

Studi Kasus Penjadwalan Proyek: Frame *Acid Skid* dengan *Gant Chart* dan *Critical Path Method*

N.F.Pujo^{1*}, N. Pamungkas¹, A. S.Purba¹, W. Stefany¹, N.H. Batubara¹, M.M. Manurung¹, L.V. Gunawan²

¹Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Kepulauan Riau, Indonesia.

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu Indonesia

ABSTRAK - Penelitian ini mengkaji penjadwalan proyek pembuatan Frame Acid Skid pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Lombok menggunakan Gantt Chart dan Critical Path Method (CPM). Tujuan utama penelitian adalah mengidentifikasi penyebab keterlambatan dan mengusulkan langkah-langkah optimasi durasi proyek. Data yang dikumpulkan menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara durasi yang direncanakan (24 hari) dan durasi aktual pelaksanaan proyek (47 hari). Keterlambatan utama terjadi pada tahapan pengelasan dan pengecatan, masing-masing memerlukan waktu tambahan 13 hari. Faktor penyebab keterlambatan termasuk penambahan proses pengelasan material yang tidak tercakup dalam kontrak awal dan ketidaksesuaian spesifikasi pada tahap pengecatan. Analisis dengan Gantt Chart dan CPM mengungkapkan bahwa peningkatan komunikasi, perencanaan awal yang lebih rinci, dan pemantauan ketat pada spesifikasi proyek sangat diperlukan untuk meminimalkan dampak keterlambatan pada biaya dan waktu. Hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengambilan keputusan untuk proyek serupa di masa mendatang.

Kata Kunci : *Acid Skid*, *Critical Path Method*, *Gant Chart*, Manajemen proyek, Proyek

ABSTRACT - This study examines the scheduling of the Frame Acid Skid project at the Lombok Steam Power Plant (PLTU) using Gantt Chart and Critical Path Method (CPM). The primary objective is to identify the causes of delays and propose optimization measures for the project duration. Data collected indicates a significant difference between the planned duration (24 days) and the actual project completion time (47 days). The main delays occurred in the welding and painting phases, each requiring an additional 13 days. Contributing factors include the addition of a welding process for materials not covered in the initial contract and specification mismatches in the painting phase. Analysis with Gantt Chart and CPM reveals that enhanced communication, more detailed initial planning, and strict monitoring of project specifications are crucial to minimize the impact of delays on cost and time. The results of this study provide a strong basis for decision-making in similar future projects.

Keyword : *Acid Skid*, *Critical Path Method*, *Gant Chart*, *Project Management*, *Project*

Dikirim: 1 Desember 2023; Direvisi: 25 Juni 2024; Diterima: 26 Agustus 2024

PENDAHULUAN

Dalam manajemen proyek, perencanaan dan penjadwalan memiliki peran krusial dalam menentukan keberhasilan proyek. Proses penjadwalan yang sistematis, dengan optimalisasi penggunaan sumber daya, menjadi faktor penentu efisiensi proyek[1]. Kemampuan mengatasi permasalahan penjadwalan merupakan kunci keberhasilan pelaksanaan proyek, memastikan penyelesaian tepat waktu yang menjadi tujuan utama bagi kontraktor dan pemilik proyek. Turner (1998) mendefinisikan proyek sebagai usaha di mana sumber daya manusia (atau mesin), material, dan keuangan diorganisasikan dengan cara baru untuk melakukan lingkup

pekerjaan yang unik atau spesifikasi tertentu, dalam batasan biaya dan waktu, sehingga dapat memberikan perubahan yang bermanfaat dengan tujuan kuantitatif dan kualitatif[2]. Kerzner menyatakan bahwa "proyek adalah serangkaian kegiatan dan tugas yang memiliki tujuan tertentu untuk diselesaikan dalam spesifikasi tertentu; memiliki tanggal mulai dan berakhir yang ditentukan; memiliki batasan pendanaan; mengkonsumsi uang, manusia, dan peralatan; dan multifungsi"[3]. Andersen memandang proyek dari perspektif organisasi sebagai "organisasi sementara, yang didirikan oleh organisasi dasarnya untuk melaksanakan penugasan atas namanya"[4].

Skid adalah struktur industri yang digunakan untuk mengintegrasikan dan memudahkan instalasi berbagai peralatan atau sistem, termasuk pompa, tangki, peralatan kontrol, dan lainnya. Penggunaan skid memberikan kemudahan dalam proses transportasi, instalasi, dan pemeliharaan peralatan industri. Dalam konteks industri, istilah 'Acid Skid' mengacu pada sistem atau unit yang dirancang khusus untuk mengelola asam dalam berbagai proses di fasilitas industri. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sering menggunakan asam sebagai bagian integral dari operasional mereka, terutama dalam proses pembersihan dan perlindungan peralatan seperti boiler dan sistem perpipaan. Proyek Frame Acid Skid ini merupakan bagian dari inisiatif PLN untuk pembangunan PLTU di Lombok.

Realisasi proyek Frame Acid Skid dijadwalkan untuk selesai dalam 24 hari, namun mengalami penundaan sebanyak 13 hari. Keterlambatan ini disebabkan oleh perencanaan yang kurang optimal serta faktor eksternal, terutama kondisi cuaca yang tidak terduga. Ketidaksinkronan antara jadwal penyelesaian proyek dengan tenggat waktu yang telah disetujui sebelumnya mengakibatkan peningkatan biaya yang signifikan. Dalam rangka mengembalikan tingkat optimalitas durasi waktu proyek sesuai dengan kesepakatan awal, diperlukan langkah-langkah khusus untuk mempercepat pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisis optimasi durasi waktu penjadwalan proyek menggunakan Gantt Chart dan Critical Path Method (CPM). Analisis ini diharapkan dapat merestorasi jadwal pelaksanaan proyek untuk meminimalkan dampak keterlambatan pada biaya.

Dalam penelitian "Project Management Using Critical Path Method," Aliyu menekankan peran penting Gantt Chart dalam manajemen proyek. Gantt Chart, yang diperkenalkan oleh Henry Gantt pada awal tahun 1900-an, telah menjadi model awal yang digunakan secara global untuk perencanaan, penjadwalan, koordinasi, dan pengendalian proyek[5]. Meskipun Gantt Chart telah meningkatkan efisiensi teknis bagi para profesional dan pelaksana proyek di banyak negara berkembang, penelitian terbaru oleh Idama dalam "Operation Research - What it is all about" menunjukkan bahwa sejak tahun 1950-an, kebutuhan akan sistem yang lebih efektif dan efisien muncul, khususnya untuk proyek berskala besar dan kompleks. Aplikasi Operational Research dan pengalaman dari Perang Dunia II memberikan dorongan baru untuk meneliti model manajemen proyek yang lebih baik[6]. Teknik perencanaan proyek yang dikembangkan pada akhir tahun 1950-an dikenal dengan nama Critical Path Method (CPM). CPM muncul sebagai dukungan dan sebagai alternatif bagi Gantt Chart.

Critical Path Method (CPM) adalah suatu pendekatan perencanaan proyek yang mereplikasi semua interaksi, komunikasi, dan cacat pada suatu jalur dalam jenis diagram jaringan proyek[7]. Analisis Jalur Kritis umumnya diterapkan dalam berbagai jenis proyek, termasuk konstruksi, kedirgantaraan, pertahanan, pengembangan perangkat lunak, penelitian proyek, pengembangan produk, teknik, dan pemeliharaan pabrik. Metode analisis matematis ini dapat diterapkan pada setiap proyek yang melibatkan aktivitas saling bergantung[8].

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan penjadwalan proyek lebih berfokus pada metode PERT dan Critical Path. Namun, belum ada penelitian yang mengintegrasikan metode Gantt Chart dengan Critical Path pada proyek PLTU. Penelitian ini menekankan pentingnya optimalisasi durasi waktu proyek Frame Acid Skid untuk PLTU Lombok dengan menggunakan Gantt Chart dan Critical Path Method (CPM). Tujuannya adalah untuk meminimalkan dampak keterlambatan pada biaya dan memastikan penyelesaian proyek sesuai dengan tenggat waktu.

METODE

Identifikasi Aktivitas proyek

Pada tahap ini, semua aktivitas yang terkait dengan proyek pembuatan Frame Acid Skid diidentifikasi. Setiap aktivitas didokumentasikan dengan mencatat identifikasi tersebut. Data identifikasi aktivitas proyek ini kemudian digunakan sebagai nama tugas dalam pembuatan Gantt Chart. Selanjutnya, semua aktivitas yang telah diidentifikasi diurutkan berdasarkan penjadwalan proyek. Pengurutan aktivitas proyek ini memiliki peran penting dalam menentukan dependency (ketergantungan) antar tugas. Ketergantungan ini mencakup unsur-unsur yang diperlukan atau tidak dapat dipisahkan dalam suatu pekerjaan. Dependency aktivitas proyek dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dependency Aktivitas Proyek

<i>Task Name</i>	<i>Simbol</i>	<i>Dependency</i>
<i>Kick of Meeting</i>	A	-
<i>Dokumen Preparation</i>	B	A
<i>Material Receiving</i>	C	A,B
<i>Material Inspection</i>	D	A,B,C
<i>Cutting</i>	E	A,B,C,D
<i>Cutting Inspection</i>	F	A,B,C,D,E
<i>Fit Up</i>	G	A,B,C,D,E,F
<i>Dimensional Check Before Welding</i>	H	A,B,C,D,E,F,G
<i>Welding</i>	I	A,B,C,D,E,F,G,H
<i>Dimensional & Visual Welding</i>	J	A,B,C,D,E,F,G,H,I
<i>NDT (Penetrant Testing)</i>	K	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J
<i>Surface Preparation</i>	L	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K
<i>Painting</i>	M	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L
<i>Surface Inspection</i>	N	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M
<i>Final Report</i>	O	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N

Perhitungan durasi waktu dan dependency nantinya akan digunakan untuk membuat model Critical Path dari proyek Frame Acid Skid PT X. Tabel 2 menunjukkan durasi waktu pengerjaan proyek, yang didapatkan dari dokumentasi PT X.

Tabel 2. Durasi Penyelesaian Aktivitas Proyek

Task Name (Nama Kegiatan)	Simbol	Durasi Aktual (riil)
<i>Kick of Meeting</i>	A	1
<i>Dokumen Preparation</i>	B	4

<i>Material Receiving</i>	C	2
<i>Material inspection</i>	D	1
<i>Cutting</i>	E	1
<i>Cutting Inspection</i>	F	1
<i>Fit Up</i>	G	1
<i>Dimensional Check Before Welding</i>	H	1
<i>Welding</i>	I	13
<i>Dimensional & Visual Welding</i>	J	1
<i>NDT (Penetrant Testing)</i>	K	1
<i>Surface Preparation</i>	L	1
<i>Painting</i>	M	13
<i>Surface Inspection</i>	N	1
<i>Final Report</i>	O	6

Gant Chart

Gant Chart diimplementasikan sebagai alat analisis utama untuk memeriksa kesesuaian antara rencana proyek dan pencapaian sebenarnya selama pelaksanaan proyek Frame Acid Skid. Tujuan utama dari penggunaan Gantt Chart ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kegiatan-kegiatan yang dapat menjadi penyebab potensial dari penundaan dalam tahapan konstruksi Frame Acid Skid. Komponen-komponen utama dari Gantt Chart, seperti Nama Tugas, Durasi, Mulai, Selesai, Pendahuluan, dan Nama Sumber Daya, diintegrasikan dalam analisis ini[6]. Dengan membandingkan antara rencana awal dan pencapaian aktual, penelitian ini memberikan pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi penjadwalan proyek konstruksi Frame Acid Skid.

Critical Path Method

Dalam CPM, setiap kegiatan direpresentasikan sebagai node dalam jaringan proyek, dan panjang waktu setiap kegiatan diukur. Ketergantungan antar kegiatan diidentifikasi untuk menentukan jalur kritis. Jalur kritis adalah jalur terpanjang yang tidak dapat ditunda tanpa mempengaruhi tanggal penyelesaian proyek secara keseluruhan[10]. CPM dilakukan dengan membuat jaringan aktivitas proyek berdasarkan dependency yang telah dibuat pada Tabel 1 untuk selanjutnya ditentukan jalur kritis berdasarkan urutan kegiatan kritis untuk durasi total proyek. Perhitungan kelonggaran waktu dalam Critical Path Method menggunakan perhitungan seperti di bawah ini[9].

Es	D	Ef
A		

Dengan :

Es (Early Start) : Proses Pengerjaan Hari Pertama

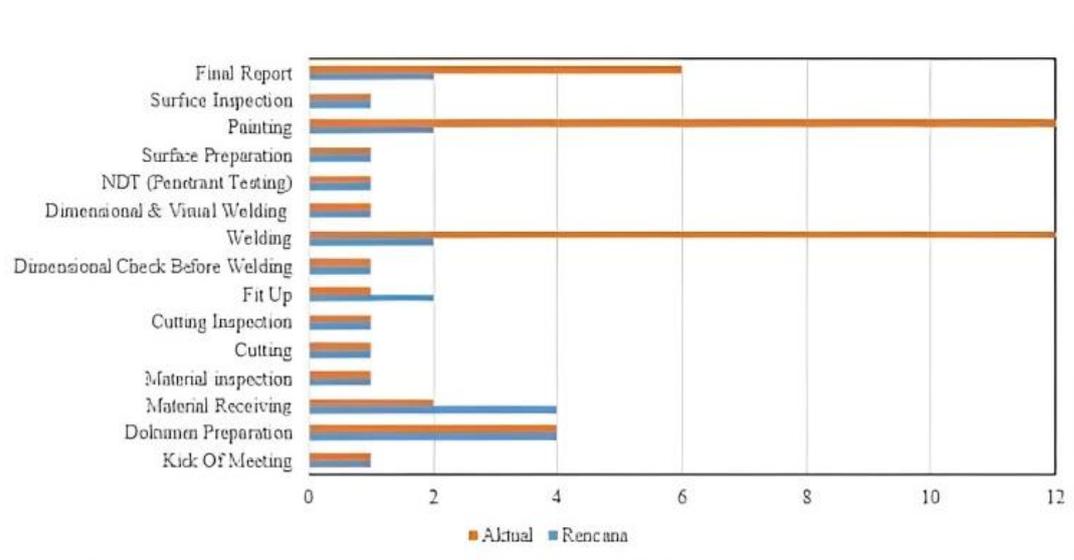
D (*Duration*) : Lama Pekerjaan

Ef/Lf (*Late Finish*) : Es+ Perkiraan Selesai/ Durasi MaksimalA (*Activity*) : Pekerjaan/Aktivitas

HASIL EKSPERIMEN

Perbandingan Durasi Rencana dengan Durasi Sebenarnya

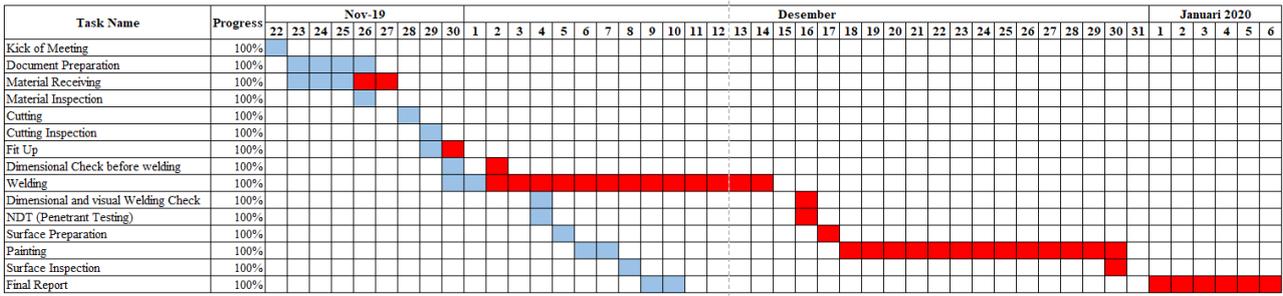
Berdasarkan hasil pengumpulan data, terdapat perbedaan signifikan antara durasi yang direncanakan dan durasi aktual pelaksanaan tugas, sebagaimana terlihat dalam Gambar 1. Analisis data menunjukkan bahwa meskipun proyek awalnya direncanakan untuk diselesaikan dalam waktu 24 hari, kenyataannya proyek tersebut membutuhkan waktu 47 hari untuk terselesaikan. Secara khusus, terdapat dua tahapan pengerjaan yang memakan waktu paling lama, yaitu tahap pengelasan selama 13 hari dan tahap pengecatan selama 13 hari. Selain itu, persiapan dan penyelesaian laporan setelah proyek selesai memakan waktu tambahan selama 6 hari.



Gambar 1. Perbandingan Waktu Rencana dan Waktu Riil

Perbandingan Penjadwalan Proyek Pembuatan Frame Acid Skid: Perspektif Gant Chart

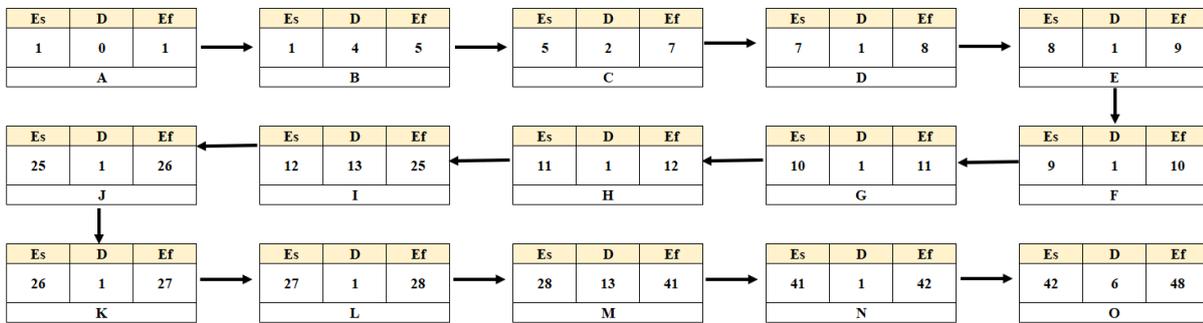
Chart penjadwalan proyek pada Gambar 2 menggambarkan perbandingan antara penjadwalan rencana dan penjadwalan riil proyek pembuatan Frame Acid Skid. Analisis data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa beberapa tahapan, seperti Kick Off Meeting (pertemuan awal sebelum dimulainya proyek), persiapan dokumen, pemotongan material, dan inspeksi material yang telah dipotong, berjalan sesuai jadwal tanpa ada pergeseran waktu. Namun, terjadi keterlambatan mulai dari tahapan material receiving yang disebabkan oleh keterlambatan pengiriman material. Salah satu tahapan yang paling signifikan dalam menyebabkan keterlambatan proyek adalah kegiatan pengelasan dan pengecatan, yang memerlukan waktu hingga 26 hari. Hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor terkait dengan proses pengelasan dan pengecatan perlu dievaluasi dan dioptimalkan guna menghindari dampak negatif pada keseluruhan jadwal proyek.



Gambar 2. Gant Chart Penjadwalan Proyek Frame Acid Skid

Tinjauan Komprehensif Penjadwalan Proyek Frame Acid Skid dengan Critical Path Method

Dalam proyek ini, Critical Path dapat diperhatikan melalui Gambar 3. Perhitungan Early Start (ES), Duration (D), dan Late Finish/Early Finish (LF/EF) dilakukan. Gambar 3 menunjukkan bahwa proyek Frame Acid Skid mengikuti pola jalur satu arah, menandakan adanya satu lintasan tunggal untuk menyelesaikan Proses A hingga Proses O. Pembentukan jalur kritis didasarkan pada dependensi yang tercatat dalam Tabel 1. Karena adanya dependensi ini, pembentukan jalur kritis alternatif untuk menyelesaikan proyek Frame Acid Skid menjadi tidak mungkin.. Pada tahap awal proyek, Task A memiliki durasi 0, yang disebabkan oleh selesainya Kick Off Meeting dalam satu hari. Durasi terpanjang tercatat pada Task I dan Task M, menyoroti peran krusial keduanya dalam jadwal proyek ini.



Gambar 3. CPM Model Untuk Proyek Frame Acid Skid

Dari Gambar 3, terlihat bahwa keterlambatan signifikan dalam proyek Acid Skid disebabkan oleh durasi yang lama pada kegiatan pengelasan dan pengecatan. Keterlambatan ini disebabkan oleh beberapa faktor:

Faktor pertama adalah Proses Pengelasan: Klien menginginkan penambahan proses pengelasan material carbon steel dengan material stainless steel, yang tidak tercakup dalam kontrak awal. Proses ini tidak dapat dilakukan tanpa mengikuti prosedur pengelasan material yang berbeda dari yang tertera dalam kontrak, mengakibatkan penundaan pengelasan selama 13 hari setelah prosedur tersebut diakomodasi dan disesuaikan dengan kontrak.

Faktor kedua adalah Proses Pengecatan: Keterlambatan juga muncul pada tahapan pengecatan akibat perbedaan antara spesifikasi pada dokumen painting spec, procedure and method, yang meminta ketebalan cat maksimal sebesar 250 mikron, dengan hasil pengukuran aktual setelah penyelesaian pengecatan menggunakan alat Coating Thickness Tester, yang mencapai 400 mikron. Sesuai dengan spesifikasi, dilakukan proses repair untuk mencapai ketebalan maksimal yang diminta yaitu 250 mikron, menyebabkan keterlambatan selama 13 hari pada tahap pengecatan dan repair.

Dokumen painting spec, procedure and method juga menetapkan bahwa operator pengecatan harus memiliki kompetensi dan sertifikasi yang masih berlaku sebelum melaksanakan kegiatan pengecatan.

Kontraktor bertanggung jawab sepenuhnya untuk memastikan bahwa operator pengecatan memenuhi persyaratan ini sebelum disetujui oleh klien.

KESIMPULAN

Dalam evaluasi proyek Acid Skid, dapat disimpulkan bahwa keterlambatan signifikan terjadi pada tahapan pengelasan dan pengecatan. Keterlambatan ini diakibatkan oleh penambahan proses pengelasan material carbon steel dengan material stainless steel yang tidak tercakup dalam kontrak kerja awal. Dampaknya terlihat pada penjadwalan proyek, dengan keterlambatan mencapai 13 hari pada tahap pengelasan dan 13 hari pada tahap pengecatan dan repair. Selain itu, keterlambatan tambahan tercatat pada tahap kick-off meeting dan document preparation, serta pada tahap pengecatan yang disebabkan oleh perbedaan spesifikasi dokumen, masing-masing menambah keterlambatan 13 hari. Optimalisasi proyek memerlukan peningkatan komunikasi dan perencanaan sejak awal, dengan pemantauan ketat pada spesifikasi dan persyaratan proyek, khususnya pada tahapan kritis seperti pengelasan dan pengecatan. Keseluruhan analisis ini dapat dijadikan dasar bagi pengambilan keputusan pada proyek-proyek mendatang untuk menghindari keterlambatan serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

-

REFERENSI

1. J Kuster, Eugen Huber, Robert Lippmann, Alphons Schmid, Emil Schneider, Urs Witschi, & Roger w. (2015). *Project Management Handbook*. Springer.
2. Turner. (1998). *The Handbook of Project-Based Management: Improving the Process for Achieving Strategic Objectives*.
3. Kerzner, H. (2015). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling, 11th edition*.
4. Andersen, E. S. (2008). *Rethinking Project Management— An Organisational Perspective*. Prentice Hall
5. A. M. ALIYU. (2012). PROJECT MANAGEMENT USING CRITICAL PATH METHOD (CPM): APRAGMATIC STUDY. *GLOBAL JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCES*, : **18(3-4)**, p. 197–206
6. Joana Geraldi. (2012). *Gant Chart and the Scientific Management in Projects . International Journal of Managing Projects in Business*.
7. W. Agyei. (2015). 'Project Planning and Scheduling Using PERT and CPM Techniques With Linear Programming : Case Study.' *International Journal of Scientific & Technology Research*.
8. George Ellis. (2016). *Project Management in Product Development*. Butterworth-Heinemann
9. Taynara Takami Narita, Júlio de Mesquita Filho, Caio Henrique Alberconi, Júlio de Mesquita Filho, & Fernando Bernardi de Souza. (n.d.). *Comparison of PERT/CPM and CCPM Methods in Project Time Management*.
10. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. DESTİCİOĞLU TAŞDEMİR. (2022). PROJECT PLANNING WITH CPM AND PERT METHODS: EXAMPLE OF DEFENCE INDUSTRY*. *Journal of Naval Sciences and Engineering*, **18(2)**, p. 363–385.