

Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Pounch dengan Critical Path Method di PT. Grafika Nusantara

Yuli Setiawannie¹, Nita Marikena²

^{1,2}Teknik Industri, Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia
Email: ¹setiawannie79@gmail.com, ²nitamarikena77@gmail.com

Abstract

Maintenance is one of the main activities in the manufacturing sector that greatly affects the quality and quantity of production, production costs, and customer satisfaction. Thus, it is necessary to plan a preventive maintenance schedule to maintain the condition of the machine so that the production process runs optimally. PT. Grafika Nusantara is a paper management industry company specializing in continuous form, printing, and office stationery, whose production process runs continuously. In the production process, the company often has problems with the punch machine, which is one of the machines in the factory as a printer for paper into envelopes. The problem is due to lack of supervision and maintenance on the punch machine by the company can result in the machine being damaged and the production target not being achieved. The objective of this paper is to plan preventive maintenance scheduling on the punch machine with the Critical Path Method (CPM) and to determine the cost of preventive maintenance for 1 year. The results that can be concluded in this study are that the maintenance scheduling of the punch machine with the CPM method can save maintenance time, which is 30 hours and the cost of preventive maintenance for 1 year is Rp. 1,400,000.

Keywords: Preventive Maintenance, Critical Path Method, Scheduling, Maintenance Costs

Abstrak

Perawatan merupakan salah satu kegiatan utama di bidang manufaktur yang sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas produksi, biaya produksi, dan kepuasan pelanggan. Dengan begitu, perencanaan jadwal perawatan preventif (*preventive maintenance*) perlu dilakukan untuk mempertahankan kondisi mesin sehingga proses produksi berjalan optimal. PT.Grafika Nusantara merupakan sebuah perusahaan industri pengelolaan kertas dengan sepesialisasi di bidang *continuous form*, percetakan, dan alat tulis kantor, yang proses produksinya berjalan secara terus menerus. Dalam proses produksinya, perusahaan sering mengalami masalah terhadap mesin *pounch* yang merupakan salah satu mesin di pabrik sebagai pencetak kertas menjadi amplop. Permasalahan tersebut karena kurangnya pengawasan dan pemeliharaan pada mesin *pounch* oleh perusahaan dapat mengakibatkan mesin rusak dan target produksi tidak tercapai. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk merencanakan penjadwalan *preventive maintenance* pada mesin *pounch* dengan metode *critical path method* (CPM) dan mengetahui biaya *preventive maintenance* selama 1 tahun. Hasil yang dapat disimpulkan pada penelitian ini adalah penjadwalan pemeliharaan mesin *pounch* dengan metode CPM dapat menghemat waktu pemeliharaan yaitu 30 jam dan biaya preventive maintenance selama 1 tahun adalah Rp 1.400.000.

Kata Kunci: Preventive Maintenance, Critical Path Method, Penjadwalan, Biaya Perawatan

1. PENDAHULUAN

Kualitas produk sangat berpengaruh dalam persaingan di bidang industri manufaktur. Peningkatan hasil produksi yang terus-menerus memerlukan proses produksi yang lancar. Kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh keandalan dan ketersediaan mesin yang dipergunakan. Mesin yang rusak secara mendadak dapat mengganggu rencana produksi yang telah ditetapkan. Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan perencanaan perawatan mesin yang terjadwal, untuk mengurangi kerusakan mesin mendadak.

Kegiatan perawatan dilakukan untuk menjaga kondisi peralatan dan komponennya agar siap dioperasikan (Marit, I.Y.; Nursanti, E; Vitasari, P; 2020). Selain itu, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian- kerugian yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, namun pada dasarnya terdapat dua kegiatan pokok dalam perawatan yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

PT. Grafika Nusantara merupakan perusahaan pengolahan kertas yang telah berdiri sejak tahun 2000. Spesialisasi produk-produk yang dihasilkan oleh perusahaan terdiri dari *Continuous Form, Packaging, Offset Printing, Digital Printing, UV Printing*, dan *Laser Cutting*. Perusahaan sering mengalami permasalahan dalam perawatan mesin *pouch* yang digunakan pada proses produksinya, sehingga perusahaan mengeluarkan biaya besar untuk material dan proses perawatannya. Perawatan mesin *pouch* dilakukan dalam waktu 6 bulan sekali sehingga sering terjadi kerusakan pada motor utama sebelum perawatan selanjutnya. Kerusakan pada mesin ini sering terjadi karena penjadwalan perawatan yang dilakukan belum optimal sehingga pada penelitian ini penulis ingin mengusulkan pemakaian metode CPM dalam merencanakan jadwal perawatannya.

Metode CPM atau yang disebut dengan jalur kritis merupakan pendekatan pada manajemen proyek yang memiliki jalur rangkaian jaringan dengan anak panah atau *Activity On Arrow* (AOA) sebagai penghubung antar kegiatan dengan memperlihatkan waktu penyelesaian proyek tersebut. Metode ini memiliki keunggulan dapat menunjukkan secara spesifik logika hubungan ketergantungan antara kegiatan dan menentukan lintasan kritis kegiatan proyek sehingga prioritas kegiatan yang mengalami keterlambatan dapat diidentifikasi, namun tidak dapat secara langsung mendeteksi aktivitas yang mengalami gangguan dalam penjadwalan proyek (Atli, Omer; Kahraman, Cengiz; 2012).

Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan tentang penjadwalan perawatan dengan CPM dijadikan sebagai bahan masukan dan acuan dalam penelitian ini. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ferry Setiawan, dkk. yang berjudul Analisis Efektifitas Turn Around Time dengan Metode CPM pada aktivitas Perawatan C05-Check Pesawat AIRBUS 320-200 (Setiawan, Ferry; Sofyan, Edi; Romadhon, Faisal; 2021). Tujuan penelitian tersebut untuk meningkatkan efektivitas pelaksanaan suatu aktivitas perawatan sesuai dengan task card C05-Check Pesawat Airbus 320-200, sehingga dihasilkan aktivitas perawatan yang lebih efektif terhadap jumlah waktu yang dibutuhkan dalam mengerjakan sebuah tugas kerja dari mulai awal perawatan sampai selesai atau sering disebut Turn Around Time (TAT). Hasil yang diperoleh dari penelitiannya adalah desain jaringan CPM ini menghasilkan waktu perawatan yang lebih sedikit jika dibandingkan TAT standar perusahaan yaitu 13 hari kerja, sehingga dapat di simpulkan bahwa TAT dengan perhitungan CPM lebih efektif pada aktivitas perawatan C05-Check Air Bus 320-200. Selain itu, penelitian yang berjudul Analysis of Time Acceleration Using Critical Path Method (CPM) to Increase Motorcycle Maintenance in Authorized (Marit, I.Y.; Nursanti, E; Vitasari, P; 2020) yang ditulis oleh I.Y Marit. et al pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan percepatan waktu perawatan dan membandingkan hasil sebelum dan sesudah dilakukan penjadwalan dengan CPM. Hasil yang dapat disimpulkan pada penelitiannya adalah bahwa waktu perawatan di bengkel resmi dapat dipercepat dengan menggunakan metode penjadwalan CPM dengan efisiensi percepatan waktu perawatan adalah 16,666% menjadi 57,889%.

Berdasarkan objek permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan dan penelitian-penelitaian yang pernah dilakukan sebelumnya tentang penjadwalan dengan CPM, maka tujuan penelitian ini dilaksanakan adalah untuk merencanakan penjadwalan *preventive*

maintanance pada mesin *pounch* dengan metode *critical path method* (CPM) dan mengetahui biaya *preventive maintanance* selama 1 tahun.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Grafika Nusantara, merupakan perusahaan pengolahan kertas yang telah berdiri sejak tahun 2000. Spesialisasi produk-produk yang dihasilkan oleh perusahaan terdiri dari *Continuous Form, Packaging, Offset Printing, Digital Printing, UV Printing*, dan *Laser Cutting*. Data-data penelitian ini diperoleh melalui wawancara kepada teknisi dan supervisor tentang mesin *pounch* dan jadwal perawatan yang dilakukan selama ini, dokumentasi melalui laporan atau informasi tertulis berkaitan dengan perawatan mesin, dan pengamatan di lapangan berkaitan dengan kinerja mesin *pounch*.

Dari data-data yang terkumpul diolah dan dianalisa dengan metode CPM. Awalnya dilakukan pembuatan jariangan aktivitas/kegiatan perawatan mesin dan perhitungan waktu pada metode CPM sehingga akan diperoleh jalur kritis dari kegiatan perawatan tersebut. Berdasarkan jalur kritis tersebut, dapat ditentukan waktu dan probabilitas penyelesaian proyek serta biaya yang akan dikeluarkan untuk kegiatan perawatan terhadap mesin *pounch*. Hasil analisa tersebut akan dibandingkan dengan kondisi perusahaan sebelum memakai penjadwalan perawatan dengan CPM.

2.1 Penjadwalan *Critical Path Method* (CPM)

Perawatan (*maintenance*) merupakan bagian terpenting dalam sistem produksi dan siklus hidup produk. Perawatan yang optimal dapat mengurangi waktu berhenti proses produksi yang tidak terjadwal, meningkatkan produktivitas jangka panjang, dan menjaga tingkat fungsional produk (Altehmazi, M.M; Suliman, S.M.A; Alalawi, Y.; 2017). Pada umumnya, kegiatan perawatan terbagi atas 2 jenis yaitu :

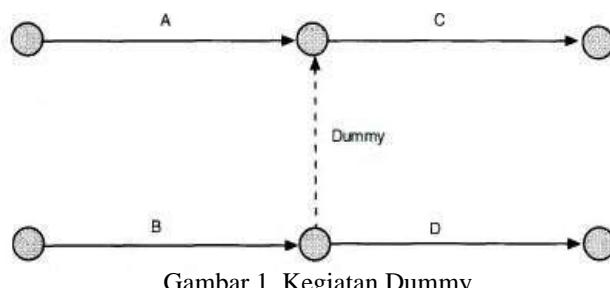
1. Perawatan preventif (*preventive maintenance*) adalah perawatan yang dilakukan berdasarkan batas waktu dari umur maksimum suatu komponen/mesin disebut dengan *schedule maintenance*.
2. Perawatan korektif (*corrective maintenance*) adalah perawatan yang dilakukan setelah ditemukan kerusakan pada suatu komponen dengan cara memperbaiki/mengganti komponen atau biasa disebut dengan *unschedule maintenance*. Perawatan ini disebut juga dengan istilah *condition monitoring*.

Suatu Kebijakan perawatan dinamis diperlukan untuk meningkatkan daya saing perusahaan manufaktur. Operasi pemeliharaan dalam sistem manufaktur modern adalah kompleks karena memerlukan integrasi beberapa sumber informasi, termasuk : (a) kondisi mesin saat ini dan profil degradasi; (b) konfigurasi sistem; (c) ketersediaan kru pemeliharaan dan sumber daya; (d) barang dalam proses saat ini (WIP) dalam sistem, dan (e) target *throughput* (Altay, Ayca; Gerum, P.C.L; Gursoy, M.B.; 2019). Meskipun perawatan dapat meningkatkan keandalan mesin/peralatan dalam jangka panjang, mesin atau peralatan harus dihentikan secara berurutan agar tugas pemeliharaan dapat dilakukan dengan aman, yang mungkin mengganggu *throughput* sistem dalam jangka pendek. Pelaksanaan kebijakan perawatan ini memerlukan perencanaan jadwal yang harus tersusun secara tepat dan optimal, agar kegiatan perawatan yang dilakukan tidak menghambat keberlangsungan proses produksi (Putri, N.T; Taufik; Buana, F.S.; 2020). Dengan demikian, kegiatan perawatan bisa disebut sebagai suatu proyek yang telah terjadwal waktu awal dan selesaiannya. Dalam suatu proyek ada 3 batasan yang perlu diperhatikan yaitu : biaya atau anggaran, waktu atau jadwal, dan kualitas atau mutu.

Pada penjadwalan suatu proyek dikenal dengan metode *Critical Path Method* (CPM). Istilah-istilah yang terdapat pada metode ini adalah (Setiawan, Ferry; Sofyan, Edi; Romadhon, Faisal; 2021):

1. E (*earliest event occurrence time*) : waktu tercepat suatu peristiwa terjadi.
2. L (*latest event occurrence time*) : waktu terlama yang masih diperbolehkan suatu peristiwa terjadi.
3. ES (*earliest activity start time*) : waktu mulai paling awal suatu kegiatan.
4. EF (*earliest activity finish time*) : waktu selesai paling awal suatu kegiatan. EF suatu kegiatan terdahulu sama dengan ES kegiatan berikutnya.
5. LS (*latest activity start time*) : waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
6. LF (*latest activity finish time*) : waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan.
7. D (*activity duration time*) : jangka waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (hari, minggu, bulan, jam).
8. TF (*slack atau float*) : jumlah waktu yang diperbolehkan suatu kegiatan untuk ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan, cara mencari total *slack* adalah $TF = LF - EF = LS - ES$.

Dalam CPM ini juga terdapat kegiatan fiktif yang disebut *dummy*. Untuk gambaran tentang kegiatan ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kegiatan Dummy

Perhitungan-perhitungan yang dipakai dalam metode CPM terdiri atas 3 jenis yaitu (Mahardika, A.G; , Muntiyono; Afiyah, S; Ramady, G.D; Fadriani, H; 2019):

1. Perhitungan maju adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal ditambah dengan kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.
2. Perhitungan mundur adalah perhitungan yang dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja, dimana waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan.
3. Perhitungan float atau jalur kritis adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Rumus menghitung float adalah :

$$TF = LF - EF = LS - ES \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk membahas permasalahan yang ada adalah data penjadwalan dan data biaya perawatan di PT.Grafika Nusantara. Berdasarkan hasil wawancara selama di lapangan, mesin pouch merupakan suatu alat yang diaplikasikan oleh pabrik sebagai pencetak kertas menjadi amplop. Spesifikasi dari mesin pouch tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Mesin *pounch*

Spesifikasi	Keretangan
Merk	Allraise
Model	OR-390
Kapasitas	1,2 ton
<i>Motor power</i>	1,5 kw
Komponen utama	motor
Phase	Phase 3
Jumlah	1 Unit

PT. Grafika Nusantara, sebuah perusahaan industri pengelolahan kertas dengan sepesialisasi di bidang *continuous form*, percetakan dan alat tulis kantor, yang proses produksinya berjalan secara terus menerus dan mesin/peralatan berjalan dalam satu hari kerja yang terdiri dari 3 *shift*, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Jadwal Kerja Operasi Produksi PT.Grafika Nusantara

Waktu	Keterangan	Rentang waktu (jam)
07.00-12.00	Operasi produksi	5
12.00-13.00	Istirahat	1
13.00-15.00	Operasi produksi	2
15.00-18.00	Operasi produksi	3
18.00-19.00	Istiraha	1
19.00-23.00	Operasi produksi	4
23.00-03.00	Operasi produksi	4
03.00-04.00	Istiraha	1
04.00-07.00	Operasi produksi	3
Total		21

Untuk jadwal perawatan mesin *pounch* yang digunakan oleh perusahaan dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Table 3. Jadwal Awal Perawatan Mesin *pounch*

No	Item	Waktu perawatan			
		-	setiap hari	setiap hari	jika rusak
1	<i>As rotor</i>	-	setiap hari	setiap hari	jika rusak
2	<i>Core motor</i>	-	setiap hari	setiap hari	jika rusak
3	<i>Bearing</i>	1x3 bulan	setiap hari	setiap hari	1x3 bulan
4	<i>V-Belt</i>	1x3 bulan	setiap hari	setiap hari	1x3 bulan

Dari tabel 3 di atas dapat diketahui data jadwal perawatan *spare part* pada mesin *pounch* dilakukan pelumasan pada *bearing* dan *V-belt* selama 3 bulan sekali. Pembersihan dan pemeriksaan dilakukan setiap hari dan pergantian *as rotor* dan *core motor* dilakukan jika rusak, *bearing* dan *V-belt* dilakukan selama 3 bulan sekali.

Tabel 4 berikut dipergunakan untuk mengetahui besar biaya perawatan preventif selama tiga bulan, enam bulan, dan satu tahun.

Tabel 4. Kebutuhan Bahan Untuk Perawatan Mesin *pounch*

No	Pergantian Komponen Mesin <i>pounch</i>	Waktu penggantian		
		3 bulan	6 bulan	1 tahun
1	Gomok	2 kg	4 kg	8 kg

2	<i>Bearing</i>	2 buah	4 buah	8 buah
3	<i>V-Belt SPB 2630 Lw</i>	3 buah	6 buah	12 buah
4	<i>Core as</i>	-	-	1 set
5	<i>Pully B3x5</i>	-	-	1 set
6	<i>Spaces ring</i>	3 buah	6 buah	12 buah
7	<i>As rotor</i>	50 btg	100 btg	200 btg
8	Kawat Las Sumico 130 3,2 mm	60 kg	120 kg	240 kg
9	Kawat las MH 360 4 mm	40 kg	80 kg	160 kg
10	Baut	40 buah	80 buah	160 buah

Data biaya *spare part* dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Daftar Harga Pelumas Dan Harga Spare Part Mesin *pounch*

No	Nama Komponen	Harga
1	Gomok	Rp 90.000
2	<i>Bearing</i>	Rp 250.000
3	<i>V-Belt SPB 2630 Lw</i>	Rp 90.000
4	<i>Core as</i>	Rp 1.000.000
5	<i>Pully</i>	Rp 400.000
6	<i>Spaces ring</i>	Rp 1.000.000
7	<i>As rotor 90 x 40</i>	Rp 60.000
8	Kawat las supertek 7016 Q 3,20 mm	Rp 15.000
9	Kawat las supertek Q 3,20 mm	Rp 15.000
10	Baut	Rp 1.000

Dari data-data penjadwalan dan biaya perawatan di atas kemudian dibuat kode aktivitas perawatan mesin *pounch* untuk digunakan dalam penentuan jalur kritis kegiatan perawatan seperti tabel 6 berikut.

Tabel 6. Aktivitas Perawatan

Kode Aktivitas	Aktivitas Perawatan
A	Memeriksa pipa as rotor
B	Mengganti pipa pada as rotoryang rusak atau haus
C	Pemeriksaan as rotor sekali 3 bulan
D	Membuat gerigi pada dinding ripple plate
E	Melakukan pengelasan untuk menempel gerigi pada dinding ripple plate F
F	Memeriksa permukaan pengecekan pelumas pada bearing
G	Pembersihan minyak pelumas (gomok) yang telah kotor dilakukan sekali dalam seminggu
H	Memberi minyak pelumas pada bearing
I	Mengencangkan V-Belt atau juga mengganti yang baru
J	Uji coba

Tabel 7. Daftar Waktu Perbaikan dan Biaya Perbaikan

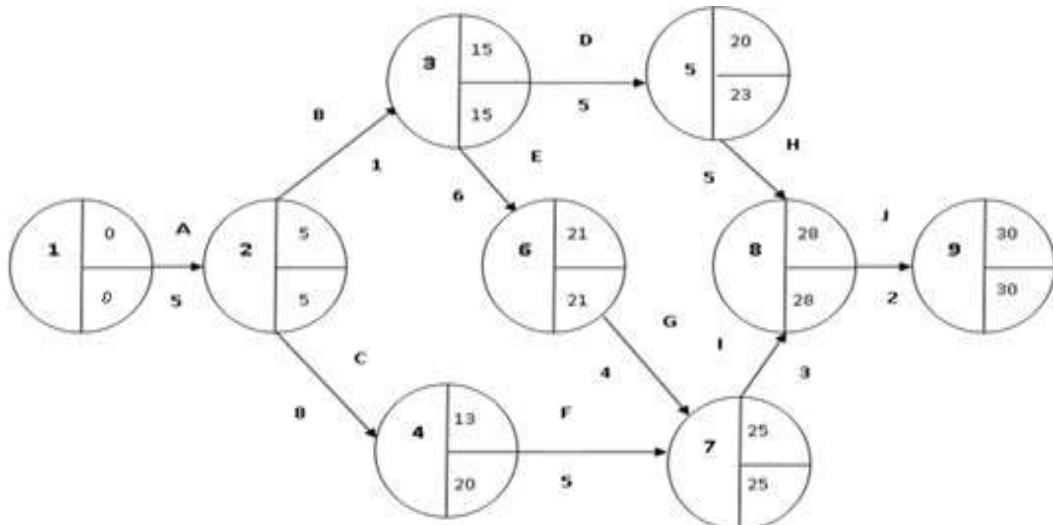
Aktivitas Pendahulu	Aktivitas Lanjutan	Waktu (jam)	Normal Biaya	Waktu (jam)	Dipercepat Biaya
A	B,C	5	-	2	-
B	D,E	10	Rp 3.000.000	6	Rp 2.500.000
C	E	8	Rp 40.000	5	Rp 30.000
D	E	5	Rp 3.000.000	3	Rp 2.500.000
E	F	6	Rp 1.200.000	3	Rp 1.000.000

F	G,H	5	Rp	132.000	2	Rp	132.000
G	I	4	Rp	500.000	2	Rp	500.000
H	I	5	Rp	40.000	3	Rp	40.000
I	J	3	Rp	270.000	3	Rp	270.000
J	-	2	-	-	2	-	-
Total		53	Rp	8.182.000	31	Rp	6.972.000

Permasalahan yang terjadi di area mesin *pounch* seperti aktivitas pendahuluan dan aktivitas lanjutan pada waktu normal memakai waktu 53 jam dan biaya Rp 8.182.000. Sedangkan aktivitas pendahulu dan aktivitas lanjutan yang dipercepat memakai waktu 31 jam dan biaya Rp 6.972.000. Sehingga selisih waktu 22 jam dan biaya Rp 1.210.000.

3.2 Penentuan Jalur Kritis Dengan Waktu Normal

Untuk menentukan waktu normal perawatan mesin *pounch* maka dilakukan perhitungan dengan jalur kritis dan data lama waktu perawatan. Berikut adalah data perhitungan jalur kritis perawatan.



Gambar 1. Jaringan Kerja perawatan Dengan Waktu Normal

Pada diagram jaringan kerja pada gambar 1 terdapat beberapa jalur kegiatan/aktivitas yang dilakukan, yaitu:

$$A - B - D - H - J : 5 + 10 + 5 + 5 + 2 = 27 \text{ jam}$$

$$A - B - E - G - I - J : 5 + 10 + 6 + 4 + 3 + 2 = 30 \text{ jam}$$

$$A - C - F - I - J : 5 + 8 + 5 + 3 + 2 = 23 \text{ jam}$$

Penggunaan CPM dinilai dapat menghemat waktu penyelesaian, dengan mengoptimalkan biaya total prawatan. Dalam perawatan mesin *pounch*, jalur kritisnya adalah A – B – E – G – I – J, dengan waktu penyelesaian perawatan paling lama yaitu 30 jam.

3.3 Penentuan waktu penyelesaian aktivitas

Berdasarkan gambar 1, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian perawatan dengan waktu normal untuk semua aktivitas adalah 30 jam yang diperoleh dari:

1. $T_c = 5 + 10 + 6 + 4 + 3 + 2 = 30$ jam.
2. Total biaya normal = $2.500.000 + 30.000 + 2.500.000 + 1.000.000 + \dots + 270.000 = 6.972.000$

Sehingga total biaya jika dikerjakan dalam waktu normal adalah :

1. Biaya langsung = Rp 6. 972.000
2. Waktu penyelesaian prawatan = 30 jam.
3. Biaya tak langsung = $(8 \times 300.000) + ((30-8) \times 150.000) = \text{Rp } 5.750.000$
4. Biaya total = biaya langsung + biaya tidak langsung
 $= 6.972.000 + 5.750.000 = \text{Rp } 12.672.000$

Tabel 8. Probabilitas Waktu Pelaksanaan Kegiatan Yang Diharapkan

Kegiatan	Waktu			Waktu aktifitas $Te = (a+4m+b)/6$	Deviasi $S = 1/6(b-a)$	Varian $V = S^2$
	Optimis (a)	Realistik (m)	Pesimis (b)			
A	4	5	6	5	0,33	0,11
B	9	10	14	10,5	0,83	0,69
C	7	8	9	8	0,33	0,11
D	4	5	6	5	0,33	0,11
E	5	6	13	7	1,33	1,78
F	4	5	6	11	0,33	0,11
G	3	4	11	5	1,33	1,78
H	4	5	6	5	0,33	0,11
I	2	3	7	3,5	0,83	0,69
J	1	2	3	2	0,33	0,11
Total	43	53	81	60	6,33	5,61

Standar deviasi yang diperoleh dari perhitungan pada tabel 8 di atas yaitu sebesar 6,33 jam dan total varian perawatan yaitu sebesar 5,61 jam, yang berpengaruh pada percepatan penyelesaian perawatan. Probabilitas untuk mencapai target jadwal penyelesaian kegiatan perawatan memakai rumus berikut (Rofiq, M.F.; Puspita, I.A.; Akbar, M.D.;, 2020):

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (2)$$

Keterangan:

T(d) : waktu penyelesaian perawatan

TE : durasi rata rata kegiatan

S : standar deviasi

Dan diperoleh nilai Z adalah :

$$Z = \frac{30 - 23}{7,3} = 0,9549$$

Jika nilai Z tersebut dihubungkan ke tabel distribusi normal, maka probabilitas penyelesaian perawatan secara keseluruhan dalam 23 jam adalah 95,49%.

3.4 Penentuan Biaya Perawatan

Dalam menentukan biaya perawatan *preventive* pada jangka waktu perawatan 3 bulan 6 bulan dan 1 tahun dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Biaya Perawatan *Preventive*

No.	Nama Komponen	Harga	Total Pemakaian			Total Biaya		
			3 bulan	6 bulan	1 tahun	3 bulan	6 bulan	1 tahun
1	Gomok	Rp 90.000	2	4	8	Rp 180.000	Rp 360.000	Rp 720.000
2	Bearing	Rp 250.000	2	4	8	Rp 500.000	Rp 1.000.000	Rp 2.000.000
3	V-Belt SPB 2630 Lw	Rp 90.000	3	6	12	Rp 270.000	Rp 540.000	Rp 1.080.000
4	Core as	Rp 1.000.000	-	-	1	-	-	Rp 1.000.000
5	Pully	Rp 400.000	-	-	1	-	-	Rp 400.000
6	Spaces ring	Rp 1.000.000	3	6	12	Rp 3.000.000	Rp 6.000.000	Rp 12.000.000
7	As rotor 90 x 40	Rp 60.000	50	100	200	Rp 3.000.000	Rp 6.000.000	Rp 12.000.000
8	Kawat las supertek 7016 Q 3,20 mm	Rp 15.000	60	120	240	Rp 900.000	Rp 1.800.000	Rp 3.600.000
9	Kawat las supertek Q 3,20 mm	Rp 15.000	40	80	160	Rp 600.000	Rp 1.200.000	Rp 2.400.000
10	Baut	Rp 1.000	40	80	160	Rp 40.000	Rp 80.000	Rp 160.000
Total		Rp 2.921.000				Rp 8.490.000	Rp 16.980.000	Rp 35.360.000

Berdasarkan perhitungan pada tabel 9 di atas, biaya perawatan preventif selama 3 bulan adalah Rp 8.490.000, 6 bulan adalah Rp 16.980.000, dan selama 1 tahun adalah Rp 35.360.000. Perawatan *korektif* dilakukan apabila perawatan *preventif* tidak terlaksana dengan baik, sehingga dalam 1 tahun dilakukan penukaran komponen mesin (Alimian, M; Saidi-Mehrabad, M; Jabbarzadeh, A.; 2019), (Alimian, M; Ghezavati, V; Tavakkoli-Moghaddam, R.; 2020). Komponen yang wajib diganti dalam *corrective maintenance* pada mesin *pounch* adalah *core as* dan *pully bx3*. Daftar harga biaya *corrective maintenance* dapat dilihat pada tabel 10 berikut.

Tabel 10. Total Biaya Untuk Perawatan *Corrective*

No.	Jenis komponen	Biaya
1	<i>Core as</i>	Rp 1.000.000
2	<i>Pully bx3</i>	Rp 400.000
Total biaya		Rp 1.400.000

Jadi biaya *corrective* selama 1 tahun untuk mesin *pounch* adalah Rp 1.400.000. Biaya tersebut tidak terlalu mempengaruhi biaya perawatan karena biaya komponen yang harus diganti tidak terlalu besar, sehingga tidak terlalu membebani perusahaan dalam perawatan mesin *pounch*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah penjadwalan perawatan mesin *pounch* dengan analisis jaringan kerja metode CPM dapat menghemat waktu penyelesaian perawatan dengan waktu normal yaitu 30 jam dan mengoptimalkan biaya total perawatan sebesar Rp 12.672.000. Berdasarkan hasil penjadwalan perawatan, maka biaya perawatan preventif selama 1 tahun adalah Rp 35.360.000.

REFERENCES

- Alimian, M; Ghezavati, V; Tavakkoli-Moghaddam, R.;. (2020). New integration of preventive maintenance and production planning with. *Journal of Manufacturing Systems*, 56, 341-358. doi:10.1016/j.jmsy.2020.06.011
- Alimian, M; Saidi-Mehrabad, M; Jabbarzadeh, A.;. (2019). A robust integrated production and preventive maintenance planning model. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 263-277. doi:10.1016/j.jmsy.2018.12.001
- Altay, Ayca; Gerum, P.C.L; Gursoy, M.B.;. (2019). Data-driven predictive maintenance scheduling policies for. *Transportation Research Part C*, 107, 137-154. doi:10.1016/j.trc.2019.07.020
- Altehmazi, M.M; Suliman, S.M.A; Alalawi, Y;. (2017). An Optimization Approach to the Preventive Maintenance Planning. *Modern Applied Science*, 11(9), 20-29. doi:10.5539/mas.v11n9p20
- Atli, Omer; Kahraman, Cengiz;.. (2012, June). Aircraft Maintenance Planning Using Fuzzy Critical. *International Journal of Computational Intelligence*, 5(3), 553-567. doi:10.1080/18756891.2012.696920
- Mahardika, A.G; , Muntiyono; Afiyah, S; Ramady, G.D; Fadriani, H;. (2019). Analysis of Time Acceleration Costs in Level Building Using. *Journal of Physics: Conference Series*, 1424. doi:10.1088/1742-6596/1424/1/012025
- Marit, I.Y.; Nursanti, E; Vitasari, P;. (2020). Analysis of time acceleration using Critical Path Method (CPM) to increase motorcycle maintenance in authorized service station. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (pp. 1-6). IOP Publishing Ltd. doi:10.1088/1757-899X/885/1/012059
- Putri, N.T; Taufik; Buana, F.S;.. (2020). Preventive Maintenance Scheduling by Modularity Design Applied to Limestone Crusher Machine. *Procedia Manufacturing*, 43, 682-687. doi:10.1016/j.promfg.2020.02.123
- Rofiq, M.F.; Puspita, I.A.; Akbar, M.D.;. (2020). Perancangan Jadwal Proyek Untuk Percepatan Penyelesaian Proyek Fiber To The Home Menggunakan Metode PERT-CPM dan Crashing (Lokasi Jl. Sukapura). *e-Proceeding of Engineering*, 7, p. 9507.
- Setiawan, Ferry; Sofyan, Edi; Romadhon, Faisal;.. (2021, Juli). Analisis Efektivitas Turn Around Time Dengan Metode Critical Path Method Pada Aktivitas Perawatan C05- Check Pesawat Airbus 320-200. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 7(01), 50-63.