

## Evaluasi Proyek Instalasi Perpipaan pada *Quality Improvement Project* dengan Menggunakan Metode PERT dan *Crash Program*

Adhinnda Ichfatul Julacha<sup>1\*</sup>, Mochammad Choirul Rizal<sup>2</sup>, Ika Erawati<sup>3</sup>

Program studi Teknik Perpipaan, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*3</sup>

Program studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Email: [Adhinndaij@gmail.com](mailto:Adhinndaij@gmail.com)<sup>1\*</sup>; [mc.rizal@ppns.ac.id](mailto:mc.rizal@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [ika.iqer@gmail.com](mailto:ika.iqer@gmail.com)<sup>3</sup>;

**Abstract** - The pipeline installation project, initially planned to start in October 2022 and estimated to be completed by May 2023, experienced delays extending to June 2023. These delays resulted in non-compliance with the predetermined schedule and budget overruns. To address this issue, the severity of the delays was identified using the Severity Index method, and a scheduling evaluation was conducted using the PERT method and the Crash Program method. The PERT method was employed to determine the probability of success, while the Crash Program method was utilized to optimize work time at the lowest cost. Based in the analysis, the Severity Index method identified the primary delay factor as low manpower productivity. The PERT method revealed only a 15.62% probability of completing the project on schedule, with a total duration of 193 days and a cost of Rp4,784,963,413.36. By applying the Crash Program method, the project duration could be reduced to 169 days by increasing manpower and overtime, lowering the cost to Rp4,686,783,913.36. The Crash Program approach was recommended for its shorter duration and cost efficiency.

**Keywords:** Project Management, Delay Analysis, Severity Index, Project Evaluation Review Technique (PERT), Crash Program

### Nomenclature

SI	= Severity Index (%)
a	= Waktu Optimis
m	= Waktu Realistic
b	= Waktu Pesimis
te	= Expect Time
S	= Deviasi Standar
V(te)	= Varians
Z	= Nilai Kumulatif Distribusi Normal

### 1. PENDAHULUAN

Keberhasilan operasional proyek sangat dipengaruhi oleh perencanaan, penjadwalan, pelaksanaan, dan pengendalian yang efektif, terutama dalam instalasi perpipaan yang krusial di berbagai proyek konstruksi dan industri. Ketidakefektifan dalam perencanaan dan pengendalian dapat menyebabkan keterlambatan, penurunan kualitas, dan pembengkakan biaya [1]. Proyek instalasi perpipaan pada Quality Improvement Project (QIP) oleh perusahaan EPC dalam industri tekstil kain viscose, di lokasi L5 Expansion yang dimulai pada bulan oktober 2022 mengalami keterlambatan hingga Juni 2023. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini akan menggunakan metode Severity Index untuk mengidentifikasi tingkat risiko keterlambatan, metode PERT untuk menilai peluang penyelesaian proyek tepat waktu, serta metode *Crash Program* untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah. Penelitian ini bertujuan memberikan

rekomendasi perbaikan penjadwalan dan pengelolaan proyek agar lebih efisien dan efektif, dengan harapan dapat menjadi referensi bagi perusahaan dan studi-studi serupa.

### 2. METODOLOGI

#### 2.1 Prosedur Penelitian

Metode *Severity Index* mengidentifikasi dan mengukur tingkat keparahan keterlambatan dalam proyek dengan menilai dampak dan frekuensi faktor-faktor keterlambatan, dan menghitung indeks keparahan. Penjadwalan dilakukan setelah menyusun urutan pekerjaan atau *Work Breakdown Structure* pada suatu proyek. Setelah urutan pekerjaan diperoleh, dilakukan perhitungan produktivitas kerja. Kemudian, perhitungan probabilitas keberhasilan proyek dihitung menggunakan metode PERT, setelah itu dilakukan percepatan dengan menggunakan metode *Crash Program* dengan penambahan *manpower* dan *overtime*. Selanjutnya dilakukan analisis biaya untuk menentukan perbandingan total biaya yang akan menghasilkan kurva-S yang menunjukkan hubungan antara waktu dan nilai biaya proyek.

#### 2.2 Severity Index (SI)

*Severity Index* adalah metode evaluasi dampak keterlambatan proyek berdasarkan jawaban responden [3]. faktor-faktor tersebut seperti tenaga kerja, material, alat, dan keuangan, yang mengukur sejauh mana dampak dan konsekuensinya serta

mengidentifikasi aspek-aspek kritis yang memerlukan perhatian khusus *Severity Index* dapat dihitung sebagai berikut:

$$(SI)(\%) = \sum_{a=0}^4 a \times \left( \frac{n}{N} \times \frac{100}{4} \right) \quad (1)$$

**2.3 WBS dan Produktivitas**

WBS (*Work Breakdown Structure*) adalah struktur hierarkis yang memecah pekerjaan proyek menjadi paket-paket pekerjaan terkecil, krusial untuk pengelolaan dan pengendalian proyek konstruksi. Produktivitas adalah perbandingan antara output dan input, dengan ini semakin tinggi produktivitas maka akan semakin tinggi tingkat ketepatan suatu proyek dan semakin rendah akan penggunaan biaya yang terjadi [2]. Persamaan berikut digunakan untuk menghitung produktivitas pekerja dan durasi

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \quad (2)$$

**2.4 PERT (Program Evaluation and Review Tehnique)**

Metode PERT mengasumsikan pada durasi kegiatan sebagai hal yang *probabilistic (stochastic)* dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi [5]. Ketidakpastian ini diekspresikan dalam deviasi standard atau varians dari durasi tersebut. Penyelesaian Kegiatan Ketiga estimasi waktu kemudian digunakan untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) dengan rumus:

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad (3)$$

Kemudian untuk menghitung standart deviasi (*S*) dengan rumus:

$$S = \frac{1}{6} (b - a) \quad (4)$$

Selanjutnya menghitung varians kegiatan *V(te)* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V(te) = S^2 \quad (5)$$

Selanjutnya, menghitung deviasi Z dengan nilai *te* yang dari lintasan kritis. Perhitungan Z dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Z = \frac{t_d - t_e}{S} \quad (6)$$

**2.5 Crash Program**

Proses *crashing* dilakukan dengan cara mengurangi durasi suatu pekerjaan yang akan berdampak pada waktu penyelesaian proyek. Proses ini bersifat sengaja, sistematis, dan analitis dengan melakukan evaluasi terhadap seluruh kegiatan dalam proyek yang difokuskan pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Proses *crashing* dengan cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi [4]. Upaya untuk mempercepat pelaksanaan kegiatan dalam suatu proyek dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti

pelaksanaan shift pekerjaan, memperpanjang waktu kerja (lembur), penambahan jumlah pekerja.

**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 dan tenaga kerja pada proyek Instalasi Perpipaan pada *Quality Improvement Project* Sedangkan untuk biaya tak langsung merupakan tenaga kerja tak langsung. Sedangkan yang termasuk biaya overhead adalah biaya yang seperti administrasi, Internet, dan air yang dibutuhkan.

**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 tahap pekerjaan instalasi perpipaan pada *Quality Improvement Project*. . Proyek instalasi perpipaan pada L5 Expansion yang direncanakan dimulai pada bulan Oktober 2022 dan diperkirakan selesai pada bulan Mei 2023, telah mengalami keterlambatan hingga bulan Juni 2023.

Berdasarkan kasus keterlambatan pada proyek tersebut belum signifikan maka dilakukan identifikasi tingkat keparahan keterlambatannya dengan menggunakan metode severity index. Untuk mengoptimisasi perlu dilakukan perhitungan nilai probabilitas dengan menggunakan metode PERT. Dan percepatan dilakukan dengan menggunakan metode *Crash Program*.

**3.2 Severity Index**

Setelah diketahui nilai probabilitas dari kejadian variabel resiko keterlambatan proyek instalasi perpipaan yang didapat dari kuisioner kepada responden pada Proyek Instalasi Perpipaan pada Quality Improvement Project (QIP), kemudian dilanjutkan menganalisis hasil tersebut dengan menggunakan metode severity index (SI). Berikut merupakan tabel perhitungan severity index

Tabel 1. Perhitungan Severity Index.

Severity index				
No	Indikator	%	Ran-king	Kate-gori SI
1	Kurangnya manpower	45.45	4	C
2	Fabrikasi yang dilakukan diluar negeri	43.18	5	C
3	Additional work	27.27	7	R
4	Kurangnya produktivitas manpower	70.45	1	T
5	Faktor cuaca	22.73	8	R
6	Pengadaan alat kerja yang kurang	11.36	11	SR
7	Keterlambatan material	43.18	6	C
8	Ketersediaan dana dari pihak owner	6.82	12	SR
9	Perubahan desain/detail pekerjaan pada waktu pelaksanaan	54.55	2	C
10	Ketidaklengkapan syarat kontrak (permit)	22.73	9	R
11	Tidak adanya report progres dari tiap pekerjaan	50.00	3	C
12	Kurangnya control dan koordinasi tim	15.91	10	SR

Berdasarkan tabel 1 di atas, dapat diketahui hasil perhitungan dari severity index bahwa faktor yang mempunyai nilai index keterlambatan terbesar yaitu variabel “Kurangnya produktivitas manpower”.

**3.3 WBS dan Produktivitas**

Susunan Work Breakdown Structure dari Proyek Instalasi Perpipaan pada Quality Improvement Project dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. WBS.

WBS	ACTIVITY	MBS	ACTIVITY	MBS	ACTIVITY
1	PIPING WORK	1.B.0	Floor E1-14,000	1.B.0	Floor E1-27,000
1.A	FABRICATION PIPING WORK	1.B.1	Field Installation Carbon Steel	1.B.6.1	Field Installation Carbon Steel
1.A.1	Shop Fabrication Carbon Steel	1.B.1.1	Field Installation Stainless Steel	1.B.6.2	Field Installation Stainless Steel
1.A.2	Shop Fabrication Stainless Steel	1.B.1.2	Field Installation FRP	1.B.6.3	Field Installation FRP
1.A.3	Shop Fabrication Non Metal	1.B.1.3	Field Installation PPH	1.B.6.4	Field Installation PPH
1.A.3.1	FRP Shop Fabrication	1.B.1.4	Installation Pipe Support	1.B.6.5	Installation Pipe Support
1.A.3.2	PPH Shop Fabrication	1.B.1.5	Floor E1-19,000	1.B.7	Floor E1-32,000
1.A.4	Fabrication Pipe Support	1.B.1.6	Field Installation Carbon Steel	1.B.7.1	Field Installation Carbon Steel
1.B	FIELD INSTALLATION	1.B.2	Field Installation Stainless Steel	1.B.7.2	Field Installation Stainless Steel
1.B.1	Floor E1-01,000	1.B.3	Field Installation FRP	1.B.7.3	Field Installation FRP
1.B.1.1	Field Installation Carbon Steel	1.B.3.1	Field Installation PPH	1.B.7.4	Field Installation PPH
1.B.1.2	Field Installation Stainless Steel	1.B.3.2	Installation Pipe Support	1.B.7.5	Installation Pipe Support
1.B.1.3	Field Installation FRP	1.B.5	Floor E1-23,000	1.B.8	Floor E1-36,000
1.B.1.4	Installation Pipe Support	1.B.5.1	Field Installation Carbon Steel	1.B.8.1	Field Installation Stainless Steel
1.B.2	Floor E1-08,000	1.B.5.2	Field Installation Stainless Steel	1.B.8.2	Field Installation FRP
1.B.2.1	Field Installation Carbon Steel	1.B.5.3	Field Installation FRP	1.C	PRESSURE TEST
1.B.2.2	Field Installation Stainless Steel	1.B.5.4	Field Installation PPH	1.D	TOUCH UP PAINTING
1.B.2.3	Field Installation FRP				
1.B.2.4	Installation Pipe Support				

Berdasarkan tabel di atas terdiri dari kegiatan inti yaitu Fabrication Piping Work, Field Installation, Pressure Test, dan Touch Up Painting.

Pada saat perhitungan produktivitas kerja diperlukan volume pekerjaan dan durasi kerja dengan benar. Berikut adalah tabel perhitungan produktivitas kerja.

Tabel 3. Perhitungan Produktivitas Kerja.

ACTIVITY	DURASI	VOLUME	PRODDA	Floor E1-18,000					
PIPING WORK				Field Installation Carbon Steel	15 days	425.00	Dia-Inch	28.40	
FABRICATION PIPING WORK				Field Installation Stainless Steel	27 days	1082.00	Dia-Inch	39.33	
Shop Fabrication Carbon Steel	52 days	4892.00	Dia-Inch	94.08	Field Installation FRP	15 days	18.00	Dia-Inch	1.20
Shop Fabrication Stainless Steel	62 days	13232.00	Dia-Inch	213.42	Field Installation PPH	15 days	506.00	Dia-Inch	33.73
Shop Fabrication Non Metal					Installation Pipe Support	60 days	8000.00	Ka	150.00
FRP Shop Fabrication	30 days	1132.00	Dia-Inch	37.73	Floor E1-22,000	15 days	265.00	Dia-Inch	17.67
PPH Shop Fabrication	80 days	24572.00	Dia-Inch	366.56	Field Installation Carbon Steel	15 days	247.00	Dia-Inch	16.47
Fabrication Pipe Support	60 days	14500.00	Ka	250.00	Field Installation Stainless Steel	15 days	728.00	Dia-Inch	48.53
FIELD INSTALLATION					Field Installation FRP	12 days	6.00	Dia-Inch	0.56
Floor E1-01,000					Field Installation PPH	40 days	1802.00	Dia-Inch	47.95
Field Installation Carbon Steel	20 days	406.00	Dia-Inch	20.30	Installation Pipe Support	51 days	5100.00	Ka	100.00
Field Installation Stainless Steel	25 days	2474.00	Dia-Inch	98.96	Floor E1-05,000				
Field Installation FRP	34 days	660.00	Dia-Inch	19.41	Field Installation Carbon Steel	20 days	1653.00	Dia-Inch	82.65
Installation Pipe Support	25 days	5000.00	Ka	200.00	Field Installation Stainless Steel	15 days	486.00	Dia-Inch	32.40
Floor E1-08,000					Field Installation FRP	14 days	660.00	Dia-Inch	47.14
Field Installation Carbon Steel	20 days	406.00	Dia-Inch	20.30	Installation Pipe Support	40 days	4800.00	Ka	170.00
Field Installation Stainless Steel	25 days	2474.00	Dia-Inch	98.96	Floor E1-14,000				
Field Installation FRP	34 days	660.00	Dia-Inch	19.41	Field Installation Carbon Steel	15 days	266.00	Dia-Inch	17.73
Installation Pipe Support	25 days	5000.00	Ka	200.00	Field Installation Stainless Steel	15 days	52.00	Dia-Inch	3.47
Floor E1-18,000					Field Installation FRP	15 days	14.00	Dia-Inch	0.93
Field Installation Carbon Steel	20 days	406.00	Dia-Inch	20.30	Installation Pipe Support	11 days	371.00	Ka	33.73
Field Installation Stainless Steel	25 days	2474.00	Dia-Inch	98.96	Pressure Test	70 days	200.00	Test Package	2.94
Field Installation FRP	34 days	660.00	Dia-Inch	19.41	Touch Up Painting	70 days	1200.73	sq	17.38
Installation Pipe Support	25 days	5000.00	Ka	200.00					

**3.4 PERT**

Berdasarkan hasil wawancara durasi paling mungkin (m) didapat dari hasil perhitungan durasi plan pada proyek instalasi perpipaan pada Quality Improvement project, durasi optimis (a) didapat lebih cepat 5% dari durasi paling mungkin (m), sedangkan untuk durasi pesimis (b) didapat durasi 10% lebih lambat dari durasi normal (m). Setelah mengetahui nilai m,a dan b maka selanjutnya menghitung nilai te, S dan V(te) pada tiap pekerjaan. Berdasarkan formula nomor 3 didapat nilai te pada kegiatan Shop Fabrication Stainless Steel selama 63 hari dan nilai total V(TE) didapat 35,36. Selanjutnya nilai S adalah akar dari V(TE) sehingga didapat nilai 5,95. Setelah nilai T(d),TE, dan S diketahui, maka Deviasi Z dapat dihitung, dengan persamaan berikut.

$$Deviasi Z = \frac{T(d)-TE}{S}$$

$$Deviasi Z = \frac{171-177}{5,95}$$

$$Deviasi Z = - 1,01$$

Dengan menggunakan tabel appendiks tentang distribusi normal, dengan nilai Deviasi Z = -1,01 maka didapatkan nilai 0,1562. Sehingga probabilitas keberhasilan penyelesaian untuk selesai pada jangka waktu sesuai perencanaan sebesar 15,62%.

**3.5 Crash Program**

Untuk mengatasi keterlambatan ini dan mencapai durasi yang diharapkan yaitu mendekati durasi plan maka crashing skenario 1 dilakukan percepatan dengan durasi selama 177 hari dimana durasi ini adalah durasi expected time. Pada crashing skenario 2, percepatan dilakukan karena durasi yang dihasilkan pada skenario 1 masih melebihi durasi rencana, sehingga proyek tetap berisiko terkena denda. Crashing skenario 2 bertujuan untuk memastikan proyek selesai tepat waktu sesuai jadwal yang ditetapkan, menghindari denda, dengan durasi penyelesaian proyek selama 169 hari.

Pada crashing selama 169 hari dilakukan percepatan yang sama seperti pada crashing skenario

1 yaitu pada kegiatan PPH *Shop Fabrication, Field Installation Carbon Steel EL+0, Field Installation Carbon Steel EL+8, Field Installation Stainless Steel EL+19,6, Field Installation Carbon Steel EL+32*. Sementara pada kegiatan *Field Installation PPH EL+32, Installation Pipe Support EL+32, Pressure Test dan Touch Up Painting* dilakukan pengurangan durasi lagi untuk mencapai target durasi kurang dari durasi plan, hal itu dilakukan karena pada pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan pada lintasan kritis dan dapat mempengaruhi durasi akhir.

**3.6 Analisis Biaya**

Perhitungan anggaran biaya proyek setelah dilakukan penambahan jumlah manpower pada pekerjaan PPH *Shop Fabrication dan Field Installation PPH EL+32*. Aktual produktivitas PPH *Shop Fabrication* dengan 1 team dapat menyelesaikan 306,56 dia-inch setiap harinya, apabila setelah crashing didapat 345,42 dia-inch setiap harinya maka akan terjadi penambahan 1 team lagi. Berikut tabel perhitungan biaya akibat penambahan manpower pada kegiatan PPH *Shop Fabrication dan Field Installation PPH EL+32*.

Tabel 4. Perhitungan Biaya Penambahan Manpower.

ACTIVITY	DURATION	MANPOWER	TOTAL (Rp)
PPH Shop Fabrication	71	8	89.744.000,00
Field Installation PPH EL+32	60	8	75.840.000,00

Selanjutnya yaitu perhitungan anggaran biaya proyek dengan penambahan jam kerja (*overtime*) pada Pekerjaan *Shop Fabrication Stainless Steel, PPH Shop Fabrication, Fabrication Pipe Support, Field Installation PPH* pada EL +32.000, dan *Touch Up Painting*. Contoh penambahan jam lembur pada kegiatan *Installation Pipe Support* pada EL + 32.

Waktu normal = 59 hari  
 Waktu percepatan = 42 hari  
 Volume pekerjaan normal/hari = 0.000621  
 Volume pekerjaan percepatan = 0.0008729  
 Tambah waktu lembur =  $\frac{0,0008729 - 0,000621}{0,000879} \times 8 = 2 \text{ jam}$   
 1 Team terdiri dari 1 welder 2 fitter dan 1 helper dengan upah perteam sebesar Rp79.000,00 perjamnya  
 Upah lembur:  
 = 1x1,5 x Rp79.000,00 = Rp118.500,00  
 = 1x2 x Rp79.000,00 = Rp158.000,00  
 = Rp276.500,00

Sehingga biaya lembur perharinya yaitu sebesar Rp276.500,00. Untuk perhitungan penentuan durasi lembur dan upah lembur pada kegiatan lain dapat dilihat pada table berikut

Tabel 5. Perhitungan Biaya Penambahan Jam Lembur.

ACTIVITY	WAKTU LEMBUR	1 JAM PERTAMA (Rp)	2 JAM SETELAHNYA (Rp)	TOTAL PERHARI (Rp)
Field Installation Carbon Steel Floor EL+0.000	2	237.000	316.000	553.000

Field Installation Carbon Steel Floor EL+8.000	2	237.000	316.000	553.000
Installation Pipe Support Floor EL+14.000	0	-	-	-
Field Installation Stainless Steel Floor EL+19.600	1	118.500	-	118.500
Installation Pipe Support Floor EL+19.600	0	-	-	-
Installation Pipe Support Floor EL+14.000	0	-	-	-
Field Installation Carbon Steel Floor EL+23.000	2	237.000	316.000	553.000
Installation Pipe Support Floor EL+32.000	2	118.500	158.000	276.500
PRESSURE TEST	2	118.500,00	158.000,00	276.500,00
TOUCH UP PAINTING	2	127.500,00	170.000,00	297.500,00

Selanjutnya dilakukan perhitungan menyeluruh pada biaya langsung, tak langsung dan overhead.

Durasi Setelah Percepatan = 169 hari  
 Biaya Langsung = Rp4.207.950.580,03  
 Biaya Tak Langsung = Rp338.000.000,00  
 Biaya Overhead = Rp140.833.333,33  
 Denda = -  
 Total Biaya = Rp4.686.783.913,36

Setelah mendetailkan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya overhead, langkah berikutnya adalah menghitung total biaya keseluruhan dari Proyek Instalasi Perpipaan dalam Quality Improvement Project. Tabel di bawah ini, menjabarkan perbandingan rinci antara biaya dan durasi proyek dengan menggunakan dua skenario crashing

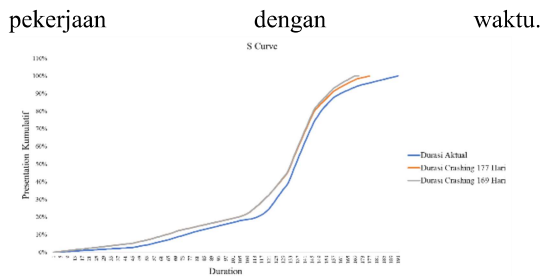
Tabel 6 Perbandingan Biaya dan Waktu.

Dari hasil analisis waktu dan biaya pada proyek didapat biaya aktual dengan keterlambatan sebesar Rp4.784.963.413,36 dengan durasi 193 hari. Setelah percepatan menggunakan metode crash program membutuhkan biaya sebesar Rp4,686,783,913.36 dengan durasi 169 hari. Sehingga metode Crash Program pada kurva S menghasilkan grafik jauh lebih pendek dibanding dengan durasi aktual dengan keterlambatan.

**3.7 S Curve**

Kurva S menunjukkan hubungan antara persentase pekerjaan yang harus diselesaikan dengan waktu dalam satuan bobot persen. Bobot persen ini menggambarkan perbandingan antara bobot suatu jenis pekerjaan dengan bobot seluruh pekerjaan. Dari bobot persen tersebut, dapat dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara persentase kumulatif

No	Deskripsi
1	Durasi
	<i>Direct Co</i>
2	Material
3	ManPower
	<i>Indirect</i>
4	Tenaga kerja t langsung
	<i>Overhead</i>
6	Overhead
7	Denda
8	Total



Gambar 1 S Curve Perbandingan

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil analisis pada penelitian dengan judul "Evaluasi Proyek Instalasi Perpipaan Pada Quality Improvement Project dengan Menggunakan Metode PERT dan Crash Program" didapat kesimpulan:

Pelaksanaan proyek Instalasi perpipaan pada Quality Improvement Project mengalami keterlambatan, dimana proyek dimulai pada bulan Oktober direncanakan akan selesai pada bulan Mei mengalami kemunduran hingga bulan Juni. Dikarenakan permasalahan tersebut pada penelitian ini melakukan analisa mengenai tingkat keparahan keterlambatannya dengan metode severity index, menentukan nilai probabilitas terselesainya proyek dengan metode PERT dan optimasi dengan menggunakan metode Crash Program. Dari hasil analisis yang dilakukan metode crash program dengan penambahan manpower dan overtime direkomendasikan untuk proyek selanjutnya hal ini didasarkan pada waktu yang optimum dan biaya yang minimum.

#### 5. PUSTAKA

- [1] Efendi, A., & Talanipa, R. (2019). Evaluasi Waktu Menggunakan Critical Path Method (Cpm) Pada Proyek Jalan Rabat Beton Desa Kamelanta. Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.35326/pencerah.v5i1.316>
- [2] Hernandi, Y., & Tamtana, J. S. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pekerja Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Bertingkat. JMITS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 3(2), 299. <https://doi.org/10.24912/jmits.v3i2.6985>
- [3] Surya Saputra, D., Ferdi Hidayat, & Aminatus Zahriyah. (2023). Pendampingan Faktor Faktor Penyebab Keterlambatan Pembangunan Jembatan Karang Semanding Kabupaten Jember. Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia, 2(2), 01–12. <https://doi.org/10.55606/jpmi.v2i2.1695>
- [4] Syachroni, M. F., Haryono, E., & ... (2021). ... Proyek Jaringan Gas Bumi Untuk Rumah

Tangga Paket Ii Aceh Tamiang Dengan Metode Crash Program Dan Fast Track. ... Conference on Piping .... <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CPEAA/article/download/2002/1512>

- [5] Yuwono, W., Kaukab, M. E., & Mahfud, Y. (2021). Kajian Metode PERT-CPM dan Pemanfaatannya dalam Manajemen Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek. Journal of Economic, Management, Accounting and Technology, 4(2), 192–214. <https://doi.org/10.32500/jematech.v4i2.1925>