

E-ISSN : 2807-5579

P-ISSN : 2807-5889

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 03 NOMOR 01, APRIL 2023

Published by:

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering,

University of Widyagama Malang, Indonesia

BOUWPLANK

Jl. Borobudur No. 35 Malang 65128

Telp. 0341-492282, 411291 Faks. 0341-496919

Email: sipil@widyagama.ac.id

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 03, NOMOR 01, APRIL 2023

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Tim Editor :

Editor in Chief

Ir. Abdul Halim, M.T., (SINTA ID: [6660008](#), Scopus ID: [57225097679](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Managing Editor

Candra Aditya, S.T., M.T., (SINTA ID: [5977179](#), Scopus ID: [57223180604](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Editorial Board Members

Dr. Eng. Ir. Ming Narto Wijaya, S.T., M.T., M.Sc., (SINTA ID: [5992772](#), Scopus ID: [56465853100](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering Undergraduate, Faculty of Engineering, Universitas
Brawijaya, Indonesia

Ir. Riman, M.T., (SINTA ID: [5998828](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Ir. Mohammad Cakrawala, M.T., (SINTA ID: [6666868](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Assistant Editor

Anis Purwaningsih, S.T., Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Tim Reviewer :

Assoc. Prof. Dr. Nawir Rasidi, S.T., M.T., (SINTA ID: [6013639](#), Scopus ID: [57215038530](#)),
Indonesia
Department of Construction Engineering Management D-4, Politeknik Negeri Malang,
Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Ir. Aji Suraji, M.Sc., (SINTA ID: [5986966](#), Scopus ID: [57225085090](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Agus Tugas Sudjianto, S.T., M.T., (SINTA ID: [5986025](#), Scopus ID: [57225188093](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

Dr. Dafid Irawan, S.T., M.T., (SINTA ID: [6684776](#), Scopus ID: [57212384743](#)), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang,
Indonesia

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 03, NOMOR 01, APRIL 2023

PENGANTAR REDAKSI

BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan Volume 03 Nomor 01, APRIL 2023 ini terdiri atas 5 makalah ilmiah yang semuanya telah ditelaah oleh penelaah ahli. Redaktur mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan semoga kerja kerasnya akan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan kehidupan manusia. Partisipasi para ilmuwan khususnya dalam bidang teknik sipil dan lingkungan sangat diharapkan untuk memperkaya khasanah Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan, BOUWPLANK.

REDAKSI

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 03, NOMOR 01, APRIL 2023

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi	i
Pengantar dari Redaksi	ii
Daftar Isi	iii
PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN KAWASAN PERUMAHAN YPPI WIDYAGAMA DI DESA KLAMPOK SINGOSARI	
<i>Moch. Zaenudin, Dafid Irawan, Abdul Halim</i>	1-10
KAJIAN POTENSI PENGGUNA JALAN BEBAS HAMBATAN MALANG – KEPANJEN DAN DAMPAK PENGOPERASIAN TERHADAP JALAN EKSISTING	
<i>Yunitasari, Aji Suraji, Abdul Halim</i>	11-20
ANALISIS PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN PASIR SEMERU LUMAJANG DAN PASIR KEDIRI	
<i>M. Bayu Adi Segara, Candra Aditya, M. Cakrawala</i>	21-28
PERBEDAAN VOLUME PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR TERHADAP VOLUME KONTRAK PADA MUTUAL CHECK 100% DAN CARA MENGATASINYA PADA PROYEK KONSTRUKSI (Studi Kasus : Gedung Lapangan Tembak Kedung Cowek Surabaya)	
<i>Muhammad Faisal Abdullah, Dafid Irawan, Riman</i>	29-35
PENERAPAN METODE EARNED VALUE PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN DI KABUPATEN JEMBER	
<i>Firda Hani Ayuningtyas, Dafid Irawan, Aji Suraji, Agus Tugas Sudjianto</i>	36-42

PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN KAWASAN PERUMAHAN YPPI WIDYAGAMA DI DESA KLAMPOK SINGOSARI

Moch Zaenudin^{1*}, Dafid Irawan², Abdul Halim³

¹PT. Alam Mahameru

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Email Korespondensi: zaenudin.m.amad@gmail.com

ABSTRAK

Perumahan dan permukiman merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia dalam rangka peningkatan dan pemerataan kesejahteraan rakyat. Penelitian ini berlokasi di desa Klampok, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Hasil penelitiannya adalah persentase pembebanan biaya pelaksanaan perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok antara lain pembebasan tanah sebesar 40% atau senilai Rp 6.757.981.803,-, fisik bangunan sebesar 26 % senilai Rp 6.910.987.548,-, infrastruktur sebesar 21% senilai Rp 3.615.922.744,- dan biaya administrasi dan perijinan sebesar 14% atau senilai Rp 2.329.473.960,-. Besarnya harga jual rumah yang sesuai untuk masing-masing tipe rumah pada Perumahan YPPI Widyagama yaitu type 30/60 dengan harga Rp 292.000.000,-, type 36/72 seharga Rp 350.000.000,-, type 45/84 dengan harga Rp 418.500.000,-, dan type 85/13 seharga Rp 806.000.000,-, serta type 56/84 dengan harga Rp 495.000.000,-. Investasi awal yang di perlukan dalam pengembangan kawasan perumahan YPPI adalah Rp 8.552.044.068,-. Berdasarkan parameter Kelayakan Finansial yang digunakan dalam studi ini, analisa finansial dengan parameter Pay Back Period (PP) menunjukkan bahwa modal awal yang ditanamkan oleh pengembang dapat kembali dalam jangka waktu 1 tahun 5 bulan. Parameter BCR = 1,33 > 1. Parameter Net Present Value (NPV) dengan menetapkan besarnya angka arus pengembalian (i) sebesar 20% dalam kurun waktu 5 tahun, didapatkan nilai NPV positif sebesar Rp. 6.143.372.846,-. Untuk parameter Internal Rate of Return (IRR) diperoleh nilai sebesar 31,34%. Nilai ini lebih besar dari nilai Minimum Attractive Rate of Return (MARR) yang diinginkan yaitu 20%. Dari keseluruhan pembahasan di atas menunjukkan bahwa lokasi tanah perumahan YPPI Widyagama di Desa Klampok layak untuk di buat sebagai kawasan perumahan.

Kata kunci : Perencanaan dan Pengembangan, Kawasan Perumahan, Singosari, Kabupaten Malang.

ABSTRACT

Housing and settlements are one of the basic human needs in order to improve and equalize people's welfare. This research was located in Klampok village, Singosari District, Malang Regency. The results of the research are the percentage of YPPI Widyagama housing implementation costs in Klampok village, including land acquisition of 40% or worth Rp 6,757,981,803,-, physical buildings of 26% worth Rp 6,910,987,548,-, infrastructure of 21% worth Rp 3,615,922,744, - and administrative and licensing costs of 14% or worth Rp 2,329,473,960,-. The amount of selling prices of houses that are suitable for each type of house in YPPI Widyagama Housing is type 30/60 at a price of IDR 292,000,000,-, type 36/72 at a price of IDR 350,000,000,-, type 45/84 at a price of IDR 418,500,000,-, and type 85/13 at a price of IDR 806,000,000,-, and type 56/84 at a price of IDR 495,000,000,-. The initial investment required in the development of YPPI residential area is Rp 8,552,044,068,-. Based on the Financial Feasibility parameters used in this study, financial analysis with Pay Back Period (PP) parameters shows that the initial capital invested by the developer can return within a period of 1 year and 5 months. BCR parameter = 1.33 > 1. The Net Present Value (NPV) parameter by determining the amount of return flow (i) of 20% within 5 years, obtained a positive NPV value of Rp. 6,143,372,846,-. For the Internal Rate of Return (IRR) parameter, a value of 31.34% was obtained. This value is greater than the desired Minimum Attractive Rate of Return (MARR) value of 20%. From the overall discussion above, it shows that the location of YPPI Widyagama residential land in Klampok Village is feasible to be made as a residential area.

Keywords : *Planning and Development, Residential Area, Singosari, Malang Regency.*

1. PENDAHULUAN

Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur yang menjadi pusat sektor wisata dan pendidikan. Dengan demikian kebutuhan perumahan bagi masyarakat Malang dan masyarakat luar Kota Malang yang beraktivitas di Kota maupun Kabupaten Malang semakin meningkat. Seiring dengan pertambahan penduduk Kota dan Kabupaten Malang yang semakin pesat dengan laju pertumbuhan 0,87% per tahun, maka kebutuhan akan hunian, misalnya perumahan, akan meningkat pula [1]. Peluang ini membuat para pengembang berkompetisi untuk menginvestasikan uangnya dalam pembangunan perumahan untuk memenuhi kebutuhan akan hunian tersebut. Untuk mengakomodasi berbagai macam tingkatan ekonomi dan kebutuhan masyarakat, maka para pengembang menawarkan berbagai macam kelas perumahan dengan harga yang sesuai daya beli dan selera konsumen. Besarnya peluang bisnis properti di Malang Raya dilirik para Pengembang baik dari dalam dan luar kota. Salah satu daerah yang mulai banyak dilirik oleh pengembang adalah daerah Singosari Kabupaten Malang. Kenapa lokasi ini di ambil dikarenakan persaingan properti yang sudah terlalu banyak di wilayah kota malang yang mengakibatkan nilai harga tanah dan rumah harganya sangat tinggi. Wilayah singosari dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan kemajuan kawasan yang cukup menjanjikan, salah satu patokan dapat dilihat dari adanya “Kawasan Ekonomi Khusus” yang di selenggarakan di Singosari, hal ini menunjukkan bahwa ada potensi besar yang terdapat di Singosari. Kawasan atau lokasi tanah yang akan direncanakan untuk dibuat Perumahan terletak di desa Klampok Singosari Kabupaten Malang. Lokasi tanah ini dimiliki oleh yayasan YPPI Kampus Widyagama Malang yang memiliki luas 12.000 meter persegi. Proyek pembangunan perumahan YPPI Widyagama Malang di desa Klampok ini mempertaruhkan modal yang besar dalam jangka waktu panjang, selain diperlukan perencanaan pembangunan yang baik juga diperlukan perencanaan anggaran biaya yang akurat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Rumah dan Perumahan

Rumah menurut UU No 4/1992 Pasal 1 ayat 1 adalah: “Bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian yang digunakan manusia untuk berlindung dari gangguan iklim dan makhluk hidup lainnya dan tempat awal pengembangan kehidupan dan penghidupan keluarga dalam lingkungan yang sehat, aman, serasi dan teratur” [2]. Berdasarkan Undang-undang No. 1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Permukiman, “Perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun pedesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni” [3].

2.2 Karakteristik Perumahan

Karakteristik suatu perumahan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi nilai dari pada perumahan tersebut. Hal ini dikarenakan salah satu sifat dari properti adalah unik, dapat dikatakan unik karena tidak ada satupun properti yang mempunyai bentuk yang sama persis, baik secara fisik maupun secara ekonomis. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai suatu properti, diantaranya lingkungan dan lokasi [4].

2.3 Konsep Perumahan dan Permukiman

Dalam UU no. 4 tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman, dibedakan sebagai berikut yaitu permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, dapat merupakan kawasan perkotaan dan pedesaan, berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal dan kegiatan yang mendukung peri kehidupan dan penghidupan [2]. Sedangkan perumahan adalah kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau hunian plus prasarana dan sarana lingkungan [5].

2.4 Perencanaan Rumah

Dalam Keputusan Menteri Pekerjaan Umum tahun 1986 tentang “Pedoman Teknik Pembangunan Perumahan Sederhana Tidak Bersusun” yang dimaksud bangunan adalah susunan

sesuatu yang tertumpu pada landasan dan terikat dengan tanah sehingga terbentuk ruangan dan mempunyai fungsi [6]. Maksud bangunan rumah adalah bangunan yang direncanakan dan digunakan sebagai tempat kediaman oleh satu keluarga atau lebih. Sedangkan rumah sederhana tidak bersusun adalah tempat kediaman yang layak huni dan harganya terjangkau oleh masyarakat yang berpenghasilan rendah dan sedang.

2.5 Penentuan Harga Jual Rumah Pada Proyek Perumahan

Harga adalah jumlah uang yang dibebankan untuk sebuah produk atau jasa. Lebih luas lagi harga adalah jumlah nilai yang konsumen tukarkan untuk mendapatkan manfaat dari memiliki atau menggunakan produk atau jasa. Harga jual rumah adalah faktor utama yang dijadikan acuan konsumen dalam pertimbangan pemilihan rumah disamping ragam fasilitas yang ditawarkan oleh tiap pengembang. Penetapan harga jual rumah bagi pengembang bertujuan untuk memperoleh laba yang diinginkan dan harga jual tersebut mampu bersaing dengan harga pasar. Berikut adalah urutan penentuan harga jual rumah berdasarkan survei terhadap praktisi yang berkompeten:

1. Menentukan Harga Pokok Tanah
2. Menentukan Harga Pokok Penjualan (HPP) Tanah
3. Menentukan Harga Pokok Penjualan (HPP) Bangunan

Rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut [7]. Dalam menyusun rencana anggaran biaya dapat dilakukan dengan 3 yaitu rencana anggaran biaya kasar (Taksiran) dan rencana anggaran biaya teliti.

2.6 Investasi Proyek Perumahan

Investasi adalah semua kegiatan yang mengandung unsur pengorbanan atau pengeluaran untuk suatu harapan di masa yang akan datang [8]. Evaluasi alternatif-alternatif investasi dalam ekonomi teknik dilakukan dengan dasar perbedaan ekonomis yang bisa ditunjukkan oleh masing-masing alternatif. Cara yang paling umum dilakukan dalam melihat performansi ekonomi dari suatu alternatif investasi adalah dengan melakukan estimasi aliran uang (cash flow) dari masing-masing alternatif [9].

2.7 Analisa Kas Proyek

Dalam pengertian aliran kas proyek ini dikenal istilah aliran kas masuk atau cash inflow dan aliran kas keluar atau cash outflow [10].

- a. Untuk *cash in* (jumlah dana yang masuk) terdiri atas modal Investasi dan hasil penyewaan atau penggunaan sarana dan prasarana.
- b. Untuk *cash out* (jumlah dana yang keluar) terdiri atas biaya operasional dan penyusutan (depresiasi).

Dari segi keuangan, proyek dapat dikatakan sehat antara lain jika dapat mendatangkan keuntungan yang didapat lebih besar dari pada yang diperoleh dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan, maka perlu disiapkan perkiraan aliran kas (projected cash flow statement) proyek selama umur ekonomisnya [11].

2.8 Studi Kelayakan Finansial Proyek

Investor memerlukan adanya studi kelayakan untuk mengetahui, memperkirakan keadaan proyeknya di dalam suatu kondisi yang tidak pasti atau berubah-ubah agar dapat mengambil suatu keputusan investasi dengan menekan tingkat resiko dan mengharapkan tingkat keuntungan yang maksimal [12]. Bagi pemilik proyek swasta seperti pengembang, titik berat keberhasilan diletakkan pada aspek finansial dan ekonomi. Parameter kelayakan finansial yang digunakan dalam studi ini adalah :

1. Perbandingan manfaat biaya (Benefit Cost Ratio)
2. Periode pengembalian (Pay Back Period)

3. Nilai sekarang Neto (Net Present Value)
4. Arus pengembalian internal (Internal Rate of Return)

2.9 Potensi Kawasan Sekitar Perumahan

Teori pemilihan lokasi tempat tinggal dicetuskan oleh banyak pakar, baik pakar ekonomi, perencana, dan pakar lainnya [13]. Model pemilihan tempat tinggal yang populer adalah model yang dicetuskan oleh William Alonso, Richard Muth, dan Von Thunen serta Christaller. Mereka menjelaskan bahwa pertimbangan rumah tangga dalam memilih lokasi tempat tinggal yang optimal dipengaruhi oleh income, land rent, dan transportation cost [14].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data penelitian yang dilakukan guna menunjang tercapainya tujuan penelitian adalah berupa survey lapangan dan wawancara langsung dengan pihak yang berhubungan dengan lokasi tanah perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok, seperti warga sekitar atau pihak pemilik tanah.

- a. Data Primer, pengumpulannya dilakukan dengan melakukan survei langsung ke lokasi Tanah YPPI Widyagama yang terletak di desa Klampok Singosari Kabupaten Malang. Data ini berupa data statistik, data topografi atau data yang dikeluarkan oleh instansi/ lembaga yang terkait dengan studi ini.
- b. Data Sekunder, yaitu data pendukung yang bertujuan untuk melengkapi data primer, diantaranya yaitu denah masing-masing tipe rumah pada rencana perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok, daftar harga jual rumah proyek perumahan di sekitar lokasi proyek yang akan di bangun.

3.2 Metode Pengambilan Data

- a. Survei literatur
- b. Survei lapangan
- c. Metode wawancara

3.3 Analisis Aspek Teknis

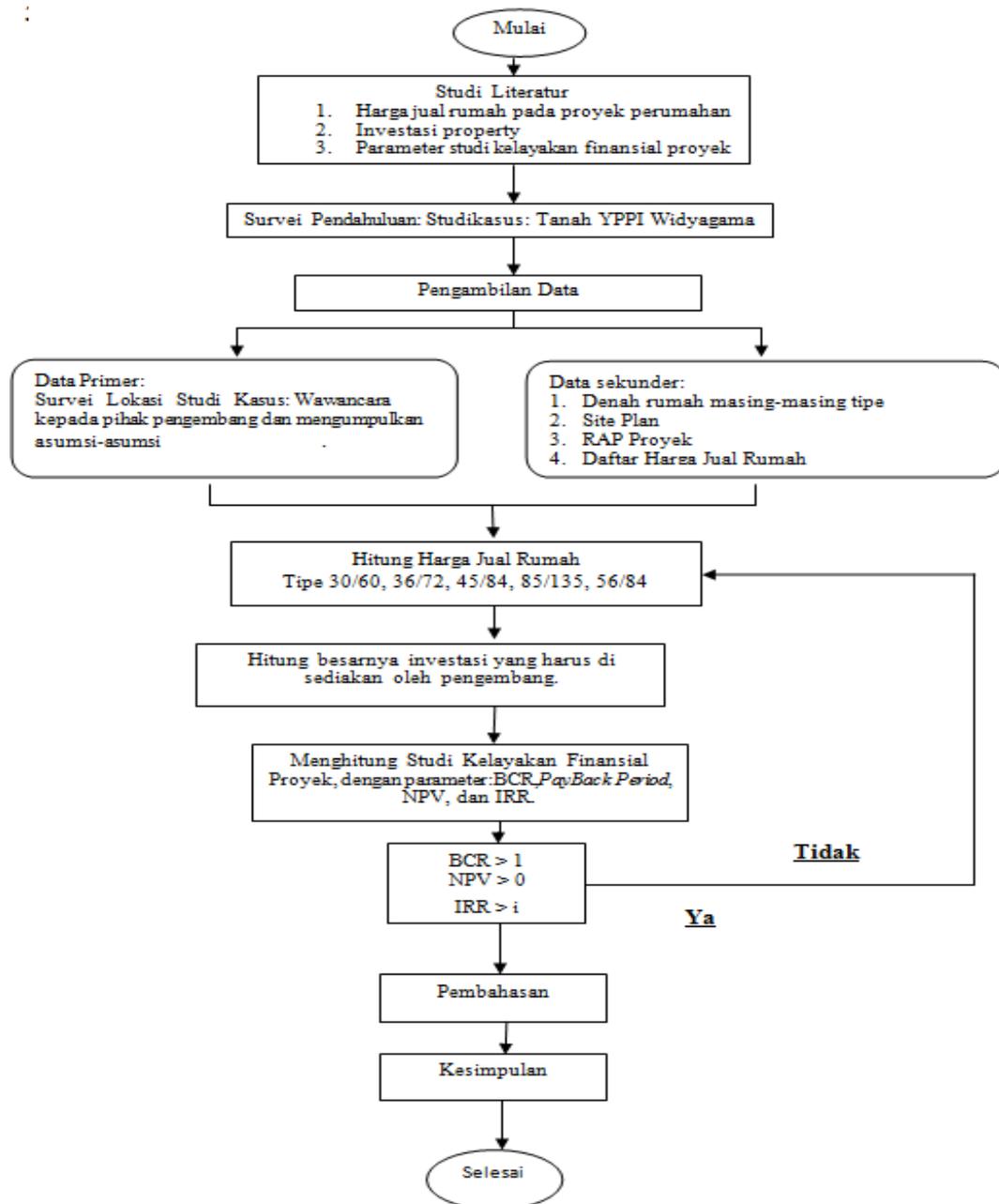
Langkah berikutnya setelah data terkumpul adalah tahapan alias dan perhitungan yang meliputi analisa pemilihan lokasi perumahan, merencanakan jumlah unit rumah, sarana dan prasarana, perencanaan site plan, rencana anggaran pelaksanaan proyek (RAP).

3.4 Analisa Aspek Finansial

Dalam menganalisa secara finansial, yang akan digunakan dalam studi ini adalah:

- a. Analisa Biaya Investasi
- b. Membuat perkiraan biaya pertama
- c. Menentukan parameter yang akan digunakan (BCR, PP, NPV, dan IRR)

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Perumahan

Dalam merencanakan perumahan ada hal yang diperhatikan sebelum membangun perumahan yaitu:

1) Lokasi dan Perencanaan Jumlah Unit Rumah

Perumahan ini direncanakan dibangun di atas lahan seluas ± 12 ha. Dalam perencanaan perumahan YPPI Widyagama ini perbandingan yang di gunakan adalah 52% untuk luas tanah efektif dan 48 % untuk ruang terbuka Pada lahan yang diperuntukkan untuk bangunan direncanakan dibangun rumah dengan 5 jenis tipe rumah yaitu tipe 30/60 sebanyak 13 unit, 36/72 sebanyak 16 unit , 45/84 sebanyak 25 unit, 85/135 sebanyak 6 unit, dan 56/84 sebanyak 12 unit dengan jenis rumah berlantai satu dengan tipe bangunan rumah gandeng

banyak (rumah deret). Dengan pengertian tipe 30/60 adalah 30 m² luas bangunan dan 60 m² luas kavling, dan begitu juga seterusnya. Pada Pedoman Teknik Pembangunan Perumahan Sederhana Tidak Bersusun tahun 1986 di dalam merencanakan perumahan tidak hanya mendirikan bangunan rumah saja, akan tetapi juga harus mendirikan prasarana lingkungan untuk kelengkapan lingkungan yang berupa Jalan, Air Limbah, Pembuangan Air Hujan, Utilitas Umum, Fasilitas Sosial [6].

2) Perencanaan Site Plan Perumahan

Site plan perumahan akan direncanakan sesuai analisa jumlah unit rumah dan prasarana lingkungan perumahan (fasilitas umum dan sosial). Dari analisa tersebut didapatkan perincian data yang dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk gambar site plan yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Data Luas Lahan

Keterangan	Unit	Luas (m ²)
Luas Lahan	-	12.074,92
Luas Lahan Terbangun	-	6.300,00
Luas Lahan Terbuka	-	5.774,00
Jumlah Rumah	72	5.850,00
Jalan Paving & Aspal	-	3.854,29
Pos Jaga	2	15,00
Rumah Ibadah	1	132,25
Taman & Rumput berem	-	699,96
Lahan Sisa/Taman	-	687,21



Gambar 2. Denah site plan

4.2 Identifikasi Biaya Investasi

Untuk mengetahui biaya investasi awal diperlukan analisa kebutuhan semua biaya yang akan dikeluarkan untuk membangun perumahan. Jenis biaya tersebut diantaranya yaitu:

1) Biaya bangunan rumah dihitung dengan harga /m² daerah Malang (RAB Kasar/Taksiran).

Besaran harga tanah ditampilkan pada Tabel 2. Untuk tipe 30 seharga Rp 2.400.000,-/m², tipe 36 seharga Rp 2.400.000,- /m², tipe 45 seharga Rp 2.400.000,-/ m², tipe 85 seharga Rp 3.200.000,-/m², dan tipe 56 seharga Rp 2.900.000,-.

2) Penentuan harga jual rumah

Besaran harga jual tanah ditampilkan pada Tabel 3. Rumah tipe 30/60 m² dijual dengan harga Rp. 292.000.000,-, dengan keuntungan 20% sebesar Rp. 40.950.876,- tiap unit. Jumlah rumah tipe 30/60 m² sebanyak 13 unit, maka total keuntungan pengembang dari tipe ini diperkirakan sebesar Rp.532.361.367,-. Harga jual tanah berdasarkan tipe rumah ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 2. Harga Tanah

No	Keterangan	Nilai	Pembagi/Vol	Sat.	Harga Tanah Efektif/M2
1	Biaya Lahan/Tanah	Rp. 6.910.687.547,-	6.293	M2	Rp. 1.098.129,-
2	Administrasi Tanah	Rp. 489.473.960,-	6.293	M2	Rp. 79.288,-
3	Perijinan	Rp. 178.622.476,-	6.293	M2	Rp. 29.178,-
4	Prasarana	Rp. 3.133.874.871,-	6.293	M2	Rp. 497.982,-
5	Sarana	Rp. 367.493.750,-	6.293	M2	Rp. 58.396,-
6	Pemeliharaan	Rp. 96.216.628,-	6.293	M2	Rp. 15.289,-
7	Pemasaran	Rp. 462.000.000,-	6.293	M2	Rp. 73.413,-
8	Operasional Kantor dan Gaji Pegawai	Rp. 1.595.000.000,-	6.293	M2	Rp. 253.450,-
Jumlah Total		Rp13.233.369.232,-	Pembebanan /m²		Rp. 2.102.823

Tabel 3. Penetapan Harga Jual Tipe 30/60 M2

No	Keterangan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga	Jumlah Kumulatif
1	Harga tanah	60 m ²	Rp 2.102.823,-	Rp 126.169.380,-	
2	Harga bangunan	30 m ²	Rp 2.450.000,-	Rp 73.500.000,-	
3	Taman Rumah	1 Unit	Rp 585.000,-	Rp 585.000,-	
4	Sambungan listrik & air	1 Unit	Rp 4.500.000,-	Rp 4.500.000,-	
Jumlah harga 1-4					Rp 204.754.380,-
5	Profit/keuntungan	20%	Rp 204.754.380,-	Rp 40.950.876,-	
Jumlah harga 1-5					Rp 245.705.256,-
6	Insentif Marketing	3.5%	Rp 245.705.256,-	Rp 8.599.683,-	
Jumlah harga 1-6					Rp 254.304.939,-
7	PPN	10 %	Rp 254.304.939,-	Rp 25.430.494,-	
Jumlah harga 1-7					Rp 279.735.433,-
8	Harga jual Up	5%	Rp 279.735.433,-	Rp 13.986.771,-	
Jumlah harga 1-8					Rp 293.722.205,-
Harga Jual Pembulatan					Rp 292.000.000,-

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. Rekap Harga Jual Rumah.

No	Keterangan	Tipe 30	Tipe 36	Tipe 45	Tipe 85	Tipe 56
1	Harga tanah	Rp126.169.380	Rp151.403.256	Rp126.169.380	Rp283.881.105	Rp179.637.132
2	Harga bangunan	Rp 73.500.000	Rp 88.200.000	Rp73.500.000	Rp272.000.000	Rp162.400.000
3	Taman Rumah	Rp 585.000	Rp 585.000	Rp 585.000	Rp 1.725.000	Rp 900.000
4	Sambungan listrik & air	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000	Rp4.500.000	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
5	Profit/keuntungan	Rp 40.950.876	Rp 48.937.651	Rp58.472.426	Rp112.721.221	Rp69.187.426
6	Insentif Marketing	Rp 8.599.683	Rp10.276.906	Rp12.279.209	Rp23.671.456	Rp14.529.359
7	PPN	Rp 25.430.494	Rp30.390.281	Rp36.311.376	Rp59.999.878	Rp42.965.391
8	Harga jual Up	Rp 13.986.771	Rp 16.714.754	Rp19.971.257	Rp38.499.933	Rp26.630.965
9	Harga jual	Rp293.722.205	Rp351.007.750	Rp419.396.401	Rp808.498.594	Rp496.250.275
	Harga jual pembulatan	Rp292.000.000	Rp350.000.000	Rp418.000.000	Rp806.000.000	Rp495.000.000

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Analisa Kelayakan Finansial

Studi kelayakan finansial adalah analisis berdasarkan biaya dan manfaat. Analisis ini akan memperhitungkan apakah biaya yang dikeluarkan pihak pengembang Perumahan YPPI sebanding dengan keuntungan-keuntungan yang diperoleh. Parameter studi kelayakan finansial yang dihitung untuk menilai apakah perumahan ini layak atau tidak dari segi finansial proyek adalah kriteria Perbandingan Manfaat Biaya (BCR- Benefit Cost Ratio), Periode Pengembalian (PP-Pay Back Period), Nilai sekarang Netto (NPV-Net Present Value), Arus Pengembalian Internal (IRR-Internal Rate of Return). Minimum Attractive Rate of Return (MARR) diperlukan dalam perhitungan cash flow, penetapan MARR berdasarkan tingkat pengembalian modal yang didapat dari rata-rata suku bunga pinjaman beberapa bank Indonesia (safe rate). Dengan menggunakan rumus $MARR = i + \alpha$ untuk faktor resiko (α) di gunakan nilai yang sama dengan suku bunga bank yang digunakan didapat nilai MARR adalah 20,50%.

1) Perbandingan Manfaat Biaya (BCR-Benefit Cost Ratio)

Dalam penerapan pada suatu proyek analisis Benefit Cost Ratio (BCR) merupakan analisis yang diperlukan untuk melihat sampai sejauh mana perbandingan antara nilai manfaat terhadap nilai biaya jika di lihat pada kondisi nilai saat ini / present value (PV).

$$BCR = Rp\ 18.052.541.813 / 13.606.948.029 = 1.33$$

Investasi layak untuk dilakukan karena $BCR > 1$.

2) Periode Pengembalian (PP-Payback Period)

Hasil evaluasi kelayakan proyek dengan parameter *Payback Period* (PP) bertujuan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan pengembang untuk mengembalikan investasi. Perhitungan metode ini adalah sebagai berikut:

Dari Tabel 4, Aliran Kas Proyek terlihat bahwa periode pengembalian terjadi pada tahun ke-2. Jadi $n = 2$, dan aliran kas pada tahun ke-2 (An_2) = Rp10.455.283.574,-.

$$\begin{aligned} \text{Periode Pengembalian} &= 1 + \frac{Rp. 5.000.000.000}{Rp. 10.455.283.574} - \frac{Rp. 521.931.409}{Rp. 521.931.409} \times 1 \text{ ta un} \\ &= \mathbf{1,5 \text{ tahun atau 1 tahun 6 bulan}} \end{aligned}$$

Kriteria ini memberikan petunjuk bahwa proyek perumahan ini memerlukan waktu 1 tahun 6 bulan yang terjadi pada tahun 2021 untuk mengembalikan modal investasi yang dikeluarkan oleh pengembang.

3) Nilai Sekarang Netto (NPV-Net Present Value)

Hasil evaluasi kelayakan proyek untuk parameter *Net Present Value* (NPV) setelah melakukan wawancara dengan pengembang, ditetapkan besarnya suku bunga pinjaman adalah (i) = 20%.

$$\begin{aligned} \text{Didapat, NPV} &= \Sigma PV \text{ Arus Kas} - \text{Nilai Investasi Awal} \\ &= Rp\ 6.143.372.801,- - Rp\ 5.000.000.000,- \\ &= \mathbf{Rp\ 1.143.372.801,-} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa aliran kas di atas mempunyai nilai NPV positif sebesar Rp 1.143.372.801,- pada arus diskonto 20%, maka rencana proyek atau investasi ini dapat diterima, makin tinggi angka NPV makin baik [15].

4) Arus Pengembalian Internal (IRR-Internal Rate of Return)

Suatu investasi dikatakan layak untuk dilaksanakan apabila IRR yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan MARR. Dalam hal ini pengembang telah menentukan besarnya nilai minimal dari tingkat pengembalian atau bunga yang bisa diterima (MARR) = 20%.

$$IRR = \text{Bungan renda} + \frac{NPV \text{ pada bunga renda}}{NPV \text{ pada bunga renda} - NPV \text{ pada bunga tinggi}} \times (\text{bunga tinggi} - \text{bunga renda})$$

$$\text{Total PV 20\%} = Rp\ 6.143.372.801,-$$

Investasi awal	= Rp 5.000.000.000,-
NPV	= Rp 6.143.372.801,- - Rp 5.000.000.000,- = Rp 1.143.372.801,-
Total PV 25%	= Rp 4.933.091.859,-
Investasi awal	= Rp 5.000.000.000,-
NPV	= Rp 4.933.091.859,- - Rp 5.000.000.000,- = -Rp 66.908.141,-
IRR	= 20%+ (Rp 1.143.372.801 : (Rp 1.143.372.801 - (-Rp 66.908.141)) x 25%-20%) = 23.62 %

Dengan perhitungan di atas diperoleh nilai IRR = 23.62 %. Nilai ini lebih besar dari nilai Minimum Attractive Rate of Return (MARR) yang diinginkan yaitu 20% maka proyek dikatakan layak.

4.4 Potensi atau Faktor yang mempengaruhi pemilihan perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok Singosari

Wilayah Singosari dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan kemajuan kawasan yang cukup menjanjikan, salah satu patokan dapat dilihat dari adanya "Kawasan Ekonomi Khusus" yang di selenggarakan di Singosari, hal ini menunjukkan bahwa ada potensi yang terdapat di Singosari. Untuk kawasan lokasi tanah Perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok yang akan direncanakan untuk dibuat Perumahan memiliki luas 12.000 meter persegi.

Terdapat beberapa variabel pemilihan lokasi perumahan, yaitu variabel harga Tanah/Rumah, aksesibilitas, fasilitas, prasarana, estetika, dan lingkungan dan hiburan.

Tabel 5. Rekap Variabel Potensi Dalam Pemilihan Lokasi Perumahan

Faktor	Sangat Potensi (5)	Potensi (4)	Biasa saja (3)	Kurang Potensi (2)	Jumlah Penilaian
Harga Tanah/Rumah	31	7	6	0	
	155	28	18	0	201
Aksesibilitas	24	13	7	0	
	120	52	21	0	193
Fasilitas	23	16	5	0	
	115	64	15	0	194
Prasarana	33	11	0	0	
	165	44	0	0	209
Estetika	18	17	9	0	
	90	68	27	0	185
Lingkungan dan Hiburan	22	13	9	0	
	110	52	27	0	189
Jumlah Total Penilaian					1171

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab terdahulu dapat di ambil kesimpulan yaitu persentase biaya Infrastruktur perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok yaitu biaya pembebasan tanah 40%, pembangunan rumah 26%, infrastruktur 21%, biaya administrasi dan perijinan 21%. Dari segi harga jual, kisaran harga dengan unit rumah terkecil yaitu tipe 30 luas tanah 60 seharga Rp 292.000.000,- dan untuk harga tertingginya adalah tipe 85 luas tanah 135 dengan harga Rp 806.000.000,-. Nilai ini masih relevan dengan harga rumah di perumahan sekitar lokasi perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok. Investasi yang diperlukan dalam pengembangan proyek Perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok sebesar Rp 34.743.677.421 yang meliputi biaya tanah sebesar Rp 6.910.687.548,-, biaya konstruksi bangunan sebesar Rp 4.499.254.459,-, biaya infrastruktur sebesar Rp 3.615.922.744,- dan biaya administrasi dan perijinan sebesar Rp 2.345.973.960,-. Dari analisa

kelayakan finansial perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok adalah feasible (layak), dengan menggunakan MARR = 20%. Nilai BCR = 1,33 > 1, Net Present Value bernilai positif NPV = Rp1.143.372.801 > 0, serta nilai IRR=23,62% lebih besar dari suku bunga yang di tentukan sebesar 20%. Untuk metode Pay Back Period (PP) modal pengembang dapat kembali dalam jangkawaktu 1 tahun 6 bulan. Dari ke enam parameter (harga tanah/rumah, aksesibilitas, fasilitas, prasarana, estetika, lingkungan dan hiburan) potensi/faktor dalam memilih suatu lokasi. Perumahan YPPI Widyagama di desa Klampok mendapatkan nilai yang baik, dengan nilai rata-rata 195 yang di dapat dari 44 orang responden.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistik, “Klasifikasi Perkotaan dan Perdesaan di Indonesia,” *Badan Pus. Statistisik Republik Indones.*, vol. 13, 2010.
- [2] P. R. Indonesia, “Undang Undang No. 4 Tahun 1992 Tentang: Perumahan dan Pemukiman,” *Lembaran Negara RI Tahun*, vol. 115, 1992.
- [3] R. Indonesia, “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman.”
- [4] I. Putra, “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Nilai Tanah dan Bangunan Pada Suatu Properti,” *Kern J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [5] S. Hardianti, Z. R. Zurrahmi, D. Febria, dan G. Virgo, “Analisis Kondisi Rumah Dan Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat Pada Tatanan Rumah Tangga Di Desa Bangun Sari Kecamatan Kampar Kiri Hilir,” *J. Ners*, vol. 6, no. 2, hal. 222–225, 2022.
- [6] D. P. Umum, “Pedoman Tehnik Pembangunan Perumahan Sederhana Tidak Bersusun,” *Keputusan Menteri Pekerj. Umum*, vol. 20, 1986.
- [7] N. Alami, U. A. Aziz, dan D. Margiarti, “Studi Komparasi Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Antara Metode Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Dan Standar Nasional Indonesia (SNI),” *Surya Bet. J. Ilmu Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, hal. 10–19, 2021.
- [8] I. K. Sucita dan A. B. Broto, “Analisis Investasi Proyek Rumah Sakit Internasional MH. Thamrin Bogor,” *J. Poli-Teknologi*, vol. 9, no. 1, 2010.
- [9] I. B. Suryaningrat, “Ekonomi Teknik: Teori Dan Aplikasi Untuk Agroindustri.” UPT Penerbitan & Percetakan Universitas Jember, 2011.
- [10] H. B. Ibrahim, *Rencana dan estimasi Real of Cost*, vol. 1. H. Bachtiar Ibrahim, 2020.
- [11] S. Salsabila, S. Utoyo, dan S. S. Riskijah, “Studi Kelayakan Rumah Susun Sederhana X Surabaya,” *J. Online Skripsi Manaj. Rekayasa Konstr.*, vol. 3, no. 1, hal. 84–89, 2022.
- [12] T. Ekowati, D. Sumarjono, dan A. Setiadi, “Buku Ajar Studi Kelayakan dan Evaluasi Proyek,” 2020.
- [13] N. A. Krisnaputri, “Pola Pemilihan Lokasi Pembangunan Apartemen di Surabaya Oleh Pengembang,” *Progr. Pasca Sarjana. Inst. Teknol. Sepuluh Nopember, Surabaya*, 2016.
- [14] I. Sururi dan H. R. Agustapraja, “Studi Kelayakan Investasi Perumahan Menggunakan Metode Benefit Cost Ratio,” *J. Tek.*, vol. 18, no. 1, hal. 52–61, 2020.
- [15] N. Nurhayati dan A. D. Restiani, “Peranan Net Present Value (NPV) Dan Internal Rate Of Retur (IRR) Dalam Keputusan Investasi Mesin: Present Value (NPV) And Internal Rate Of Return (IRR) Methode In Machines Investment Decisions,” *J. Investasi*, vol. 5, no. 1, hal. 12–23, 2019.

KAJIAN POTENSI PENGGUNA JALAN BEBAS HAMBATAN MALANG – KEPANJEN DAN DAMPAK PENGOPERASIAN TERHADAP JALAN EKSISTING

Yunitasari^{1*}, Aji Suraji², Abdul Halim³

¹PT. Hirfi Studio Malang

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Email Korespondensi: yunitatosca@gmail.com

ABSTRAK

Lalu lintas pada ruas jalan perkotaan Malang merupakan lalu lintas menerus dari/menjuuri Surabaya dan wilayah di sisi selatan Malang Raya. Selain itu lalu lintas menerus pada jalan nasional di Kota Malang juga bercampur dengan pergerakan lokal Kota Malang yang mengakibatkan penurunan kinerja jalan. Dengan adanya jalan bebas hambatan diharapkan dapat memisahkan lalu lintas menerus antar kota yang melalui perkotaan sehingga dapat meningkatkan kinerja ruas jalan perkotaan. Analisis potensi pengguna bebas hambatan dilakukan dengan metode diversi berbasis waktu tempuh. Data yang digunakan adalah data volume lalu lintas dan data kecepatan atau waktu tempuh. Sedangkan data sekunder yang digunakan yaitu data asal tujuan dan data tingkat pertumbuhan yang didapat dari BPS Kabupaten Malang Dalam Angka. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, tingkat pelayanan jalan pada ruas jalan Bts. Kota Malang – Turen termasuk dalam kategori C dengan derajat kejenuhan 67%, sedangkan ruas jalan Bts. Kota Malang – Kepanjen termasuk dalam kategori F dengan derajat kejenuhan 103%. Dari hasil analisis kurva diversi didapatkan jumlah volume lalu lintas yang terdiversi pada segmen Sawojajar - Kendalpayak sebesar 47% atau 3.176 kendaraan per hari. Sedangkan pada segmen Kendalpayak – Kepanjen sebesar 35% atau 5.018 kendaraan per hari. Dampak dari adanya jalan bebas hambatan yaitu dapat mengalihkan arus pada jalan perkotaan dan mengurangi kemacetan pada ruas jalan eksisting. Tingkat pelayanan pada ruas jalan Bts. Kota Malang – Turen di tahun 2023 mengalami peningkatan dengan ditunjukkan nilai derajat kejenuhan dari 84% menjadi 72%, sedangkan pada ruas Bts. Kota Malang – Kepanjen juga mengalami peningkatan dengan nilai derajat kejenuhan dari 130% menjadi 108%.

Kata kunci: Jalan, Jalan Bebas Hambatan, Potensi Pengguna, Analisis Diversi dan Tingkat Pelayanan.

ABSTRACT

Traffic on Malang urban roads is continuous traffic from/to Surabaya and areas on the south side of Malang Raya. In addition, continuous traffic on national roads in Malang City is also mixed with local movements in Malang City which results in a decrease in road performance. With the existence of highways, it is expected to separate continuous traffic between cities through urban areas so as to improve the performance of urban road sections. Analysis of potential barrier-free users is carried out using the travel time-based diversion method. The data used is traffic volume data and speed or travel time data. While the secondary data used are destination origin data and growth rate data obtained from BPS Malang Regency In Numbers. From the results of the analysis that has been carried out, the level of road service on the Bts. Malang City - Turen road section is included in category C with a saturation degree of 67%, while the Bts. Malang City - Kepanjen road section is included in category F with a saturation degree of 103%. From the results of the diversion curve analysis, it was found that the amount of diversion traffic volume in the Sawojajar - Kendalpayak segment was 47% or 3,176 vehicles per day. The impact of the existence of highways is that it can divert the flow on urban roads and reduce congestion on existing road sections. The level of service on the Bts. Malang City - Turen road section in 2023 has increased by showing the saturation degree value from 84% to 72%, while on the Bts. Malang City - Kepanjen section also increased with the saturation degree value from 130% to 108%.

Keywords: Road, Freeway, Potential Users, Diversion Analysis and Service Level.

1. PENDAHULUAN

Kawasan Malang Raya adalah kawasan yang terus berkembang dengan keberadaan Kota Malang sebagai pusat pendidikan, Kota Batu sebagai tujuan wisata serta besarnya potensi pengembangan Kabupaten Malang terutama setelah pembangunan jalan lintas selatan. Peranan Malang yang sekaligus berperan sebagai Pusat kegiatan Nasional (PKN) menyebabkan lalu lintas di Kota Malang relatif padat [1]. Selain sebagai simpul kegiatan yang menghasilkan bangkitan dan tarikan perjalanan, Malang Raya juga berperan sebagai simpul pergerakan yang menghubungkan wilayah di sekitarnya. Keadaan tersebut mengakibatkan tingginya pergerakan baik internal maupun eksternal atau mix traffic pada jalan perkotaan sehingga terjadi penurunan kinerja. Dengan adanya jalan bebas hambatan diharapkan dapat mendistribusikan lalu lintas yang ada, memisahkan lalu lintas menerus antar kota yang melalui jalan perkotaan, dan dapat meningkatkan kinerja ruas jalan perkotaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Transportasi Makro

Sistem transportasi secara menyeluruh (makro) dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem yang lebih kecil (mikro) yang masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi [2]. Sistem transportasi mikro tersebut terdiri dari sistem kegiatan, sistem jaringan prasarana transportasi, sistem pergerakan lalu lintas, dan sistem kelembagaan

2.2 Definisi Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol)

Jalan tol (freeway) adalah fasilitas jalan raya yang mempunyai dua lajur atau lebih di setiap arah agar lalu lintas berlangsung secara eksklusif, dengan pengendalian penuh atas akses dan egres [3], [4].

2.3 Karakteristik Lalu Lintas

a. *Volume Lalu Lintas*

Volume lalu lintas merupakan penjabaran dari kebutuhan lalu lintas dan kebutuhan terhadap pengguna jalan raya, biasanya berubah-ubah menurut kuantitas dan menunjukkan berbagai macam variabel [5]. Perhitungan lalu lintas eksisting dilakukan pada volume lalu lintas ruas jalan dan persimpangan sekitar lokasi [6]. Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan berkaitan pula dengan lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan, kapasitas dan pertumbuhan lalu lintas [7].

b. *Ekivalensi Mobil Penumpang (emp) Ruas Jalan*

Nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp) [8]. Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp). Yang diturunkan secara empiris untuk tipe-tipe kendaraan seperti kendaraan ringan (mobil penumpang, pick up, jeep, minibus, sedan dll), kendaraan berat menengah (truk dua gandar dan bus kecil) bus besar, truk besar (truk tiga gandar dan truk gandengan), dan sepeda motor. Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk tiap tipe kendaraan bergantung pada tipe jalan, tipe alinyemen dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kendaraan/jam [9].

c. *Asal Tujuan Perjalanan*

Asal tujuan perjalanan diperlukan untuk keperluan perhitungan potensi kendaraan yang akan berpindah ke jalan bebas hambatan. Survei asal tujuan perjalanan dalam pekerjaan ini menggunakan metode wawancara tepi jalan (road side interview) [10]. Survei Road Side Interview dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola asal tujuan pergerakan lalu lintas di wilayah studi [11]. Survei dilakukan dengan cara melakukan wawancara terhadap pengemudi kendaraan pada ruas jalan yang telah ditentukan menggunakan form pengisian pergerakan penumpang dan barang yang menyangkut asal tujuan perjalanan, maksud perjalanan, jenis kendaraan berat, jenis muatan, dan berat muatan.

d. *Waktu Tempuh*

Kecepatan adalah jarak yang ditempuh dalam satuan waktu, atau nilai perubahan jarak terhadap waktu [12]. Faktor yang mempengaruhi kecepatan adalah manusia, kendaraan dan prasarana, serta dipengaruhi pula oleh arus lalu lintas, kondisi cuaca dan lingkungan alam sekitarnya. Kecepatan pada umumnya dibagi menjadi tiga jenis yaitu kecepatan setempat (spot speed), kecepatan bergerak (running speed), kecepatan perjalanan (journey speed) [13].

2.4 Kinerja Ruas Jalan

Pembahasan untuk kinerja jaringan jalan dilakukan berdasarkan pada analisis jalan perkotaan dan jalan luar kota. Sedangkan ciri utama pembagian segmen jalan luar kota adalah di antara dan tidak terpengaruh simpang utama serta mempunyai geometrik dan komposisi kendaraan yang relatif sama sepanjang segmen. Oleh karena itu perubahan karakteristik secara otomatis akan memunculkan batas segmen. Namun segmen jalan luar kota diharapkan jauh lebih panjang dari jalan perkotaan, karena karakteristik geometrik tidak sering berubah dan jarak antar simpang utama tidak berdekatan. Perubahan kecil pada geometrik (perubahan lebar $< 0,5$ m) tidak perlu dipermasalahkan, namun perubahan kelandaian harus benar-benar diperhatikan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di ruas jalan Bts. Kota Malang – Turen, Bts. Kota Malang-Kepanjen, dan Bts. Kab Pasuruan – Karanglo.

3.2 Analisis Kinerja Jalan

a. *Analisa Tingkat Pelayanan.*

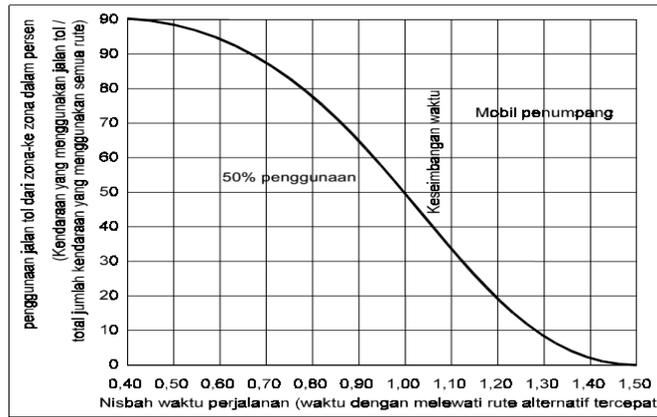
Analisis tingkat pelayanan jalan dilakukan untuk suatu periode satu jam puncak. Sedangkan derajat kejenuhan didapatkan dari perbandingan volume kendaraan yang membebani dibandingkan dengan kapasitas jalan. Data yang diperlukan untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan diantaranya lebar jalan, jumlah jalur dan lajur, median jalan, lebar bahu/trotoar, tata guna lahan serta komposisi kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut per satuan waktu. Dari analisa ini akan didapatkan nilai derajat kejenuhan sebagai acuan menentukan tingkat pelayanan minimal yang ditentukan ($DS < 0.75$).

b. *Analisa Kecepatan dan Waktu Tempuh.*

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (untuk selanjutnya disebut MKJI) menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan [14]. Perhitungan kecepatan disini hanya untuk kendaraan ringan. Data yang diperlukan adalah tipe jalan, lebar efektif bahu dan jalur lalu lintas, jenis hambatan samping serta kelas fungsional jalan. Dengan data di atas akan didapatkan kecepatan arus bebas dasar dan faktor penyesuaian untuk menentukan kecepatan arus bebas kendaraan ringan. Waktu tempuh rata-rata sama dengan panjang segmen jalan dibagi kecepatan arus bebas. Dari analisa ini dapat dibandingkan hasil perhitungan kecepatan dan waktu tempuh dengan hasil survey travel time.

c. *Analisis Lalu Lintas Akibat Diversi*

Analisis lalu lintas akibat diversi dilakukan dengan menganalisis hasil survey asal tujuan serta membandingkan rata-rata waktu perjalanan antara rute jalan eksisting dengan rute jalan lingkar selatan. Hasil perbandingan waktu tempuh diplotkan pada kurva diversi (diversion curve) yang ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



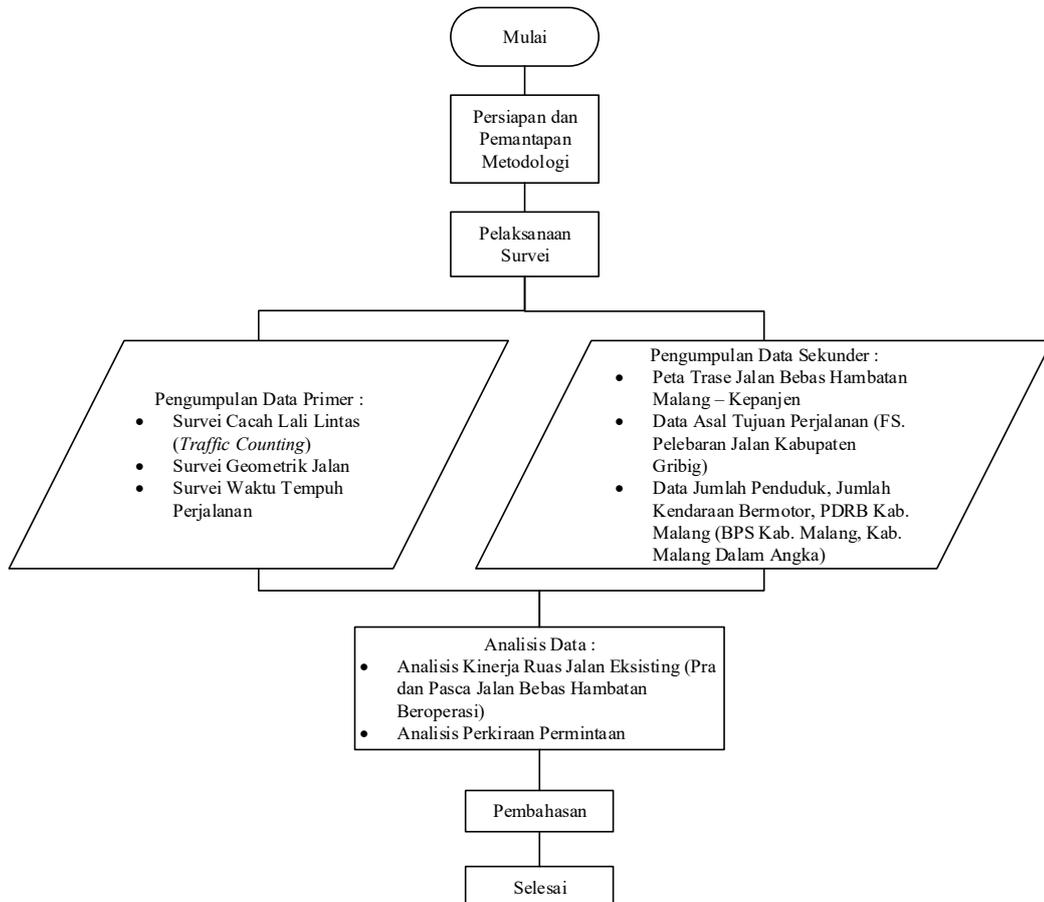
Gambar 1. Kurva Diversi

3.3 Metode Peramalan

Metode analisis yang dipergunakan untuk meramalkan volume maupun bangkitan untuk masa mendatang yaitu menggunakan tren kondisi lalu lintas dan sosial ekonomi pada wilayah studi. Parameter yang digunakan adalah jumlah penduduk, kepemilikan kendaraan bermotor, dan tingkat pertumbuhan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Malang. Pertumbuhan lalu lintas biasanya dinyatakan dalam persen pertahun [15].

3.4 Diagram Alir

Di dalam proses penelitian dilakukan beberapa kegiatan sebagai bagian dari seluruh rangkaian yang direncanakan.



Gambar 2. Bagan Alir Kerangka Studi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kinerja Ruas Jalan Eksisting

Data LHR yang digunakan pada perhitungan tingkat pelayanan ruas jalan yaitu data terbesar per jamnya atau data LHR pada jam puncak. Data yang sudah dikalikan angka ekuivalen (emp) pada masing-masing pendekat, didistribusikan menjadi per jam untuk mengetahui jam puncak dengan menjumlahkan jumlah kendaraan di setiap pendekat.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Volume Jam Puncak Jalan Eksisting

Bts. Kota Malang – Turen	MC	LV	MHV	LB	LT	Total dengan MC	Total tanpa MC
	0.4	1.0	1.3	1.5	2.5		
Volume (kend/jam)	4062	484	107	2	20	4675	613
Volume (smp/jam)	1625	484	139	3	50	2301	676
Bts. Kota Malang – Kepanjen	MC	LV	MHV	LB	LT	Total dengan MC	Total tanpa MC
	0.4	1.0	1.3	1.5	2.5		
Volume (kend/jam)	4046	880	312	14	83	5335	1289
Volume (smp/jam)	1618	880	406	21	208	3133	1514
Bts. Kab Pasuruan – Karanglo	MC	LV	MHV	LB	LT	Total dengan MC	Total tanpa MC
	0.4	1.0	1.3	1.5	2.5		
Volume (kend/jam)	2846	2269	352	41	248	5756	2910
Volume (smp/jam)	1138	2269	458	62	620	4547	3408

Tabel 2. Perhitungan Kapasitas Jalan Eksisting

Ruas	C _o (smp/jam)	Faktor Penyesuaian Kapasitas			C (smp/jam)
		FC _w	FC _{SP}	FC _{SF}	
Bts. Kota Malang – Turen	2/2 UD	9,0 m	50-50	Low; 1,5m	CoxF _(w,SP,SF)
	3100	1,15	1,00	0,97	3458
Bts. Kota Malang – Kepanjen	2/2 UD	7,0 m	50-50	Med; 3,0m	CoxF _(w,SP,SF)
	3100	1,00	1,00	0,98	3038
Bts. Kab Pasuruan – Karanglo	2/2 UD	14,0 m	50-50	Med; 3,0m	CoxF _(w,SP,SF)
	7600	1,03	1,00	0,98	7671

Tabel 3. Perhitungan Tingkat Pelayanan Jalan Eksisting

Ruas	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	ITP
Bts. Kota Malang – Turen	2301	3458	67%	C
Bts. Kota Malang – Kepanjen	3133	3038	103%	F
Bts. Kab Pasuruan – Karanglo	4547	7671	59%	C

4.2 Perkiraan Permintaan

Perhitungan lalu lintas pada rencana jalan bebas hambatan dihitung berdasarkan hasil survey dan analisis asal tujuan kendaraan pada pekerjaan studi, Kerangka pikir dasar yang digunakan adalah bahwa kendaraan yang akan menggunakan segmen jalan bebas hambatan ini adalah kendaraan yang melakukan perjalanan regional berasal/menjuuri sisi utara Purwosari, Lawang dan sekitarnya yang nantinya akan terhubung dengan jalan bebas hambatan Malang - Kepanjen.

Tabel 4. Matriks Asal Tujuan

	Purwosari	Lawang	Batu	Dinoyo	Sawojajar	Kepanjen	Turen
Purwosari	0.00%	4.55%	0.97%	16.23%	0.97%	1.62%	1.30%
Lawang	4.88%	0.00%	0.65%	2.60%	0.65%	0.83%	0.57%
Batu	0.27%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	1.19%	0.00%
Dinoyo	16.27%	4.61%	0.00%	0.00%	0.00%	6.89%	4.73%
Sawojajar	1.90%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	1.93%	0.81%
Kepanjen	2.71%	1.90%	0.80%	11.03%	1.48%	0.00%	0.29%
Turen	2.44%	0.48%	0.06%	2.63%	1.03%	0.18%	0.00%

4.3 Analisis Lalu Lintas Akibat Diversi

Untuk menghitung jumlah volume lalu lintas menurut karakteristik pengguna moda yang melewati jalan bebas hambatan diperlukan persentase data lalu lintas kendaraan per hari.

Tabel 5. Volume Jam Puncak Jalan Eksisting Menjadi Kendaraan per Hari

No	Nama Ruas	Satuan	MC	LV	MH V	LB	LT	Total Dengan MC	Tanpa MC
1	Bts. Kota Malang – Turen	Kend/jam	4062	484	107	2	20	4675	613
		Kend/hari	36927	5378	1189	22	222	43738	6811
2	Bts. Kota Malang – Kepanjen	Kend/jam	4046	880	312	14	83	5335	1289
		Kend /hari	36782	9778	3467	156	922	51104	14322
3	Bts. Kab Pasuruan – Karanglo	Kend/jam	2846	2269	352	41	248	5756	2910
		Kend /hari	25873	25211	3911	456	2756	58206	32333
Jumlah								153048	53467

Persentase lalu lintas yang dipakai berbasis jumlah volume tanpa sepeda motor (MC) dikarenakan pada jalan bebas hambatan tidak dilalui jenis kendaraan sepeda motor (MC).

Tabel 6. Persentase Lalu Lintas Jalan Eksisting tanpa Motor Cycle (MC)

No.	Ruas	LV	MHV	LB	LT	Total
1	Bts. Kota Malang – Turen	78.96%	17.46%	0.33%	3.26%	100%
2	Bts. Kota Malang – Kepanjen	68.27%	24.20%	1.09%	6.44%	100%
3	Bts. Kab Pasuruan – Karanglo	77.97%	12.10%	1.41%	8.52%	100%
Rata - Rata		75.07%	17.92%	0.94%	6.07%	100%

Analisis lalu lintas akibat diversi dilakukan dengan menganalisis hasil survey asal tujuan serta membandingkan rata-rata waktu perjalanan antara rute jalan eksisting dengan rute jalan bebas hambatan. Hasil perbandingan waktu tempuh diplotkan pada kurva diversi (*diversion curve*).

Tabel 7. Perhitungan Rasio Waktu Tempuh dan Rasio Diversi

Ruas	Panjang (km)		Kecepatan (km/jam)		Rasio Waktu	Rasio Diversi
	Tol	Non Tol	Tol	Non Tol		
1 - 6	45.55	44	80.00	29.73	0.39	0.90
2 - 6	37.50	36	80.00	32.91	0.43	0.90
5 - 6	22.53	23	80.00	32.37	0.39	0.90
1 - 7	50.51	50	80.00	31.44	0.39	0.90
2 - 7	42.46	42	80.00	30.43	0.38	0.90
5 - 7	27.50	26	80.00	34.17	0.45	0.90

Perhitungan prediksi jumlah kendaraan yang melewati jalan bebas hambatan dihitung secara kuantitatif. Hasil perhitungan volume lalu lintas terdiversi yang diperoleh dari mengalikan volume lalu lintas tahun 2018 dengan prosentase asal tujuan dan prosentase lalu lintas terdiversi dari grafik diversi.

Tabel 8. Perhitungan Volume Lalu Lintas yang Terdiversi

Zona Asal Tujuan Terpengaruh	Zona	VJP	% MAT	Rasio Diversi	Jumlah Terdiversi
Seksi 1	1-7	53467	3.74%	0.90	1799
	2-7	53467	1.05%	0.90	508
	5-7	53467	1.84%	0.90	884
Jumlah lalu lintas terdiversi					3191
Seksi 2	1-6	53467	4.33%	0.90	2083
	2-6	53467	2.73%	0.90	1313
	5-6	53467	3.42%	0.90	1645
Jumlah lalu lintas terdiversi					5042

Dari hasil perhitungan volume lalu lintas yang terdiversi diatas, sesuai dengan rata-rata persentase kendaraan jalan eksisting jika dihitung menurut karakteristik pengguna moda yang melewati jalan bebas hambatan, maka pergerakan yang terjadi sebagai berikut:

Tabel 9. Prosentase Kendaraan yang Berpindah ke Jalan bebas Hambatan (Harian)

Nama Ruas	Kendaraan/hari				Total
	LV	MHV	LB	LT	
Seksi 1	75,07%	17,92%	0,94%	6,07%	100%
	2395	572	30	194	3191
Seksi 2	75,07%	17,92%	0,94%	6,07%	100%
	3785	903	47	306	5042

4.4 Pengaruh Jalan Bebas Hambatan Terhadap Kinerja

Volume lalu lintas jalan eksisting setelah dikurangi dengan volume lalu lintas yang terdiversi ke jalan bebas hambatan ditampilkan pada tabel 10. Setengah dari bis besar (Large Bus/LB) diasumsikan bis pariwisata sedangkan bis umum tidak berpindah melewati jalan bebas hambatan.

Tabel 10. Volume Lalu Lintas Yang Tersisa di Ruas Jalan Eksisting

Nama Ruas	Kend / Hari				Total
	LV	MHV	LB	LT	
Bts. Kota Malang – Turen					
Volume eksisting	5.378	1.189	22	222	6.811
Volume terdiversi	2.395	572	15	194	3.176
Volume eksisting yang tersisa	2.983	617	1	3	3.635
Bts. Kota Malang – Kapanjen					
Volume eksisting	9.778	3.467	156	922	14.322
Volume terdiversi	3.785	903	24	306	5.018
Volume eksisting yang tersisa	5.993	2.563	132	616	9.304

Untuk perhitungan tingkat pelayanan jalan diperlukan data lalu lintas pada jam puncak. Konversi jumlah pergerakan harian menjadi jam puncak atau kendaraan per jam digunakan faktor k (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, 1997).

Tabel 11. Volume Lalu Lintas Jalan Eksisting Setelah Jalan Bebas Hambatan Beroperasi

Bts. Kota Malang – Turen	MC	LV	MHV	LB	LT	Total
	0.4	1	1.3	1.5	2.5	
Volume (kend/jam)	4.062	268	56	1	3	4.389
Volume (smp/jam)	1.625	268	72	1	6	1.973

Bts. Kota Malang – Kapanjen	MC	LV	MHV	LB	LT	Total
	0.4	1	1.3	1.5	2.5	
Volume (kend/jam)	4.046	539	231	12	55	4.883
Volume (smp/jam)	1.618	539	300	18	139	2.614

Dari hasil perhitungan volume lalu lintas diatas dapat dihitung kinerja jaringan jalan eksisting pasca jalan bebas hambatan beroperasi.

Tabel 12. Perhitungan Kinerja Jalan Eksisting Pasca Jalan Bebas Hambatan Beroperasi.

No.	Nama Ruas	Volume (smp/ jam)	Kapasitas (smp/jam)	DS	ITP
1	Bts. Kota Malang – Turen	1973	3458	57%	C
2	Bts. Kota Malang – Kapanjen	2614	3038	86%	E

4.5 Kinerja Jaringan Jalan Bebas Hambatan

Untuk mengetahui kinerja jaringan jalan bebas hambatan maka diperlukan nilai kapasitas jalan bebas hambatan terlebih dahulu, tabel 13 berikut adalah tabel perhitungan kapasitas jalan bebas hambatan.

Tabel 13. Perhitungan Kapasitas Jalan Bebas Hambatan

Ruas	C _o (smp/jam)	Faktor Penyesuaian Kapasitas		C (smp/jam)
		FC _w	FC _{SP}	
Jalan Bebas Hambatan Malang - Kapanjen	4/2 D	15,0 m	50-50	Co x FC _(w,SP)
	9.200	1,03	1,00	9.476

Dari perhitungan kapasitas diatas, kemudian dapat dihitung kinerja jalan bebas hambatan dengan cara sebagai berikut :

$$DS = Q/C = (1.961 + 2.596) / 9.476 = 48 \text{ atau sama dengan } 0,48 \%$$

Dari hasil analisis diatas berdasarkan peraturan [6] dapat diketahui tingkat pelayanan pada jalan bebas hambatan Malang – Kapanjen yaitu B yang berarti kondisi arus stabil dan volume lalu lintas pada 2 lajur 1 arah tidak melebihi 75% dari kapasitas.

4.6 Kinerja Ruas Jalan Eksisting Setelah Jalan Bebas Hambatan Beroperasi

Proyeksi lalu lintas pada masa yang akan datang dianalisis dengan menggunakan tren kondisi lalu lintas dan sosial ekonomi pada wilayah studi. Pada tahun 2000 hingga tahun 2010 jumlah penduduk Kabupaten Malang mengalami pertumbuhan rata-rata 0,86%. Angka kepemilikan kendaraan bermotor dari tahun 2014 hingga tahun 2017 mengalami pertumbuhan sebesar 7,72%. Sedangkan tingkat pertumbuhan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) dari tahun 2013 sampai tahun 2017 mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 5,46%. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi pergerakan lalu lintas pada kota tersebut. Dari ketiga faktor tersebut didapatkan hasil rata-rata sebesar 4,68%. Berikut adalah perhitungan volume ruas jalan eksisting setelah ditumbuhkan hingga tahun 2023.

Ruas jalan Bts. Kab. Malang – Turen

$$Pn_{2023} = Po_{2018} \times (1 + i \%)^n = 1973 \times (1 + 4,68\%)^5 = 2480 \text{ smp/jam}$$

Ruas jalan Bts. Kab. Malang – Kapanjen

$$Pn_{2023} = Po_{2018} \times (1 + i \%)^n = 2614 \times (1 + 4,68\%)^5 = 3286 \text{ smp/jam}$$

Tabel 14. Prediksi Tingkat Pelayanan Ruas Bts. Kota Malang – Turen hingga tahun 2023

Do Nothing					Do Something				
Tahun	VJP	C	DS	ITP	Tahun	VJP	C	DS	ITP
2018	2301	3458	67%	C	2018	1973	3458	57%	C
2019	2409	3458	70%	C	2019	2065	3458	60%	C
2020	2521	3458	73%	D	2020	2162	3458	63%	C
2021	2639	3458	76%	D	2021	2263	3458	65%	C
2022	2763	3458	80%	D	2022	2369	3458	69%	C
2023	2892	3458	84%	D	2023	2480	3458	72%	D

Tabel 15. Prediksi Tingkat Pelayanan Ruas Bts. Kota Malang – Kapanjen

Do Nothing					Do Something				
Tahun	VJP	C	DS	ITP	Tahun	VJP	C	DS	ITP
2018	3133	3038	103%	F	2018	2614	3038	86%	E
2019	3279	3038	108%	F	2019	2736	3038	90%	E
2020	3433	3038	113%	F	2020	2865	3038	94%	E
2021	3593	3038	118%	F	2021	2999	3038	99%	E
2022	3762	3038	124%	F	2022	3139	3038	103%	F
2023	3938	3038	130%	F	2023	3286	3038	108%	F

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kinerja ruas jalan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu Tingkat pelayanan jalan eksisting pada tahun 2018 di ruas jalan Bts. Kota Malang – Turen memiliki nilai derajat kejenuhan 67% sehingga masuk kategori C, sedangkan ruas jalan Bts. Kota Malang – Kepanjen pada kondisi eksisting memiliki nilai derajat kejenuhan 103% sehingga masuk kategori F, serta ruas jalan Bts. Kab. Pasuruan – Karanglo pada kondisi eksisting memiliki nilai derajat kejenuhan 59% sehingga masuk kategori C. Dari hasil analisis kurva diversi berdasarkan nisbah waktu tempuh didapat volume kendaraan yang terdiversi ke jalan bebas hambatan Malang – Kepanjen pada segmen Sawojajar - Kendalpayak yaitu sebesar 3.176 kendaraan per hari terbagi menjadi 75,07% kendaraan ringan (LV) atau 2.395 kendaraan per hari, 17,92% kendaraan berat menengah (MHV) atau 572 kendaraan per hari, 0,94% bis besar (LB) atau 15 kendaraan per hari, dan 6,07% truk besar (LT) atau 194 kendaraan per hari. Sedangkan jumlah volume yang terdiversi ke jalan bebas hambatan Malang-Kepanjen pada segmen Kendalpayak - Kepanjen yaitu sebesar 5.018 kendaraan per hari terbagi menjadi terbagi menjadi 75,07% kendaraan ringan (LV) atau 3.785 kendaraan per hari, 17,92% kendaraan berat menengah (MHV) atau 903 kendaraan per hari, 0,94% bis besar (LB) atau 24 kendaraan per hari, dan 6,07% truk besar (LT) atau 306 kendaraan per hari.

Derajat kejenuhan pada ruas jalan eksisting Bts. Kota Malang – Turen jika tidak dibangun jalan bebas hambatan (*Do Nothing*) di tahun 2023 memiliki nilai derajat kejenuhan 84% yang termasuk dalam kategori D, dan apabila jalan bebas hambatan dibangun (*Do Something*) maka nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan menjadi 72% yang termasuk dalam kategori D yang artinya kinerja ruas jalan eksisting Bts. Kota Malang – Turen membaik. Sedangkan pada ruas jalan eksisting Bts. Kota Malang – Kepanjen jika tidak dibangun jalan bebas hambatan (*Do Nothing*) di tahun 2023 memiliki nilai derajat kejenuhan 130% yang termasuk dalam kategori F, dan apabila jalan bebas hambatan dibangun (*Do Something*) maka nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan menjadi 108% yang termasuk dalam kategori F. Dampak dari adanya jalan bebas hambatan yaitu dapat mengalihkan arus pada jalan perkotaan dan mengurangi kemacetan pada ruas jalan eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistik, “Kota Malang Dalam Angka,” *Malang CV. Bima Media Mandiri*, 2016.
- [2] O. Z. Tamin, “Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua,” *Bandung Penerbit ITB*, 2000.
- [3] L. Z. Suharto, N. M. Jannah, L. Djakfar, dan A. Wicaksono, “Analisis Potensi Pengguna Tol Gempol-mojokerto.” Brawijaya University, 2017.
- [4] A. Y. Iswara, F. Husein, L. Djakfar, dan H. Bowoputro, “Kajian Potensi Pengguna Jalan Tol Malang–Kepanjen.” Brawijaya University, 2017.
- [5] A. Yuniarto, “Analisis Pengaruh Jalan Lingkar Barat Terhadap Kinerja Ruas Jalan A. Yani, Jalan Kawi dan Jalan Bromo Kepanjen,” Universitas Brawijaya, 2009.
- [6] P. M. Perhubungan, “Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan,” *Peratur. Menteri Perhubungan. Jakarta*, 2006.
- [7] S. Sukirman, “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan,” *Nova, Bandung*, vol. 201, 1999.
- [8] V. F. Lamani, A. Rachman, dan A. F. Ahmad, “Analisis Kinerja dan Kapasitas Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Achmad Nadjamuddin Kota Gorontalo,” *RADIAL J. Perad. Sains, Rekayasa dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, hal. 136–148, 2017.
- [9] E. P. F. E. Yulipriyono dan D. Purwanto, “Perubahan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Akibat Perubahan Karakteristik Operasional Kendaraan di Jalan Kota Semarang,” *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 23, no. 1, hal. 69–76, 2017.
- [10] A. Erwansyah dan V. D. A. Anggorowati, “Studi Potensi Pengguna Jalan Tol Solo-Yogyakarta-Yia Kulon Progo,” *EQUILIB*, vol. 2, no. 2, hal. 121–130, 2021.
- [11] E. Susanti dan S. T. Nurul Hidayati, “Analisa Arus Lalulintas Menerus (Through Traffic) Di Kota Surakarta Dari Arah Barat.” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014.
- [12] A. L. L. Meilina, S. Putra, S. A. M. P. Ofrial, dan R. Sulistyorini, “Kajian Korelasi

- Hambatan Samping Terhadap Kecepatan di Jalan 2/2 UD,” *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 10, no. 1, hal. 167–180, 2022.
- [13] F. D. Hobbs, “Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas.” Penerbit Gadjah Mada University Press, 1995.
- [14] D. P. Umum, “Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997,” *Direktorat Jendral Bina Marga*, 1997.
- [15] A. G. Petamis, A. S. Syafaruddin, dan S. N. Kadarini, “Analisa Peningkatan Kapasitas Jalan Ampera Kota Pontianak Untuk Pergerakan Lalu Lintas Tahun 2025,” *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 5, no. 1, 2015.

ANALISIS PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN PASIR SEMERU LUMAJANG DAN PASIR KEDIRI

Mohammad Bayu Adi Segara^{1*}, Candra Aditya², Muhammad Cakrawala³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Email Korespondensi: bayusegara1616@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan Industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dimana hampir semua bangunan konstruksi menggunakan beton sebagai bahan utama. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui cara pemilihan pasir yang berkualitas dan membandingkan kuat tekan dan modulus elastisitas pada pasir Lumajang dan Kediri. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton dari Pasir Lumajang dan beton dari Pasir Kediri. Pengujian ini menggunakan alat uji tekan dan alat uji modulus elastisitas untuk mengetahui batas nilai maksimal dari beton tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah uji kuat tekan beton Pasir Kediri lebih unggul dari pada Pasir Lumajang karena Pasir Kediri memiliki nilai slump tertinggi dari pada Pasir Lumajang.

Kata kunci : Beton, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Pasir Kediri dan Pasir Lumajang.

ABSTRACT

The development of the construction industry in Indonesia is quite rapid, where almost all construction buildings use concrete as the main material. The purpose of this study is to determine how to select quality sand and compare compressive strength and modulus of elasticity in Lumajang and Kediri sand. This research method uses experimental methods. The experimental method in this study was carried out by comparing concrete from Pasir Lumajang and concrete from Pasir Kediri. This test uses compressive testing equipment and elasticity modulus test equipment to determine the maximum value limit of the concrete. The result of this study is that the compressive strength test of Kediri Sand concrete is superior to Lumajang Sand because Kediri Sand has the highest slump value than Lumajang Sand.

Keywords: Concrete, Compressive Strength, Modulus of Elasticity, Kediri Sand and Lumajang Sand

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dimana hampir semua bangunan konstruksi menggunakan beton sebagai bahan utama. Indonesia merupakan negara dengan jumlah gunung dan sungai yang sangat banyak, dan juga kaya akan sumber daya alamnya [1]. Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, dan lainnya yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu masa yaitu beton. Beton merupakan salah satu unsur penting sebagai elemen pembentuk struktur, hal ini dikarenakan beton mempunyai kelebihan yaitu memiliki kekuatan yang tinggi [2]. Bahan pokok penyusun beton antara lain semen, air, pasir dan batu [3]. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen, dan berfungsi sebagai bahan pengisi. Saat ini telah dilakukan berbagai inovasi untuk mencari material alternatif untuk pembuatan beton, salah satunya dengan mencari agregat halus yang efisien dan memiliki kuat tekan yang optimal. Dimana dalam penelitian ini menggunakan dua agregat halus yaitu pasir Lumajang dan pasir Kediri [4]. Peneliti akan membandingkan kualitas agregat halus dari Kediri dengan Lumajang. Oleh karena itu, dalam penelitian ini tentang “Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Pasir Lumajang Dengan Pasir Kediri”. Dimana dalam pemanfaatannya diharapkan dapat menemukan hasil kuat beton yang baik dan menemukan agregat halus Kediri yang mempunyai daya lekat tinggi. Dengan adanya penelitian ini, penulis diharapkan dapat memberikan perbandingan penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat, kemudian dapat diterapkan dan teliti lagi lebih lanjut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Beton

Dalam SNI 03-2847-2002, beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidrolik, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat ringan merupakan agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat isi sebesar $\leq 1100 \text{ kg/m}^3$ [5]. Secara structural pertimbangan penggunaan agregat ringan didasarkan atas berat volume atau kepadatan dari beton yang terbentuk dimana akan lebih dibandingkan menggunakan agregat normal [2].

2.2 Kelebihan Beton

Beton seperti batu karang yang berkekuatan tinggi. Dalam keadaan segar beton dapat diberi bermacam bentuk sehingga dapat digunakan untuk membentuk suatu seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga dapat memberikan hasil akhir yang bagus jika dalam pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus. Beton selain tahan terhadap api, beton juga tahan terhadap korosi [6].

2.3 Material Penyusun Beton

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang paling serbaguna dan banyak diproduksi di dunia [7]. Produksi tahunannya di seluruh dunia melebihi 12 miliar metrik ton, yaitu lebih dari dua metrik ton beton diproduksi setiap tahun untuk setiap orang di bumi pada tahun 2007. Pada populasi yang terus meningkat, standar hidup, dan pembangunan ekonomi menyebabkan peningkatan permintaan pembangunan infrastruktur dan karenanya bahan beton [2].

2.4 Pemilihan Pasir Berkualitas

Pasir adalah salah satu material yang menjadi bahan dasar pembuatan struktur beton. Pasir berperan penting sebagai agregat halus yang mengisi adukan beton tersebut. Sebenarnya ada pula jenis beton yang sama sekali tidak menggunakan pasir [8]. Tapi pada umumnya adukan beton maupun adukan semen memakai pasir. Pasir pun menjadi begitu penting. Ketika membeli pasir, Anda tentu menginginkan pasir yang berkualitas bagus. Semakin tinggi mutu pasir yang digunakan, maka semakin kuat pula struktur beton yang dihasilkannya [4].

2.5 Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya [9]. Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran antara 0,063 mm – 150 mm. Agregat menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah [10].

2.6 Agregat Kasar

Agregat kasar memiliki butiran tajam, kuat dan keras. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca [11]. Sifat kekal di ketahui apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:

- 1) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%
- 2) Jika dipakai Magnesium sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%

Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan saringan no.4 (4,75 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi persyaratan. Agregat kasar ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan mempunyai ketahanan terhadap slip (slip resistance) yang tinggi sehingga menjamin keamanan lalu lintas [12].

Tabel 2. Gradasi agregat kasar [13]

Ukuran ayakan (mm)	Pemisahan ukuran
	Persen (%) berat yang lewat masing-masing ayakan
25	100
19	90 – 100
9,5	20 – 55
4,75	0 – 10
2,36	0 – 5

2.7 Agregat Halus (Pasir)

Agregat yang melewati saringan No. 4 (4,75 mm) dan sebagian besar dipertahankan pada saringan No. 200 (75 μ m) diklasifikasikan sebagai agregat halus [14]. Pasir sungai adalah agregat halus yang paling umum digunakan. Selain itu, denda batu yang dihancurkan dapat digunakan sebagai agregat halus. Namun, akhir beton dengan denda batu yang dihancurkan tidak baik seperti itu dengan pasir sungai [6].

Tabel 3. Zona gradasi agregat halus [15]

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan :

Zona I : Pasir kasar

Zona III : Pasir halus

Zona II : Pasir agak kasar

Zona IV : Pasir agak halus

2.8 Pasir yang Berkualitas

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 Kekasaran agregat halus (pasir) dibagi menjadi empat kelompok sesuai menurut gradasinya, yaitu agregat halus, agak halus, agak kasar, dan kasar [15], [16]. Pasir yang dapat digunakan dalam adukan beton harus memenuhi persyaratan diantaranya sebagai berikut:

- 1) Pasir halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- 2) Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir. Apabila kadar lumpur melebihi dari 5% maka pasir sebelum dibuat dalam campuran pembuatan beton harus dicuci terlebih dahulu.

2.9 Definisi Semen Portland

Pemilihan jenis dan sumber semen yang tepat merupakan salah satu langkah terpenting dalam produksi beton [17]. ASTM C 917 mungkin berguna dalam mempertimbangkan sumber semen. Variasi dalam komposisi kimia dan sifat fisik semen mempengaruhi kuat tekan beton lebih dari variasi bahan tunggal lainnya [2]. Untuk setiap set bahan tertentu, terdapat kandungan semen yang optimal di mana hanya sedikit atau tidak ada peningkatan kekuatan tambahan yang dicapai dari peningkatan kandungan semen [6].

2.10 Senyawa Kimia

Semen Portland memiliki beberapa senyawa kimia yang masing-masing memiliki sifat yang berbeda beda [18]. Empat senyawa kimia yang utama dari semen Portland antara lain Trikalsium Silikat (C3S), Dikalsium Silikat (C2S), Trikalsium Aluminat (C3A), Tertakalsium Aluminoferrit (C4AF). Dari senyawa kimia semen Portland tersebut ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Empat Senyawa Kimia Dalam Semen Portland [19]

No	Nama Oksida Utama	Rumus Empiris	Rumus Oksida	Notasi Pendek	Kadar Rata-rata
1	Trikalsium Silikat	Ca_3SiO_5	$3\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C_3S	50
2	Dikalsium Silikat	Ca_2SiO_4	$2\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C_2S	25
3	Trikalsium Aluminat	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	12
4	Tetrakalsium Aluminoferrit	$2\text{Ca}_2\text{AlFeO}_5$	$4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8

Senyawa-senyawa kimia dari semen Portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton dari pasir Lumajang dengan pasir Kediri. Sebagai kontrol dengan beton yang akan di eksperimen. Beton tersebut akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton.

3.2 Objek Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan ini adalah dengan pembuatan benda uji silinder 15 x 30 cm. Proses pembuatan beton dalam penelitian ini membutuhkan data atau informasi yang mendukung, jumlah 10 buah kemudian diuji kuat tekan dan modulus elastisitasnya.

3.3 Waktu & Tempat Penelitian

Inshaallah penelitian akan di lakukan pada Juli – Agustus 2021 dan akan diuji di Laboratorium Universitas Widyagama Malang yang meliputi pengujian material, mix design, uji slump, pengujian kuat tekan beton, dan modulus elastisitasnya.

**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian Universitas Widyagama Malang

3.4 Sampel & Populasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. MPa. Beton mengalami variasi pasir yang berbeda dari mix design pasir Lumajang, pasir Kediri, dan pasir masing-masing dari kedua pasir tersebut. Umur pengujian akan dilakukan pada beton umur 1, 3, 7, 14, dan 28 hari. Untuk campuran normal yaitu 1 : 2 : 3, 1 untuk semen, 2 untuk pasir dan 3 untuk kerikil.

Tabel 5. Populasi Penelitian

No	Komposisi	Uji Kuat Tekan Beton		Modulus Elastisitas	
		Lumajang	Kediri	Lumajang	Kediri
1	1 : 2 : 3	5	5	5	5

3.5 Pengujian Kuat Tekan dan Elastisitas

Untuk mengetahui hasil kuat tekan benda uji yang telah dibuat dilakukan pengujian terhadap benda uji untuk mengetahui nilai kuat tekan beton, Adapun beberapa prosedur dalam pengujian kuat tekan beton sebagai berikut :

- 1) Mengambil benda uji yang akan diuji pada umur waktu itu dari tempat perawatan benda uji.
- 2) Memindahkan benda uji kedalam ruang laboratorium.
- 3) Menimbang berat benda uji, dan mengukur tinggi benda uji.
- 4) Melakukan caping pada benda uji.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen, yang dalam pelaksanaannya eksperimen ini dilaksanakan dan menggunakan bahan material serta peralatan yang ada di Laboratorium Universitas Widyagama Malang. Seluruh tahap pekerjaan yang direncanakan pada penelitian ini telah selesai dilaksanakan. Pekerjaan penelitian ini dimulai dari tahap komposisi bahan, pengujian material, persiapan bahan dan material, pembuatan benda uji, sampai dengan pengujian kuat tekan beton dan modulus, dan dapat dilakukan tanpa menemui kesulitan yang berarti.

4.2 Proses Pemilihan Pasir Yang Berkualitas

Pada tahap pemilihan agregat halus ini, harus memilih agregat halus yang baik dan berkualitas. Caranya yaitu menguji kandungan lumpur yang ada pada masing-masing varian pasir Lumajang dan Kediri, dan harus kurang dari 3% dari berat atau 12% dari volume, memiliki warna hitam pekat dan mempunyai tekstur kasar.

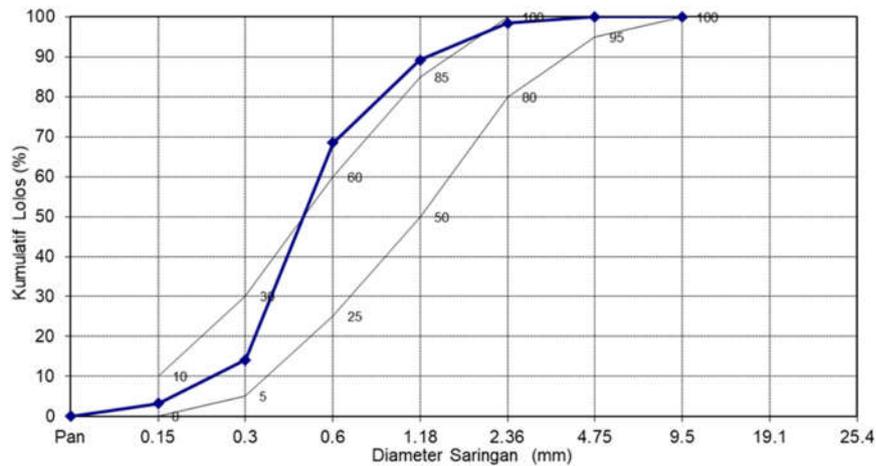
4.3 Pengujian Agregat Halus

Agregat halus pada campuran beton sangat berperan penting sebagai bahan pengisi yang tidak bisa diisi oleh agregat kasar. Pada pengujian agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari Gunung Semeru yaitu pasir Lumajang, pasir Kediri dari Gunung Kelud. Pengujian yang dilakukan meliputi kadar air, kadar lumpur, berat jenis (specific gravity) dan penyerapan, bobot isi, dan gradasi agregat halus.

Tabel 6. Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir Lumajang)

Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Standart	Ket.
Kadar Air	%	0.08	1 - 5	SNI 03-1971-1990	OK
Berat jenis SSD	-	2.62	2.5 - 2.7	SNI 03-1971-1990	OK
Berat jenis	-	2.65	2.5 - 2.7	SNI 03-1971-1990	OK
Penyerapan	%	0.75	1 - 2	SK SNI 2417-1998	OK
Berat Isi Gembur	gr/cm ³	1.57	1.4 - 1.9	SNI 1970-2008	OK
Berat Isi Padat	gr/cm ³	1.79	1.4 - 1.9	SNI 1970-2008	OK
Kadar Lumpur	%	0.78	0.2 - 6	SNI S - 04 - 1989 - F	OK

Sumber : Hasil Analisis



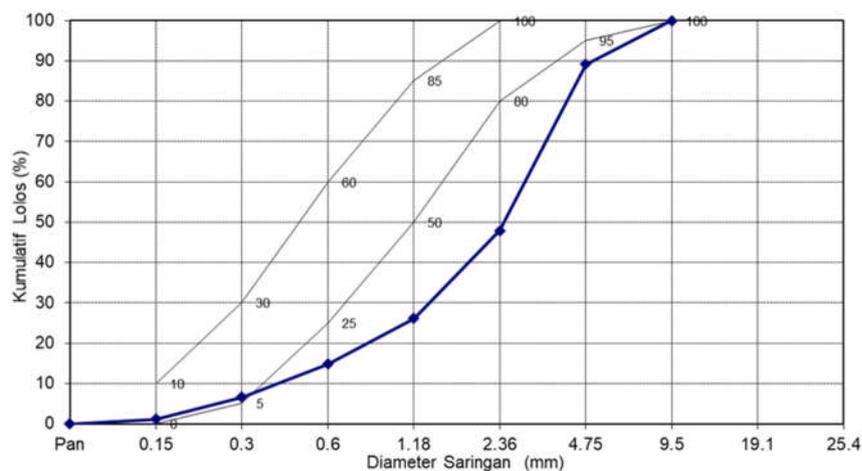
Sumber : Hasil Analisis

Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus pasir lumajang

Berdasarkan hasil pengujian susunan gradasi agregat halus (pasir Lumajang) yang ada pada tabel Tabel 6 diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pasir Lumajang memenuhi persyaratan dan dapat digunakan untuk campuran perencanaan pembuatan beton.

Tabel 7. Hasil Pengujian Agregat Halus (Kediri)

Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Standart	Ket.
Kadar Air	%	4.19	1 - 5	SNI 03-1971-1990	OK
Berat jenis SSD	-	2.45	2.5 - 2.7	SNI 03-1971-1990	OK
Berat jenis	-	2.72	2.5 - 2.7	SNI 03-1971-1990	OK
Penyerapan	%	6.84	1 - 2	SNI 1970-2008	NO
Berat Isi Gembur	gr/cm ³	1.59	1.4 - 1.9	SNI 1970-2008	OK
Berat Isi Padat	gr/cm ³	1.76	1.4 - 1.9	SNI 1970-2008	OK
Kadar Lumpur	%	2.75	0.2 - 6	SNI S - 04 - 1989 - F	OK



Sumber : Hasil Analisis

Gambar 3. Grafik gradasi agregat halus pasir Kediri

4.4 Analisis Takaran Campuran

Setelah pengujian bahan material selesai dilakukan dan analisis karakteristik bahan-bahan tersebut, selanjutnya dilakukan proses perencanaan campuran beton. Dalam perencanaan ini berguna untuk menentukan proporsi atau komposisi bahan campuran beton yang akan dibuat.

Tabel 8. Komposisi Takaran Bahan

No	Material	Satuan	Takaran bahan
1	Semen	kg	6.705
2	Pasir Lumajang	kg	7.714
3	Pasir Kediri	kg	7.714
4	Krikil/Split	kg	7.344
5	Air	liter	5
6	Takaran	kg	1.742

Sumber : Hasil Analisa

4.5 Proses pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengadukan mixer, benda uji beton setiap variasi menggunakan komposisi yang sama, akan tetapi dibuat perbedaan pada variasi pasir yang berbeda. Alasan penelitian ini menggunakan variasi pasir yang berbeda adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan kekuatan beton yang diakibatkan menggunakan variasi pasir dari daerah Lumajang dan Kediri.

4.6 Nilai Slump dan Kemudahan Pengerjaan (Workability)

Kemudahan pengerjaan (workability) dapat dilihat dari nilai slump yang terjadi pada adukan beton segar. Dikarenakan dalam nilai slump terdapat parameter workability, yang artinya semakin tinggi nilai slump maka semakin mudah dalam proses pengerjaan beton (workability). Dalam pembuatan beton pada umumnya menggunakan fas yang rendah, artinya air yang digunakan adalah dengan jumlah yang sedikit, sehingga nilai slump rendah. Dalam penelitian ini nilai slump yang di harapkan berkisar 5 - 12 cm, karena beton harus dengan jumlah air 4 – 5.5 liter.

5. KESIMPULAN

Dengan komposisi yang sama dengan penggunaan variasi pasir yang berbeda didapatkan bahwa slump terendah didapatkan pada pasir Lumajang (5.5 cm) sedangkan nilai slump tertinggi didapatkan pada pasir Kediri (6 cm). Dengan komposisi yang sama dengan penggunaan variasi pasir yang berbeda didapatkan bahwa nilai kuat tekan umur 28 hari tertinggi pada penggunaan pasir Kediri sebesar (15.56 MPa), dan kekuatan terendah didapatkan pada penggunaan pasir Lumajang sebesar (14.04 MPa). Jadi untuk kuat tekan beton pasir Kediri lebih unggul dari pada pasir Lumajang

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Souisa, "Analisis Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Bahan Dengan Uji Tarik," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 5, no. 2, hal. 9–14, 2011.
- [2] R. Manuahe, M. D. J. Sumajouw, dan R. S. Windah, "Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 6, 2014.
- [3] Gunanto, "Tinjauan Kuat Tekan, Kuat Tarik Dan Kuat Lentur Batako Dengan Menambahkan Limbah Pecahan Genteng Pada Campuran Batako," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [4] A. Widodo dan M. A. Basith, "Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir," *J. Tek. Sipil Dan Perenc.*, vol. 19, no. 2, hal. 115–120, 2017.
- [5] S. N. Indonesia, "SNI-03-2847-2002-Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," *Jakarta Badan Standar Nas.*, 2002.

- [6] S. Sumiati dan S. Sukarman, “Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Nilai Karakteristik Aspal Beton (AC-BC),” *PILAR*, vol. 10, no. 1, 2014.
- [7] F. Zulkarnain dan B. Kamil, “Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut,” in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 2021, vol. 2021.
- [8] M. Mawardi, “The Influence Of Surface Crudity Of Coarse Aggregate To Concrete Strength,” *Teknosia*, vol. 2, no. 12, hal. 64–72, 2013.
- [9] E. Hunggurami, M. E. Bolla, dan P. Messakh, “Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656: 2012,” *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, hal. 165–172, 2017.
- [10] Y. Setyanto, “Studi Banding Metode Rancang Campur Beton SK. SNI-1990-03 dan ACI 318,” 2011.
- [11] E. Handayani dan F. Veronata, “Analisis dan Identifikasi Sisa Material Konstruksi pada Pekerjaan Beton (Studi Kasus pada pekerjaan Pembangunan Pasar Rakyat Talang Banjar),” *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 19, no. 2, hal. 383–386, 2019.
- [12] R. Foermansah dan S. T. Yenny Nurchasanah, “Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Serat Kawat Bendrat Berbentuk ‘Z’ sebagai Bahan Tambah.” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2013.
- [13] S. N. Indonesia, “Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa dengan Standar SNI 7656: 2012,” *Jakarta, Badan Standarisasi Nas*, 2012.
- [14] R. I. Kusuma dan E. Mina, “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Pasir Laut Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio)(Studi Kasus: Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu–Kab. Pandeglang),” *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [15] D. P. Umum, “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03),” *Yayasan Lemb. Penyelid. Masal. Bangunan. Indones.*, vol. 95, 1990.
- [16] D. Pertiwi, B. Wibowo, E. Kasiati, M. N. Triaswati, dan A. G. Sabban, “Perbandingan Penggunaan Pasir Lumajang dengan Pasir Gunung Merapi terhadap Kuat Tekan Beton,” *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, hal. 13–22, 2011.
- [17] D. Suhirkam, R. Marpaung, dan L. Flaviana, “Aspal Panas Jenis Ac–Wc Dengan Campuran Limbah Karbit Sebagai Fillter,” *PILAR*, vol. 11, no. 1, 2015.
- [18] F. B. Malau, “Penelitian Kuat Tekan Dan Berat Jenis Mortar Untuk Dinding Panel Dengan Membandingkan Penggunaan Pasir Bangka Dan Pasir Baturaja Dengan Tambahan Foaming Agent Dan Silica Fume,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 2, hal. 287–296, 2014.
- [19] P. Nugraha dan Antonie, “Teknologi Beton,” *Penerbit CV Andi Offset, Yogyakarta*, 2007.

**PERBEDAAN VOLUME PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR
TERHADAP VOLUME KONTRAK PADA MUTUAL CHECK 100% DAN
CARA MENGATASINYA PADA PROYEK KONSTRUKSI
(Studi Kasus : Gedung Lapangan Tembak Kedung Cowek Surabaya)**

Muhammad Faisal Abdullah^{1*}, Dafid irawan²,Riman³

¹Brantas Abipraya PT Persero

^{2,3}Teknik sipil, Fakultas Teknik, universitas Widyagama Malang

*Email Korespondensi: faisaldulloh7@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan manajemen proyek konstruksi dibutuhkan beberapa macam estimasi yang didasarkan pada fase atau tahapan proyek meliputi tahap perencanaan berupa nilai anggaran EE (Engineering Estimate), tahap kontrak berupa nilai anggaran biaya kontrak, tahap pelaksanaan berupa nilai anggaran berdasarkan MC-0%, dan nilai anggaran MC-100% beserta perubahan addendumnya. Permasalahan pada proyek konstruksi gedung sering terjadi karena banyak hal, namun penyebab yang sering kali muncul adalah perbedaan volume pelaksanaan terhadap volume kontrak. Volume pekerjaan yang dimaksud adalah jumlah volume pekerjaan dalam satu satuan. Perubahan volume ini mengakibatkan adanya pekerjaan tambah dan kurang. Kajian pada Gedung Lapangan Tembak Kedung Cowek Surabaya ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perhitungan volume pelaksanaan kontrak pada Mutual Check 100% dan mengetahui faktor-faktor yang menjadi pengaruh pelaksanaan pekerjaan struktur terhadap kontrak pada Mutual Check. Mengetahui perbedaan volume pelaksanaan pekerjaan terhadap volume kontrak. Metode yang digunakan yakni metode Aritmatika yang mengacu pada modul estimator dan data lapangan. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil besaran satuan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan item pekerjaan, sedangkan Mutual Check merupakan perhitungan kembali volume pekerjaan yang disesuaikan dengan gambar rencana dan kondisi lapangan. Adanya pekerjaan tambah/kurang mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan gambar desain dan perubahan volume. Perbedaan volume pelaksanaan terhadap kontrak sebesar RP. 24.077.401.930,00 dengan hasil untuk pekerjaan tambah sebesar Rp. 1.925.003.752,30 atau 9% dari harga kontrak, sedangkan pekerjaan kurang sebesar Rp. 2.410.675.022,52 atau 10% dari harga kontrak.

Kata kunci : Manajemen Proyek, Volume Pelaksanaan, Volume Kontrak, Gedung Lapangan Tembak Kedung, Surabaya, Pekerjaan Tambah, Pekerjaan Kurang.

ABSTRACT

In the implementation of construction project management, several kinds of estimates are needed based on the phases or stages of the project including the planning stage in the form of EE (Engineering Estimate) budget value, the contract stage in the form of contract cost budget value, the implementation stage in the form of budget value based on MC-0%, and MC-100% budget value along with addendum changes. Problems in building construction projects often occur for many reasons, but the cause that often arises is the difference in the volume of implementation to the volume of contracts. The volume of work in question is the amount of work volume in one unit. This change in volume results in more and less work. The study at the Kedung Cowek Surabaya Shooting Range Building aims to determine the difference in the calculation of contract execution volume at Mutual Check 100% and determine the factors that influence the implementation of structural work on contracts at Mutual Check. Knowing the difference in the volume of work execution against the volume of contracts. The method used is the Arithmetic method which refers to the estimator module and field data. Based on the results of the study, the results of the number of work implementation units are obtained in accordance with work items, while Mutual Check is a recalculation of the volume of work adjusted to the plan drawings and field conditions. The existence of add/less work affects the implementation of design drawing work and volume changes. The difference in execution volume to the contract is RP. 24,077,401,930.00 with the result for additional work of Rp. 1,925,003,752.30 or 9% of the contract price, while work is less than Rp. 2,410,675,022.52 or 10% of the contract price.

Keywords: *Project Management, Implementation Volume, Contract Volume, Kedung Shooting Range Building, Surabaya, Added Jobs, Less Jobs.*

1. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi dibutuhkan beberapa macam estimasi yang didasarkan atas tujuan penggunaan dan peruntukannya [1]. Pada tahap awal perencanaan proyek gedung, seperti pada saat penyusunan anggaran proyek, estimasi tidak mungkin didasarkan pada perhitungan kuantitas (volume) pekerjaan karena uraian dan spesifikasi pekerjaan belum tersusun. Pengertian volume pekerjaan Yang dimaksud dengan volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Di tengah pelaksanaan kontrak, terkadang ada saja hal-hal yang terjadi di luar rencana sehingga menuntut perubahan. Contohnya saja kebutuhan yang bertambah, jadwal yang harus digeser, atau mungkin adanya pelanggaran aturan oleh penyedia [2]. Karena kontrak sudah terlanjut ditandatangani dan dilaksanakan, tak jarang beberapa perubahan yang dibutuhkan justru berbenturan dengan ketetapan di dalam kontrak Kajian ini berfokus pada permasalahan guna mencapai tujuan untuk mengetahui perbedaan perhitungan volume pelaksanaan kontrak pada *Mutual Check* 100%, mengetahui faktor-faktor yang menjadi pengaruh pelaksanaan pekerjaan struktur terhadap kontrak pada *Mutual Check*, mengetahui perbedaan volume pelaksanaan pekerjaan terhadap volume kontrak [3]. Metode yang digunakan yakni metode Aritmatika yang mengacu pada modul estimator dan data lapangan [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proyek merupakan suatu kegiatan usaha yang kompleks, sifatnya tidak rutin, memiliki keterbatasan terhadap waktu, anggaran dan sumber daya serta memiliki spesifikasi tersendiri atas produk yang akan dihasilkan [5]. Dengan adanya keterbatasan-keterbatasan dalam mengerjakan suatu proyek, maka sebuah organisasi proyek sangat dibutuhkan untuk mengatur sumber daya yang dimiliki agar dapat melakukan aktivitas-aktivitas yang sinkron sehingga tujuan proyek bisa tercapai [6]. Proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu [7]:

1. Bangunan Gedung yaitu rumah, kantor, pabrik, dan mall. Ciri – ciri dari bangunan ini adalah:
 - a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relative sempit dan kondisi pondasi umumnya sudah diketahui.
 - c. Manajemen dibutuhkan terutama untuk progressing pekerjaan.
2. Bangunan Sipil yaitu jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur.
 - a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lain dalam proyek.
 - c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan.

Manajemen proyek adalah suatu kegiatan yang mengorganisir, merencanakan, memimpin, dan mengendalikan suatu proyek hingga tercapainya tujuan suatu proyek. Dalam proyek manajemen sangat diperlukan untuk menghindari terjadinya keterlambatan proyek dan pembengkakan biaya [8]. Dari definisi di atas bahwa konsep manajemen proyek mengandung hal pokok sebagai berikut:

1. Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya, merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan yang berupa manusia, dan dan material.
2. Kegiatan yang dikelola berjangka pendek dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik. Ini memerlukan Teknik dan metode pengelolaan khusus, terutama aspek perencanaan dan pengendalian.
3. Memakai pendekatan sistem (*system approach to manajement*).

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul peneliti. Dari penelitian sebelumnya rata-rata hanya perbandingan estimasi anggaran biaya dan time schedule proyek, penelitian punya saya yaitu membedakan volume pelaksanaan dan volume kontrak pada mutual check dan cara mengatasinya pada proyek konstruksi, Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian [9].

3. METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini Metode Analisa yang digunakan adalah metode aritmatika yang mengacu pada modul estimator. Metode aritmatika yang mengacu pada modul estimator dapat merujuk pada penggunaan teknik atau algoritma dalam estimasi nilai yang berhubungan dengan operasi aritmatika. Estimator adalah metode atau prosedur yang digunakan untuk menghitung atau memperkirakan nilai yang tidak diketahui berdasarkan informasi yang tersedia [10]. Salah satu metode aritmatika yang mengacu pada modul estimator yang umum digunakan adalah estimasi rata-rata. Estimasi rata-rata adalah metode untuk memperkirakan nilai tengah dari sekelompok data. Misalnya, jika Anda memiliki sejumlah data numerik dan ingin mengestimasi nilai rata-ratanya, Anda dapat menggunakan rumus:

$$\text{Rata-rata} = (\text{Jumlah semua data}) / (\text{Jumlah data}) \dots\dots\dots (1)$$

Dalam hal ini, modul estimator dapat menyediakan fungsi yang memudahkan perhitungan rata-rata dengan memasukkan data sebagai argumen dan mengembalikan estimasi rata-rata [11]. Selain itu, terdapat pula metode aritmatika yang mengacu pada modul estimator untuk estimasi median, deviasi standar, atau nilai-nilai lain yang relevan dengan operasi aritmatika. Modul estimator dapat menyediakan fungsi atau algoritma yang memudahkan perhitungan metode-metode tersebut berdasarkan data yang diberikan [12]. Namun, perlu dicatat bahwa dalam konteks ini, istilah "modul estimator" mungkin lebih spesifik untuk bahasa pemrograman atau lingkungan komputasi tertentu. Jika Anda merujuk pada modul estimator dalam konteks tertentu, mungkin akan membantu untuk memberikan informasi tambahan tentang bahasa pemrograman atau lingkungan yang Anda maksudkan [13].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data didapat dengan melakukan wawancara, observasi, dan studi literatur. Peneliti melakukan observasi pada proyek Pembangunan Gedung lapangan Tembak Kedung Cowek Surabaya. Dari hasil observasi diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Uraian Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan
1	Persiapan
2	Pekerjaan Saluran Keliling Gedung
3	Lapangan Tembak Prestasi (Gedung A)
4	Lapangan Tembak Reaksi (Gedung B)
5	Pekerjaan Zona C
6	Pekerjaan Elektrikal Zona A dan B
7	Zona C (Lapangan Tembak Reaksi)
8	Dan Lain-Lain (LV-MDP, Penyambungan PLN, Biaya Sertifikasi)

Secara umum, besaran biaya Proyek Pembangunan Gedung lapangan Tembak Kedung Cowek Surabaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekap Besaran Biaya Proyek

No	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL BIAYA (Rp.)
A	Persiapan	Rp. 102,428,509,69
B	Pekerjaan Saluran Keliling Gedung	Rp. 1,365,501,805,21
C	Lapangan Tembak Prestasi (Gedung A)	Rp. 4,278,176,180,96
D	Lapangan Tembak Reaksi (Gedung B)	Rp. 1,038,144,861,19
E	Pekerjaan Zona C	Rp. 4,804,188,036,55
F	Pekerjaan Elektrikal Zona A dan B	Rp. 9,971,229,623,00
G	Zona C (Lapangan Tembak Reaksi)	Rp. 47,021,697,00
H	Dan Lain-Lain (LV-MDP, Penyambungan PLN, Biaya Sertifikasi)	Rp. 604,978,175,00
	PPN 10%	Rp. 2,222,066,888,86
	Jumlah Total	Rp. 24,442,753,777,47

Sumber : Hasil Analisis

Pemeriksaan bersama meliputi:

- Kasatker/ PPK dapat membentuk Tim Mutual Check (Panitia/ Pejabat Peneliti Pelaksanaan Kontrak/ PPPK).
- Tugas Tim MC atau Panitia Peneliti, berakhir pada akhir Tahun Anggaran. Untuk Proyek Multi Years, tugas Tim/ Panitia ini berakhir setelah diterbitkan Final Certificate.
- Dalam hal Tim/ Panitia tsb. Tidak dibentuk, maka untuk melakukan pemeriksaan bersama dan melaksanakan kegiatan penelitian terhadap kontrak, dapat dilaksanakan oleh PPK masing-masing dibantu oleh para staf terkait pekerjaan

Tabel 3. Volume Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	
			KONTRAK	MC-3
1				
A	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Sewa Direksi Keet Lengkap Dengan Peralatan	Ls	1,00	1,00
2	Uitzet Dengan Waterpas / Theodolith	m2	5.240,70	5.240,70
3	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	titik	93,88	93,88
4	Sewa a mobile crane termasuk bahan bakar, mob demob dan operator	Ls	1,00	1,00
	Sub Total			
B	PEKERJAAN SALURAN KELILING GEDUNG			
1	Pekerjaan Galian Tanah untuk Saluran	m3	800,26	501,16
1.a	Pekerjaan Galian Tanah untuk Saluran	m3		-
2	Pekerjaan urugan Pasir Tb=5cm dibawah Saluran	m3	48,11	23,69
2.a	Pekerjaan urugan Pasir Tb=5cm dibawah Saluran	m3		
3	Pengadaan dan Pemasangan Saluran U-Ditch & Cover Uk. 60x80x120 cm K-35	Pcs	309,00	184,00
4	Pengadaan dan Pemasangan Saluran U-Ditch & Cover Uk. 40x60x120 cm K-35	Pcs	820,00	800,00
4.a	Pengadaan dan Pemasangan Saluran U-Ditch & Cover Uk. 40x60x120 cm K-35	Pcs		
	Pembuatan Saluran Cor setempat 60.80 Beton K-225 (fc=18,675)			
5	a. Beton & Bekisting	m3	26,73	21,50
6	b. Pemesian Polos	Kg	838,84	2.490,48
	Pembuatan Saluran Cor setempat 20.30 Beton K-225 (fc=18,675)			
7	a. Beton & Bekisting	m3	59,77	11,95
8	b. Pemesian Polos	Kg	652,66	652,24
	Pembuatan Bak Kontrol Saluran Beton 30.30 K-225 (fc=18,675)			
9	a. Beton & Bekisting	m3	3,09	0,39
10	b. Pemesian Polos	Kg	83,86	16,54
11	Pembuatan Tutup Grill Saluran Cor Setempat (20.100)	Buah	315,00	267,50
12	Pembuatan Tutup Grill Bak Kontrol Saluran (30.30)	Buah	32,00	32,00
	Pembuatan Tutup Beton Saluran Cor Setempat (60.80.120)			
	a. Beton & Bekisting	m3	6,71	8,60
14	b. Pemesian Polos	Kg	223,43	428,09
	Sub Total			
B.I	PEKERJAAN TAMBAHAN SALURAN			
1	Lantai Kerja K-175 fc 14,525 Mpa Gutter 20 x 30	m3	-	2,26
2	Pembongkaran beton	m3	-	1,12

C	LAPANGAN TEMBAK PRESTASI (GEDUNG A)				
I	PEKERJAAN PEMBONGKARAN				
1	Pembongkaran beton		m3	0,81	8,77
2	Pembongkaran bata ringan		m2	1,13	23,68
Sub Total					
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Pengurangan sirtu (Padat)		m3	187,49	6,98
Sub Total					
II.A	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah konstruksi		m3		14,99

Disamping itu juga dilakukan pemeriksaan bersama atas keandalan/kemampuan bangunan-bangunan infrastruktur seperti Jalan, Jembatan, Gorong-gorong, dan sebagainya yang akan digunakan dan dilalui/dibebani oleh kendaraan/peralatan berat sewaktu mobilisasi maupun selama pelaksanaan pekerjaan. Bila diperkirakan bangunan infrastruktur tersebut tidak memadai, maka harus dilakukan upaya untuk meningkatkan kemampuannya dengan melakukan perkuatan konstruksinya. Pada kondisi perlu dibuat desain ulang, maka dilakukan evaluasi volume & harga yang dilaksanakan oleh konsultan pengawas dan disetujui oleh kontraktor & PPK/ PPTK. Evaluasi volume & harga merupakan kegiatan menghitung kembali volume pekerjaan berdasarkan hasil pemeriksaan lapangan yang telah dilakukan, yang kemudian dituangkan didalam gambar [14].

Berdasarkan dari hasil perhitungan volume ini, dilakukan koreksi pada daftar kuantitas dan harga yang merupakan kelengkapan dari gambar kerja (*work-shop drawing*) yang akan diakui bersama oleh penandatanganan kontrak pada rapat Contract Change Order (CCO) atau addendum volume pekerjaan [4].

Tabel 4. Harga Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME		JUMLAH HARGA (Rp)	
			KONTRAK	MC-3	KONTRAK	MC-3
1						
A	PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Sewa Direksi Keet Lengkap Dengan Peralatan	Ls	1,00	1,00	20.000.000,00	20.000.000,00
2	Uitzeit Dengan Waterpas / Theodolith	m2	5.240,70	5.240,70	33.016.410,00	33.016.410,00
3	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	titik	93,88	93,88	6.045.872,00	6.045.872,00
4	Sewa mobile crane termasuk bahan bakar, mob demob dan operator	Ls	1,00	1,00	25.000.000,00	25.000.000,00
Sub Total					84.062.282,00	84.062.282,00
B	PEKERJAAN SALURAN KELILING GEDUNG					
1	Pekerjaan Galian Tanah untuk Saluran	m3	800,26	501,16	49.936.036,80	31.272.277,92
1.a	Pekerjaan Galian Tanah untuk Saluran	m3		-	-	-
2	Pekerjaan urugan Pasir Tb=5cm dibawah Saluran	m3	48,11	23,69	13.615.639,40	6.703.364,40
2.a	Pekerjaan urugan Pasir Tb=5cm dibawah Saluran	m3			-	-
3	Pengadaan dan Pemasangan Saluran U-Ditch & Cover Uk. 60x80x120 cm K-35	Pcs	309,00	184,00	350.776.800,00	208.876.800,00
4	Pengadaan dan Pemasangan Saluran U-Ditch & Cover Uk. 40x60x120 cm K-35	Pcs	820,00	800,00	842.632.000,00	822.080.000,00
4.a	Pengadaan dan Pemasangan Saluran U-Ditch & Cover Uk. 40x60x120 cm K-35	Pcs			-	-
	Pembuatan Saluran Cor setempat 60.80 Beton K-225 (fc=18,675)				-	-
5	a. Beton & Bekisting	m3	26,73	21,50	46.216.347,68	37.170.184,47
6	b. Pembesian Polos	Kg	838,84	2.490,48	10.737.139,11	31.878.137,60
	Pembuatan Saluran Cor setempat 20.30 Beton K-225 (fc=18,675)				-	-
7	a. Beton & Bekisting	m3	59,77	11,95	80.990.070,74	16.199.030,05
8	b. Pembesian Polos	Kg	652,66	652,24	8.353.999,64	8.348.697,28
	Pembuatan Bak Kontrol Saluran Beton 30.30 K-225 (fc=18,675)				-	-
9	a. Beton & Bekisting	m3	3,09	0,39	3.871.406,70	488.922,72
10	b. Pembesian Polos	Kg	83,86	16,54	1.073.355,49	211.693,44
11	Pembuatan Tutup Grill Saluran Cor Setempat (20.100)	Buah	315,00	267,50	66.843.000,00	56.762.439,00
12	Pembuatan Tutup Grill Bak Kontrol Saluran (30.30)	Buah	32,00	32,00	4.889.600,00	4.889.600,00
	Pembuatan Tutup Beton Saluran Cor Setempat (60.80.120)				-	-
	a. Beton & Bekisting	m3	6,71	8,60	8.996.633,28	11.532.894,36
14	b. Pembesian Polos	Kg	223,43	428,09	2.859.925,53	5.479.603,20
Sub Total					1.491.791.954,37	1.241.893.644,44
B.I	PEKERJAAN TAMBAHAN SALURAN					
1	Lantai Kerja K-175 fc 14,525 Mpa Gutter 20 x 30	m3	-	2,26	-	2.326.274,83
2	Pembongkaran beton	m3	-	1,12	-	558.005,76
Sub Total						2.884.280,59
C	LAPANGAN TEMBAK PRESTASI (GEDUNG A)					
I	PEKERJAAN PEMBONGKARAN					
1	Pembongkaran beton	m3	0,81	8,77	402.408,00	4.354.886,70
2	Pembongkaran bata ringan	m2	1,13	23,68	426.937,50	8.985.042,00
Sub Total					829.345,50	13.339.928,70
II	PEKERJAAN TANAH					
1	Pengurangan sirtu (Padat)	m3	187,49	6,98	33.935.690,00	1.263.832,50
Sub Total					33.935.690,00	1.263.832,50
II.A	PEKERJAAN TANAH					
1	Galian tanah konstruksi	m3		14,99	-	1.613.729,25
Sub Total					#REF!	1.613.729,25

IV.A	PEKERJAAN BETON					
1	Plat lantai tb. 20 cm wermess M-8 1 layer beton K-250 (fc=20,75 Mpa)					
	a Beton dan Bekisting	m3		14,54	-	25.859.879,45
	b Pembesian Besi Polos/Ulir	Kg		372,21	-	4.764.275,34
2	Plat lantai tb. 6 cm wermess M-8 1 layer beton K-175 (fc=14,525 Mpa)					
	a Beton dan Bekisting	m3		19,75	-	101.294.904,14
	b Pembesian Besi Polos/Ulir	Kg		1.720,81	-	22.026.355,19
3	Plat Dinding D2, T=6 cm Beton Bertulang K-175 (fc = 14,525 Mpa)					
	a Beton dan Bekisting	m3		4,62	-	39.470.594,36
	b Pembesian Besi Polos/Ulir	Kg		418,11	-	5.351.754,17
4	Kolom Pedestal (50 x 50) Beton Mutu K-300 (fc = 24,9 Mpa)					
	a Beton dan Bekisting	m3		3,15	-	5.645.745,00
	b Pembesian Besi Polos/Ulir	Kg		615,73	-	7.881.350,40
5	Sloof S.4C (12X20) beton K-175 (fc=14,525 Mpa)					
	a Beton dan Bekisting	m3		11,54	-	39.423.914,40
	b Pembesian Besi Polos/Ulir	Kg		2.107,13	-	26.971.216,90
6	Pekerjaan cor dinding tanpa tulangan, Beton Mutu K-B0 (fc = 14,525)	m3		1,97	-	7.671.749,45
7	Pekerjaan cor kolom tanpa tulangan, Beton Mutu K-B0 (fc = 14,525)	m3		0,60	-	1.223.168,04
8	Pekerjaan grouting kolom pedestal	m3		0,19	-	528.574,36
	Sub Total				#REF!	288.113.481,19
V	PEKERJAAN BAJA					
1	Pengadaan dan pemasangan doubel UNP 150.75.6,5	Kg	12.012,41	12.337,14	394.007.080,80	404.658.060,80
2	Pengadaan dan pemasangan Siku L 120.120.12	Kg	6.976,42	7.844,11	228.826.576,00	257.286.696,48
3	Pengadaan dan pemasangan Siku L 75.75.6	Kg	13.890,59	12.785,19	455.611.188,00	419.354.138,22
4	Pengadaan dan pemasangan Siku L 100.100.10	Kg	4.813,07	4.922,96	157.868.728,80	161.473.088,00
5	Pengadaan dan pemasangan Siku L 50.50.5	Kg	3.990,53	5.617,41	130.889.515,20	184.251.040,13
6	Pengadaan dan pemasangan plat simpul tb. 6mm utk UNP	Kg	153,08	153,08	5.020.860,00	5.020.860,00
7	Pengadaan dan pemasangan Plat rib tb. 6mm	Kg	18,37	18,37	602.503,20	602.503,20
8	Pengadaan dan pemasangan Plat simpul tb. 6mm	Kg	3.719,57		122.001.863,20	-
9	Pengadaan dan pemasangan Plat simpul tb. 5mm	Kg	715,49	3.648,78	23.468.104,80	119.679.845,26
10	Pengadaan dan pemasangan Mur Baut M12	Bh	312,00	312,00	2.683.200,00	2.683.200,00
	Sub Total				1.520.979.620,00	1.555.009.432,09
V.A	PEKERJAAN BAJA					
1	Pengadaan dan pemasangan H-BEAM 250.250.9.14	Kg		882,76	-	28.954.500,67
2	Pekerjaan Angkur M19, L = 70 cm	Buah		144,00	-	12.082.628,17
3	Pekerjaan Bongkar pasang buffel untuk penyesuaian elevasi	Unit		5,00	-	36.255.567,50
4	Pekerjaan Bongkar pasang buffel untuk penggeseran tiang	Unit		10,00	-	76.984.769,86
	Sub Total					154.277.466,20
VI	PEKERJAAN PASANGAN					
1	Pemasangan Dinding bata ringan dengan perekat semen mortar	m2	38,93	252,10	5.793.230,40	37.512.572,26
2	Acian Dinding bata ringan dengan semen mortar	m2	129,57	504,20	6.206.163,50	24.151.239,40
3	Benangan Opening bata ringan (Volume dihitung 15 %)	m1	9,97	10,11	269.244,00	272.970,00
4	Benangan Beton (Volume dihitung 15 %)	m1	3,25	141,14	87.642,00	3.810.726,00
	Sub Total				12.356.279,90	65.747.507,65
III	PEKERJAAN PONDASI					
1	Lantai Kerja K-175 fc 14,525 Mpa Pondasi	m3	6,48		6.675.048,00	-
2	Pekerjaan Pondasi Batu Kosong (Aanstamping) t10cm	m3	12,96		6.238.944,00	-
3	Pekerjaan Pondasi Batu Kaki Pecah 1Pc5Ps	m3	84,24		70.795.296,00	-
	Sub Total				83.709.288,00	-
IV	PEKERJAAN BETON					
1	Pekerjaan Rabat K-175 fc 18,68 Mpa (Meja Penembak)	m3	2,70	4,13	2.781.270,00	4.249.162,50
2	Kolom Praktis KP Beton Bertulang K-175 (fc = 14,525 Mpa)	m3	0,26	2,12	1.943.559,00	16.136.021,32
3	Balok Lantai BL Beton Bertulang K-175 (fc = 14,525 Mpa)	m3	0,26	9,91	1.392.942,00	53.483.401,03
4	Plat Dinding D1, T=15 cm Beton Bertulang K-300 (fc = 24,90 Mpa)	m3	14,34	21,00	92.886.702,30	135.996.157,17
5	Plat Lantai PL1, T=15 cm Beton Bertulang K-250 (fc = 20,75 Mpa)	m3	3,28	4,28	13.310.319,00	17.358.637,50
	Sub Total				112.314.792,30	227.223.379,52

Pekerjaan Tambah/ Kurang adalah suatu tambahan/ pengurangan pekerjaan yang terjadi sebagai akibat kondisi lapangan, atau karena sesuatu alasan yang tidak dapat dielakkan dalam rangka penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan sesuai kontrak [15]. Pengertian pekerjaan tambah/ kurang dibedakan dalam dua jenis yaitu pekerjaan tambah/ kurang yang berupa kenaikan atau turunnya volume pada item tertentu yang sudah ada kesepakatan harga satuannya di dalam kontrak. Pekerjaan tambah/ kurang akibat Variation Order atau Change Order. Perbedaan volume pelaksanaan terhadap kontrak sebesar Rp. 24.077.401.930,00 dengan hasil untuk pekerjaan tambah sebesar Rp. 1.925.003.752,30 atau 9% dari harga kontrak, sedangkan pekerjaan kurang sebesar Rp. 2.410.675.022,52 atau 10% dari harga kontrak.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan besaran satuan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan masing-masing item pekerjaan. Sedangkan mutual check merupakan perhitungan kembali volume pekerjaan yang disesuaikan dengan gambar rencana dan kondisi lapangan. Dari hasil dan pembahasan, adanya pekerjaan tambah/kurang membuat pengaruh terhadap pelaksanaan pekerjaan yaitu gambar desain dan perubahan volume akibat adanya gundukan tanah yang tidak merata di lapangan. Kontraktor pelaksanaan membuat surat pemberitahuan kepada konsultan pengawas atau owner tentang adanya perbedaan volume pelaksanaan terhadap kontrak, dan di diskusikan lagi apakah pekerjaan tersebut tetap di laksanakan, untuk pekerjaan tambah sebesar 9% sedangkan pekerjaan kurang sekitar 10% dari sini tidak ada pihak yang dirugikan karena pekerjaan tambah sebesar 9% sedangkan pekerjaan kurang 10% untuk biaya pekerjaan tambah di ambil dari pekerjaan kurang karena masih ada biaya di pekerjaan kurang dan di masukkan ke pekerjaan tambah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Rani, "Manajemen Proyek Konstruksi," 2016.
- [2] I. Widiyanti dan M. T. Lenggogeni, "Manajemen Konstruksi," *Bandung, PT. Remaja Rosdakarya Offset*, 2013.
- [3] A. Supriyanto, "Analisa Perbandingan Perhitungan Quantity Menggunakan Microsoft Excel Dan Software Glodon Untuk Kontrak Unit Price," *Konstruksia*, vol. 8, no. 2, hal. 71–78, 2017.
- [4] A. Hidayat, "Analisa Kinerja Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Metode Earned Value (Studi Kasus Proyek Konstruksi Mall Dan Hotel X Di Pekanbaru)," Universitas Mercu Buana, 2017.
- [5] A. K. Tama, L. Anggraini, dan B. Tutuko, "Analisis Kinerja Manajemen Konstruksi Pada Proyek Gedung Digitasi Universitas Negeri Semarang," *J. Tek. Sipil*, vol. 3, 2020.
- [6] I. Soeharto, "Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional," 1997.
- [7] W. I. Ervianto, "Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi," *Yogyakarta Andi*, 2005.
- [8] F. A. S. Puspaningrum dan T. I. K. Amar, "Evaluasi Harga Satuan Pekerjaan Tambah Kurang pada Proyek Pembangunan Jalan Sejati-Bayemharjo dengan Acuan Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi Kabupaten Wonogiri," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 2023, hal. 651–656.
- [9] R. Putra, F. Lubis, dan W. Apriani, "Analisis Faktor Penyebab Pekerjaan Tambah Kurang bagi Penyedia Jasa Kontruksi Pekanbaru," in *SENKIM: Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*, 2022, vol. 2, no. 1, hal. 118–123.
- [10] B. Santosa, "Manajemen Proyek Konsep & Implementasi," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2009.
- [11] P. A. Eman, E. M. Lintong, dan F. Jansen, "Estimasi Biaya Konstruksi Menggunakan Metode Parameter Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Di Kota Manado," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [12] S. N. Sari, "Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten," *J. Qua Tek.*, vol. 9, no. 1, hal. 1–10, 2019.
- [13] B. Suhartono, B. Budi, A. Siahaan, dan I. Nasution, "Analisis Metode dan Pendekatan dalam Manajemen Proyek pada Dunia Pendidikan," *Edumaspul J. Pendidik.*, vol. 6, no. 1, hal. 25–31, 2022.
- [14] W. Menesi, "Construction Scheduling Using Critical Path Analysis With Separate Time Segments," 2010.
- [15] S. Sutirto, "Faktor Penyebab Inflasi Terhadap Biaya Pekerjaan Tanah di Wilayah Propinsi Nusa Tenggara Timur," *J. Tek. Pengair. J. Water Resour. Eng.*, vol. 2, no. 2, hal. 190–197, 2011.

PENERAPAN METODE *EARNED VALUE* PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN DI KABUPATEN JEMBER

Firda Hani Ayuningtyas^{1*}, Dafid Irawan², Aji Suraji³, Agus Tugas Sudjianto⁴

^{1, 2, 3} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*penulis Korespondensi: Email: firdahani08@gmail.com

ABSTRAK

Proyek konstruksi semakin berkembang pesat seiring bertambahnya waktu. Setiap proyek memiliki karakteristik dan persyaratan khusus di setiap tahap pelaksanaan proyek guna untuk membedakan proyek yang satu dengan proyek lainnya. Peran owner, konsultan dan kontraktor sangat dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek untuk mencapai hasil yang maksimal. Proses pengendalian biaya dan waktu merupakan faktor penting untuk keberhasilan dan efisiensi pengerjaan proyek. Pada penelitian ini mengambil Metode *Earned value* dengan metode pengambilan data studi dokumen dimana jenis penelitian menggunakan kuantitatif dengan analisis deskriptif. Pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel*. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai SPI dari minggu 1 – minggu 11 adalah 0,59, pada minggu 12 – 20 nilai SPI adalah 2,97. Nilai CPI dari minggu 1 – minggu 27 adalah 0,90 yang berarti bahwa biaya lebih boros. *Estimated At Completion* (EAC) menggunakan Metode *Earned value* sebesar Rp 20.298.475.550,24 dengan proyeksi kerugian sebesar Rp 8.759.432.242,03. *Estimated All Schedule* (EAS) menggunakan metode *earned value* sebesar 176 hari.

Kata kunci : Pengendalian, *Earned value*, Waktu, Biaya, Jalan, Kabupaten Jember, Konstruksi Jalan

ABSTRACT

Construction projects are growing rapidly over time. Each project has specific characteristics and requirements at each stage of project implementation in order to distinguish one project from another. The role of owners, consultants, and contractors is needed in project implementation to achieve maximum results. The process of controlling cost and time is an important factor for the success and efficiency of project work. In this study, the earned value method was taken with a document study data collection method where the type of research used quantitative with descriptive analysis. Data processing using Microsoft Excel. The results of the study show the SPI value from week 1 - week 11 is 0.59, in week 12 - 21 the SPI value is 2.97. The CPI value from week 1 - week 27 is 0.90 which means that costs are more wasteful. Estimated At Completion (EAC) using the earned value method is IDR 20,298,475,550.24 with a projected loss of IDR 8.759.432.242,03. Estimated All Schedule (EAS) using the earned value method is 176 days.

Keywords : Control, *Earned value*, Time, Cost, Road, Jember Regency, Road Construction.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan proyek konstruksi di Indonesia semakin pesat seiring kemajuan zaman. Maraknya pembangunan konstruksi berdampak meningkatnya lapangan pekerjaan. Dalam pembangunan proyek konstruksi perlu dilakukan manajemen proyek yang matang agar proyek terlaksana sesuai dengan rencana. Salah satu proses manajemen proyek adalah dengan pengendalian waktu dan biaya pada proyek [1]–[3]. Pengendalian biaya dan waktu sangat berperan penting pada proyek untuk mencapai hasil yang maksimal. Salah satu metode untuk pengendalian proyek adalah dengan menggunakan metode *earned value* [4], [5]. Analisis *Earned value* merupakan metode penting untuk mengukur pelaksanaan dan mengendalikan proyek [6]. Tujuan utama dari manajemen proyek adalah untuk memenuhi semua persyaratan proyek sesuai dengan perkiraan anggaran dan jadwal yang direncanakan. Manajemen proyek sangat berperan penting bagi pelaksanaan proyek. Peran owner, konsultan dan kontraktor diperlukan untuk memenuhi keberhasilan pelaksanaan proyek [7].

Earned value merupakan metode pengukuran kinerja yang menggunakan “pekerjaan yang sedang berjalan” untuk mengindikasikan apa yang akan terjadi pada pekerjaan yang akan datang. Metode ini dapat mendeteksi bila terjadi penyimpangan biaya maupun waktu [2]. Konsep *earned value* menyajikan 3 dimensi yaitu penyelesaian fisik proyek, perhitungan biaya rencana pada proyek, biaya actual yang dikeluarkan oleh proyek [8]. Terdapat beberapa macam indikator pada metode *earned value* yaitu ACWP, BCWP, dan BCWS. Metode *earned value* memiliki kelemahan yaitu metode ini harus dilengkapi dengan keahlian manager proyek, sebagai faktor penting dalam pengambilan keputusan dengan menggunakan informasi yang dihasilkan dari penerapannya [9]. Dari berbagai permasalahan yang terjadi selama proyek berlangsung diperlukan adanya suatu upaya dalam pengendalian waktu dan biaya pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode *earned value* [10].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Earned value Management*

Earned value terbagi menjadi beberapa bagian, indikator *earned value*, varian *earned value*, indeks kinerja proyek dan perkiraan waktu dan biaya pada proyek.

2.2 Indikator-indikator *Earned value*

Seperti yang dijelaskan pada jurnal [11] terdapat indikator yang dipakai dalam konsep nilai hasil yaitu :

1. ACWP (*Actual Cost Work Performed*), adalah jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan.
2. BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*), adalah jumlah anggaran yang senilai untuk kegiatan yang telah terlaksana atau dapat dikatakan sebagai biaya yang seharusnya keluar sesuai dengan progress yang terlaksanakan.

$$\text{BCWP} = \% \text{ Progress Realisasi} \times \text{Nilai Proyek} \dots\dots\dots (1)$$

3. BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*), adalah anggaran yang direncanakan untuk kegiatan yang dilaksanakan atau anggaran yang sudah direncanakan sesuai jadwal pelaksanaan.

$$\text{BCWS} = \% \text{ Progress Rencana} \times \text{Nilai Proyek} \dots\dots\dots (2)$$

2.3 Varian *Earned value*

1. *Cost Variance (CV)*
Merupakan hasil pengurangan antara *Budget Cost of Work Performed (BCWP)* dengan *ACWP (Actual Cost of Work Performed)*.

$$\text{CV} = \text{BCWP} - \text{ACWP} \dots\dots\dots (3)$$

2. *Schedule Variance (CV)*
Merupakan hasil pengurangan dari *Budget Cost of Work Performed (BCWP)* dengan *BCWS (Budget Cost of Work Scheduled)*

$$\text{SV} = \text{BCWP} - \text{BCWS} \dots\dots\dots (4)$$

Varian *earned value* memiliki ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan Varian *Earned value* [12]

No	Varians Jadwal (SV)	Varians Biaya (CV)	Keterangan
1	Positif	Positif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat daripada jadwal dengan biaya lebih kecil dari pada anggaran
2	Nol	Positif	Pekerjaan terlaksana tepat sesuai jadwal dengan biaya lebih rendah dari pada anggaran
3	Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat dari pada jadwal
4	Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dari anggaran
5	Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan biaya lebih tinggi dari anggaran
6	Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan menelan biaya diatas anggaran
7	Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dengan biaya sesuai anggaran
8	Positif	Negatif	Pekerjaan selesai lebih cepat daripada rencana dengan biaya lebih tinggi dari anggaran

2.4 Indeks Kinerja *Earned value*

1. Indeks Kinerja Jadwal atau SPI (*Schedule Performance Index*). Nilai SPI (*Schedule Performance Index*) menunjukkan seberapa besar pekerjaan yang direncanakan, dengan persamaan:

$$SPI = BCWP / BCWS \dots\dots\dots (5)$$

Dimana jika nilai SPI = 1 maka proyek tepat waktu, jika nilai SPI > 1 maka proyek lebih cepat, jika nilai SPI < 1 maka proyek terlambat.

2. Indeks Kinerja Biaya atau CPI (*Cost Performance Index*) yang merupakan faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan, dengan persamaan:

$$CPI = BCWP / ACWP \dots\dots\dots (6)$$

Dimana jika nilai CPI = 1 maka biaya sesuai rencana, jika nilai CPI > 1 maka biaya lebih hemat, jika nilai CPI < 1 maka biaya lebih boros.

2.5 Perkiraan Biaya Dan Waktu Penyelesaian Proyek

1. *Estimate to Complate* (ETC)
ETC (*Estimate to Complate*) merupakan perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa, dengan persamaan.

$$ETC = (\text{Anggaran Total} - BCWP) / CPI \dots\dots\dots (7)$$

2. *Estimate at Complate* (EAC)
EAC (*Estimate at Complate*) merupakan perkiraan total pada akhir proyek yang diperoleh dari biaya aktual ditambah dengan ETC.

$$EAC = ACWP + ETC \dots\dots\dots (8)$$

3. *Estimate Temporary Schedule* (ETS)
ETS (*Estimate Temporary Schedule*) merupakan waktu perkiraan waktu untuk pekerjaan tersisa. Perhitungan ETS diuraikan sebagai berikut.

$$ETS = \text{Sisa Waktu} / SPI \dots\dots\dots (9)$$

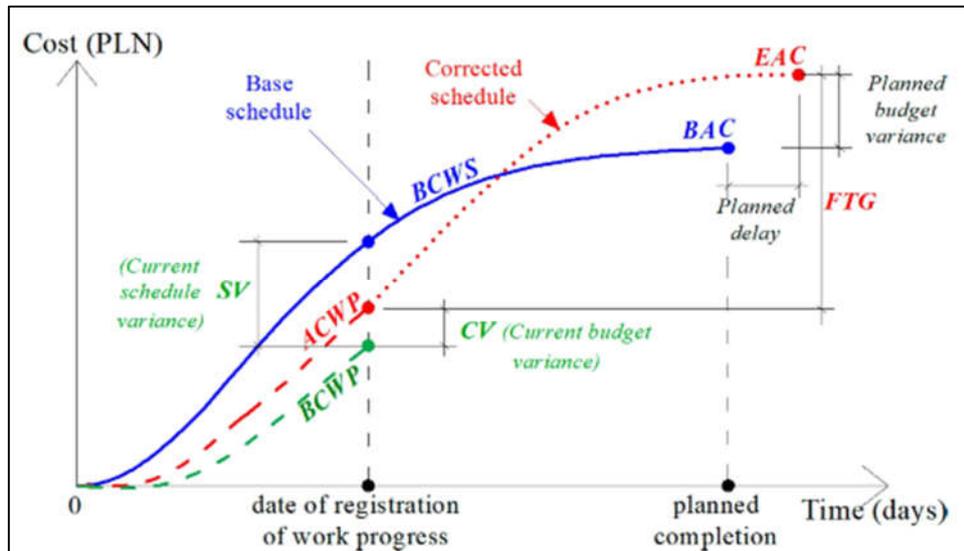
4. *Estimate All Schedule (EAS)*

EAS (*Estimate All Schedule*) merupakan waktu perkiraan waktu total penyelesaian proyek. Perhitungan EAS diuraikan sebagai berikut.

$$EAS = ETS + \text{Waktu Selesai} \dots\dots\dots(10)$$

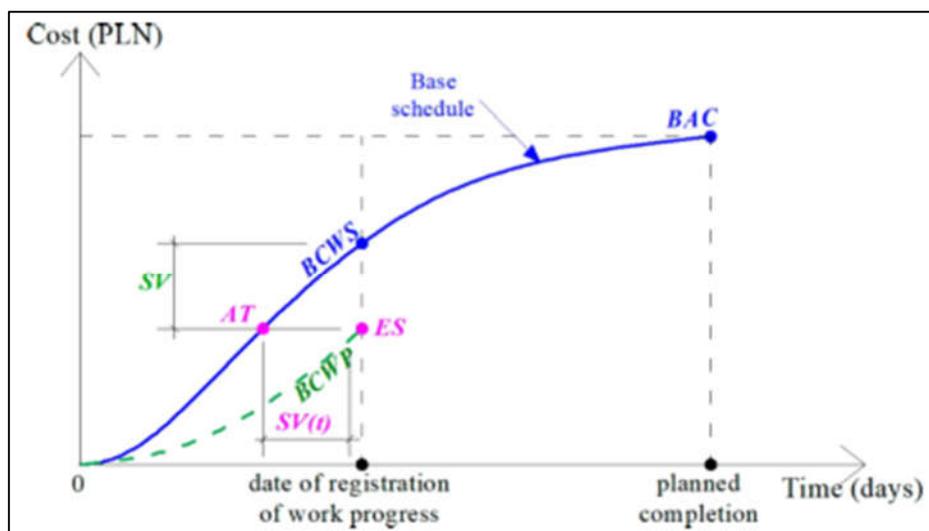
2.6 Elemen-Elemen *Earned Value*

Elemen-elemen pada metode *earned value* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Elemen-elemen pada *earned value* [13]

Pada Gambar 1 terdapat elemen-elemen earned value yang terdiri dari ACWP (Actual Cost of Work Performance), BCWS (Budgeted Cost of Work Schedule), BCWP (Budgeted Cost of Work Performance), BAC (Budgeted Actual Cost), SV, CV Interpretasi grafis dari parameter sederhana dari metode earned value dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Interpretasi metode *earned value* [8]

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian kuantitatif menggunakan dengan analisis deskriptif sesuai dengan data-data yang terukur. Pada penelitian ini menggunakan metode *earned value* atau konsep nilai hasil.

3.2 Objek Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Kabupaten Jember dengan rute Jalan Mayang-Kalisat-Ajung dengan nilai proyek sebesar Rp 18.286.914.000,00. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan analisis deskriptif. Pada penelitian ini menggunakan metode konsep nilai hasil (*earned value*) menganalisis kinerja dan perkiraan waktu dan biaya pada proyek guna untuk mengetahui berapa besar penyimpangan pada proyek peningkatan Jalan Mayang-Kalisat-Ajung Kabupaten Jember. Data sekunder yang diperlukan adalah :

1. RAB (Rancangan Anggaran Biaya)
2. *Time Schedule*
3. Laporan Mingguan atau Bulanan

Berdasarkan data yang telah didapat, dalam menganalisis terdapat tahapan atau langkah yang dilakukan secara sistematis sesuai dasar teori pada penelitian sebelumnya. Tahapan-tahapan melakukan penelitian yaitu dimulai dengan studi pustaka / literatur kemudian pengumpulan data

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Indikator, Indeks Kinerja, dan Perkiraan Waktu dan Biaya

Perhitungan dilakukan sesuai dengan rumus yang terdapat pada jurnal [14] mengacu pada ketentuan yang ada. Analisis dilakukan dengan menggunakan alat bantu Microsoft Excel untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan spesifik. Dengan contoh perhitungan seperti pada jurnal [15]. Hasil perhitungan dari minggu ke-1 hingga minggu ke-20 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Indikator, Indeks Kinerja, Perkiraan waktu dan biaya

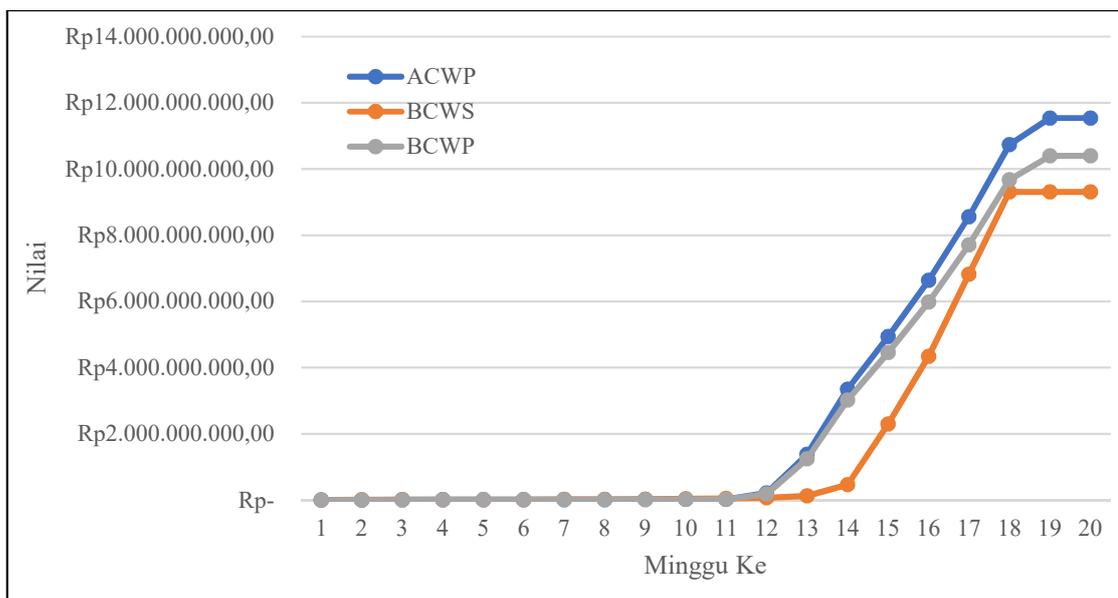
Minggu ke	ACWP (Rp)	BCWS (Rp)	BCWP (Rp)	SPI	CPI	EAC (Rp)	EAS
1	1.828.691,49	3.294.939,62	1.647.469,81	0,50	0,90	20.298.475.550,24	355
2	3.657.382,98	6.589.879,25	3.294.939,62	0,50	0,90	20.298.475.550,24	348
3	5.486.074,47	9.884.818,87	4.942.409,44	0,50	0,90	20.298.475.550,24	341
4	7.314.765,96	11.532.288,68	6.589.879,25	0,57	0,90	20.298.475.550,24	296
5	9.143.457,46	13.179.758,49	8.237.349,06	0,63	0,90	20.298.475.550,24	268
6	10.972.148,95	14.827.228,31	9.884.818,87	0,67	0,90	20.298.475.550,24	250
7	12.800.840,44	16.474.698,12	11.532.288,68	0,70	0,90	20.298.475.550,24	237
8	14.629.531,93	18.122.167,93	13.179.758,49	0,73	0,90	20.298.475.550,24	227
9	16.458.223,42	19.769.637,74	14.827.228,31	0,75	0,90	20.298.475.550,24	220
10	20.115.606,40	34.596.866,05	18.122.167,93	0,52	0,90	20.298.475.550,24	282
11	23.772.989,38	49.424.094,35	21.417.107,55	0,43	0,90	20.298.475.550,24	317
12	208.470.829,97	64.251.322,66	187.811.558,53	2,92	0,90	20.298.475.550,24	116
13	1.382.490.767,20	130.150.115,12	1.245.487.177,65	9,57	0,90	20.298.475.550,24	99
14	3.346.505.428,53	459.644.077,46	3.014.869.755,41	6,56	0,90	20.298.475.550,24	109
15	4.942.953.100,17	2.299.867.857,13	4.453.110.901,03	1,94	0,90	20.298.475.550,24	143
16	6.636.321.420,84	4.336.140.544,39	5.978.667.946,66	1,38	0,90	20.298.475.550,24	161
17	8.550.961.411,92	6.822.172.490,25	7.703.568.839,51	1,13	0,90	20.298.475.550,24	173
18	10.732.590.360,68	9.308.204.436,11	9.669.000.324,87	1,04	0,90	20.298.475.550,24	178
19	11.539.043.308,21	9.308.204.436,11	10.395.534.511,83	1,12	0,90	20.298.475.550,24	175
20	11.539.043.308,21	9.308.204.436,11	10.395.534.511,83	1,12	0,90	20.298.475.550,24	176

Sumber : Hasil Data Proyek

Pada Tabel 2 menunjukkan nilai ACWP (*Actual Cost of Work Performance*) pada minggu ke-20 adalah Rp. 11.539.043.308,21, nilai BCWP (*Budgeted Cost of Work Performance*) pada minggu ke-20 adalah Rp. 9.308.204.436,11, nilai BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*) pada minggu ke-20 adalah Rp. 10.395.534.511,83, nilai SPI (*Schedule Performance Index*) pada minggu ke-1 hingga minggu ke-11 adalah 0,59 dimana nilai SPI adalah kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan, pada minggu ke-12 hingga minggu ke-20 adalah 2,97 dimana nilai SPI lebih dari 1 yang menunjukkan proyek mengalami percepatan. Nilai CPI (*Cost Performance Index*) pada minggu ke-1 hingga minggu ke-20 adalah 0,9 dimana nilai CPI kurang dari 1 maka proyek mengalami pembengkakan biaya. Perkiraan biaya menggunakan metode *earned value* adalah sebesar Rp. 20.298.475.550,24. Perkiraan waktu menggunakan metode *earned value* pada minggu ke-20 adalah 176 hari.

4.2 Grafik Hubungan ACWP, BCWP, BCWS

Grafik hubungan ACWP, BCWP, BCWS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan ACWP, BCWP, BCWS

Pada Gambar 3 menunjukkan nilai ACWP (*Actual Cost of Work Performance*) pada minggu ke-20 adalah Rp 11.539.043.308,21, nilai BCWP (*Budgeted Cost of Work Performance*) pada minggu ke-20 adalah Rp 9.308.204.436,11, nilai BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*) pada minggu ke-20 adalah Rp 10.395.534.511,83.

4.3 Perhitungan Nilai Kerugian Pada Proyek

Perhitungan nilai kerugian dengan nilai $ACWP - EAC = Rp. 11.539.043.308,21 - Rp. 20.298.475.550,24 = -Rp. 8.759.432.242,03$. ΔH EAC bernilai negatif yang menandakan proyek memiliki proyeksi kerugian dengan nilai sebesar Rp. 8.759.432.242,03.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa nilai SPI (*Schedule Performance Index*) pada minggu ke-1 hingga minggu ke-11 adalah 0,59 dimana nilai SPI adalah kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan, pada minggu ke-12 hingga minggu ke-20 adalah 2,97 dimana nilai SPI lebih dari 1 yang menunjukkan proyek mengalami percepatan. Nilai CPI (*Cost Performance Index*) pada minggu ke-1 hingga minggu ke-20 adalah 0,9 dimana nilai CPI kurang dari 1 maka proyek mengalami pembengkakan biaya. Hasil estimasi biaya menggunakan *earned value* sebesar Rp 20.298.475.550,24 hal ini menunjukkan estimasi biaya meningkat 0,76% dari nilai ACWP pada minggu ke-20. Hasil estimasi waktu menggunakan metode *earned value* pada minggu ke-20 adalah 176 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. Utami, “Analisis Kinerja Proyek Peningkatan Jalan Johar-Gempol, Kabupaten Karawang Menggunakan Analisa Nilai Hasil (Earned Value Analysis),” *J. Jasa Konstr.*, vol. 1, no. 2, hal. 46–54, 2022.
- [2] B. A. Harsono, S. Winarto, dan Y. C. Setianto, “Perencanaan Peningkatan Jalan Pada Ruas Jalan Pacitan-Ngadirojo,” *J. Manaj. Teknol. dan Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, hal. 291–302, 2018.
- [3] M. I. Maromi dan R. Indryani, “Metode Earned Value untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya,” *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, hal. D54–D59, 2015.
- [4] N. B. Satrio, “Evaluasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Earned Value Pada Pelebaran Jembatan Sial Ruas Jalan Hangtuah Pekanbaru.” Universitas Islam Riau, 2021.
- [5] A. Sugiyanto dan O. Gondokusumo, “Perbandingan Metode Earned Value, Earned Schedule, Dan Kalman Filter Earned Value Untuk Prediksi Durasi Proyek,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, hal. 155–166, 2020.
- [6] B. Witjaksana dan S. P. Reresi, “Analisis Biaya Proyek Dengan Metode Earned Value Dalam Proses Kinerja,” *J. Tek. Sipil Untag Surabaya*, vol. 5, no. 2, hal. 45–56, 2012.
- [7] M. Priyo, “Earned value management system in Indonesian construction projects,” *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 13, no. 3, hal. 37–45, 2021.
- [8] M. I. Kurniawan, D. A. R. Wulandari, dan J. Tistogondo, “Evaluation Of Construction Project Time And Cost Control Based On Earned Value And Crash Project Method,” *Neutron*, vol. 21, no. 1, hal. 20–26, 2021.
- [9] M. Proaño-Narváez, C. Flores-Vázquez, P. Vásquez Quiroz, dan M. Avila-Calle, “Earned Value Method (EVM) for Construction Projects: Current Application and Future Projections,” *Buildings*, vol. 12, no. 3, hal. 301, 2022.
- [10] Z. Zainuri dan W. Apriani, “Pengendalian Biaya dan Waktu dengan Metode Earned Value (Studi Kasus: Rancang dan Bangun Sistem Penyediaan Air Minum Kota Dumai 450 LPD Tahap 1A),” *J. Rekayasa Konstr. Mek. Sipil*, vol. 4, no. 1, hal. 45–54, 2021.
- [11] I. A. P. S. Mahapatni, I. B. Wirahaji, dan I. M. H. Wijaya, “Pengendalian Proyek dengan Earned Value Method (Evm) pada Proyek Pemeliharaan Jalan Provinsi Denpasar-Simpang Pesanggaran,” *Widya Tek.*, vol. 13, no. 02, hal. 37–46, 2019.
- [12] R. Fauzan, M. Munardy, dan K. Miswar, “Analisis Waktu Dan Biaya Proyek Peningkatan Jalan TKG. Muda Lamukta Lhokseumawe Dengan Metode Earned Value,” *J. Sipil Sains Terap.*, vol. 5, no. 01, 2022.
- [13] D. Przywara dan A. Rak, “Monitoring of Time and Cost Variances of Schedule Using Simple Earned Value Method Indicators,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 4, hal. 1357, 2021.
- [14] S. Radhitya Akbar, A. Setiawan, M. R. Istambul, dan R. H. B. A. Siddiq, “Analysis of Control of Costs and Time with Earned Value Method on Road Maintenance Projects in Palmerah District, West Jakarta,” 2019.
- [15] R. Setiawan dan A. Handayani, “Analysis of Ramp on Off Costs And Time Using the Earned Value Analysis (EVA) Method,” *ADRI Int. J. Civ. Eng.*, vol. 7, no. 1, hal. 144–150, 2022.