

Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode *Critical Path Metode* (Cpm) (Studi Kasus: *Dismantle And Erection* Tangki Bola (*Spherical Tank*) Belawan, Sumatera Utara)

1st Firman Putra Permadi

Department of Industrial Engineering
Telkom University
Jln. DI. Panjaitan No. 128, Purwokerto
53147, Jawa Tengah, Indonesia
firmanpp@telkomuniversity.ac.id

2nd Aswan Munang

Department of Industrial Engineering
Telkom University
Jln. DI. Panjaitan No. 128, Purwokerto
53147, Jawa Tengah, Indonesia
aswanm@telkomuniversity.ac.id

3rd Famila Dwi Winati

Department of Industrial Engineering
Telkom University
Jln. DI. Panjaitan No. 128, Purwokerto
53147, Jawa Tengah, Indonesia
familaw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak – Penjadwalan proyek yang efisien merupakan elemen kunci dalam manajemen proyek untuk memastikan penyelesaian tepat waktu dan meminimalkan risiko keterlambatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan proyek menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) pada proyek *Dismantle And Erection Spherical Tank* oleh PT. Rekabangun Energi Nusantara. Data diambil dari observasi lapangan, wawancara, dan dokumen proyek. Dengan menggunakan CPM yang dibantu perangkat lunak *Microsoft Project*, jalur kritis proyek berhasil diidentifikasi, serta durasi total proyek dihitung selama 98 hari. Jalur kritis melibatkan aktivitas penting seperti *Work Permit And HSE Plan*, *Dismantle Work*, dan *Erection And Welding Work*. Grafik *Curve-S* digunakan untuk memantau progres aktual dibandingkan *baseline* yang direncanakan. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi waktu dan alokasi sumber daya yang lebih baik, serta mengurangi risiko keterlambatan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan metode CPM pada proyek mendatang dan mengombinasikannya dengan metode lain seperti PERT untuk analisis yang lebih mendalam.

Kata Kunci – *Critical Path Method*, Penjadwalan Proyek, Manajemen Proyek, Jalur Kritis, *Curve-S*.

I. PENDAHULUAN

Penjadwalan proyek merupakan aspek penting dalam manajemen proyek, terutama di industri konstruksi, karena berfungsi untuk merencanakan, mengatur, dan mengendalikan waktu pelaksanaan berbagai tugas agar proyek berjalan sesuai rencana (Saputra dkk., 2021). Selain itu, penjadwalan juga berperan dalam pengelolaan sumber

daya, anggaran, serta menjaga kualitas hasil akhir. Penjadwalan yang efektif memungkinkan identifikasi jalur kritis, optimalisasi tenaga kerja, dan pengaturan urutan pekerjaan agar proyek selesai tepat waktu, sementara kesalahan dalam menentukan jalur kritis dapat menyebabkan keterlambatan, pembengkakan biaya, serta inefisiensi penggunaan sumber daya (Febriana & Aziz, 2021). Ketidakjelasan jadwal juga berpotensi menimbulkan miskomunikasi dalam tim, menghambat koordinasi, serta berdampak pada kualitas proyek secara keseluruhan. Untuk mengatasi tantangan ini, perkembangan teknologi telah menghadirkan berbagai metode dan perangkat lunak manajemen proyek, seperti *Microsoft Project* dan *Primavera*, yang memungkinkan pemantauan jadwal secara real-time. Selain itu, pendekatan *Agile* dan *lean* dalam manajemen proyek telah terbukti meningkatkan fleksibilitas, efisiensi, serta mengurangi pemborosan waktu dan biaya (Hanok dkk., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi berbagai metode penjadwalan guna meningkatkan efektivitas proyek serta mengurangi risiko yang dapat menghambat keberhasilannya, sehingga hasil penelitian ini diharapkan menjadi panduan praktis bagi manajer proyek dalam mengelola jadwal secara lebih efisien dan akurat.

TABEL 1
DATA HISTORIS KETERLAMBATAN
PENYESELESAIAN PROYEK PT. REN

Proyek Vendor	Waktu Penyelesaian (Hari)	Batas Waktu Pekerjaan (Hari)	Keterlambatan (Hari)
4 Tanki Air Kapasitas 6000 m ³ FT Maos	113	82	31
Proses Erection Tanki RU-IV Cilacap	97	70	27

PT. REN memiliki riwayat keterlambatan proyek, seperti 31 hari pada pembangunan tangki air 6.000 m³ dan 27 hari pada erection tangki di RU-IV Cilacap, akibat perencanaan jadwal yang kurang optimal, cuaca, keterlambatan material, serta faktor tak terduga. Hal ini menurunkan kredibilitas perusahaan dan mempengaruhi peluang proyek di masa depan, sehingga diperlukan evaluasi sistem manajemen proyek. Penelitian ini berfokus pada proyek spherical tank oleh PT. Rekabangun Energi Nusantara untuk Pertamina Patra Niaga, yang mengalami keterlambatan dalam pekerjaan dismantle serta erection & welding sejak Maret 2023. Identifikasi kesalahan, evaluasi dampak perubahan jadwal, serta revisi rencana kerja dilakukan untuk menyesuaikan tenggat waktu dengan komunikasi dan pemantauan berkelanjutan sebagai faktor penting. Tujuan penelitian ini adalah menyusun jadwal proyek, mengidentifikasi jalur kritis, serta mempercepat aktivitas guna meningkatkan efisiensi. Dengan lingkup pekerjaan dismantle dan erection tangki Spherical LPG, penelitian ini juga mempertimbangkan jadwal kerja Senin–Sabtu pukul 08.00–17.00. Hasilnya diharapkan bermanfaat bagi peneliti, institusi akademik, serta perusahaan dalam pengelolaan jadwal, biaya, dan tenaga kerja guna mengurangi keterlambatan dan pembengkakan biaya.

II. KAJIAN TEORI

Penelitian ini didasarkan pada data pencatatan langsung perusahaan dan metode yang dikembangkan dari studi sebelumnya. Penelitian terdahulu menunjukkan keterbatasan dalam penyajian dampak finansial, durasi keterlambatan, dan faktor penyebabnya, yang lebih berfokus pada percepatan proyek tanpa mempertimbangkan biaya dan risiko (Sugiarta, 2022). Kurangnya informasi ini menghambat identifikasi area kritis dan alokasi sumber daya, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut. Sugiarta (2022) meneliti proyek Remote Terminal Unit dengan metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT), menemukan bahwa perencanaan yang kurang matang dan lemahnya pengendalian proyek menyebabkan keterlambatan. CPM mempercepat durasi proyek menjadi 104 hari, sedangkan PERT memperkirakan 106,7 hari dengan probabilitas penyelesaian 99,99%. Faktor utama

keterlambatan meliputi kendala material dan kurangnya pengawasan. Sementara itu, Wijaya dan Sulistio (2019) menerapkan metode Monte Carlo pada proyek Serpong Garden Apartment, menemukan bahwa proyek awal 121 minggu hanya memiliki probabilitas penyelesaian 37,16%. Setelah metode Monte Carlo diterapkan, durasi proyek menjadi 123 minggu dengan probabilitas meningkat menjadi 48,32%. Berdasarkan berbagai temuan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pengalaman proyek terdahulu guna meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek baru. Fokus utama adalah membandingkan pendekatan normal tanpa percepatan jalur kritis dengan metode CPM yang mengintegrasikan percepatan, sehingga membantu mengidentifikasi dan mengelola aktivitas penyebab keterlambatan agar proyek lebih efisien dan tepat waktu (Wijaya & Sulistio, 2019).

A. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah bidang yang mencakup metode, teknik, dan praktik untuk merencanakan, mengorganisir, mengarahkan, serta mengendalikan sumber daya guna mencapai tujuan proyek. Ini melibatkan pengelolaan aspek sumber daya manusia, keuangan, waktu, teknologi, dan material sesuai dengan batasan jadwal, anggaran, dan spesifikasi proyek. Prosesnya mencakup tahap perencanaan hingga penyelesaian, di mana manajer proyek bertanggung jawab atas pengambilan keputusan, penyelesaian tantangan, serta memastikan kelancaran proyek. Tujuan utamanya adalah menyelesaikan proyek secara sukses berdasarkan kualitas, waktu, dan biaya. Dengan prinsip manajemen proyek yang baik, seperti pemantauan progres, manajemen risiko, dan komunikasi efektif, proyek dapat berjalan lebih efisien dan mencapai hasil optimal (Andika dkk., 2024).

B. Sistem Rekayasa Proyek



GAMBAR 1
(SISTEM REKAYASA PROYEK)

Sistem rekayasa proyek adalah kerangka kerja untuk merencanakan dan mengelola proyek teknik atau konstruksi secara efisien. Prosesnya mencakup identifikasi kebutuhan, perencanaan, manajemen sumber daya, pemantauan, dan penyelesaian proyek dengan dukungan alat rekayasa seperti pemodelan 3D dan simulasi. Tujuannya adalah memastikan proyek selesai sesuai spesifikasi, jadwal, dan anggaran, serta

meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko (Adawiyah dkk., 2023).

C. Model Jaringan Kerja

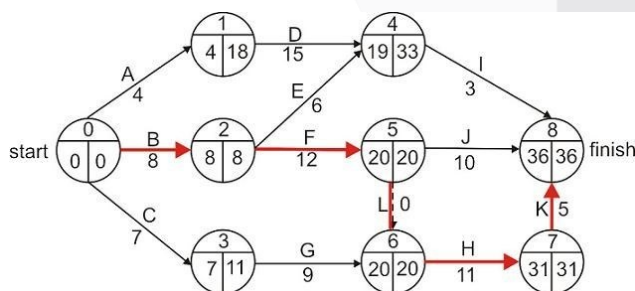
Model jaringan kerja adalah representasi visual dari tugas dalam proyek yang menunjukkan keterkaitan dan ketergantungan antaraktivitas. Model ini membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek secara efisien. Dua metode utama yang digunakan adalah PERT (Program Evaluation and Review Technique) untuk memperkirakan waktu proyek dengan ketidakpastian dan CPM (Critical Path Method) untuk mengidentifikasi jalur kritis yang menentukan durasi proyek. Manfaat model ini meliputi perencanaan yang lebih baik, alokasi sumber daya yang efisien, serta pemantauan dan pengendalian proyek agar berjalan sesuai jadwal (Vinahapsari & Rosita, 2020).

D. Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek adalah upaya terencana dengan tujuan spesifik yang memerlukan alokasi waktu, tenaga kerja, dan anggaran dalam batasan tertentu. Manajemen proyek adalah pendekatan sistematis untuk merencanakan, melaksanakan, dan mengontrol proyek agar selesai tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi kualitas yang diinginkan. Proses ini mencakup koordinasi tim, penjadwalan, pengelolaan sumber daya, serta mitigasi risiko. Keberhasilan proyek bergantung pada komunikasi yang baik, strategi adaptif, dan metode manajemen yang efektif (Tasha Nadia Mulia dkk., 2023).

E. Critical Path Method

Critical Path Method (CPM) adalah teknik manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan dan mengelola jadwal dengan mengidentifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas tanpa kelonggaran waktu yang menentukan durasi proyek. Prosesnya mencakup identifikasi aktivitas, penentuan durasi, analisis hubungan antaraktivitas, serta perhitungan waktu mulai dan selesai menggunakan forward pass dan backward pass. CPM membantu menyusun jadwal yang realistis dan mengelola sumber daya secara efisien, tetapi kurang mempertimbangkan ketidakpastian durasi. Dengan metode ini, manajer proyek dapat mengantisipasi keterlambatan dan memastikan penyelesaian tepat waktu.

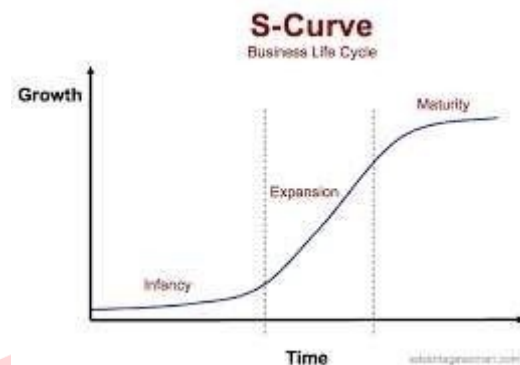


GAMBAR 2
JALUR KRITIS (CRITICAL PATH METHOD)
(VINAHAPSARI & ROSITA, 2020)

F. Curve-S

Curve-S adalah grafik dalam manajemen proyek yang menunjukkan perkembangan proyek berdasarkan waktu, terutama dalam aspek biaya, tenaga kerja, atau kemajuan fisik. Grafik ini berbentuk huruf "S" dengan tiga fase utama: awal yang lambat, percepatan di tengah, dan pelambatan menjelang penyelesaian. *Curve-S* digunakan untuk

memantau progres proyek, mengidentifikasi deviasi dari rencana, serta mengoptimalkan alokasi sumber daya agar proyek tetap sesuai jadwal dan anggaran.



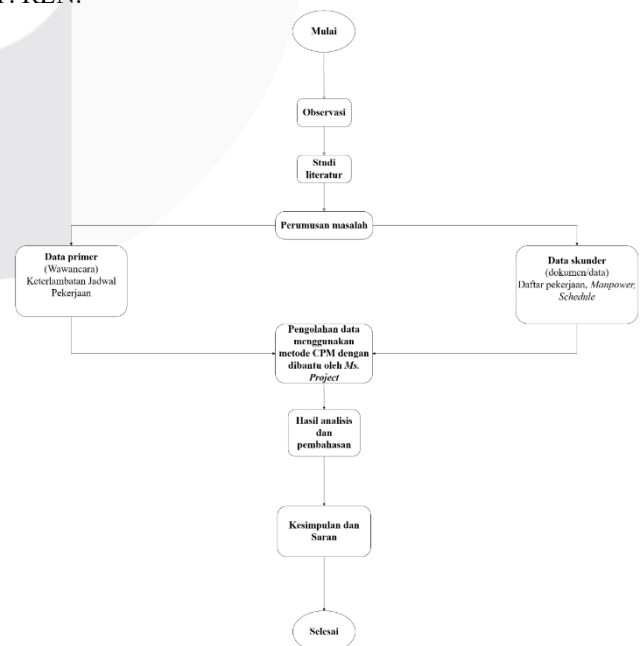
GAMBAR 3
(CURVE-S)

G. Program Bantu Microsoft Project

Microsoft Project adalah perangkat lunak manajemen proyek yang membantu dalam perencanaan, pengelolaan, dan pemantauan proyek. Fitur utamanya mencakup penyusunan jadwal, alokasi sumber daya, analisis jalur kritis, serta pembuatan Gantt chart dan Curve-S untuk melacak kemajuan proyek. Perangkat ini mendukung kolaborasi tim melalui integrasi dengan aplikasi Microsoft lainnya dan tersedia dalam versi desktop serta berbasis cloud, memungkinkan fleksibilitas pengelolaan proyek. Dengan fitur lengkap dan antarmuka yang ramah pengguna, *Microsoft Project* membantu memastikan proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran.

III. METODE

Objek penelitian adalah penjadwalan pengerjaan *spherical tank*, sementara subjek adalah PT. Rekabangun Energi Nusantara. Subjek dari penelitian ini adalah Pekerja PT. REN.



GAMBAR 4
(ALUR PENELITIAN)

A. Teknik Pengumpulan Data.

Penelitian ini mengumpulkan data melalui wawancara untuk mengidentifikasi penyebab keterlambatan, observasi untuk mencatat tenaga kerja dan jadwal proyek, serta studi pustaka untuk meninjau literatur terkait. Survei lapangan juga dilakukan guna memeriksa kondisi kerja dan sistem yang diterapkan. Data dari berbagai metode ini kemudian diolah secara kuantitatif untuk analisis yang lebih akurat, membantu dalam identifikasi masalah dan perumusan rekomendasi.

B. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dengan menyusun jadwal aktivitas berurutan dalam Gantt Chart, mengidentifikasi ketergantungan tugas, serta memperkirakan durasi tiap aktivitas. Jalur kritis dihitung untuk menentukan aktivitas yang paling berpengaruh terhadap jadwal proyek. Proses ini mencakup perencanaan, penjadwalan, serta pengendalian aktivitas kritis guna memastikan proyek berjalan sesuai jadwal. Pemantauan dilakukan melalui penetapan tonggak (milestone) dan evaluasi kemajuan, dengan mempertimbangkan harapan pemangku kepentingan untuk memenuhi ekspektasi klien.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

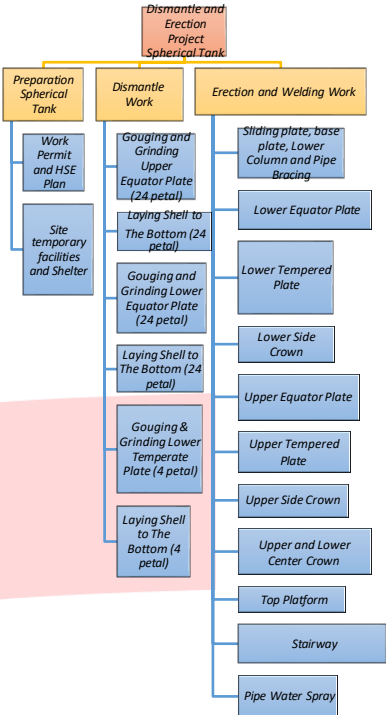
A. Profil Perusahaan

PT. Rekabangun Energi Nusantara (REN), yang didirikan pada tahun 2021, merupakan perusahaan konstruksi yang mengadopsi model EPC (Engineering, Procurement, Construction) dan memiliki tim profesional dengan keahlian di berbagai disiplin teknik, khususnya dalam pengadaan material untuk proyek konstruksi di sektor minyak dan gas. Namun, PT. REN sering mengalami keterlambatan dalam penyelesaian proyek akibat ketidaksesuaian antara jadwal yang direncanakan dan pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Keterlambatan ini berdampak pada kredibilitas perusahaan, yang dapat menurunkan kepercayaan klien dan mitra bisnis serta mengurangi peluang untuk memperoleh proyek baru di masa depan, terutama di industri yang kompetitif seperti energi dan konstruksi. Meskipun menghadapi tantangan dari kondisi ekonomi global dan ketidakstabilan industri minyak dan gas, manajemen PT. REN tetap optimis terhadap prospek jangka panjang sektor energi. Oleh karena itu, perbaikan dalam sistem penjadwalan dan pengelolaan proyek sangat penting agar PT. REN dapat menyelesaikan proyek sesuai kontrak dan meningkatkan kredibilitasnya, serta memperkuat posisi sebagai pemimpin dalam industri EPC dan pengembangan infrastruktur energi berkelanjutan di Indonesia.

B. Aktivitas Proyek Pengerjaan *Dismantle and Erection Project Spherical Tank*

Proyek Pengerjaan *Dismantle And Erection Project Spherical Tank* memiliki beberapa jenis proses pekerjaan

yang saling berhubungan dengan waktu yang ditentukan pada kontrak kerja selama 180 hari.



GAMBAR 5
WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS) Pengerjaan Dismantle and Erection Project Spherical Tank

Work Breakdown Structure (WBS) dalam proyek *Dismantle and Erection Spherical Tank* digunakan untuk mengorganisir seluruh tahapan kerja guna meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan proyek. Pekerjaan ini terdiri dari tiga tahap utama: persiapan, dismantle, serta erection dan welding. Tahap persiapan berlangsung enam hari dan mencakup pengurusan Work Permit, penyusunan HSE Plan, serta pembangunan fasilitas sementara. Selanjutnya, tahap dismantle berlangsung selama 12 hari, dimulai dengan pembersihan tangki sebelum pembongkaran menggunakan alat berat, dengan pengelolaan limbah sesuai prosedur keselamatan. Tahap terakhir, erection dan welding, mencakup pemasangan serta pengelasan komponen tangki untuk memastikan ketahanan terhadap tekanan tinggi. Setiap tahapan memiliki hubungan ketergantungan kerja, baik Finish to Start (FS) maupun Start to Start (SS), guna memastikan proyek berjalan lancar dan efisien.

TABEL 2
MANPOWER PROYEK Dismantle and Erection Project Spherical Tank

No	Manpower	Total
<i>Direct Labor</i>		
1	<i>Fitter Foreman</i>	2
2	<i>Fitter Leadman</i>	2
3	<i>Fitter Skill</i>	2
4	<i>Grinder & Burner</i>	7
5	<i>Fitter Helper</i>	2
6	<i>Rigger Skill</i>	2
7	<i>Rigger Helper</i>	4
8	<i>Scaffolder Skill</i>	2
9	<i>Scaffolder Helper</i>	6

No	Manpower	Total
10	Welder Foreman	2
11	Welder SMAW	10
12	Welder - Gouger	4
13	Welder - Helper	10
14	Supervisor Erection	1
15	Supervisor Welding	1
Indirect Labor		
1	Project Manager	1
2	Construction Manager	1
3	Project Control Engineer	1
4	Field Engineer	1
5	Procurement Staff	1
6	Warehouse Man	1
7	QA / QC Coordinator	1
8	QA / QC Inspector	2
9	HSE Coordinator	1
10	Scaffolding Inspector	1
11	Security	2
12	Safetyman	2
13	AGT	1
14	HRD Manager	1
15	Admin QC	1
16	Admin HSE	1
17	Admin Finance	1
18	Timekeeper	1
19	Office Boy / Girls	1
20	Mess Boy / Girls	1
21	Mechanic / Electrician	2
22	Document Control / SDCC	1
23	Driver Light Vehicle	1
24	Driver Bus	1
25	Driver Trailer	1
26	Operator	1
27	Driver TMC	1

Proyek ini memiliki *Manpower* seperti pada tabel 2 diatas yang masing masing memiliki *job desk* sendiri dan jabatannya sendiri. Nilai atau total *cost* pada proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank* ini mencapai 11.970.257.500-rupiah dengan waktu kontrak selama 180 hari yang telah di sepakatin oleh pihak PT. REN dengan Pertamina Patra Niaga.

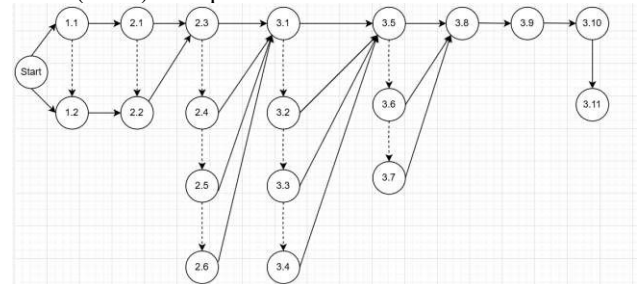
TABEL 3
EQUIPMENT DISMANTLE AND ERECTION PROJECT
SPHERICAL TANK

No	Description	Total
1	Crawler Crane 200 T - 250 T	1
2	Mobile Crane 50T-80T	1
3	Generator Set 50 - 100 KVA	1
4	Generator Set 150 KVA	1
5	Generator Set 250 - 350 KVA	2
6	Air Compressor Diesel 375 CFM	1
7	Air Compressor Gouging	2
8	Blasting Pot	2
9	Pressure Pump	2
10	Filling Pump	2
11	Welding machine	20

Tabel 3 diatas adalah *equipment* yang dipakai dalam pengerjaan *Dismantle and Erection Project Spherical Tank*, jumlah dari *equipment* bisa saja berkurang atau bertambah jika adanya kerusakan dan tidak bisa lagi diperbaiki.

C. Network atau Jaringan Kerja

Pembentukan jaringan kerja pada proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank* menggunakan *Critical Path Methode* (CPM) terdapat dalam Gambar 6 berikut.



GAMBAR 6

NETWORK ATAU JARINGAN KERJA PADA PROYEK
DISMANTLE AND ERECTION PROJECT SPHERICAL TANK

Network atau Jaringan Kerja pada proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank* dimulai start hingga finish dengan urutan pekerjaan yang saling berhubungan. Dengan pekerjaan sebelumnya harus selesai dahulu seperti contoh pekerjaan 1.1 dan 1.2 harus selesai dahulu sehingga pekerjaan 2.1 dan 2.2 bisa dilakukan. Ada juga pekerjaan yang dimulai bersamaan seperti pekerjaan 3.5, 3.6 dan 3.7. Berikut disertakan perhitungan manual salah satu sampel aktivitas dari pembentukan jaringan kerja:

1. (Aktivitas 2.1, 2.3)

$t(2.1, 2.3) = 6$

a. Perhitungan Maju

$ES(2.1, 2.3) = TE(2.1) = 12 \text{ Hari}$

$EF(2.1, 2.3) = TE(2.1) + t(2.1, 2.3)$

$= 12 + 6$

$= 18 \text{ Hari}$

b. Perhitungan Mundur

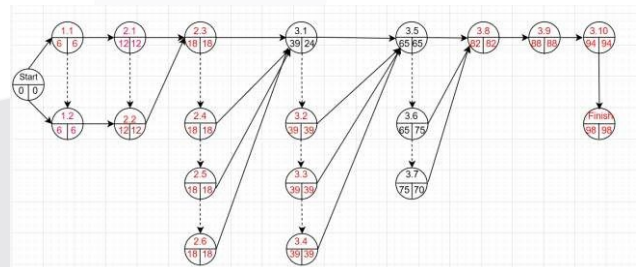
$TL = TE$

$LF(2.1, 2.3) = TL(2.3) = 18 \text{ Hari}$

$LS(2.1, 2.3) = TL(2.3) - t(2.1, 2.3)$

$= 18 - 6$

$= 12 \text{ Hari}$



GAMBAR 7

PERHITUNGAN JARINGAN KERJA PEKERJAAN
DISMANTLE AND ERECTION PROJECT SPHERICAL TANK

Langkah berikutnya adalah menghitung kelonggaran waktu (*float/slack*). Durasi waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas (*t*), saat tercepat dimulainya aktivitas (*ES*), saat tercepat diselesaikannya aktivitas (*EF*), dan saat terlambat diselesaikannya aktivitas (*LF*) Pekerjaan *Dismantle & Erection Project Spherical Tank* telah didapat dari pembentukan rangkaian jaringan kerja, berikut penulis sertakan perhitungan manual dari salah satu pengolahan data kelonggaran waktu (*float/slack*) Pekerjaan *Dismantle and Erection Project Spherical Tank*:

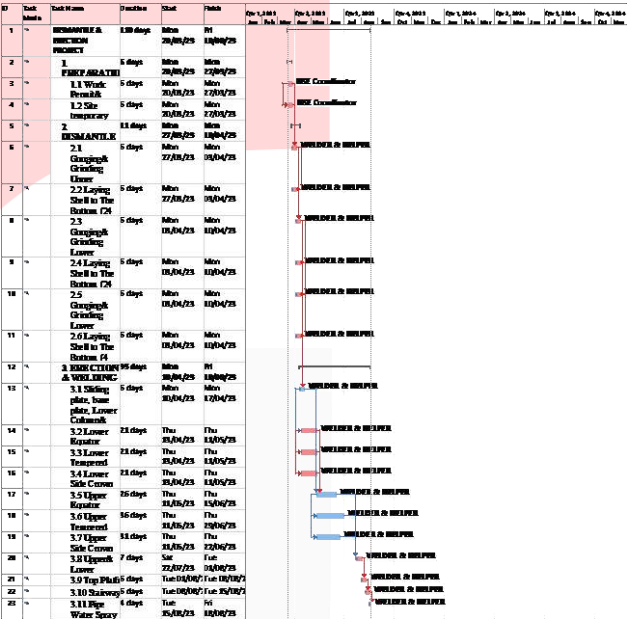
Aktivitas (1.1, 2.1)

- a. Menghitung nilai total float (S)
 $S = LF - ES - t$
 $= 12 - 6 - 6$
 $= 0$
- b. Menghitung nilai free float (SF)
 $SF = EF - ES - t$
 $= 12 - 6 - 6$
 $= 0$

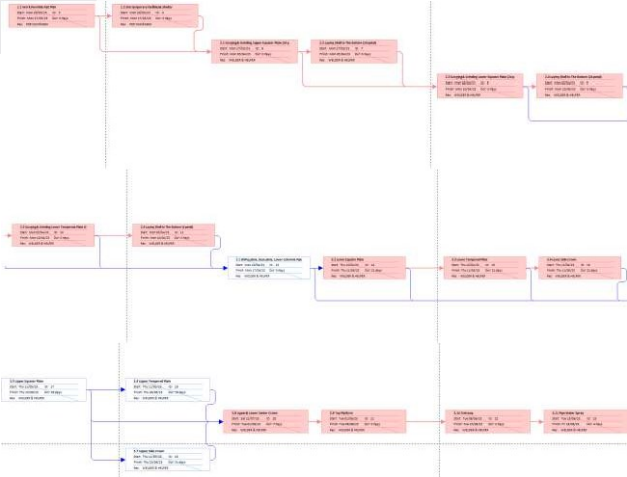
TABEL 4
PERHITUNGAN FLOAT(S) AND FREE FLOAT(SF)
DISMANTLE AND ERECTION PROJECT SPHERICAL TANK

Aktivitas	Durasi (hari)	Paling Cepat		Paling Lambat		Total Float at (S)	Free Float at (SF)
		Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)		
(0, 1.1)	6	0	6	0	6	0	0
(0, 1.2)	6	0	6	0	6	0	0
(1.1, 1.2)	0	6	6	6	6	0	0
(1.1, 2.1)	6	6	12	6	12	0	0
(1.2, 2.1)	6	6	12	6	12	0	0
(2.1, 2.2)	0	12	12	12	12	0	0
(2.1, 2.3)	6	12	18	12	18	0	0
(2.2, 2.3)	6	12	18	12	18	0	0
(2.3, 2.4)	0	18	18	18	18	0	0
(2.4, 2.5)	0	18	18	18	18	0	0
(2.5, 2.6)	0	18	18	18	18	0	0
(2.3, 3.1)	6	18	39	18	24	0	15
(2.4, 3.1)	6	18	39	18	24	0	15
(2.5, 3.1)	6	18	39	18	24	0	15
(2.6, 3.1)	6	18	39	18	24	0	15
(3.1, 3.2)	0	39	39	24	39	0	0
(3.2, 3.3)	0	39	39	39	39	0	0
(3.3, 3.4)	0	39	39	39	39	0	0
(3.1, 3.5)	26	39	65	24	65	0	0
(3.2, 3.5)	26	39	65	39	65	0	0
(3.3, 3.5)	26	39	65	39	65	0	0
(3.4, 3.5)	26	39	65	39	65	0	0
(3.5, 3.6)	0	65	65	65	75	10	0
(3.6, 3.7)	0	65	75	65	70	5	10
(3.5, 3.8)	17	65	82	65	82	0	0

Aktivitas	Durasi (hari)	Paling Cepat		Paling Lambat		Total Float at (S)	Free Float at (SF)
		Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)		
(3.6, 3.8)	7	65	82	75	82	10	10
(3.7, 3.8)	12	75	82	70	82	-5	-5
(3.8, 3.9)	6	82	88	82	88	0	0
(3.9, 3.10)	6	88	94	88	94	0	0
(3.10, 3.11)	4	94	98	94	98	0	0



GAMBAR 8
GANTT CHART MICROSOFT PROJECT
Gambar 8 menunjukkan gantt chart dari microsoft project pada penelitian penjadwalan proyek ini. Durasi waktu pengerjaan proyek dapat dilakukan mencapai 110 hari yang terlihat pada gambar gantt chart. Dengan mengutamakan pekerjaan yang terdapat pada jalur kritis tanpa adanya keterlambatan yang signifikan, pekerjaan dapat mencapai proses yang cepat.

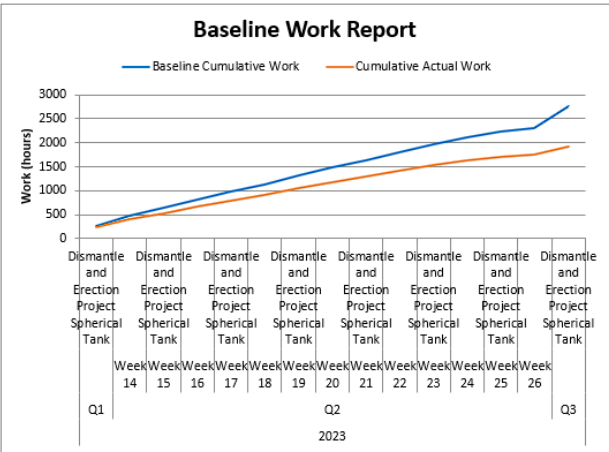


GAMBAR 9

NETWORK DIAGRAM MICROSOFT PROJECT

Network Diagram proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank* diketahui dibantu dengan software Microsoft Project seperti pada gambar 4.5 diatas. Pada gambar 4.5 diketahui jalur kritis dari pekerjaan proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank*, hampir dari seluruh pekerjaan berada pada jalur kritis atau yang berwarna merah yaitu pekerjaan 1.1 - 1.2 - 2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4 - 2.5 - 2.6 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.8 - 3.9 - 3.10 - 3.11 Pada bagian lintasan kritis adalah pekerjaan yang tidak boleh tertunda, jika pekerjaan tertuda maka akan berdampak pada durasi keseluruhan proyek.

D. Curve-S



GAMBAR 10
(CURVE-S)

Gambar 4.6 menampilkan Curve-S Grafik Baseline Work Report yang membandingkan pekerjaan yang direncanakan secara kumulatif (Baseline Cumulative Work) dengan pekerjaan yang telah diselesaikan secara kumulatif (Cumulative Actual Work) pada proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank* dari Week 14 hingga Week 26. Garis biru merepresentasikan target pekerjaan berdasarkan jadwal awal, sementara garis oranye menunjukkan progres aktual di lapangan. Grafik ini digunakan untuk memantau kemajuan proyek dan mengevaluasi kesesuaian antara rencana serta realisasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua garis tersebut relatif berdekatan, menandakan proyek berjalan sesuai jadwal meskipun terdapat deviasi kecil di beberapa tahap akibat kendala seperti keterlambatan material, koordinasi tim, atau kendala teknis. Namun, pada tahap akhir, progres aktual kembali mendekati baseline, mencerminkan efektivitas tindakan korektif yang dilakukan. Deviasi negatif yang muncul menunjukkan adanya keterlambatan dibandingkan rencana awal, tetapi penerapan metode Critical Path Method (CPM) memungkinkan identifikasi serta pengelolaan aktivitas kritis dengan lebih baik, termasuk pengalokasian ulang sumber daya dari aktivitas non-kritis. Dengan pendekatan ini, proyek dapat tetap berjalan secara efisien, mengurangi potensi keterlambatan, serta menjaga kualitas pekerjaan sesuai target.

E. Identifikasi Aktivitas Yang Dapat dipercepat Untuk Efisiensi Proyek

Percepatan jadwal dalam proyek *Dismantle and Erection Project Spherical Tank* sangat krusial untuk menghindari keterlambatan yang berpotensi meningkatkan biaya dan menurunkan kualitas pekerjaan. Dengan menerapkan *Critical Path Method* (CPM), aktivitas pada jalur kritis diidentifikasi dan strategi percepatan diterapkan agar proyek selesai sesuai target. Upaya percepatan ini memerlukan optimalisasi sumber daya yang mencakup tenaga kerja, peralatan, serta material dan logistik. Tenaga kerja terdiri dari pekerja langsung, seperti *fitter foreman* yang mengawasi pemasangan baja, *welder SMAW* untuk pengelasan, *grinder & burner* dalam persiapan permukaan baja, *rigger skill* yang bertanggung jawab atas pengoperasian alat bantu, serta *scaffolder helper* yang menangani pemasangan dan pembongkaran *scaffolding*. Selain itu, pekerja tidak langsung juga berperan penting, termasuk *project manager* yang mengawasi proyek secara keseluruhan, *construction manager* yang mengoordinasikan pekerjaan di lapangan, *QA/QC inspector* yang memastikan kualitas pekerjaan, serta *HSE coordinator* yang bertanggung jawab atas keselamatan kerja. Dari sisi peralatan, proyek ini menggunakan *crawler crane* untuk mengangkat komponen besar tangki, *mobile crane* untuk pekerjaan *erection* berskala lebih kecil, *welding machine* untuk pengelasan, serta *air compressor gouging* untuk membersihkan permukaan baja sebelum proses pengelasan. Sementara itu, material yang digunakan meliputi plat baja untuk berbagai bagian tangki, elektroda las, serta pipa dan *fitting* untuk sistem perpipaan. Dengan optimalisasi sumber daya yang tepat, proyek dapat berjalan lebih efisien, mengurangi risiko keterlambatan, serta mengendalikan biaya dan kualitas pekerjaan.

TABEL 5
(MONITORING DAN PENGAWASAN PERCEPATAN PROYEK)

NO	Pihak yang Bertanggung Jawab	Tugas dalam Monitoring Percepatan Proyek
1	Project Manager	Mengawasi keseluruhan jadwal proyek dan memastikan percepatan berjalan sesuai rencana.
2	Construction Manager	Memantau progres harian di lapangan dan mengkoordinasikan tim teknis.
3	QA/QC Inspector	Memastikan kualitas pekerjaan tetap terjaga meskipun dilakukan percepatan.
4	HSE Coordinator	Memastikan percepatan tidak menyebabkan risiko kecelakaan atau pelanggaran standar keselamatan.
5	Scheduler/Planner	Memantau jadwal menggunakan <i>Microsoft Project</i> dan <i>Curve-S</i> untuk mendeteksi deviasi dari rencana awal.

Untuk mempercepat penyelesaian proyek Dismantle and Erection Spherical Tank, berbagai strategi diterapkan, seperti penambahan tenaga kerja pada aktivitas kritis, overlapping pekerjaan, serta penggunaan alat yang lebih efisien. Tenaga kerja tambahan, termasuk welder dan grinder, dialokasikan untuk mempercepat pengelasan dan grinding pada Upper Equator Plate, sementara tenaga dari aktivitas non-kritis dialihkan ke jalur kritis saat dibutuhkan. Metode overlapping diterapkan dengan memulai pemasangan Sliding Plate sebelum Laying Shell to The Bottom selesai serta memulai pengelasan sebelum semua pelat terpasang. Efisiensi juga ditingkatkan dengan mesin las otomatis dan crane berkapasitas besar. Simulasi dengan Microsoft Project menunjukkan percepatan dari 180 hari menjadi 110 hari, sementara perhitungan CPM memperkirakan durasi 98 hari. Pemantauan progres dilakukan melalui Curve-S, evaluasi harian dan mingguan, serta manajemen risiko menggunakan PERT. Optimalisasi rantai pasok material juga diterapkan untuk mencegah keterlambatan. Strategi ini memungkinkan percepatan proyek tanpa mengorbankan kualitas, efisiensi sumber daya, dan manajemen risiko yang baik.

F. Hasil Setelah Dilakukan Penerapan CPM

Metode *Critical Path Method* (CPM) diterapkan dalam proyek Dismantle and Erection Spherical Tank untuk mengidentifikasi jalur kritis, mengoptimalkan sumber daya, dan mengurangi risiko keterlambatan. Aktivitas utama seperti Work Permit and HSE Plan, Dismantle Work, serta Stairway & Pipe Water Spray Installation menjadi prioritas dalam alokasi tenaga kerja dan pemantauan. Dengan CPM, durasi proyek dapat dipangkas dari 180 hari menjadi 98 hari melalui strategi percepatan, seperti overlapping pekerjaan, redistribusi tenaga kerja dari aktivitas non-kritis, serta optimalisasi alat berat, termasuk penggunaan Crawler Crane 250T. Penggunaan perangkat lunak seperti Microsoft Project membantu dalam penjadwalan dan pemantauan progres melalui Gantt Chart, Network Diagram, dan Curve-S. Selain itu, CPM mempermudah mitigasi risiko dengan memastikan ketersediaan material dan menetapkan jadwal yang realistis. Keunggulan utama metode ini meliputi percepatan penyelesaian proyek, efisiensi alokasi sumber daya, serta pengendalian proyek yang lebih strategis. Untuk proyek selanjutnya, disarankan mengombinasikan CPM dengan PERT guna menganalisis variabilitas waktu, menerapkan BIM atau Primavera untuk simulasi yang lebih akurat, meningkatkan pelatihan tenaga kerja, serta menggunakan metode Lean Construction guna mengurangi pemborosan waktu dan material.

V. KESIMPULAN

Penerapan *Critical Path Method* (CPM) dalam proyek Dismantle and Erection Project Spherical Tank telah membuktikan efektivitasnya dalam menyusun jadwal yang lebih sistematis, mengidentifikasi jalur kritis, serta mempercepat penyelesaian proyek tanpa mengorbankan kualitas dan keselamatan kerja. Jalur kritis yang mencakup Work Permit and HSE Plan, Dismantle Work, Erection and Welding Work, hingga Pipe Water Spray Installation berhasil diidentifikasi, sehingga strategi percepatan dapat diterapkan secara tepat sasaran. Melalui optimasi sumber daya,

redistribusi tenaga kerja dari aktivitas non-kritis ke jalur kritis, serta penerapan metode *overlapping* pekerjaan, durasi proyek yang awalnya 180 hari berhasil dipersingkat menjadi 110 hari menggunakan *Microsoft Project* dan 98 hari berdasarkan perhitungan CPM. Selain itu, pemanfaatan alat bantu seperti *Gantt Chart*, *Network Diagram*, dan *Curve-S* memungkinkan pemantauan progres secara lebih akurat, sehingga deviasi dari jadwal dapat segera dikoreksi. Strategi percepatan juga mencakup penggunaan peralatan yang lebih efektif, seperti penambahan mesin las otomatis dan crane dengan kapasitas lebih besar, yang membantu meningkatkan efisiensi kerja. Lebih lanjut, CPM juga berperan dalam mitigasi risiko keterlambatan dengan memberikan visibilitas lebih baik terhadap hambatan teknis dan logistik, memungkinkan tindakan korektif dilakukan lebih cepat dan tepat. Dengan pendekatan ini, proyek dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat, penggunaan sumber daya menjadi lebih optimal, serta potensi keterlambatan dan pemborosan biaya dapat diminimalkan, sehingga proyek berjalan lebih efisien dan sesuai target yang telah direncanakan.

REFERENSI

- Adawiyah, R. Al, Wibawanti, Y., & Wirantasa, U. (2023). Rancang Bangun Sistem ERP Manajemen Proyek Berbasis Odoo Dengan Menggunakan Metode Highest Ratio Next (HRN). *JRKT (Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan)*, 3(03), 143–148. <https://doi.org/10.30998/jrkt.v3i03.9111>
- Ahmad Padhil, Muhammad Shadiq Anwari, Abdul Mail, A. Dwi Wahyuni P, & Muhammad Fachry Hafid. (2022). Evaluasi Penjadwalan Proyek Kapal Penyeberangan RO-RO 500 GT Melalui Pendekatan Metode CPM Dan PERT Studi Kasus PT. XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2), 80–86. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i2.646>
- Andika, I., Lim, S., Nevile, S., Satya, R., & Farisi, A. (2024). Analisis Sistem Informasi Manajemen Proyek : Systematic Literature Review. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 11(1), 220–230. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v11i1.7006>
- Febriana, W., & Aziz, U. A. (2021). Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Menggunakan Microsoft Project 2016. *Surya Beton*, 5(1), 37–45. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton>
- Hartati, G., Suryadi, D., & Maskur, A. (2023). Analisis Perencanaan Dan Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Sederhana Menggunakan Network Planning Di Desa Sukahurip Kecamatan Cisaga Kabupaten Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 10(01), 29–39. <https://doi.org/10.25157/jmt.v10i01.3322>
- Octavia, A. P., Purnomo, A., & Yasinta, R. B. (2023). Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Building Information Modelling Pada Pembangunan Gedung Graha Pemuda Kompleks Katedral Jakarta. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26307–26319. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/10834%0Ahttps://jptam.org/index.php/jptam/article/download/10834/8634>

- Pramudi Arsiwi, Tita Talitha, & Prajanto Wahyu Adi. (2023). Implementasi Model Jaringan dan Critical Path Method Pada Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Bendungan PT. ABC. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 81–89. <https://doi.org/10.25105/jti.v13i1.17519>
- Putra, A. P. A., & Sarya, G. (2022). Analisis Penjadwalan Dan Alokasi Biaya Menggunakan Metode Line of Balance Pada Proyek Jalan Dan Jembatan Frontage Road Waru-Buduran. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 390. <https://doi.org/10.31602/jk.v5i1.7568>
- Putri, G., & Murnawan, H. (2023). Analisis Penjadwalan Proyek Pembuatan Grab Bucket Ship Unloader Menggunakan Metode CPM (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Pusharlis UP2W VI Surabaya). *Nusantara Journal of Multidisciplinary ...*, 1(5), 1073–1080. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/view/181%0Ahttps://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/download/181/159>
- Reparasi, P., & Patroli, K. (2012). *2+Hanok+Mandaku+PATTIMURA+Ambon+12+sd+19*. 12–19.
- Ritonga, C. O., Suliawati, S., Mahrani Arfah, & Anisah Lukman. (2023). Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan Rel Kereta Api Bukit Putus - Padang Menggunakan Metode CPM Dan PERT. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 7(1), 109–114. <https://doi.org/10.31289/jime.v7i1.9421>
- Saputra, N., Handayani, E., & Dwiretnani, A. (2021). Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) Studi Kasus Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Abdul Manap Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(1), 44. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i1.48>
- Sleman, K. (2024). *Metode Cpm Pada Pembangunan Proyek Gedung Dprd*. 3(1), 55–62.
- Sugiarta, T. (2022). Analisis Penjadwalan Proyek Remote Terminal Unit dengan Penerapan Metode CPM dan PERT di PT. XYZ. *Jiems (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 14(2), 115–139. <https://doi.org/10.30813/jiems.v14i2.2601>
- Tamalika, T., Maryadi, D., Mz, H., Fuad, I. S., & Alamsyah, M. N. (2022). Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Power House pada Rumah Sakit dengan Metoda PERT, CPM dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Kontraktor Di Kota Palembang). *Prosiding Seminar Nasional Mercu Buana Conference on Industrial Engineering*, 4(June), 164–172.
- Tasha Nadia Mulia, Surbakti, S., & Riny Candra. (2023). Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Critical Path Method (CPM) Studi Kasus pada Pembangunan Gapura Taman Hutan Lindung Kota Langsa. *Jurnal Penelitian Ekonomi Akuntansi (JENSI)*, 7(1), 82–90. <https://doi.org/10.33059/jensi.v7i1.7731>
- Vinahapsari, C. A., & Rosita. (2020). Pelatihan Manajemen Waktu Pada Stres Akademik Pekerja Penuh Waktu. *Bisnis Darmajaya, Vol. 06, N(01)*, 20–21. <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/JurnalBisnis/article/view/1668>
- Wijaya, F. S., & Sulistio, H. (2019). Penerapan Metode Monte Carlo Pada Penjadwalan Proyek Serpong Garden Apartment. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3), 189. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5828>
- PT Rekabangun Energi Nusantara. (2021). Profil Perusahaan. <https://www.rekabangunenergi.com/>