

Perancangan Pemerataan Sumber Daya Manusia Pada Proyek *Joint Planning Program* (JPP) Di PT XYZ Menggunakan Metode *Resource Leveling* Dan *Burgess*

1st Lis Ningrum

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

lisningrum@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ika Arum Puspita

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ikaarumpuspita@telkomuniversity.ac.id

3rd Intan Permatasari

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

intanpr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Kualitas sumber daya manusia merupakan salah satu hal yang penting dalam setiap proyek, terutama selama proses eksekusi perlu tenaga ahli agar dapat menghasilkan proyek dengan kualitas yang baik dan sesuai dengan perencanaan awal. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Perancangan Pemerataan Sumber Daya Manusia pada Proyek *Joint Planning Program* (JPP) di PT XYZ Menggunakan Metode *Resource leveling* dan *Burgess*. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang berfokus pada konstruksi pembangunan dan layanan manajemen infrastruktur jaringan. Sebagai perusahaan yang memiliki banyak proyek tentunya menghadapi berbagai risiko yang dapat terjadi salah satunya yaitu keterlambatan. Hal ini akan berpengaruh terhadap kualitas proyek tersebut salah satunya dari sisi manajerial. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus terhadap sisi manajerial proyek terutama kualitas sumber daya manusia dan penjadwalan yang baik. Dengan menggunakan metode *resource leveling*, nilai alokasi dalam penggunaan sumber daya manusia menjadi lebih minimal. Selain menggunakan *resource leveling* diperlukan juga metode CPM untuk melakukan penjadwalan usulan untuk meningkatkan efisiensi penjadwalan proyek dan mengurangi keterlambatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah kebutuhan pekerja maksimum setelah *resource leveling* menjadi 14 pekerja dan sesuai dengan jumlah ketersediaan pekerja saat ini dibandingkan dengan kebutuhan sebelumnya yaitu 18 pekerja. Penurunan angka ini akan berpengaruh pada nilai fluktuasi yang lebih kecil dibandingkan dengan fluktuasi awal yaitu $58 < 100$. Hal tersebut menunjukkan terjadi peningkatan kestabilan alokasi pekerja selama proyek berlangsung hingga selesai. *Resource leveling* juga berdampak pada penjadwalan proyek yang menyebabkan terjadinya perubahan jalur kritis karena perubahan nilai float dan penambahan durasi pada beberapa aktivitas.

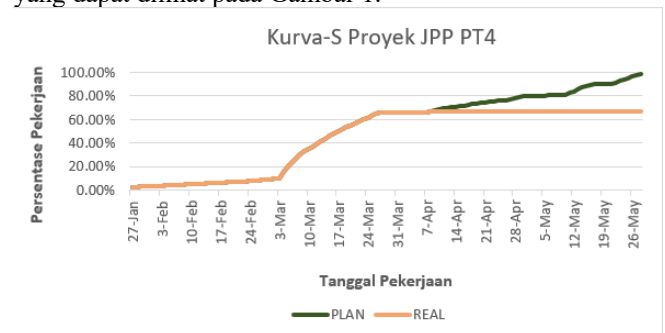
Kata kunci— Resource Leveling, CPM, Burgess, Penjadwalan Proyek

I. PENDAHULUAN

Peningkatan kompleksitas dalam manajemen proyek dewasa ini menuntut pengelolaan sumber daya yang semakin efisien dan terencana. Proyek sebagai suatu kegiatan bersifat sementara dengan keluaran yang bersifat unik memiliki tantangan tersendiri dalam pengaturannya, terlebih bila melibatkan banyak aktivitas paralel dan sumber daya manusia (SDM) yang terbatas. Dalam praktiknya, salah satu indikator keberhasilan proyek adalah tercapainya target waktu, biaya, dan kualitas secara simultan. Namun kenyataannya, banyak proyek yang gagal memenuhi ketiga

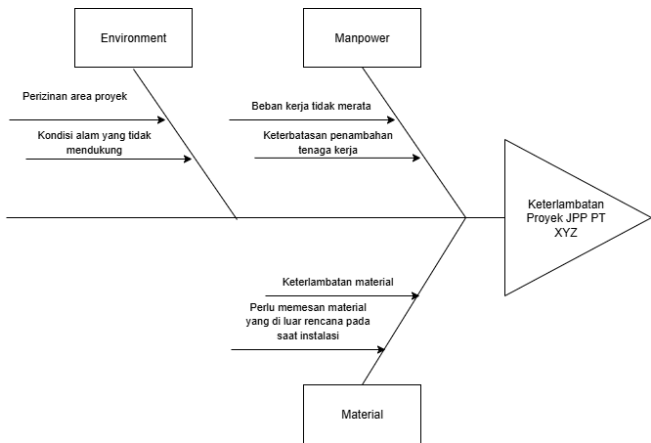
aspek tersebut, dan hal ini kerap kali disebabkan oleh faktor internal seperti pengelolaan tenaga kerja yang tidak optimal yang tidak optimal.

Salah satu kasus nyata dapat dilihat dalam pelaksanaan proyek *Joint Planning Program* (JPP) pada PT XYZ, sebuah perusahaan konstruksi dan manajemen jaringan yang memiliki cakupan kerja nasional. Pada pengerjaan proyek JPP terdapat beberapa hambatan yang dapat membuat pengerjaan proyek tidak sesuai dengan target. Hambatan tersebut digambarkan dengan menggunakan diagram kurva-s yang dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1
Kurva-S proyek JPP

Berdasarkan pada Gambar I-1 dapat dilihat bahwa menunjukkan adanya keterlambatan pada proses pelaksanaan proyek tersebut. Dalam proyek ini, khususnya pada fase instalasi, ditemukan adanya deviasi signifikan antara perencanaan dan realisasi proyek yang tergambar jelas melalui analisis kurva-S. Deviasi tersebut menunjukkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek yang berisiko menurunkan performa perusahaan secara keseluruhan. Ketidakesesuaian waktu pelaksanaan ini tidak hanya merugikan pihak perusahaan dalam aspek finansial, tetapi juga meningkatkan tekanan kerja terhadap para tenaga kerja lapangan. Situasi ini diperburuk oleh ketidakseimbangan distribusi tenaga kerja antar aktivitas, yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya beban kerja berlebih dan ketidakefisienan dalam pemanfaatan waktu kerja. Adanya keterlambatan pada proyek tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor – faktor itu telah diidentifikasi dengan menggunakan diagram *fishbone* pada Gambar I.2.



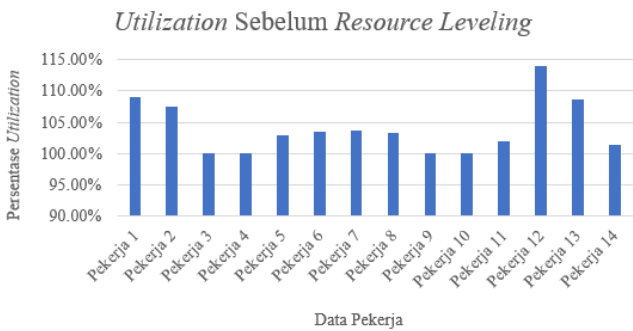
GAMBAR 2
Diagram fishbone

Pada Gambar I-2 dapat dilihat bahwa terdapat tiga faktor utama yang mengakibatkan permasalahan tersebut. Namun, masalah beban kerja yang tidak merata dan keterbatasan penambahan tenaga kerja menjadi masalah yang krusial terhadap durasi proyek yang dilaksanakan. Masalah *manpower* ini sangat krusial karena proyek dilakukan di luar ruangan dan membutuhkan keahlian khusus sehingga tidak dapat digantikan oleh orang yang bukan ahli di bidangnya. Keterbatasan penambahan tenaga kerja dikarenakan tenaga ahli dari daerah setempat sangat terbatas dan mitra proyek mengerjakan proyek lain sehingga tenaga kerja yang tersedia sudah tidak bisa dialokasikan lagi ke proyek Keterbatasan perusahaan dalam penambahan tenaga kerja akan menimbulkan tidak meratanya alokasi pekerja terhadap aktivitas yang dilakukan. Tidak meratanya alokasi ini diperkuat dengan data jam kerja yang dihasilkan oleh setiap pekerja pada proyek JPP. Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut

TABEL 1
Data Jam Kerja yang Dilakukan Oleh Pekerja Lapang

No	Nama Pekerja	Durasi Efektif (jam)	Durasi Aktual (jam)
1	Pekerja 1	288	264
2	Pekerja 2	344	320
3	Pekerja 3	456	456
4	Pekerja 4	368	368
5	Pekerja 5	280	272
6	Pekerja 6	240	232
7	Pekerja 7	224	216
8	Pekerja 8	256	248
9	Pekerja 9	296	296
10	Pekerja 10	256	256
11	Pekerja 11	204	200
12	Pekerja 12	164	144
13	Pekerja 13	252	232
14	Pekerja 14	308	304

Tabel I-1. menunjukkan bahwa 10 dari 14 pekerja meiliki jam kerja melebihi durasi aktual yang tersedia. Hal ini dikarenakan pekerja – pekerja tersebut melakukan aktivitas lebih dari satu di waktu yang bersamaan. Hal ini diperkuat dengan grafik *utilization rate* pada Gambar I.4.



GAMBAR 3
Grafik utilization sebelum pemerataan

Berdasarkan pada Gambar I-3 tersebut dapat diketahui bahwa kondisi tenaga kerja yang harus mengerjakan beberapa aktivitas secara bersamaan (*multitasking*) menimbulkan tekanan mental yang tinggi dan penurunan performa kerja. Tingkat pemanfaatan kerja (*utilization rate*) beberapa pekerja bahkan tercatat mencapai lebih dari 110%, menunjukkan beban kerja yang tidak sebanding dengan waktu yang tersedia. Dalam hal ini, ketidakseimbangan alokasi tenaga kerja bukan hanya menimbulkan dampak operasional, tetapi juga berdampak psikologis pada tenaga kerja, seperti kelelahan, frustrasi, dan penurunan motivasi. Beban kerja berlebih dalam jangka panjang berpotensi menciptakan masalah kesehatan dan menurunkan kualitas hasil proyek secara keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan teknis berbasis pengelolaan sumber daya manusia diperlukan. Salah satu metode yang relevan untuk menyelesaikan ketimpangan beban kerja adalah *resource leveling*, yang bertujuan untuk menyelaraskan alokasi sumber daya terhadap jadwal proyek agar tidak terjadi *overallocated*.

Dalam penelitian ini, digunakan pula metode *Burgess* untuk menghitung dan meminimalkan fluktuasi kebutuhan tenaga kerja melalui pendekatan *sum of square*, yang dapat memetakan ketidakseimbangan distribusi secara kuantitatif. Pendekatan ini memberikan nilai tambah karena mempertimbangkan variabilitas kebutuhan tenaga kerja dari waktu ke waktu dan memberikan solusi penjadwalan yang lebih stabil.

Dengan menggunakan metode ini, dilakukan perancangan ulang distribusi tenaga kerja berdasarkan aktivitas non-kritis yang masih memiliki *float* atau kelonggaran waktu. Pendekatan ini tidak hanya memberikan dampak positif pada distribusi beban kerja, tetapi juga pada efektivitas penyelesaian aktivitas proyek secara keseluruhan. Perubahan jadwal yang dihasilkan dari proses *leveling* akan dianalisis ulang menggunakan metode penjadwalan proyek seperti *Critical Path Method* (CPM) untuk memastikan bahwa jalur kritis tetap dapat terjaga dan tidak menimbulkan keterlambatan lebih lanjut.

Selain memberikan solusi taktis, studi ini juga memberikan kontribusi konseptual terhadap literatur manajemen proyek di Indonesia yang relatif masih terbatas dalam penerapan metode *resource leveling* berbasis *sum of square*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menyasar pada penyelesaian masalah praktis, tetapi juga memperkaya kajian akademik dalam hal metodologi dan pendekatan manajerial proyek berbasis data. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan

dalam pengambilan keputusan perusahaan terkait perencanaan tenaga kerja dan pengelolaan jadwal proyek yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika sumber daya yang tersedia.

II. KAJIAN TEORI

Dalam mendukung pemahaman dan penyusunan solusi atas permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, diperlukan landasan teori yang kuat dan relevan. Teori-teori ini menjadi dasar dalam memilih pendekatan dan metode yang digunakan, serta sebagai pijakan dalam menganalisis permasalahan distribusi sumber daya manusia dalam proyek.

A. Proyek

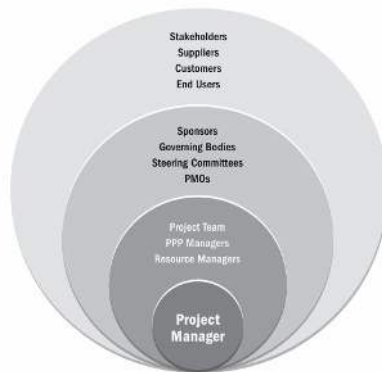
Proyek merupakan aktivitas yang bersifat sementara untuk menciptakan hasil yang unik. Sifat sementara pada proyek menandakan adanya awal dan akhir dari suatu fase pengerjaan proyek. Proyek juga dapat berdiri sendiri atau bergabung sebagai bagian dari program atau portofolio [3].

B. Project Management

Project Management merupakan implementasi dari pengetahuan, keterampilan, alat dan metode untuk memenuhi persyaratan proyek. *Project Management* merujuk pada pengelolaan kegiatan proyek dalam mencapai hasil yang diinginkan [4]. Tujuan dari *Project Management* yaitu untuk membantu organisasi dalam melaksanakan proyek dengan efektif dan efisien melalui penerapan integrasi yang tepat [3].

C. Project Manager

Seorang *project manager* memiliki peran penting dalam membangun dan menjaga lingkungan kerja yang aman, saling menghormati, tidak menghakimi sehingga dapat menciptakan tim proyek yang komunikatif [4]. Lingkup dari peran yang dimiliki oleh seorang *project manager* dapat digambarkan pada Gambar II.1.



GAMBAR 4
Ruang lingkup peran PM

D. Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan sebuah dekomposisi hierarkis dari total keseluruhan *scope* yang akan dilaksanakan oleh tim proyek untuk mencapai tujuan proyek dan menciptakan hasil akhir yang diperlukan [3]. WBS mengorganisir dan mendefinisikan total ruang lingkup proyek serta mewakili pekerjaan yang ditentukan dalam pernyataan *project scope* yang disetujui saat ini. Pekerjaan yang direncanakan terdapat dalam tingkat terendah dari komponen WBS, yang disebut sebagai *work package*.

E. Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan durasi terpendek dari suatu proyek serta mengidentifikasi tingkat kelonggaran waktu dalam setiap jalur logis dalam jaringan penjadwalan [3]. Keunggulan CPM ini adalah penyusunan jadwal dilakukan secara empiris dengan membantu menganalisis, merencanakan, dan menjadwalkan proyek agar efektif dan efisien [6].

Langkah awal dalam mengidentifikasi jalur kritis adalah melakukan perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*). Tujuan dari proses ini adalah untuk Menentukan waktu mulai awal (*early start*), waktu selesai awal (*early finish*), waktu mulai akhir (*late start*), dan waktu selesai akhir (*late finish*) untuk setiap aktivitas tanpa mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang tersedia. *Output* yang dihasilkan dari perhitungan *forward pass* dan *backward pass* yaitu nilai total *float* [3]. Berikut ini merupakan rumus dari *forward pass* dan *backward pass* :

1) Forward Pass

Perhitungan maju (*forward pass*) merupakan metode dalam CPM yang digunakan untuk menghitung *early start* dan *early finish* dengan cara pengerjaan yang maju berdasarkan tanggal dimulainya proyek [3]. Berikut merupakan rumus yang digunakan pada perhitungan *forward pass* :

$$ES = EF \text{ (aktivitas sebelumnya)} + 1 \quad (1)$$

$$EF = (ES + \text{Durasi}) - 1 \quad (2)$$

Keterangan :

ES = *Earlist Activity Start Time*

EF = *Earlist Activity Finish Time*

2) Backward Pass

Backward Pass merupakan sebuah metode CPM yang digunakan untuk menghitung *late start* dan *late finish* dengan pengerjaan yang mundur melalui jadwal yang dimulai dengan tanggal berakhirnya proyek [3]. Tujuan dari *backward pass* yaitu untuk menganalisis kapan diperbolehkannya suatu kegiatan dimulai tanpa mengakibatkan jadwal proyek terlambat. Berikut merupakan rumus yang digunakan pada perhitungan *backward pass* :

$$LF = LS \text{ aktivitas setelahnya} - 1 \quad (3)$$

$$LS = (LF - \text{Durasi}) + 1 \quad (4)$$

Keterangan :

LF = *Latest Activity Finish Time*

LS = *Latest Activity Start Time*

Setelah menyelesaikan perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*), langkah berikutnya adalah menentukan jalur kritis. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi dan menemukan jalur-jalur yang kritis yang dapat menghambat jalannya kegiatan produksi. Perhitungan dilakukan dengan memperhatikan total *float* [8] :

$$TF = LS - ES \text{ atau } LF - EF \quad (5)$$

Keterangan :

TF = *Total Float*

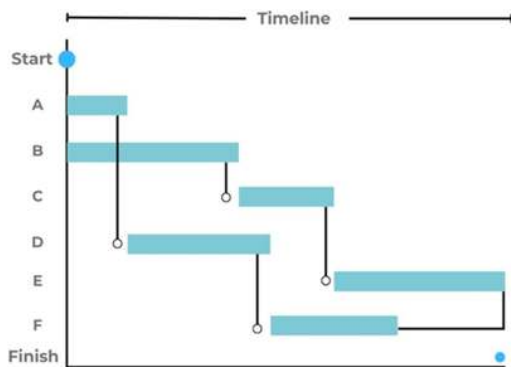
LS = *Latest Activity Start Time*

ES = *Earlist Activity Start Time*

LF = *Latest Activity Finish Time*

F. Gantt Chart

Gantt Chart, yang umumnya dikenal sebagai grafik batang yaitu grafik berskala waktu yang menampilkan setiap aktivitas dengan batang yang menunjukkan durasi, waktu mulai, dan waktu selesai dari aktivitas tersebut. Informasi jadwal proyek ditampilkan dalam bentuk diagram batang pada sumbu vertial, tanggal ditampilkan pada sumbu horizontal dan durasi aktivitas sebagai batang horizontal sesuai dengan tanggal mulai dan selesai [3]. *Gantt Chart* dapat membantu dalam memvisualisasikan jadwal proyek, timeline, dan tugas lainnya yang saling bergantung [11]. Penyajian *Gantt Chart* dapat dilihat pada Gambar II.2.



GAMBAR 5
Gantt chart

G. Resource Leveling

Resource Leveling merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menyesuaikan tanggal mulai dan selesai aktivitas proyek dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya, sehingga dapat tercapai keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan sumber daya yang ada [3]. Aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pemerataan sumber daya adalah mengidentifikasi secara detail sumber daya yang dibutuhkan untuk proyek terkait karena minimnya sumber daya dan ketersediaannya harus diprioritaskan. Metode *Resource Leveling* divisualisasikan melalui grafik. Ada beberapa grafik atau pola distribusi tenaga kerja ideal selama proyek, diantaranya [9].

1. Pola kebutuhan sumber daya yang meningkat secara bertahap sejak awal proyek.
2. Pola kebutuhan sumber daya yang konsisten selama proyek berlangsung.
3. Pola kebutuhan sumber daya yang tinggi di awal kemudian menurun secara bertahap.
4. Pola kebutuhan sumber daya yang fluktuatif, naik lalu turun.

H. Burgess Method

Konsep dari metode *burgess* adalah mempertimbangkan jumlah nilai kuadrat (*sum of square*) yang dihasilkan melalui penentuan waktu mulai setiap aktivitas [10]. Metode *burgess* dapat diartikan sebagai algoritma prosedur *resource leveling* yang menyesuaikan kembali waktu mulai dari setiap aktivitas untuk mengurangi variabilitas penggunaan *resource* yang mendekati optimal [5]. Proses *resource leveling* pada metode *burgess* hanya dilakukan pada aktivitas yang berada di jalur non kritis [12]. Metode *Burgess* adalah pendekatan yang dilakukan dengan menghitung jumlah kuadrat dari jumlah

tenaga kerja per hari (x) yang menghasilkan nilai total (Z). Nilai Z yang semakin kecil menunjukkan bahwa variasi atau fluktuasi dalam kebutuhan tenaga kerja harian semakin rendah sehingga distribusi sumber daya menjadi lebih merata [12]. Nilai Z dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Z = \sum T x_i^2 \quad (6)$$

Keterangan :

Z = *Sum of Square* (jumlah kuadrat suatu periode waktu).

T = Durasi proyek.

x_i = Jumlah sumber daya dari setiap aktivitas per hari.

I. Resource Fluctuation

Resource Fluctuation dilakukan setelah *resource leveling* dengan memanfaatkan *resources* yang ada untuk meminimalkan fluktuasi dengan cara menggeser aktivitas non kritis ke *float* yang tersedia untuk meminimalkan terjadinya perubahan durasi proyek [1]. *Resource Fluctuation* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [2].

$$NF = \sum T |TR_t - TR_{(t+1)}| \quad (7)$$

Keterangan :

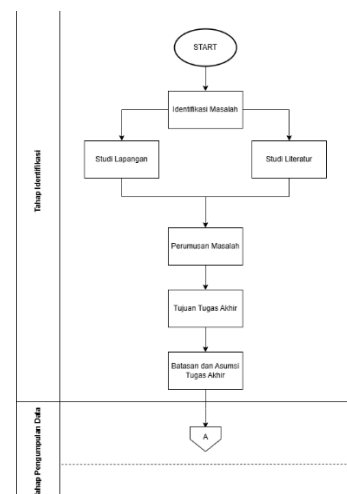
NF = Nilai fluktuasi (*Number of Fluctuation*)

T = Periode waktu proyek

TR_t = Total *resources* yang dibutuhkan dalam periode t

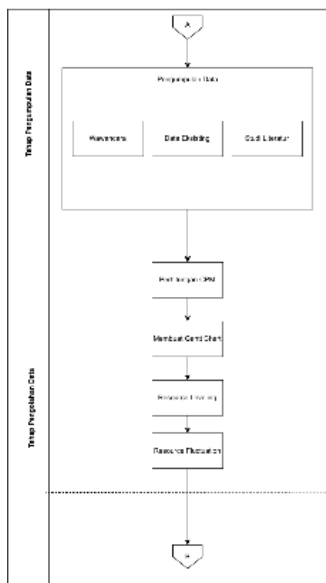
III. METODE

Untuk mencapai tujuan penelitian dan menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi, diperlukan pendekatan metodologis yang sistematis dan terarah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dirancang untuk menggambarkan secara menyeluruh tahapan-tahapan penyelesaian masalah, mulai dari proses identifikasi kondisi aktual di lapangan hingga perancangan solusi berbasis teknik pemerataan sumber daya. Setiap langkah disusun secara logis agar mampu menghasilkan analisis yang valid, terukur, dan relevan dengan konteks proyek yang menjadi objek penelitian, yang dapat dilihat pada Gambar III.1., Gambar III.2., dan Gambar III.3.



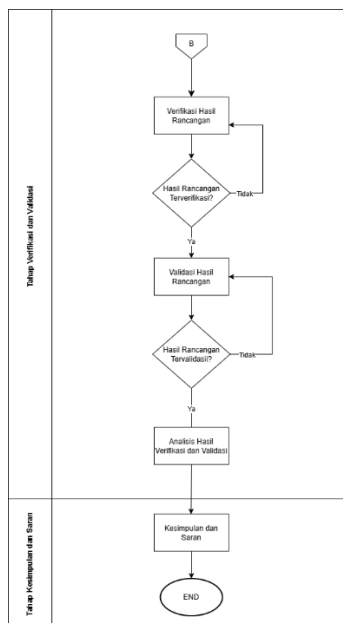
GAMBAR 6

Alur sistematis penyelesaian masalah



GAMBAR 7

Alur sistematis penyelesaian masalah (lanjutan)



GAMBAR 8

Alur sistematis penyelesaian masalah (lanjutan)

Tahapan identifikasi dilakukan dengan studi lapangan dan literatur untuk memahami sistem kerja proyek, merumuskan masalah, serta menetapkan batasan dan tujuan dari tugas akhir ini. Permasalahan utama yang diangkat adalah beban kerja yang tidak merata pada pekerja lapangan akibat pelaksanaan aktivitas secara bersamaan dengan jumlah tenaga kerja yang terbatas.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi langsung di lapangan, wawancara dengan pihak yang terlibat dalam proyek, serta meninjau literatur sebelumnya. Data yang dikumpulkan mencakup informasi mengenai jadwal pelaksanaan proyek, kurva-s, serta struktur rincian pekerjaan atau *Work Breakdown Structure* (WBS).

Tahap pengolahan data dilakukan dengan lima metode utama: pembuatan *Work Breakdown Structure* (WBS), analisis jalur kritis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), visualisasi penjadwalan dengan *Gantt Chart*, dan pemerataan alokasi tenaga kerja dengan metode *resource*

leveling menggunakan pendekatan *Burgess*. Pendekatan ini bertujuan meratakan permintaan sumber daya terhadap ketersediaan tenaga kerja dengan meminimalkan fluktuasi jumlah pekerja per hari, yang dihitung berdasarkan *sum of square*. Hasil dari proses pengolahan ini kemudian diverifikasi berdasarkan kesesuaian metode yang digunakan dengan literatur serta validasi melalui wawancara dengan *project manager* untuk menilai apakah rancangan dapat menjadi solusi nyata bagi proyek.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

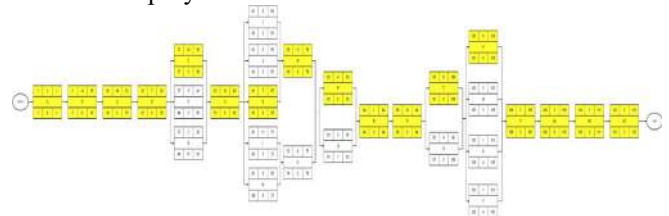
Untuk memberikan solusi yang tepat terhadap permasalahan beban kerja yang tidak merata dan keterbatasan sumber daya manusia dalam proyek JPP di PT XYZ, dibutuhkan tahapan penyelesaian yang sistematis dan berbasis data. Bab ini menjelaskan secara rinci proses yang dilakukan mulai dari pengumpulan informasi proyek, analisis struktur aktivitas, hingga perancangan ulang penjadwalan proyek. Seluruh proses ini bertujuan menyusun pendekatan teknis yang mampu menghasilkan distribusi sumber daya yang lebih adil dan efisien, tanpa mengorbankan ketepatan waktu penyelesaian proyek. Pendekatan yang digunakan mengintegrasikan berbagai metode perencanaan dan pengukuran beban kerja untuk menghasilkan solusi yang tidak hanya realistis secara operasional, tetapi juga mempertimbangkan kondisi tenaga kerja di lapangan.

1) Pengumpulan Data Proyek

Data proyek dikumpulkan melalui dokumen *Statement of Work* (SOW), struktur aktivitas dalam *Work Breakdown Structure* (WBS), serta hasil wawancara dengan stakeholder proyek. Data ini menjadi dasar dalam menyusun perencanaan ulang tenaga kerja dan penjadwalan aktivitas.

2) Penentuan Jalur Kritis dengan Metode CPM

Data proyek berupa *activity list* dikumpulkan untuk membuat penjadwalan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) yang menghasilkan jalur kritis proyek dan menentukan aktivitas kritis yang memiliki nilai *float* 0. Jalur kritis yang diidentifikasi mencakup aktivitas-aktivitas yang harus diselesaikan tepat waktu agar durasi proyek tidak bertambah. CPM membantu mengenali mana aktivitas yang dapat dijadwalkan ulang tanpa mengganggu jadwal keseluruhan proyek.



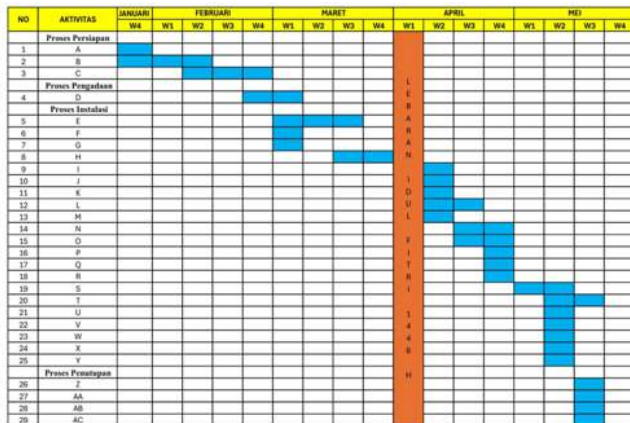
GAMBAR 9

Hasil penjadwalan eksisting menggunakan metode CPM

Berdasarkan pada Gambar IV.1, 2 terdapat 1 jalur kritis dengan 17 aktivitas yang ditandai dengan nilai floatnya yaitu 0. Setiap aktivitas yang berada pada jalur kritis perlu diprioritaskan karena tidak memiliki waktu longgar untuk dilakukan penundaan. Apabila aktivitas pada jalur kritis tersebut mengalami keterlambatan, maka akan berpengaruh besar terhadap durasi total proyek yang dihasilkan.

3) Visualisasi Penjadwalan dengan *Gantt Chart*

Hasil penjadwalan awal divisualisasikan melalui *Gantt Chart* yang menunjukkan adanya tumpang tindih pengerjaan beberapa aktivitas. Tumpang tindih ini mengindikasikan bahwa beberapa aktivitas dilakukan secara bersamaan oleh pekerja yang sama, sehingga menyebabkan beban kerja berlebih. Dari sinilah muncul kebutuhan untuk melakukan pemerataan SDM.



GAMBAR 10
Gantt chart proyek JPP

4) Pemerataan SDM dengan *Resource Levelling* Metode *Burgess*

Pada proyek ini terdapat 21 aktivitas yang termasuk dalam fase instalasi, mulai dari pemasangan tiang besi hingga pemasangan komponen akhir seperti patch cord dan splitter. Dari jumlah tersebut, 12 aktivitas diidentifikasi sebagai aktivitas non-kritis karena memiliki nilai float lebih dari nol, yang memungkinkan untuk dilakukan pergeseran waktu tanpa memengaruhi durasi total proyek. Aktivitas non-kritis ini diurutkan berdasarkan nilai *Early Start* (ES) dari yang paling akhir, agar proses penyesuaian dilakukan mulai dari aktivitas yang mendekati penyelesaian proyek. Urutan ini menjadi dasar untuk dilakukan proses *resource leveling* menggunakan metode *Burgess*.

Metode *Burgess* digunakan untuk mengatur ulang jadwal aktivitas dengan mempertimbangkan float yang tersedia guna menurunkan nilai *sum of square*, indikator penyebaran beban kerja. Sebelum dilakukan *leveling*, nilai *sum of square* awal tercatat sebesar 4782 yang dapat dilihat pada gambar berikut.

TABEL 2
Sum Of Square Sebelum *Resource Leveling*

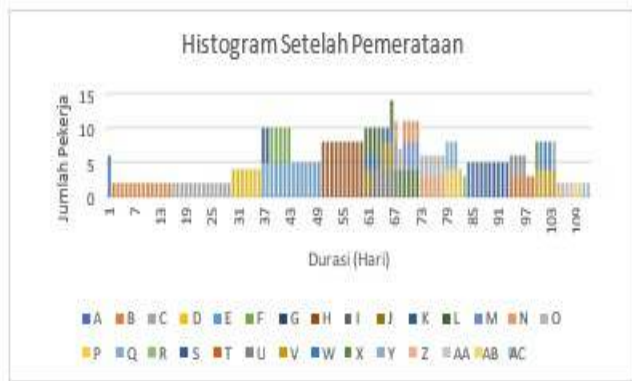
Sebelum Dilakukan Resource Leveling													
Resources	Days												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum Of Square	4782												

Proses iteratif dilakukan pada masing-masing aktivitas terpilih. Beberapa aktivitas seperti aktivitas W dan Y berhasil menurunkan nilai *sum of square* secara signifikan, sementara beberapa lainnya seperti aktivitas X, U, dan Q tetap pada jadwal awal karena tidak ada penundaan yang menghasilkan perbaikan. Aktivitas seperti I, J, dan M menunjukkan penurunan yang cukup besar pada nilai *sum of square* setelah beberapa kali iterasi.

TABEL 3
Sum Of Square Minimum Setelah *Resource Leveling*

Penurunan Aktivitas G Selama 0 Hari													
Resources	Days												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resources	Days												
	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ^2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum Of Square	4202												

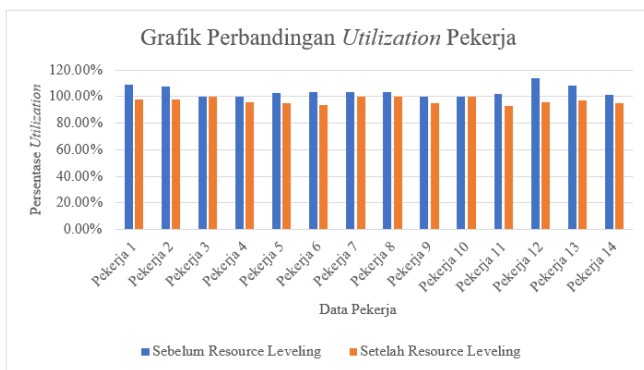
Setelah seluruh proses *resource leveling* selesai, aktivitas terakhir yang dianalisis adalah aktivitas G, yang nilainya tidak berubah karena tidak mengalami pergeseran jadwal. Namun secara keseluruhan, hasil akhir dari proses ini menunjukkan bahwa nilai *sum of square* dapat ditekan dari 4782 menjadi 4202. Penurunan ini mencerminkan keberhasilan strategi pemerataan ulang dalam mendistribusikan beban kerja secara lebih merata dan efisien, serta menghindari lonjakan kebutuhan pekerja di hari-hari tertentu yang melebihi kapasitas sumber daya yang tersedia.



GAMBAR 11

Histogram setelah *resource leveling*

Berdasarkan pada Gambar IV.3, diketahui bahwa pekerja maksimum dari aktivitas yang ada yaitu 14 pekerja. Jumlah pekerja tersebut sudah sesuai dengan jumlah pekerja yang disediakan oleh mitra. Permasalahan sebelumnya yaitu kebutuhan tenaga kerja pada fase instalasi yang melebihi jumlah kapasitas pekerja yang tersedia terjadi karena minimnya tenaga kerja yang memiliki keahlian khusus di daerah proyek. *Resource Leveling* dinilai dapat memberikan solusi kepada perusahaan untuk memaksimalkan jumlah pekerja yang ada tanpa melakukan *outsourcing*. Masalah ini juga dapat dilakukan karena pekerja lapangan merupakan pekerja dari perusahaan mitra yang sudah melakukan perjanjian kontrak dengan PT XYZ dan tidak mengerjakan proyek lain sesuai dengan durasi kontrak yang sudah ditetapkan oleh kedua belah pihak.



GAMBAR 12

Grafik perbandingan *utilization* pekerja

Berdasarkan Gambar IV.4, dapat diketahui perbandingan *utilization* pekerja yang terjadi sebelum dan setelah *resource leveling*. Perbedaan ini terjadi pada pekerja 1, pekerja 2, Pekerja 3, pekerja 5, pekerja 6, pekerja 7, pekerja 8, pekerja 9, pekerja 10, pekerja 11, pekerja 12, pekerja 13 dan pekerja 14 yang mengalami penurunan persentase beban kerja yang dilakukan. Penurunan ini disebabkan oleh penundaan aktivitas yang dikerjakan oleh pekerja tersebut. Penurunan terbesar yaitu 18,06% pada pekerja 12 dengan persentase sebelumnya yaitu 113,89% menjadi 95,83%. Hal ini dikarenakan aktivitas yang semula dilakukan secara bersamaan yaitu K dan M menjadi terpisah akibat penundaan hari pada aktivitas M, sehingga jam kerja yang dilakukan yaitu dengan total 184 jam dimana angka tersebut lebih kecil dari jam kerja yang tersedia sebesar 192 jam untuk menyelesaikan seluruh aktivitas yang dilakukan oleh pekerja 12.

5) Perubahan Durasi Aktivitas Non Kritis

Beberapa aktivitas non-kritis mengalami perubahan durasi setelah dijadwalkan ulang. Contohnya, aktivitas J berubah dari 5 menjadi 7 hari, aktivitas M dari 5 menjadi 6 hari, dan aktivitas L dari 11 menjadi 13 hari. Perubahan ini dilakukan agar kebutuhan tenaga kerja tidak melebihi kapasitas aktual yang tersedia, yaitu 14 orang.

6) Penjadwalan Ulang Proyek Setelah *Resource Leveling*

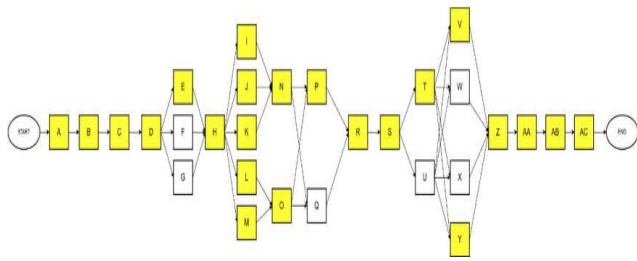
Setelah dilakukan *resource leveling*, penjadwalan ulang proyek disusun kembali dengan metode CPM. Meskipun beberapa aktivitas mengalami pergeseran waktu, durasi total proyek tetap terjaga dalam batas perencanaan semula. Visualisasi ulang *Gantt Chart* menunjukkan distribusi pekerjaan yang lebih seimbang dan realistis.

TABEL 4

Data Penjadwalan Ulang Sebelum dan Setelah *Resource Leveling*

Kode Aktivitas	Durasi		Early Start		Total Float	
	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan
W	3	3	101	102	2	1
Y	1	1	101	105	4	0
X	1	1	101	101	4	4
U	4	4	95	95	2	2
Q	3	3	80	80	1	1
O	6	6	72	74	2	0
I	5	5	61	63	2	0
J	5	7	61	61	2	0
M	5	6	61	68	8	0
L	11	13	61	61	2	0
F	5	5	37	39	9	7
G	2	2	37	37	12	12

Berdasarkan Tabel IV.5, terdapat perbedaan pada data penjadwalan sebelum dan setelah *resource leveling*. Aktivitas J mengalami perubahan durasi yang awalnya dikerjakan selama 5 hari menjadi 7 hari karena pada hari ke 63 dan 64 terjadi penundaan pekerjaan sehingga durasi penyelesaian aktivitas J menjadi bertambah. Aktivitas M mengalami perubahan durasi yang awalnya dikerjakan selama 5 hari menjadi 6 hari karena pada hari ke 69 terjadi penundaan pekerjaan sehingga durasi penyelesaian aktivitas M menjadi bertambah. Aktivitas L mengalami perubahan durasi yang awalnya dikerjakan selama 11 hari menjadi 13 hari karena pada hari ke 65 dan 66 terjadi penundaan pekerjaan sehingga durasi penyelesaian aktivitas L menjadi bertambah. Setelah dilakukan *resource leveling*, beberapa aktivitas yaitu aktivitas X, U, dan Q masih memiliki jumlah *float* yang sama dengan penjadwalan awal. Aktivitas tersebut masih memiliki jumlah *float* karena tidak dilakukan penundaan hari. Pada aktivitas W, F, dan G masih memiliki nilai *float* setelah dilakukan penundaan karena nilai *sum of square* saat proses *resource leveling* sudah mencapai nilai minimum pada beberapa *float* yang digunakan. Setelah mengetahui durasi, ES, dan *float* yang terbaru akan dilakukan penjadwalan ulang menggunakan CPM dengan detail angka terlampir pada lampiran dan berikut merupakan visualisasi penjadwalan CPM usulan :



GAMBAR 13

Lintasan kritis setelah *resource leveling*

Berdasarkan pada Gambar IV-6, diketahui bahwa setelah melakukan *resource leveling* terjadi perubahan lintasan kritis pada penjadwalan usulan. Lintasan kritis tersebut terdiri dari 23 aktivitas yaitu aktivitas A, B, C, D, E, H, I, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T, V, Y, Z, AA, AB, dan AC.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis penyelesaian masalah, dan implementasi solusi pada proyek JPP PT4, diperoleh beberapa kesimpulan penting yang dapat menjadi acuan dalam mengatasi permasalahan sumber daya dan penjadwalan. Setelah dilakukan penjadwalan ulang dengan metode *resource leveling*, kebutuhan maksimum tenaga kerja berhasil ditekan menjadi 14 orang, sesuai dengan jumlah tenaga kerja yang tersedia. Angka ini lebih rendah dibanding kebutuhan awal yang mencapai 18 orang. Selain itu, nilai fluktuasi alokasi tenaga kerja juga menurun dari 100 menjadi 58, yang mencerminkan peningkatan kestabilan distribusi tenaga kerja sepanjang durasi proyek.

Selanjutnya, hasil penjadwalan ulang juga menunjukkan perubahan pada lintasan kritis proyek. Aktivitas J, L, dan M mengalami penambahan durasi yang mengurangi nilai *float*, sehingga berpengaruh terhadap jalur kritis. Selain itu, aktivitas I, O, dan Y yang sebelumnya memiliki *float*, telah digunakan dalam proses iterasi penjadwalan sehingga saat ini berada di lintasan kritis. Akibatnya, jumlah aktivitas dalam lintasan kritis meningkat menjadi 23 aktivitas, yaitu A, B, C, D, E, H, I, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T, V, Y, Z, AA, AB, dan AC. Perubahan ini menandakan adanya peningkatan sensitivitas terhadap keterlambatan jadwal pada aktivitas-aktivitas tersebut.

Di sisi lain, implementasi penjadwalan baru juga berpengaruh pada distribusi beban kerja individu. Salah satu contohnya adalah pekerja nomor 12, yang awalnya memiliki tingkat utilitas kerja sebesar 113,89%, kini mengalami penurunan menjadi 95,83%. Penurunan ini menunjukkan bahwa pekerja tersebut tidak lagi mengalami kelebihan beban

karena sebelumnya harus menyelesaikan lebih dari satu aktivitas dalam waktu yang bersamaan. Perubahan ini menunjukkan efektivitas dari penyesuaian jadwal dalam mendistribusikan beban kerja secara lebih adil dan realistis.

REFERENSI

- [1] El-Rayes, K., & Jun, D. H. (2009). Optimizing Resource Leveling in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(11). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000097](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000097)
- [2] El-Sayegh, S. (2018). Resource levelling optimization model considering float loss impact. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(5), 639–653. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2016-0229>
- [3] PMBOK Guide®. 2017. *Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide®). Guide 6th edition*. Newtown Square: Project Management Institute.
- [4] PMBOK Guide®. 2021. *Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide®). Guide 7th edition*. Newtown Square: Project Management Institute.
- [5] Ponz-Tienda, J. L., Yepes, V., Pellicer, E., & Moreno-Flores, J. (2013). The Resource Leveling Problem with multiple resources using an adaptive genetic algorithm. *Automation in Construction*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.003>
- [6] Pramesti, H. R., & Listyawan, A. B. (2023). Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 ANALISA PENGENDALIAN WAKTU DENGAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PROYEK PEMBANGUNAN PONDOK IQRO', SURAKARTA.
- [7] Purba, S. A. (2021). Analisis Jaringan Kerja dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Model Program Linier. *Jurnal Absis: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 4(1). <https://doi.org/10.30606/absis.v4i1.993>
- [8] Renwarin, P., Jamlaay, O., & Hutubessy, V. R. R. (2025). Analisa Penjadwalan Dengan Metode CPM dan Line of Balance pada Pembangunan Proyek Perumahan Citraland Ambon. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(1), 696–709. <https://doi.org/10.61722/jmia.v2i1.4008>
- [9] Syafriandi, & Luthan, P. L. A. (2017). Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi Microsoft Project. ANDI.
- [10] Tayyar, S. G. (2017). An optimization-based framework for concurrent planning of multiple projects and supply chain: application on building thermal renovation projects.
- [11] Wadhwa, K. (2024). The Role of *Gantt chart* in the *Project Management*.
- [12] Yuliana, C., Hapsari Kartadipura, R., & Wijaya, S. (2019). Analisis Resource Leveling Sumber Daya Alat Menggunakan Metode Burgess. *Rekayasa Sipil*, 13(2). <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2019.013.02.6>