

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS WAKTU DAN BIAYA PERCEPATAN PROYEK ANTARA METODE CRASH PROGRAM DAN METODE TIME COST TRADE OFF (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN MASYARAKAT BERPENGHASILAN RENDAH KOTA MADIUN)

Fadilla Fiashada¹, Nemesius Bambang Revantoro¹, Viola Malta Ramadhani¹

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author, email: fadilla.fiashada.1905236@students.um.ac.id

doi: 10.17977/um068.v4.i5.2024.4

Kata kunci

Waktu
Biaya
Crash Program
Time Cost Trade Off
Percepatan Proyek

Abstrak

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi harus sesuai dengan waktu kontrak untuk menghindari denda. Proyek Pembangunan Rumah Susun Masyarakat Berpenghasilan Rendah (Rusun MBR) di Kota Madiun mengalami deviasi progres sebesar -7,753%, menyebabkan keterlambatan penyelesaian dari 7 Juli 2023 menjadi 30 Juli 2023. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi percepatan proyek dengan metode crash program dan time cost trade off menggunakan tiga skenario: penambahan tenaga kerja (skenario 1), penambahan jam kerja (skenario 2), serta kombinasi keduanya (skenario 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa percepatan dengan metode crash program pada skenario 1 memungkinkan penyelesaian pada 27 Juni 2023 dengan biaya Rp 19,57 miliar, sementara skenario 3 memungkinkan penyelesaian pada 5 Juli 2023 dengan biaya Rp 19,69 miliar. Pada metode time cost trade off, skenario 1 memungkinkan penyelesaian pada 29 Juni 2023 dengan biaya Rp 19,59 miliar, dan skenario 3 pada 3 Juli 2023 dengan biaya Rp 19,68 miliar. Skenario 1 dan 2 tidak dapat diterapkan karena keterbatasan area kerja dan tidak memenuhi waktu kontrak. Skenario 3 menjadi pilihan terbaik, dan hasil perbandingan menunjukkan bahwa metode time cost trade off lebih efektif diterapkan pada proyek Rusun MBR Kota Madiun karena memiliki cost slope yang lebih rendah dibandingkan crash program.

1. Pendahuluan

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi terikat oleh waktu yang telah disepakati dalam kontrak. Pihak penyedia harus menyelesaikan pekerjaan konstruksi agar tidak terkena denda akibat kontrak kerja konstruksi. Denda penalti akan diterima oleh pihak penyedia jasa/kontraktor sesuai dengan dokumen kontrak dan karena bertambahnya waktu pelaksanaan proyek kontraktor akan mengalami tambahan biaya overhead (Dharmayanti, Ketut dan Guhyathana, 2022)

Peraturan Menteri PUPR Nomor 14 Tahun 2020) menyatakan, masa pelaksanaan pekerjaan (jangka waktu pelaksanaan pekerjaan) adalah jangka waktu untuk melaksanakan pekerjaan dihitung berdasarkan SPMK sampai dengan serah terima pertama pekerjaan.

Konsep segitiga manajemen proyek menjelaskan untuk mencapai hasil pekerjaan konstruksi harus memenuhi unsur tepat waktu, tepat biaya, tepat mutu. Dalam pelaksanaannya, pihak kontraktor/penyedia jasa mengalami berbagai kendala/hambatan dalam melaksanakan pekerjaan, sehingga hasil pekerjaan tidak memenuhi konsep segitiga manajemen proyek. Salah satu kasus permasalahan terjadi pada proyek pembangunan Rumah Susun Masyarakat Berpenghasilan Rendah Kota Madiun. Menurut SPMK proyek ini berlangsung 9 November 2022 sampai dengan 7 Juli 2023 yang bisa disebut proyek ini berlangsung selama 32 minggu dengan biaya Rp. 19.422.895.360,-. Pada minggu ke-17 proyek pembangunan Rusun Masyarakat Berpenghasilan Rendah Kota Madiun

memiliki rencana progres sebesar 16,638%. Akan tetapi, realisasi progres pekerjaan hanya mencapai 8,85% dan jumlah biaya yang sudah dikeluarkan sebesar Rp 1.548.582.197,68. Dari persentase rencana dan realisasi progres pekerjaan didapatkan deviasi sebesar -7,753%. Adanya deviasi negatif pada progres pekerjaan proyek disebabkan oleh keterlambatan material dan kedatangan alat berat pada awal pelaksanaan proyek sehingga pada awal pelaksanaan proyek tidak berjalan semestinya. Jika deviasi negatif tetap dibiarkan, proyek pembangunan Rusun Masyarakat Berpenghasilan Rendah Kota Madiun akan mengalami keterlambatan sehingga tidak memenuhi salah satu unsur konsep segitiga manajemen proyek yaitu unsur tepat waktu.

Untuk menangani keterlambatan proyek memerlukan tambahan biaya untuk percepatan (Malifa, Dundu dan Malingkas, 2019). Pelaksanaan proyek konstruksi sering didapati kondisi dimana dibutuhkan percepatan waktu untuk melaksanakan pekerjaannya, menurut pelaksana proyek hal ini merupakan hal yang membutuhkan pertimbangan yang sulit karena adanya penambahan biaya yang cukup besar (Wijanarko dan Oetomo, 2019).

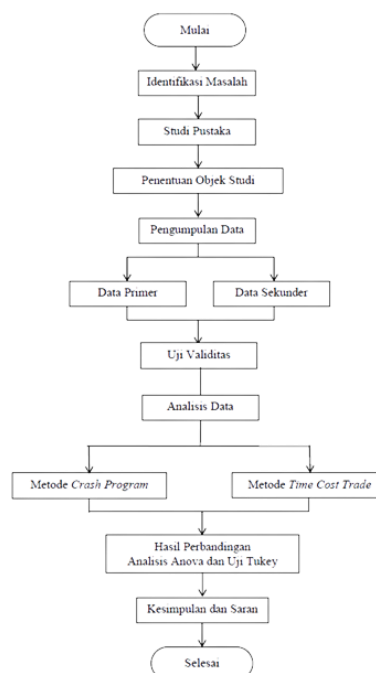
Salah satu metode percepatan proyek yang sering digunakan adalah metode crash program dan time cost trade off. Metode crash program adalah cara perkiraan dari variabel biaya/cost dalam menentukan pengurangan durasi waktu yang paling maksimal dengan biaya yang paling ekonomis dari kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Arsjad & Sibi, 2020), Sedangkan time cost trade off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitis dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Aviyani dkk., 2021)

2. Metode

2.1. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan penulis adalah penelitian kuantitatif. Penelitian menjelaskan hasil percepatan waktu dan pengaruh terhadap biaya pada proyek pembangunan Rumah Susun Masyarakat Berpenghasilan Rendah Kota Madiun. Metode pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode crash program dan time cost trade off. Masing-masing metode dianalisis menggunakan 3 skenario. Skenario 1 dengan menambah tenaga kerja, Skenario 2 dengan menambah jam kerja, Skenario 3 dengan menambah tenaga kerja dan jam kerja. Setelah masing-masing metode dan skenario dianalisis, hasil akan dibandingkan untuk mencari percepatan yang paling efektif.

2.2. Diagram alir penelitian



Gambar 1 Gambar Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Metode Crash Program

Percepatan metode crash program skenario 1 dengan menambah tenaga kerja. Penambahan tenaga kerja didapatkan dari besar keterlambatan x nilai kontrak sebelum PPN x 20% : sisa waktu pekerjaan struktur. Skenario 2 dengan penambahan jam kerja sebanyak 4 jam. Skenario 3 dengan menambah tenaga kerja sekaligus jam kerja.

Tabel 1 Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Metode Crash Program

Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Normal Cost	Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3	
			Crash Duration	Crash Cost	Crash Duration	Crash Cost	Crash Duration	Crash Cost
Pekerjaan Lantai 1								
Pek. Dalam Bangunan	8,00	8.536.405,87	3,90	12.838.500,99	6,15	12.722.527,97	4,54	16.257.253,90
Cor Beton Lantai Dasar	9,00	7.358.970,58	3,97	10.806.953,52	6,92	10.967.696,53	4,27	13.974.618,49
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.298.458,81	4,94	7.843.368,83	8,46	7.896.741,50	5,40	10.236.812,82
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	4,14	6.780.683,77	6,92	7.129.002,74	4,65	8.954.032,55
Pekerjaan Lantai 2								
Kolom	24,00	24.505.372,01	11,91	35.756.087,84	18,46	36.522.429,45	14,50	45.178.456,73
Dinding SW	24,00	11.259.224,98	11,10	16.706.058,34	18,46	16.780.575,69	17,23	21.207.123,47
Balok	23,00	26.933.832,30	9,77	41.310.123,93	17,69	40.141.769,30	11,78	52.044.920,89
Plat Lantai	14,00	12.951.788,21	5,09	20.822.271,69	10,77	40.141.769,30	6,72	25.538.982,48
Plat Lantai Balkon	3,00	294.358,82	3,00	294.358,82	2,31	438.707,86	1,52	506.636,82
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.666.407,34	5,20	7.962.125,90	8,46	11.866.629,95	5,78	10.549.883,29
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	4,68	6.650.040,60	6,92	9.911.118,20	4,86	8.968.561,92
Pekerjaan Lantai 3								
Kolom	14,00	8.683.585,28	6,65	12.812.943,79	10,77	19.303.145,89	7,86	16.334.811,96
Dinding SW	14,00	11.259.224,98	6,92	16.354.071,18	10,77	16.780.575,69	10,41	21.036.308,86
Balok	37,00	35.985.366,11	18,61	52.626.764,73	28,46	53.632.036,03	19,64	69.136.450,20
Plat Lantai	37,00	31.349.214,65	19,12	44.721.399,61	28,46	46.722.387,22	21,38	58.229.900,57
Plat Lantai Balkon	3,00	294.358,82	3,00	294.358,82	2,31	438.707,86	1,52	506.636,82
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.666.407,34	5,20	7.962.125,90	8,46	11.866.629,95	5,78	10.549.883,29
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	4,68	6.650.040,60	6,92	9.911.118,20	4,86	8.968.561,92
Pekerjaan Lantai 4								
Kolom	21,00	9.051.533,81	7,07	14.252.639,23	16,15	13.490.266,73	9,73	17.592.769,46
Dinding SW	21,00	11.479.994,10	7,75	17.751.836,06	16,15	17.109.606,59	13,66	21.933.046,69
Balok	44,00	31.937.932,30	18,95	48.675.729,65	33,85	47.599.802,94	23,00	61.316.686,05
Plat Lantai	44,00	29.730.241,12	18,63	46.644.101,98	33,85	44.309.493,98	23,55	57.467.529,43
Plat Lantai Balkon	3,00	294.358,82	3,00	294.358,82	2,31	438.707,86	1,52	506.636,82
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.666.407,34	5,20	7.962.125,90	8,46	11.866.629,95	5,78	10.549.883,29
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	4,68	6.650.040,60	6,92	9.911.118,20	4,86	8.968.561,92

3.1.2. Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Metode Time Cost Trade Off

Percepatan metode time cost trade off skenario 1 dengan menambah tenaga kerja. Penambahan tenaga kerja didapatkan dari besar keterlambatan x nilai kontrak sebelum PPN x 20% : sisa waktu pekerjaan struktur. Skenario 2 dengan penambahan jam kerja sebanyak 4 jam. Skenario 3 dengan menambah tenaga kerja sekaligus jam kerja:

Tabel 2. Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Metode Crash Program

Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Normal Cost	Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3	
			Crash Duration	Crash Cost	Crash Duration	Crash Cost	Crash Duration	Crash Cost
Pekerjaan Lantai 1								
Pek. Dalam Bangunan	8,00	8.536.405,87	3,93	12.873.205,21	5,33	13.871.659,53	3,96	15.238.786,59
Cor Beton Lantai Dasar	9,00	7.358.970,58	5,50	10.964.866,16	6,00	11.958.327,18	4,77	13.144.477,05
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.298.458,81	5,31	8.032.599,42	7,33	8.609.995,57	5,02	9.649.450,17
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	4,73	7.037.639,96	6,00	7.772.912,67	4,62	8.475.081,11
Pekerjaan Lantai 2								
Kolom	24,00	24.505.372,01	12,49	36.267.582,63	16,00	39.821.229,52	13,15	42.543.811,91
Dinding SW	24,00	11.259.224,98	11,73	16.989.187,07	16,00	18.296.240,59	18,20	19.970.625,41
Balok	23,00	26.933.832,30	10,19	41.927.063,99	15,33	43.767.477,49	10,65	48.908.364,41
Plat Lantai	14,00	12.951.788,21	5,24	21.043.979,86	9,33	21.046.655,84	5,99	23.938.602,18
Plat Lantai Balkon	3,00	294.358,82	3,00	294.358,82	2,00	478.333,09	2,00	478.333,09
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.666.407,34	5,92	10.577.390,83	7,33	13.725.455,62	5,70	13.725.455,62
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	5,14	8.705.295,95	6,00	10.806.315,97	4,62	11.508.484,41
Pekerjaan Lantai 3								
Kolom	14,00	8.683.585,28	7,00	13.025.377,92	9,33	14.110.826,08	7,17	15.376.160,18
Dinding SW	14,00	11.259.224,98	7,28	16.614.724,62	9,33	18.226.113,93	10,95	19.807.129,24
Balok	37,00	35.985.366,11	19,25	53.228.183,69	24,67	58.476.219,93	17,61	64.945.981,56
Plat Lantai	37,00	31.349.214,65	20,40	45.624.343,28	24,67	50.942.473,81	19,76	54.894.635,23
Plat Lantai Balkon	3,00	294.358,82	3,00	294.358,82	2,00	478.333,09	2,00	478.333,09
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.666.407,34	5,92	10.577.390,83	7,33	13.725.455,62	5,70	13.725.455,62
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	5,14	8.705.295,95	6,00	10.806.315,97	4,62	11.508.484,41
Pekerjaan Lantai 4								
Kolom	21,00	9.051.533,81	7,75	14.754.736,00	14,00	14.708.742,44	9,25	16.623.224,63
Dinding SW	21,00	11.479.994,10	8,33	18.226.113,93	14,00	18.654.990,41	14,75	20.690.205,71
Balok	44,00	31.937.932,30	19,84	49.461.839,37	29,33	51.899.139,98	20,86	57.656.927,95
Plat Lantai	44,00	29.730.241,12	18,90	46.853.809,39	29,33	48.311.641,82	29,33	53.836.934,84
Plat Lantai Balkon	3,00	294.358,82	3,00	294.358,82	2,00	478.333,09	2,00	478.333,09
Pelat Beton Canopy Jendela t= 10	11,00	5.666.407,34	5,92	10.577.390,83	7,33	13.725.455,62	5,70	13.725.455,62
Pek. Tangga	9,00	4.783.330,87	5,14	8.705.295,95	6,00	10.806.315,97	4,62	11.508.484,41

3.1.3. Perbandingan Metode Crash Program dan Metode Time Cost Trade Off

Uji anova dari hasil percepatan metode crash program dan metode time cost trade off menyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan antar metode. Selanjutnya, dibandingkan antar cost slope.

Dalam kasus keterlambatan yang dialami Proyek Pembangunan Rusun MBR Kota Madiun, skenario 1 tidak dapat diimplementasikan karena penambahan tenaga kerja terlalu banyak. Skenario 2 juga tidak dapat digunakan karena dengan melemburkan tenaga kerja yang ada belum bisa mengejar keterlambatan yang dialami. Percepatan yang paling mungkin digunakan dalam menangani keterlambatan pada minggu ke-17 Proyek Pembangunan Rusun MBR Kota Madiun adalah skenario 3 dengan menambah tenaga kerja sekaligus jam kerja. Rata-rata cost slope metode crash program skenario 3 adalah Rp 1.618.771,35, sedangkan rata-rata cost slope metode time cost trade off skenario 3 adalah Rp 1.449.284,59. Dari perbandingan cost slope didapatkan cost slope metode Time Cost Trade Off lebih kecil dari pada cost slope metode crash program, sehingga dapat disimpulkan bahwa percepatan metode Time Cost Trade Off paling efektif untuk menangani Proyek Pembangunan Rusun MBR Kota Madiun.

3.2. Pembahasan

3.2.1. Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Metode Crash Program

Hasil analisis menggunakan skenario 1 dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan struktur didapatkan proyek dapat selesai pada tanggal 27 Juni 2023 sehingga proyek dapat diselesaikan tidak melebihi waktu kontrak. Percepatan metode crash program skenario 1 dapat mempercepat durasi proyek, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Arsjad dan Sibi, 2020), yang menyatakan dengan penambahan tenaga kerja dapat mempercepat proyek 18 hari dari waktu normal proyek. Penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Malifa, Dundu dan Malingkas, 2019), yang menyatakan crashing dapat mempercepat durasi proyek dari 91 hari menjadi 77 hari. Dengan penambahan biaya sebesar Rp 148.086.344,02, sehingga keseluruhan biaya proyek menjadi Rp 19.570.981.704,02. Tetapi meskipun demikian percepatan Skenario 1 percepatan crash

program tidak dapat diterapkan pada proyek pembangunan Rusun MBR Madiun karena jumlah penambahan tenaga kerja yang terlalu banyak dan luas tempat yang tidak memadai.

Analisis metode crash program skenario 2 dengan menambah lembur 4 jam pada pekerjaan struktur yang mengalami keterlambatan dapat mempercepat waktu proyek, didapatkan proyek dapat selesai pada 21 Juli 2023, meskipun dapat mempercepat waktu penyelesaian proyek tetapi proyek tidak selesai sesuai waktu kontrak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Wijanarko dan Oetomo, 2019), yang menyatakan penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam dapat mempercepat waktu proyek. Sesuai juga dengan penelitian yang dilakukan (Permatasari, Harahap dan Puspita, 2022), yang menyatakan dengan menambah jam kerja dapat menambah efisiensi waktu penyelesaian proyek sebesar 15,15%. Meskipun dapat mempercepat waktu proyek, penambahan jam kerja tidak dapat mengejar keterlambatan proyek sebesar 7.753%. Penambahan jam kerja pada proyek pembangunan MBR Kota Madiun mengakibatkan penambahan biaya sebesar Rp 194.562.428,49 sehingga biaya proyek menjadi Rp 19.617.457.788,49.

Percepatan proyek menggunakan skenario 3 dengan penambahan tenaga kerja sekaligus penambahan 4 jam kerja pada pekerjaan struktur yang mengalami keterlambatan, dapat mengejar keterlambatan proyek dan didapatkan proyek selesai pada 5 Juli 2023 sehingga proyek selesai sesuai waktu kontrak. Percepatan metode crash program pada proyek pembangunan MBR Kota Madiun mengakibatkan penambahan biaya sebesar Rp 273.178.183,57, sehingga biaya penyelesaian proyek menjadi Rp 19.696.073.543,57.

3.2.2. Waktu dan Biaya Percepatan Proyek Metode Time Cost Trade Off

Salah satu metode percepatan proyek yang sering dipakai adalah metode time cost trade off. Sama halnya dengan metode crash program metode TCTO juga menggunakan 3 skenario. Skenario 1 menggunakan penambahan tenaga kerja, skenario 2 dengan penambahan jam kerja dan skenario ke 3 dengan penambahan tenaga kerja sekaligus jam kerja.

Analisis metode TCTO skenario 1 dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan struktur yang mengalami keterlambatan, dapat mempercepat waktu proyek menjadi 29 Juni 2023, sehingga proyek dapat selesai sesuai waktu kontrak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Aviyani dkk., 2021), menyatakan percepatan TCTO dengan menambah tenaga kerja atau menambah jam kerja dapat mempercepat durasi proyek dan menimbulkan biaya tambah. Dengan menambah tenaga proyek mengalami penambahan biaya Sebanyak Rp 168.319.622,21, sehingga keseluruhan biaya proyek menjadi Rp 19.591.214.982,21.

Hasil analisis menggunakan skenario 2 dengan penambahan jam kerja sebanyak 4 jam dari jam kerja normal pada pekerjaan struktur yang mengalami keterlambatan, dapat mempercepat waktu proyek sehingga proyek selesai pada 17 Juli 2023, walaupun proyek sudah dipercepat proyek tidak dapat mengejar keterlambatan dan selesai sesuai waktu kontrak. Penambahan jam kerja pada proyek pembangunan MBR Kota Madiun mengakibatkan penambahan biaya sebesar Rp 212.168.193,72 sehingga biaya menjadi Rp 19.635.063.553,72.

Analisis metode TCTO skenario 3 dengan menambah tenaga kerja sekaligus 4 jam kerja pada struktur yang mengalami keterlambatan, dapat mempercepat waktu proyek dan proyek selesai pada 3 Juli 2023, sehingga proyek selesai sesuai waktu kontrak. Percepatan metode TCTO skenario 3 pada proyek pembangunan MBR Kota Madiun mengakibatkan penambahan biaya sebesar Rp 259.500.450,40 sehingga biaya proyek menjadi Rp 19.682.395.810,40.

3.2.3. Perbandingan Metode Crash Program dan Metode Time Cost Trade Off

Dalam kasus keterlambatan yang dialami Proyek Pembangunan Rusun MBR Kota Madiun, skenario 1 tidak dapat diimplementasikan karena penambahan tenaga kerja terlalu banyak. Skenario 2 juga tidak dapat digunakan karena dengan melemburkan tenaga kerja yang ada belum bisa mengejar keterlambatan yang dialami. Percepatan yang paling mungkin digunakan dalam menangani keterlambatan pada minggu ke-17 Proyek Pembangunan Rusun MBR Kota Madiun adalah skenario 3 dengan menambah tenaga kerja sekaligus jam kerja.

Dari perbandingan cost slope didapatkan cost slope metode Time Cost Trade Off lebih kecil dari pada cost slope metode crash program, sehingga dapat disimpulkan bahwa percepatan metode Time Cost Trade Off paling efektif untuk menangani Proyek Pembangunan Rusun MBR Kota Madiun.

4. Simpulan

Percepatan metode crash program pada Proyek Pembangunan MBR Madiun dengan menambah tenaga kerja dapat selesai pada 27 Juni 2023 tidak melebihi waktu kontrak, dengan biaya total Rp 19.444.666.133,66. Percepatan metode crash program dengan menambah 4 jam kerja dapat selesai pada 21 Juli 2023, dengan biaya total Rp 19.600.405.365,05. Percepatan metode crash program dengan menambah tenaga kerja dan 4 jam kerja dapat selesai pada 5 Juli 2023 proyek selesai tidak melebihi waktu kontrak, dengan biaya total Rp 19.696.073.543,57.

Percepatan metode time cost trade off pada Proyek Pembangunan MBR Madiun dengan menambah jumlah tenaga pada 29 Juni 2023 proyek selesai tidak melebihi waktu kontrak, dengan biaya total Rp 19.591.214.982,21. Percepatan metode time cost trade off dengan menambah 4 jam kerja dapat selesai pada 17 Juli 2022, dengan biaya total Rp 19.635.063.553,72. Percepatan metode time cost trade off dengan menambah tenaga kerja dan 4 jam kerja dapat selesai pada 3 Juli 2023 proyek selesai sesuai waktu kontrak, dengan biaya total Rp 19.682.395.810,40.

Skenario 1 dapat menyelesaikan sesuai waktu kontrak tetapi tidak dapat diterapkan karena keterbatasan luas dan ruang gerak pekerja. Skenario 2 tidak dapat menyelesaikan sesuai waktu kontrak. Skenario 3 dapat menyelesaikan sesuai waktu kontrak. Sehingga setelah dibandingkan antar cost slope percepatan time cost trade off skenario 3 adalah percepatan paling efektif untuk proyek pembangunan Rusun MBR Kota Madiun.

Daftar Rujukan

- Arsjad, F. T. T., & Sibi, M. (2020). Analisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode crashing pada pembangunan Kalyana Residence Paal 2 Manado. *Jurnal sipil statik*, 8(5), 741–748.
- Aviyani, V., et al. (2021). Analisis percepatan proyek menggunakan metode time cost trade off: Studi kasus pembangunan PKL higienis Kementerian PUPR. *Jurnal artesis*, 1(2), 125–131.
- Dharmayanti, G. C., Ketut, S. D., & Guhyathana, I. M. (2022). Upaya penanggulangan keterlambatan pelaksanaan proyek konstruksi di Kabupaten Badung. *Jurnal spektran*, 10(1), 34. <https://doi.org/10.24843/spektran.2022.v10.i01.p05>
- Malifa, Y., Dundu, A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode crashing (Studi kasus: Pembangunan IAIN Manado). *Jurnal sipil statik*, 7(6), 681–688.
- Permatasari, A., Harahap, S., & Puspita, N. R. (2022). Analisa percepatan proyek menggunakan metode crashing dengan alternatif penambahan tenaga kerja. *Jurnal statika*, 5(2), 46–54.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat [PUPR]. (2020). Peraturan Menteri PUPR Nomor 14 Tahun 2020. Retrieved from <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2749/1>
- Wijanarko, B., & Oetomo, W. (2019). Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek dengan metode crashing dan fast tracking pada pelebaran jalan dan jembatan. *Jurnal penelitian*, 1(1), 1–20.