

ISSN CETAK : 2527 - 5542
ISSN ONLINE : 2775 - 6017

REKAYASA

JURNAL TEKNIK SIPIL



UNIRA
UNIVERSITAS
MADURA

FT
FAKULTAS TEKNIK

Volume 6 , Nomer 2
DESEMBER 2021

REKAYASA JURNAL TEKNIK SIPIL

Media Publikasi Karya Ilmiah di Bidang Teknik Sipil

Volume 6, Nomer 2.

Desember 2021

Penanggung Jawab :

Ir. Moch. Hazin Mukti, MT., MM

Mitra Bestari :

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT

Dr. Ir Subagyo, MT

Dr. Faisal Estu Yulianto, ST., MT.

Dr. Ir. Gusfan Khalik, MT.

Komite Pelaksana :

Dedy Asmaroni, ST., MT.

Taurina Jemmy Irwanto, ST., MT.

Ahmad Fatoni ST., MT.

Aldi Setiawan, ST., MT.

Ahmad Fausi, ST.

Komite Pelaksana :

Fakultas Teknik – Universitas Madura

Jl. Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekasan 69317

Telp. (0324) 322231 psw 114 Fax (0324) 327418

Email : Jurnal.rekayasa.unira@gmail.com

REKAYASA JURNAL TEKNIK SIPIL

Media Publikasi Karya Ilmiah di Bidang Teknik Sipil

Volume 6, Nomer 2.

Desember 2021

DAFTAR ISI

- 1. Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pagar Menggunakan Metode Time Study Pada Pembangunan Kantor & Gudang Djarum DSO (*Distric Sales Office*) Pamekasan**
Dedy Asmaroni, Sasqia Sesaria 1-6
- 2. Analisis Pemilihan Moda Transportasi Umum Antara Bus dan Kereta Api Trayek Kota Surabaya – Kota Yogyakarta**
Mutia Firdausi, Dewangga Firman Yulianto Putra 7-12
- 3. Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Kerusakan Jalan Menggunakan Metode (PCI) Tirta Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang**
M. Sa'dillah, Andy Kristafi Arifianto, Jose A P Dos Reis 13-18
- 4. Respon Struktur Multi Dof Terhadap Beban Harmonik Periodik**
Sartika Dewi Usman 19-24
- 5. Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Menggunakan Metode Analisa Standart Kementerian PUPR Tahun 2016 dan SNI Tahun 2018 Pada Proyek Pembangunan Kantor Djarum DSO (*Districk Sales Office*) Di Kota Pamekasan**
Dedy Asmaroni, Siti Wahyuni 25-29

ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA PEKERJAAN PAGAR MENGGUNAKAN METODE TIME STUDY PADA PEMBANGUNAN KANTOR & GUDANG DJARUM DSO (*District Sales Office*) PAMEKASAN

Dedy Asmaroni¹ dan Sasqia Sesaria²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan
E-mail: dedyasmaroni@gmail.com, sasqiasesaria21@gmail.com.

ABSTRAK: Produktivitas tenaga kerja menentukan keberhasilan pelaksanaan jadwal proyek konstruksi, karena berdampak kepada kesesuaian antara perencanaan jadwal konstruksi dengan progres pekerjaan di lapangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *time study*. Metode *time study* adalah metode pengukuran produktivitas tenaga kerja di lapangan dengan cara menentukan *standard time* suatu pekerjaan. Hasil perhitungan diperoleh nilai produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan tulangan RW3 yaitu plat pondasi, tulangan dinding beton, kolom sirip, dan tulangan kolom pagar berturut-turut adalah 2.214,92 kg/OH, 731.658,4 kg/OH, 1.441,62 kg/OH, dan 174,13 kg/OH. Sedangkan nilai produktivitas pada pekerjaan pemasangan tulangan RW5 yaitu plat pondasi, tulangan dinding beton, kolom sirip, dan tulangan kolom pagar berturut-turut adalah 2.215,7 kg/OH, 470.1145 kg/OH, 1186.72 kg/OH, dan 83.52 kg/OH. Untuk bekisting diperoleh nilai produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan bekisting RW3 yaitu plat pondasi, tulangan dinding beton, kolom sirip, dan tulangan kolom pagar berturut-turut adalah 155,48 m²/OH, 12.72 m²/OH, 7.3065 m²/OH, dan 17.09 m²/OH. Sedangkan nilai produktivitas pada pekerjaan pemasangan bekisting RW5 yaitu plat pondasi, tulangan dinding beton, kolom sirip, dan tulangan kolom pagar berturut-turut adalah 60 m²/OH, 7.84 m²/OH, 5.46 m²/OH, dan 15.04 m²/OH. Analisa produktivitas menunjukkan bahwa letak antara material dan tempat pengerjaan, jumlah tenaga kerja, *relaxation allowances*, dan material yang digunakan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan struktur pagar.

Kata Kunci : Produktivitas, *Standard Time*, Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas.

1. PENDAHULUAN

Proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang dikerjakan dalam waktu terbatas menggunakan sumber daya tertentu dengan harapan untuk memperoleh hasil yang terbaik pada waktu yang akan datang. Sumber daya merupakan faktor penentu dalam keberhasilan suatu proyek konstruksi.

Sumber daya manusia (SDM) adalah salah satu faktor penting dalam suatu pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi. Sebuah pekerjaan sekecil apapun apabila tidak didukung dengan sumber daya manusia yang bagus dalam hal kualitas dan produktivitas, tidak akan memberikan hasil yang maksimal dan memuaskan dalam sebuah proyek. Bahkan, akibat penggunaan sumber daya manusia yang kurang tepat bisa mengakibatkan sebuah kerugian yang besar pada proyek konstruksi.

Salah satu masalah utama dalam proyek konstruksi di Indonesia adalah produktivitas tenaga kerja yang rendah. Produktivitas tenaga kerja yang baik sangat diperlukan untuk keberhasilan proyek konstruksi. Produktivitas tenaga kerja menentukan keberhasilan pelaksanaan jadwal proyek konstruksi, karena akan berdampak kepada kesesuaian perencanaan jadwal konstruksi dengan progres pekerjaan konstruksi di lapangan, dimana jadwal konstruksi dengan progres pekerjaan konstruksi akan berpengaruh pada durasi (waktu) dan biaya proyek.

Produktivitas tenaga kerja adalah tingkat kemampuan tenaga kerja dalam menghasilkan produk atau menyelesaikan suatu pekerjaan dengan volume tertentu dalam batas waktu tertentu dalam kondisi standar dan diukur dalam satuan volume/hari-orang.

Menurut Burhanuddin Yusuf (2016) Faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja, antara lain:

pengetahuan, ketrampilan, sikap, dan kemampuan. Tenaga kerja yang sudah memiliki banyak pengalaman tentu akan memiliki nilai produktivitas yang lebih tinggi dibanding tenaga kerja pemula. Beda halnya dengan faktor usia, produktivitas tenaga kerja yang berusia muda bisa lebih tinggi dibandingkan dengan tenaga kerja yang sudah berusia lanjut karena perbedaan stamina.

Pekerjaan struktur merupakan salah satu aktivitas kritis dalam perencanaan jadwal sebuah proyek. Pekerjaan pagar diambil sebagai penelitian karena proyek berada dalam tahap pekerjaan pembangunan gedung.

Berdasarkan uraian diatas, maka sangat penting untuk melakukan analisa produktivitas tenaga kerja. maka sangat penting untuk melakukan analisa produktivitas tenaga kerja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Metode *time study* atau pembelajaran waktu adalah metode pengukuran produktivitas dari tenaga kerja di lapangan dengan cara menentukan waktu standar untuk suatu pekerjaan.

Menurut (Trisiany dan Halim, 2006 dalam Leonart Malamassam, 2016) kegunaan utama dari *time study* adalah menghasilkan waktu standar suatu pekerjaan dengan kondisi tertentu, sehingga setelah itu dapat dihitung produktivitasnya.

Tahap-tahap dalam menentukan *standard time* yaitu:

- 1) Mengukur *basic time*, untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas pekerjaan.
- 2) Menentukan *Rate*, untuk memberi bobot pekerjaan yang diteliti.
- 3) Menghitung *standard time*

1) Basic time

Basic time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dengan rating standard. Pengukuran basic time dilakukan dengan tujuan mencatat waktu yang diperlukan untuk beberapa aktivitas konstruksi.

$$Basic\ time = Observasi\ time \times Observasi\ rating / standart\ rating$$

2) Rate

Menurut (Olomolaiye, dkk, 1998 dalam Leonart Malamassam, 2016), pengukuran basic time saja tidak cukup untuk menghasilkan penaksiran mengenai usaha yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah operasi karena kemampuan kerja atau efisiensi dari tukang juga berpengaruh terhadap waktu. Berikut adalah kriteria yang dapat memudahkan seorang pengamat untuk menentukan rate terhadap pekerjaan yang diamati. Nilai rate pekerjaan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rate Pekerjaan

Rate	Deskripsi
0	Tidak ada aktivitas
50	Sangat lambat, tidak memiliki keahlian, tidak termotivasi
75	Tidak cepat, kemampuan rata-rata, tidak tertarik
100	Cepat, kemampuan yang kualifikasi, termotivasi
125	Sangat cepat, kemampuan tinggi, termotivasi dengan baik
150	Sangat cepat, sangat berusaha dan konsentrasi

Sumber : Ardi dan Wanandy (2015)

3) Standard Time

Standard time adalah ukuran waktu yang dijadikan sebagai pedoman durasi pekerjaan suatu operasi konstruksi yang nilainya berbeda dari masing-masing proyek karena adanya perbedaan kondisi lapangan, kondisi manajemen, dan kemampuan tenaga kerja.

Rumus untuk mendapatkan nilai dari standard time yaitu:

$$Standart\ Time = Basic\ Time + Relaxation\ Allowences + Contingency\ Allowences$$

4) Relaxation Allowance

Tujuan dari adanya relaxation allowances adalah untuk mencegah ketidak-akuratan nilai standard time akibat beberapa faktor yang tidak pasti waktunya seperti waktu menganggur, waktu menunggu, lamanya waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk relaksasi atau melakukan peregangangan, dan waktu lainnya. Pengaruh relaxation terhadap basic time terdapat pada Tabel 2

Tabel 2. Pengaruh Relaxation terhadap Basic Time

Kondisi/Penyebab	Deskripsi	Persen dari Basic Time
Standar	Kebutuhan Pribadi (toilet,minum, cuci tangan, dsb) dan kelelahan normal	8
Posisi Kerja	-Berdiri	2
	-Posisi cukup sulit	2-7
	-Posisi sangat sulit (berbaring, tangan menjangkau maksimum,dsb)	2-7
Konsentrasi	-Perhatian biasa melihat gambar-gambar	0-5
	-Perhatian ekstra, penjelasan yang rumit dan panjang	0-8
Lingkungan	-Pecahayaayan: Cukup Sampai Remang-Remang	0-5
	-Ventilasi: Cukup Sampai Berdebu Lalu Kondisi Ekstrem/ Sangat Berdebu	0-10
	-Kebisingan: Tenang Sampai Bising	0-5
	-Panas: Sejuk Sampai 35 Derajat Celcius Kelembapan 95%	0-70
Tenaga yang digunakan	-Ringan: Beban Sampai 5kg	1
	-Beban: Beban Sampai 20kg	1-10
	-Berat: Beban Sampai 40kg	10-30
	-Sangat Berat: Beban Sampai 50kg	30-50

Sumber : Ardi dan Wanandy (2015)

1) Contingency Allowance

Bertujuan agar standard time menjadi akurat, penyebabnya adalah karena beberapa faktor yang tidak pasti waktunya. Contingency allowance ini biasanya adalah hubungan antara kontraktor dengan beberapa pihak. Menurut (Trisiany dan Halim, 2006 dalam Leonart Malamassam, 2016) contingency allowance akibat hal tak terduga pada proyek konstruksi biasanya cukup dengan nilai 5%.

3. METODE PENELITIAN

1) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada

subjek sebagai sumber informasi yang dicari. Sumber data primer diperoleh peneliti melalui wawancara yang terstruktur dan pengamatan lapangan dengan narasumber. Narasumber dalam penelitian ini adalah Tenaga Kerja (Tukang).

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa pihak yang berhubungan dengan asalah yang diteliti. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu *Shop drawing* (gambar rencana) adalah gambar yang dibuat oleh kontraktor yang menjadi dasar dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

• Hasil dan Analisa

Hasil akan ditentukan dari hasil analisa data yang sudah didapatkan dengan metode *time study*, pada pekerjaan pagar RW3 (*retaining wall* atau dinding penahan tanah) dan RW5 (*retaining wall* atau dinding penahan tanah) mengikuti pengamatan dilapangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi di lapangan adalah mengenai produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan struktur pagar yang terdiri dari pekerjaan penulangan dan pemasangan bekisting. Tiap pekerjaan struktur pagar terdiri dari elemen plat pondasi, dinding beton, kolom sirip, dan kolom pagar. Output pekerjaan diperoleh dari data yang dibuat oleh kontraktor dan digunakan peneliti sebagai perhitungan produktivitas tenaga kerja.

1) Perhitungan Basic Time

Basic time tiap pekerjaan struktur beton bertulang diperoleh dari form 2 atau form observasi lapangan dari tiap pekerjaan. Di dalam form 2 dicatat waktu pengamatan (*observe time*) dari tiap elemen aktivitas pekerjaan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Form Observasi lapangan

FORM. OBSERVASI LAPANGAN								Jenis Pekerjaan: Bekisting Plat Pondasi RW3 (1-4)	
								Tanggal: 14-03-2021	
								No.Observasi: 06	
No.	Elemen Aktivitas	R	Start (min)	Finish (min)	OT	OT (min)	BT (min)	Keterangan	
								1	Memasang Bekisting
2	Memaku bekisting	75	0:10:32	0:42:39	0:32:07	32.15	24.1125	2 orang	
Total OT						42.58			
Total BT tanpa Idle time							31.935		

R:Rate,OT:Observed Time,BT:Basic Time

Berikut adalah contoh perhitungan *basic time* Form observasi no.6. Pekerjaan plat pondasi RW3 (1-4), observasi no.6 dilakukan pada tanggal 14 maret 2021 dengan volume 14,4 m². Pekerjaan bekisting plat pondasi RW3 (1-4), terdiri dari aktivitas a) Memasang Bekisting, b) Memaku bekisting.

Berikut adalah contoh perhitungan *basic time* aktivitas pekerjaan plat pondasi RW3 (1-4).

- Memasang Bekisting

Observed time (OT) = 0:10:32 → 10.43 menit.

Basic time (BT) = OT x Rate/Standart Rating

= 10.43 x 75/100
= 7.8225 menit

- Memaku Bekisting

Observed time (OT) = 0:32:07 → 32.15 menit.

Basic time (BT) = OT x Rate/Standart Rating
= 32.15 x 75/100
= 24.1125 menit

2) Perhitungan Standart Time

Setelah mendapat nilai *basic time* setiap aktivitas, nilai *basic time* akan dimasukkan ke dalam form 3, untuk dijumlahkan dengan % *relaxation* dan *contingency allowances*. Sedangkan untuk form kesimpulan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Form Kesimpulan

Elemen Aktivitas	Total	Relaxation (%)						Con %	Total %	Total ST
		BT								
		S	P	K	L	T	M			
Memasang Bekisting	7.8225	8	3	1	64	1	4	5	86	14.5499
Memaku bekisting	24.1125	8	3	1	64	1	4	5	86	44.8493
Total									59.3991	

Dari form 3 (form kesimpulan) kita dapatkan nilai *standard time* (ST). Nilai ST kemudian akan digunakan untuk perhitungan nilai produktivitas. Persen relaksasi S adalah persen relaksasi standar yaitu sebesar 8%. Persen relaksasi P adalah persen relaksasi untuk posisi kerja yaitu sebesar 3% karena tukang melakukan pekerjaan pemasangan bekisting dengan posisi yang tidak terlalu sulit, yaitu hanya berdiri dan kemudian berdiri diatas *scaffolding* yang dibuat untuk membantu menjangkau bagian bekisting yang tinggi. Persen relaksasi K adalah persen relaksasi untuk konsentrasi. Diambil 1% karena pekerjaan tukang tidak perlu melihat gambar atau dengan penjelasan yang rumit. Persen relaksasi L adalah persen relaksasi untuk lingkungan yaitu suhu pada saat pekerjaan dilakukan. Suhu di Pamekasan yaitu 32°C, sehingga 32/35x70 = 64%. Persen relaksasi T ialah persen relaksasi untuk tenaga yang dibutuhkan. T diambil = 1% karena tukang tidak mengangkat beban yang lebih dari 5 kg saat pekerjaan bekisting plat pondasi RW3. Persen relaksasi M ialah persen relaksasi untuk kebosanan. Nilai M diambil = 4% karena pekerjaan pemasangan bekisting dilakukan berulang-ulang.

3) Perhitungan Nilai Produktivitas

Hasil kerja adalah nilai output yang dicatat pada form 1, dan jam kerja merupakan *standard time* yang diperoleh dari form kesimpulan (form 3). Nilai produktivitas tiap observasi dicatat dalam form 1.

Berikut contoh perhitungan nilai produktivitas pada pekerjaan penulangan plat pondasi RW3:

Produktivitas per menit = 988.36/179.564
= 5.504 kg/menit

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas per hari} &= 5.504 \text{ kg/menit} \times (60 \text{ menit} \\ &\quad \times 8 \text{ jam}) \\ &= 0,064 \text{ kg/menit} \times 480 \\ &\quad \text{menit} \\ &= 2641.92 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Tabel 5. Nilai Produktivitas Tenaga Kerja Tiap Observasi Penulangan RW3

Pekerjaan Penulangan	Nomor Observasi	Produktivitas		Jumlah Pekerja
		(Kg/hari)	(Kg/orang/hari)	
Plat Pondasi	1	2.641.92	1320.96	2
	7	1.946.88	973.44	2
	12	1.581.12	790.56	2
	18	1.441.44	720.72	2
	24	1.439.52	719.76	2
	29	1.319.52	659.76	2
	32	1.350.72	1350.72	1

4) Pembahasan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Plat Pondasi RW3

Nilai Produktivitas tenaga kerja tertinggi ada pada observasi 32, yaitu sebesar 1.350,72 kg/hari. Sedangkan nilai terendah terdapat pada observasi 29. Jika dilihat pada form 2 masing-masing observasi tersebut, terdapat perbedaan jumlah tenaga kerja, yaitu 1 tenaga kerja pada observasi 32 dan 2 tenaga kerja pada observasi 29. Secara berkelompok, produktivitas pekerjaan lebih besar jika dikerjakan dengan banyak orang, tetapi produktivitas perorangannya lebih baik jika dikerjakan dengan jumlah tenaga kerja yang tidak terlalu banyak. Artinya pekerjaan pemasangan tulangan plat pondasi RW3 lebih optimal jika dikerjakan dengan tenaga kerja yang tidak terlalu banyak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor jumlah tenaga kerja mempengaruhi produktivitas pada pekerjaan tulangan plat pondasi RW3.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Plat Pondasi RW5

Dari hasil pengolahan data, diperoleh nilai produktivitas rata-rata pekerjaan tulangan plat pondasi RW5 adalah 1.042,856 kg/hari. Namun nilai produktivitas pada observasi nomor 58 dibawah rata-rata, yaitu sebesar 741.36 kg/hari. Jika dilihat pada form observasi lapangan pekerjaan tersebut, diketahui bahwa ada aktivitas mengangkut tulangan utama menuju ke tempat pemasangan, sehingga elemen aktivitas tersebut menambah durasi pengerjaan. Jika dilihat pada observasi pekerjaan tulangan plat pondasi RW5 yang lain, tidak terdapat aktivitas mengangkut material ke tempat pekerjaan. Jadi dapat disimpulkan bahwa faktor letak material yang jauh dari tempat pengerjaan di lapangan dapat menjadi faktor penghambat produktivitas pekerjaan tulangan plat pondasi RW5.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Dinding Beton RW3

Nilai produktivitas tenaga kerja rata-rata pada pekerjaan tulangan dinding beton RW3 adalah 10.098,5 kg/hari. Nilai produktivitas

tertinggi terdapat pada observasi nomor 26 yaitu sebesar 1.357,92 kg/hari, sedangkan nilai produktivitas terkecil terdapat pada observasi nomor 33 yaitu sebesar 348,72 kg/hari. Nilai standar deviasi dari ini adalah 309,510, yang artinya nilai produktivitas pada pekerjaan ini tidak jauh beda satu sama lain. Perbedaan nilai produktivitas pekerjaan tulangan dinding beton RW3 terdapat pada kuantitas pekerjaan dan besar nilai standard time atau lamanya durasi pengerjaan tulangan dinding beton RW3.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Dinding Beton RW5

Nilai produktivitas tenaga kerja terendah terdapat pada observasi nomor 52, yaitu sebesar 190.08 kg/hari. Jika dilihat pada form 2 observasi 52, terdapat 2 tenaga kerja yang mengerjakan pekerjaan tersebut. Secara berkelompok nilai produktivitas pekerjaan yang dikerjakan oleh 2 orang lebih besar. Namun secara individu produktivitasnya lebih rendah. Artinya produktivitas lebih optimal jika dikerjakan secara berkelompok namun dengan jumlah tenaga kerja yang tidak terlalu banyak juga. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor jumlah tenaga kerja mempengaruhi produktivitas tenaga kerja.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Kolom Sirip RW3

Nilai produktivitas tenaga kerja tertinggi ada pada observasi 11, yaitu sebesar 1793,28 kg/hari. Sedangkan nilai terendah terdapat pada observasi 8. Jika dilihat pada form 2 masing-masing observasi tersebut, terdapat perbedaan jumlah pekerja, yaitu 1 tenaga kerja pada observasi 11 dan 2 tenaga kerja pada observasi 8. Secara berkelompok, produktivitas pekerjaan lebih besar jika dikerjakan dengan banyak orang, tetapi produktivitas perorangannya lebih baik jika dikerjakan dengan jumlah tenaga kerja yang tidak terlalu banyak. Artinya pekerjaan pemasangan tulangan kolom sirip RW3 lebih optimal jika dikerjakan dengan tenaga kerja yang tidak terlalu banyak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor jumlah tenaga kerja mempengaruhi produktivitas pada pekerjaan tulangan kolom sirip RW3.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Kolom Sirip RW5

Nilai produktivitas tenaga kerja rata-rata pada pekerjaan tulangan kolom sirip RW5 adalah 3.560,16 kg/hari. Nilai produktivitas tertinggi terdapat pada observasi nomor 62 yaitu sebesar 1.361,28 kg/hari, sedangkan nilai produktivitas terkecil terdapat pada observasi nomor 50 yaitu sebesar 1.060,32 kg/hari. Nilai standar deviasi dari ini adalah 156,153, yang artinya nilai produktivitas pada pekerjaan ini tidak jauh beda satu sama lain. Perbedaan nilai produktivitas pekerjaan tulangan kolom sirip RW5 terdapat pada kuantitas pekerjaan dan besar nilai standard time atau lamanya durasi pengerjaan tulangan kolom sirip RW5.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Kolom Pagar RW3

Dari hasil pengolahan data, diperoleh nilai produktivitas rata-rata pekerjaan tulangan kolom pagar RW3 adalah 79,883 kg/hari. Namun nilai produktivitas pada observasi nomor 38 dibawah rata-rata, yaitu sebesar 47,76 kg/hari. Jika dilihat pada form observasi lapangan pekerjaan tersebut, diketahui bahwa ada aktivitas mengangkut tulangan utama menuju ke tempat pemasangan, sehingga elemen aktivitas tersebut menambah durasi pengerjaan. Jika dilihat pada observasi pekerjaan tulangan kolom pagar RW3 yang lain, tidak terdapat aktivitas mengangkut material ke tempat pekerjaan. Jadi dapat disimpulkan bahwa faktor letak material yang jauh dari tempat pengerjaan di lapangan dapat menjadi faktor penghambat produktivitas pekerjaan tulangan kolom pagar RW3.

- Pekerjaan Pemasangan Tulangan Kolom Pagar RW5

Nilai produktivitas tenaga kerja terendah terdapat pada observasi nomor 101, yaitu sebesar 74.64 kg/hari. Jika dilihat pada form 2 observasi 101, terdapat 2 tenaga kerja yang mengerjakan pekerjaan tersebut. Secara berkelompok nilai produktivitas pekerjaan yang dikerjakan oleh 2 orang lebih besar. Namun secara individu produktivitasnya lebih rendah. Artinya produktivitas lebih optimal jika dikerjakan secara berkelompok namun dengan jumlah tenaga kerja yang tidak terlalu banyak juga. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor jumlah tenaga kerja mempengaruhi produktivitas tenaga kerja.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Plat Pondasi RW3

Nilai Produktivitas bekisting plat pondasi yang tertinggi terdapat pada nomor 30, yaitu 121.44 m²/hari. Sedangkan untuk nilai terendah pada nomor 23, yaitu 43.92 m²/hari. Rendahnya nilai produktivitas bekisting plat pondasi rw3, disebabkan karena terjadi keterlambatan pada material. Hal ini dapat membuat produktivitas tenaga kerja berkurang.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Plat Pondasi RW5

Nilai produktivitas rata-rata pekerjaan bekisting plat pondasi RW5 adalah 60 m²/hari. Nilai produktivitas tenaga kerja bekisting plat pondasi RW5 pada observasi 66 jauh dibawah rata-rata yaitu sebesar 36.96 m²/hari. Apabila dilihat pada form rekapitulasi, dapat dilihat bahwa pekerjaan pada observasi tersebut menggunakan material yang konvensional, yaitu sabuk kolom yang terbuat dari kayu. Sehingga pada proses pengerjaannya pemasangan sabuk kolom tersebut memakan waktu yang lama. Jadi dapat disimpulkan bahwa faktor material yang mempengaruhi produktivitas pada pekerjaan bekisting plat pondasi RW5.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Dinding Beton RW3

Dari hasil pengolahan data, diperoleh nilai produktivitas rata-rata pekerjaan bekisting dinding

beton RW3 adalah 12,72 m²/hari. Namun nilai produktivitas pada observasi nomor 68 dibawah rata-rata, yaitu sebesar 5.76 m²/hari. Jika dilihat pada form observasi lapangan pekerjaan tersebut, diketahui bahwa ada aktivitas mengangkut bekisting menuju ke tempat pemasangan, sehingga elemen aktivitas tersebut menambah durasi pengerjaan. Jika dilihat pada observasi pekerjaan bekisting dinding beton RW3 yang lain, tidak terdapat aktivitas mengangkut material ke tempat pekerjaan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa faktor letak material yang jauh dari tempat pengerjaan di lapangan dapat menjadi faktor penghambat produktivitas pekerjaan bekisting dinding beton RW3.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Dinding Beton RW5

Nilai produktivitas tenaga kerja rata-rata pada pekerjaan tulangan dinding beton rw5 adalah 8,08 m²/hari. Nilai produktivitas tertinggi terdapat pada observasi nomor 88 yaitu sebesar 10.08 m²/hari, sedangkan nilai produktivitas terkecil terdapat pada observasi nomor 67 yaitu sebesar 4.56 m²/hari. Nilai standar deviasi dari ini adalah 2,903, yang artinya nilai produktivitas pada pekerjaan ini tidak jauh beda satu sama lain. Perbedaan nilai produktivitas pekerjaan tulangan dinding beton RW5 terdapat pada kuantitas pekerjaan dan besar nilai standard time atau lamanya durasi pengerjaan tulangan dinding beton RW5.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Sirip RW3

Nilai Produktivitas bekisting kolom sirip RW3 yang tertinggi terdapat pada nomor 48, yaitu 13.2 m²/hari. Sedangkan untuk nilai terendah pada nomor 47, yaitu 4.56 m²/hari. Rendahnya nilai produktivitas bekisting kolom sirip RW3, disebabkan karena terjadi keterlambatan pada material. Hal ini dapat membuat produktivitas tenaga kerja berkurang.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Sirip RW5

Nilai produktivitas tenaga kerja terendah terdapat pada observasi nomor 90, yaitu sebesar 3,84 m²/hari. Jika dilihat pada form 2 observasi 90, terdapat 2 tenaga kerja yang mengerjakan pekerjaan tersebut. Secara berkelompok nilai produktivitas pekerjaan yang dikerjakan oleh 2 orang lebih besar. Namun secara individu produktivitasnya lebih rendah. Artinya produktivitas lebih optimal jika dikerjakan secara berkelompok namun dengan jumlah tenaga kerja yang tidak terlalu banyak juga. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor jumlah tenaga kerja mempengaruhi produktivitas tenaga kerja.

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Pagar RW3

Nilai produktivitas rata-rata pekerjaan bekisting kolom pagar RW3 adalah 17,109 m²/hari. Nilai produktivitas tenaga kerja bekisting

kolom pagar rw3 pada observasi 80 dan observasi 93 jauh dibawah rata-rata yaitu sebesar 12 m²/hari dan 14.88 m²/hari. Apabila dilihat pada form rekapitulasi, dapat dilihat bahwa pekerjaan pada observasi tersebut menggunakan material yang konvensional, yaitu sabuk kolom yang terbuat dari kayu. Sehingga pada proses pengerjaannya pemasangan sabuk kolom tersebut memakan waktu yang lama. Sedangkan pada observasi 91 dan observasi 92, nilai produktivitasnya diatas rata-rata, yaitu sebesar 23.76 m²/hari dan 18.48m²/hari.

Pada kedua observasi tersebut pekerjaannya menggunakan sabuk kolom yang terbuat dari panel baja. Pada prosesnya, pemasangan sabuk kolom panel baja lebih cepat daripada pemasangan sabuk kolom dari kayu. Jadi dapat disimpulkan bahwa faktor material yang mempengaruhi produktivitas pada pekerjaan bekisting kolom

- Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Pagar RW5

Nilai Produktivitas bekisting kolom pagar RW5 yang tertinggi terdapat pada nomor 105, yaitu 17.04 m²/hari. Sedangkan untuk nilai terendah pada nomor 103, yaitu 12 m²/hari. Rendahnya nilai produktivitas bekisting kolom pagar RW5, disebabkan karena terjadi keterlambatan pada material. Hal ini dapat membuat produktivitas tenaga kerja berkurang.

4. KESIMPULAN

Dari analisa dan perhitungan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

1. Nilai rata-rata produktivitas tenaga kerja untuk tiap pekerjaan struktur pagar:
 - a. Pekerjaan tulangan plat pondasi RW3 2.214,92 kg/OH, pekerjaan tulangan dinding beton RW3 731.658,4 kg/OH, pekerjaan tulangan kolom sirip RW3 1.441,62 kg/OH, pekerjaan tulangan kolom pagar RW3 174,13 kg/OH.
 - b. Pekerjaan tulangan plat pondasi RW5 2.215,7 kg/OH, pekerjaan tulangan dinding beton RW5 470.1145 kg/OH, pekerjaan tulangan kolom sirip RW5 1186.72 kg/OH, pekerjaan tulangan kolom pagar RW5 83.52 kg/OH.
 - c. Pekerjaan bekisting plat pondasi RW3 155,48 m²/OH, pekerjaan bekisting dinding beton RW3 12.72 m²/OH, pekerjaan bekisting kolom sirip RW3 7.3065 m²/OH, pekerjaan bekisting kolom pagar RW3 17.09 m²/OH.
 - d. Pekerjaan bekisting plat pondasi RW5 60 m²/OH, pekerjaan bekisting dinding beton RW5 7.84 m²/OH, pekerjaan bekisting kolom sirip RW5 5.46 m²/OH, pekerjaan bekisting kolom pagar RW5 15.04 m²/OH.
2. Faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan tulangan adalah faktor posisi/letak antara material dan tempat pengerjaan, serta faktor jumlah tenaga kerja. Sedangkan faktor yang mempengaruhi nilai produktivitas tenaga kerja pada bekisting adalah faktor posisi/letak antara material dan

tempat pengerjaan, faktor material yang digunakan, serta faktor jumlah tenaga kerja.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, F. Wanandy, K.C. dan Alifen, R.S.2015. Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Beton Bertulang Proyek Bangunan Bertingkat (Studi Kasus Proyek Bangun Condominium Tp6). Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, Vol.4 No.2. Prodi Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Belladonna, Meilani, dkk.2019. Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Beton Bertulang Menggunakan Metode Time Study. Majalah Teknik Simes Vol. 13 No. 1 Januari 2019.
- Kusuma dan Nugraha.2012. Jurnal: Pengaruh Kompensasi, Lingkungan Kerja, dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan pada PT. Coca-cola Bottling Central Java.
- Malamassam L.2016. Analisa Produktivitas Pekerja Dengan Metode Time Study Pada Proyek Pembangunan Gedung Teknik Industri ITS.Tugas Akhir RC 141501/2015. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Surabaya.
- Piadjo, Rofilah Disya PS.2018. Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Industri Kecil Konveksi di Kecamatan Kotagede Kota Yogyakarta. Skripsi. Universitas Islam Indonesia Fakultas Ekonomi Yogyakarta
- Prawiro, S. Tjakra, J. dan Arsjad, T.T. 2015. Optimalisasi Produktivitas Tenaga Kerja Dalam Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Mantos Tahap III). Universitas Sam Ratulangi, Manado. Jurnal Tekno-Sipil, Vol. 13, No. 62. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan.
- Yusuf Burhanuddin.2016. Manajemen Sumber Daya Manusia. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

ANALISIS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI UMUM ANTARA BUS DAN KERETA API TRAYEK KOTA SURABAYA – KOTA YOGYAKARTA

Mutiara Firdausi¹ dan Dewangga Firman Yulianto Putra²

^{1,2}Teknik Sipil, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

E-mail: mutiara_firdausi89@itats.ac.id , dewanggafirman@gmail.com

ABSTRAK : Kota Yogyakarta merupakan kota wisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan dari berbagai kota termasuk juga kota Surabaya. Di kota ini perkembangan ilmu teknologi, ekonomi, transportasi, serta pembangunan sangat beragam, sehingga banyak sekali perjalanan menuju ke Yogyakarta salah satunya dari Surabaya. Moda transportasi yang dapat digunakan Surabaya ke Yogyakarta yaitu bus via tol transjawa dan kereta api yang akan dilakukan kajian lebih lanjut mengenai karakteristik dan probabilitas penumpang dalam pemilihan kedua moda tersebut. Penelitian ini menggunakan atribut pengaruh berubah selisih biaya perjalanan. Data yang digunakan adalah data primer berupa kuisioner dengan metode stated preference. Permodelan dilakukan menggunakan model regresi linier berganda dengan metode logit binomial selisih. Model yang di dapat dari regresi adalah $Y = 1.500 + 0.145 X_2 + 0.077 X_5 + -0.055 X_9 + 0.052 X_{10} + -0.070 X_{11} + 0.000001608 X_{14} + -0.003 X_{15}$. Hasil yang diperoleh dari karakteristik penumpang terbanyak berjenis kelamin perempuan 52%, berpendapatan perbulan < 2 juta rupiah 35%, latar belakang menggunakan moda kecepatan waktu 24%, frekuensi menggunakan moda bus 29% dan kereta api 35% lebih dari 1 tahun, biaya perjalanan Rp. 100.000 30%, dan waktu perjalanan 5 jam 30 menit 28%, memilih menggunakan moda kereta api 51% dan atribut yang paling berpengaruh adalah biaya perjalanan maka probabilitas dengan menggunakan logit binomial selisih didapatkan hasil 13,43% memilih bus dan 86,57% memilih kereta api. Sehingga untuk mencapai 50% keatas memilih bus maka moda bus harus menurunkan tarif minimal Rp. 20.000 dari kereta api.

Kata Kunci : Pemilihan Moda Transportasi Pelaku Perjalanan, Karakteristik dan Probabilitas

1. PENDAHULUAN

Kota Yogyakarta merupakan kota wisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan dari berbagai kota termasuk juga kota Surabaya. Di kota ini banyak tempat wisata yang cukup menarik, seperti Gunung Merapi, Candi Borobudur, Malioboro dan lain –lain. Tidak hanya itu, banyak juga warga Surabaya yang bekerja, kuliah, dan juga pulang ke kampung halamannya di kota Yogyakarta.

Jalan tol merupakan prasarana moda transportasi darat yang setiap tahunnya pembangunan jalan tol terus bertambah. Pada awalnya dari Surabaya menuju ke kota Yogyakarta membutuhkan waktu tempuh minimal 8 jam dikarenakan belum adanya jalan tol untuk ke Surabaya - Yogyakarta. Namun dengan adanya jalan tol Trans Jawa yang diresmikan oleh bapak Ir. H. Joko Widodo pada tahun 2018 rute Surabaya – Solo, maka dari Surabaya menuju ke Yogyakarta dapat di tempuh dengan waktu minimal 6 jam (Azhari 2018). Sehingga banyak PO Bus yang memanfaatkan adanya jalan tol Trans Jawa. Disisi lain kereta api tujuan Surabaya – Yogyakarta keberangkatan dari stasiun Gubeng menuju ke stasiun Lempuyangan dapat di tempuh dengan waktu maksimal 6 jam. Dengan demikian para pelaku perjalanan dapat memilih moda transportasi yang akan digunakan dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti waktu perjalanan, biaya perjalanan, keamanan, kenyamanan, dan faktor – faktor lainnya. Berdasarkan latar belakang yang sudah di uraikan di atas maka penulis dapat mengambil judul “**Analisis Pemilihan Moda Transportasi Umum Antara Bus dan Kereta Api Trayek Kota Surabaya – Kota Yogyakarta**”, dimana penelitian ini dilakukan untuk menganalisis faktor – faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi antara bus dan kereta api dari kota Surabaya ke kota Yogyakarta.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Transportasi

Transportasi secara umum dapat diartikan sebagai usaha pemindahan, atau penggerakan orang atau barang dari suatu lokasi, yang disebut lokasi asal, ke lokasi lain yang biasa disebut lokasi tujuan, untuk keperluan tertentu dengan menggunakan alat tertentu pula (Miro 2004). Dalam suatu kegiatan transportasi terdapat juga komponen – komponen yang mempengaruhinya. Komponen tersebut dapat berupa sarana dan prasarana. Menurut Tamin (2000) Sistem adalah gabungan beberapa komponen atau objek yang saling keterkaitan.

Model Pemilihan Moda Transportasi (*Mode Choice Models*)

Tujuan dari model pemilihan moda adalah untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan suatu moda. Maksud dari proses ini dilakukan untuk menyesuaikan model pemilihan moda pada tahun mula dengan mengetahui variabel bebas (atribut) yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Tingkat kesulitan pemilihan moda ini sangat tinggi karena banyak faktor yang sulit dikuantifikasi seperti kenyamanan, keamanan, keandalan, dan ketersediaan saat dibutuhkan.

Pemilihan moda transportasi merupakan hal yang penting pada perencanaan transportasi. Hasil analisis pemilihan moda ini sangat bermanfaat sebagai masukan bagi pihak penyedia jasa transportasi seperti bus, kereta api, pesawat, kapal laut dan juga sebagai bahan pertimbangan untuk penyedia jasa transportasi.

Moda Transportasi

Pemilihan moda transportasi sangat tergantung oleh beberapa hal, misanya pada pelaku perjalanan (trip maker) dan moda transportasi yang digunakan. Pemilihan moda tersebut dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok, yaitu :

- Pelaku Perjalanan (trip maker)
 - Kelompok choice, yaitu kelompok masyarakat yang mempunyai kemudahan akses dalam memenuhi mobilitas perjalanannya.
 - Kelompok captive, yaitu kelompok masyarakat yang terpaksa menggunakan angkutan umum karena tidak mempunyai banyak pilihan dalam memenuhi mobilitas perjalanannya.
- Alat Transportasi
 - Kendaraan pribadi, yaitu moda transportasi yang di khususkan untuk pribadi seseorang yang bebas digunakan kemana saja, kapan saja, dan dimana saja.
 - Kendaraan umum, yaitu moda transportasi yang diperuntukan untuk pelayanan bersama, mempunyai arah dan tujuan yang sama, dan terikat dengan trayek yang sudah ditentukan.

Moda transportasi yang akan di bahas dalam penelitian ini adalah angkutan umum bus dan angkutan umum kereta api dari Surabaya menuju ke Yogyakarta, sehingga perlu dibicarakan secara tersendiri dan jelas.

➤ Angkutan Umum Kereta Api

Angkutan umum kereta api banyak memiliki keunggulan yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan dengan kemajuan teknologi saat ini. Perkembangan transportasi menggunakan jalan rel bermula dari dikembangkannya usaha untuk meningkatkan pelayanan transportasi yang meliputi antara lain kuantitas pengangkutan, kecepatan perjalanan, dan keawetan sarana prasarannya. Keunggulan dari angkutan umum kereta api antara lain:

- Sangat efektif untuk transportasi darat yang memiliki jarak tempuh yang jauh.
- Mampu mengangkut barang dan penumpang secara massal.
- Tingkat keselamatan tinggi, dikarenakan kereta api memiliki jalur tersendiri dimana angkutan umum lainnya tidak diperkenankan masuk ke jalur baja.
- Gangguan cuaca tidak begitu berpengaruh terhadap pengoprasian kereta api.
- Hemat energy karena dapat menggunakan energi sekunder

➤ Angkutan Umum Bus

Angkutan umum bus merupakan angkutan umum massal yang penumpangnya memiliki kesamaan asal dan tujuan perjalanan. Kesamaan tujuan bukan berarti kesamaan maksud, yang berarti belum tentu melakukan kegiatan yang sama. Angkutan umum bus ini memiliki keunggulan sebagai berikut :

- Biaya modal dan ongkos angkut murah
- Kapasitas angkut lebih besar daripada mobil penumpang pribadi dan taksi
- Daerah jangkauan pelayanan bebas dan luas mulai dari jarak dekat, sedang sampai jauh atau dari tingkat lokal sampai internasional
- Dampak penggunaannya terhadap lingkungan lebih bersih daripada kendaraan pribadi
- Hemat energi dan tidak terlalu banyak polusi udara atau suara

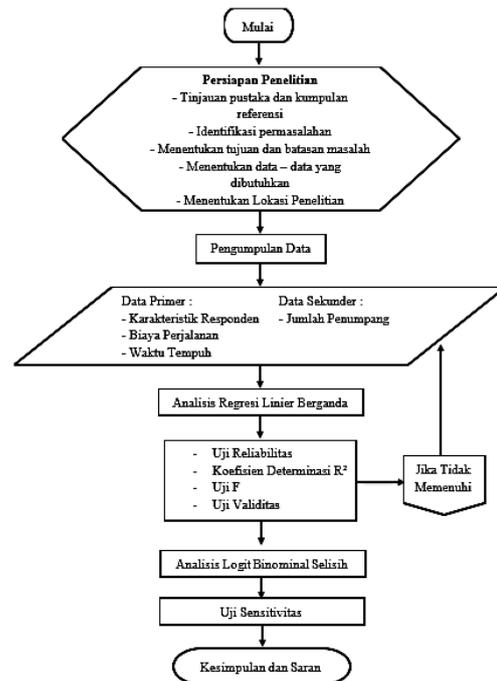
Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk

dipelajari dan kemudian di tarik kesimpulannya (Sugiyono 2007). Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono 2007). Maka sampel bisa diartikan dengan sebagian dari populasi yang karakteristiknya hendak di selediki, dan bisa mewakili keseluruhan dari populasi sehingga jumlah sampel lebih sedikit dari populasi.

3. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini untuk lebih terarah dan tidak menyimpang dari pembahasan., digambarkan seperti bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penentuan Variabel Penelitian

Variabel ini diperlukan sebagai dasar penyusunan kuisioner penelitian. Variabel – variab yang dianggap mempengaruhi penumpang dalam menentukan moda transportasi dalam penelitian ini terdiri dari :

1) Variabel Bebas (Independent Variable)

Penentuan variabel bebas dalam penelitian ini akan di jadikan variabel hipotesa yang akan di beri simbol X. berikut adalah faktor – faktor variabel bebas yang berpengaruh pada pemilihan moda transportasi :

- Usia
- Jenis Kelamin
- Pendidikan
- Pekerjaan
- Penghasilan
- Tujuan Perjalanan
- Kepemilikan Kendaraan Pribadi
- Latar Belakang Menggunakan Moda
- Biaya Perjalanan
- Waktu Perjalanan
- Jarak Dari Rumah ke Stasiun atau Terminal
- Frekuensi

2) Variabel Terikat (Dependent Variable)

Penentuan variabel terikat dalam penelitian ini adalah jenis moda transportasi dengan perjalanan Surabaya – Yogyakarta jalur darat. Variabel ini di beri simbol Y yang terdiri dari bus dan kereta api.

Pengumpulan Data

1) Data Primer

Data primer adalah data yang diambil dengan cara survey kuisisioner secara langsung yang di bagikan kepada pengguna moda transportasi. Pengguna moda transportasi akan menjadi responden untuk mengisi kuisisioner yang berisi tentang pertanyaan – pertanyaan yang menyangkut karakteristik pengguna moda transportasi. Pada hasil kuisisioner tersebut akan diperoleh variabel – variabel dalam pemilihan moda transportasi dengan perjalanan Surabaya – Yogyakarta.

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang di dapat dari sumber yang terkait yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder yang digunakan yaitu jumlah rata – rata penumpang bus dan kereta api dengan tujuan Surabaya – Yogyakarta.

Uji Keabsahan

1) Uji Validitas

Uji ini digunakan untuk menentukan valid atau tidaknya pertanyaan – pertanyaan yang ada pada kuisisioner dalam penelitian ini. Pertanyaan pada kuisisioner bisa dinyatakan valid apabila r tabel < r hitung begitupun sebaliknya.

2) Uji Reliabilitas

Uji ini digunakan untuk menentukan hasil perhitungan dinyatakan reliabel atau tidak. Apabila perhitungan dinyatakan reliabel maka data layak untuk dianalisa lebih lanjut. Pada penelitian ini menggunakan 0.5 untuk acuan uji reliabilitasnya.

Analisis Regresi Linier Berganda

Pada penelitian ini menggunakan bantuan MS. Excel dan Program SPSS agar dapat melakukan analisa regresi linier berganda. Analisa ini bertujuan untuk menguji ada atau tidaknya faktor – faktor yang berpengaruh terhadap keputusan penumpang dalam pemilihan moda transportasi tujuan Surabaya – Yogyakarta. Dari hasil analisa ini akan diperoleh persamaan dengan sejumlah koefisien regresi, sehingga masing – masing konstanta akan diperoleh dan dianalisis.

Analisis Uji F

Pada penelitian ini Uji F digunakan untuk menguji pengaruh yang signifikan dari variabel bebas terhadap variabel terikat secara keseluruhan. Untuk tingkat signifikan pada penelitian ini menggunakan 10% atau 0,1 apabila nilai nilai signifikan < 0,1, maka terdapat pengaruh yang signifikan secara bersama – sama antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Namun sebaliknya, apabila nilai signifikan > 0,1 maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan.

Model Logit Binomial Selisih

Dalam penelitian ini digunakan model logit binomial selisih untuk menghitung nilai probabilitas dari pemilihan moda transportasi, dengan 2 moda yang di dibandingkan yaitu bus patas dan kereta api ekonomi. Dari hasil permodelan logit binomial ini diperoleh probabilitas peluang dari masing – masing moda untuk dipilih oleh para pelaku perjalanan.

Analisis Uji Kepekaan (Sensitivitas)

Analisis uji kepekaan ini digunakan untuk mengetahui probabilitas antara kedua transportasi bus patas dan kereta api ekonomi dari kota Surabaya – kota Yogyakarta jika dilakukan perubahan kebijakan manajemen angkutan jalan raya maupun jalan baja. Perubahan tersebut misalnya harga bahan bakar minyak, perubahan waktu tempuh, perubahan biaya transportasi, tingkat pelayanan, dan lain – lain.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Sampel

Jumlah penumpang Kereta Api Sancaka dengan trayek Surabaya – Yogyakarta pada tahun 2019 sebesar 136.034 orang dalam setahun. Dalam penelitian ini penentuan jumlah sampel dengan cara sampling yang di kembangkan oleh Issac dan Michael dengan signifikan 90% atau tingkat kesalahan (e) sebesar 10%. Berdasarkan tabel penentuan jumlah Issac dan Michael dengan menggunakan interpolasi, maka jumlah sampel yang di butuhkan yaitu :

$$n = \frac{N}{1 + N \times (e)^2} = \frac{136.034}{1 + 136.034 \times 0.1^2} = 100 \text{ sampel}$$

Karakteristik Penumpang

1) Jenis Kelamin (X2)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta diambil secara acak dan menunjukkan bahwa kualitas layanan transportasi mempunyai dampak positif dimana hal tersebut berpengaruh terhadap hasil survei, responden yang mayoritas berjenis kelamin perempuan memilih penggunaan KA karena dinilai lebih unggul dari segi keamanan dan kecepatan waktu tempuh perjalanan.

2) Pendapatan Perbulan (X5)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta, menunjukkan bahwasanya mayoritas responden berpenghasilan < Rp. 2.000.000. Responden bergantung pada biaya moda transportasi yang lebih terjangkau karena menyesuaikan dengan pendapatan perbulannya.

3) Latar Belakang (X9)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta diambil secara acak. Dari 100 responden alasan pengguna KA menggunakan moda transportasi didominasi oleh responden yang bergantung pada kecepatan waktu. Dalam memilih moda transportasi hal terpenting adalah penumpang tepat waktu sampai pada lokasi tujuan maka dari itu kecepatan waktu menjadi hal yang diperhitungkan oleh responden. Kecepatan

waktu berpengaruh terhadap lama atau tidak waktu perjalanan yang akan responden butuhkan selain itu, keselamatan dan keamanan moda transportasi juga menjadi salah satu hal yang diperhitungkan berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan.

4) Frekuensi Angkutan Umum Bus (X10)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta. Dari 100 orang responden didominasi oleh orang yang jarang melakukan perjalanan jauh menggunakan angkutan umum bus dengan frekuensi > 1 tahun.

5) Frekuensi Angkutan Umum Kereta Api (X11)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta. Dari 100 orang responden didominasi oleh orang yang jarang melakukan perjalanan jauh menggunakan angkutan umum kereta api dengan frekuensi > 1 tahun.

6) Biaya Perjalanan (X14)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta. Dari 100 orang responden rata-rata didominasi oleh responden yang memilih biaya perjalanan paling murah dengan nominal Rp. 100.000. Jika dikaitkan dengan jumlah responden pada survey pendapat perbulan < Rp. 2.000.000 maka biaya perjalanan jelas menjadi pertimbangan dalam rentan satu kali perjalanan yang akan dilakukan berdasarkan korelasi antara jarak yang akan ditempuh dan kecepatan waktu yang didapatkan.

7) Waktu Perjalanan (X15)

Hasil survei yang dilakukan kepada 100 orang responden pengguna KA ekonomi dari Stasiun Gubeng yang menuju ke Stasiun Yogyakarta. Dari 100 orang responden didominasi oleh responden yang mempertimbangkan perjalanan dengan waktu 5 jam 30 menit. Sesuai dengan hasil survei pada latar belakang responden menentukan moda transportasi yang digunakan menunjukkan bahwa responden cenderung menggunakan moda transportasi yang cepat sampai tujuan karena berbanding lurus dengan waktu tempuhnya yang singkat. Responden perlu memprediksi lama atau tidak waktu perjalanan yang akan responden butuhkan termasuk memperhitungkan biaya perjalanan yang akan mereka keluarkan.

Analisis Regresi Linier Berganda

Tabel 1 Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	1.500	.362		4.144	.000
x1	.085	.072	.087	1.193	.236
x2	.145	.063	.145	2.280	.025
x3	.006	.040	.010	.141	.888
x4	-.020	.025	-.062	-.801	.425
x5	.077	.044	.167	1.740	.085
x6	.029	.031	.061	.939	.350
x7	.081	.058	.093	1.395	.167
x8	-.014	.042	-.022	-.328	.744
x9	-.055	.027	-.151	-2.058	.043
x10	.052	.028	.164	1.839	.069
x11	-.070	.033	-.221	-2.157	.034
x12	.067	.049	.108	1.367	.175
x13	.040	.044	.070	.892	.375
x14	1.608E-06	.000	.207	2.624	.010
x15	-.003	.001	-.232	-2.330	.022

a. Dependent Variable: y

Sumber : Output SPSS,2021

Maka dapat dibentuk model regresi yang terbentuk dari hasil analisis yang telah dilakukan. Model regresi yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$Y = 1.500 + 0.145 X2 + 0.077 X5 + -0.055 X9 + 0.052 X10 + -0.070 X11 + 0.000001608 X14 + -0.003 X15$$

Uji Reliabilitas

Tabel 2 Nilai Alpha Cronbach

Cronbach's Alpha	N of Items
.725	16

Sumber : Output SPSS,2021

Dalam Tabel 2 nilai Alpha Cronbach sebesar 0,725 maka data didalam penelitian ini dinyatakan kuat atau reliabel.

Koefisien Determinasi

Tabel 3 R Square

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.845 ^a	.715	.664	.291

Sumber : Output SPSS,2021

Nilai koefisien determinasi antara variabel Jenis Kelamin (X2), Pendapatan Perbulan (X5), Latar Belakang (X9), Frekuensi Angkutan Umum Bus (X10), Frekuensi Angkutan Umum Kereta Api (X11), Biaya Perjalanan (X14), Waktu Perjalanan (X15), dan Pemilihan moda transportasi (Y) secara bersamaan sebesar 0,715. Sedangkan untuk nilai signifikan dari pengujian koefisien determinasi dapat dilihat dari tabel r diatas dengan N = 100 dan tingkat kesalahan 10% atau 0,1 didapatkan nilai 0,1638 < 0.291 (nilai standart error SPSS), maka nilai koefisien determinasi dinyatakan signifikan.

Uji F

Tabel 4 ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	17.863	15	1.191	14.036	.000 ^a
Residual	7.127	84	.085		
Total	24.990	99			

Sumber : Output SPSS,2021

Tabel 4 menunjukkan nilai sig. dari hasil uji F adalah 0.000 yang lebih kecil dari 0.1, maka H0 ditolak atau menerima H1 yang berarti bahwa berdasarkan uji secara serentak, terdapat minimal terdapat satu variabel independen yang signifikan berpengaruh terhadap variabel dependen.

Uji Validitas

Tabel 5 Uji Validitas

Variabel	P-value Uji Validitas	Pearson Correlation	Kesimpulan
X1	0.000	0.568	Item Pertanyaan Valid
X2	0.059	0.189	Item Pertanyaan Valid
X3	0.000	0.567	Item Pertanyaan Valid
X4	0.000	0.606	Item Pertanyaan Valid
X5	0.000	0.555	Item Pertanyaan Valid
X6	0.000	0.420	Item Pertanyaan Valid
X7	0.092	0.169	Item Pertanyaan Valid
X8	0.001	0.314	Item Pertanyaan Valid
X9	0.000	0.420	Item Pertanyaan Valid
X10	0.000	0.503	Item Pertanyaan Valid
X11	0.000	0.534	Item Pertanyaan Valid
X12	0.000	0.608	Item Pertanyaan Valid
X13	0.000	0.655	Item Pertanyaan Valid
X14	0.000	0.385	Item Pertanyaan Valid
X15	0.000	0.458	Item Pertanyaan Valid
Y	0.089	0.171	Item Pertanyaan Valid

Sumber : Output SPSS,2021

Dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa semua item pertanyaan atau variabel memiliki p-value < 0.1 artinya seluruh pertanyaan atau variabel tersebut dinyatakan valid.

Model Logit Binomial Selisih

$$P_{BUS} = \frac{1}{1 + \exp(UBUS - UKA)}$$

$$P_{BUS} = \frac{1}{1 + \exp(1.8636)} = 0,1343$$

$$P_{KA} = 1 - P_{BUS} = 1 - 0,1343 = 0,8657$$

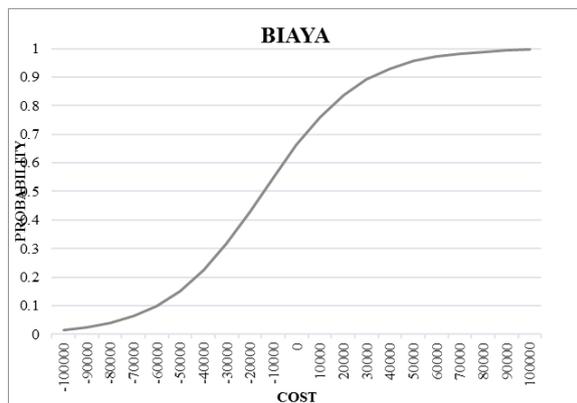
Dari hasil perhitungan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa probabilitas terpilihnya moda Kereta Api pada kondisi eksisting atau selisih tarif Rp.20.000 dan selisih waktu tempuh 60 menit adalah 86,57% dan probabilitas terpilihnya moda Bus adalah 13,43%.

Uji Sensitivitas

Tabel 6 Uji Sensitivitas Biaya Perjalanan

Selisih Biaya Perjalanan	Utilitas (Ubus - Uka)	Probabilitas Moda Bus	Probabilitas Moda KA
-100000	-4.1150	0.9839	0.0161
-90000	-3.6359	0.9743	0.0257
-80000	-3.1568	0.9592	0.0408
-70000	-2.6777	0.9357	0.0643
-60000	-2.1986	0.9001	0.0999
-50000	-1.7195	0.8481	0.1519
-40000	-1.2404	0.7756	0.2244
-30000	-0.7613	0.6816	0.3184
-20000	-0.2822	0.5701	0.4299
-10000	0.1969	0.4509	0.5491
0	0.6760	0.3372	0.6628
10000	1.1551	0.2396	0.7604
20000	1.6342	0.1633	0.8367
30000	2.1133	0.1078	0.8922
40000	2.5924	0.0696	0.9304
50000	3.0715	0.0443	0.9557
60000	3.5506	0.0279	0.9721
70000	4.0297	0.0175	0.9825
80000	4.5088	0.0109	0.9891
90000	4.9879	0.0068	0.9932
100000	5.4670	0.0042	0.9958

Sumber : Perhitungan Excel,2021



Gambar 2 Grafik Uji Sensitivitas Biaya Perjalanan

Berdasarkan uji sensitivitas terhadap perubahan biaya sebagaimana diperlihatkan pada grafik diatas, terlihat bahwa pada saat selisih tarif (0) nol probabilitas terpilihnya moda bus sebesar 33,72% dan moda kereta api 66,28%. Untuk meningkatkan peluang terpilihnya moda bus menjadi 50% keatas, maka moda bus harus

menurunkan tarif minimal sebesar Rp. 20.000 dari kereta api.

5. Kesimpulan

1. Karakteristik pengguna moda transportasi Surabaya–Yogyakarta terbanyak berjenis kelamin perempuan 52%, berpendapatan perbulan < 2 juta rupiah 35%, latar belakang menggunakan moda kecepatan waktu 24%, frekuensi menggunakan moda bus 29% dan kereta api 35% lebih dari 1 tahun, biaya perjalanan Rp. 100.000 30%, dan waktu perjalanan 5 jam 30 menit 28%, memilih menggunakan moda kereta api 51%.
2. Atribut yang paling berpengaruh dalam pemilihan moda transportasi adalah biaya perjalanan.
3. Probabilitas moda transportasi dengan menggunakan logit binomial selisih didapatkan hasil 13,43% memilih bus dan 86,57% memilih kereta api dengan selisih tarif Rp. 20.000 dan selisih waktu perjalanan 60 menit atau 1 jam.

6. Daftar Pustaka

Dyaning Wahyu Primasari, Jenny Ernawati, Agus Dwi W (2013). Pemilihan Moda Transportasi ke Kampus Oleh Mahasiswa Universitas Brawijaya. Malang: Universitas Brawijaya Malang.

Fidel Miro (2004). Pengantar Sistem Transportasi. Jakarta: Erlangga

Freddy Jansen dan Samuel Y.R.Rompis (2017). Model Pemilihan Moda Transportasi Dalam Provinsi. Manado: Universitas Sam Ratulangi.

Ida Bagus Putu Widiarta (2010). Analisis Pemilihan Moda Transportasi Untuk Perjalanan Kerja. Bali: Universitas Udayana

Ludfi Djakfar, Amelia Kusuma Indriastuti, Akhmad Sya’ban Nasution (2010). Studi Karakteristik dan Model Pemilihan Moda Angkutan Mahasiswa Menuju Kampus (Sepeda Motor Atau Angkutan Umum) di Kota Malang. Malang: Universitas Brawijaya Malang.

Oktaviani dan Andre Yudi Saputra (2015). Alternatif Pemilihan Moda Transportasi Umum (Studi Kasus: Bus dan Kereta Api Trayek Kota Padang – Kota Pariman). Pekanbaru: Universitas Negeri Padang.

Rahmad Saputra, Renni Anggraini, M. Isya (2017). Analisa Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Moda Menuju Tempat Kerja Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.

Sugiyono. 2007. Statistika Untuk Penelitian. Bandung: CV. ALFABETA.

Tamin, ofyar Z. 2000. Perencanaan & Pemodelan Transportasi. Bandung: ITB.

Teguh Pujiyanto 2016. Analisa Pemilihan Moda Transportasi Penumpang Antara Bus dan Kereta Api Rute Purwodadi – Semarang. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Kerusakan Jalan Menggunakan Metode (PCI) Tirta Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang

M. Sa'dillah¹, Andy Kristafi Arifianto² dan Jose A P Dos Reis³
¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang
E-mail: muhsad93@gmail.com

ABSTRAK : Tanah adalah suatu himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan relatif lepas, salah satunya pada konstruksi jalan raya. Tanah sebagai pondasi sangat berpengaruh terhadap kualitas pelayanan dan kondisi konstruksi jalan. Kondisi ini terjadi di Jalan Tirta Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang yang merupakan obyek penelitian. Dari hasil penelitian yang dilakukan sepanjang 1000 m yang dibagi menjadi 200 m persegmen di Jalan Tirta Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang, kondisi jalan mengalami kerusakan. Hal ini dilihat dari kerusakan permukaan aspal yang terkelupas, retak, dan berlubang. Nilai rata-rata *Pavement Condition Index (PCI)* jalan Tirta Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang yaitu 44 Cukup (Fair), jenis tanah setelah dilakukan penelitian dan lolos ayakan 200 = 35% tanah berbutir sebagian besar lanau dan lempung. Hasil analisa saringan lolos ayakan 200, 20, dan 10 yaitu batu pecah, kerikil, dan pasir. Hasil analisa kadar air rata-rata yaitu 54,05%, hasil rata-rata nilai plastisitas yaitu 1,1 % < 10 % sehingga rata-rata tingkat plastisitas segmen rendah dengan jenis tanah Lanau. Hasil nilai rata-rata CBR dan DDT menggunakan alat DCP yaitu sebesar 2,43 % < 5 % dengan nilai DDT sebesar 3,36. Jalan ini perlu dimasukkan dalam program pemeliharaan secara berkala dan pemilihan perkerasan dalam mengurangi kerusakan pada jalan ini yaitu menggunakan perkerasan lentur.

Kata Kunci : Tanah, Jalan, PCI, Perkerasan

1. PENDAHULUAN

Tanah adalah himpunan-himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan relatif lepas yang terletak diatas batu dasar (Hardiyatmo, 2002). Tanah berguna sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan konstruksi, salah satunya pada konstruksi jalan raya. Tanah dasar (subgrade) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Dengan demikian dapat dipastikan jalan-jalan tersebut akan mengalami kerusakan.

Pesatnya pertumbuhan jumlah lalu lintas dapat mengakibatkan semakin pendeknya umur pelayanan jalan tersebut. Hal ini berkaitan juga dengan mutu jalan, baik dari segi perkerasan, lebar jalan maupun tingkat jalan tersebut dalam perencanaan. Dengan demikian dapat dipastikan jalan-jalan tersebut akan mengalami kerusakan. Hal ini terjadi karena perkerasan jalan banyak yang retak. Disamping daya dukung lapisan perkerasan yang penting dan jumlah kendaraan yang melintas bertambah banyak mengakibatkan terjadinya kerusakan.

Kondisi ini terjadi di Jalan Tirta Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang yang merupakan obyek penelitian. Maka dalam studi penanganan kerusakan jalan ini digunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)*. PCI adalah salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan, selain juga dapat digunakan sebagai masukan pengukuran yang lebih detail (Hardiyatmo, H.C, 2007).

Secara umum identifikasi masalah yang ada pada jalan Tirta Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang diakibatkan karena:

- 1) Pengaruh dari tanah dan beban lalu lintas yang melewati jalan tersebut.

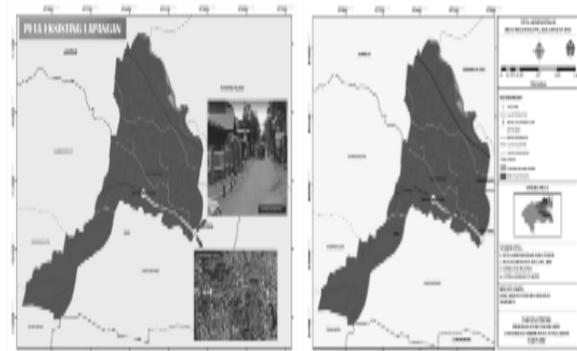
- 2) CBR tanah yang buruk sehingga mempengaruhi daya dukung tanah.
- 3) Jenis perkerasan yang tidak sesuai sehingga jalannya berlubang

Berdasarkan latar belakang di atas penulis mempunyai tujuan penelitian ini diantaranya:

- 1) Mengetahui karakteristik tanah pada ruas jalan Tirta Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang
- 2) Mengetahui pengaruh kondisi tanah terhadap kerusakan jalan pada ruas jalan Tirta Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang
- 3) Mengetahui solusi kerusakan jalan akibat kondisi tanah menggunakan metode PCI pada ruas jalan Tirta Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang.

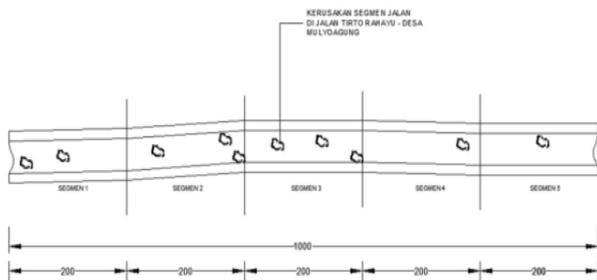
2. METODE PENELITIAN

1) Lokasi Penelitian



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian bertempat di Jalan Tirto Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang. Panjang jalan direncanakan sepanjang 1000 m dan dibagi dalam lima segmen dengan masing-masing segmen diambil per 200 mpembagian segmen jalan ini bertujuan mempermudah setiap kerusakan jalan dikarenakan panjang ruas jalan yang mencapai 1000 m dengan kondisi kerusakan yang berbeda-beda serta mempermudah pengolahan data. Lokasi penelitian terlihat pada peta Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Lokasi Pembagian Segmen Jalan

Penentuan titik lokasi survei pada wilayah studi berdasarkan jumlah segmen (Gambar 2) yang dibagi di sepanjang ruas Jalan Tirto Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang 1000 m ,di mana Jalan Tirto Rahayu-Desa Mulyoagung terbagi dalam lima segmen. Di setiap segmen diambil satu titik pengamatan tergantung kondisi kerusakan jalan per segmennya dan selanjutnya dilakukan hal yang sama pada segmen lainnya.

2) Pengujian Tanah

Pengujian sifat fisik tanah, meliputi penentuan w, y, Gs, Gradasi, LL-PL-SL, yang diperlukan untuk klasifikasi tanah dan dipakai untuk perhitungan dalam rancangan pembuatan benda uji. Penentuan OMC dan γ_{dry} maksimum dari percobaan pemadatan standard dan modifiaed, untuk menetapkan kadar air dan berat isi kering yang akan digunakan dalam pembuatan seluruh benda uji

3) Metode Pavement Condition Index (PCI)

Pavement Condition Index (PCI) adalah perkiraan kondisis jalan dengan sistem rating untuk menyatakan kondisi perkerasan yang sesungguhnya dengan data yang dapat dipercaya dan obyektif. Metode PCI dikembangkan di Amerika oleh *U.S ARMY CORP OF ENGINEERS* untuk perkerasan bandara,jalan raya dan area parkir,karena dengan metode ini diperoleh data dan perkiraan kondisi yang akurat sesuai dengan kondisi di lapangan.Tingkat PCI dituliskan dalam tingkat 0-100.

Setelah melakukan survey,data yang diperoleh kemudian dihitung luas dan presentase kerusakan sesuai dengan tingkat dan jenis kerusakanya.langkah berikut adalah menghitung nilai PCI untuk tiap-tiap sampel unit dari ruas-ruas jalan,berikut ini akan di sajikan cara penentuan nilai PCI:

- Mencari presentase kerusakan (*Density*)
Density adalah presentase luas kerusakan terhadap luas sampel unit yang ditinjau, *density*

diperoleh dengan cara membagi luas kerusakan dengan luas sampel unit.

Rumus mencari *density*:

$$Density = \frac{AD}{LD} \times 100\%$$

AD =Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan(m^2)

LD =Panjang total jenis kerusakan unuk tiap tingkat kerusakan (m)

AS =Luas total unit segmen (m^2)

- Menentukan *Deduct Value*
Setelah nilai *density* di peroleh, kemudian masing-masing jenis kerusakan diplotkan ke grafik sesuai dengan tingkat.
- Mencari Nilai Q

Syarat mencari nilai q adalah nilai *deduct value* lebih besar dari 2 dengan menggunakan interasi.nilai *deduct value* diurutkan dari yang besar sampai yang kecil sebelumnya dilakukan pengecekan nilai *deduct value* dengan rumus :

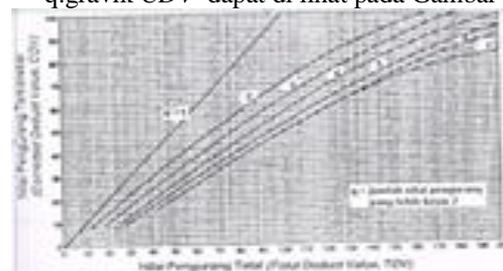
$$Mi = 1+(9/98)*(100-HDVi)$$

Mi = Nilai koreksi untuk *deduct value*

HDVi = Nilai tersebar *deduct value* dalam satu sampel unit

Jika semua *deduct value* lebih besar dari nilai Mi maka dilakuakan pengurangan terhadap nilai *deduct value* dengan nilai Mi tapi jika nilai *deduct value* lebih kecil dari nilai Mi maka dilakukan pengurangan terhadap nilai *deduct value* tersebut.

- Mencari Nilai CDV
Nilai CDV dapat dicari setelah nilai q diketahui dengan cara menjumlah nilai *deduct value* selanjutnya mengelompokan jumlah *deduct value* tadi pada gravik CDV sesuai dengan nilai q.gravik CDV dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Gravik CDV (Shanin M.Y Army Corp of Engineer USA 1994)

- Menentukan Nilai PCI
Setelah nilai CDV diketahui maka dapat di tentukan nilai PCI dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PCI = 100 - CDV$$

Setelah nilai PCI diketahui, selanjutnya dapat ditentukan rating dari smpel unit yang ditinjau dengan mengelompokan grafik. Sedang untuk menghitung nilai PCI secara keseluruhan dalam satu ruas jalan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PCI_s = \frac{(N - A) \times PCI_r + A \times PCI_a}{N}$$

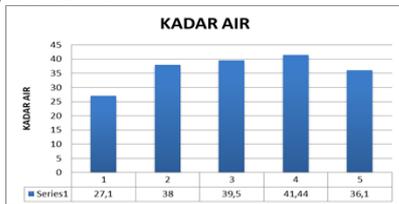
- PCIS = Nilai PCI dalam satu ruas jalan
- PCIr = Nilai PCI rata-rata sampel unit dalam satu ruas jalan
- PCIA = Nilai PCI rata-rata dalam sampel unit tambahan
- N = Jumlah sampel unit yang di survey
- A = Jumlah sampel unit tambahan yang di survey

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

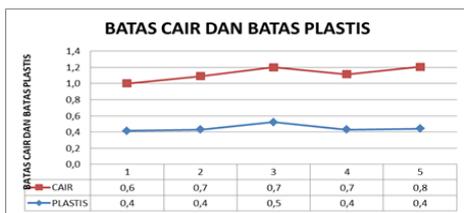
1) Penentuan Jenis Tanah

Dalam penentuan jenis tanah metode yang digunakan adalah metode klasifikasi AASHTO. Pada sistem klasifikasi AASHTO ini tanah diklasifikasikan kedalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200. Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No.200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Berdasarkan tabel diagram batang diketahui kadar air berpengaruh pada setiap segmen sehingga dengan kondisi ini terlihat bahwa kadar air berpengaruh terhadap kondisi tanah dimana nilai kadar air melebihi kondisi maksimum kadar air yaitu 15 %.

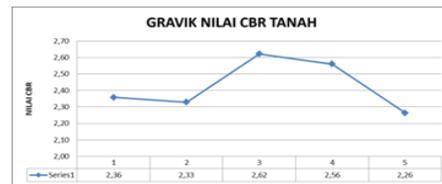


Gambar 4 Diagram Kadar Air



Gambar 5 Grafik Batas Cair dan Batas plastis

Kekuatan tanah dasar dapat bervariasi antara nilai yang terjelek dan tidak pula memenuhi syarat, jika berdasarkan hanya nilai terbesar saja. Jadi sebaiknya panjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen yang mempunyai perbedaan daya dukung tanah, sifat tanah dan keadaan lingkungan yang relatif tidak sama. Pada penelitian ini digunakan alat DCP untuk menentukan nilai CBR, cara uji ini merupakan suatu prosedur yang cepat untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan. Hasil gravik nilai CBR tanah sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik Nilai CBR Tanah

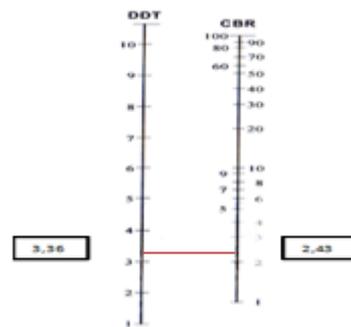
Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Daya dukung tanah dasarnya diperoleh dari nilai CBR atau plate Bearing test, DCP. Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan rumus berikut:

$$DDT = 4,3 \log (CBR) + 1,7$$

$$CBR = 12,13\%$$

$$DDT = 4,3 \log (2,43) + 1,7$$

$$= 3.36$$



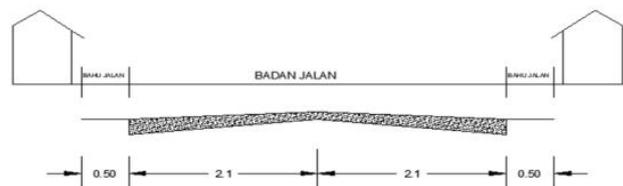
Gambar 7 Kolerasi DDT dan CBR

Sumber : SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989

Hasil analisa CBR tanah pada Jalan Tirto Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang dengan menggunakan data DCP tanah diketahui nilai CBR tanah segmen satu adalah 2,36 %, segmen dua adalah 2,33 %, segmen tiga sebesar 2,62 %, segmen empat sebesar 2,56%, dan segmen lima 2.26 sehingga rata-rata nilai CBR tanah untuk lima segmen sebesar 2,43 %. Menurut (Turnbul, 1968 dalam Raharjo,1985) jika nilai CBR tanah kurang dari 5 % maka maka kondisi tanah dasar Buruk. Berdasarkan hasil analisa CBR tanah diketahui i CBR rata-rata sebesar 2,43 % < 5 % dengan nilai DDT sebesar 3,36.

2) Karakteristik Jalan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Jalan Tirto Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang, kondisi jalan mengalami kerusakan. Hal ini dilihat dari kerusakan permukaan aspal yang terkelupas, retak dan berlubang. Kondisi jalan terdiri dari satu lajur dua arah tanpa pembagi jalan seperti pada Gambar 8. .



Gambar 8 Potongan Melintang Jalan

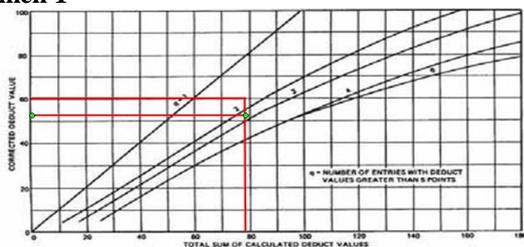
Pada penelitian ini direncanakan dibagi dalam lima segmen jalan dengan panjang masing-masing segmen

diambil per 200 m dengan tujuan agar mempermudah proses penelitian serta mempermudah analisa persebaran kerusakan jalan. Kondisi penyebab kerusakan jalan diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya, jumlah kendaraan yang melintas bertambah banyak, kurangnya pemadatan lapisan jalan, serta kondisi tanah yang kurang stabil dan kondisi tanah yang jenuh air.

3) Analisa Indeks Kondisi Perkerasan Dengan Metode PCI

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Jalan Tirta Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang, kondisi jalan mengalami kerusakan. Hal ini dilihat dari kerusakan permukaan aspal yang terkelupas, retak, dan berlubang. Kondisi jalan terdiri dari satu lajur dua arah tanpa pembagi jalan, Parameter yang digunakan untuk mengetahui kondisi kekasaran jalan yaitu dengan menggunakan indeks kondisi kekasaran jalan, dimana survei dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian dengan melihat kondisi yang ada.

Segmen 1



Gambar 9 Corrected Deduct Value

Sumber : Us Departement Of Defense (2001)

Perhitungan density pada segmen 1

Density 1 potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{5,54}{200} \times 100 = 2,77\%$$

Density 2 Density 1 potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{4,6}{200} \times 100 = 2,3\%$$

DEDULT VALUE SEGMENT 1 = 73

$$M_i = 1 + (9/98) \times (100 - 73)$$

$$M_i = 3,48$$

$$TDV_1 = 73 + 5 = 78$$

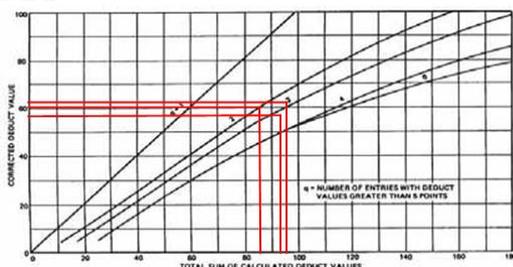
$$TDV_2 = 73 + 5 = 78$$

$$CDV \text{ SEGMENT 1} = 53,60$$

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - MAX(53/60) = 38 \text{ Poor}$$

Segmen 2



Gambar 10 Corrected Deduct Value

Sumber : Us Departement Of Defense (2001)

Perhitungan density pada segmen 2

Density 1 potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{6,1}{200} \times 100 = 3,05\%$$

Density 2 Density potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{7}{200} \times 100 = 3,5\%$$

Density 3 Alligator Cracking (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{2}{200} \times 100 = 1\%$$

DEDULT VALUE SEGMENT 2 = 81

$$M_i = 1 + (9/98) \times (100 - 81)$$

$$M_i = 2,74$$

$$TDV_1 = 81 + 10 + 4 = 95$$

$$TDV_2 = 81 + 10 + 2 = 93$$

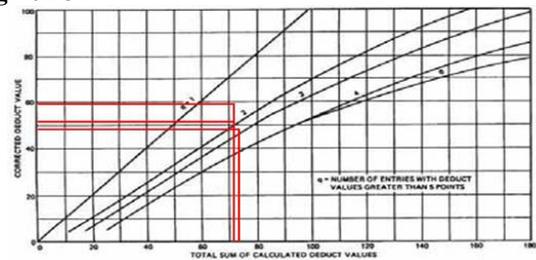
$$TDV_3 = 81 + 2 + 2 = 85$$

$$CDV \text{ SEGMENT 2} = 62,58,60$$

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - MAX(62/58/60) = 38 \text{ Poor}$$

Segmen 3



Gambar 11 Corrected Deduct Value

Sumber : Us Departement Of Defense (2001)

Perhitungan density pada segmen 3

Density 1 potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{2,7}{200} \times 100 = 1,35\%$$

Density 2 Density Longitudinal/Trasverse Cracking (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{4,13}{200} \times 100 = 2,07\%$$

Density 3 Density potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{3}{200} \times 100 = 1,5\%$$

DEDULT VALUE SEGMENT 3 = 68

$$M_i = 1 + (9/98) \times (100 - 68)$$

$$M_i = 3,9$$

$$TDV_1 = 68 + 4 + 2 = 74$$

$$TDV_2 = 68 + 4 + 2 = 72$$

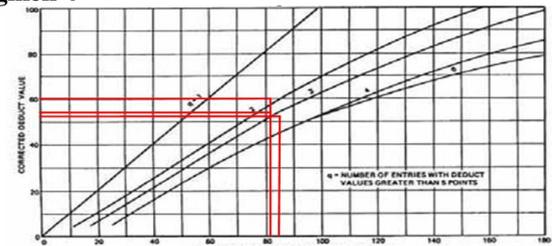
$$TDV_3 = 68 + 2 + 2 = 72$$

$$CDV \text{ SEGMENT 3} = 48,51,59$$

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - MAX(48/51/59) = 41 \text{ Fair}$$

Segmen 4



Gambar 12 Corrected Deduct Value

Sumber : Us Departement Of Defense (2001)

Perhitungan *density* pada segmen 4
Density 1 Longitudinal/Trasverse Cracking (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{2,5}{200} \times 100 = 7\%$$

Density 2 Density potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{0,3}{200} \times 100 = 77\%$$

Density 3 Penurunan (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{1}{200} \times 100 = 1\%$$

DEDULT VALUE SEGMENT 4=77

$$M_i = 1 + (9/98) \times (100 - 77)$$

$$M_i = 3,1$$

$$TDV_1 = 77 + 7 + 1 = 85$$

$$2 = 77 + 2 + 2 = 81$$

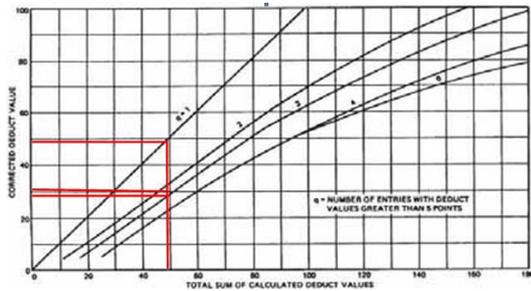
$$3 = 77 + 2 + 2 = 81$$

CDV SEGMENT 4=55,56,60

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - \text{MAX}(55/56/60) = 40 \text{ fair}$$

Segmen 5



Gambar 13 Corrected Deduct Value

Sumber : Us Departement Of Defense (2001)

Perhitungan *density* pada segmen 5

Density 1 Longitudinal/Trasverse Cracking (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{2,5}{200} \times 100 = 1,25\%$$

Density 2 Density potholes (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{1}{200} \times 100 = 45\%$$

Density 3 Pelapukan (L)

$$\frac{AD}{AS} \times 100\% = \frac{3}{200} \times 100 = 1,5\%$$

DEDULT VALUE SEGMENT 5=45

$$M_i = 1 + (9/98) \times (100 - 45)$$

$$M_i = 6,1$$

$$TDV_1 = 45 + 2 + 2 = 49$$

$$2 = 45 + 2 + 2 = 49$$

$$3 = 45 + 2 + 2 = 49$$

CDV SEGMENT 4=28,30,49

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - \text{MAX}(28/30/50) = 50 \text{ Poor}$$

Nilai rata-rata dari PCI dari setiap segmen dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai PCI rata-rata jalan Tirto Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang

$$PCI = \frac{(N-A) \times PCI + A \times PCI}{N}$$

$$PCI = \frac{210}{5} = 44 \text{ FAIR}$$

Nilai rata-rata PCI jalan Tirto Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang

yaitu 44 Cukup (Fair), Sehingga jalan ini perlu dimasukan dalam program pemeliharaan secara berkala.

4) Analisa Dan Perencanaan Ulang Tebal Lapisan Jalan

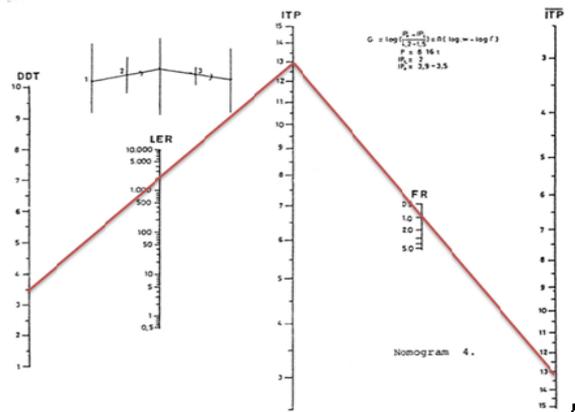
Dalam merencanakan ulang tebal perkerasan diperlukan data Lalu Lintas Harian Rata-Rata, Data LHR digunakan untuk referensi perencanaan pengembangan jalur transportasi di masa mendatang. Pada Tabel 1 terhitung data LHR sebagai berikut :

Tabel 1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data Lalu Lintas	Beban Sumbu	LHR
Kendaraan Ringan	(1+1) Ton	530 Kendaraan
Bus	(3+5) Ton	247 Kendaraan
Truk	(5+8) Ton	197 Kendaraan
Total LHR		974 Kend/Hari/2 Arah

Sumber : Hasil Perhitungan LHR (2020)

lintas ekuivalen rencana > 1000 dan nilai FR diambil 1,0. Nilai Ipt sebesar 2,0 sehingga nomogram yang digunakan adalah nomogram 4 pada Gambar 4.



Gambar 14 Nomogram 4 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Sumber : SNI 1732-1989-F

Tebal perkerasan jalan baru dan berdasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

Dimana :

ITP = Indeks tebal perkerasan

a = Koefisien lapisan

D₁ = Tebal lapis permukaan

D₂ = Tebal lapis pondasi atas

D₃ = Tebal lapis pondasi bawah

Data lapisan jalan diambil:

Lapis Permukaan : Aspal Macadam

$$(a_1) = 0,26$$

Lapis Pondasi Atas : Stabilitas tanah

$$(a_2) = 0,15$$

Lapis Pondasi Bawah : Tanah / Lempung
 kepasiran (a₃) = 0,10
 Tebal lapisan minimum diambil:
 Lapis Permukaan : Aspal Macadam
 (D₁) = 5 Cm
 Lapis Pondasi Atas : Stabilitas Tanah
 (D₂) = 15 Cm
 Lapis Pondasi Bawah: Tanah / Lempung
 kepasiran (D₃) = 20 Cm
 Rumus

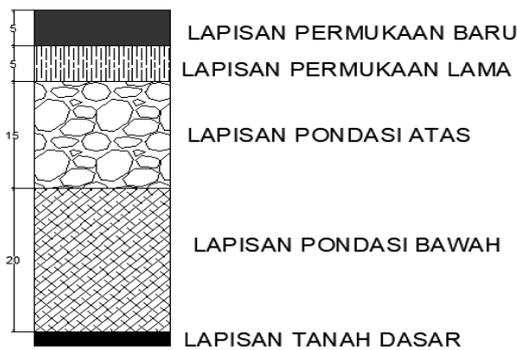
$$\overline{ITP} = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$13 = 0,26 \times D_1 + 0,15 \times 15 + 0,10 \times 20$$

$$13 D_1 = 0,26 + (0,15 \times 15) + (0,10 \times 20)$$

$$D_1 = (13 \times 0,26) / 4,25$$

$$D_1 = 4,52 \text{ cm} \approx 5 \text{ Cm}$$



Gambar 15 Susunan Tebal Perkerasan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil penelitian di ketahui karakteristik tanah pada ruas jalan Tirto Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang dari segemen 1-segmen 5 yaitu batu pecah,kerikil, dan pasir.
- 2) Hasil analisa CBR tanah pada jalan Tirto Rahayu Landung Sari Desa Mulyoagung Kecamatan Dau kabupaten Malang dengan menggunakan data DCP tanah diketahui nilai CBR tanah segmen satu adalah 2,36 %, segmen dua adalah 2,33 %, segmen tiga sebesar 2,62% ,segmen empat 2,56%, dan 2,26% sehingga rata-rata nilai CBR tanah untuk lima segmen sebesar 2.43 %. Menurut (Turnbul, 1968 dalam Raharjo,1985) jika nilai CBR tanah kurang dari 5 % maka maka kondisi tanah dasar Buruk. Berdasarkan hasil analisa CBR tanah diketahui CBR rata-rata sebesar 2,43 % < 5 % dengan nilai DDT sebesar 3,36 sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi tanah dasar Buruk.
- 3) Hasil penelitian kondisi ruas jalan Tirto Rahayu Landung Sari-Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang dengan metode PCI didapat secara keseluruhan nilai PCI rata-rata yaitu 44% cukup (FAIR),Sehingga jalan ini perlu dimasukan dalam program pemeliharaan secara

berkala. Pemilihan perkerasan dalam menggurangi kerusakan pada jalan ini yaitu menggunakan perkerasan lentur yang mana perkerasan ini mendukung beban lalu lintas,melindungi tanah dasar dari air,memperkecil kemungkinan

5. DAFTAR PUSTAKA

Aashto.1993. Guide For Design Of Pavement Structures.Washington Dc. American Association Of State Highway And Trasportation Officials.
 Hardiyatmo, H.C. (2002), Mekanika Tanah 1, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
 Shahin, M. Y., 1994, Pavement Management for Airport, Road, and Parking Lots, Chapman & Hall New York.
 SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989.
 SNI 1732-1989-FUs *Departement Of Defense* (2001) U.S ARMY CORP OF ENGINEERS.

RESPON STRUKTUR MULTI DOF TERHADAP BEBAN HARMONIK PERIODIK

Sartika Dewi Usman¹

Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
email: sartikadewi@ung.ac.id

ABSTRAK : Getaran sering dirasakan oleh manusia pada kehidupan sehari-hari. Suatu benda akan bergetar apabila terdapat sumber energy yang diteruskan sampai ke benda yang bersangkutan, misalnya mesin generator yang terletak diatas permukaan tanah dapat menyebabkan getaran , sehingga struktur bangunan yang terletak diatasnya ikut bergetar. Getaran-getaran tersebut merupakan beban dinamik yang mempunyai karakter dan akibat yang berbeda terhadap suatu struktur. Studi yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan struktur portal tiga lantai, yang dibebani oleh getaran mesin dengan frekuensi 1500 rpm dan berat 1060 Kg, serta beban gempa *El Centro*. Perhitungan normal modes menggunakan metode polinomial, dan respon struktur menggunakan metode numeric central difference. Berdasarkan perhitungan, setiap posisi mesin akan memberikan respon simpangan yang paling besar dan terjadi hampir pada detik yang sama. Secara keseluruhan dapat disimpulkan dari ketiga posisi mesin, mesin yang berada pada tingkat ke 3 memberikan respon yang paling besar, diikuti oleh tingkat pertama dan yang memberikan respon yang paling kecil adalah posisi mesin yang berada pada tingkat ke 2.

Kata Kunci : Getaran; Mesin; Respon Bangunan.

1. PENDAHULUAN

Getaran sering dirasakan oleh manusia pada kehidupan sehari-hari. Getaran yang dimaksud adalah getaran suatu benda yang dapat dirasakan oleh manusia. Suatu benda akan bergetar apabila terdapat sumber energy yang diteruskan sampai ke benda yang bersangkutan. Beberapa sumber getaran disebabkan oleh kereta api, bus dan aktivitas konstruksi seperti pemancangan tiang dan pengoperasian alat berat.

Kendaraan yang melaju di jalan raya maupun kereta api yang melaju diatas rel dapat menyebabkan tanah menjadi bergetar dan hal ini dapat dirasakan oleh orang-orang yang berada di dekatnya. Sumber energy pada contoh ini adalah getaran mobil atau getaran lokomotif akibat kerja mesin-mesinnya. Getaran akibat kerja mesin selanjutnya diteruskan kedalam tanah melalui roda-roda kendaraan. Generator yang terletak di atas permukaan tanah juga dapat menyebabkan getaran.

Getaran akibat kerja mesin generator selanjutnya diteruskan oleh media tanah dan seterusnya energy getarannya diteruskan sampai pada objek tertentu, Akibatnya struktur/bangunan yang terletak di atasnya akan ikut bergetar. Kerusakan struktur akan terjadi apabila getaran tanah yang terjadi cukup besar, berulang-ulang dan terjadi dalam waktu yang relatif lama. Ini di karenakan struktur tanah merupakan factor utama penurunan nilai frekuensi alami struktur tersebut (Chik, dkk., 2015; Cyril, dkk., 2017; Pachla, dkk., 2019)

Getaran-getaran tersebut merupakan beban dinamik yang mempunyai karakter dan akibat berbeda terhadap suatu struktur. Balok plat dan lantai merupakan elemen struktur yang penting yang menerima beban dinamik selama masa pelayanannya (Bello, dkk., 2017). Getaran mesin juga bisa menghasilkan beban dinamik yang efeknya tidak dapat diabaikan begitu saja.

Hal-hal yang perlu diketahui dari beban dinamik tersebut adalah jenis/macam sumber dan

karakteristik beban (media perantara getaran, sifat dan ukuran getaran) dan akibat beban dinamik terhadap struktur. Analisis struktur secara dinamik akan membahas efek kuantitatif beban-beban tersebut terhadap struktur bangunan. Masing-masing beban dinamik tersebut akan mempunyai karakter dan akibat yang berbeda terhadap struktur. Menurut Widodo (2001), karakter utama beban dinamik salah satunya adalah beban akibat getaran mesin.

Ada beberapa keadaan yang memungkinkan putaran/getaran suatu mesin adalah harmonik periodic. Untuk bangunan-bangunan industry dimungkinkan adanya mesin yang bekerja pada struktur bangunan. Mesin pengasah tegel teraso yang bekerja pada bangunan bertingkat juga dapat dikategorikan sebagai beban dinamik akibat putaran suatu mesin. Bentuk-bentuk lainnya, misalnya adanya mesin diesel/generator yang berada diatas lantai tingkat atau diatas permukaan tanah. Getaran yang ditimbulkan oleh kerja mesin merupakan beban dinamik terhadap bangunan atau tanah dasar. Tanah yang bergetar akibat kerja mesin selanjutnya akan diteruskan sampai pada objek lain yang berada didekatnya, misalnya struktur bangunan (Gao, dkk., 2020)

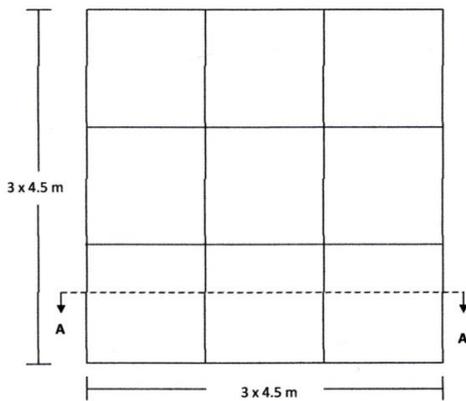
Mesin yang sedang bekerja umumnya berputar menurut kecepatan putaran tertentu. Kecepatan putaran umumnya dinyatakan dalam revolusi/rotasi per menit atau disingkat rpm. Putaran itu dapat ditransfer menjadi rotasi perdetik yang kemudian setara dengan natural frequency f dalam cps (*cycle per second*) . periode getaran mesin T adalah berbalikan dengan natural frequency f (Shrestha, 2018). Selanjutnya angular frequency atau putaran sudut mesin dapat dihitung. Pengaruh rotasi mesin terhadap struktur umumnya dinyatakan dalam fungsi harmonic periodic karena rotasi mesin dianggap tetap /teratur (*steady state*). Widodo (2001), mengatakan walaupun putaran mesin tidaklah bersifat harmonic periodic secara sempurna namun anggapan seperti itu dapat dipakai. Fungsi sinus umumnya dipakai sehingga beban akibat putarn mesin bersifat sinusoidal seperti pada gambar dibawah ini .

Pengaruh getaran mesin terhadap struktur bangunan umumnya dinyatakan dalam beban dinamik $P(t) = P_o \sin \Omega t$. Media perantara getaran mesin sampai ke struktur akan bergantung pada jenis struktur dan dimana mesin ditempatkan. Apabila sebuah mesin ditempatkan pada tingkat suatu bangunan maka P_o adalah amplitude beban akibat putaran mesin dengan frekuensi tertentu. Sedangkan Ω adalah frekuensi sudut putaran mesin. Dengan demikian intensitas beban horizontal yang bekerja pada pusat massa struktur bangunan akan bergantung pada kedua besaran tersebut diatas. Lantai bangunan memiliki sejumlah mode getaran, yang masing-masing memiliki frekuensi natural (SteelConstruction.info, 2016) Dalam beberapa keadaan, getaran akibat kerja suatu mesin dapat merusak struktur dengan jenis rusak-leleh (*fatigue*). Pola kerusakan struktur jenis ini akan berbeda dengan kerusakan struktur akibat beban angin ataupun akibat gempa bumi. Perbedaan antara analisis dinamik dan static berdasarkan apakah respon yang terjadi memiliki akselerasi yang cukup dibanding dengan frekuensi alami struktur (Bello, dkk., 2017)

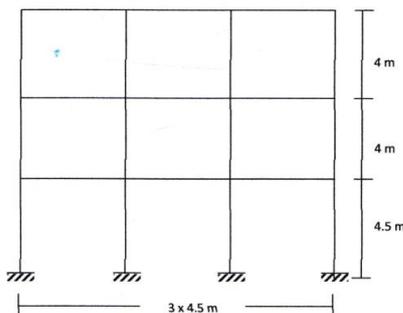
2. METODE PENELITIAN

Pada pemodelan dinamika struktur, sebuah bangunan gedung jumlah derajat kebebasannya sama dengan jumlah lantai bangunan tersebut. Maka semakin banyak jumlah lantainya semakin banyak pula derajat kebebasannya (Nasution, dkk., 216).

Studi yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan struktur portal tiga lantai seperti pada Gambar 1 denah struktur portal dan Gambar 2..



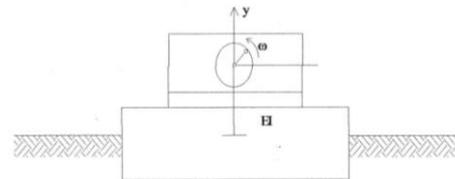
Gambar 1. Denah Struktur Portal



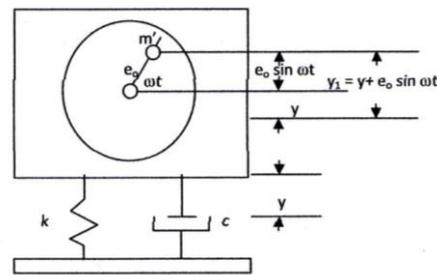
Gambar 2. Portal

Mutu bahan yang digunakan adalah mutu beton 30 MPa, mutu baja 240 MPa, $E 2,0 \times 10^5$ MPa.

Ukuran Plat atap 10 cm, plat lantai 12 cm, balok 30/40, kolom luar 30/50, kolom dalam 30/60. Beban yang digunakan yaitu, beban mati 2400 Kg/m³, beban hidup atau 100 kg/m², dan beban hidup lantai 240 kg/m². Mesin generator (Generator Model YMK 30) yang digunakan mempunyai berat 1060 Kg, kerja mesin 1500 rpm, ketidakseimbangan rotornya 40 kg, jari-jari e_o 10 cm. Getaran mesin dianggap sebagai beban horizontal. Analisis struktur memperhitungkan beban gempa, dengan menggunakan gempa El Centro. Model struktur dianggap tidak mempunyai redaman.



Gambar 3. Diagram Sistem Mesin dan Pondasi



Gambar 4. Model Harmonis Tereدام

Menurut Wiliam Thomson (1986) sesuai Gambar 3 dan 4, m adalah massa total dan m' massa yang berotasi tidak seimbang. Bila y adalah perpindahan vertical dari massa yang tidak berotasi ($m - m'$) dari posisi keseimbangan, maka perpindahan y_1 dari massa m' adalah :

$$y_1 = y + e_o \sin \Omega t \dots \dots \dots (\text{pers. 1})$$

Persamaan gerak didapatkan dari penjumlahan gaya-gaya sepanjang arah vertical dari diagram free body. Gaya-gaya inersia dari massa yang tidak berotasi dan massa tak seimbang juga terlihat dengan jelas. Penjumlahan ini menjadi :

$$(m - m')\ddot{y} + m'\ddot{y}_1 + c\dot{y} + ky = 0. (\text{pers. 2})$$

Substitusi y_1 dari persamaan 1, menghasilkan,

$$(m - m')\ddot{y} + m'(\ddot{y} - e_o \Omega^2 \sin \Omega t) + c\dot{y} + ky = 0$$

.....(pers. 3)

Kemudian disederhanakan menjadi

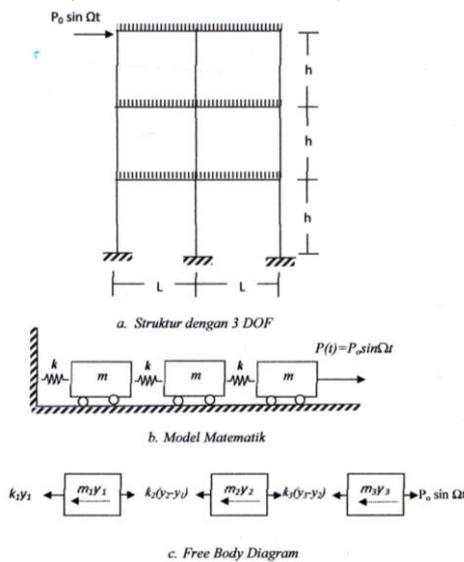
$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = m'e_o \Omega^2 \sin \Omega t \dots (\text{pers. 4})$$

Persamaan ini sama dengan bentuk persamaan gerak osilator teredam yang dipengaruhi secara harmonis oleh gaya yang beramplitudo.

$$P_o = m'e_o \Omega^2 \dots \dots \dots (\text{pers. 5})$$

Bila pengaruh gaya luar bersifat harmonis (fungsi sinus atau cosines), analisisnya menjadi sangat sederhana dan respon akan didapat tanpa menggunakan analisa pola. Tinjauan bangunan penahan geser berlantai tiga, dipengaruhi sebuah gaya harmonis tunggal $P = P_o \sin \Omega t$ yang bekerja pada bidang lantai ke tiga seperti pada gambar 5 (Mario Paz, 1984),

Simulasi analisis numeric gedung bertingkat ini untuk mengidentifikasi perpindahan, akselerasi, dan bentuk mode tiga derajat kebebasan (DOF) selama getaran. Model yang dirancang merupakan representasi fisik dari struktur bangunan yang sebenarnya. Factor yang sangat mempengaruhi adalah massa bangunan dan kekakuan struktur yang akan digunakan. (Vikneshvaran dkk, 2017)



Gambar 5. Struktur dengan Pembebanan Harmonis

Berdasarkan pada keseimbangan dinamik pada free body diagram gambar 5, maka diperoleh,

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + k_1 y_1 - k_2 (y_2 - y_1) &= P_o \sin \Omega t \\ m_2 \ddot{y}_2 + k_2 (y_2 - y_1) - k_3 (y_3 - y_2) &= 0 \\ m_2 \ddot{y}_2 + k_3 (y_3 - y_2) &= 0 \dots\dots (\text{pers. 6}) \end{aligned}$$

Persamaan diatas dapat ditulis menjadi,

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + (k_1 + k_2) y_1 - k_2 y_2 &= P_o \sin \Omega t \\ m_2 \ddot{y}_2 - k_2 y_1 + (k_2 + k_3) y_2 - k_3 y_3 &= 0 \\ m_3 \ddot{y}_3 - k_3 y_2 + k_3 y_3 &= 0 \dots\dots\dots (\text{pers. 7}) \end{aligned}$$

Untuk respon keadaan tetap (steady state) dicari solusi dengan bentuk,

$$\begin{aligned} y_1 &= Y_1 \sin \Omega t \\ y_2 &= Y_2 \sin \Omega t \dots\dots\dots (\text{pers. 8}) \\ y_3 &= Y_3 \sin \Omega t \end{aligned}$$

Kemudian substitusikan persamaan 8 ke persamaan 7, dan hilangkan factor $\sin \Omega t$ yang sama maka didapat,

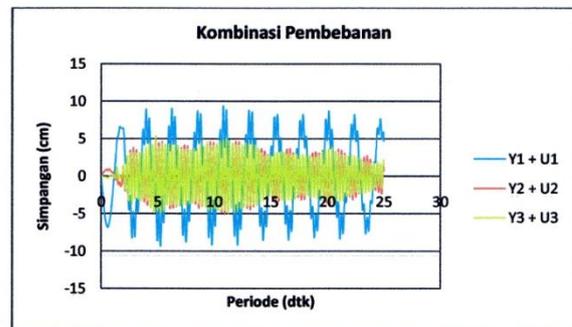
$$\begin{aligned} (k_1 + k_2 - m_1 \Omega^2) Y_1 - k_2 Y_2 &= P_o \\ -k_2 Y_1 + (k_2 + k_3 - m_2 \Omega^2) Y_2 - k_3 Y_3 &= 0. \\ -k_3 Y_2 + (k_3 - m_3 \Omega^2) Y_3 &= 0 \dots\dots\dots (\text{pers. 6}) \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai-nilai ordinat didalam normal modes terdapat beberapa metode yaitu metode Polinomial, metode Stodola, metode Holzer, metode Transformasi Jacobi dan metode Shifted Iteration. Dalam penelitian ini kami menggunakan metode Polinomial, dimana untuk mencari/menghitung eigenvalues (nilai-nilai frekuensi sudut) tidak lagi dipakai cara determinan. Cara yang dipakai adalah dengan mentransfer persamaan simultan eigenproblem menjadi suatu persamaan polinomial pangkat banyak. Akar-akar persamaan polinomial tersebut yang akan dicari seterusnya akan menghasilkan nilai-nilai eigenvector.

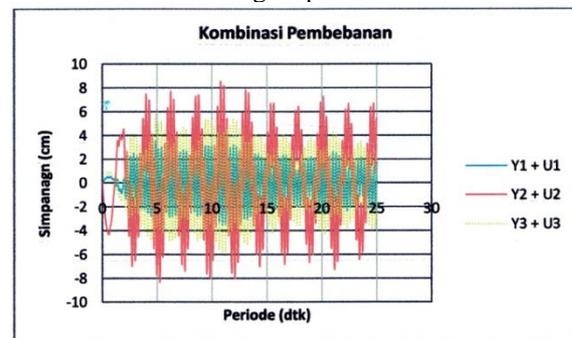
Untuk menyelesaikan problem dinamik kami menggunakan metode Central Difference. Metode ini berdasarkan pada pendekatan nilai derivative atas fungsi waktu, baik untuk parameter kecepatan maupun percepatan, dimana kedua parameter ini dinyatakan dalam fungsi simpangan. Respons struktur dianalisis dengan menggunakan Microsoft Excel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

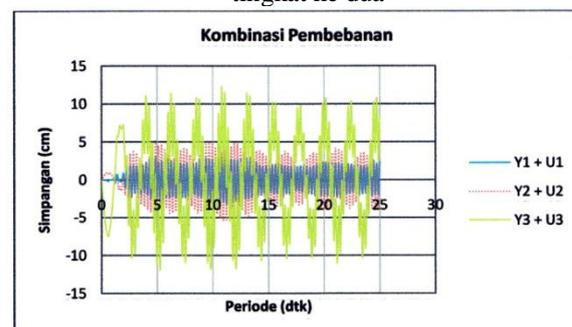
Hasil respon struktur dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8 dibawah ini.



Gambar 6. Respon struktur akibat getaran mesin pada tingkat pertama

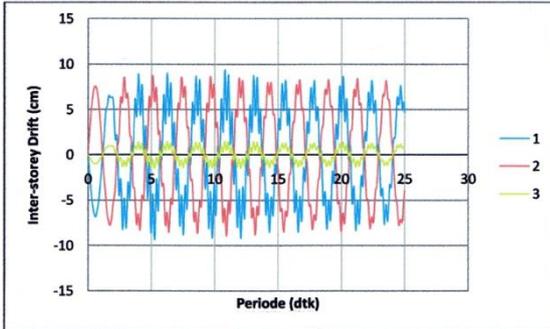


Gambar 7. Respon struktur akibat getaran mesin pada tingkat ke dua

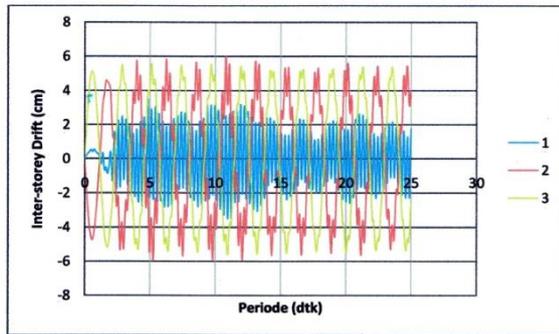


Gambar 8. Respon struktur akibat getaran mesin pada tingkat ke tiga

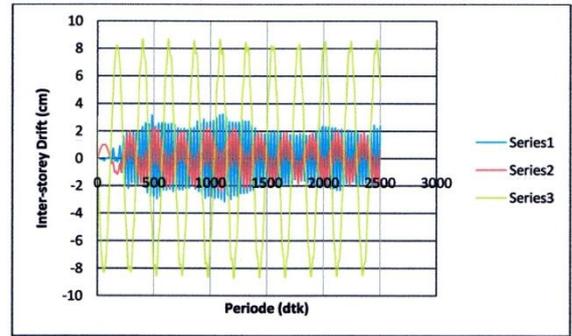
Setelah simpangan horizontal tiap tingkat didapat, maka simpang antara tingkat atau *inter-storey drift* dapat dihitung. Nilai *inter-storey drift* dari masing-masing posisi mesin dapat dilihat pada gambar 9,10 dan 11 dibawah ini.



Gambar 9. Nilai *inter-storey drift* ketika mesin berada pada lantai pertama



Gambar 10. Nilai *inter-storey drift* ketika mesin berada pada lantai kedua



Gambar 11. Nilai *inter-storey drift* ketika mesin berada pada lantai ketiga

Dari hasil perhitungan respon struktur akibat getaran mesin ketika mesin berada pada lantai pertama, kedua dan ketiga seperti pada Gambar 6, 7 dan 8, maka dapat dilihat perbandingan respon struktur tersebut berdasarkan letak mesin seperti pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Gaya Geser Maksimum

No	LETAK MESIN					
	Tingkat Pertama		Tingkat ke-2		Tingkat ke-3	
	Simp. Max	Detik ke	Simp. Max	Detik ke	Simp. Max	Detik ke
1.	9.3795	10.8	3.5250	10.94	3.2322	11.09
2.	5.2959	4.83	8.5363	10.80	5.5168	10.95
3.	5.2645	4.83	5.9544	4.83	12.2690	10.81

Tabel 2. Gaya Geser Maksimum

No	K (Kg/cm)	LETAK MESIN								
		Tingkat Pertama			Tingkat ke-2			Tingkat ke-3		
		Δ max (cm)	Detik ke	V = K. Δ max (Kg)	Δ max (cm)	Detik ke	V = K. Δ max (Kg)	Δ max (cm)	Detik ke	V = K. Δ max (Kg)
1	204156.64	9.379	10.80	1914887.2	3.525	10.94	719652.2	3.232	11.09	659875.01
2	290683.48	8.924	10.93	2594059.4	6.011	10.80	1747327.5	2.509	10.95	729535.90
3	290683.48	1.510	5.26	438961.1	5.604	10.93	1629077.4	8.726	12.06	2536416.8

Tabel 3. Momen Maksimum

No	Tinggi H (cm)	LETAK MESIN					
		Tingkat Pertama		Tingkat ke-2		Tingkat ke-3	
		Vmax (Kg)	M=1/2.H.Vmax (Kg.cm)	Vmax (Kg)	M=1/2.H.Vmax (Kg.cm)	Vmax (Kg)	M=1/2.H.Vmax (Kg.cm)
1	450	1914887.2	430849621.1	719652.2	161921735.1	659875.01	148471895.7
2	400	2594059.4	518811875.1	1747327.5	349465493.3	729535.90	145870783.9
3	400	438961.1	87792224.6	1629077.4	325815485.4	2536416.8	507283368.3

Tampak pada Gambar 6, 7 dan 8 bahwa secara keseluruhan tingkat-tingkat itu bergoyang tidak pada phase yang sama dan juga tidak berbentuk fungsi harmonic periodic sesuai dengan getaran akibat getaran mesin. Hal ini sangat dipengaruhi oleh getaran akibat gempa.

Simpangan horizontal tingkat dimana posisi mesin berada pada tingkat pertama disajikan pada Gambar 6. Simpangan-simpangan maksimum adalah $Y1 = 9.3795$ cm (detik ke 10.8), $Y2 = 5.2959$ cm (detik ke 4.83), $Y3 = 5.2645$ cm (detik ke 4.83). simpangan horizontal tingkat dengan posisi mesin berada pada tingkat ke-dua disajikan pada Gambar 7, dengan simpangan maksimum adalah $Y1 = 3.5250$ cm (detik ke 10.94), $Y2 = 8.5364$ cm (detik ke 10.8), dan $Y3 = 5.9544$ cm (detik ke 4.83), demikian pula simpangan horizontal tingkat dengan posisi mesin berada pada tingkat ke-tiga dapat dilihat pada Gambar 8, dengan simpangan maksimum $Y1 = 3.2322$ cm (detik ke 11.09), $Y2 = 5.5168$ cm (detik ke 10.95), dan $Y3 = 12.2690$ cm (detik ke 10.81). Hal ini juga berarti dari setiap posisi mesin yang memberikan respon simpangan yang paling besar dan terjadi hampir pada detik yang sama. Secara keseluruhan dapat disimpulkan dari ketiga posisi mesin, yang memberikan respon simpangan paling besar adalah mesin yang berada pada tingkat ke 3, kemudian disusul oleh tingkat pertama dan berikutnya pada tingkat ke 2 yang memberikan respon paling kecil. Pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan simpangan maksimum antar tingkat dan gaya geser maksimum dimana setiap posisi mesin akan menghasilkan simpangan antar tingkat maksimum.

KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan perhitungan respon bangunan bertingkat akibat getaran mesin, maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu :

1. Respon struktur yang didapat tidak berbentuk fungsi harmonic periodic atau tidak sesuai dengan getaran akibat getaran mesin karena sangat dipengaruhi oleh getaran akibat gempa.
2. Dari ketiga posisi mesin, yang memberikan respon yang paling besar adalah mesin yang berada pada tingkat ke 3, kemudian disusul tingkat pertama dan berikut pada tingkat ke 2 yang memberikan respon paling kecil

DAFTAR PUSTAKA

Bello, M., Adedeji, A.A., Rahmon R.O. & Kamal, M.A. (2017). Dynamic Analysis of Multi-Storey Building under Seismic Excitation by Response Spectrum Method using ETABS. *Journal of Research Information in Civil Engineering*, 1922-1931

Chapain, S., & Mousaad, A. (2019). Vibration Attenuation in High_Rise Buildings to Achieve System Level Performance under Multiple Hazards. *Engineering Structures*, 197, 1-47

Chik, T N T., Zakaria, M F ., Remali, M A., & Yusoff, N A. (2015). Vibration Response of Multi Storey Building Using Finite Element Modelling. *Soft*

Soil Engineering International Conference (SEIC2015)

Chopra, A. (1995). *Dynamicsof Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. Prentice_Hall.

Cyiril, M E., Chukwuemeka, N., Festus, O. & Felix, o. (2017). Forced Vibration Response of Double-Bay Multi-Storey Building Frames with Joints of Infinite Rigidity. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*. 2(4), 68 -77.

Gao, H., Wang, C., Huang, C., Shi, W. & Huo, L. (2020). Development of a Frequency-Adjustable Tuned mass Damper (FATMD) for Structural Vibration Control. *Hindawi Shock and Vibration*, 1-16.

Huo, R., Li, S., Song, Z., Fujii, Y., Lei, S., Mao, J., Tian, S., & Miao, S. (2019). Analysis of Vibration Response Law of Multistory Building under Tunnel Blasting Loads. *Hindawi Advances in Civil Engineering*, 1-16

Miller, M., & Hanson Inc. (1995). *Transit Noise and Vibration Impact Assesment*. U.S Dept of Transportation, Washington

Nasution, B., & Purqon, A. (2016). Uji Respon Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Symposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS 2016)*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Pachla, F., Koczwara, A K., Tataru, T. & Stypula, K. (2019). The Influence of Vibration Duration on the Structure of Irregular RC Buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 17, 3119-3138

Paz, M. (1984). *Dinamik Struktur : Teori dan Perhitungan*, Erlangga, Jakarta.

Sapkale, R D. (2016). Seismic Response of Multi-Storey Building Equipped with Steel Bracing. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, 2(7), 978-982.

Sen, D., & Kujur, A.(2019). Study The Effect Of Transient Vibration On Multi-Storey Building Structure According To Equivalent Spring-Mass System Performed By Ansys. *Journal Engineering Annals of Civil and Environmental*, 3, 011-024.

Shrestha, B. (2018). Study of Building Vibrations Caused By Machinery, Thesis, Mexico: University of New Mexico.

Floor Vibrations. SteelConstruction.info. (2016) Retrieved June 2, 2021, from https://www.steelconstruction.info/Floor_vibration_s#cite_ref-No14_7-0

Thomson, W. (1984). *Teori Getaran dengan Penerapan*, Erlangga, Jakarta.

Vikneshvaran., Aminnudin, A., Alyaa, H U., Fathiah, W., Shakirah, S H. & Afham, A. (2017). Study On Numerical Analysis of High Rise Building. *International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering*, 4(3), 51-45.

Widodo, (2001). *Respon Dinamik Struktur Elastik*, UII Press Jogjakarta, Jakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISA STANDART KEMENTERIAN PUPR TAHUN 2016 DAN SNI TAHUN 2018 PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR DJARUM DSO (*DISTRICK SALES OFFICE*) DI KOTA PAMEKASAN

Dedy Asmaroni¹ dan Siti Wahyuni²

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan
E-mail: dedyasmaroni@gmail.com, siti.wahyuniadima97@gmail.com

ABSTRAK: Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan pedoman untuk persiapan budget agar pembangunan tidak terhenti ditengah jalan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan metode Analisa Standart Kementerian PUPR dan SNI serta mengetahui perbedaan hasil perhitungan anggaran biaya dengan kedua metode analisa tersebut. Dari kedua metode tersebut didapatkan selisih anggaran biaya secara keseluruhan yaitu sebesar Rp. 95.216.537,96 Selisih harga tersebut didapat karena adanya perbedaan nilai koefisien upah, bahan material pada kedua analisis tersebut. Sedangkan untuk pemakaian harga material tetap sama menggunakan harga upah dan bahan yang dikeluarkan Pemerintah Kota Pamekasan tahun 2021 . Dan komponen yang paling dominan dalam perhitungan RAB yaitu pada pekerjaan bekisting pondasi. Dan dari Harga Satuan Pekerjaan tersebut didapat nilai Jumlah Harga Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Metode Analisa Kem. PUPR Pada Pekerjaan Bekisting Pondasi sebesar Rp.253.660,00 sedangkan untuk Jumlah Harga Rencana Anggaran Biaya Metode SNI Pada Pekerjaan Bekisting Pondasi sebesar Rp.228.825,00 dengan selisih harga sebesar Rp.253.660,00 – Rp.228.825,00 = Rp. 24.835,00. Dan secara keseluruhan untuk total jumlah harga Rencana Anggaran Biaya pada Metode SNI yaitu sebesar Rp. 3.552.542.208,22 sedangkan pada Metode Analisa Kementerian PUPR yaitu sebesar Rp. 3.647.758.746,18. Sehingga didapat kesimpulan yaitu pada Metode Analisa SNI mempunyai hasil anggaran biaya yang lebih ekonomis dibandingkan Analisa Kem. PUPR dengan selisih harga yaitu sebesar Rp.3.647.758.746,18 – Rp.3.552.542.208,00 = Rp.95.216.537,96.

Kata Kunci : Rencana Anggaran Biaya (RAB), Analisa Harga Satuan.

1. PENDAHULUAN

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan pedoman untuk persiapan budget agar pembangunan tidak terhenti ditengah jalan. Konsep penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek, pada pelaksanaannya didasarkan pada sebuah analisa masing-masing komponen penyusunnya (material, upah dan peralatan) untuk tiap-tiap ítem pekerjaan yang terdapat dalam keseluruhan proyek.

Hasil analisa komponen tersebut pada akhirnya akan menghasilkan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) per ítem yang menjadi dasar dalam menentukan nilai estimasi biaya pelaksanaan proyek keseluruhan dengan mengkonversikannya ke dalam total volume untuk tiap ítem pekerjaan yang dimaksud.

Berdasarkan alasan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian serta membahas masalah tersebut yang dituangkan dalam Tugas Akhir yang berjudul: “Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Menggunakan Metode Analisa Standart Kementerian PUPR Dan SNI (Study Kasus Pada Proyek Pembangunan Kantor Djarum DSO Di Pamekasan)”. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan metode Analisa Standart Kementerian PUPR dan SNI serta mengetahui perbedaan hasil perhitungan anggaran biaya dengan kedua metode analisa tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

1) Uraian Umum

Penelitian ini bersifat studi kasus, yaitu menghitung analisis harga satuan pekerjaan pembangunan Kantor Djarum di Pamekasan yang dilakukan dengan metode Analisa Standart Kementerian PUPR dan Analisa SNI.

2) Pengumpulan Data

Dalam analisis harga satuan pekerjaan pembangunan Kantor Djarum DSO di Pamekasan dipergunakan data sekunder. Data tersebut terdiri dari :

- Daftar harga satuan bahan yang digunakan di kota Pamekasan.
- Daftar harga satuan upah di kota Pamekasan.
- Daftar harga satuan alat berat di kota Pamekasan.
- Rencana Anggaran Biaya
- Analisa Standart Kementerian PUPR tahun 2016 SNI tahun 2018.

3) Prosedur Analisa

Untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan, dibuat bagan alir penulisan tugas akhir. Bagan alir dalam penelitian ini diantaranya :

- Mengumpulkan data yang didapat dari kontraktor pelaksana proyek pembangunan Kantor Djarum di Pamekasan.

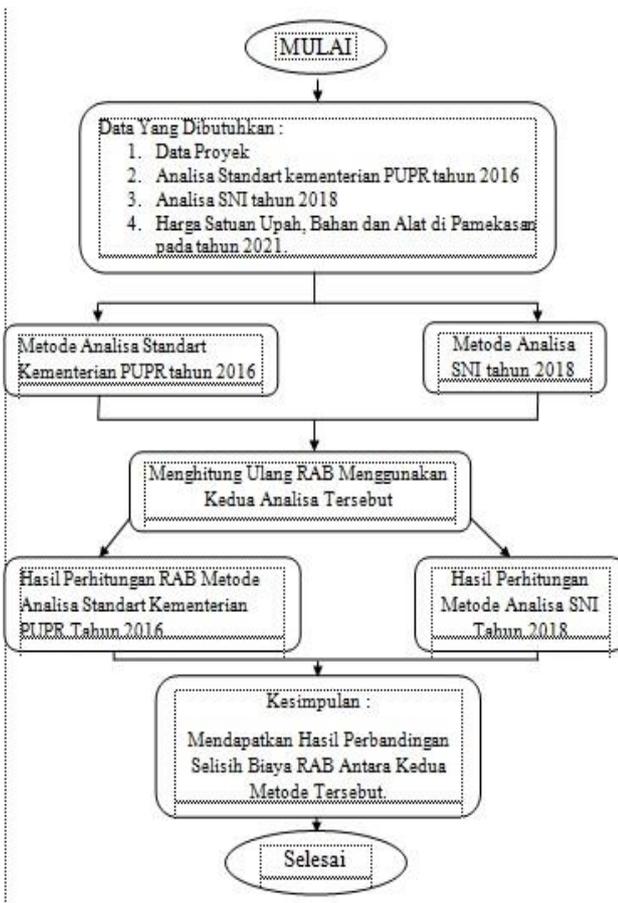
- Menghitung analisis harga satuan pekerjaan dengan menggunakan metode analisa standart kementerian PUPR dan metode analisis SNI.
- c. Menghitung harga satuan bahan, upah dan peralatan dengan dua metode tersebut.
- d. Pembahasan dan simpulan.

4) Lokasi Penelitian

Penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Menggunakan Metode Analisa Standart Kementerian PUPR Tahun 2016 Dan SNI Tahun 2018” ini mengambil lokasi pada proyek pembangunan KantorDjarumDSO yang berlokasi di Pamekasan.

5) Tahapan Penelitian

Dalam analisis harga satuan pekerjaan pembangunan Kantor Djarum DSO di Pamekasan dengan menggunakan metode analisa Standart Kementerian PUPR tahun 2016 dan metode analisa SNI tahun 2018, memiliki parameter penting yang harus ditentukan terlebih dahulu dan dianalisis dengan urutan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

• Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa / beli peralatan untuk

menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi.

Analisa harga satuan pekerjaan ini dipengaruhi oleh angka koefisien yang menunjukkan nilai satuan bahan/material, nilai satuan alat, dan nilai satuan upah tenaga kerja ataupun satuan pekerjaan yang dapat digunakan sebagai acuan/panduan untuk merencanakan atau mengendalikan biaya suatu pekerjaan.

Untuk harga bahan material didapat dipasaran, yang kemudian dikumpulkan didalam suatu daftar yang dinamakan harga satuan bahan/material, sedangkan upah tenaga kerja didapatkan di lokasi setempat yang kemudian dikumpulkan dan didata dalam suatu daftar yang dinamakan daftar satuan upah tenaga kerja. Harga satuan yang didalam perhitungannya haruslah disesuaikan dengan kondisi lapangan, kondisi alat/efisiensi, metode pelaksanaan dan jarak angkut.

Besarnya harga satuan pekerjaan tergantung dari besarnya harga satuan bahan, harga satuan upah dan harga satuan alat dimana harga satuan bahan tergantung pada ketelitian dalam perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap jenis pekerjaan.

Penentuan harga satuan upah tergantung pada tingkat produktivitas dari pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan. Harga satuan alat baik sewa ataupun investasi tergantung dari kondisi lapangan, kondisi alat/efisiensi, metode pelaksanaan, jarak angkut dan pemeliharaan jenis alat itu sendiri.

• Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan merupakan analisa material, upah tenaga kerja, dan peralatan untuk membuat satu-satuan pekerjaan tertentu yang diatur dalam pasal-pasal analisa SNI maupun Cipta Karya, dari hasilnya ditetapkan koefisien pengali untuk material, upah tenaga kerja dan peralatan segala jenis pekerjaan.

➤ Analisa Harga Satuan Bahan

Analisa bahan suatu pekerjaan ialah menghitung banyaknyavolume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan.

Faktor yang mempengaruhi harga satuan bahan antara lain adalah kualitas, kuantitas, dan lokasi asal bahan. Faktor-faktor yang berkaitan dengan kuantitas dan kualitas bahan harus ditetapkan dengan mengacu pada spesifikasi yang berlaku.

➤ Analisa Harga Satuan Upah

Analisa upah suatu pekerjaan ialah, menghitung banyaknya tenaga yangdiperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.(Ibrahim, 1993, dalam Conny Meilani Putri, 2016).

Tingkatan dan tugas tenaga kerja pada masing-masing metoda adalah sebagai berikut :

- ✓ Pekerja, jenis tenaga kerja ini adalah tingkatan tenaga kerja yang paling rendah. Upah yang diterima jenis tenaga ini pun paling rendah. Tugasnya hanya membantu dalam persiapan bahan atau pekerjaan yang tidak membutuhkan keterampilan khusus.
- ✓ Tukang batu, adalah tenaga kerja yang bertugas dalam hal pemasangan batu pada adukan atau menempelkan adukan pada konstruksi pekerjaan.

- ✓ Kepala tukang, selain bertugas sebagai tukang batu, jenis tenaga ini juga bertugas mengepalai tukang batu yang lain.
- ✓ Mandor, jenis tenaga ini adalah tingkatan tenaga kerja yang paling tinggi dan tugasnya hanya mengawasi pekerjaan.

➤ **Analisa Harga Satuan Alat**

Alat-alat berat yang dikenalkan didalam ilmu teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Dan alat berat merupakan faktor penting didalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan bisa tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif singkat. Alat berat yang umum dipakai di dalam proyek konstruksi antara lain dozer, excavator, front shovel, clamshell, loader, truck, roller, dan lain-lain.

Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek. Ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya proyek. Adapun faktor yang mempengaruhi pertimbangan suatu pekerjaan konstruksi didalam menggunakan alat-alat berat antara lain :

- ✓ Jenis proyek
 - Jenis proyek merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertimbangan pemakaian alat berat, seperti pekerjaan jalan, irigasi, pembukaan lahan, basement, tanah dan batuan dan lain-lain.
- ✓ Volume pekerjaan
 - Volume pekerjaan yang relatif besar didalam pelaksanaannya perlu pertimbangan menggunakan alat berat, karena dapat memudahkan didalam pelaksanaan.
- ✓ Kondisi lapangan
 - Kondisi medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat
- ✓ Jenis tanah
 - Jenis tanah dilokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi pemakaian alat berat.
- ✓ Waktu
 - Didalam melaksanakan suatu pekerjaan tentu dibatasi oleh waktu, sehingga alat berat sangat membantu untuk mempercepat pelaksanaan pekerjaan yang tentu saja dengan volume yang besar.
- ✓ Biaya
 - Dengan pelaksanaan yang menggunakan alat berat sehingga mempercepat waktu pelaksanaan dan secara otomatis akan menekan biaya/cost proyek.

- **Metode Perhitungan**

Rencana anggaran biaya proyek konstruksi ini dihitung dengan menggunakan dua metode, yaitu

menggunakan metode Standart Kementerian PUPR dan metode SNI. Dalam analisa BOW, telah ditetapkan angka jumlah tenaga kerja dan bahan untuk suatu pekerjaan. Sedangkan SNI merupakan pembaharuan dari analisa BOW dengan kata lain bahwasanya analisa SNI merupakan analisa BOW yang diperbaharui.

➤ **Analisa SNI**

Analisa harga satuan ini menguraikan suatu perhitungan harga satuan bahan dan pekerjaan yang secara teknis dirinci secara detail berdasarkan suatu metode kerja dan asumsi-asumsi yang sesuai dengan yang diuraikan dalam suatu spesifikasi teknik, gambar disain dan komponen harga satuan, baik untuk kegiatan pembangunan, rehabilitasi/ pemeliharaan, maupun peningkatan jalan dan jembatan.

Prinsip yang mendasar pada metode SNI adalah, daftar koefisien bahan, upah dan alat sudah ditetapkan untuk menganalisa harga atau biaya yang diperlukan dalam membuat harga satu satuan pekerjaan. Dari ketiga koefisien tersebut akan didapatkan kalkulasi bahan-bahan yang diperlukan, kalkulasi upah yang mengerjakan, serta kalkulasi peralatan yang dibutuhkan. Komposisi perbandingan dan susunan material, upah tenaga dan peralatan pada satu pekerjaan sudah ditetapkan, yang selanjutnya dikalikan dengan harga material, upah dan peralatan yang berlaku dipasaran.

➤ **Analisa Standart Kementerian PUPR**

Pedoman ini menetapkan langkah-langkah menghitung harga satuan (HSD) upah tenaga kerja, HSD alat dan HSD baha, yang selanjutnya menghitung harga satuan pekerjaan (HSP) sebagai bagian dari harga perkiraan sendiri (HPS), dapat digunakan pula untuk menganalisis harga perkiraan perencana (HPP) untuk penanganan pekerjaan bidang pekerjaan umum.

Penanganan pekerjaan meliputi preservasi atau pemeliharaan dan pembangunan atau peningkatan kapasitas kinerja bidang pekerjaan umum yaitu pada sektor Sumber Daya Air, Bina Marga dan Cipta Karya. Pekerjaan dapat dilakukan secara mekanis ataus manual. Pekerjaan yang dilaksanakan secara manual, tersedia tabel koefisien bahan dan koefisien upah, sementara untuk pekerjaan yang dilaksanakan secara mekanis penetapan koefisien dilakukan melalui proses analisis produktivitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Analisa Standart Nasional Indonesia

Setelah di dapat analisa harga satuan pekerjaan menurut tiap-tiap jenis pekerjaannya, selanjutnya membuat rencana anggaran biaya bangunan dengan cara mengalikan analisa harga satuan pekerjaan dengan volume dari tiap-tiap pekerjaannya.

Dan berikut adalah Tabel 1 rekapitulasi rencana anggaran biaya menggunakan metode analisa standart nasional indonesia :

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Analisa SNI.

NO	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH HARGA ANALISA SNI Rp.
I	PEKERJAAN STRUKTUR	
1	PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN OFFICE	
A	Pekerjaan Tanah	58.651.251,57
B	Pekerjaan Struktur Beton	
1	Pekerjaan Beton K-175	43.113.153,50
2	Beton K-225	304.294.105,55
3	Pekerjaan Bekisting	1.180.320.163,03
4	Pekerjaan Besi	569.980.466,71
C	Pekerjaan Konstruksi Baja	
1	Rangka atap	741.847.935,98
2	Rangka kanopi	51.792.789,71
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	
2	PEKERJAAN ARSITEKTUR BANGUNAN OFFICE	
A	Pekerjaan Pasangan & Plester + Acian	261.996.437,76
B	Pekerjaan Pelapis	249.896.954,10
C	Pekerjaan Plafond Langit-Langit	47.551.406,53
D	Pekerjaan Tampak, Atap & Finishing	43.097.543,78
TOTAL BIAYA (Rp)		3.552.542.208,22

2) Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Analisa Kementerian PUPR.

Setelah di dapat analisa harga satuan pekerjaan menurut tiap-tiap jenis pekerjaannya, selanjutnya membuat rencana anggaran biaya bangunan dengan cara mengalikan analisa harga satuan pekerjaan dengan volume dari tiap-tiap pekerjaannya. Dan berikut adalah Tabel 2 rekapitulasi rencana anggaran biaya menggunakan metode analisa kementerian PUPR :

Tabel 2. Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Analisa SNI.

NO	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH HARGA ANALISA KEMENTERIAN PUPR Rp.
I	PEKERJAAN STRUKTUR	
1	PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN OFFICE	
A	Pekerjaan Tanah	65.435.171,75
B	Pekerjaan Struktur Beton	

Lanjutan Tabel 2		
1	Pekerjaan Beton K-175	37.139.840,06
2	Beton K-225	263.277.517,43
3	Pekerjaan Bekisting	1.278.414.951,39
4	Pekerjaan Besi	569.011.695,69
C	Pekerjaan Konstruksi Baja	
1	Rangka atap	743.075.904,94
2	Rangka kanopi	51.895.654,79
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	
2	PEKERJAAN ARSITEKTUR BANGUNAN OFFICE	
A	Pekerjaan Pasangan & Plester + Acian	296.901.292,57
B	Pekerjaan Pelapis	252.266.905,73
C	Pekerjaan Plafond Langit-Langit	47.207.106,90
D	Pekerjaan Tampak, Atap & Finishing	43.132.704,94
TOTAL BIAYA (Rp)		3.647.758.746,18

3) Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Analisa Standart Nasional Indonesi dan Metode Analisa Kementerian PUPR.

Setelah di dapat hasil akhir perhitungan rencana anggaran biaya dengan kedua metode tersebut, maka didapat perbandingan selisih harga yang akan dijelaskan dalam Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Selisih harga Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Analisa SNI dan Metode Analisa Kementerian PUPR.

NO	ITEM PEKERJAAN	SELISIH HARGA Rp.
I	PEKERJAAN STRUKTUR	
1	PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN OFFICE	
A	Pekerjaan Tanah	6.783.920,18
B	Pekerjaan Struktur Beton	
1	Pekerjaan Beton K-175	5.973.313,44
2	Beton K-225	41.016.588,11
3	Pekerjaan Bekisting	98.094.788,36
4	Pekerjaan Besi	968.771,02
C	Pekerjaan Konstruksi Baja	
1	Rangka atap	1.227.968,96
2	Rangka kanopi	102.865,07
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR	
2	PEKERJAAN ARSITEKTUR BANGUNAN OFFICE	
A	Pekerjaan Pasangan & Plester + Acian	34.904.854,81
B	Pekerjaan Pelapis	2.369.951,62
C	Pekerjaan Plafond Langit-Langit	344.299,62
D	Pekerjaan Tampak, Atap & Finishing	35.161,17
TOTAL BIAYA (Rp)		95.216.537,96

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada pembahasan Tugas Akhir didapat

Beberapa kesimpulan, yaitu :

Dari kedua metode tersebut didapatkan selisih anggaran biaya secara keseluruhan yaitu sebesar Rp. 95.216.537,96

Selisih harga tersebut didapat karena adanya perbedaan nilai koefisien upah, bahan material pada kedua analisis tersebut. Sedangkan untuk pemakaian harga material tetap sama menggunakan harga upah dan bahan yang dikeluarkan Pemerintah Kota Pamekasan tahun 2021 .

Komponen yang paling dominan dalam perhitungan RAB yaitu pada pekerjaan bekisting pondasi, dari Harga Satuan Pekerjaan tersebut didapat nilai Jumlah Harga Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Metode Analisa Kem. PUPR Pada Pekerjaan Bekisting Pondasi sebesar Rp.253.660,00 sedangkan untuk Jumlah Harga Rencana Anggaran Biaya Metode SNI Pada Pekerjaan Bekisting Pondasi sebesar Rp.228.825,00 dengan selisih harga sebesar Rp.253.660,00 – Rp.228.825,00 = Rp. 24.835,00.

Secara keseluruhan untuk total jumlah harga Rencana Anggaran Biaya pada Metode SNI yaitu sebesar Rp. 3.552.542.208,22 sedangkan pada Metode Analisa Kementerian PUPR yaitu sebesar Rp. 3.647.758.746,18.

Sehingga didapat kesimpulan yaitu pada Metode Analisa SNI mempunyai hasil anggaran biaya yang lebih ekonomis dibandingkan Analisa Kem. PUPR dengan selisih harga yaitu sebesar Rp.3.647.758.746,18 – Rp.3.552.542.208,00 = Rp.95.216.537,96.

5. DAFTAR PUSTAKA

- A. Soedrajat Sastraatmaja, 1984, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Penerbit Nova, Bandung.
- A.Z, Zainal. 2005. *Analisis Bangunan Menghitung Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Bachtiar Ibrahim, 1993, *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum (JDIH) Kementerian PUPR 28/PRT/M/2016. *Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Umum*. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Analisa Harga Satuan (AHS) SNI 2018 – *Lingkup Pekerjaan Arsitektural dan Sipil* . Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Widiasanti, Irika dan Lenggogeni. (2014). *Manajemen konstruksi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

