

PENINGKATAN EFISIENSI PEMANFAATAN TENAGA KERJA MELALUI METODE *RESOURCE LEVELING* (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN DERMAGA LANAL BIAK)

Isaiah Saron Imanuel Salu¹, Arnetha Sari Raintung², Stefani Switly Peginusa^{3*}

^{1,2} Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Indonesia, Manado, Indonesia

³ Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

* *E-mail Corresponding*; switly.peginusa@polimdo.ac.id

Abstrak: Pembangunan dermaga merupakan proyek konstruksi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, khususnya dalam pengelolaan sumber daya manusia (SDM). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pemanfaatan SDM pada proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak serta mengoptimalkannya menggunakan metode Resource Leveling. Metode ini digunakan untuk meratakan distribusi tenaga kerja agar fluktuasi penggunaan SDM selama proyek berlangsung dapat diminimalkan, sehingga pelaksanaan proyek menjadi lebih efisien dan terkendali. Analisis dilakukan dengan menggunakan Microsoft Project 2019, yang mencakup perhitungan kebutuhan tenaga kerja, identifikasi jalur kritis, dan penerapan Resource Leveling. Data yang dianalisis meliputi rencana kerja, Kurva-S, hubungan antar aktivitas, serta koefisien tenaga kerja berdasarkan AHSP Permen PUPR 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Resource Leveling berhasil meningkatkan efisiensi penggunaan SDM sebesar 25,31%, tanpa menambah durasi pelaksanaan proyek. Optimalisasi ini ditunjukkan melalui distribusi beban kerja yang lebih stabil dan pemanfaatan waktu luang (float time) secara maksimal. Kebutuhan tenaga kerja setelah dilakukan leveling meliputi: pekerja 137,33 OH, tukang kayu 40 OH, tukang batu 5,33 OH, kepala tukang 6,53 OH, surveyor 1,75 OH, mandor 6,67 OH, tukang las 23,93 OH, instalator 0,02 OH, tukang pipa 1,61 OH, dan tukang besi 16,67 OH.

Kata kunci: Resource Leveling, Optimasi Tenaga Kerja, Microsoft Project

Abstract: The construction of a pier is a complex project, particularly in the management of human resources (HR). This study aims to evaluate the effectiveness of HR utilization in the Dermaga Lanal Biak pier construction project and optimize it through the application of the Resource Leveling method. This method is used to balance the distribution of labor and minimize workforce fluctuations during project execution, leading to a more efficient and controlled implementation. The analysis was conducted using Microsoft Project 2019, covering labor requirement calculations, critical path identification, and the application of Resource Leveling. The data analyzed included work plans, S-Curves, activity relationships, and labor coefficients based on the 2023 AHSP issued by the Indonesian Ministry of Public Works and Housing (PUPR). The results show that Resource Leveling successfully improved HR utilization efficiency by 25.31% without extending the project duration. This optimization is reflected in a more stable daily labor distribution and the effective use of float time. After analysis, the total human resource requirements were as follows: general workers 137.33 OH, carpenters 40 OH, masons 5.33 OH, foremen 6.53 OH, surveyors 1.75 OH, supervisors 6.67 OH, welders 23.93 OH, installers 0.02 OH, plumbers 1.61 OH, and steel workers 16.67 OH.

Keywords: Resource Leveling, Labor Optimization, Microsoft Project

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi khususnya pembangunan dermaga, merupakan aktivitas yang kompleks dan melibatkan banyak variabel, termasuk pengelolaan sumber daya manusia (SDM). Keberhasilan suatu proyek sangat ditentukan oleh efisiensi dalam penggunaan SDM. Karena fluktuasi tenaga kerja yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pembengkakan biaya, keterlambatan waktu pelaksanaan, serta penurunan kualitas pekerjaan (Susilo, 2020). Dalam konteks ini, manajemen proyek memegang peranan penting, khususnya dalam pengendalian dan perencanaan sumber daya melalui teknik penjadwalan yang akurat.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk meratakan penggunaan SDM dalam proyek konstruksi adalah *Resource Leveling*. Resource leveling merupakan proses yang bertujuan untuk mengurangi fluktuasi

dalam penggunaan sumber daya setiap harinya selama pelaksanaan proyek. Proses ini umumnya dilakukan dengan menggeser aktivitas-aktivitas non-kritis ke dalam rentang waktu float yang tersedia. Tujuan utama dari resource leveling adalah menciptakan distribusi pemanfaatan sumber daya yang lebih merata tanpa menambah atau memperpanjang durasi pelaksanaan kegiatan. Pendekatan ini dilakukan dengan cara menurunkan kebutuhan tenaga kerja pada periode puncak dan mendistribusikannya ke periode lain dengan tingkat kebutuhan sumber daya yang lebih rendah (Puspitorini & Bayu Adhi, 2024). Metode ini bertujuan untuk menghindari terjadinya lonjakan kebutuhan tenaga kerja yang tidak realistis pada waktu tertentu, dengan cara menyesuaikan jadwal aktivitas proyek berdasarkan *float time* yang tersedia tanpa memengaruhi waktu penyelesaian total proyek berdasarkan *float time* yang tersedia tanpa memengaruhi waktu penyelesaian total proyek (Wasono et al., 2019). Dengan memanfaatkan perangkat lunak seperti *Microsoft Project*, metode ini dapat diterapkan untuk menghasilkan distribusi tenaga kerja yang lebih stabil dan efisien. *Microsoft Project* adalah perangkat lunak manajemen proyek yang dikembangkan dan dipasarkan oleh *Microsoft*, yang dirancang untuk mendukung manajer proyek dalam menyusun perencanaan, menetapkan alokasi sumber daya untuk setiap tugas, memantau kemajuan proyek, serta mengelola dan menganalisis beban kerja secara efektif (Leonard et al., 2019).

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas metode ini, seperti pada proyek pembangunan gedung sekolah (Inkiriwang & Mangare, 2022) (Retno et al., 2018), bangunan hotel/apartemen/rumah kost (Peginusa et al., 2025) (Nursuhud, 2021) (Willyanti, 2024), villa (Ramadhan, 2024) (Gunaga & George, 2022) maupun proyek infrastruktur lainnya seperti jalan raya (Minarosi et al., 2023) dan terminal (Nangka et al., 2018). Namun demikian, masih terdapat tantangan dalam implementasinya, khususnya pada proyek – proyek yang memiliki kondisi lapangan dinamis seperti pembangunan dermaga, di mana kendala eksternal seperti cuaca dan logistik kerap kali memengaruhi jalannya pekerjaan. Proyek dermaga memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari proyek infrastruktur konvensional lainnya, seperti ketergantungan tinggi terhadap kondisi cuaca laut, pasang surut, serta kompleksitas logistik pengangkutan material ke lokasi terpencil. Kondisi lapangan yang sangat dinamis ini menyebabkan perencanaan sumber daya menjadi lebih menantang dan sering kali tidak linear, sehingga metode resource leveling yang selama ini terbukti efektif dalam proyek bangunan konvensional belum banyak dibuktikan efektivitasnya dalam konteks proyek pelabuhan. Sebagian besar studi terdahulu cenderung mengasumsikan kondisi lapangan yang lebih stabil, dengan variabel eksternal yang relatif dapat dikendalikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kekosongan tersebut dengan mengkaji penerapan metode resource leveling pada proyek pembangunan dermaga, sekaligus memperjelas sejauh mana metode ini mampu beradaptasi terhadap kompleksitas dan dinamika khas proyek maritim.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak, ditemui adanya permasalahan terkait keterlambatan pekerjaan dan ketidakefisienan penggunaan tenaga kerja, seperti kebutuhan pekerja pada pekerjaan isian pondasi tiang pancang terdapat 12 orang padahal efektifnya hanya dibutuhkan 10 orang. Berdasarkan observasi lapangan dan wawancara kepada pihak kontraktor ditemukan ketidaksesuaian antara jadwal rencana dengan dengan realisasi di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan optimalisasi penjadwalan untuk mengevaluasi dan memperbaiki distribusi tenaga kerja yang digunakan. Batasan dari penelitian ini adalah penelitian difokuskan agar diperoleh kinerja sumber daya tenaga kerja yang optimal dan terkontrol dengan menggunakan program *Microsoft Project 2019*, perhitungan produktifitas berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Peraturan Menteri PUPR No 8 Tahun 2023 (Kementerian PUPR, 2023) dan penelitian ini tidak membahas tentang penambahan tenaga kerja, waktu lembur dan *shift* kerja. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan SDM pada proyek Dermaga Lanal Biak dan menerapkan metode *Resource Leveling* guna mendapatkan alokasi tenaga kerja yang lebih merata dan efisien.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia pada proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak. Lokasi penelitian dilakukan secara langsung di proyek konstruksi dermaga yang berada di bawah pengawasan Lanal Biak, Papua. Pemilihan studi kasus dilakukan karena proyek ini mengalami permasalahan fluktuasi tenaga kerja dan ketidakefektifan penjadwalan lapangan.

Desain penelitian disusun dalam bentuk analisis penjadwalan proyek dengan memanfaatkan perangkat lunak *Microsoft Project 2019* sebagai alat bantu utama. Penelitian ini difokuskan pada tahapan pekerjaan fisik

proyek yang memiliki ketergantungan antar aktivitas dan membutuhkan tenaga kerja dan jumlah besar serta terdistribusi dalam jangka waktu yang panjang.

Subjek penelitian adalah kegiatan – kegiatan dalam pekerjaan proyek yang membutuhkan tenaga kerja secara langsung, seperti tukang kayu, tukang besi, tukang las, pekerja, kepala tukang, mandor, dan instalator. Data – data dikumpulkan berdasarkan dokumen proyek dari pihak kontraktor berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan awal proyek, data kebutuhan tenaga kerja, kurva S rencana dan realisasi proyek, serta jaringan kerja (*Network Planning*) rencana.

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi terhadap data teknis proyek, wawancara dengan pelaksana lapangan pada tahap konstruksi untuk memastikan ketersediaan jumlah tenaga kerja dan hambatan pelaksanaannya, serta pengamatan langsung terhadap kondisi pelaksanaan. Data kebutuhan tenaga kerja dihitung menggunakan koefisien tenaga kerja yang relevan dengan jenis pekerjaan berdasarkan AHSP.

Prosedur analisis data dilakukan dalam beberapa tahap berikut:

1. Input Data Awal: Data proyek dimasukkan ke dalam *Microsoft Project 2019*, meliputi daftar kegiatan, durasi pekerjaan, dan relasi ketergantungan antar kegiatan (*link dependency*).
2. Identifikasi Jalur Kritis: Menentukan jalur kritis proyek dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk mengetahui aktivitas non – kritis yang memiliki *Float time*.
3. Perhitungan SDM Awal: Menghitung kebutuhan sumber daya tenaga kerja per kegiatan berdasarkan volume pekerjaan dan koefisien tenaga kerja.
4. *Resource Leveling*: Dilakukan perataan distribusi tenaga kerja menggunakan fitur *Leveling* pada *Microsoft Project*, dengan mempertimbangkan *Float time* aktivitas non – kritis tanpa memperpanjang durasi proyek secara signifikan.
5. Evaluasi dan Perbandingan: Menyusun grafik perbandingan kebutuhan tenaga kerja sebelum dan sesudah *Resource Leveling* untuk menilai kestabilan dan efisiensi distribusi tenaga kerja.

Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan distribusi tenaga kerja yang lebih merata, mengurangi fluktuasi harian, serta memastikan efisiensi waktu dan biaya selama pelaksanaan proyek. Kebutuhan sumber daya manusia yang dibutuhkan pada penelitian ini berdasarkan kebutuhan sumber daya manusia dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel 2019*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengambil studi kasus pada proyek Pembangunan Dermaga Lanal Biak, yang memiliki durasi pelaksanaan selama 244 hari dan masa pemeliharaan selama 365 hari kalender. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan kondisi eksisting lokasi proyek pada saat pelaksanaan pekerjaan.



Gambar 1. Kondisi Eksisting Dermaga Lanal Biak

Dalam rangka mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya, diperlukan sejumlah data pendukung, antara lain jumlah tenaga kerja, durasi pelaksanaan, serta jadwal masing-masing aktivitas pekerjaan. Estimasi kebutuhan tenaga kerja untuk setiap jenis pekerjaan dihitung berdasarkan koefisien tenaga kerja, volume pekerjaan, dan waktu pelaksanaan yang direncanakan. Adapun data koefisien tenaga kerja diperoleh dari Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) serta jadwal pelaksanaan proyek. Tabel 1 di bawah ini menyajikan perbandingan antara kebutuhan tenaga kerja berdasarkan perencanaan dan jumlah tenaga kerja yang tersedia di lapangan.

Tabel 1. Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja Rencana dan Yang Tersedia

Tenaga Kerja	Jumlah Rencana	Jumlah Ketersediaan
	(Orang)	(Orang)
Pekerja	188,31	138
Tukang kayu	52,4	40
Tukang batu	7,97	6
Tukang besi	21,23	17
Tukang las	29,49	24
Kepala tukang	8,93	7
Tukang pasang pipa	1,61	2
Instalator	0,02	1
Mandor	9,41	7
Surveyor	1,75	2

Setelah diperoleh data kebutuhan tenaga kerja untuk setiap jenis pekerjaan, durasi pelaksanaan ditentukan berdasarkan jadwal pada kurva S. Selanjutnya, diperoleh total kebutuhan tenaga kerja sesuai rencana, serta jumlah tenaga kerja yang tersedia di lapangan. Informasi mengenai ketersediaan tenaga kerja maksimal dari pihak kontraktor diperoleh melalui wawancara langsung. Sementara itu, perhitungan jumlah maksimum tenaga kerja dilakukan secara analitis menggunakan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Tahun 2023.

Mengacu pada Tabel 1, ditetapkan data yang akan digunakan, yaitu jumlah maksimum tenaga kerja yang dapat disediakan oleh kontraktor. Hal ini bertujuan untuk menghindari penggunaan tenaga kerja yang tidak efisien. Selanjutnya, data tersebut akan dimasukkan ke dalam perangkat lunak *Microsoft Project* untuk dianalisis lebih lanjut terkait penggunaan sumber daya.

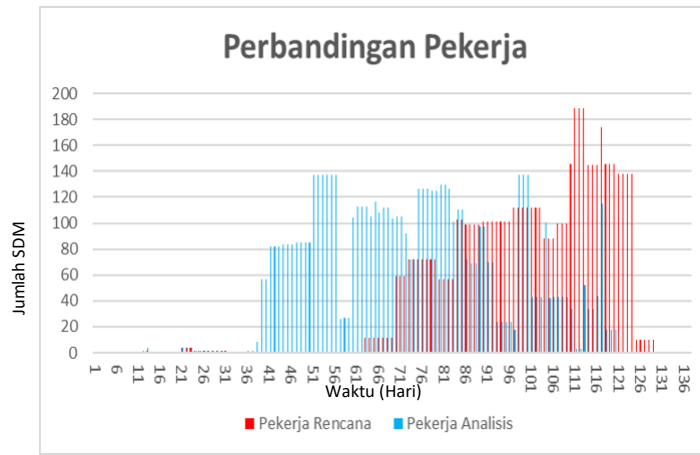
Berdasarkan data awal yang diinput ke dalam *Microsoft Project 2019*, dilakukan pemetaan kegiatan proyek, identifikasi hubungan antar pekerjaan (*dependency*), serta perhitungan kebutuhan sumber daya manusia berdasarkan AHSP PUPR Tahun 2023.

Kebutuhan tenaga kerja sebelum dilakukan perataan (*Resource Leveling*) menunjukkan ketidakseimbangan distribusi, di mana pada minggu – minggu tertentu jumlah tenaga kerja melonjak tajam, sedangkan pada minggu lainnya terjadi penurunan drastis. Fluktuasi tersebut mengindikasikan penggunaan tenaga kerja yang tidak optimal dan berisiko menimbulkan keterlambatan atau pemborosan biaya. Pemerataan sumber daya (*resource leveling*) bertujuan untuk menjadwalkan aktivitas proyek sedemikian rupa agar variasi dalam penggunaan sumber daya harian seminimal mungkin, tanpa mengubah total durasi proyek. Durasi proyek ini biasanya ditentukan dengan mengalikan hasil dari metode jalur kritis (*Critical Path Method/CPM*) dengan suatu faktor, umumnya antara 1,0 hingga 2,0 (Atan & Eren, 2018).

Metode Jalur Kritis (CPM) merupakan pendekatan yang cukup mudah dipahami. Prinsip utamanya adalah menyusun aktivitas-aktivitas proyek secara logis dan berurutan agar pelaksanaan proyek dapat dilakukan secara efisien dan dalam waktu sesingkat mungkin. Sebagai contoh, aktivitas "Penuangan Pondasi" logisnya dilakukan setelah "Penggalian Pondasi". Kecuali terdapat teknologi konstruksi yang sangat inovatif, melaksanakan keduanya secara terbalik tidaklah realistis. Namun, apabila pondasi memiliki panjang yang cukup signifikan, kedua aktivitas tersebut bisa saja dilakukan secara bersamaan sebagian, misalnya dengan memulai penuangan di satu bagian sementara penggalian masih berlangsung di bagian lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa urutan aktivitas dalam CPM bersifat fleksibel selama masih sesuai dengan kondisi teknis di lapangan dan tetap memungkinkan untuk dilaksanakan secara praktis.

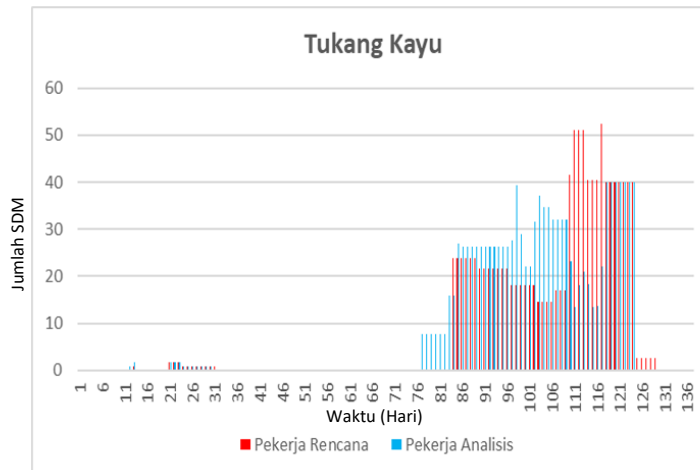
Dalam praktiknya, beberapa aktivitas memiliki ketergantungan terhadap aktivitas sebelumnya dan hanya bisa dimulai setelah pendahulunya selesai. Hubungan ini menciptakan batasan waktu bagi setiap aktivitas, yaitu harus dimulai dalam rentang antara Waktu Mulai Terawal (*Early Start Time/EST*) dan Waktu Mulai Terlambat (*Late Start Time/LST*). Aktivitas yang tergolong kritis memiliki EST dan LST yang sama, artinya tidak memiliki kelonggaran waktu (*float*). Sebaliknya, aktivitas nonkritis memiliki perbedaan antara EST dan LST, yang memungkinkan penggeseran waktu mulai dalam rentang waktu mengambang. Dalam pendekatan *resource leveling*, fleksibilitas ini dimanfaatkan untuk menyesuaikan jadwal sehingga distribusi penggunaan sumber daya menjadi lebih merata (Atan & Eren, 2018).

Setelah dilakukan proses *Resource Leveling* menggunakan fitur auto – levelling pada *Microsoft Project 2019*, terjadi perubahan dalam penjadwalan kegiatan non – kritis tanpa mengubah jalur kritis proyek. Perataan dilakukan dengan memanfaatkan *float time* yang tersedia, sehingga tidak memperpanjang durasi proyek secara signifikan. Hasil leveling menunjukkan distribusi tenaga kerja yang lebih stabil sepanjang durasi proyek.



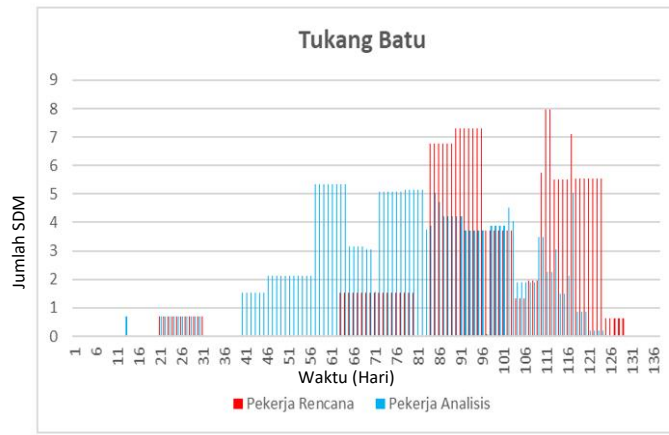
Gambar 2. Grafik Perbandingan Kebutuhan Pekerja

Berdasarkan Gambar 2 di atas, terlihat bahwa pada diagram berwarna merah terjadi kelebihan penggunaan sumber daya sebesar 188,31 OH pada minggu ke-33. Oleh karena itu, dilakukan proses pemerataan sumber daya. Hasil optimalisasi ditunjukkan pada diagram berwarna biru, di mana jumlah pekerja yang sebelumnya mengalami kelebihan alokasi pada minggu ke-33 telah disesuaikan, sehingga tidak lagi melebihi 138 OH. Hal ini dimungkinkan karena sebagian pekerjaan dijadwalkan lebih awal, sehingga menghindari terjadinya *overallocated* tenaga kerja.



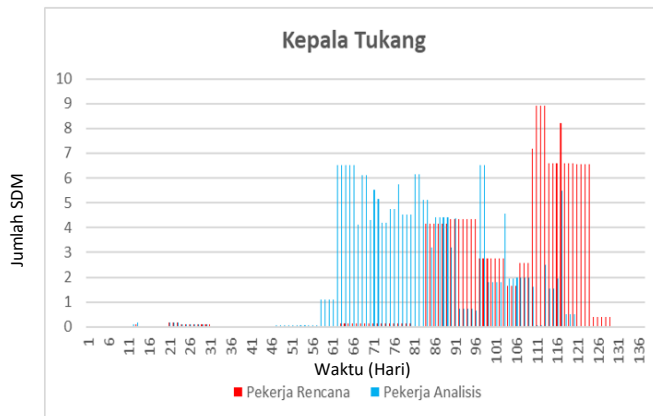
Gambar 3. Grafik Perbandingan Kebutuhan Tukang Kayu

Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja tukang kayu pada minggu ke-32 hingga minggu ke-34 mengalami kelebihan alokasi (*overallocated*), dengan jumlah antara 41,54 OH hingga 52,4 OH, yang melebihi kapasitas tenaga kerja yang tersedia, yaitu 40 OH. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan proses *resource leveling*, sehingga pada diagram berwarna biru terlihat bahwa tidak lagi terjadi kelebihan alokasi, dan kebutuhan tenaga kerja telah disesuaikan agar tidak melampaui batas ketersediaan sebesar 40 OH.



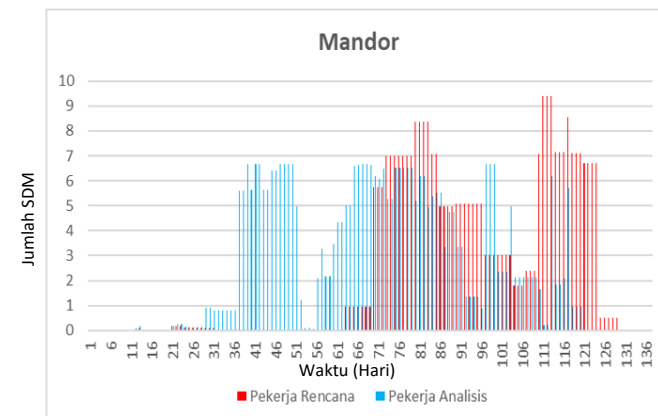
Gambar 4. Grafik Perbandingan Kebutuhan Tukang Batu

Pada Gambar 4, diagram berwarna merah menunjukkan terjadinya kelebihan alokasi tenaga kerja tukang batu pada minggu ke-25 hingga minggu ke-28, serta minggu ke-32 hingga minggu ke-36, dengan kebutuhan tenaga kerja mencapai 7,97 OH. Jumlah tersebut melebihi kapasitas tenaga kerja yang tersedia, yaitu sebesar 5,33 OH. Oleh karena itu, dilakukan *resource leveling* dengan metode *auto schedule*, sehingga pada diagram berwarna biru terlihat bahwa *overallocated* tidak lagi terjadi, dan kebutuhan tenaga kerja telah disesuaikan dengan batas ketersediaan sebesar 6 OH.



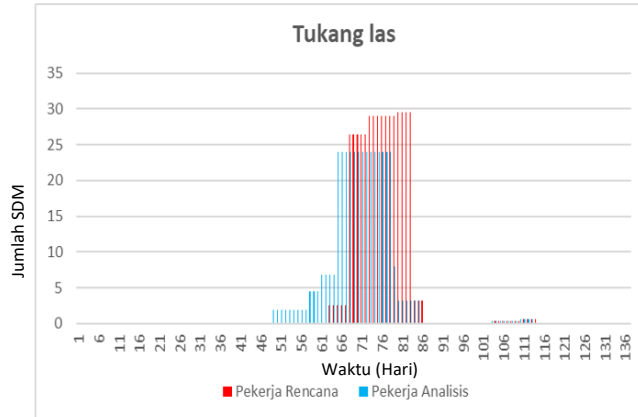
Gambar 5. Grafik Perbandingan Kebutuhan Kepala Tukang

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada diagram berwarna merah terjadi *overallocated* tenaga kerja kepala tukang pada minggu ke-32 hingga minggu ke-36, dengan kebutuhan berkisar antara 6,55 OH hingga 8,93 OH, melebihi jumlah tenaga kerja yang tersedia yaitu 7 OH. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan *resource leveling* menggunakan metode *auto schedule*. Hasil penyesuaian tersebut ditampilkan pada diagram berwarna biru, di mana tidak lagi terdapat kelebihan alokasi, dan kebutuhan tenaga kerja telah disesuaikan agar tidak melebihi ketersediaan sebesar 7 OH.



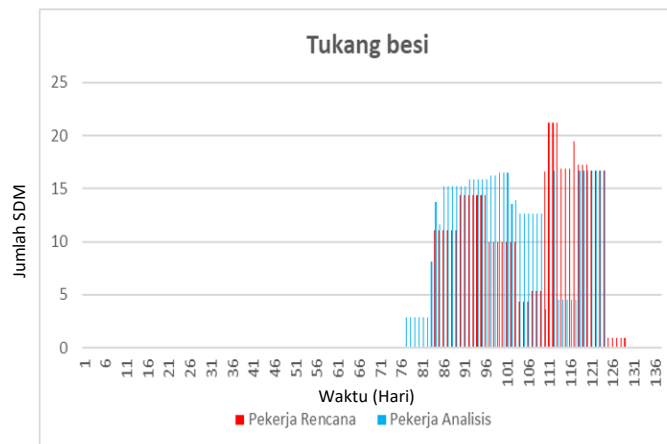
Gambar 6. Grafik Perbandingan Kebutuhan Mandor

Gambar 6 memperlihatkan bahwa pada diagram berwarna merah terjadi kelebihan alokasi tenaga kerja mandor pada minggu ke-34, di mana kebutuhan mencapai 9,41 OH, melebihi kapasitas tenaga kerja yang tersedia sebesar 7 OH. Untuk mengatasi kondisi ini, dilakukan *resource leveling* dengan metode *auto schedule*. Hasilnya dapat dilihat pada diagram berwarna biru, yang menunjukkan bahwa kelebihan alokasi tidak lagi terjadi dan kebutuhan tenaga kerja telah disesuaikan agar tidak melebihi ketersediaan sebesar 7 OH.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kebutuhan Tukang Las

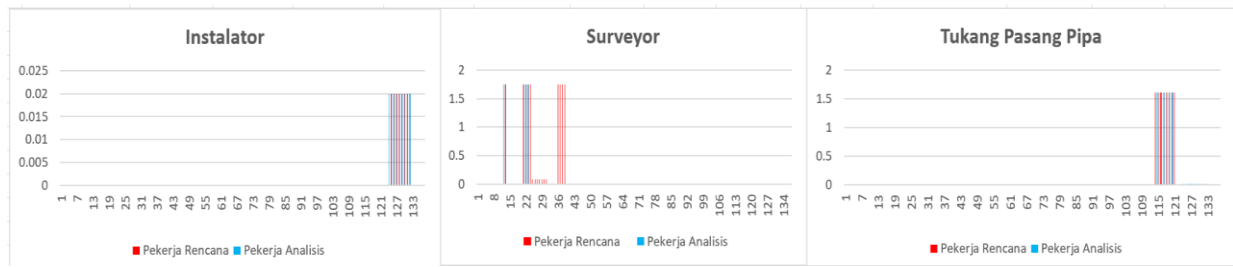
Gambar 7 menunjukkan bahwa pada diagram berwarna merah terjadi kelebihan alokasi tenaga kerja tukang las pada minggu ke-22 hingga minggu ke-24, dengan kebutuhan mencapai 29,49 OH, melebihi jumlah tenaga kerja yang tersedia sebesar 24 OH. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan *resource leveling* menggunakan metode *auto schedule*. Hasilnya tampak pada diagram berwarna biru, yang memperlihatkan tidak adanya lagi kelebihan alokasi dan kebutuhan tenaga kerja telah disesuaikan agar tidak melebihi kapasitas yang tersedia, yaitu 24 OH.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Kebutuhan Tukang Besi

Gambar 8 memperlihatkan bahwa pada diagram berwarna merah terjadi kelebihan alokasi tenaga kerja tukang besi pada minggu ke-33, dengan kebutuhan mencapai 21,23 OH, yang melebihi jumlah tenaga kerja tersedia sebesar 17 OH. Untuk mengatasi kondisi ini, dilakukan *resource leveling* menggunakan metode *auto schedule*. Hasilnya dapat dilihat pada diagram berwarna biru, di mana kelebihan alokasi sudah tidak terjadi lagi dan kebutuhan tenaga kerja telah disesuaikan agar tidak melampaui kapasitas yang tersedia sebesar 17 OH.

Pada Gambar 9 di bawah ini memperlihatkan bahwa pada diagram berwarna biru dan merah tidak terjadi penambahan jumlah pekerjaan sebelum dan setelah analisis, melainkan hanya terjadi pergeseran waktu mulai pelaksanaan pekerjaan. Sebagai contoh, pekerjaan instalator yang awalnya direncanakan mulai pada minggu ke-37 bergeser menjadi minggu ke-36 setelah analisis. Demikian pula, pekerjaan surveyor yang dimulai pada minggu ke-4, serta pekerjaan tukang pipa yang mengalami pergeseran dari minggu ke-35 ke minggu ke-38.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kebutuhan Instalator, Surveyor, dan Tukang Pipa

Berdasarkan hasil analisis Resource Leveling pada proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak, didapatkan bahwa penjadwalan rencana pelaksanaan berlangsung selama 224 hari. Tabel berikut ini menyajikan beberapa jenis pekerjaan yang mengalami perubahan jadwal.

Tabel 2. Jenis Pekerjaan yang mengalami Perubahan Berdasarkan Hasil Analisa

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Rencana	Durasi Analisis	Perubahan Tanggal Mulai		Selisi Durasi
		Hari	Hari	Sebelum	Sesudah	Hari
1	Pekerjaan pemancangan	30	78	Mon 7/15/24	Wed 5/8/24	48
2	Menyambung tiang pancang	30	66	Mon 7/15/24	Tue 6/4/24	36
3	Memotong 1 titik kepala tiang pancang	12	36	Mon 8/5/24	Sat 7/6/24	24
4	Membuat sepatu tiang pancang	30	98	Mon 7/15/24	Wed 4/24/24	68
5	Membuat Beton isian tiang pancang	13	45	Mon 8/26/24	Fri 7/12/24	32
6	Memasang proteksi tiang pancang HDPE L : 3,00 m	24	76	Mon 7/29/24	Sat 5/25/24	52
7	PDA test	4	5	Wed 8/14/24	Tue 8/13/24	1
8	Memotong 1 titik kepala tiang pancang existing	7	21	Mon 8/19/24	Thu 6/27/24	14
9	Katodik protection tiang pancang trestel	7	47	Mon 8/19/24	Wed 5/29/24	40
10	Katodik protection tiang pancang dermaga	13	33	Mon 8/19/24	Mon 7/1/24	20

Setelah dilakukan analisis menggunakan metode *resource leveling*, ditemukan beberapa perubahan, antara lain perubahan tanggal pelaksanaan pekerjaan, perpanjangan durasi pekerjaan, serta pergeseran jadwal berdasarkan nilai *float*. Pada studi kasus ini, beberapa pekerjaan yang tercantum dalam tabel 2 di atas mengalami perubahan tersebut. Namun, berdasarkan hasil analisis, metode *resource leveling* tidak mengubah durasi waktu pelaksanaan proyek. Tanggal mulai dan selesai tetap sama, yaitu dari 15 Maret 2024 hingga 9 Desember 2024 (dapat dilihat pada tabel 3). Selain itu, proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak menggunakan rata-rata jumlah sumber daya manusia sebanyak 137,33 OH, dibulatkan menjadi 138 OH; rata-rata tukang (batu, besi, kayu, las, pipa) sebanyak 87,54 OH, dibulatkan menjadi 88 OH; rata-rata kepala tukang sebesar 6,53 OH, dibulatkan menjadi 7 OH; rata-rata mandor sebesar 6,67 OH, dibulatkan menjadi 7 OH; serta surveyor dan instalator sebanyak 1,77 OH, dibulatkan menjadi 2 OH. Tabel 3 di bawah ini menyajikan rekapitulasi durasi pelaksanaan dan penggunaan sumber daya manusia sebelum dan sesudah penerapan *resource leveling*.

Tabel 3. Rekapitulasi Penggunaan Sumber Daya Manusia

Kegiatan	Durasi	Pekerja	Tukang kayu	Rata – rata sumber daya manusia (OH)								Jumlah
				Tukang Batu	Kepala Tukang	Surveyor	Mandor	Tukang Las	Instalator	Tukang Pipa	Tukang Besi	
Rencana (a)	224	188,31	52,4	7,97	8,93	1,75	9,41	29,49	0,02	1,61	21,23	321,12
Analisis (b)	224	137,33	40	5,33	6,53	1,75	6,67	23,93	0,02	1,61	16,67	239,84

Dengan distribusi tenaga kerja yang lebih merata, perusahaan konstruksi dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meningkatkan produktivitas di lapangan. Penerapan metode ini juga memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan tenaga kerja, meningkatkan efektivitas manajerial, serta

meminimalisasi potensi *idle time* dan *overworking*. Berdasarkan data tabel 3 diatas dapat dihitung efisiensi tenaga kerja berdasarkan persamaan 1 berikut :

$$\text{Presentase Efisiensi Tenaga Kerja} = \frac{\text{Jumlah (a)} - \text{Jumlah (b)}}{\text{Jumlah (a)}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{pers.1}$$

$$\text{Presentase Efisiensi Tenaga Kerja} = \frac{321,12 - 239,84}{321,12} \times 100\% = 25,31\%$$

Perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan adanya peningkatan efisiensi dalam penggunaan tenaga kerja sebesar sekitar 25,31% tanpa memerlukan penambahan durasi proyek. Perlu dicatat bahwa perhitungan ini terbatas hanya pada data tenaga kerja secara keseluruhan, tanpa mempertimbangkan variabel eksternal seperti kondisi cuaca, logistik, atau perubahan produktivitas. Dengan kata lain, efisiensi dihitung murni berdasarkan data numerik tenaga kerja sebelum dan sesudah penerapan metode, tanpa melibatkan faktor-faktor non-teknis yang dapat mempengaruhi hasil di lapangan. Hasil perhitungan ini mencerminkan perbaikan yang signifikan dalam hal distribusi serta pemanfaatan tenaga kerja, tanpa memengaruhi total waktu pelaksanaan proyek. Temuan ini membuktikan bahwa metode *Resource Leveling* efektif dalam mengatur distribusi tenaga kerja pada proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak. Sebelum dilakukan leveling, kebutuhan tenaga kerja mengalami fluktuasi tajam pada minggu-minggu tertentu, yang dapat menimbulkan kelebihan beban kerja, peningkatan biaya tenaga kerja, serta risiko keterlambatan proyek. Hasil efisiensi tenaga kerja sebesar 25,31% menunjukkan bahwa setelah penerapan metode perencanaan yang lebih optimal (misalnya resource leveling), jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dikurangi secara signifikan tanpa memperpanjang durasi proyek. Bagi manajer proyek, hal ini memiliki beberapa implikasi praktis penting seperti penghematan biaya tenaga kerja, manajemen jadwal kerja yang lebih efisien, efisiensi per jenis tenaga kerja dan peningkatan produktivitas tim.

Penerapan metode ini memungkinkan penjadwalan ulang aktivitas non-kritis untuk mengurangi fluktuasi kebutuhan tenaga kerja. Temuan ini sejalan dengan pendapat Susilo (2020) dan Yahya, (2022), yang menyatakan bahwa resource leveling efektif dalam meratakan distribusi sumber daya selama pelaksanaan proyek tanpa menyebabkan penambahan durasi yang signifikan. Selain itu, pemanfaatan konsep *float time* dalam jaringan kerja proyek dimaksimalkan untuk menggeser aktivitas tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan sebelumnya oleh Inkiriwang & Mangare (2022), serta Retno et al., (2018), yang menunjukkan bahwa penggunaan *Microsoft Project* dapat mempermudah identifikasi jalur kritis dan penerapan leveling secara efisien. Pada proyek ini, durasi pelaksanaan berhasil dipertahankan, sekaligus mengurangi potensi inefisiensi akibat kelebihan tenaga kerja pada periode tertentu.

KESIMPULAN

Penerapan metode Resource Leveling terbukti efektif dalam mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya manusia (SDM) pada proyek pembangunan Dermaga Lanal Biak. Efektivitas ini tercermin dari distribusi tenaga kerja harian yang lebih merata serta penggunaan waktu luang (*float time*) secara maksimal, yang menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 25,31%. Peningkatan ini dicapai melalui perbaikan distribusi beban kerja tanpa mengubah durasi pelaksanaan proyek. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh rincian kebutuhan tenaga kerja sebagai berikut: pekerja sebanyak 137,33 OH, tukang kayu 40 OH, tukang batu 5,33 OH, kepala tukang 6,53 OH, surveyor 1,75 OH, mandor 6,67 OH, tukang las 23,93 OH, instalator 0,02 OH, tukang pipa 1,61 OH, dan tukang besi 16,67 OH.

DAFTAR PUSTAKA

Atan, T., & Eren, E. (2018). Optimal project duration for resource leveling. *European Journal of Operational Research*, 266(2). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.10.022>

Gunaga, P. G., & George, G. (2022). Planning, Scheduling and Cost Estimation Of Villa Project Using Microsoft Project. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(9), 1779–1792.

Inkiriwang, R. L., & Mangare, J. B. (2022). PERATAAN SUMBER DAYA TENAGA KERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT. *Jurnal Sipil Statik*, 10(1), 47–56.

- Kementerian PUPR. (2023). Peraturan Menteri PUPR Nomor: 8 Tahun 2023. *Kementrian PUPR*.
- Leonard, A., Dundu, T. A. K. T., & Walangitan, D. R. O. (2019). Perataan Tenaga Kerja Dengan Menggunakan Microsoft Project Pada Proyek Rehabilitasi Puskesmas Minanga. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1261–1268.
- Minarosi, A. A., Putra, I. N. D. P., & Nauli, A. R. (2023). ANALISIS RESOURCE LEVELING PADA TENAGA KERJA STUDI KASUS: PROYEK JLLB TAHAP2. *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 11(1), 83–88.
- Nangka, C. I. G., Sibi, M., & Mangare, J. B. (2018). Perataan Tenaga Kerja Pada Proyek Bangunan Dengan Menggunakan Microsoft Project (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Terminal Akap Tangkoko Bitung). *Jurnal Sipil Statik*, 6(11), 867–874.
- Nursuhud, D. D. (2021). *Analisis Penggunaan Sumber Daya Manusia Dengan Metode Resource Levelling Studi Kasus Proyek Pembangunan Kost Supargiono Gondokusuman, Yogyakarta*.
- Peginusa, S. S., Tendean, C., & Raintung, A. S. (2025). Optimalisasi Sumber Daya Tenaga Kerja Proyek Pembangunan Hotel Amaris Manado Dengan Metode Resource Leveling. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(2).
- Puspitorini, I., & Bayu Adhi, S. (2024). Penerapan Resource Allocation dan Levelling tenaga Kerja Pada Proyek Konveksi. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(2), 2728–2735. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i2.13359>
- Ramadhan, M. Y. (2024). *Perbandingan Penjadwalan Proyek dan Hasil Penerapan Resource Levelling pada Proyek Villa Minggu Menggunakan Microsoft Project*. Politeknik Negeri Bali.
- Retno, D. P., Astuti, A., & Tamimi, Z. (2018). Analisa Penggunaan Sumber Daya Manusia Dengan Metode Resource Leveling Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru Ponpes Daarun Nahdah Thawalib Bangkinang): Analysis of the Use of Human Resources with Resource Lev. *Jurnal Saintis*, 18(1), 39–47.
- Susilo, H. (2020). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Yang Optimal. *JURNAL PILAR TEKNOLOGI Jurnal Ilmiah Ilmu Ilmu Teknik*, 5(1).
- Wasono, Ta, F. D., & Huda, M. N. (2019). Penentuan Percepatan Penyelesaian Proyek Pada Metode Jalur Kritis dengan Program Crash. *Jurnal Eksponensial*, 10(1), 89–94.
- Willyanti, N. A. W. (2024). *Analisis Perencanaan Tenaga Kerja menggunakan Metode Resource Leveling pada Proyek Pembangunan Gedung Apartment Sanur*. Politeknik Negeri Bali.
- YAHYA, A. R. (2022). *Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Dengan Metode Resource Levelling (Analysis Of Labor Requirements Using The Resource Levelling Method)(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gereja Katolik Santa Maria Penolong Abadi, Samarinda, Kalimantan Timur)*.