

ReSchedule Sistem Perpipaan Water Treatment Plant Pada PLTGU dengan Metode FLASH (Fuzzy Logic Applications For Scheduling) – Metode Dual Shift.

Alfina Rahmawati^{1*}, Nurvita Arumsari², Ika Erawati³

PT. Weltes Energi Nusantara, Gresik, Indonesia¹

Program studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³

Email: alfinarahmawati30@student.ppns.ac.id¹; arum@ppns.ac.id²; ika.iger@gmail.com³;

Abstract - The construction of the piping system installation construction of Water Treatment Plant which was scheduled with a duration of 300 days in 12 months encountered a delay. A delay of procurement activities for 66 days due to the incorrect material supplied resulted in construction activities being hampered. Therefore, a penalty of 0.001 percent of the contract value per day was paid by the company. A rescheduling analysis was required to finish the project especially in the construction activities. In this study, rescheduling was carried out using a comparison of the PERT - Dual Shift and FLASH - Dual Shift methods based on the optimum time and minimum cost. From the results of the analysis, it can be explained that rescheduling of 390 days duration using PERT method resulted in smaller cost compared with PERT - Dual Shift method with a difference of 170 days duration. While the FLASH method with a duration of 366 days resulted in a smaller cost compared to FLASH – Dual shift Method with a duration of 183 days. Based on the analysis, it was also found that the FLASH showed that the minimum cost and the optimum time compared with Pert Method. So, FLASH method is more recommended for rescheduling of the project in this study considering, the minimum cost and optimum time.

Keyword: Scheduling, PERT, FLASH, Dual Shift, Reschedule

Nomenclature

ES	= Early Start (hari)
EF	= Early Finish (hari)
LS	= Latest Start (hari)
LF	= Latest Finish (hari)
D	= Durasi (hari)
FES	= Fuzzy Early Start (hari)
FEF	= Fuzzy Early Finish (hari)
FLS	= Fuzzy Latest Start (hari)
FLF	= Fuzzy Latest Finish (hari)

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki serangkaian kegiatan pekerjaan yang saling bergantung satu sama lain. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu. Maka dari itu keterlambatan suatu proyek harus dapat diatasi agar target dapat terpenuhi [6].

Dalam penelitian ini objek yang akan dibahas mengenai penjadwalan ulang pekerjaan *construction* proyek *Water Treatment Plant*. Proyek ini terletak di Bekasi, Jawa Barat. Pada awalnya durasi pelaksanaan proyek pembangunan sistem instalasi perpipaan *Water Treatment Plant* dijadwalkan dengan durasi 300 hari dimulai dari bulan September 2021 sampai Juli 2022, namun dikarenakan terjadi keterlambatan pada saat *Procurement* yang mengakibatkan kegiatan *construction* belum dapat dikerjakan. Apabila terjadi keterlambatan perusahaan akan mendapatkan denda *penalty* sebesar 0.001% (1/1000 mill) dari nilai proyek.

Dengan permasalahan tersebut perlu dilakukan analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan perbandingan metode PERT dan FLASH. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa analisis penjadwalan ulang dan analisis biaya dengan perbandingan antara durasi keterlambatan (normal+denda), PERT – Dual Shift dan FLASH – Dual Shift dengan mempertimbangkan opsi waktu optimum dan biaya minimum.

2. METODOLOGI .

2.1 Prosedur Penelitian

Suatu Penjadwalan dilakukan setelah membuat urutan pekerjaan atau *Work Breakdown Structure* pada suatu proyek. Setelah mendapatkan urutan pekerjaan maka akan dilakukan perhitungan produktivitas kerja, produktivitas kerja diperlukan untuk menentukan durasi kerja. Kemudian dilakukan *Penjadwalan* ulang dengan metode PERT yang dilakukan dimulai ketika material sudah datang dari awal hingga akhir pekerjaan. Kemudian dilanjutkan untuk membuat jadwal proyek menggunakan bantuan software penjadwalan sesuai dengan produktivitas pekerja. Selanjutnya membuat jaringan kerja. Kemudian dilakukan analisis biaya untuk menentukan perbandingan beban total biaya pekerja yang akan didapatkan kurva-s yang menunjukkan hubungan antara waktu dan nilai biaya proyek.

2.2 WBS dan Durasi

Pekerjaan pertama yang harus dilakukan adalah membuat WBS. Fungsi dari WBS adalah

untuk membagi pekerjaan dan menentukan urutan pekerjaan yang akan dilakukan agar pekerjaan lebih terstruktur. Selanjutnya menentukan perhitungan durasi dengan menggunakan Persamaan (1). Perhitungan ini didapatkan dengan mengetahui volume pekerjaan yang akan dibagi dengan produktivitas perhari pekerja.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas Per hari}} \quad (1)$$

2.3 PERT (Program Evaluation and Review Tehnique)

PERT merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan [4]. PERT merupakan metode yang digunakan dalam analisis network, analisis tersebut bertujuan untuk membantu dalam penjadwalan. Pada penelitian ini penjadwalan ulang menggunakan metode PERT dapat membantu dan memberikan hasil optimal dikarenakan tidak ada kegiatan dummy (semu) dengan bantuan software penjadwalan didapatkan pekerjaan yang termasuk lintasan kritis.

2.3.1 Identifikasi Jalur Kritis

Lintasan kritis merupakan jalur kegiatan yang terdiri dari kegiatan – kegiatan kritis yang memiliki jumlah waktu terlama dibandingkan dengan semua lintasan yang lain. Perhitungan untuk mendapatkan jalur kritis yaitu perhitungan maju, perhitungan mundur untuk mendapatkan nilai ES, EF, LS, LF. Setelah mendapatkan nilai tersebut untuk menentukan jalur kritis (*total float*) yaitu nilai TF=0 dengan menggunakan persamaan (4).

Hitungan Maju

$$EF = ES + D \quad (2)$$

Hitungan Mundur

$$LS = LF - D \quad (3)$$

Total Float

$$TF = LF - EF \quad (4)$$

2.4 Metode PERT – Dual Shift

Metode *Dual Shift* merupakan metode dalam mempercepat umur proyek dengan cara melakukan penambahan *man power* dan jumlah *man hour* [2]. Analisis metode PERT – *Dual Shift* ini dengan cara menggunakan durasi baru dari PERT kemudian durasi tersebut dilakukan proses *Dual Shift*. Dengan melakukan metode ini dapat dilihat bahwa durasi proyek akan berkurang menjadi setengah dari durasi normal.

2.5 Analisis FLASH – Dual Shift

Metode FLASH merupakan metode lain untuk menghitung waktu penyelesaian proyek [3]. Metode ini serupa dengan PERT memiliki persamaan pada perhitungannya, yaitu menghitung awal suatu kegiatan pekerjaan dapat terjadi (TE), waktu paling akhir suatu kegiatan dapat terjadi (TL) dan *Total*

Float. Pada metode FLASH, durasi dinyatakan dalam TFN (*Tringular Fuzzy Number*) [10]. Sehingga setiap pekerjaan memiliki 3 jenis durasi waktu yaitu waktu optimis (batas bawah), *most likely* (normal), dan waktu pesimis (batas atas) [1].

2.6 Analisis Biaya

Pada penelitian ini terdapat tiga perhitungan biaya yaitu, biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya *overhead*. Biaya Langsung pada tugas akhir ini merupakan pembahasan biaya yang dikeluarkan untuk material, equipment dan tenaga kerja pada proyek *Water Treatment Plant*. Sedangkan untuk biaya tak langsung merupakan biaya – biaya seperti material tak langsung dan tenaga kerja tak langsung. Sedangkan yang termasuk biaya *overhead* adalah biaya yang seperti administrasi, kantor dan Gudang, P3K dan transportasi.

2.7 Kurva-S

Kurva-S merupakan sebuah grafik yang memiliki fungsi menunjukkan hubungan antara presentasi pekerjaan yang harus diselesaikan dengan waktu dan satuan bobot persen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Pada penelitian ini difokuskan pada pekerjaan konstruksi proyek *Water Treatment Plant*. Pada saat *Procurement* terjadi keterlambatan vendor salah *supply* material yang dibutuhkan pada proyek tersebut dan menyebabkan proses kegiatan konstruksi mengalangi keterlambatan. Pada saat proyek tersebut mengalami keterlambatan akan di kenai biaya denda sebesar 0.001% (1/1000 mill) dari nilai proyek. Karena proyek mengalami keterlambatan pada proses *Procurement* maka perlu dilakukan analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan perbandingan metode PERT dan FLASH dengan mempertimbangkan opsi waktu optimum dan biaya minimum.

3.2 Produktivitas dan Penjadwalan

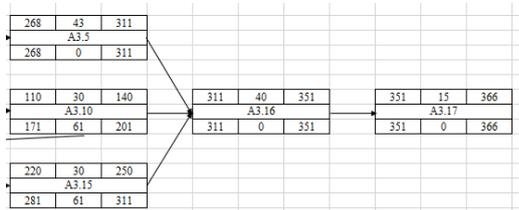
Pada saat melakukan penjadwalan durasi, diperlukan volume pekerjaan dan nilai produktivitas kerja per hari dengan benar [7]. Selanjutnya penjadwalan dapat dilakukan dengan bantuan software penjadwalan. Berikut adalah tabel perhitungan produktivitas kerja.

Tabel 1 Produktivitas Kerja

Job Description	Volume	Prod/Day	Prod/Hour	Duration
A53-B-R-L	Support	15045 Kg	100 Kg	150
	Fit Up	1075 Dia.In	30 Dia.In	36
	Leveling	336 Joint	10 Joint	34
	Welding	1075 Dia.In	22 Dia.In	48
	Inspection	336 Joint	8 Joint	43
A106-B-R-L	Support	1980 Kg	28 Kg	70
	Fit Up	289 Dia.In	10 Dia.In	30
	Leveling	153 Joint	10 Joint	15
	Welding	289 Dia.In	8 Dia.In	35
	Inspection	153 Joint	5 Joint	30
A312-TP304L	Support	705 Kg	15 Kg	47
	Fit Up	130 Dia.In	8 Dia.In	17
	Leveling	150 Joint	8 Joint	20
	Welding	130 Dia.In	5 Dia.In	26
	Inspection	150 Joint	5 Joint	30
A53.A106,A312	Final Inspection	639 Joint	16 Joint	40
	Hydrotest	120 Lot	8 Lot	15

Pada Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa pada material A53 B-R-L pekerjaan *support* dapat diselesaikan dalam kurun waktu 150 hari dengan produktivitas per hari sebesar 100 Kg, sedangkan pada pekerjaan *Fit Up* dan *Leveling* dapat diselesaikan dalam kurun waktu 36 dan 34 hari dengan produktivitas kerja perharinya 30 Dia.in dan 10 Joint. Pada pekerjaan *Welding* dan *Inspection* dapat diselesaikan selama 48 dan 43 hari dengan produktivitas kerja perharinya sebesar 22 Dia.in dan 8 Joint. Dari produktivitas tersebut didapatkan network diagram sebagai berikut :

Gambar 1 Network Diagram.



Pada Gambar 1 di atas durasi yang digunakan adalah durasi produktivitas normal. Dari network diagram tersebut dapat diketahui nilai dari lintasan kritis ditunjukkan dengan nilai TF=0 sebagai berikut:

Tabel 2 Total Float

Jenis	Kode	Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	Total Float
A53 B-R-L	A3.1	Support	150	0	150	0	150	0
	A3.2	Fit Up	36	150	186	150	186	0
	A3.3	Leveling	34	186	220	186	220	0
	A3.4	Welding	48	220	268	220	268	0
	A3.5	Inspection	43	268	311	268	311	0
A53, A312, A106	A3.16	Final Inspection	40	311	351	311	351	0
	A3.17	Hydrotest	15	351	366	351	366	0

3.3 Analisis Durasi Metode Penjadwalan Ulang

3.3.1 Metode PERT – Dual Shift

Analisis yang digunakan PERT – *Dual Shift* melalui analisis durasi normal dengan metode PERT yang dilihat dari nilai probabilitasnya. Setelah didapatkan nilai probabilitasnya dengan 3 parameter waktu, kemudian dapat dilihat berapa persen tingkat keberhasilan proyek *Water Treatment Plant* selesai tepat waktu. Dari hasil perhitungan mendapatkan

mendapatkan durasi baru dengan tingkat probabilitas 99%. Dengan durasi baru tersebut kemudian dilakukan analisis dengan metode *Dual shift* dengan *day shift* dan *night shift* [8]. Dengan percepatan metode *dual shift* pada seluruh kegiatan membuat durasi proyek dua kali lebih cepat dari durasi baru yang semula 390 hari menjadi 196 hari.

3.3.2 Metode FLASH – Dual Shift

Metode ini serupa dengan PERT (*Program Evaluation Review Tehnique*) dengan memiliki persamaan pada perhitungannya. Pada metode FLASH, durasi dinyatakan dalam TFN (*Triangular Fuzzy Number*) [9]. Sehingga setiap pekerjaan memiliki 3 jenis durasi waktu yaitu waktu optimis (batas bawah), *most likely* (normal) dan waktu pesimis (batas atas) [1]. Pada metode ini didapatkan 3 durasi waktu (348, 366, 403 Hari) dari fungsi keanggotaanya, dari 3 durasi waktu tersebut digunakan untuk menentukan nilai posibilitas waktu penyelesaiannya menggunakan fungsi keanggotaan paling akhir dengan melakukan perhitungan interval konfidensi menggunakan durasi aktual (336 hari), nilai TE secara keseluruhan (369 hari) dan standar deviasi (semua kegiatan). Data tersebut mengacu pada perhitungan PERT. Sehingga didapatkan nilai interval untuk menentukan posibilitas waktu penyelesaian, perhitungan tersebut harus sesuai pada interval konfidensinya. Dengan menggunakan persamaan 5 untuk menentukan nilai posibilitas tersebut menggunakan batas atas dikarenakan batas tersebut sesuai dengan interval konfidensi.

$$\mu_x = \begin{cases} 0, & x < 348 \\ \frac{x-348}{18}, & 348 \leq x < 366 \\ \frac{403-x}{37}, & 366 \leq x \leq 403 \\ 0, & x > 403 \end{cases} \quad (5)$$

Dari persamaan 5 di atas didapatkan detail tabel dari beberapa analisa metode penjadwalan Ulang. Berikut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Detail Penjadwalan Ulang.

No	Metode Pengerjaan	Reschedule (PERT)	PERT - Dual Shift	FLASH	FLASH-Dual Shift
1	Waktu Penyelesaian Proyek Aktual (Hari)	366			
2	Waktu Penyelesaian Proyek (Hari)	390	196	(360,366,377)	(180,183,189)
3	Lintasan Kritis	A3.1, A.3, A3.3, A3.4, A3.5, A3.16, A3.17			
4	Derajat Keanggotaan waktu penyelesaian proyek	99%	-	100%	-
5	selisih dengan waktu aktual (Hari)	24	170	(6,0,11)	(186,183,177)

Dari tabel 3 di atas menunjukkan bahwa selisih durasi aktual dengan beberapa metode untuk penjadwalan ulang.

3.5 Analisis Biaya

3.5.1 Analisis Biaya Langsung

Pada proyek instalasi sistem perpipaan pada *Water Treatment Plant* terdapat perhitungan biaya langsung yang terdiri dari biaya material, equipment dan juga biaya tenaga kerja [5]. Berikut Tabel 4 detail perhitungan biaya langsung pada masing – masing metode.

Tabel 4 Total Biaya Langsung

No	Metode Pengerjaan	Durasi (hari)	Biaya Langsung
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Normal+denda	366	Rp2,685,825,000
2	Reschedule PERT	390	Rp2,649,871,760
3	PERT - Dual Shift	196	Rp3,961,596,920
4	FLASH	360	Rp2.661.110.770
		366	Rp2.685.825.000
		377	Rp2.731.134.420
5	FLASH – Dual Shift	180	Rp3.808.099.783
		183	Rp3.836.880.496
		189	Rp3.894.441.922

Berdasarkan Tabel 4 di atas menunjukkan total biaya langsung pada kondisi dan durasi yang berbeda.

3.5.2 Analisis Biaya Tak Langsung

Pada proyek instalasi sistem perpipaan pada *Water Treatment Plant* terdapat perhitungan biaya tak langsung. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya ini terdiri dari material

tak langsung dan tenaga kerja tak langsung. Berikut Tabel 5 detail perhitungan biaya langsung pada masing – masing metode.

Tabel 5 Total Biaya Tak Langsung

No	Metode Pengerjaan	Durasi (hari)	Biaya Tak Langsung
(1)	(2)	(3)	(5)
1	Normal+denda	366	Rp1,106,500,000
2	Reschedule PERT	390	Rp1,179,057,377
3	PERT - Dual Shift	196	Rp592,551,913
4	FLASH	360	Rp1.088.360.655
		366	Rp1.106.500.000
		377	Rp1.139.755.464
5	FLASH – Dual Shift	180	Rp544.180.328,00
		183	Rp553.250.000,00
		189	Rp571.389.344,00

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan total biaya tak langsung dari masing – masing kondisi dan durasi yang berbeda.

3.5.3 Analisis Biaya Overhead

Pada biaya *Overhead* merupakan biaya yang terjadi di lokasi konstruksi, tetapi tidak secara langsung terkait dengan *scope* kegiatan pekerjaan konstruksi. Pada proyek ini yang termasuk dalam biaya *Overhead* adalah administrasi, biaya kantor dan Gudang, P3K, Listrik, penyediaan Air dan Transportasi.

Tabel 6 Total Biaya Overhead

No	Metode Pengerjaan	Durasi (hari)	Biaya Overhead
(1)	(2)	(3)	(6)
1	Normal+denda	366	Rp900,000,000
2	Reschedule PERT	390	Rp959,016,393
3	PERT - Dual Shift	196	Rp481,967,213
4	FLASH	360	Rp885.245.901,00
		366	Rp900.000.000,00
		377	Rp927.049.180,00
5	FLASH – Dual Shift	180	Rp442.622.951,00
		183	Rp450.000.000,00
		189	Rp464.754.098,00

Berdasarkan Tabel 6 di atas didapatkan bahwa total biaya overhead pada setiap kondisi dan durasi yang berbeda.

4. Kesimpulan

Dari hasil Analisis pada penelitian dengan judul “ReSchedule Sistem Perpipaan Water

Treatment Plant dengan metode FLASH (Fuzzy Logic Applications For Scheduling) – metode *Dual shift*” didapatkan kesimpulan :

Pelaksanaan pembangunan instalasi sistem perpipaan pada *Water Treatment Plant* mengalami keterlambatan pada kegiatan *procurement* sehingga kegiatan konstruksi terhambat. Dikarenakan permasalahan tersebut pada penelitian ini melakukan Analisa penjadwalan ulang dengan membandingkan metode PERT, PERT – *Dual Shift*, FLASH dan FLASH – *Dual Shift*. Dari hasil analisis yang dilakukan, metode yang direkomendasikan yaitu metode FLASH, dengan didasarkan pada waktu yang optimum dan biaya paling minimum.

Fuzzy Logic Applications For Scheduling (FLASH) Pada Penjadwalan Proses Fabrikasi Boiler. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri. Malang.

- [10] Muhammad, N. I. (2017). Analisa Penjadwalan Proyek Pipa Carbon Dengan Metode *Fuzzy Logic Applications For Scheduling (FLASH)*. Jurnal Matrik, Vol XVII No. 2.

5. PUSTAKA

- [1] Agatha, S, Indartono, A, & Arumsari. N. (2022). Penjadwalan Proses Docking Kapal Dengan Metode Project Evaluation Review Tehnique (PERT) dan Fuzzy Logic Application for Scheduling (FLASH). *In Proceedings Conference Mechanical Engineering And Its Application*. Surabaya.
- [2] Asharian, G. A, Witjonarko, D.E, & Rizal, M, C. (2022). Optimasi Waktu dan Biaya Pada Proyek Dengan Shift. *In Proceedings Conference Piping Engineering And Its Application*. Surabaya.
- [3] Dewanta, K. (2018). Perbandingan Metode Program Evaluation Review Technique (PERT) dan Fuzzy Logic Application for Schedule (FLASH).
- [4] Fajar Syachroni, M, Haryono, E, & Rizal, M, C. (2021). Jaringan Gas Bumi Untuk Rumah Tangga Paket II Aceh Tamiang Metode Carsh Program dan Fast Track. *In proceedings Conference Piping Engineering And Its Application*. Surabaya.
- [5] Hendriputri, A, Sumarningsih, T. (2018). Proyek Rumah Susun Pegawai Jasa Marga Yang Terletak Di Jalan Raya Tajem – Maguwoharjo Kabupaten Sleman. Jurnal Bussiness. Yogyakarta.
- [6] Kerzener, H. (2006). Project Management. New York: John Wiley & Sons, Inc
- [7] Muhammad, A.M, Rizal, M, C, & Arumsari, N. (2021). Analisis Percepatan Durasi Proyek Pembangunan Sistem Perpipaan Electro Chlorination. *In Proceedings Conference Piping Engineering And Its Application*. Surabaya.
- [8] Helma, S, Sandora, R, & Witjonarko, D.E. (2022). Optimasi Penjadwalan Instalasi Sistem perpipaan electro chlorination plant pada PLTGU di Bekasi Utara. *In Proceedings Conference Piping Engineering And Its Application*. Surabaya.
- [9] Vizkia, N, Sugiono, & Tantrika, C, F, M. (2019). Perbandingan Metode PERT Dan