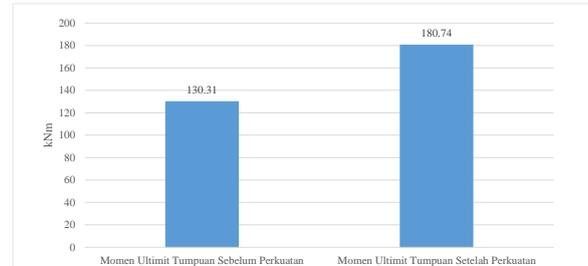


Gambar 7. Waktu getar alami  
Sumber : Hasil Analisis (2023)



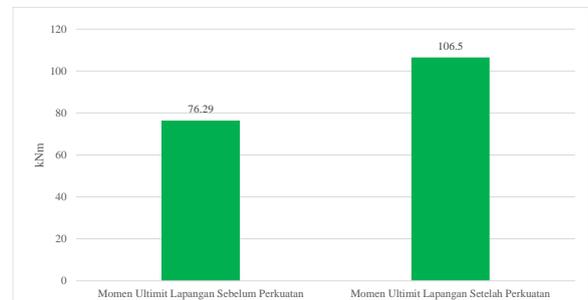
Gambar 8. Kapasitas beban aksial kolom  
Sumber : Hasil Analisis (2023)

Gambar 8 adalah hasil analisis kapasitas beban aksial kolom sebelum perkuatan sebesar 600 kN dimana Pu dan Mu berada di luar kurva diagram interaksi, sehingga kolom beton bertulang existing perlu diperkuat. Setelah diperkuat, kapasitas beban aksial kolom meningkat menjadi 1887 kN dimana Pu dan Mu berada di dalam kurva diagram interaksi.

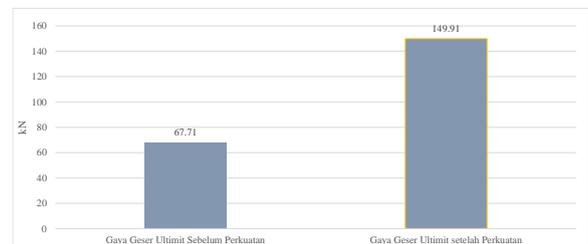


Gambar 9. Momen ultimit tumpuan balok  
Sumber : Hasil Analisis (2023)

Gambar 9 adalah hasil analisis kapasitas momen ultimit tumpuan balok sebelum perkuatan adalah sebesar 130.31 kNm dan momen ultimit tumpuan setelah perkuatan menggunakan penambahan balok baja WF sebesar 180.74 kNm. Gambar 10 adalah hasil analisis kapasitas momen ultimit lapangan balok sebelum perkuatan adalah sebesar 76.29 kNm dan momen ultimit lapangan setelah perkuatan menggunakan penambahan balok baja WF sebesar 106.5 kNm.



Gambar 10. Momen ultimit lapangan balok  
Sumber : Hasil Analisis (2023)



Gambar 11. Gaya geser ultimit balok  
Sumber : Hasil Analisis (2023)

Gambar 11 adalah hasil analisis kapasitas gaya geser ultimit balok sebelum perkuatan sebesar 67.71 kNm dan gaya geser ultimit setelah perkuatan menggunakan penambahan balok baja WF sebesar 149.91 kNm.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas balok dan kolom eksisting tidak mencukupi, dimana luas tulangan balok B1 eksisting  $896.47\text{mm}^2$  lebih kecil dari luas tulangan perlu  $1023\text{mm}^2$ , kapasitas gaya aksial dan momen ultimit kolom K1 berada diluar diagram interaksi dan waktu getar struktur 1.193 detik lebih kecil dari waktu getar ijin sebesar 0.351 detik. Dengan demikian, diperlukan perkuatan pada balok dan kolom. Hasil analisis dan desain, perkuatan concrete jacketing memerlukan beton tebal 10 cm dengan tulangan utama 16D13 mm dan tulangan sengkang  $\emptyset 10-75$  mm. Perkuatan ini mampu meningkatkan kapasitas beban aksial kolom sebesar 314.5%. Perkuatan balok dengan penambahan Baja WF mampu meningkatkan momen ultimit tumpuan sebesar 38.7% dan momen ultimit lapangan sebesar 39.6%. Gaya geser ultimit meningkat sebesar 121.4%. Dengan perkuatan pada kolom dan balok waktu getar struktur memiliki durasi lebih pendek sebesar 48%, sehingga struktur menjadi lebih kaku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arifi Soenaryo, M. T. H. dan H. S. (2009). Perbaikan Kolom Beton Bertulang Menggunakan Concrete Jacketing dengan Prosentase Beban Runtuh yang Bervariasi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 3(2), 2–10.
- BSN. (2019a). *SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.
- BSN. (2019b). *SNI 2847:2019, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*.
- BSN. (2020). *SNI 1727: 2020, Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- Muslikh, B. S. , A. T. (2015). Perbaikan Balok Beton Bertulang dengan Metode Jacketing dengan Bahan Ferosemen Akibat Beban Siklik pada Beban Ultimit. *Semesta Teknika*, 14(2), 166–176. <https://doi.org/10.18196/st.v14i2.546>
- Prabowo, A., & Lutfi, M. (2020). Analisis Struktur Bangunan Gedung Sekolah akibat Penambahan Ruang Kelas Baru (Studi Kasus di SMK Bina Putera Kota Bogor). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(2), 133–148. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v4i2.6887>
- Putri, I., Putri, J., & Indianto, A. (2020). Perkuatan Model Kolom Beton Dengan Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer. *Prosiding Seminar Nasional ...*, 246–251. <http://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/3784%0Ahttps://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/snts/article/download/3>

784/2165

- Saruni, C. V, Dapas, S. O., & Manalip, H. (2017). Evaluasi dan analisis perkuatan bangunan yang bertambah jumlah tingkatnya. *Sipil Statik*, 5(9), 591–602.
- Satrio, B. D., Pratama, G. P., Tadjono, S., & Wibowo, H. (2016). Kota Semarang Studi Kasus Gedung Kuliah Utama Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(1), 37–48. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Sumajouw, M. D. J., & Pandeke, R. E. (2016). Kajian Kapasitas Perkuatan Kolom Beton Bertulang Dengan Tambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Variasi Beban Runtuh Dengan Metode Concrete Jacketing. *Tekno*, 14(65), 29–36.
- Syofyan, E. R. (2016). Perbaikan Struktur Bangunan Pasca Gempa dengan menggunakan Serat Karbon (Studi Kasus Gedung Kantor Bea dan Cukai Teluk Bayur Padang) Repair with Post-Earthquake Building Structure using Carbon Fiber Office Building Case Study Customs and Excise Teluk Bayu. *Poli Rekayasa*, 11(2), 32–41.

## PENGARUH SERBUK BATU PARAS BELAYU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

I Made Ari Suhartapa<sup>3</sup>, I Nyoman Suta Widnyana<sup>2</sup> dan I Putu Laintarawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Penatih, Denpasar

<sup>1</sup>Email: suhartapa.ari@gmail.com

<sup>2</sup>Email: gussuta@yahoo.co.id,

<sup>3</sup>Email: Ltrwnn@gmail.com,

**Abstrak:** Semen merupakan bahan penyusun yang paling utama pada pembuatan beton, semen terbentuk dari proses oksidasi atau pemanasan batu kapur menggunakan batu bara pada suhu tinggi. Proses pemanasan tersebut menghasilkan zat CO<sub>2</sub> berlebih yang berdampak buruk pada lingkungan, Sehingga pada penelitian ini peneliti melaksanakan penelitian tentang pengaruh serbuk batu paras (SBP) sebagai substitusi semen portland (SPI) pada campuran beton dikarenakan batu paras memiliki kandungan mineral silika dan alumina yang cocok digunakan sebagai pazzolan. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk kubus berukuran (150 x 150 x 150) mm, dengan perbandingan : (0% SBP : 100 SPI), (2,5% SBP : 97,5% SPI), (5%SBP : 95% SPI) dan (10% SBP : 90% SPI) yang diuji pada umur 28 hari. Perencanaan campuran beton (*mix design*) dilaksanakan berdasarkan SNI 7656-2012 dengan mutu rencana beton 20,75 MPa tergolong mutu beton untuk struktur bangunan. Dari hasil pengujian didapatkan pengaruh serbuk batu paras sebagai substitusi semen pada campuran beton mengalami peningkatan kuat tekan beton pada persentase 2,5%-5% dan pada persentase 10% mengalami penurunan kuat tekan beton.

**Kata kunci:** Beton, serbuk batu paras, kuat tekan

**Abstract:** Cement is the most important building material in making concrete, cement is formed from the oxidation process or heating of limestone using coal at high temperatures. The heating process produces excess CO<sub>2</sub> which has a negative impact on the environment. So in this research the researchers conducted research on the effect of sandstone powder (SBP) as a substitute for Portland cement (SPI) in concrete mixtures because sandstone contains silica and alumina minerals which are suitable for use. as pazzolan. The test object used in this study was a cube measuring (150 x 150 x 150) mm, with the ratio: (0% SBP : 100 SPI), (2.5% SBP : 97.5% SPI), (5%SBP : 95% SPI) and (10% SBP : 90% SPI) which were tested at 28 days of age. Concrete mix planning (*mix design*) is carried out based on SNI 7656-2012 with concrete design quality 20.75 MPa, classified as concrete quality for building structures. From the test results, it was found that the effect of sandstone powder as a cement substitute in the concrete mixture increased the compressive strength of the concrete at a percentage of 2.5% -5% and at a percentage of 10% the compressive strength of the concrete decreased.

**Keywords:** Concrete, Paras stone powder, compressive strength

### 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang sangat umum digunakan dalam kegiatan konstruksi. Berbagai jenis bangunan penunjang infrastruktur dibangun menggunakan material beton. Material beton memiliki keunggulan salah satunya adalah memiliki kekuatan menahan beban tekan yang sangat tinggi sehingga material beton sangatlah cocok digunakan untuk berbagai bangunan infrastruktur, diantaranya gedung, bendungan, saluran irigasi, jembatan, jalan raya dan bangunan penunjang infrastruktur lainnya. Beton tersusun dari berbagai material. Kualitas beton sangat tergantung dari kualitas material penyusunnya. Bahan utama dalam pembuatan beton adalah semen, air, agregat halus, agregat kasar dan terkadang terdapat bahan tambahan aditif jika diperlukan (Martin Amerigo, 2022).

Seiring berkembangnya jumlah penduduk, kebutuhan beton semakin meningkat dikarenakan beton merupakan bahan bangunan yang mudah diaplikasikan dan harga relative murah. Semen merupakan bahan penyusun yang paling utama pada beton, semen terbentuk dari proses oksidasi atau pemanasan batu kapur menggunakan batu bara pada suhu tinggi. Proses pemanasan tersebut menghasilkan zat CO<sub>2</sub> berlebih yang berdampak buruk pada lingkungan (Endah Laksmi Nugraha, 2016).

Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidraulik yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silika yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI

7656:2012). Semen dapat diganti atau ditambahkan dengan bahan pazzolan. bahan pazzolan merupakan bahan yang mengandung silika senyawa dan alumina yang tidak memiliki sifat mengikat seperti semen tetapi dalam bentuknya yang halus senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen (SNI 15-0302: 2004).

Banyak material alam yang memiliki sifat pazzolan salah satunya batu paras berjenis tufa vulkanik berasal dari banjar beringkit, desa belayu yang memiliki kandungan senyawa silika oksida sebesar 70-90% dan aluminium oksida sebesar 2-10% (Pranajaya dan Eratodi, 2022). Penambahan serbuk batu paras yang digunakan sebagai filler pada campuran beton pernah dilaksanakan dan mengalami peningkatan kuat tekan beton pada penambahan serbuk batu paras 0% sampai dengan 5% dari berat semen (Hardagung dkk., 2014)

Dari hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh penelitian terdahulu peneliti akan mencoba meneliti tentang penggantian semen menggunakan serbuk batu paras belayu yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh serbuk batu paras (SBP) belayu sebagai substitusi semen portland (SPI) terhadap kuat tekan beton pada perbandingan (0% SBP : 100% SPI), (2,5% SBP : 97,5% SPI), (5% SBP : 95% SPI), (10% SBP : 90% SPI) dan berapa nilai optimal untuk campuran beton. Mutu rencana yang digunakan adalah mutu beton struktur 20,75 MPa yang pada umumnya digunakan pada pekerjaan struktur bangunan, pengujian beton dilaksanakan pada umur 28 hari.

## 2. METODE PENELITIAN

### Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium beton, fakultas teknik, universitas hindu indonesia.

### Bahan penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk batu paras (SBP) belayu dikumpulkan dari limbah galian batu paras yang dikeringkan dengan cara dijemur dibawah terik matahari selama 2 hari dan diayak dengan mesin sieve lolos saringan no. 200. Kandungan mineral serbuk batu paras dapat dilihat pada tabel 1. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari gunaksa, kabupaten kelungkung sedangkan agregat kasar berasal dari sebudi, kabupaten karangasem. Pemeriksaan agregat bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur yang terdapat pada agregat, persentase kadar air pada agregat, berat jenis agregat, berat isi *sovelling* dan *rodding* agregat serta gradasi agregat. Dari hasil pemeriksaan tersebut dipergunakan untuk menentukan perencanaan campuran (*mix design*)

yang tepat sesuai dengan mutu yang telat direncanakan.



Gambar 1. Serbuk batu paras (SBP)

Tabel 1. Kandungan Mineral SBP

| Senyawa                    | Komposisi Kimia |
|----------------------------|-----------------|
| Silika Oksida $SiO_2$      | 70-95%          |
| Aluminium Oksida $Al_2O_2$ | 2-10%           |

Sumber : Pranajaya dan Eratodi (2022).

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland type I merk gresik. air yang digunakan bersumber dari PDAM lab teknik UNHI.

Perencanaan campuran beton dilaksanakan berdasarkan SNI 7656-2012. Penelitian ini terdapat 4 (empat) model setiap model terdiri dari 5 benda uji, model 1 merupakan perbandingan (0% SBP :100% SPI), model 2 merupakan perbandingan (2,5% SBP : 97,5% SPI), model 3 merupakan perbandingan (5% SBP : 95% SPI) dan model 4 merupakan perbandingan (10% SBP : 90% SPI) yang diuji pada umur 28 hari. Perencanaan campuran beton dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perencanaan campuran beton

| Sampel | SBP (kg) | Semen (kg) | Pasir (kg) | Kerikil (kg) | Air (ltr) | benda uji |
|--------|----------|------------|------------|--------------|-----------|-----------|
| 1      | -        | 7,672      | 10,352     | 20,496       | 4,173     | 5         |
| 2      | 0,192    | 7,480      | 10,352     | 20,496       | 4,173     | 5         |
| 3      | 0,384    | 7,288      | 10,352     | 20,496       | 4,173     | 5         |
| 4      | 0,767    | 6,905      | 10,352     | 20,496       | 4,173     | 5         |

### Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji pada penelitian pengaruh serbuk batu paras (SBP) sebagai substitusi semen portland (SPI) terhadap kuat tekan beton dibuat sesuai dengan perencanaan campuran pada tabel 2. Pembuatan benda uji diawali dengan menghidupkan mixer listrik dengan kapasitas 50 kg bilas dengan sedikit air supaya permukaan mixer basah setelah itu masukan krikil dan pasir sebelum melanjutkan ketahapan berikutnya,

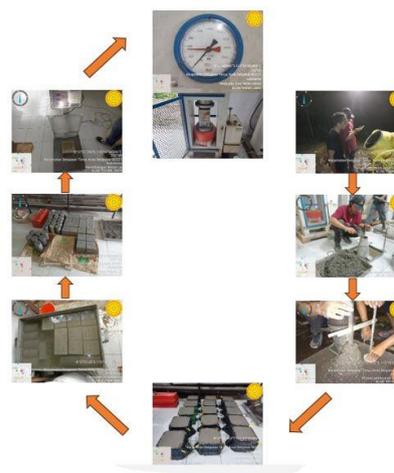
campur terlebih dahulu serbuk batu paras dengan semen secara merata dan tuangkan ke mixer listrik dilanjutkan dengan menuangkan air sedikit demi sedikit sampai tercampur merata.

Setelah bahan tercampur secara merata, siapkan wadah dan kerucut *abrams* untuk melaksanakan pengujian *workability (skump)*. Pengujian *slump* dilaksanakan dengan memasukkan campuran beton kedalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 kali lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan cara menusuk atau memadatkan sebanyak 25 kali pukulan menggunakan tongkat baja. Setelah pemadatan tersebut selesai, ratakan bagian atas kerucut *abrams* dan diamkan selama 30 detik. Langkah selanjutnya angkat kerucut secara perlahan ke arah vertikal. Setelah kerucut *abrams* diangkat kemudian taruh secara terbalik di sebelah adukan dan lakukan pengukuran ketinggian penurunan campuran terhadap ketinggian kerucut *abrams*.

Campuran yang telah dilakukan pengujian *slump* lalu tuangkan pada cetakan kubus berukuran (150 x 150 x 150)mm yang sudah dibaluri oli supaya benda uji gampang dilepaskan dengan cetakan. Pada proses penuangan campuran beton dilakukan 3 lapisan penuangan dengan memadatkan 32 kali setiap lapisan kemudian meratakan permukaan atas campuran beton. Setelah benda uji berumur 24 jam cetakan kubus dilepaskan kemudian dilanjutkan pada tahap perawatan benda uji.

Benda uji yang telah dilepaskan dari cetakan kemudian diberikan tanda sesuai dengan persentase penggantian semen menggunakan serbuk batu paras. Langkah selanjutnya siapkan tempat perendaman benda uji kemudian masukan benda uji yang sudah di berikan tanda kedalam tempat perendaman dan tutup dengan karung goni basah selama 14 hari.

Setelah dilaksanakan perendaman benda uji selama 14 hari kemudian benda uji di angkat dan diangin-anginkan untuk dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari. Benda uji yang sudah berumur 28 hari kemudian di timbang dan diuji kuat tekannya dengan cara meletakkan benda uji secara simetris pada mesin uji desak namun sebelum itu bagian bawa dan atas harus memiliki sisi yang rata supaya beton mendapatkan kekuatan yang merata. Langkah selanjutnya nyalakan mesin uji kuat tekan, pembebanan dihentikan apabila jarum penunjuk beban kembali atau menurun. Itu menandakan beton tidak kuat lagi menahan tekanan. Kemudian mencatat hasil dari beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji. Dokumentasi pembuatan beda uji sampai dengan pengujian benda uji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembuatan benda uji

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil pemeriksaan

Hasil pemeriksaan agregat halus yang berasal dari gunaksa, kabupaten kelungkung dan agregat kasar yang berasal dari sebudi, kabupaten karangasem meliputi pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan persentase kadar air, pemeriksaan berat jenis pemeriksaan berat isi *sovelling* dan *rodding*, serta pemeriksaan gradasi agregat menunjukkan bahwa agregat halus dan kasar dapat langsung digunakan untuk pembuatan campuran beton.

Tabel. 3 Hasil pemeriksaan agregat halus dan kasar

| Pemeriksaan     | Agregat halus           | Agregat kasar           |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| Kadar lumpur    | 4,63%                   | 2,40%                   |
| Kadar air       | 6,94%                   | 2,15%                   |
| Penyerapan      | 7,76%                   | 1,83%                   |
| Berat jenis     | 2,23 gr/cm <sup>3</sup> | 2,35 gr/cm <sup>3</sup> |
| Berat isi       | 1,284 gr/ml             | 1,351 gr/ml             |
| Modulus         | 2,88                    | 6,73                    |
| Kehalusan Butir |                         |                         |

#### Hasil pengujian kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada setiap model yang terdiri dari 5 sampel dapat dilihat pada Tabel 4, 5, 6, 7 memperlihatkan hasil nilai kuat tekan beton dengan variasi perbandingan serbuk batu paras (SBP) terhadap semen portland (SPI) model 1 dengan perbandingan (0% SBP : 100% SPI), model 2 (2,5% SBP : 97,5 SPI), model 3 (5% SBP : 95% SPI), model 4 (10% SBP : 90% SPI). Terjadi peningkatan kuat tekan beton pada penggantian semen menggunakan serbuk batu paras persentase 2,5% - 5% dan mengalami penurunan kuat tekan beton pada penggantian 10% semen dengan menggunakan serbuk batu paras yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Hasil kuat tekan beton model 1

| Kode                 | Umur Beton (hari) | Berat Benda Uji (kg) | Beban P (N) | A (mm) <sup>2</sup> | f <sup>'</sup> c=P/A (MPa) |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| I A                  | 28                | 7,65                 | 580.529     | 22.500              | 25,80                      |
| I B                  | 28                | 7,55                 | 639.423     | 22.500              | 28,42                      |
| I C                  | 28                | 7,50                 | 546.875     | 22.500              | 24,31                      |
| I D                  | 28                | 7,60                 | 639.423     | 22.500              | 28,42                      |
| I E                  | 28                | 7,50                 | 631.010     | 22.500              | 28,04                      |
| Kuat tekan rata-rata |                   |                      |             |                     | 27,00                      |

Tabel 5. Hasil kuat tekan beton model 2

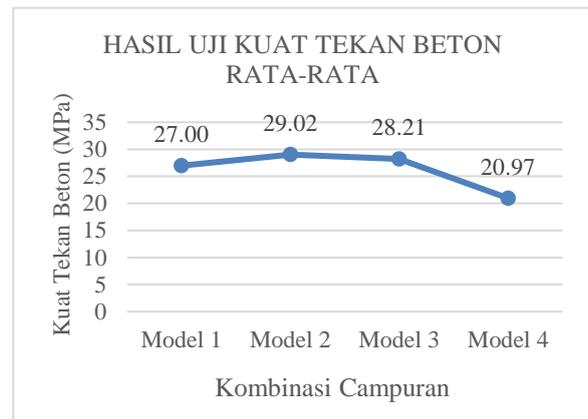
| Kode                 | Umur Beton (hari) | Berat Benda Uji (kg) | Beban P (N) | A (mm) <sup>2</sup> | f <sup>'</sup> c=P/A (MPa) |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| II A                 | 28                | 7,50                 | 722.706     | 22.500              | 32,12                      |
| II B                 | 28                | 7,60                 | 672.864     | 22.500              | 29,91                      |
| II C                 | 28                | 7,60                 | 631.329     | 22.500              | 28,06                      |
| II D                 | 28                | 7,80                 | 623.022     | 22.500              | 27,69                      |
| II E                 | 28                | 7,55                 | 614.715     | 22.500              | 27,32                      |
| Kuat tekan rata-rata |                   |                      |             |                     | 29,02                      |

Tabel 6. Hasil kuat tekan beton model 3

| Kode                 | Umur Beton (hari) | Berat Benda Uji (kg) | Beban P (N) | A (mm) <sup>2</sup> | f <sup>'</sup> c=P/A (MPa) |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| III A                | 28                | 7,65                 | 664.557     | 22.500              | 29,54                      |
| III B                | 28                | 7,65                 | 589.794     | 22.500              | 26,21                      |
| III C                | 28                | 7,75                 | 647.943     | 22.500              | 28,80                      |
| III D                | 28                | 7,60                 | 614.715     | 22.500              | 27,32                      |
| III E                | 28                | 7,70                 | 656.250     | 22.500              | 29,17                      |
| Kuat tekan rata-rata |                   |                      |             |                     | 28,21                      |

Tabel 7. Hasil kuat tekan beton model 4

| Kode                 | Umur Beton (hari) | Berat Benda Uji (kg) | Beban P (N) | A (mm) <sup>2</sup> | f <sup>'</sup> c=P/A (MPa) |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| IV A                 | 28                | 7,50                 | 465.190     | 22.500              | 20,68                      |
| IV B                 | 28                | 7,55                 | 465.190     | 22.500              | 20,68                      |
| IV C                 | 28                | 7,50                 | 490.111     | 22.500              | 21,78                      |
| IV D                 | 28                | 7,55                 | 465.190     | 22.500              | 20,68                      |
| IV E                 | 28                | 7,50                 | 473.497     | 22.500              | 21,04                      |
| Kuat tekan rata-rata |                   |                      |             |                     | 20,97                      |



Gambar 3. Grafik kuat tekan rata-rata beton

Seperti ditampilkan pada Gambar 3. Nilai kuat tekan beton pada umur pengujian 28 hari. Rata-rata nilai kuat tekan beton Model 1 (0% SBP : 100% SPI) sebesar 27,00 MPa. Model 1 merupakan benda uji sebagai koreksi terhadap model yang lain yang memiliki kandungan serbuk batu paras (SBP) 0%.

Model 2 merupakan perbandingan (2,5% SBP : 97,5% SPI) pengujian yang dilakukan pada umur beton 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata beton sebesar 29,02 MPa. Dari nilai kuat tekan rata-rata Model 2 jika dibandingkan dengan kuat tekan Model 1 ternyata mengalami peningkatan kuat tekan beton sebesar 7,49% terhadap beton tanpa penggantian serbuk batu paras.

Peningkatan nilai kuat tekan beton rata-rata juga terjadi pada Model 3 yaitu perbandingan (5% SBP : 95% SPI) dengan hasil kuat tekan rata-rata 28,21 MPa. Pengujian kuat tekan beton Model 3 juga dilakukan pada umur beton 28 hari dengan peningkatan kuat tekan beton sebesar 4,48% dari perbandingan rata-rata kuat tekan beton Model 1 sebagai koreksi dengan Model 3 yang memiliki penggantian 5% semen menggunakan serbuk batu paras.

Hasil pengujian Model 4 dengan perbandingan penggantian (10% SBP : 90% SPI) yang di uji pada umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan rata-rata beton. Nilai kuat tekan Model 4 yang dapat dilihat pada Gambar 3. Adalah 20,97 MPa. Nilai tersebut mengalami penurunan dari kuat tekan beton rata-rata yang dihasilkan Model 1 yaitu sebesar 22,33% penurunan kuat tekan. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak mengganti semen menggunakan serbuk batu paras maka, semakin menurun kekuatan beton yang dihasilkan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di Bab IV, terkait

penelitian kuat tekan beton menggunakan serbuk batu paras sebagai substitusi semen dengan perbandingan (0% SBP : 100% SPI), (2,5% SBP : 97,5% SPI), (5% SBP : 95% SPI), dan (10% SBP : 90% SPI) dari penggunaan semen pada campuran beton. Dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh persentase dari serbuk batu paras (SBP) sebagai pengganti semen portland (SPI) terhadap perbandingan (2,5% SBP : 97,5% SPI) terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 7,49% dan beton dengan perbandingan (5% SBP : 95% SPI) mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,48% sedangkan beton dengan perbandingan (10% SBP : 90% SPI) mengalami penurunan sebesar 22,33% pada umur 28 hari. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak persentase penggantian semen menggunakan serbuk batu paras mengakibatkan penurunan kekuatan desak beton.
2. Dari hasil uji didapat kuat tekan rata-rata beton normal (0% SBP : 100% SPI) adalah 27,00 MPa perbandingan kuat tekan antara beton normal dengan penggantian semen menggunakan serbuk batu paras, menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata beton dengan penggantian 2,5% SBP adalah 29,02 MPa dan kuat tekan rata-rata beton dengan penggantian 5% SBP yaitu 28,21 MPa sedangkan kuat tekan rata-rata beton dengan penggantian 10% SBP sebesar 20,97 MPa pada umur 28 hari. Nilai optimal yang dianjurkan untuk pembuatan campuran beton menggunakan serbuk batu paras sebagai substitusi semen adalah 2,5% - 5% SBP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alami, N., Nusantoro, A., & Annafi, M. (2021). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Penggilingan Batu Paras. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(2), 64-75.
- Ashad, H. (2020). Kontribusi Limbah Batu Bata Merah Sebagai Alternatif Pengganti Parsial Semen Pada Beton. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(1), 35-40.
- Hardagung, H. T. (2014). Kajian Nilai Slump, Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan Filler Abu Batu Paras Study Of Concrete Slump Value.
- Intara, I. W., Alit, K. I. M. S., & Wiryasa, N. M. A. (2013). Penggunaan Serbuk Batu Tabas Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton. *Spektran*, 1(1).
- Jaya, K. P. (2022). Kreatifitas Ornamen Arsitektur Tradisional Bali Dari Batu Padas Artifisial. *Jurnal Patra*, 4(1), 33-39.
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nasional, B. S. (1989). SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam. Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Jakarta.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- Nasional, B. S. (1998). SNI 03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat.
- Nasional, B. S. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. SK SNI, 3, 2834-2000.
- Nasional, B. S. (2004). SNI 15-2049-2004. Semen portland.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1969: 2008. Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1970: 2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. BSN, Jakarta.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1972-2008 Tentang Cara Uji Slump Beton. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1973-2008 Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar. Badan Standar Nasional Indonesia, 1, 6684.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1973-2008 Metode Pengujian Berat isi Beton. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 1971: 2011, Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan. Badan Standar Nasional.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 1974: 2011. Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 2493: 2011. Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium.
- Nasional, B. S. (2012). SNI 7656: 2012. Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa.
- Nasional, B. S. (2013). SNI 2847: 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- Nasional, B. S. (2019). SNI 2847: 2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 694.
- Putro, G. B., & Nurchasanah, Y. (2011). Tinjauan Kuat Tekan Beton dengan Serbuk Batu Gamping sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton.
- Rochmah, N., & Sarya, G. (2019). Pengaruh Serbuk Batu Kapur terhadap Uji Tekan Beton. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 5(4), 13.
- Saputro, M. R. A., & Hepiyanto, R. (2018). Penambahan Serbuk Limbah Batu Kumbang Pada Campuran Beton. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 3(1), 116-123.

- Standard, A. S. T. M. (2003). C33, Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM International
- Tjokrodimuljo, K. (2007). Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Umum, D. P. (1992). Tatacara pembuatan rencana campuran untuk beton normal. SK SNI, 03-2834.
- Wariyatno, N. G., & Haryanto, Y. (2013). Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Sebagai Nilai Estimasi Kekuatan Sisa Pada Beton Serat Kasa Aluminium akibat Variasi Suhu. *Dinamika Rekayasa*, 9(1), 21-28.
- Widnyana, I. N. S., Salain, I. A. K., Sutarja, I. N., & Widiarsa, I. B. R. (2022). Berat Volume Perikat Geopolimer Berbahan Dasar Abu Sabut Kelapa. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil: A Scientific Journal Of Civil Engineering*, 26(2), 113-119.

## VARIASI *SHEAR KEY* TERHADAP STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER BETON BERTULANG

Ni Putu Silvi<sup>1</sup> dan Made Novia Indriani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ngurah Rai, Jl. Kampus Ngurah Rai No.30, Denpasar, Email: silvi@unr.ac.id

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalagit, Penatih, Denpasar Timur, Email: madenovia@gmail.com

### ABSTRAK

Parameter stabilitas sangat penting dalam analisis dan desain struktur dinding penahan tanah kantilever beton bertulang. Salah satu parameter untuk meningkatkan stabilitas dinding penahan tanah ini adalah dengan menambahkan struktur *shear key* atau penahan geser. *Shear key* dapat meningkatkan stabilitas dinding, menahan geser, meningkatkan kekakuan, menahan beban lateral dan meningkatkan kapasitas beban. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat stabilitas (guling dan geser) dinding penahan tanah kantilever beton bertulang dengan memvariasikan dimensi *shear key* dengan luas penampang yang sama. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif menggunakan data properties material tanah, beton bertulang dan geometri struktur dinding penahan tanah. Analisis menggunakan bantuan *software Geo5* yang merupakan *software* geoteknik untuk mengatasi problem di bidang geoteknik. Pada penelitian ini telah dibuat empat buah model dinding penahan tanah kantilever beton bertulang antara lain: model 1 ( $b/h = 0$ ) yaitu model tanpa penahan geser, model 2 ( $b/h = 1$ ) yaitu penahan geser bujur sangkar, model 3 ( $b/h = 1/4$ ) yaitu penahan geser persegi panjang vertikal dan model 4 ( $b/h = 4/1$ ) yaitu penahan geser persegi panjang horisontal. Hasil analisis menghasilkan stabilitas guling dengan peningkatan momen guling dan penurunan momen tahanan rata-rata masing-masing sebesar 8.32% dan 4.43% terhadap model tanpa *shear key* dengan *safe factor* guling maksimum pada model *shear key* persegi panjang horisontal 2.24. Demikian juga stabilitas geser model dengan *shear key* menghasilkan peningkatan gaya geser tanah dan penurunan gaya geser aktif rata-rata masing-masing sebesar 11.76% dan 105.93% terhadap model tanpa *shear key* dengan *safe factor* geser maksimum pada model *shear key* persegi panjang horisontal 3.96.

Kata kunci: *shear key*, stabilitas, kantilever, dinding penahan tanah, beton bertulang

### ABSTRACT

*Stability parameters are very important in the analysis and design of reinforced concrete cantilever retaining wall structures. One of the parameters to increase the stability of this retaining wall is to add a shear key structure. Shear keys can increase wall stability, resist shear, increase stiffness, resist lateral loads and increase load capacity. The purpose of this research is to determine the level of stability (overturning and shearing) of reinforced concrete cantilever retaining walls by varying the shear key dimensions with the same cross-sectional area. The method used is a quantitative method using data on the properties of soil materials, reinforced concrete and the geometry of retaining wall structures. The analysis uses the help of Geo5 software, which is geotechnical software for solving problems in the geotechnical field. In this research, four models of reinforced concrete cantilever retaining walls have been created, including: model 1 ( $b/h = 0$ ), namely model without shear key, model 2 ( $b/h = 1$ ), namely square shear key, model 3 ( $b/h = 1/4$ ) is a vertical rectangular shear key and model 4 ( $b/h = 4/1$ ) is a horizontal rectangular shear key. The results of the analysis produce rolling stability with an increase in rolling moment and a decrease in moment of resistance on average of 8.32% and 4.43% respectively for the model without shear key with a maximum rolling safe factor in the horizontal rectangular shear key model of 2.24. Likewise, the shear stability of the model with shear key results in an increase in ground shear force and a decrease in active shear force on average of 11.76% and 105.93% respectively compared to the model without shear key with a maximum shear safe factor in the horizontal rectangular shear key model of 3.96.*

Keywords: *shear key*, stability, cantilever, retaining wall, reinforced concrete.

### 1. PENDAHULUAN

*Shear key* merupakan elemen penting dalam desain dinding penahan tanah beton bertulang dalam memastikan kinerja struktur yang optimal dan ketahanan jangka panjang struktur tersebut. Alasan penambahan struktur *shear key* ini adalah dapat

meningkatkan stabilitas, menahan geser, distribusi beban, meningkatkan kekakuan, meningkatkan daya tahan terhadap beban gempa dan meningkatkan kapasitas beban. Meningkatkan stabilitas dapat mencegah deformasi horizontal akibat tekanan tanah, sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan

struktural pada dinding. *Shear key* didesain untuk menahan gaya geser dari tanah dan dapat mendistribusikan beban dari tanah ke struktur dinding dengan merata, sehingga dapat mengurangi konsentrasi tegangan pada dinding dan mengurangi risiko retak. *Shear key* juga dapat meningkatkan kekakuan dinding dengan mengurangi deformasi dan meningkatkan performa secara keseluruhan pada dinding serta memperkuat dinding penahan tanah terhadap gaya-gaya lateral dari beban gempa. Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai struktur *shear key* ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti. (Sichani, 2012) menganalisis perilaku seismik dinding penahan beton dengan *shear key* dengan mempertimbangkan interaksi tanah dan struktur. Metode analisis menggunakan analisis elemen hingga. Beban gempa menggunakan beban gempa Tabas dan Loma Prieta. Perilaku seismik dinding ditinjau dalam dua kondisi dengan dan tanpa kaki geser pada telapak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kaki geser mempunyai dampak positif dan negatif antara lain mengurangi geser dan meningkatkan momen pada dinding. Kaki geser dapat menahan gaya dan deformasi yang lebih besar akibat beban gempa. (Sari et al., 2020) melakukan analisis tentang kajian stabilitas variasi desain dinding penahan tanah konvensional. Ada 3 model dinding penahan tanah tipe gravitasi konvensional dengan variasi desain kemiringan vertikal 3 meter dengan batasan terdapat dua lapisan tanah kohesif di belakang dinding penahan tanah. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar dinding penahan tanah maka faktor keamanan semakin meningkat. Desain dinding miring menghasilkan faktor keamanan lebih besar dibandingkan bentuk ramping. (Sable & Patil Archana, 2012) melakukan penelitian tentang perbandingan optimasi dan dinding penahan kantilever konvensional dengan *software Matlab*. Hasil analisis dapat mengoptimalkan biaya 15 - 30% dan berat 33 - 38% untuk dinding tinggi 3 - 6.5m. Faktor keamanan hasil analisis sesuai yang ditentukan oleh I.S. kode dan prosedur konvensional. Pada *Optimtool* di *Mathcad*, merupakan metode yang lebih iteratif. (Kurniawan et al., 2020) menganalisis pengaruh perkuatan *shear key* terhadap angka keamanan dan penurunan maksimum pada kondisi tanah lunak. Dalam penelitian ini dibuat dalam 2 model yaitu model arah luar dan dalam timbunan dengan kemiringan lereng timbunan 1:2. Variasi model dengan kedalaman (H) 2m, 3m, 4m, 5m dan lebar bawah (L) 1m, 2m dan 3m. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui pengaruh perkuatan *shear key* terhadap angka keamanan dan penurunan maksimum dengan metode *finite element*. Hasil analisis menunjukkan angka keamanan maksimum terjadi pada arah luar sebesar 1.419 meningkat 11.88% dan penurunan maksimum 0.353m. Angka keamanan maksimum arah dalam 1.313 meningkat 3.54%,

dengan lendutan sebesar 0.409 m. Pemasangan arah luar menjadi perkuatan paling efektif dengan dimensi optimum tinggi 4m dan lebar 3m. (Kalateh-Ahani & Sarani, 2019) melakukan desain secara optimal dinding penahan kantilever berbasis kinerja. Studi ini menggunakan optimasi metaheuristik dengan konsep desain berbasis kinerja. Tinggi dinding kantilever yang dianalisis adalah 8 meter dengan pelat pada kaki dan tumit. Hasilnya menunjukkan bahwa solusi optimal Pareto memberikan informasi bagi pemilik untuk memilih paling ekonomis antara biaya konstruksi dan kinerja struktur. (Aminjavaheri & Karami, 2014) melakukan kajian penerapan *shear key* pada lereng bendungan dengan mengetahui stabilitas lereng dalam proses desain dan konstruksi bendungan. Tidak adanya lapisan aluvial meningkatkan faktor keamanan dan tidak memerlukan pembangunan tanggul di hilir pada bendungan. Konsekuensinya diperlukan pemindahan tanah dari lokasi yang memerlukan biaya mahal dan tidak praktis. Konstruksi tanggul juga meningkatkan stabilitas bendungan timbunan tanah. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa metode *shear key* merupakan metode paling tepat karena metode ini lebih praktis dan ekonomis. (Du & Chen, 2010) melakukan studi numerikal mengenai pengaruh *shear key* terhadap stabilitas dinding penahan kantilever. Metode yang digunakan dalam analisis adalah metode elemen hingga 2D. Analisis menunjukkan *shear key* meningkatkan kapasitas geser. Faktor keamanan meningkat dari 1.038 menjadi 1.268, meningkat 22%, seiring bertambahnya panjang *shear key* dari 0m menjadi 0.6m. Faktor keamanan meningkat dan menurun akibat pergeseran *shear key* dari ujung kaki ke tumit. Faktor keamanan maksimal saat *shear key* dipasang dekat tengah tumit. (Jadhav & Prashant, 2020) melakukan studi analisis perpindahan translasi dan rotasi seismik dinding penahan kantilever dengan *shear key*. Studi ini mengusulkan metodologi desain berbasis perpindahan. Metode analisis menggunakan analisis dinamis elemen hingga regangan bidang dua dimensi. Terdapat 64 model telah dilakukan analisis dengan memvariasikan tinggi dan lebar dinding dan empat model skala gempa 0.12g, 0.24g, 0.36g dan 0.6g. Hasil analisis mengusulkan faktor perpindahan puncak sebesar 3.5, faktor perpindahan sisa sebesar 2.5 dan faktor geser sebesar 1. Berdasarkan 64 kasus analisis, penelitian ini mengusulkan faktor perpindahan puncak sebesar 3,5, faktor perpindahan sisa sebesar 2,5 dan faktor geser sebesar 1. Faktor-faktor tersebut masing-masing digunakan untuk memperkirakan perpindahan rotasi puncak, perpindahan rotasi sisa, dan perpindahan puncak geser. Faktor keamanan (*safety factor*) untuk guling dan geser = 1.5 dan daya dukung = 2 dijelaskan oleh (Terzaghi, 1967), (Das, 1998) dan (Bowles, 1991). Tekanan tanah horisontal merupakan tekanan tanah bidang tegak lurus dinding penahan tanah (DPT).

Tekanan ini dipengaruhi oleh perpindahan dan properties tanahnya. Analisis tekanan horisontal ditinjau berdasarkan sistem keseimbangan kondisi plastis. Besarnya tekanan ini ditentukan oleh koefisien tekanan tanah aktif dan pasif saat terjadi gempa, kohesi tanah dan beban. Parameter-parameter stabilitas terhadap guling adalah momen tahanan guling harus lebih besar dari momen yang menyebabkan guling. Stabilitas geser adalah gaya untuk menahan geser antara tanah dan fondasi serta tekanan tanah pasif pada tanah timbunan. Sedangkan stabilitas terhadap daya dukung yaitu gaya akibat beban harus lebih kecil dari daya dukung tanah ijin. Dinding penahan tanah ini digunakan untuk menangani material tanah agar tidak terjadi kelongsoran atau pergesaran. Fungsi dari DPT ini adalah menahan tekanan tanah dan melindungi sudut kemiringan dan memperkuat kemiringan dengan kekuatan. DPT dibagi menjadi: dinding gravitasi, semi gravitasi, dinding kantilever, dinding *counterfort*, dinding *buffers*, *abutment* jembatan dan dinding *cribb*. Langkah umum analisis dinding penahan tanah kantilever beton bertulang adalah sebagai berikut: (1) estimasi tekanan tanah, (2) perhitungan eksentrisitas, (3) tegangan ijin tanah, (4) perhitungan momen dan gaya geser, (5) perhitungan stabilitas momen guling dan geser. Persamaan faktor keamanan untuk guling dan geser adalah sebagai berikut:

$$SF_{guling} = \frac{M_{berat\ sendiri}}{M_{guling}} \tag{1}$$

$$SF_{geser} = \frac{V_{vertikal}}{V_{geser}} \tag{2}$$

Alat bantu dalam analisis kekuatan *shear key* ini adalah menggunakan *software Geo5*. *Geo5* merupakan *software* untuk memberikan pemecahan permasalahan geoteknik, analisis dan desain struktur pondasi, menghitung galian tanah, penurunan tanah, tingkat stabilitas dan kondisi tanah

Berdasarkan latar belakang dan penelitian-penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini akan menganalisis variasi *shear key* terhadap stabilitas dinding penahan tanah kantilever beton bertulang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat stabilitas dinding penahan tanah kantilever beton bertulang dengan memvariasikan dimensi *shear key* dengan luas penampang yang sama.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif menggunakan data geometri struktur, properties material beton bertulang dan material tanah. Properties material beton bertulang disajikan pada Tabel 1. Properties material tanah disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Properties material beton bertulang

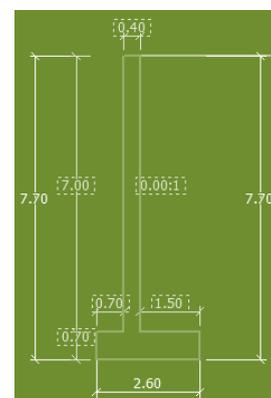
| Parameter                           | Nilai                  |
|-------------------------------------|------------------------|
| Mutu beton ( $f'_c$ )               | 30 MPa                 |
| Modulus elastisitas beton ( $E_c$ ) | $4700\sqrt{f'_c}$ MPa  |
| Berat volume beton ( $W_c$ )        | 2400 kg/m <sup>3</sup> |
| Mutu baja ( $f_y$ )                 | 400 MPa                |
| Modulus elastisitas baja ( $E_s$ )  | 200000 MPa             |

**Tabel 2.** Properties material tanah

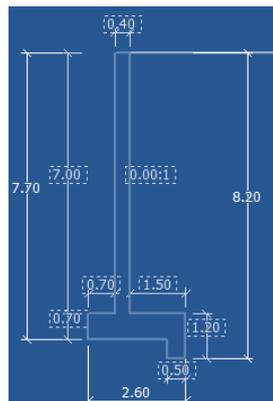
| Parameter                          | Nilai                |
|------------------------------------|----------------------|
| Berat volume ( $\gamma$ )          | 17 kN/m <sup>3</sup> |
| Tegangan                           | Efektif              |
| Sudut geser dalam ( $\phi_{ef}$ )  | 25 <sup>0</sup>      |
| Kohesi ( $c_{ef}$ )                | 21 KPa               |
| Tanah                              | cohesionless         |
| Berat saturated ( $\gamma_{sat}$ ) | 17 kN/m <sup>3</sup> |
| Tegangan ijin tanah                | 400 KPa              |

## Model Struktur

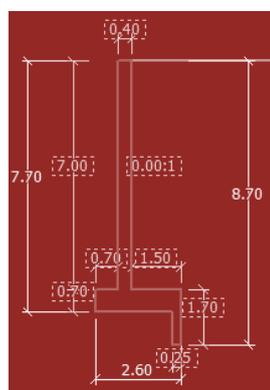
Dalam penelitian ini, dibuat empat buah model dinding penahan tanah kantilever beton bertulang dengan dan tanpa *shear key*. Luas *shear key* 0.25 m<sup>2</sup> adalah sama untuk model 2,3 dan 4. Model 1 adalah model tanpa *shear key* dengan rasio lebar (b) dan tinggi (h) *shear key* adalah b/h = 0 (Gambar 1). Model 1 ini adalah model original tanpa kekuatan dimana tebal dinding adalah 0.4 m, tinggi dinding tidak termasuk pondasi adalah 7m, tebal telapak = 0.7 m dengan lebar telapak 2.6m (Gambar 1). Jarak sisi luar lebar telapak adalah 0.7m sedangkan jarak sisi luar dinding bagian kanan terhadap sisi luar telapak adalah 1.5m. Model 2 adalah model dengan rasio *shear key* b/h = 1 (bujur sangkar) disajikan pada Gambar 2. Model 3 adalah model dengan rasio *shear key* b/h = 1/4 (persegi panjang vertikal) disajikan pada Gambar 3. Model 4 adalah model dengan rasio *shear key* b/h = 4/1 (persegi panjang horisontal) disajikan pada Gambar 4.



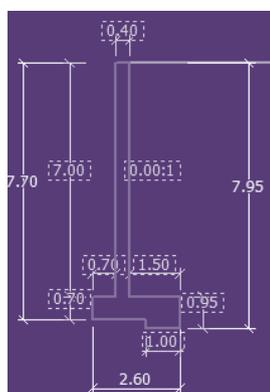
Gambar 1. Model 1 (b/h = 0) tanpa *shear key*



Gambar 2. Model 2 ( $b/h = 1$ ) dengan *shear key* bujur sangkar

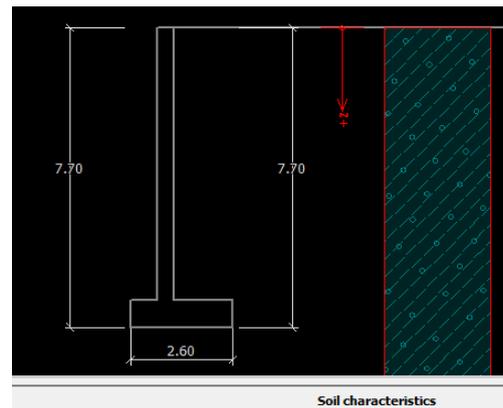


Gambar 3. Model 3 ( $b/h = 1/4$ ) dengan *shear key* persegi panjang vertikal



Gambar 4. Model 4 dengan *shear key* persegi panjang horisontal

Gambar 5 menjelaskan pembebanan dinding penahan tanah, dimana tekanan tanah aktif berada di sebelah kanan dinding penahan tanah dengan karakteristik beban tanah seperti disajikan pada Gambar 5. Karakteristik beban tanah pada dinding penahan tanah ini adalah sama sepanjang tinggi dinding penahan tanah termasuk pondasi dinding penahan tanah ini. Beban lateral yang bekerja pada dinding ini adalah beban lateral tekanan tanah saja, sedangkan beban lateral seperti beban gempa tidak diperhitungkan dalam analisis ini.



| Soil characteristics            |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Unit weight :                   | $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$       |
| Stress-state :                  | effective                             |
| Angle of internal friction :    | $\phi_{ef} = 25.00^\circ$             |
| Cohesion of soil :              | $c_{ef} = 21.00 \text{ kPa}$          |
| Angle of friction struc.-soil : | $\delta = 25.00^\circ$                |
| Soil :                          | cohesionless                          |
| Saturated unit weight :         | $\gamma_{sat} = 17.00 \text{ kN/m}^3$ |

Gambar 5. Pembebanan dinding penahan tanah

### 3. HASIL

Hasil analisis stabilitas terhadap ke empat model, model dengan rasio  $b/h = 1$  dan  $1/4$  menghasilkan momen tahanan, momen guling, gaya geser tahanan dan gaya geser aktif masing-masing sebesar 414.97 kNm, 207.42 kNm, 139.46 kN dan 79.19 kN dengan *safety factor* untuk guling adalah 2 dan untuk geser adalah 1.76 (Tabel 3). Seiring peningkatan dan penurunan stabilitas guling, maka *safety factor* guling model 2, 3 dan 4 mengalami peningkatan masing-masing 8.85%, 8.85% dan 18.49% terhadap Model 1. Sedangkan peningkatan dan penurunan stabilitas geser, maka *safety factor* geser mengalami peningkatan masing-masing sebesar 40.16%, 40.16% dan 73.36% (Tabel 4).

Tabel 3. Stabilitas guling

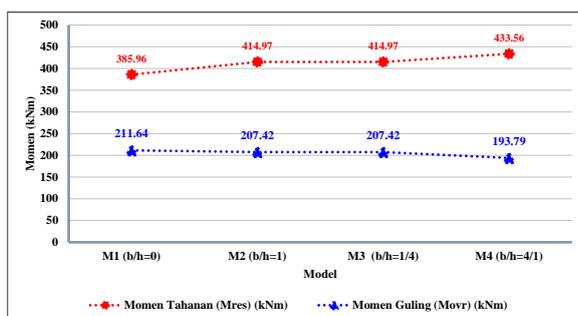
| Model            | Momen Tahanan ( $M_{res}$ ) (kNm) | Momen Guling ( $M_{ovr}$ ) (kNm) | <i>Safety Factor</i> |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| M1 ( $b/h=0$ )   | 385.96                            | 211.64                           | 1.82                 |
| M2 ( $b/h=1$ )   | 414.97                            | 207.42                           | 2.00                 |
| M3 ( $b/h=1/4$ ) | 414.97                            | 207.42                           | 2.00                 |
| M4 ( $b/h=4/1$ ) | 433.56                            | 193.79                           | 2.24                 |

Tabel 4. Stabilitas geser

| Model            | Gaya Geser Tahanan ( $M_{res}$ ) (kNm) | Gaya Geser Aktif ( $M_{ovr}$ ) (kN) | <i>Safety Factor</i> |
|------------------|--|-------------------------------------|----------------------|
| M1 ( $b/h=0$ )   | 125.85                                 | 119.42                              | 1.05                 |
| M2 ( $b/h=1$ )   | 139.46                                 | 79.19                               | 1.76                 |
| M3 ( $b/h=1/4$ ) | 139.46                                 | 79.19                               | 1.76                 |
| M4 ( $b/h=4/1$ ) | 149.4                                  | 37.77                               | 3.96                 |

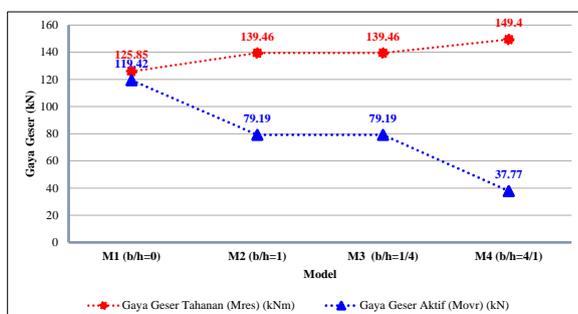
Penambahan *shear key* pada struktur dinding penahan tanah kantilever beton bertulang menghasilkan stabilitas guling dimana momen tahanan model 2, model 3 dan model 4 semakin meningkat masing-masing sebesar 6.99%, 6.99% dan 10.98% terhadap model 1, sedangkan momen guling model 2, model 3 dan model 4 semakin menurun masing-masing sebesar 2.03%, 2.03% dan 9.21% terhadap model 1. Model 2 dan 3 memiliki peningkatan momen tahanan dan penurunan momen guling sama (Gambar 6).

Penambahan *shear key* pada struktur dinding penahan tanah kantilever beton bertulang juga menghasilkan stabilitas geser dimana gaya geser tahanan model 2, model 3 dan model 4 semakin meningkat masing-masing sebesar 9.76%, 9.76% dan 15.76% terhadap model 1, sedangkan gaya geser aktif model 2, model 3 dan model 4 semakin menurun masing-masing sebesar 50.80%, 50.80% dan 216.18% terhadap model 1. Model 2 dan 3 memiliki peningkatan gaya geser tahanan dan penurunan gaya geser aktif sama (Gambar 7).



Gambar 6. Momen tahanan dan momen guling

Bentuk *shear key* bujur sangkar dan persegi panjang vertikal memberikan stabilitas momen dan geser signifikan sama. Sedangkan untuk bentuk *shear key* persegi panjang horisontal menghasilkan momen tahanan, momen guling, gaya geser tahanan dan gaya geser aktif masing-masing sebesar 433.56 kNm, 193.56 kNm, 149.4 kN dan 37.77 kN dengan *safety factor* untuk guling adalah 2.24 dan untuk geser adalah 3.96 (Tabel 4).



Gambar 7. Gaya geser tahanan dan gaya geser aktif

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa dinding penahan tanah kantilever beton bertulang dengan luas penampang *shear key* sama dengan bentuk penampang bujur sangkar (model 2), persegi panjang vertikal (model 3) dan persegi panjang horisontal (model 4) menghasilkan stabilitas guling dengan peningkatan momen guling dan penurunan momen tahanan rata-rata masing-masing sebesar 8.32% dan 4.43% terhadap model tanpa *shear key* dengan *safe factor* guling maksimum pada model *shear key* persegi panjang horisontal 2.24. Demikian juga stabilitas geser model dengan *shear key* menghasilkan peningkatan gaya geser tahanan dan penurunan gaya geser aktif rata-rata masing-masing sebesar 11.76% dan 105.93% terhadap model tanpa *shear key* dengan *safe factor* geser maksimum pada model *shear key* persegi panjang horisontal 3.96.

#### DAFTAR PUSTAKA

Aminjavaheri, A., & Karami, M. (2014). *Application of Shear Keys to Improve the Slope Stability of Earth Dams on Weak Alluvial Foundations*. May 2014, 642–650. <https://doi.org/10.1061/9780784413388.067>

Bowles, J. E. (1991). *Analisis dan Desain Pondasi* (4th ed.). Erlangga.

Das, B. M. (1998). *Mekanika Tanah (prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* (1st ed.). Erlangga.

Du, C., & Chen, J. (2010). Numerical study of the effect of shear keys on the stability of cantilever retaining walls. *Sci-En-Tech.Com*, 2007. <https://www.sci-en-tech.com/ICCM2022/PDFs/4775-15718-1-PB.pdf>

Jadhav, P. R., & Prashant, A. (2020). Computation of seismic translational and rotational displacements of cantilever retaining wall with shear key. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 130(May 2019), 105966. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2019.105966>

Kalateh-Ahani, M., & Sarani, A. (2019). Performance-based optimal design of cantilever retaining walls. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 63(2), 660–673. <https://doi.org/10.3311/PPci.13201>

Kurniawan, M. I. A., Setiawan, B., & Djarwanti, N. (2020). Pengaruh Perkuatan Shear Key Terhadap Angka Keamanan Dan Penurunan Maksimum Pada Timbunan Di Atas Tanah Lunak. *Matriks Teknik Sipil*, 8(1), 60–68. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v8i1.41523>

Sable, K. S., & Patil Archana, A. (2012). Comparison between Optimization and Conventional

Catilever Retaining Wall by Using Optimtool in Matlab. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 1(6), 255–261.

Sari, U. C., Sholeh, M. N., & Hermanto, I. (2020). The stability analysis study of conventional retaining walls variation design in vertical slope. *Journal of Physics: Conference Series*, 1444(1). <https://doi.org/10.1088/17426596/1444/1/012053>

Sichani, Majid Ebad. (2012). Seismic Behavior of Concrete Retaining Wall with Shear Key, Considering Soil-Structure Interaction. *15th World Conference on Earthquake Engineering (15WCEE)*, October.

Terzaghi, K. (1967). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Willey and Sons.

## PENGARUH BELANJA ONLINE TERHADAP PERILAKU PERJALANAN BELANJA DI KECAMATAN KUTA

**I Made Surya Permana Putra<sup>1</sup>, AAA Made Cahaya Wardani<sup>2</sup> dan IB Wirahaji<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalagit, Penatih, Denpasar Timur,

<sup>1</sup>Email: suryapermana1224@gmail.com, <sup>2</sup>Email: agungmadecahaya@yahoo.com, <sup>3</sup>Email: ib.wirahaji@gmail.com

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi telekomunikasi dapat dimanfaatkan untuk melakukan pertemuan, melakukan proses pembelajaran jarak jauh, serta melakukan kesenangan (rekreasi) dan berbelanja secara online tanpa harus melakukan perjalanan ke toko. Keputusan seseorang untuk berbelanja secara online, secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap perilaku perjalanan seseorang, seperti substitusi (belanja online menggantikan belanja secara konvensional), modifikasi (mengubah karakteristik perjalanan belanja), komplementer (melengkapi perjalanan belanja), atau netral (tidak berpengaruh terhadap perjalanan belanja). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis faktor faktor yang mempengaruhi kegiatan belanja online terhadap perilaku perjalanan masyarakat yang berdomisili di Kawasan Kecamatan Kuta. Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi dan penyebaran kuesioner yang berisi pertanyaan tertutup terhadap 100 responden. Metode analisis data menggunakan statistic regresi linear berganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya, serta aspek informasi dan promo berpengaruh positif signifikan secara parsial dan simultan terhadap perilaku perjalanan masyarakat yang berdomisili di Kawasan Kecamatan Kuta untuk menggunakan layanan system belanja online. Model Persamaan yang dihasilkan adalah:  $Y = 2,501 + 0,254X_1 + 0,376X_2 + 0,267X_3$ , dimana aspek waktu dan biaya mempunyai pengaruh terbesar dibandingkan aspek kepercayaan dan aspek informasi. Kemampuan model dalam memprediksi sangat kuat yang ditandai dengan nilai koef. determinasi ( $R^2$ ) sebesar 81,0%.

Kata kunci: belanja online, perilaku perjalanan belanja, regresi linear berganda.

### ABSTRACT

*Advances in telecommunications technology can be used to hold meetings, distance learning processes, recreation and online shopping without having to travel to the store. A person's decision to shop online will indirectly influence a person's travel behavior, such as substitution (online shopping replaces conventional shopping), modification (changing the characteristics of the shopping trip), complementary (complementing the shopping trip), or neutral (no effect on the shopping trip). The purpose of this research is to analyze the factors that influence online shopping activities on the travel behavior of people who live in the Kuta District Area. The primary data collection method was carried out by observation and distributing questionnaires containing closed questions to 100 respondents. The data analysis method uses multiple linear regression statistics. The results of the analysis show that the trust aspect, the time and cost aspect, as well as the information and promo aspect have a significant positive effect partially and simultaneously on the travel behavior of people who live in the Kuta District area to use online shopping system services. The resulting equation model is:  $Y = 2.501 + 0.254X_1 + 0.376X_2 + 0.267X_3$ , where the time and cost aspects have the greatest influence compared to the trust and information aspects. The model's ability to predict is very strong as indicated by the coefficient of determination ( $R^2$ ) of 81.0%.*

*Keywords: online shopping, shopping trip behavior, multiple linear regression.*

## 1. PENDAHULUAN

### Latar belakang

Aktivitas ekonomi dan pendidikan merupakan pendorong utama pergerakan masyarakat perkotaan. Aktivitas ekonomi mencakup perjalanan untuk bekerja, berbelanja, dan menjalankan bisnis pribadi, sementara aktivitas pendidikan melibatkan perjalanan menuju sekolah (Tamin, 2000). Dengan populasi yang terus tumbuh, jumlah perjalanan pun meningkat, yang pada gilirannya menghasilkan dampak negatif seperti kemacetan lalu lintas dan tingkat polusi yang lebih tinggi. Untuk mengatasi tantangan ini, berbagai

strategi manajemen permintaan transportasi (TDM) telah diterapkan, termasuk manajemen lalu lintas, manajemen parkir, manajemen tata guna lahan, dan manajemen layanan transportasi umum (Hendra dkk, 2015).

Perkembangan teknologi telekomunikasi telah mengubah cara masyarakat berpergian dan berbelanja. Ini mencakup pertemuan virtual, pembelajaran jarak jauh, hingga kemampuan berbelanja online tanpa harus pergi ke toko fisik (Graham dan Marvin, 1996). Keputusan untuk beralih ke belanja online juga dapat memiliki dampak signifikan pada perilaku perjalanan seseorang, seperti penggantian metode belanja,

modifikasi dalam karakteristik perjalanan, melengkapi perjalanan belanja, atau bahkan tidak memengaruhi perjalanan sama sekali (Solomon, 1986). Belanja online memungkinkan konsumen untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari tanpa harus pergi ke toko fisik, yang secara inheren memiliki dampak pada transportasi perkotaan (Rizki dan Joewono, 2019). Meskipun belanja online menawarkan berbagai keunggulan seperti kenyamanan dan harga yang terjangkau, beberapa orang masih memilih untuk mempertahankan pengalaman berbelanja langsung di toko (Gould dan Golob, 1998). Pola perilaku belanja online sangat dipengaruhi oleh faktor sosio-ekonomi dan gaya hidup individu (Hendra dkk, 2015). Seiring dengan pertumbuhan belanja online, beberapa orang semakin memilihnya sebagai opsi utama, menggeser perjalanan fisik ke toko (Sukirno dan Harianto, 2017). Keputusan untuk berbelanja online juga memiliki dampak yang lebih dalam pada perubahan perilaku perjalanan. Ini terkait erat dengan faktor sosial-ekonomi seperti usia, pendapatan, dan status sosial (Dewita dkk, 2019). Faktor-faktor ini memengaruhi pemilihan lokasi tempat tinggal, moda transportasi, dan kebiasaan berpergian individu (Fitria dkk, 2019). Sementara karakteristik sosio-ekonomi memainkan peran penting dalam perilaku perjalanan, karakteristik lingkungan juga memiliki pengaruh besar. Kebijakan yang mendukung penggunaan transportasi publik, sepeda, dan jalan kaki telah diimplementasikan di berbagai negara untuk mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, serta mempromosikan pengembangan kota yang lebih kompak dengan skala ruang yang lebih kecil, sebagai upaya mengatasi masalah urban sprawl dan mobilitas perkotaan (Nieki dkk, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terkait faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas belanja online pada perilaku perjalanan masyarakat yang tinggal di Kawasan Kecamatan Kuta. Penelitian ini akan menggali lebih dalam faktor-faktor apa yang mendorong individu untuk beralih ke belanja online. Selain itu, penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana keputusan untuk berbelanja online memengaruhi perilaku perjalanan sehari-hari, apakah itu dengan mengurangi perjalanan fisik ke toko atau dengan memengaruhi pola perjalanan lainnya. Dengan mendalaminya semua faktor ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang bagaimana belanja online telah mengubah cara masyarakat berpergian dan berinteraksi dengan lingkungannya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang tantangan dan peluang yang dihadapi dalam perencanaan transportasi perkotaan dan pengembangan perkotaan yang berkelanjutan di Kawasan Kecamatan Kuta dan daerah perkotaan serupa.

Penelitian mengenai pengaruh belanja online terhadap perilaku perjalanan telah dilakukan oleh para peneliti

sebelumnya. Widiyawati dkk (2022), menganalisis pengaruh belanja online terhadap perilaku perjalanan belanja dimasa pandemi covid-19. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keputusan seseorang dalam memilih cara berbelanja baik secara konvensional maupun online yang meliputi karakteristik sosiodemografi-ekonomi konsumen dan atribut berbelanja serta menganalisis pengaruh hubungan aktivitas belanja online terhadap perilaku perjalanan belanja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang paling besar pengaruhnya dalam menentukan keputusan berbelanja online yaitu: frekuensi penggunaan internet, kepemilikan kendaraan, terhadap karakteristik belanja offline.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Transportasi

Transportasi merupakan pemindahan manusia, barang maupun objek lain menggunakan wahana ataupun sarana sebagai alat bantu yang digerakkan oleh manusia atau mesin dengan tujuan untuk membantu manusia dalam beraktivitas. Para ahli menjelaskan pengertian transportasi, dan masing-masing dari mereka memiliki pendapat sendiri terkait persamaan dan perbedaan makna transportasi. Menurut Salim (2000), transportasi merupakan kegiatan pemindahan barang dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dimana terdapat dua unsur terpenting yaitu pemindahan/pergerakan yang secara fisik mengubah tempat dari barang (komoditi) dan penumpang ke tempat lain. Miro (2005), transportasi merupakan usaha memindahkan, mengerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, dengan harapan nilai atau manfaat objek akan lebih baik di tempat yang baru.

### Pemilihan moda transportasi

Model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan setiap moda. Bruton (1985), mendefinisikan pemilihan moda sebagai pembagian secara proposional dari semua orang yang melakukan perjalanan terhadap sarana transportasi yang ada, yang dapat dinyatakan dalam bentuk fraksi, rasio atau persentase terhadap jumlah total perjalanan. Pada analisa pemilihan moda, diestimasi jumlah orang yang menggunakan masing masing sarana transportasi, seperti kendaraan pribadi, bus, kereta api, dan angkutan lainnya. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui perubahan (attribute) yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai peubah bebas (attribute) untuk masa mendatang.

### **Perilaku Perjalanan Belanja**

Perilaku perjalanan adalah bidang penelitian yang mendalam tentang bagaimana manusia melakukan perjalanan dari satu tempat ke tempat lain, dan ini mencakup berbagai aspek dari bagaimana keputusan perjalanan dibuat hingga cara orang merencanakan, melakukan, dan mengalami perjalanan mereka. Dalam konteks ini, kita dapat merinci definisi perilaku perjalanan sebagai tingkah laku manusia dalam melakukan perjalanan ke tempat tujuan tertentu (Goulias, 2000).

Menurut Farag dkk (2007) Dalam memahami perilaku perjalanan belanja, kita fokus pada aspek perjalanan yang berkaitan dengan aktivitas belanja. Aktivitas belanja adalah kegiatan sehari-hari yang diperlukan oleh individu dan rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan mereka. Perjalanan belanja dapat mencakup perjalanan ke toko, pasar, pusat perbelanjaan, atau bahkan belanja online. Ini mencakup semua tahapan dari perencanaan perjalanan belanja hingga eksekusi perjalanan itu sendiri. Ketika seseorang memutuskan untuk berbelanja, mereka harus membuat sejumlah keputusan, seperti apa yang akan mereka beli, di mana mereka akan berbelanja, bagaimana mereka akan mencapai tujuan belanja mereka, dan sebagainya. Semua keputusan ini membentuk bagian dari perilaku perjalanan belanja.

### **Aspek kepercayaan**

Menurut (Goulias, 2000) kepercayaan adalah keyakinan atau keyakinan positif yang seseorang atau kelompok individu miliki terhadap kejujuran, keandalan, atau integritas seseorang, kelompok, atau entitas lain. Ini adalah sikap mental positif yang melibatkan keyakinan bahwa orang atau entitas tertentu akan memenuhi harapan, komitmen, atau tugas mereka dengan baik atau sesuai dengan yang dijanjikan. Kepercayaan juga mencakup aspek keyakinan bahwa orang atau entitas tersebut akan bertindak dengan cara yang sesuai dan etis dalam berbagai situasi.

Kepercayaan dalam konteks perilaku belanja online merujuk pada keyakinan atau kepercayaan konsumen terhadap platform atau toko online yang mereka gunakan untuk berbelanja. Ini mencakup keyakinan bahwa platform atau toko tersebut dapat diandalkan, aman, dan memberikan produk atau layanan sesuai dengan ekspektasi konsumen. Kepercayaan ini adalah elemen kunci dalam memengaruhi keputusan konsumen untuk berbelanja secara online, karena konsumen harus merasa nyaman untuk meluangkan waktu dan uang mereka dalam lingkungan online yang mungkin asing bagi mereka. Dengan kata lain, kepercayaan adalah fondasi dari hubungan antara konsumen dan platform belanja online, dan memainkan peran penting dalam memotivasi atau menghambat perilaku belanja online Solomon (1986).

### **Aspek waktu dan biaya**

Menurut Hoobs (2007) waktu tempuh adalah salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam transportasi. Semakin bertambahnya waktu tempuh pada suatu moda akan menurunkan jumlah penggunaan moda tersebut dan dengan sendirinya pula akan menurunkan tingkat pendapatan ataupun pelayanannya. Selain waktu, Hoobs (1995) juga menyatakan bahwa untuk perjalanan yang memerlukan beberapa moda transportasi, hal yang perlu diperhatikan adalah usaha penghematan biaya transit dari suatu moda ke moda lainnya. Untuk itu perlu dibangun fasilitas sarana dan prasarana di tempat perpindahan barang atau penumpang ataupun pengalihan rute salah satu moda agar dapat berlangsung dengan cepat, aman, murah, dan nyaman sehingga biaya transit dapat ditekan sekecil mungkin.

### **Aspek informasi dan promo**

Menurut (Sukirno dan Harianto, 2017) dalam konteks perilaku perjalanan belanja online, informasi merujuk pada data dan penjelasan yang disediakan tentang produk atau layanan yang ditawarkan oleh toko online. Ini mencakup deskripsi produk, spesifikasi, harga, ketersediaan stok, ulasan pelanggan, dan informasi terkait lainnya yang membantu konsumen membuat keputusan pembelian yang informasi. Sedangkan promosi adalah upaya yang dilakukan oleh toko online untuk memengaruhi perilaku perjalanan konsumen. Ini mencakup penawaran harga khusus, diskon, penawaran bundel, atau kampanye iklan lainnya yang ditujukan untuk mendorong konsumen agar melakukan pembelian. Promosi dapat memengaruhi keputusan konsumen untuk memilih berbelanja online daripada melakukan perjalanan fisik ke toko

### **Penelitian terdahulu**

Beberapa penelitian terbaru tentang pengaruh belanja online terhadap perilaku perjalanan belanja dapat disingkat sebagai berikut:

1. Widiyawati dkk (2022): Analisis pengaruh belanja online terhadap perilaku perjalanan belanja selama pandemi COVID-19 menyoroti faktor-faktor yang memengaruhi keputusan berbelanja, termasuk karakteristik sosiodemografi- ekonomi konsumen dan atribut belanja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan internet, kepemilikan kendaraan, dan karakteristik belanja offline berperan penting dalam keputusan berbelanja online.
2. Uloli dkk (2022): Penelitian di Kota Kendari mengungkapkan pengaruh positif belanja online terhadap perilaku perjalanan belanja. Setiap peningkatan satu satuan dalam perilaku belanja online meningkatkan perilaku perjalanan belanja sebesar 0,383.

Angela dkk (2021): Penelitian di Kota Semarang

menunjukkan bahwa aktivitas belanja online memiliki pengaruh terhadap perilaku belanja langsung masyarakat, meskipun pengaruhnya tidak signifikan. Sebagian responden yang berbelanja online masih melakukan belanja langsung.

### 3. METODE PENELITIAN

#### Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah konsumen masyarakat Kuta yang pernah melakukan transaksi belanja online. Pada kawasan Kecamatan Kuta populasinya seluruh desa/kelurahan yang ada di Kecamatan Kuta.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini yang digunakan adalah non probability sampling dengan pendekatan purposive sampling yaitu peneliti memilih sampel purposive secara subyektif (Ferdinand, 2006). Pemilihan sampel bertujuan dilakukan karena mungkin saja peneliti telah memahami informasi yang dibutuhkan dapat diperoleh dari satu kelompok sasaran tertentu yang mampu memberikan informasi yang dikehendaki karena memang mereka memiliki informasi seperti itu dan mereka memenuhi kriteria yang dilakukan oleh peneliti. Calon responden harus memiliki kriteria tertentu yaitu, responden yang dipilih merupakan masyarakat yang pernah melakukan transaksi belanja online.

Dalam penelitian multivariate penentuan jumlah minimal sampel dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Ferdinand, 2006) :

$$n = (25 \times \text{variabel dependen dan independen}) \\ = 25 \times 4 \text{ variabel dependen dan independen} \\ = 100 \text{ sampel}$$

#### Variabel Penelitian

Variabel dependen dan independen beserta variabel indikatornya dalam penelitian diperlihatkan oleh Tabel 1.

**Tabel 1.** Variabel indepedened, dependen, dan indikator

| No | Variabel                   | Variabel Indikator  | Referensi         |
|----|----------------------------|---|-------------------|
| 1  | Aspek Kepercayaan (X1)     | SBO memiliki reputasi baik (X <sub>1.1</sub> )                      | Aulia dkk (2020)  |
|    |                            | SBO menjaga privasi konsumen (X <sub>1.2</sub> )                    | Aulia dkk (2020)  |
|    |                            | SBO menjamin keamanan pembayaran (X <sub>1.3</sub> )                | Aulia dkk (2020)  |
|    |                            | SBO menjamin kenyamanan konsumen (X <sub>1.4</sub> )                | Aulia dkk (2020)  |
|    |                            | SBO memberi kemudahan kepada konsumen (X <sub>1.5</sub> )           | Aulia dkk (2020)  |
| 2  | Aspek Waktu dan Biaya (X2) | SBO lebih menghemat waktu (X <sub>2.1</sub> )                       | Hendra dkk (2015) |
|    |                            | SBO dapat dilakukan kapan saja (X <sub>2.2</sub> )                  | Hendra dkk (2015) |
|    |                            | SBO dapat menghemat biaya perjalanan (X <sub>2.3</sub> )            | Hendra dkk (2015) |
|    |                            | Barang/produk yang dibeli segera diproses (X <sub>2.4</sub> )       | Hendra dkk (2015) |
|    |                            | Barang/produk yang dibeli segera dapat diterima (X <sub>2.5</sub> ) | Hendra dkk (2015) |

|   |                                 |  |                      |
|---|---------------------------------|--|----------------------|
| 3 | Aspek Informasi dan Promo (X3)  | SBO memberikan informasi yang jelas dan pasti (X <sub>3.1</sub> )                        | Aulia dkk (2020)     |
|   |                                 | SBO menawarkan berbagai ragam produk (X <sub>3.2</sub> )                                 | Septianingsih (2020) |
|   |                                 | SBO memberi kesempatan explore banyak toko (X <sub>3.3</sub> )                           | Septianingsih (2020) |
|   |                                 | SBO menawarkan produk dengan berbagai ragam harga (X <sub>3.4</sub> )                    | Septianingsih (2020) |
|   |                                 | SBO memberi kompensasi apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan (X <sub>3.5</sub> ) | Aulia dkk (2020)     |
| 4 | Perilaku Perjalanan Belanja (Y) | Frekuensi perjalanan belanja (Y <sub>1</sub> )   | Kitamura (2009)      |
|   |                                 | Waktu tempuh perjalanan belanja (Y <sub>2</sub> )  | Kitamura (2009)      |
|   |                                 | Biaya perjalanan belanja (Y <sub>3</sub> )   | Kitamura (2009)      |
|   |                                 | Jarak tempuh perjalanan belanja (Y <sub>4</sub> )  | Kitamura (2009)      |
|   |                                 | Pemilihan moda transportasi (Y <sub>5</sub> )  | Kitamura (2009)      |

#### Uji validitas dan reliabilitas

Uji validitas digunakan untuk mengukur sah atau valid tidaknya hasil kuesioner. Suatu kuesioner dikatakan valid jika pertanyaan pada kuesioner mampu mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner tersebut (Ghozali, 2018). Reliabilitas (keandalan) merupakan ukuran suatu kestabilan dan konsistensi responden dalam menjawab hal yang berkaitan dengan bentuk- bentuk pertanyaan yang merupakan dimensi suatu variabel dan disusun dalam suatu bentuk kuesioner.

#### Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel independen. Analisis regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui arah dan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Ghozali, 2018). Persamaan regresi linier berganda secara matematik adalah seperti pada Persamaan 1:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \tag{1}$$

Dimana: Y = variabel depeden; a = konstanta; b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>,..., b<sub>n</sub> = koef regresi; dan X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>,..., X<sub>n</sub> = variabel independen.

#### Uji t dan uji F

Uji t dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji bagaimana pengaruh masing- masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikatnya. Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan t hitung dengan t tabel atau dengan melihat kolom signifikansi pada masing-masing t hitung. Uji t dapat dilakukan dengan membandingkan t hitung dengan Tabel t: t Tabel dalam Excel, jika t hitung > dari t tabel, (Ho di tolak Ha diterima) maka model signifikansi atau bisa dilihat dalam kolom signifikansi pada Anova (output SPSS) (Arikunto,

2013).

Uji F dikenal dengan Uji serentak atau uji Model/Uji Anova, yaitu uji untuk melihat bagaimanakah pengaruh semua variabel bebasnya secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya. Atau untuk menguji apakah model regresi yang kita buat baik/signifikan atau tidak baik/non signifikan. Jika model signifikan maka model bisa digunakan untuk prediksi/peramalan, sebaliknya jika non/tidak signifikan maka model regresi tidak bisa digunakan untuk peramalan. Uji F dapat dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan Tabel F: F Tabel dalam Excel, jika F hitung > dari F tabel, (Ho di tolak Ha diterima) maka model signifikan atau bisa dilihat dalam kolom signifikansi pada Anova (Arikunto, 2013).

**Koefisien determinasi (R<sup>2</sup>)**

Menurut Ghozali (2018) nilai koefisien determinasi yang kecil memiliki arti bahwa kemampuan variabel – variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen sangat terbatas, Sebaliknya jika nilai mendekati 1 (satu) dan menjauhi 0 (nol) memiliki arti bahwa variabel – variabel independen memiliki kemampuan memberikan semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen.

**4. HASIL**

**Profil kecamatan kuta**

Kecamatan Kuta merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Badung, Bali, Indonesia yang memiliki luas 17,52 km<sup>2</sup>. Kecamatan ini memiliki kepadatan penduduk yang cukup padat yaitu sekitar 2.212,96 jiwa. Wilayah ini memiliki 5 desa/kelurahan yaitu Desa Kedonganan, Tuban, Kuta, Legian dan Seminyak. Kecamatan Kuta menjadi salah satu tempat tujuan pariwisata yang terkenal di nasional maupun internasional yaitu pantai Kuta, terutama bagi penggemar olahraga selancar. Selain itu, kawasan ini juga penuh dengan berbagai hotel berbintang, restoran, villa, mall, dan sebagainya (BPS, Kabupaten Badung).

Akses jalan di Kecamatan Kuta juga sudah memadai walaupun sering terjadi kemacetan akibat padatnya arus volume kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Padatnya arus lalu lintas di Kecamatan Kuta diakibatkan karena kurangnya prasarana parkir di area jalan tersebut dikarenakan sepanjang area jalan terdapat pertokoan yang padat sehingga banyak masyarakat dan wisatawan yang parkir sembarangan yang mengakibatkan kemacetan di jalan tersebut. Kecamatan Kuta memiliki tingkat pengguna internet yang cukup tinggi seiring perkembangan jaman yang semakin maju untuk menunjang aktifitas masyarakat Kuta maupun wisatawan yang berwisata di Kecamatan Kuta. Sehingga masyarakat lebih cenderung menggunakan internet untuk melakukan aktifitas seperti berpegiان dan berbelanja.

**Validitas dan reliabilitas**

Hasil uji validitas dan reliabilitas ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tabel validitas dan reliabilitas

| No | Variabel Penelitian                         | Item Pernyataan | Validitas      |           | Reliabilitas      |           |
|----|---|-----------------|----------------|-----------|-------------------|-----------|
|    |   |                 | Koef. Korelasi | Ket Alpha | Chronbach's Alpha | Ket Alpha |
| 1  | Aspek Kepercayaan (X <sub>1</sub> )         | No. 1 – 5       |                |           |                   |           |
| 2  | Aspek Waktu dan Biaya (X <sub>2</sub> )     | No. 1 – 5       | > 0,30         | Valid     | > 0,60            | Reliabel  |
| 3  | Aspek Informasi dan Promo (X <sub>3</sub> ) | No. 1 – 5       |                |           |                   |           |
| 4  | Perilaku Perjalanan (Y)                     | No. 1 – 5       |                |           |                   |           |

Berdasarkan hasil perhitungan dalam uji validitas dan uji reliabilitas, Tabel 1 menunjukkan bahwa bahwa seluruh instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur masing– masing variabel yang digunakan adalah valid dan reliabel, karena memiliki r hitung lebih besar dari rtabel sebesar 0,3 dan koefisien reliabilitas (alpha cronbach) lebih besar dari 0,6. Dengan demikian seluruh variabel penelitian tersebut dapat digunakan untuk analisis statistik lebih lanjut.

**Analisis regresi linier berganda**

**Uji parsial (t-test)**

Hasil uji parsial (t-test) ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji parsial (t-test)

| Model                     | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients |  | t     | Sig.  |
|---------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--|-------|-------|
|                           | B                           | Std. Error | Beta                      |  |       |       |
| 1 (Constant)              | 2,501                       | 0,934      |                           |  | 2,677 | 0,009 |
| Aspek Kepercayaan         | 0,254                       | 0,056      | 0,313                     |  | 4,575 | 0,000 |
| Aspek Waktu dan Biaya     | 0,376                       | 0,058      | 0,395                     |  | 6,516 | 0,000 |
| Aspek Informasi dan Promo | 0,267                       | 0,062      | 0,313                     |  | 4,326 | 0,000 |

a. Dependent Variable: Perilaku Perjalanan

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai-nilai : a = 2,501, b1 = 0,254, b2 = 0,376 dan b3 = 0,267. Berdasarkan nilai-nilai tersebut di atas, maka diperoleh Persamaan 2, persamaan regresi linear berganda, sebagai berikut:

$$Y = 2,501 + 0,254X_1 + 0,376X_2 + 0,267X_3 \quad (2)$$

Berdasarkan Persamaan 2 tersebut, maka pengaruh aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya, dan aspek informasi dan promo terhadap perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online dapat diartikan sebagai berikut :

1. Konstanta sebesar 2,501, berarti perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online dipengaruhi oleh aspek

kepercayaan, aspek waktu dan biaya, dan aspek informasi dan promo. Apabila aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya, dan aspek informasi dan promo meningkat, maka perilaku untuk perjalanan belanja online juga akan semakin meningkat sebesar 2,501.

2. Koefisien regresi X1 sebesar 0,254, berarti jika aspek kepercayaan terhadap layanan pesan antar online meningkat, maka perilaku perjalanan menggunakan sistem belanja online akan semakin meningkat, dengan asumsi variabel lainnya konstan (tetap).
3. Koefisien regresi X2 sebesar 0,376, berarti jika aspek waktu dan biaya terhadap layanan pesan antar online semakin menguntungkan masyarakat, maka perilaku perjalanan menggunakan sistem belanja online akan semakin meningkat, dengan asumsi variabel lainnya konstan (tetap).
4. Koefisien regresi X3 sebesar 0,267, berarti jika aspek informasi dan promo meningkat terhadap layanan pesan antar online meningkat, maka perilaku perjalanan menggunakan sistem belanja online akan semakin meningkat, dengan asumsi variabel lainnya konstan (tetap).

**Uji simultan (F-test)**

Hasil uji simultan (F-test) seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil uji simultan (F-test)

| Model                 | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig.  |
|-----------------------|----------------|----|-------------|---------|-------|
| Regression            | 465,551        | 3  | 155,184     | 141,615 | ,000b |
| <sup>1</sup> Residual | 105,199        | 96 | 1,096       |         |       |
| Total                 | 570,750        | 99 |             |         |       |

a. Dependent Variable: Perilaku Perjalanan

b. Predictors: (Constant), Aspek Informasi dan Promo, Aspek Kepercayaan

Berdasarkan Tabel 4, ternyata dengan kesalahan 5% (0,05) dan derajat bebas pembilang 3 dan derajat bebas penyebut 97, diperoleh nilai F-hitung sebesar 141,615 dan nilai F-tabel sebesar 2,7, sehingga kalau dibandingkan maka nilai F-hitung lebih besar dari nilai F-tabel. Ini berarti bahwa aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya, dan aspek informasi dan promo berpengaruh positif signifikan secara simultan terhadap terhadap perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online.

**Uji Determinasi (R<sup>2</sup>)**

Hasil uji determinasi (R<sup>2</sup>) seperti terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Hasil Uji Determinasi (R<sup>2</sup>)

| Model | R                  | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1     | 0,903 <sup>a</sup> | 0,816    | 0,810             | 1,047                      |

A. Predictors: (constant), aspek informasi dan promo, aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya

B. Dependent variable: perilaku perjalanan

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh koefisien R<sup>2</sup> sebesar 0,810 atau 81,0%. Dalam hal ini dapat diartikan bahwa kemampuan aspek kepercayaan, aspek waktudan biaya, dan aspek informasi dan promo dalam mempengaruhi perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online sebesar 81,0%, sedangkan sisanya 19,0% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini.

**5. PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat ditarik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis deskriptif yang telah di jabarkan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa di Kecamatan Kuta sendiri rata rata menggunakan moda transportasi online “Sepeda motor” digunakan paling banyak dipakai berbelanja oleh masyarakat. Hal ini dibuktikan dari hasil jawaban kuesioner responden dan hasil pengamatan dilapangan yang mana dapat diketahui kebanyakan responden memilih moda transportasi online “Sepeda motor” untuk digunakan berbelanja online dengan persentase sebanyak 36%
2. Berdasarkan analisis regresi yang telah di jabarkan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa belanja dengan transportasi online dapat mempengaruhi perilaku perjalanan belanja masyarakat di Kecamatan Kuta. Hal ini di dukung oleh beberapa pengaruh variabel aspek pendukung perilaku perjalanan belanja online yang meliputi:
  - 1) Aspek Kepercayaan  
Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa aspek kepercayaan berpengaruh positif signifikan terhadap perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online sebesar 0,254.
  - 2) Aspek Waktu dan Biaya  
Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa aspek waktu dan biaya berpengaruh positif signifikan terhadap perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online sebesar 0,376.
  - 3) Aspek Informasi dan Promo  
Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa aspek informasi dan promo berpengaruh

positif signifikan terhadap perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online sebesar 0,267.

#### 4) Secara Simultan

Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa aspek kepercayaan, aspek waktu dan biaya, dan aspek informasi dan promo secara simultan berpengaruh positif signifikan terhadap perilaku perjalanan belanja masyarakat menggunakan layanan online. Hal ini didasari dari hasil koefisien determinasi adjusted R square sebesar 0,810 atau 81,0%

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan yang dikemukakan, maka penulis akan memberikan saran yang kiranya dapat memberikan manfaat terkait atas hasil penelitian ini:

1. Disarankan untuk melakukan penelitian secara mendalam dengan faktor-faktor yang lebih rinci mengenai variabel aspek kepercayaan ( $X_1$ ), aspek waktu dan biaya ( $X_2$ ), aspek informasi dan promo ( $X_3$ ) dan perilaku perjalanan belanja ( $Y$ ) karena objek penelitian tersebut menarik dan masih bisa dieksplorasi lebih lanjut.
2. Keterbatasan berupa populasi penelitian yang hanya pada masyarakat Kecamatan Kuta, maka diharapkan peneliti selanjutnya dapat memperluas populasi penelitian, agar hasil penelitian yang diperoleh dapat lebih baik lagi.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem belanja online berpengaruh positif signifikan terhadap perilaku perjalanan belanja online pada masyarakat Kecamatan Kuta. Dari hasil tersebut disarankan kepada pemerintah untuk mengurangi jumlah kendaraan di jalan dan mengurangi kemacetan lalu lintas, terutama di daerah perkotaan yang padat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Angela, MN., Suraharta, IM, dan Susanto, S. 2021. Pengaruh Belanja Daring (Online) terhadap Perilaku Perjalanan Belanja di Kota Semarang. Bekasi: Sekolah Tinggi Transportasi Darat.
- Arikunto. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Aulia dkk. 2020. "Student Well-being: A Systematic Literature Review". *International Journal of Educational*, 28(1): 1-14.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung. 2022. *Kuta dalam Angka*. Mangupura: Pemkab Badung.
- Bruton. (1985). *Introduction To Transportation Planing*. Melbourne: Hutchinson.
- Dewita, Y., Burke, M., & Yen, B. T. 2019. The relationship between transport, housing and urban form: Affordability of transport and housing in Indonesia. *Case Studies on Transport Policy*, <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.01.004>
- Farang, Sendy, Tim Schwanen, Martin Dijst, and Jan Faber. 2007. "Shopping Online and/or in-Store? A Structural Equation Model of the Relationships between e-Shopping and in-Store Shopping."
- Ferdinand. 2006. *Metode Penelitian Manajemen: Pedoman Penelitian untuk skripsi, Tesis dan Disertai Ilmu Manajemen*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Fitria, LM., Devi., MK., Roychansyah., Herwngi., dan Nurjanah. 2019. Identifikasi Perilaku Perjalanan Melalui Metode Critical Path Method (CPM). *Jurnal Tata Loka*, 22(3), Agustus 2020, 453-462.
- Ghozali, I. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS*. 25. Semarang: BP Undip.
- Gould, J. dan T.F. Golob. 1998. Akankah Belanja Rumah Elektronik Mengurangi Perjalanan? *Tinjauan Transportasi Akses* 12, 26-31.
- Goulias, K. G. 2000. *Travel Behaviour and Values Research For Human Centered Transportation Systems*. Transportation Research Board.. Diakses pada tanggal 18 januari 2015.
- Graham, S. dan S. Marvin. 1996. *Telekomunikasi dan Kota: Elektronik Spaces, Urban Places*, New York, NY: Routledge.
- Hobbs, F.D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kitamura, R. 2009. A dynamic model system of household car ownership, trip generation, and modal split: model development and simulation experiment. *Jurnal Transportation*, 36, 711-732.
- Miro, F. 2005. *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi*. Jakarta: Erlangga.
- Hendra, YNR., Wirza, E., dan Irawan, MZ. 2015. Pengaruh Belanja Online terhadap Perilaku Belanja. *Jurnal Transportasi*, 15(1), April 2015, 31-40.
- Nkeki, F. N., & Asikhia, M. O. (2019). Geographically weighted logistic regression approach to explore the spatial variability in travel behaviour and built environment interactions: Accounting simultaneously for demographic and socioeconomic characteristics. *Applied geography*, 108 (27), 47-63. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.05.008>
- Rizki, M dan Joewono, TB. Pemilihan Lokasi Belanja dan Perilaku Perjalanan di Kota Bandung. *Jurnal Transportasi*, 19(1), April 2019, 67-76.
- Septianingsih, A. 2020. *Analisis Perilaku Beanja Online Mahasiswa Universitas Islam Indonesia*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas

- Islam Indonesia.
- Solomon. 1986. Telekomunikasi dan Hubungan Perjalanan: Sebuah Tinjauan.
- Sukimno, FS dan Harianto, S. 2017. Pergeseran gaya hidup masyarakat sub urban area di kotamojokerto. *Jurnal Paradigma*, 5(1), 1-9.
- Tamin, OZ. 2000. Perencanaan, Pemodelan, & Rekayasa Transportasi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Uloli, APW. Pengaruh Belanja Online terhadap Perjalanan Belanda di Kota Kendari Skripsi. Bekasi: Politeknik Transportasi Darat Indonesia - Program Studi Std Diploma IV Transportasi Darat.
- Widiyawati, Y., Ningsih, CDS., Lestari., dan Pramita, G. 2022. Nalisis Pengaruh Belanja Online terhadap Perilaku Perjalanan Belanja dimasa Pandemi Covid-19. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*. 3(2), Juli 2022, 25-31.

# **Amretham tu widya**



**Fakultas Teknik - Unhi**  
**Jl. Sangalangit, Tembawu, Denpasar - Bali**  
**Telp. (0361) 464700, 464800**  
**[www.unhi.ac.id](http://www.unhi.ac.id)**  
**email : [teknik@unhi.ac.id](mailto:teknik@unhi.ac.id)**

