

**PERANCANGAN ALOKASI RESOURCE PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN
METODE RESOURCE LEVELING UNTUK MENGHINDARI FLUKTUASI RESOURCE
PADA PROYEK DUCTING FO CLUSTER BERYL SUMMARECON PT.DCM**

**PROJECT RESOURCE ALLOCATION DESIGN USING THE RESOURCE LEVELING
METHOD TO AVOID RESOURCE FLUCTUATION IN THE PROJECT DUCTING FO
BERYL SUMMARECON PT.DCM**

Baiq Risma Sulistiana¹, Ir. Imam Haryono, MBAT², Ika Arum Puspita, ST., MT.³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹baiqrismasulistiana@student.telkomuniversity.ac.id, ²imamharyono@telkomuniversity.ac.id,

³ikaarumpuspita@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT DCM merupakan perusahaan yang sedang menjalankan proyek *ducting*, salah satunya yaitu proyek *ducting FO cluster Ruby* yang berlokasi di Summarecon Bandung. Namun, pada pelaksanaan proyek pada *ducting FO cluster Ruby* terdapat kekurangan dalam perencanaan *resource* proyek yang dalam pelaksanaannya terjadi fluktuasi sumber daya dan penambahan pekerja yang mengakibatkan pengeluaran biaya diluar perencanaan awal proyek. Berdasarkan data yang didapatkan dari proyek *ducting FO cluster Ruby*, maka akan dilakukan perancangan *resource* pada proyek yang belum dijalankan yaitu pada proyek *ducting FO cluster Beryl*. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *resource leveling* yaitu untuk melakukan perataan tenaga kerja agar tidak terjadinya fluktuasi dan penambahan tenaga kerja saat proyek sedang berjalan. Sebelum melakukan proses *leveling* akan dilakukan perhitungan menggunakan *Critical Path Method (CPM)* yang digunakan untuk menentukan jalur kritis pada proyek tersebut. Hasil progres pelaksanaan aktual dari proyek *ducting FO cluster Ruby* diketahui bahwa terjadinya fluktuasi tenaga kerja dan penambahan tenaga kerja sebanyak 10 orang yang semula hanya 13 pekerja menjadi 23 pekerja. Jumlah tenaga kerja yang digunakan setelah *leveling* yaitu 12 orang yang menunjukkan bahwa terjadinya penurunan tenaga kerja setelah *leveling*. *Resource leveling* juga menghasilkan perataan jumlah hari kerja setiap tenaga kerja dan meminimalisir jumlah pekerja yang menganggur setiap harinya.

Kata Kunci: *Ducting, Resource, Fluktuasi, Critical Path Method, Resource Leveling*

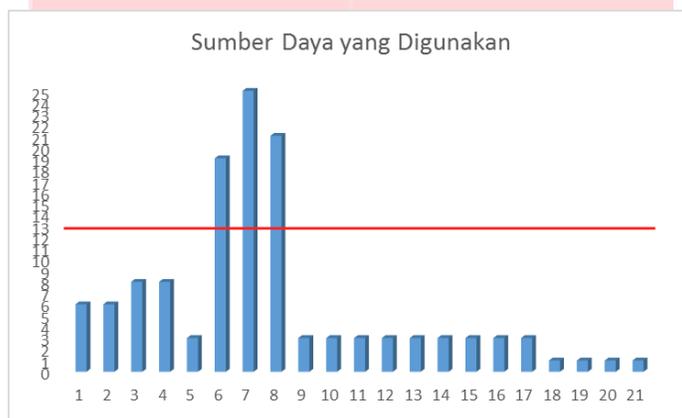
Abstrack

PT DCM is a company that is running a ducting project, one of the projects is the ducting FO cluster Ruby located in Summarecon Bandung. However, in the project implementation on the Ruby FO ducting, there are shortcomings in project resource planning. Fluctuations in resources and additional workers occur in the implementation, resulting in expenses beyond project planning. Based on data obtained from the FO cluster Ruby ducting project, resource design will be carried out on projects that have not been implemented yet, namely the FO Beryl cluster ducting project. The method that will be used in this research is resource leveling to do the leveling of labor so there is no fluctuation and addition of labor when the project is running. Before carrying out the leveling process, a calculation using the Critical Path Method (CPM) is used to determine the critical path in the project. The results of the progress of the actual implementation of the Ruby ducting project are known that the occurrence of labor fluctuations, namely the addition of 10 workers, originally only 13 workers became 23 workers. The amount of labor used after leveling is 12 people who showed a decrease in labor after leveling. Resource leveling also generates smoothing the number of workdays of each workforce and minimizes the number of idle workers every day.

Keywords: *Ducting, Resource, Fluctuations, Critical Path Method, Resource Leveling*

1. Pendahuluan

PT DCM merupakan perusahaan yang bergerak di berbagai bidang yaitu bidang pendidikan, bidang konstruksi sipil, dan bidang konstruksi jaringan. PT DCM sedang menjalankan tiga proyek di Summarecon diantaranya adalah proyek *Ducting* pada *cluster* Ruby, Topaz, dan Beryl. Pada tiga proyek tersebut, PT DCM sudah menyelesaikan dua proyek yaitu proyek *ducting cluster* Ruby dan proyek *ducting cluster* Topaz. Namun, PT DCM menyisakan satu proyek yang belum dijalankan yaitu proyek *ducting cluster* Beryl karena pada proses pembangunan Summarecon di *cluster* Beryl belum selesai, maka dari itu proyek *ducting cluster* Beryl belum bisa dijalankan. Penelitian ini menggunakan data historis dari proyek sebelumnya yang memiliki tipe pengerjaan proyek yang sejenis yaitu proyek *ducting FO cluster* Ruby. Pada saat pelaksanaan proyek terjadi beberapa kendala salah satunya yaitu seringkali terjadi fluktuasi sumber daya pada penjadwalan proyek. Pada proyek yang dilaksanakan oleh PT DCM sering mengalami terjadi perubahan tenaga kerja secara tiba-tiba dikarenakan saat penjadwalan masih memperkirakan jumlah tenaga kerja yang akan digunakan dalam pengerjaan proyek tersebut sehingga sering terjadi perekrutan tenaga kerja yang membutuhkan waktu untuk melakukan perekrutan kembali dan juga akan menimbulkan kerugian pada proyek karena biaya yang dikeluarkan juga pastinya akan bertambah ketika menambah pekerja secara tiba-tiba.



Gambar 1 Diagram penggunaan sumber daya (data historis proyek Ruby)

Pada gambar 1 diatas yaitu pada garis merah tersebut merupakan batasan atau jumlah pekerja yang tersedia dalam proyek tersebut. Pada pengerjaan proyek *ducting cluster* Ruby terjadinya kebutuhan sumber daya yang berlebih yang menyebabkan terjadinya perekrutan kembali pada hari ke 6 sampai hari ke 18 khususnya pada pekerjaan galian yaitu sebanyak 10 pekerja.

Keterlambatan atau ketidaksesuaian waktu pengerjaan suatu proyek dapat berdampak negatif untuk proyek yang akan dijalankan selanjutnya. Hal yang paling mungkin terjadi adalah bertambahnya biaya pengerjaan suatu proyek/over budget dan akan menyebabkan tuntutan dari pemilik proyek yang menginginkan penyelesaian tepat waktu. Jika ada perubahan waktu ataupun keterlambatan dalam pengerjaan suatu proyek maka berubah juga anggaran yang di keluarkan.

Oleh karena itu, untuk menghindari terjadinya keterlambatan dan kegagalan dalam suatu proyek dapat dilakukan dengan melakukan pemerataan sumber daya pada proyek, dimana hal tersebut merupakan suatu usaha menyelesaikan proyek tersebut dengan melakukan penjadwalan yang sudah pasti pada penggunaan tenaga kerja sesuai dengan yang dibutuhkan pada pengerjaan proyek. Karena itu, perlu dikembangkan suatu teknik perataan sumber daya manusia untuk meminimalkan penyimpangan antara kebutuhan sumber daya manusia dan profil sumber daya manusia yang diinginkan. Proses tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pemerataan sumber daya yaitu dengan metode *resource leveling*. *Resource leveling* adalah suatu proses meminimalisasi tidak meratanya penggunaan *resource* selama proyek berlangsung. *Resource* yang dimaksud disini adalah tenaga kerja proyek. *Resource leveling* biasanya dilakukan dengan menunda kegiatan tidak kritis selama *float* yang dimiliki masih ada. Tujuan dari *resource leveling* adalah untuk menjadwalkan kegiatan pada proyek yang disesuaikan

dengan ketersediaan resource dan pola penyebaran yang logis, sehingga durasi proyek tidak berlebihan. Variasi penyebaran *resource* dari satu periode ke periode lainnya diusahakan dapat tetap pada suatu batas minimum kebutuhannya, sehingga hasil yang dicapai dapat memenuhi sesuai dengan kemampuan dan ketersediaan *resource* yang ada (Husen, 2011).

Resource leveling dapat digunakan apabila *resource* digunakan secara bersamaan, atau *resource* yang penting tersedia pada waktu tertentu, atau dalam jumlah terbatas, atau dialokasikan lebih (*overallocated*) ketika *resource* tersebut ditempatkan untuk dua atau lebih pekerjaan dan juga dapat dialokasikan ke pekerjaan yang melalui jalur kritis. Jalur kritis merupakan kegiatan yang dapat mewakili jalur terpanjang dengan menentukan durasi proyek dengan durasi yang sesingkat mungkin. Jalur kritis proyek ini dapat diketahui dengan menggunakan *Critical Path Method*. Dengan adanya pengalokasian *resource* didalam suatu proyek, maka proyek tersebut akan dapat diketahui waktu pengerjaan atau waktu penyelesaian dalam proyek tersebut menyesuaikan dengan *resource* yang ada. Dalam hal ini suatu proyek tidak tahu pasti apakah waktu yang telah ditentukan tersebut sudah optimal dan juga apakah waktu tersebut dapat dipersingkat dengan pemerataan pekerja atau sumber daya yang lainnya dengan tujuan agar proyek tersebut lebih optimal. Oleh karena itu, maka dengan penelitian ini diharapkan PT DCM dapat mengetahui jadwal proyek dan waktu proyek berlangsung dengan menggunakan CPM dan *Resource Leveling*.

2. Dasar Teori

2.1 Proyek

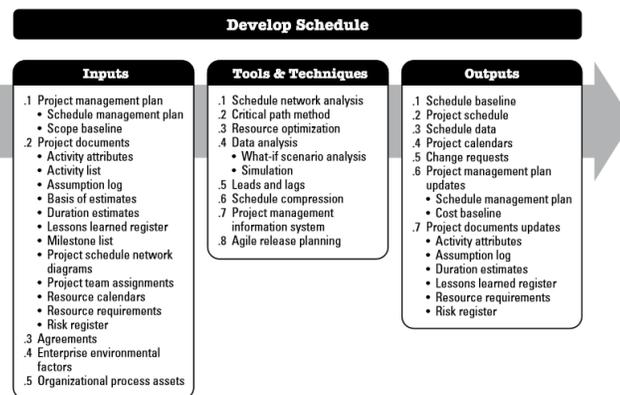
Proyek merupakan sebuah usaha yang bersifat sementara yang memiliki akhir dan awal yang pasti dengan ruang lingkup dan sumber daya yang telah ditetapkan. Sebuah proyek dilakukan untuk menciptakan layanan, produk, dan hasil yang unik. Dalam menjalankan sebuah terdapat serangkaian aktifitas yang dibatasi oleh waktu, biaya, dan sumber daya yaitu dimana seluruh rangkaian aktifitas tersebut harus dikelola secara ahli untuk memberikan hasil tepat waktu, sesuai anggaran, pembelajaran, dan integrasi yang dibutuhkan oleh organisasi (PMI, 2017).

2.2 Project Schedule Management

Project Schedule Management mencakup proses yang diperlukan untuk mengelola penyelesaian proyek secara tepat waktu. Penjadwalan pada suatu proyek akan memberikan rencana yang terperinci dimana didalamnya menggambarkan tentang kapan dan bagaimana suatu proyek yang sedang dijalankan akan menghasilkan apa yang sudah didefinisikan dalam lingkup proyek. Penjadwalan dalam suatu proyek juga berfungsi sebagai alat komunikasi dan sebagai dasar untuk melaporkan kinerja pekerjaan. Dalam suatu proyek, tim manajemen membutuhkan data spesifik proyek dimana data-data tersebut yaitu aktivitas proyek, durasi waktu pengerjaan, tanggal-tanggal yang sudah direncanakan, dan sumber daya.

2.3 Develop schedule

Develop schedule adalah proses menganalisis urutan kegiatan, durasi, kebutuhan sumber daya, dan batasan jadwal untuk membuat model jadwal proyek. Manfaat utama dari proses ini adalah menghasilkan model jadwal dengan tanggal yang direncanakan untuk menyelesaikan kegiatan proyek. Proses ini dilakukan di seluruh kegiatan proyek. Pada gambar 2 merupakan input, tools and techniques, dan output dari proses develop schedule.



Gambar 2 Develop Schedule Data Flow (PMBOK, 2017)

2.4 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) digunakan untuk memperkirakan durasi proyek minimum dan untuk menentukan jumlah fleksibilitas jadwal pada jalur jaringan pekerjaan dalam model jadwal. Teknik analisis jaringan penjadwalan ini menghitung *early start*, *early finish*, *late start*, dan *late finish* untuk semua kegiatan tanpa memperhatikan batasan sumber daya apa pun dengan melakukan analisis *forward* dan *backward* melalui *schedule network*. Jalur kritis merupakan urutan kegiatan yang mewakili jalur terpanjang melalui proyek, dengan menentukan durasi proyek yang sesingkat mungkin. Jalur aktivitas terpanjang memiliki nilai total float paling rendah — biasanya nol. *Early start*, *early finish*, *late start*, dan *late finish* yang dihasilkan tidak terlalu diperhatikan dalam jadwal proyek; tetapi mereka menunjukkan periode waktu di mana aktivitas dapat dilaksanakan, menggunakan parameter yang dimasukkan dalam model jadwal untuk durasi aktivitas, hubungan aktivitas, *leads*, *lags*, dan kendala lainnya. Metode jalur kritis digunakan untuk menghitung jalur kritis dan nilai *total float* atau fleksibilitas jadwal pada model jadwal.

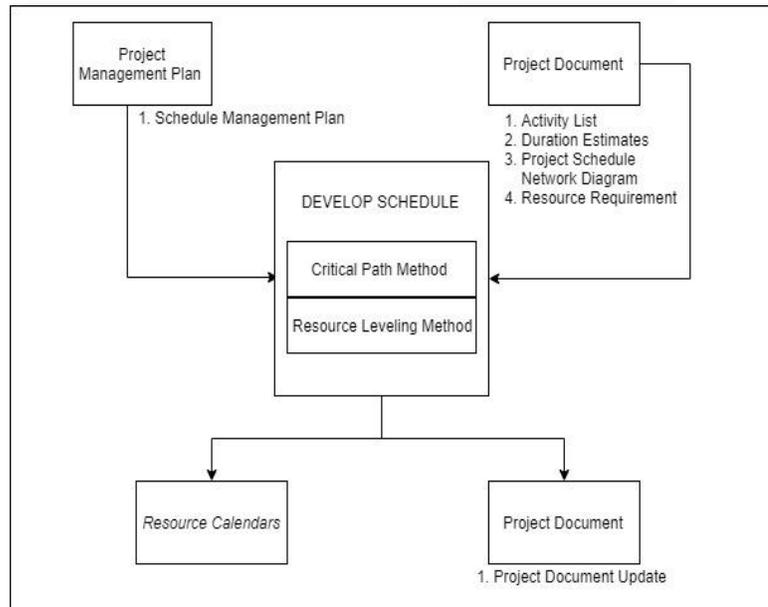
2.4 Resource Optimization (Resource Leveling)

Resource Optimization digunakan untuk menyesuaikan tanggal awal dan tanggal akhir kegiatan dalam proyek yang digunakan untuk menyesuaikan sumber daya yang direncanakan agar sesuai atau kurang dari ketersediaan sumber daya yang ada. Salah satu teknik pengoptimalan sumber daya yang dapat digunakan untuk menyesuaikan model dari penjadwalan adalah *Resource Leveling*. *Resource Leveling* adalah teknik yang dimana tanggal mulai dan tanggal selesai disesuaikan dengan berdasarkan sumber daya dengan tujuan yaitu untuk menyeimbangkan permintaan sumber daya dengan pasokan sumber daya yang tersedia. Perataan sumber daya dapat digunakan ketika sumber daya bersama atau yang dibutuhkan secara kritis hanya tersedia dalam waktu tertentu atau dalam jumlah yang terbatas, atau ditempatkan secara keseluruhan. Seperti ketika sumber daya telah ditugaskan untuk dua atau lebih kegiatan dalam periode yang sama atau terdapat kebutuhan untuk menjaga penggunaan sumber daya pada tingkat yang konstan. Pemerataan sumber daya dapat menyebabkan jalur kritis asli berubah. Float yang tersedia digunakan untuk leveling resource. Oleh karena itu, jalur kritis yang dilalui pada jadwal proyek tersebut dapat berubah.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Model Konseptual

Model konseptual ini merupakan kerangka kerja yang menggambarkan keterkaitan atau hubungan antar variabel yang digunakan di dalam penelitian agar dapat memecahkan masalah secara terstruktur dan sistematis. Model konseptual ini berdasarkan pada tahapan pengolahan data menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dan Resource Leveling yang ditunjukkan pada gambar a Gambar III.1



Gambar 3 Model Konseptual

4. Pembahasan

4.1 Statement of Work (SOW)

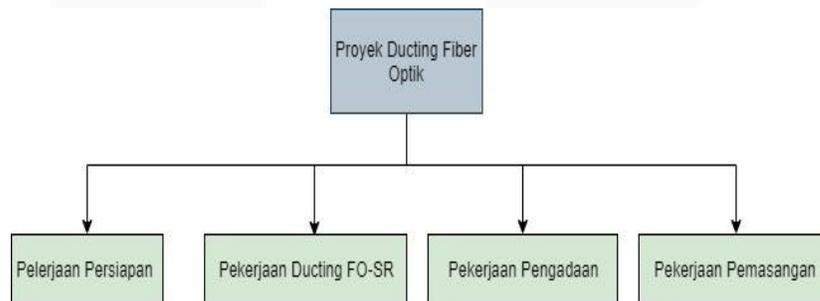
Statement of Work (SOW) merupakan deskripsi naratif dari sebuah hasil yang disampaikan oleh sebuah proyek. Tabel I menunjukkan SOW dari proyek ducting FO Cluster Ruby Summarecon Bandung.

Tabel 1 *Statement of Work*

Statement of Work (SOW)			
Latar Belakang Perusahaan	PT. Dadali Citra Mandiri atau biasa disingkat dengan PT DCM berdiri sejak 12 November 2002. Berawal dari Koperasi Pegawai Telkom yang melahirkan suatu bentuk bidang usaha, PT DCM sebagai subyek pembangunan Nasional dengan didukung oleh jajaran personil tenaga berpengalaman, berupaya mewujudkan rasa memiliki dan tanggung jawab melalui partisipasi aktif dalam berbagai bentuk layanan barang dan jasa. Saat ini PT DCM berfokus pada konstruksi sipil, jaringan, dan pendidikan. PT DCM beralamatkan di Jl Batununggal Indah VI.		
Deskripsi Proyek	Pada proyek <i>ducting FO cluster</i> Ruby yang berada di Komplek Summarecon ini akan dilakukan pemasangan pipa HDPE dan pipa PVC. Proyek ini mempunyai tujuan yaitu untuk memberikan ruang estetika agar terbebas dari kabel. Pada proyek ini meliputi pengerjaan pemasangan <i>Handhole, Manhole, pipa HDPE, pipa PVC</i> .		
Lokasi Proyek	Komplek Summarecon yang beralamatkan di Jl Gedebage Selatan		
Jadwal Proyek	1 Maret - 21 Maret 2019		
Rencana Anggaran Biaya Proyek	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp	26.000.000
	PEKERJAAN DUCTING FO-SR	Rp	162.616.005
	JASA 10%	Rp	18.861.601
	TOTAL PEMBULATAN	Rp	207.477.000

4.2 Work Breakdown Structure (WBS) dan WBS Dictionary

Work Breakdown Structure (WBS) adalah sebuah dekomposisi/uraian lingkup pekerjaan yang akan dilakukan pada saat pelaksanaan suatu proyek untuk mencapai tujuan proyek dengan hasil output yang diharapkan.

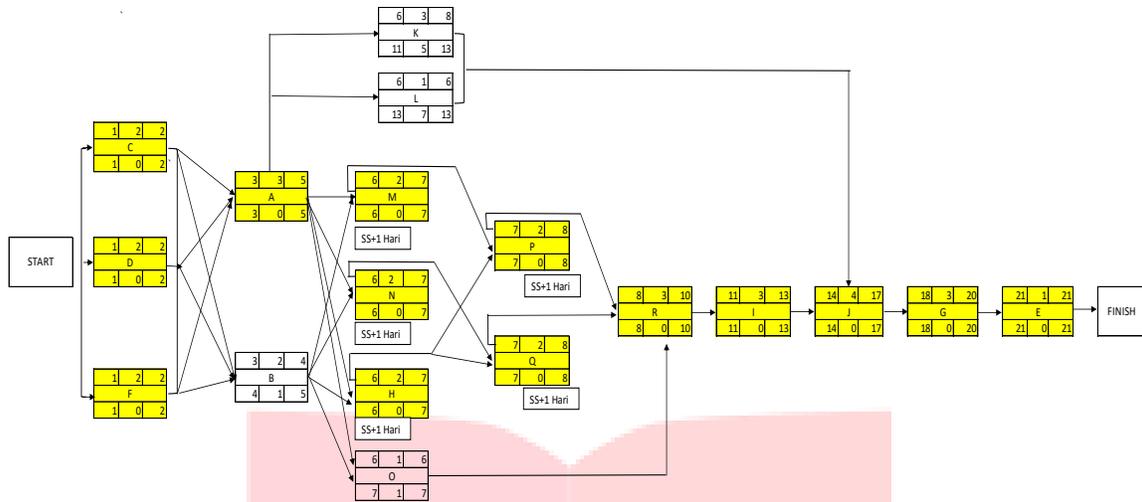


Gambar 4 *Work Breakdown Structure*

Untuk dapat memahami bagan-bagan yang ada dalam WBS, dibutuhkan WBS Dictionary. WBS Dictionary merupakan dokumen yang menyediakan informasi terperinci mengenai masing-masing komponen yang ada di dalam WBS seperti jenis uraian pekerjaan yang dilakukan hingga pendeskripsian pekerjaan.

4.3 Critical Path Method

Pada pengolahan data berikut ini, akan dilakukan perhitungan dan pengolahan data dari data-data yang sudah didapatkan dan juga dikumpulkan sebelumnya. Data yang telah didapatkan sebelumnya akan diolah dengan menggunakan *Critical Path method* yang akan digunakan untuk mengetahui kegiatan dalam proyek tersebut yang melalui jalur kritis. Berdasarkan uraian pekerjaan dari setiap aktivitas pada table , dapat diketahui bentuk dari Network Diagram yang menunjukkan ketergantungan dari setiap aktivitas proyek serta waktu *early start, latest star, early finish, latest finish*, dan *slack time*. Aktivitas yang melalui jalur kritis memiliki nilai *slack time* = 0. Berikut merupakan bentuk network diagram dari proyek *ducting FO cluster* Ruby Summarecon.

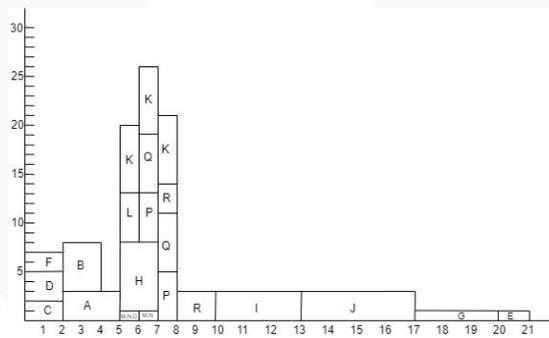


Gambar 5 Network Diagram Proyek

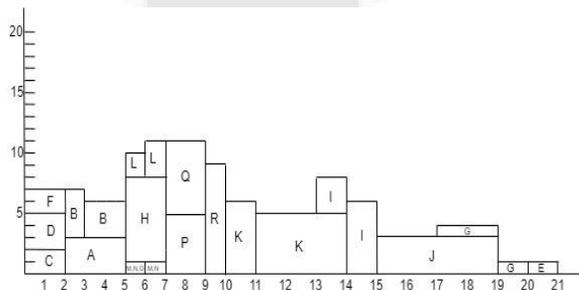
4.4 Resource Leveling

Metode *resource leveling* adalah suatu teknik yang dimana tanggal dimulai dan tanggal selesai suatu proyek disesuaikan berdasarkan keterbatasan *resource* dengan tujuan menyeimbangkan antara kebutuhan dengan pasokan untuk *resource* yang tersedia. *Resource leveling* terhadap tenaga kerja dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan yang tidak melalui jalur kritis. Pada penelitian ini objek yang diteliti yaitu pada proyek *ducting FO cluster* Ruby yang akan dijadikan historis atau acuan pada pembuat jadwal resource pada *ducting FO cluster* Beryl.

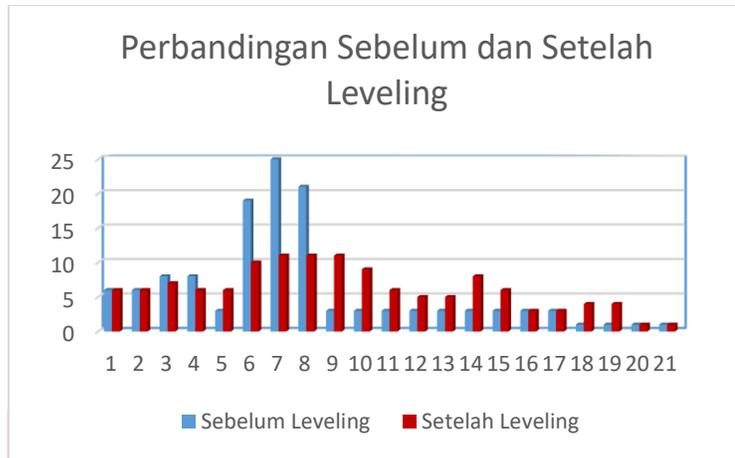
4.4.1 Histogram Sumber Daya



Gambar 6 Histogram Tenaga Kerja Sebelum Leveling



Gambar 7 Histogram Tenaga Kerja Setelah Leveling



Gambar 8 Perbandingan Tenaga Kerja Sebelum dan Setelah Leveling

Dapat dilihat dalam gambar 8 tersebut bahwa pada pada *ducting FO cluster* Ruby dan Beryl Summarecon, pada diagram yang berwarna biru merupakan data historis dari proyek *cluster* Ruby dan merah merupakan penjadwalan terbaru pada *cluster* Beryl. Terdapat beberapa jenis pekerja yang mengalami overallocated sehingga dilakukan proses leveling sumber daya. Gambar 8 tersebut menunjukkan hasil dari pemerataan *resource* dan perbandingan sebelum dan setelah dilakukan pemerataan *resource* pada proyek tersebut.

Dapat dilihat bahwa terjadi perubahan jumlah *resource* saat sebelum leveling dan setelah dilakukannya leveling. Pada hari pertama sampai hari ke-5 tidak terjadi adanya perubahan pekerja tetapi saat hari ke-6,7, dan 8 dilihat terjadinya perubahan. Terjadinya perubahan tersebut dikarenakan adanya fluktuasi sumber daya yang menyebabkan adanya tambahan pekerja sebanyak 10 orang yang juga akan berakibat pada pengeluaran biaya tambahan saat berjalannya proyek tersebut. Pada diagram sebelum leveling terlihat ketidakrataan penggunaan sumber daya dari hari pertama hingga hari terakhir dan itu juga akan menimbulkan banyak pekerja yang menganggur di hari berikutnya. Pada diagram berwarna merah atau diagram setelah dilakukan leveling dilihat bahwa tidak terjadinya overalokasi sumber daya dan juga tidak menggunakan pekerjaan tambahan. Jumlah pekerja yang digunakan dalam pengerjaan proyek setelah leveling yaitu sebanyak 12 orang yang dimana jumlah pekerja sebenarnya adalah 13 orang. Dilihat dari hari pengerjaan proyek bahwa hari sebelum dan setelah leveling tersebut sama yaitu 21 hari kerja. Hasil dari pemerataan sumber daya tersebut cukup memberi keuntungan pada proyek itu sendiri karena tidak adanya lagi pengeluaran biaya akibat penambahan pekerja di tengah pengerjaan proyek dan juga meminimalisir pekerja yang menganggur.

4.5 Resource Calendar

Resource Calendar merupakan informasi yang menunjukkan mengenai hari kerja dari sumber daya yang tersedia selama proyek tersebut dijalankan yang digunakan untuk memperkirakan pemanfaatan sumber daya. Kalender sumber daya atau *resource calendar* ini juga digunakan untuk menentukan kapan, dan untuk berapa lama sumber daya tersebut tersedia selama proyek itu berjalan. Tabel I merupakan *resource calendar* pada proyek *ducting FO cluster* Beryl yaitu yang merupakan sumber daya yang telah di leveling dari proyek sebelumnya.

Tabel 2 *Resource Calendar cluster* Beryl (Setelah Leveling)

Kode Pekerja	Nama Pekerja	Hari ke-1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	PM	C	C				M, N, O	M, N												G	G	G	E
2	Didin	C	C	A				H	Q	Q	R	K	K	K	K								
3	Ajun	D	D		A		H		P	P	R	K			I	I				J	J		
4	Mustam	D	D	B	B	B	L	L	P	P	R					I							

5	Agam	D	D			A	H	L	P	P	R					I	I				
6	Roni	F	F	B			H	H	Q	Q	R								J	J	
7	Anom	F	F				L	L	P	P	R	K	K	K	K						
8	Ade			A	A	A	H	H	P	P	R	K	K	K	K		J				
9	Iyan			A	A	A	H	H	Q	Q		K	K	K	K			J			
10	Tatang							H	Q	Q		K	K	K	K	I	J	J			
11	Acep			B	B	B	H	H	Q	Q	R					I			J	J	
12	Uyun			B	B	B	H	H	Q	Q	R					I	I	J	J		

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan CPM diketahui terdapat dua belas jalur kritis yang diantaranya adalah aktivitas pengukuran, keamanan proyek, mobilisasi & demobilisasi, administrasi, air & listrik kerja, shopdrawing & asbuilt drawing, galian tanah, pasir urug 20 cm, pengadaan pipa HDPE, pengadaan pipa PVC AW, pemasangan pipa HDPE, pemasangan pipa PVC AW, dan yang terakhir yaitu pemasangan batu pelindung dengan durasi yaitu 21 hari. Selanjutnya setelah ditemukan jalur kritis maka dilakukan proses leveling sumber daya menggunakan metode *resource leveling* dan didapat bahwa pada penggunaan tenaga kerja tidak lagi melakukan perekrutan tenaga kerja kembali bahkan tenaga kerja yang digunakan sebanyak 12 orang yang semula yaitu 13 orang. Selain itu penggunaan sumber daya yang awalnya hari kerja antara pekerja satu dengan yang lainnya tidak seimbang menjadi lebih seimbang. Untuk hari pengerjaan proyek bahwa hari sebelum dan setelah leveling tersebut sama yaitu 21 hari kerja. Untuk mempermudah melihat jadwal kerja dari pekerja yang ada pada proyek *ducting FO cluster* Beryl maka dibuat *Resource Calendar* yang didalamnya terdapat checklist hari kerja dari sumber daya yang tersedia selama proyek tersebut dijalankan yang digunakan untuk memperkirakan pemanfaatan sumber daya.

Daftar Pustaka

- Aditama, R. W. (2017, Juli). Pengaruh Resource Leveling Terhadap Alokasi Tenaga Kerja Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 21 No. 2.
- El-Sayegh, S. (2017). Resource Levelling Optimization Model Considering Float Loss Impact.
- Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14.
- Institute, P. M. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). *United States: PMI Publications*.
- Polii, R. B. (2017). Sistem Pengendalian Waktu Dengan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Menara Alfa Omega Tomohon). *Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (363-371) ISSN: 2337-6732*.
- Pratasik, F. (2013). Menganalisis Sensitivitas Keterlambatan Durasi Proyek Dengan Metode CPM (Studi Kasus : Perumahan Puri Kelapa Gading). *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.9, Agustus 2013 (603-607) ISSN: 2337-6732*.
- Widhiawati, I. R. (2009). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi. *Vol. 8 No.2*.
- Zareei, S. (2017). Project scheduling for constructing biogas plant using critical path method. *Renewable and Sustainable Energy Reviews 81 (2018) 756–759*.