

PENGENDALIAN WAKTU DAN TENAGA KERJA DENGAN SOFTWARE PRIMAVERA P6 (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gudang di Kabupaten Tuban)

Nur Sa'adah ¹, Gde Agus Yudha Prawira Adistana ²

¹ Mahasiswa D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya.

² Dosen D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya.

Email : nursaadah.19038@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Masalah yang sering muncul pada proyek konstruksi adalah sulitnya menyelesaikan proyek tepat waktu. Selain itu, penggunaan sumber daya sering kali tidak efisien. Solusi yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan menggunakan metode resource leveling. Metode resource leveling adalah sebuah metode yang bertujuan untuk meminimalisir tidak meratanya penggunaan tenaga kerja dalam waktu proyek. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan jadwal proyek dan alokasi sumber daya manusia sebelum dan sesudah dilakukannya pemerataan tenaga kerja. Data proyek berupa item pekerjaan, durasi tiap pekerjaan, hubungan antar item pekerjaan, dan jumlah tenaga kerja tiap pekerjaan dianalisis menggunakan software primavera p6 untuk mendapatkan alokasi sumber daya manusia yang ideal. Hasil penelitian menunjukkan penambahan waktu kerja selama 9 hari atau 3,4%. Selain itu, terdapat juga perubahan sumber daya tukang dan pekerja pada bulan September dengan penurunan masing-masing 12,2% serta pada bulan Oktober mengalami penambahan jumlah tukang 23 orang dan pekerja 33 orang.

Kata Kunci: Resource Leveling, Tenaga Kerja, Waktu

Abstract

A common problem in construction projects is the difficulty of completing projects on time. Furthermore, resource utilization is often inefficient. A solution to this problem is to use the resource leveling method. The resource leveling method aims to minimize the uneven use of labor throughout the project. The purpose of this study was to determine the differences in project schedules and human resource allocation before and after the implementation of labor equalization. Project data in the form of work items, the duration of each job, the relationship between work items, and the number of workers per job were analyzed using Primavera P6 software to obtain the ideal human resource allocation. The results showed an increase in working time of 9 days or 3.4%. In addition, there were also changes in the resources of craftsmen and workers in September with a decrease of 12.2% each. In October, there was an increase in the number of craftsmen by 23 people and workers by 33 people.

Keywords: Resource Leveling, Labor, Time

PENDAHULUAN

Konstruksi merupakan suatu proyek yang berkaitan erat dengan pembangunan infrastruktur, mencakup aspek teknik dan arsitektur di dalamnya. Proyek konstruksi sebenarnya tidak hanya terlihat pada fisik, namun perencanaannya juga menggunakan sistem rekayasa tertentu. Sehingga penggunaan metode yang cepat, tepat, praktis, dan aman sangat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan proyek (Assa et al. 2014).

Pelaksanaan proyek memiliki rangkaian pekerjaan yang rumit dan saling bergantung satu sama lain.

Semakin besar skala konstruksi, maka semakin kompleks mekanisme dan semakin banyak tantangan. Mulai dari tahapan perencanaan (pengelolaan sumber daya seperti waktu, tenaga kerja, dan sebagainya) hingga tahap pelaksanaan (penjadwalan, pengawasan, dan pengendalian proyek) (Mandey et al. 2013).

Berbagai masalah yang sering muncul dalam pelaksanaan konstruksi adalah sulitnya menyelesaikan proyek tepat waktu dan sulitnya menggunakan sumber daya yang efisien. Namun pada proyek sederhana dapat dengan mudah

merencanakan dan mengatur secara manual ataupun tanpa alat bantu. Berbeda dengan proyek berskala besar dan kompleks yang pelaksanaannya melibatkan banyak pekerja dan waktu panjang, sehingga diperlukan alat bantu untuk memastikan seluruh proses terencana dengan baik dan terkendali. Solusi yang dapat diterapkan yaitu dengan menggunakan metode *resource leveling* (Nangka, Sibi, and Mangare 2018).

Resource leveling adalah proses meminimalisir tidak meratanya penggunaan tenaga kerja konstruksi.

Metode ini dapat diimplementasikan pada komputer untuk berbagai keperluan proyek, seperti input data, pengelolaan aktivitas, pengendalian aktivitas, pengawasan aktivitas, dan pembuatan laporan proyek. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk menerapkan pemerataan sumber daya manusia adalah *primavera p6* (Riyadhsyah and Zulfikram 2018).

Software *primavera* memiliki keunggulan dan kekurangan. Keunggulan aplikasi ini adalah kemampuannya dalam mengelola informasi proyek menggunakan kode aktivasi, dapat menampilkan *resource*, dan sangat cocok untuk proyek dengan skala menengah hingga besar. Kekurangan aplikasi ini adalah sering mengalami kegagalan saat proses instalasi karena menggunakan sistem *database* jadi sangat penting untuk membaca panduan sebelum menggunakannya, selain itu literatur tentang aplikasi ini terbatas di Indonesia sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk mempelajarinya (Octavia et al. 2013).

Proyek pembangunan gudang di Kabupaten Tuban mengalami fluktuasi pada sumber daya manusia. Transisi penggunaan sumber daya yang tersedia dari satu grafik ke grafik lainnya sangatlah curam. Terdapat hari yang memiliki sedikit pekerjaan dengan banyaknya tenaga kerja, sehingga kelebihan sumber daya. Begitupun juga ketika terdapat hari yang memiliki banyak pekerjaan dengan sedikitnya tenaga kerja, sehingga kekurangan sumber daya.

Berdasarkan permasalahan yang ada, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah mengendalikan waktu dan tenaga kerja untuk keberhasilan proyek konstruksi. Hal ini dilakukan guna mengetahui perbedaan antara sebelum dan sesudah menggunakan metode *resource leveling* dengan bantuan *software* *primavera*.

Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali pelaksanaan dan umumnya berjangka waktu pendek. Rangkaian

kegiatan tersebut melibatkan proses pengelolaan sumber daya untuk menghasilkan output berupa bangunan. Proses pengelolaan pada proyek konstruksi dimulai dari perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), hingga pengendalian (*controlling*). Sedangkan sumber daya pada proyek konstruksi biasanya dikenal dengan sebutan 5M yaitu, *Man* (manusia), *Method* (metode), *Material* (bahan), *Machine* (mesin), dan *Money* (uang) (Siswanto and Salim 2019).

Menurut (Waluyo and Aditama 2017), secara umum proyek konstruksi terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Konstruksi gedung
Konstruksi gedung mencakup bangunan yang berfungsi sebagai fasilitas umum, seperti institusi, pendidikan, industri ringan, komersial, sosial, dan tempat rekreasi. Jenis bangunan yang termasuk di dalamnya adalah perkantoran, pusat perbelanjaan, apartemen, sekolah, dan gudang.
2. Konstruksi teknik
Konstruksi teknik menggunakan rencana struktur dan desain para ahli khusus yang dibuat untuk pembangunan infrastruktur guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Jenis konstruksi ini meliputi dua kategori utama, yaitu konstruksi jalan dan konstruksi berskala besar atau konstruksi berat.
3. Konstruksi industri
Konstruksi industri melibatkan proyek dengan teknologi canggih dalam manufaktur dan proses produksinya. Kontraktor dan arsitek biasanya bekerja sama dalam satu perusahaan untuk mendesain dan membangun pabrik.

Penjadwalan dan Keterlambatan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan suatu proses untuk menentukan durasi yang diperlukan, serta menetapkan waktu kapan proyek dimulai dan waktu kapan proyek selesai. Semakin besar skala proyek maka semakin kompleks pengelolaan dalam penjadwalannya. Hal ini terjadi karena pekerjaan yang dilakukan beragam dan kebutuhan serta penyediaan sumber daya sangat besar, sehingga mengakibatkan durasi proyek menjadi panjang. Menurut (Kareth et al. 2012), penjadwalan proyek memiliki beberapa manfaat, antara lain:

1. Menetapkan panduan kegiatan mengenai waktu yang jelas untuk setiap pekerjaan, termasuk kapan pekerjaan harus dimulai dan kapan pekerjaan harus diselesaikan.
2. Memberikan sarana dalam menentukan prioritas terhadap waktu dan tenaga kerja dari setiap pekerjaan.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan dari setiap pekerjaan.

- Menghindari pemakaian tenaga kerja yang berlebihan dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang telah direncanakan.

Keterlambatan proyek sering kali disebabkan oleh waktu pelaksanaan yang tidak digunakan secara efektif. Hal ini mengakibatkan beberapa pekerjaan menjadi tertunda atau tidak terselesaikan sesuai jadwal yang telah direncanakan. Menurut (Lengkong, Manoppo, and Dundu 2022), keterlambatan proyek dapat memberikan beberapa dampak yang mengakibatkan munculnya kerugian jika tidak diantisipasi, antara lain:

- Bagi konsultan, keterlambatan pekerjaan dapat menyebabkan perpanjangan waktu proyek dan potensi kerugian waktu dapat berdampak pada proyek lain yang sedang dikerjakan.
- Bagi kontraktor, keterlambatan penyelesaian proyek berujung pada peningkatan biaya *overhead* akibat durasi konstruksi yang lebih lama dan dapat berpotensi memengaruhi proyek-proyek berikutnya.
- Bagi *owner*, keterlambatan proyek artinya mengurangi keuntungan karena tertundanya pemasukan dimana seharusnya bangunan tersebut sudah dapat digunakan atau disewakan.

Tenaga Kerja Proyek

Peraturan tenaga kerja proyek terdapat dalam Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Pada Bab I Pasal 1 Ayat 1 mendefinisikan “Ketenagakerjaan adalah segala hal yang berhubungan dengan tenaga kerja pada waktu sebelum, selama, dan sesudah masa kerja”. Selanjutnya pada Ayat 2 mendefinisikan “Tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan/atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat”.

Tenaga kerja merupakan salah satu sumber daya krusial dalam proyek konstruksi karena dapat memengaruhi hasil akhir pekerjaan. Kualitas manajemen tenaga kerja berdampak langsung pada kesuksesan penyelesaian proyek. Namun, kontraktor sering kali menghadapi tantangan dalam mengelola alokasi sumber daya manusia, sehingga diperlukan analisis produktivitas tenaga kerja yang akurat (Sunatha, Pradnyadari, and Wintari 2022).

Produktivitas tenaga kerja ditentukan berdasarkan perhitungan AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) menggunakan nilai koefisien yang telah dibakukan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengukuran produktivitas pada mandor, tukang, dan pekerja dinyatakan dalam orang jam (OJ) atau orang

hari (OH). Rumus menentukan kebutuhan tenaga kerja dapat di lihat pada Persamaan [1].

$$P = \frac{V \times K}{D} \dots\dots\dots[1]$$

Keterangan:

- P = Produktivitas kerja (m³/jam atau m³/hari)
- V = Volume (m³)
- K = Nilai koefisien berdasarkan SNI
- D = Durasi (jam atau hari)

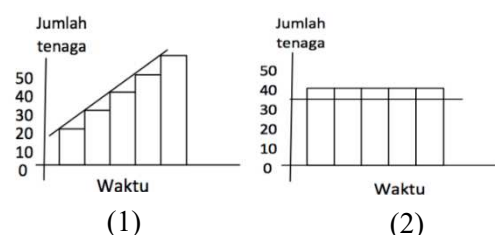
Penambahan tenaga kerja tanpa menambah jam kerja bisa menjadi solusi untuk mempercepat pekerjaan, asalkan jumlah tenaga kerja yang ditambahkan tepat. Apabila penambahan tenaga kerja dilakukan secara optimal, maka produktivitas dapat meningkat. Namun jika tenaga kerja ditambah secara berlebihan, maka produktivitas justru bisa menurun (Kareth et al. 2012).

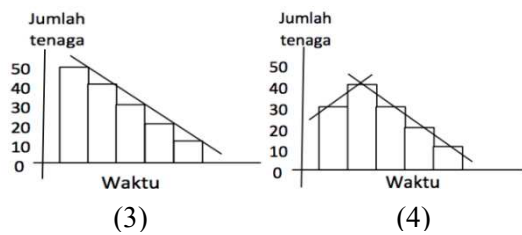
Metode Resource Leveling

Resource leveling merupakan suatu metode analisis yang bertujuan untuk mengoptimalkan dan meratakan penggunaan sumber daya proyek dalam skala waktu tertentu (harian, mingguan, atau bulanan). Peralihan penggunaan dari satu tingkat ke tingkat lainnya dilakukan secara bertahap dan tidak boleh terlalu drastis. Tenaga kerja yang memiliki grafik curam dapat mengganggu pelaksanaan pekerjaan konstruksi (Nangka et al. 2018).

Tujuan dari metode *resource leveling* adalah menyeimbangkan penggunaan tenaga kerja, baik menambah ataupun tanpa menambah durasi pekerjaan. Pengaturan penyeimbangan sumber daya dilakukan dengan prinsip mengurangi jumlah tenaga kerja pada titik tertinggi dan mendistribusikannya ke periode waktu dengan tenaga kerja yang lebih rendah. Perataan dilakukan dengan cara memindahkan tenaga kerja ke depan atau ke belakang untuk mendapatkan grafik alokasi sumber daya (Sunatha et al. 2022).

Menurut (Yahya 2022), terdapat beberapa grafik alokasi sumber daya ideal selama proyek berlangsung (lihat Gambar 1), diantaranya sebagai berikut:





Gambar 1. Grafik sumber daya ideal

1. Jumlah tenaga kerja pada proyek umumnya dimulai dengan sedikit pekerja di awal, kemudian meningkat secara bertahap seiring waktu hingga akhir proyek.
2. Jumlah tenaga kerja dipertahankan tetap stabil dari awal hingga akhir proyek tanpa perubahan signifikan.
3. Proyek dimulai dengan jumlah tenaga kerja yang besar, kemudian secara bertahap menurun seiring waktu hingga akhir proyek.
4. Proyek dimulai dengan jumlah tenaga kerja yang sedang, kemudian meningkat pada pertengahan proyek, dan selanjutnya menurun secara bertahap hingga akhir proyek.

Software Primavera P6

Software primavera p6 merupakan salah satu aplikasi manajemen proyek yang populer dalam industri konstruksi. Primavera menyediakan serangkaian program dengan fitur lengkap, terukur, dan terintegrasi. Aplikasi ini dapat digunakan untuk pengorganisasian (*organizing*), perencanaan (*planning*), pengkoordinasian (*coordinating*), dan pengendalian (*controlling*) proyek konstruksi (Maulidy et al. 2020).

Menurut (Andhiefitria and Wibowo 2003), *software primavera* memiliki beberapa istilah penting dalam menerapkan metode *resource leveling*, antara lain:

1. *Task* (tugas), suatu pekerjaan yang merupakan bagian dari proyek.
2. *Resources* (sumber daya), semua sumber daya baik manusia, bahan, maupun mesin.
3. *Duration* (durasi), waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
4. *Calendar* (kalender), penanggalan untuk mengatur waktu yang terdiri dari hari kerja, hari libur, jam kerja, dan jam istirahat.
5. *Predecessor* (pendahulu), suatu kegiatan yang saling berkaitan dengan kegiatan lain dimana tugasnya harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum tugas lain dapat dimulai.
6. *Successor* (penerus), suatu kegiatan yang saling berkaitan dengan kegiatan lain dimana tugas yang baru dapat dimulai setelah tugas pendahulunya diselesaikan.

7. *Gantt chart* (grafik gantt), grafik batang horizontal yang menggambarkan setiap pekerjaan beserta durasinya.

Langkah-langkah perencanaan konstruksi untuk melakukan pengendalian waktu dan tenaga kerja menggunakan *software primavera* terdapat dalam buku *Step by Step Primavera Project Management* karya Dedy Trianda tahun 2007. Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk menerapkan metode *resource leveling* pada aplikasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengatur *calendar* untuk menentukan hari kerja, hari libur, jam kerja, dan jam istirahat serta mengatur *resource* tenaga kerja (mandor, tukang, dan pekerja).
2. Memasukkan daftar item pekerjaan dan durasi tiap pekerjaan.
3. Memasukkan hubungan antar item pekerjaan yang berkaitan dengan awal (*predecessor*) dan akhir (*successor*) serta memasukkan jumlah tenaga kerja tiap pekerjaan.
4. Melakukan analisis metode *resource leveling* pada *software primavera* untuk mendapatkan grafik sumber daya ideal.

METODE

Jenis penelitian pada artikel ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu pendekatan yang menyajikan data secara faktual, sistematis, dan akurat melalui analisis numerik, dan statistik. Penelitian ini menggambarkan kondisi proyek yang mengacu pada pengendalian sumber daya waktu dan tenaga kerja. Proses analisis data menggunakan metode *resource leveling* dengan bantuan *software primavera p6*.

Populasi yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah tenaga kerja proyek yang terlibat langsung dalam pelaksanaannya. Tenaga kerja yang dimaksud ialah mandor, tukang, dan pekerja. Variabel yang dipakai dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu, variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y). (lihat Tabel 1). Variabel bebas berdasarkan faktor internal dan eksternal proyek, sedangkan variabel terikat berdasarkan kinerja proyek.

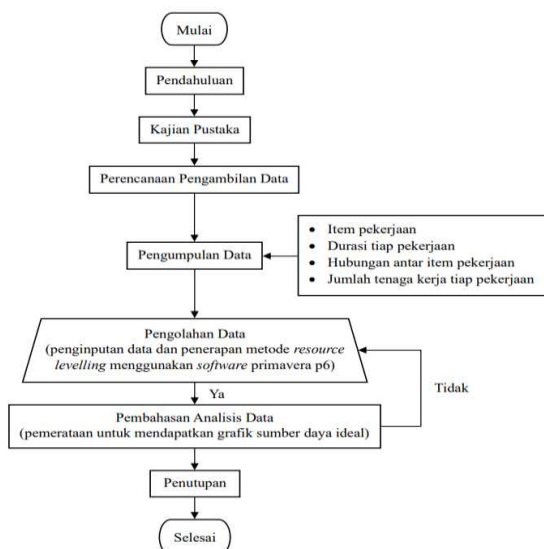
Tabel 1. Variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y)

Variabel Bebas (X)	Variabel Terikat (Y)
Adanya waktu tunda sepanjang proyek	Perpanjangan waktu pelaksanaan pekerjaan
Alokasi tenaga kerja sepanjang proyek	Pemerataan pemakaian tenaga kerja

Diagram alir dalam penelitian ini terdiri dari tujuh tahapan, yaitu:

1. Pendahuluan, pemetaan informasi proyek guna mendapatkan permasalahannya kemudian dijelaskan pada latar belakang dan tujuan penelitian.
2. Kajian pustaka, pencarian buku, jurnal ilmiah, dan laporan penelitian terdahulu sebagai pedoman dasar penelitian agar memahami metode *resource leveling* dan *software primavera*.
3. Perencanaan pengambilan data, penentuan sampel dan variabel penelitian pada proyek.
4. Pengumpulan data, perlu beberapa data proyek seperti item pekerjaan, durasi tiap pekerjaan, hubungan antar item pekerjaan, dan jumlah tenaga kerja tiap pekerjaan.
5. Pengolahan data, penginputan data proyek dan penerapan metode *resource leveling* menggunakan *software primavera*. Tahapan ini diawali dengan mengatur *calendar* dan *resource*, kemudian memasukkan daftar item pekerjaan dan durasi tiap pekerjaan, selanjutnya memasukkan hubungan antar item pekerjaan dan jumlah tenaga kerja tiap pekerjaan.
6. Pembahasan analisis data, pemerataan dilakukan untuk mendapatkan hasil berupa grafik sumber daya ideal pada proyek, namun apabila memperoleh grafik sumber daya tidak ideal maka kembali lagi ke pengolahan data.
7. Penutupan, penyimpulan dari hasil penelitian berisikan perbedaan jadwal proyek dan perbandingan alokasi sumber daya manusia sebelum dan sesudah dilakukannya pemerataan tenaga kerja.

Adapun tahapan penelitian digambarkan dalam diagram alir. (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses analisis data pada pembangunan gudang di Kabupaten Tuban menggunakan metode *resource leveling* dengan bantuan *software primavera p6*. Penelitian ini menghasilkan perbedaan data penjadwalan proyek dan perbandingan data pengalokasian sumber daya manusia sebelum dan sesudah dilakukannya pemerataan tenaga kerja. Data hasil penelitian berupa tabel penjadwalan proyek dan grafik penggunaan sumber daya.

Perbedaan Jadwal Proyek

Pada saat penjadwalan proyek terdapat konflik penumpukan item pekerjaan yang mengakibatkan banyaknya tenaga kerja di hari tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu menggeser jadwal pada tanggal terjadinya konflik, namun hal ini dapat mengakibatkan bertambahnya durasi proyek. Proses penggeseran jadwal proyek perlu diperhatikan terkait hubungan antar pekerjaan. Hubungan yang dimaksud ialah antar item pekerjaan dapat dilakukan secara seri maupun paralel. Pekerjaan yang memiliki hubungan seri berarti satu pekerjaan harus selesai terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dapat dimulai karena keduanya memiliki ketergantungan linier. Sedangkan pekerjaan yang mempunyai hubungan paralel berarti pekerjaan satu masih berjalan kemudian dipertengahan pekerjaan tersebut terdapat pekerjaan yang baru mulai.

Penjadwalan proyek pada pembangunan gudang terdapat perbedaan dari beberapa item pekerjaan antara sebelum dan sesudah dilakukannya pemerataan. (lihat Tabel 2). Perbedaannya adalah mulai lebih awal atau lambat dan berakhir lebih awal atau lambat serta perbedaan antara *predecessor* dan *successor* (*start to start*, *start to finish*, *finish to start*, *finish to finish*). Berdasarkan data yang ada, terdapat item pekerjaan yang mengalami perubahan sesudah dilakukannya pemerataan sebanyak 38 pekerjaan dari total keseluruhan 181 pekerjaan. Sehingga jadwal yang didapat lebih panjang 9 hari dari yang awalnya 127 hari menjadi 136 hari.

Tabel 2. Data penjadwalan proyek

No.	Nama Kegiatan	Durasi	Sebelum		Sesudah	
			Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Pekerjaan Gudang						
Pekerjaan Pendahuluan						
1	Pembersihan Akhir	1	29-Sep	29-Sep	08 Oktober	08 Oktober
Pekerjaan Penutup Lantai dan Penutup Dinding						
2	Pemasangan Lantai Keramik Ukuran 20 Cm X 20 Cm	5	13-Sep	17-Sep	18-Sep	22-Sep
3	Pemasangan Dinding Keramik Ukuran 20 Cm X 25 Cm	5	13-Sep	17-Sep	23-Sep	27-Sep
Pekerjaan Penutup Langit - Langit dan Penutup Atap						
4	Pemasangan List Langit - Langit Kayu Profil	6	7-Sep	12-Sep	13-Sep	18-Sep
5	Pemasangan Lisplank GRC Lebar 30 Cm	6	7-Sep	12-Sep	13-Sep	18-Sep

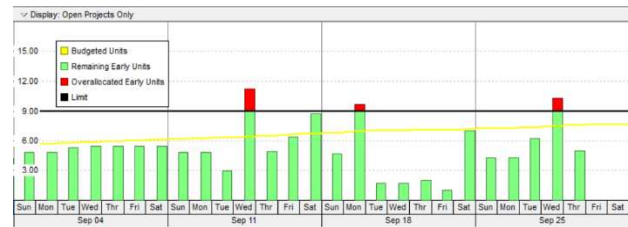
Pekerjaan Kunci dan Kaca						
6	Pemasangan Kunci Tanam Biasa	1	24-Sep	24-Sep	04 Oktober	04 Oktober
7	Pemasangan Engsel Pintu	1	24-Sep	24-Sep	03 Oktober	03 Oktober
8	Pemasangan Engsel Jendela	1	24-Sep	24-Sep	02 Oktober	02 Oktober
9	Pemasangan Kaca Tebal 5 Mm	2	22-Sep	23-Sep	28-Sep	29-Sep
10	Pemasangan Kunci Slot Panjang	1	24-Sep	24-Sep	01 Oktober	01 Oktober
11	Pemasangan Rel Pintu Sorong	1	22-Sep	22-Sep	30-Sep	30-Sep
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan						
12	Pengecatan Tembok Baru	7	15-Sep	21-Sep	28-Sep	04 Oktober
13	Pengecatan Tembok Baru Weather Shield Exterior	7	15-Sep	21-Sep	28-Sep	04 Oktober
14	Pengecatan Permukaan Baja Galvanis	3	1-Sep	3-Sep	7-Sep	9-Sep
15	Pengecatan Permukaan Baja dengan Menie Besi	3	4-Sep	6-Sep	10-Sep	12-Sep
16	Pengecatan Plafond	3	19-Sep	21-Sep	13-Sep	15-Sep
17	Waterproofing	3	19-Sep	21-Sep	16-Sep	18-Sep
Pekerjaan Elektrikal						
18	Pemasangan Meteran Baru 4400 Watt	1	27-Sep	27-Sep	06 Oktober	06 Oktober
19	Pemasangan Instalasi 1 Titik Lampu	2	25-Sep	26-Sep	05 Oktober	06 Oktober
20	Pemasangan Stop Kontak	1	28-Sep	28-Sep	07 Oktober	07 Oktober
21	Pemasangan Buah Saklar Ganda	1	28-Sep	28-Sep	07 Oktober	07 Oktober
22	Pemasangan Buah Saklar Tunggal	1	28-Sep	28-Sep	07 Oktober	07 Oktober
23	Pemasangan Buah Lampu Esensial 18 Watt	2	25-Sep	26-Sep	05 Oktober	06 Oktober
24	Pasang MCB	1	27-Sep	27-Sep	06 Oktober	06 Oktober
Pekerjaan Sanitasi dalam Gedung						
25	Pemasangan Closet Porselen	1	14-Sep	14-Sep	18-Sep	18-Sep
26	Pemasangan Wastafel	1	14-Sep	14-Sep	17-Sep	17-Sep
27	Pemasangan Kran Diameter ½ atau ¾	1	14-Sep	14-Sep	16-Sep	16-Sep
28	Pemasangan Floor Drain	1	14-Sep	14-Sep	15-Sep	15-Sep
Pekerjaan Lain - Lain						
29	Pekerjaan Logo dan Text Neon Box	1	29-Sep	29-Sep	08 Oktober	08 Oktober
Pekerjaan Pagar						
Pekerjaan Besi dan Aluminium						
30	Pasang Besi Siku 5 X 5	4	16-Sep	19-Sep	21-Sep	24-Sep
31	Base Plat Tb. 5 Mm	4	16-Sep	19-Sep	21-Sep	24-Sep
32	Pemasangan CNC Laser Cutting Plat Besi Tb. 4 Mm	1	19-Sep	19-Sep	20-Sep	20-Sep
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan						
33	Pengecatan Permukaan Baja Galvanis	1	19-Sep	19-Sep	25-Sep	25-Sep
Pekerjaan Jalan						
Pekerjaan Tiang PJU dan Lampu						
34	Pemasangan Lampu LED Kotak 100 Watt	2	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep
35	Pemasangan Instalasi 1 Titik Lampu	2	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep
36	Kabel Twisted 2 X 10 Mm ² SPLN	4	25-Sep	28-Sep	01 Oktober	04 Oktober
37	Pengecatan Permukaan Baja dengan Menie Besi	3	17-Sep	19-Sep	25-Sep	27-Sep
38	Pengecatan Permukaan Baja Galvanis	3	17-Sep	19-Sep	22-Sep	24-Sep

Perbandingan Alokasi Sumber Daya Manusia

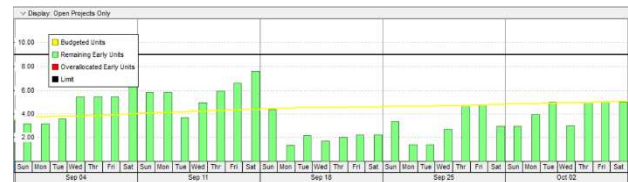
Pada saat pengalokasian sumber daya manusia terdapat 2 warna grafik yaitu hijau dan merah. Warna hijau berarti jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada hari tersebut tidak melebihi batas limit total (*resource limit*), sedangkan warna merah berarti jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada hari tersebut melebihi batas limit total (*resource overallocated*). Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu mengatur tingkatan sumber daya pada waktu tertentu dengan mengurangi jumlah penggunaan

tenaga kerja tertinggi dan menambah jumlah penggunaan tenaga kerja terendah. Proses pengaturan alokasi sumber daya manusia perlu diperhatikan terkait grafik sumber daya ideal. Grafik yang dimaksud ialah jumlah tenaga kerja sedikit di awal proyek, kemudian jumlah tenaga kerja meningkat sedikit demi sedikit di pertengahan proyek, selanjutnya jumlah tenaga kerja kembali menurun sedikit demi sedikit hingga akhir proyek.

Pengalokasian sumber daya manusia pada pembangunan gudang terdapat perbedaan dari beberapa grafik pekerja antara sebelum dan sesudah dilakukannya pemerataan. (lihat Gambar 3). Perbedaannya adalah sebelum pemerataan terdiri dari 2 warna grafik pekerja yaitu hijau dan merah, sesudah pemerataan terdiri dari 1 warna grafik pekerja yaitu hijau. Grafik dengan warna merah berarti limit totalnya lebih tinggi dari ketentuan batas limit di angka 9.



(a)



(b)

Gambar 3. Data pengalokasian pekerja (a) Sebelum pemerataan (b) Sesudah pemerataan

Berdasarkan data yang ada, terdapat grafik pekerja dengan warna merah pada tanggal 14, 19, dan 28 September. Sehingga perlu dilakukannya pemerataan di hari tersebut sampai grafik berubah menjadi warna hijau.

1. 14 September

Grafik pekerja sebelum dilakukannya pemerataan totalnya $10,77 \approx 11$ orang, sehingga dapat dinyatakan bahwa sumber dayanya lebih $1,77 \approx 2$ orang. Sedangkan grafik pekerja sesudah dilakukannya pemerataan totalnya $4,38 \approx 5$ orang. (lihat Tabel 3).

Tabel 3. Data pekerjaan dan jumlah pekerja (a) Sebelum pemeratan (b) Sesudah pemerataan

No.	Nama Kegiatan	Jumlah Pekerja
Pekerjaan Gudang		
Pekerjaan Besi dan Aluminium		
1.	Pembuatan Pintu Besi Pelat Baja Tebal 5 Mm	1,11
Pekerjaan Plesteran Acian		
2.	Pemasangan Acian	0,71
Pekerjaan Penutup Lantai dan Penutup Dinding		
3.	Pemasangan Lantai Keramik Ukuran 40 Cm X 40 Cm	0,36
4.	Pemasangan Lantai Keramik Ukuran 20 Cm X 20 Cm	0,18
5.	Pemasangan Dinding Keramik 20 Cm X 25 Cm	0,36
Pekerjaan Sanitasi dalam Gedung		
6.	Pemasangan Closet Porselen	2,05
7.	Pemasangan Wastafel	2,05
8.	Pemasangan Kran Diameter ½” atau ¾”	2,05
9.	Pemasangan Floor Drain	0,89
Pekerjaan Pagar		
Pekerjaan Plesteran Acian		
10.	Pemasangan Acian	0,63
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
11.	Waterproofing	0,38
Jumlah Pekerja		10,77

(a)

No.	Nama Kegiatan	Jumlah Pekerja
Pekerjaan Gudang		
Pekerjaan Besi dan Aluminium		
1.	Pembukaan Pintu Besi Pelat Baja Tebal 5 Mm	1,11
Pekerjaan Plesteran Acian		
2.	Pemasangan Acian	0,71
Pekerjaan Penutup Lantai dan Penutup Dinding		
3.	Pemasangan Lantai Keramik Ukuran 40 Cm X 40 Cm	0,36
Pekerjaan Langit-Langit dan Penutup Atap		
4.	Pemasangan List Langit-Langit Kayu Profil	0,30
5.	Pemasangan Lisplank GRC Lebar 30 Cm	0,30
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
6.	Pengecatan Plafond	0,59
Pekerjaan Pagar		
Pekerjaan Plesteran Acian		
7.	Pemasangan Acian	0,63
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
8.	Waterproofing	0,38
Jumlah Pekerja		4,38

(b)

2. 19 September

Grafik pekerja sebelum dilakukannya pemerataan totalnya $9,62 \approx 10$ orang, sehingga dapat dinyatakan bahwa sumber dayanya lebih $0,62 \approx 1$ orang. Sedangkan grafik pekerja sesudah dilakukannya pemerataan totalnya $1,19 \approx 2$ orang. (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Data pekerjaan dan jumlah pekerja (a) Sebelum pemeratan (b) Sesudah pemerataan

No.	Nama Kegiatan	Jumlah Pekerja
Pekerjaan Gudang		
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
1.	Pengecatan Plafond	0,59
2.	Waterproofing	0,30
3.	Pengecatan Tembok Baru	0,51
4.	Pengecatan Tembok baru Weather Shield Exterior	0,13
Pekerjaan Pagar		
Pekerjaan Besi dan Aluminium		
5.	Pemasangan CNC Laser Cutting Plat Besi Tb. 4 Mm	1,78
6.	Pasang Besi Siku 5 X 5	1,11
7.	Base Plat Tb. 5 Mm	1,22
Pekerjaan Plesteran Acian		
8.	Pemasangan Acian	0,63
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
9.	Pengecatan Permukaan Baja Galvanis	1,78
10.	Waterproofing	0,38
Pekerjaan Lampu Jalan		
Pekerjaan Tiang PJU dan Lampu		
11.	Pengecatan Permukaan Baja dengan Menie Besi	0,89
12.	Pengecatan Permukaan Baja Galvanis	0,30
Jumlah Pekerja		9,62

(a)

No.	Nama Kegiatan	Jumlah Pekerja
Pekerjaan Gudang		
Pekerjaan Penutup Lantai dan Penutup Dinding		
1.	Pemasangan Lantai Keramik Ukuran 20 Cm X 20 Cm	0,18
Pekerjaan Pagar		
Pekerjaan Plesteran Acian		
2.	Pemasangan Acian	0,63
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
3.	Waterproofing	0,38
Jumlah Pekerja		1,19

(b)

3. 28 September

Grafik pekerja sebelum dilakukannya pemerataan totalnya $9,11 \approx 10$ orang, sehingga dapat dinyatakan bahwa sumber dayanya lebih $0,11 \approx 1$ orang. Sedangkan grafik pekerja sesudah dilakukannya pemerataan totalnya $2,42 \approx 3$ orang. (lihat Tabel 5).

Tabel 5. Data pekerjaan dan jumlah pekerja (a) Sebelum pemeratan (b) Sesudah pemerataan

No.	Nama Kegiatan	Jumlah Pekerja
Pekerjaan Gudang		
Pekerjaan Elektrikal		
1.	Pemasangan Stop Kontak	2,67
2.	Pemasangan Buah Saklar Ganda	0,89
3.	Pemasangan Buah Saklar Tunggal	0,89
Pekerjaan Lampu Jalan		
Pekerjaan Tiang PJU dan Lampu		
4.	Saklar Box Embodus	0,89
5.	Pemasangan Lampu LED Kotak 100 Watt	1,33
6.	Pemasangan Instalasi 1 Titik Lampu	1,33
7.	Kabel Twisted 2 X 10 Mm ² SPLN	1,11
Jumlah Pekerja		9,11

(a)

No.	Nama Kegiatan	Jumlah Pekerja
Pekerjaan Gudang		
Pekerjaan Kunci dan Kaca		
1.	Pemasangan Kaca Tebal 5 Mm	0,89
Pekerjaan Plituran dan Pengecatan		
2.	Pengecatan Tembok Baru	0,51
3.	Pengecatan Tembok Baru Weather Shield Exterior	0,13
Pekerjaan Lampu Jalan		
Pekerjaan Tiang PJU dan Lampu		
4.	Saklar Box Embodus	0,89
Jumlah Pekerja		2,42

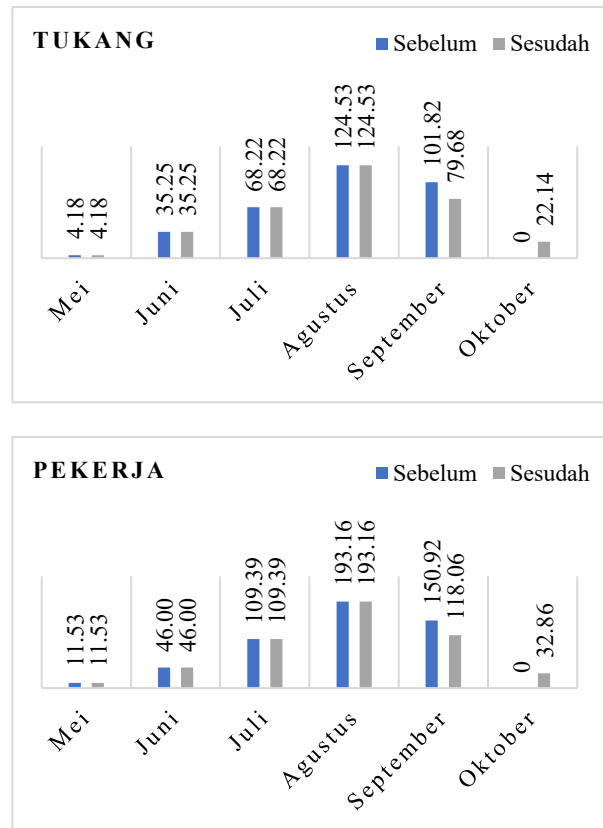
(b)

Grafik Tukang dan Pekerja (Bulanan)

Secara keseluruhan pada grafik tukang dan pekerja di setiap bulan, terdapat perbandingan jumlah tenaga kerja antara sebelum dan sesudah dilakukannya pemerataan. Pada bulan Mei hingga Agustus tidak mengalami perubahan, tetapi pada bulan September dan Oktober mengalami perubahan. Tenaga kerja pada bulan September memiliki grafik tinggi, sedangkan setelah proses *resource leveling* pada bulan tersebut grafiknya menurun. Hal ini terjadi karena pada bulan September mengalami *resource overallocated*, sehingga diperlukan perubahan antara jadwal dan tenaga kerja agar mendapatkan grafik sumber daya ideal.

Berdasarkan hal tersebut, pelaksanaan proyek pembangunan gudang yang awalnya berakhir pada bulan September sekarang lebih lama hingga bulan Oktober. Pada bulan September jumlah tukang sebelum pemerataan yaitu 101,82 \approx 102 orang dan sesudah pemerataan mengalami penurunan menjadi 79,68 \approx 80 orang, jadi selisihnya adalah 22,14 \approx 23 orang. Begitupun juga dengan jumlah pekerja sebelum pemerataan yaitu 150,92 \approx 151 orang dan sesudah pemerataan mengalami penurunan menjadi

118,06 \approx 119 orang, jadi selisihnya adalah 32,86 \approx 33 orang. Pada bulan Oktober jumlah tukang sebelum pemerataan yaitu 0 orang dan sesudah pemerataan mengalami peningkatan menjadi 22,14 \approx 23 orang. Begitupun juga dengan jumlah pekerja sebelum pemerataan yaitu 0 orang dan sesudah pemerataan mengalami peningkatan menjadi 32,86 \approx 33 orang.



Gambar 4. Grafik sumber daya tukang dan pekerja sebelum dan sesudah pemerataan (bulanan)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian tentang pengendalian waktu dan tenaga kerja dengan *software primavera p6* antara sebelum dan sesudah *resource leveling* pada proyek pembangunan gudang di Kabupaten Tuban dapat diambil 2 simpulan.

Simpulan pertama terdapat pada penjadwalkan proyek yang mengalami perubahan waktu. Sebelum pemerataan proyek dilaksanakan selama 127 hari pada tanggal 26 Mei 2022 hingga 29 September 2022, sedangkan sesudah pemerataan proyek dilaksanakan selama 136 hari pada tanggal 26 Mei 2022 hingga 08 Oktober 2022. Jadi terdapat penambahan 9 hari atau 3,4%. Hal ini terjadi karena adanya upaya untuk meratakan penggunaan sumber daya guna mencegah fluktuasi tenaga kerja yang tidak stabil.

Simpulan kedua terdapat pada pengalokasian sumber daya manusia yang mengalami perubahan jumlah

tenaga kerja. Pada bulan September terjadi penurunan jumlah tukang dan pekerja masing-masing 12,2%, sedangkan pada bulan Oktober mengalami peningkatan jumlah tukang sebanyak 23 orang dan jumlah pekerja sebanyak 33 orang. Hal ini terjadi agar mendapatkan grafik sumber daya manusia yang ideal, yaitu sedikit demi sedikit grafik menurun hingga akhir proyek.

REFERENSI

- Andhiefitria, and Arief Eko Wibowo. 2003. "Pengendalian Sumber Daya Dan Waktu Dengan Program Primavera Project Planner Versi 3.1."
- Assa, Juanita Indriaty, R. J. M. Mandagi, Jermias Tjakra, and Mochtar Sibi. 2014. "Kajian Peranan Pengelola Proyek Dalam Menyelenggarakan Proyek Pada Tahap Pelaksanaan." *Jurnal Sipil Statik* 2(2):94–106.
- Kareth, Michael, Huibert Tarore, Jermias Tjakra, and D. R. O. Walangitan. 2012. "Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0." *Jurnal Sipil Statik* 1(1):53–59.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/631>.
- Lengkong, Stevie Stephanie Margriet, Fabian J. Manoppo, and Ariestides K. T. Dundu. 2022. "Studi Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Di Kabupaten Minahasa Selatan." *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 12(1):49–66.
- Mandey, Jasmin Christy Natalia, Jermias Tjakra, Tisano Arsjad, and Grace Yoyce Malingkas. 2013. "Perataan Tenaga Kerja Menggunakan Microsoft Project Pada Pekerjaan Peningkatan Jalan." *Jurnal Sipil Statik* 1(10):671–77.
- Maulidy, Ahmad Ahya, Alfian Rizal Pambudi, Henny Pratiwi, and Slamet Imam Wahyudi. 2020. "Analisa Perencanaan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Software Primavera Project Planner P6." *Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU)* 4 261–67.
- Nangka, Christofel Imanuel Gabriel, Mochtar Sibi, and Jantje Mangare. 2018. "Perataan Tenaga Kerja Pada Proyek Bangunan Dengan Menggunakan Microsoft Project." *Jurnal Sipil Statik* 6(11):867–74.
- Octavia, Icha Kristy, Elliot Caesar Tandoyo, Paulus Nugraha, and Sandra Lukito. 2013. "Perbandingan Aplikasi Program Microsoft Project Dan Primavera Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi." *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil* 1–8.
- Riyadhsyah, Teuku, and Zulfikram. 2018. "Penggunaan Teknologi Aplikasi Komputer Pada Pekerjaan Manajemen Proyek Konstruksi." *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* 2(1):123–27.
- Siswanto, Agus B., and M. Afif Salim. 2019. *Manajemen Proyek*.
- Sunatha, I. Gede Ngurah, Ni Luh Made Ayu Mirayani Pradnyadari, and Ni Made Dwijayanti Wintari. 2022. "Analisis Resource Leveling Pada Proyek Pembangunan Rusun Aspol Sanglah T.36 Bertingkat 4 Lantai." *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik* 11(2):45–53.
doi:10.36733/jikt.v11i2.5429.
- Trianda, Dedy. 2007. *Step by Step Primavera Project Management*.
- Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.
- Waluyo, Rudi, and Subrata Aditama. 2017. "Pengaruh Resource Leveling Terhadap Alokasi Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi." *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil A Scientific Journal of Civil Engineering* 21(2):118–28.
- Yahya, Ananda Radithya. 2022. "Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Dengan Metode Resource Levelling."