

USULAN KEBIJAKAN *MAINTENANCE* MESIN *FILLOMATIC ROTARY LIQUID FILLER & CAPPER* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* DENGAN PENDEKATAN *INTEGER PROGRAMMING* DI PT. COMBIPHAR

THE PROPOSED POLICY MAINTENANCE FILLOMATIC ROTARY LIQUID FILLER & CAPPER USING THE METHOD OF RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE WITH THE APPROACH OF INTEGER PROGRAMMING AT PT COMBIPHAR

¹Prima Utama Putra Abdi, ²Judi Alhilman, ³Endang Budiasih.

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

¹primahutama94@gmail.com, ²judi.alhilman@telkomuniversity.ac.id, ³endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Combiphar merupakan salah satu perusahaan farmasi terbesar yang ada di Indonesia. Demi mendukung proses produksi perusahaan tersebut membagi lini produksinya ke dalam empat *plant*. *Plant* Padalarang menghasilkan produk OBH, Peditok, Scout, Panadol. *Plant* Cikarang menghasilkan produk Eporon dan Insto. *Plant* Cimanggis menghasilkan produk Insto dan Aimo. *Plant* Gersik menghasilkan produk Avta. Salah satunya *plant* padalarang terdapat dua mesin yang digunakan untuk memproduksi OBH, yaitu Mesin Fillomatic Rotary Filler & Capper Vectra 4012 SB dan Mesin Nastec, namun Mesin Fillomatic Rotary Filler & Capper Vectra 4012 SB merupakan salah mesin yang paling sering mengalami *downtime*. *Downtime* yang terjadi disebabkan karena umur mesin yang sudah tua sehingga sering menyebabkan banyak terjadinya kerusakan pada komponen mesin tersebut, selain itu juga mesin tersebut sering tidak memenuhi target *availability* yang ditetapkan oleh perusahaan. Tidak terpenuhinya target *availability* mesin itu bisa disebabkan *maintenance interval*, dan *task selection* yang kurang tepat atau tidak sesuai. Oleh karena itu untuk berdasarkan data historis dan tingkat urgensi yang tinggi Mesin Fillomatic Rotary Filler & Capper Vectra 4012 SB digunakan sebagai objek penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kebijakan perawatan yang efektif dan *maintenance interval* yang tepat. RCM (*Reliability Centered Maintenance*) digunakan untuk menentukan kebijakan perawatan yang efektif dan *maintenance interval* yang tepat. RPN digunakan untuk menentukan sistem kritis serta subsistem kritis dan didapatkan sistem kritis yaitu *mechanic* serta subsistem kritis yaitu *conveyor*, *center plate*, *capper* dan *star wheel* sehingga penelitian akan berfokus pada keempat subsistem tersebut. Dari hasil perhitungan RCM, didapatkan 10 *Scheduled On Condition Task* dan 3 *Scheduled Restoration Task* dengan total biaya *maintenance* usulan sebesar Rp 13.758.098.719,25,. Untuk mendapatkan biaya *maintenance* yang optimal dilakukan pendekatan *integer programming* maka didapat total biaya *maintenance* usulan sebesar Rp 10.931.720.460,16.

Kata Kunci : *Integer Programming, Maintenance Interval, Reliability Centered Maintenance*

Abstract

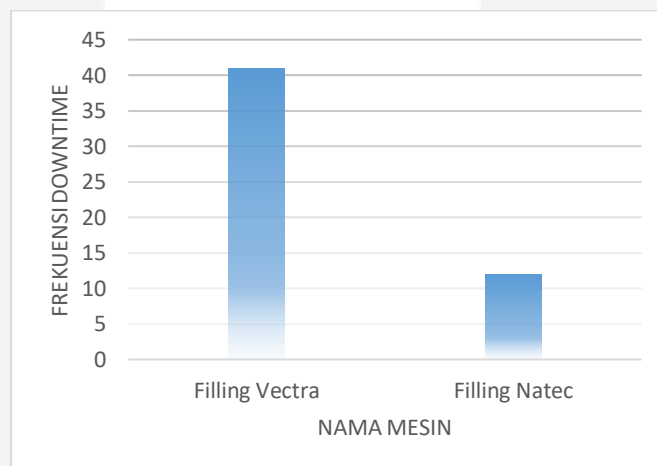
PT Combiphar is one of the largest pharmaceutical companies in Indonesia. In order to support the production process of the company split the production line into four of the plant. Plant Padalarang produce products OBH, Peditok, Scout, Panadol. Cikarang Plant produce products Eporon and Insto. Plant Cimanggis produce products Insto and Aimo. Plant Gersik produce products Avta. One plant padalarang there are two machines used for producing OBH, namely Machine Fillomatic Rotary Filler & Capper Vectra 4012 SB and Machine Nastec, but the Engine Fillomatic Rotary Filler & Capper Vectra 4012 SB is the machine that most often experience downtime. The Downtime that occurs due to the lifespan of the machine which are old and often cause a lot of damage to the engine components, in

addition to these machines often do not meet the target availability set out by the company. It did not meet the target availability of the machine it could be due to maintenance intervals, and task selection that are less appropriate or not appropriate. Therefore for based on historical data and the level of urgency high Machine Fillomatic Rotary Filler & Capper Vectra 4012 SB is used as the object of research. The purpose of this study is to determine the policy effective care and maintenance appropriate intervals. RCM (Reliability Centered Maintenance) is used to determine the policy effective care and maintenance appropriate intervals. The RPN is used to determine the critical systems and subsystems critical and achieved a critical system namely the mechanic as well as the critical subsystem that is the conveyor, center plate, capper and star wheel so that the research will focus on the four subsystems. From the results of the calculation of the RCM, obtained 10 Scheduled On Condition Task and 3 Scheduled Restoration Task with the total cost of maintenance of the proposed Rp 13.758.098.719,25,. To get the cost of an optimal maintenance approach of integer programming is then obtained the total cost of maintenance of the proposed Rp 10.931.720.460,16.

Keywords : Integer Programming, Maintenance Interval, Reliability Centered Maintenance

1. Pendahuluan

Industri Farmasi merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang produksi obat-obatan. Perkembangan teknologi yang semakin pesat menuntut industri farmasi untuk dapat memenuhi aturan cara pembuatan obat yang baik dengan tetap mengutamakan kualitas dan mutu dari produk yang dihasilkan. PT Combipharm merupakan salah satu perusahaan farmasi yang salah satu produknya bernama OBH. Dalam proses pembuatan OBH menggunakan dua mesin yaitu mesin Vectra dan Nastec. Namun berdasarkan frekuensi *downtime* mesin vectra lebih sering mengalami kegagalan dibandingkan mesin nastec, berikut merupakan histogram frekuensi *downtime* kedua mesin tersebut :



Gambar 1 Frekuensi downtime mesin Vectra dan Nastec Periode Januari 2018 – Desember 2018

Berdasarkan histogram di atas Mesin Vectra mempunyai jumlah *downtime* lebih banyak dibanding Mesin Natec. Jumlah *downtime* yang besar ini menyebabkan mesin tidak dapat mencapai target yang diinginkan setiap bulannya. Untuk mengetahui penyebab frekuensi *downtime* yang tinggi tersebut perlu dilakukannya identifikasi kerusakan yang terjadi pada sistem dan subsistem. Identifikasi kerusakan ini digunakan untuk mengetahui kebijakan perawatan apa yang tepat apabila mesin mengalami kerusakan. Salah satu metode untuk mengidentifikasi kerusakan tersebut menggunakan metode (RCM) *Reliability Centered Maintenance* .

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance merupakan "proses berbasis-nol, terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi strategi manajemen kegagalan yang diperlukan untuk memastikan aset memenuhi persyaratan utama dalam lingkungan operasionalnya dengan cara yang paling aman dan hemat biaya [1]. Tujuan pemeliharaan haruslah untuk menjaga peralatan melakukan apa pun yang diinginkan oleh pengguna, daripada mencegah kegagalan [2]. RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap aset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh pengguna dalam konteks operasionalnya [3]. Metode RCM terdapat 7 tahapan [3], yaitu :

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi,
2. Definisi batasan sistem,
3. Deskripsi sistem,
4. Penentuan fungsi dan kegagalan fungsional,
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA),
6. *Logic Tree Analysis* (LTA),
7. *Task Selection* (Pemilihan Kebijakan Perawatan).

Seperti yang disebutkan sebelumnya tujuan defenisi RCM dapat diringkas dalam dua titik berbeda [4] :

1. Menentukan strategi manajemen kegagalan untuk memastikan suatu sistem mencapai tingkat keselamatan, keandalan, kesehatan lingkungan yang diinginkan, kesiapan operasional dengan menggunakan biaya yang paling efektif.
2. Implementasi proses RCM dapat menghilangkan tugas pemeliharaan yang tidak perlu, dan dapat menghasilkan pemeliharaan yang efektif.

Tujuan utama dari implementasi proses RCM adalah menyediakan fungsi fasilitas yang dinyatakan dengan keandalan dan ketersediaan yang diperlukan dengan biaya terendah.

2.2 Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi kekritisannya dari suatu sistem. Perhitungan *Risk Priority Number* didasarkan pada nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Biasanya RPN merupakan bagian penting dari FMECA dan secara luas digunakan khususnya di industri otomotif. RPN dihitung sebagai berikut [5] :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Dimana:

Severity : Tingkat keparahan

Occurrence : Tingkat kejadian

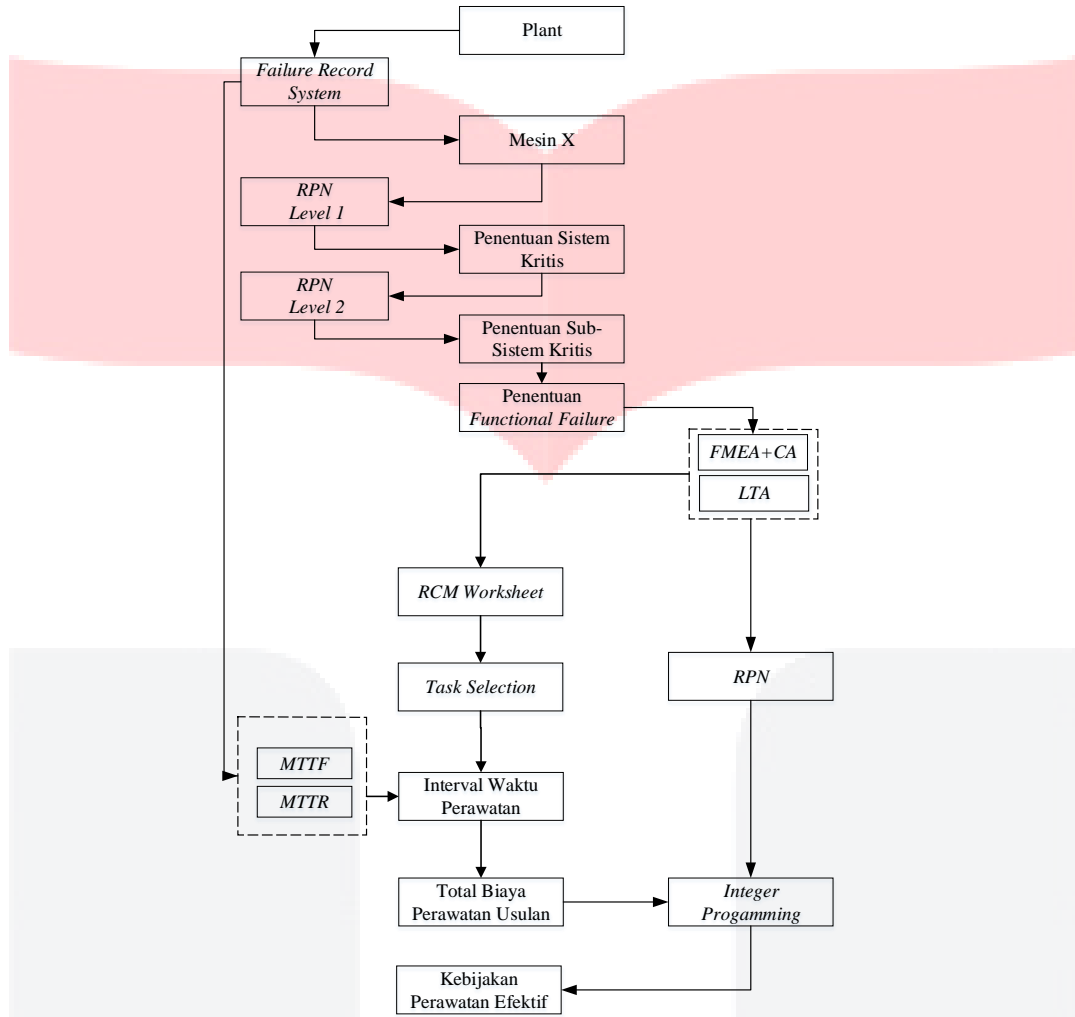
Detection : Deteksi

2.3 Integer Linier Programming

ILP pada intinya berkaitan dengan program-program linear di mana beberapa atau semua variabel memiliki nilai- nilai integer atau diskrit [6]. Pada *linear programming problem* untuk kasus memaksimumkan, nilai tujuan dari *Integer linear programming* tidak akan pernah melebihi nilai tujuan dari *linear programming* [7].

2.4 Model Konseptual

Model konseptual dimulai dari *input* awal adalah *Plant* lalu akan didapatkan data tiap kerusakan mesin melalui data historis (*Failure Record Sistem*). Mesin Vectra memiliki jumlah kerusakan yang paling banyak dibandingkan mesin nastec. Selanjutnya menentukan sistem kritis dan subsistem kritis menggunakan RPN. Setelah didapatkan subsistem kritis selanjutnya menentukan *functional failure* menggunakan FMCA dan LTA pada RCM *worksheet*. Perhitungan interval waktu perawatan didapat dari *failure record sistem* untuk subsistem yang terpilih. Hasil dari interval waktu perawatan digunakan untuk menghitung total biaya usulan yang kemudian dibandingkan dengan *output integer programming* yang sebelumnya telah didapat dari proses RPN. Segingga didapatkan kebijakan perawatan yang efektif.



Gambar 2 Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Sistem dan Subsistem Kritis

Penentuan sistem kritis dan subsistem kritis dilakukan dengan menggunakan perhitungan RPN yang didapatkan dari hasil perkalian faktor *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pada perhitungan RPN yang pertama didapatkan sistem kritis yang terpilih yaitu *mechanic* dengan nilai RPN sebesar 60.

Tabel 1 Hasil Perhitungan RPN (sistem)

No	Sistem	S	O	D	RPN
1	<i>Pneumatic</i>	3	2	3	18
2	<i>Mechanic</i>	4	5	3	60
3	<i>Electric</i>	5	3	3	45

Selanjutnya perhitungan RPN yang kedua didapatkan subsistem kritis yang terpilih yaitu *conveyor*, *star wheel*, *capper*, *center plate*. Penentuan subsistem kritis yang terpilih dari hasil RPN ditentukan berdasarkan 4 subsistem yang memiliki nilai RPN tertinggi diantara yang lainnya. Tabel 2 merupakan hasil perhitungan RPN di sistem *mechanic*.

Tabel 2 Hasil Perhitungan RPN (*subsistem*)

No	Subsistem	S	O	D	RPN
1	Conveyor	4	5	3	60
2	BallMatic	3	2	3	18
3	Motor	4	1	3	12
4	Hopper	2	2	3	12
5	Gear	3	1	3	9
6	Star Wheel	3	3	4	36
7	Capper	3	3	4	36
8	Center Plate	5	5	3	75
9	Filler	3	1	3	9

3.1 Penentuan Distribusi dan Parameter TTF (*Time To Failure*) dan TTR (*Time To Repair*)

Penentuan distribusi dan parameter untuk TTF (*Time To Failure*) dan TTR (*Time To Repair*) menggunakan *failure record sistem* Mesin Vectra selama tahun 2016-2018. Perhitungan distribusi TTF (*Time To Failure*) dan TTR (*Time To Repair*) menggunakan Uji Anderson-Darling dengan *software* Minitab 18 dan penentuan parameter TTF (*Time To Failure*) dan TTR (*Time To Repair*) menggunakan *software* Avsim+ 9.0 untuk selanjutnya dihitung MTTF dan MTTRnya .

Tabel 3 Penentuan Distribusi dan Parameter TTF

MTTF					
Subsistem	Distribusi Terpilih	Parameter		$\Gamma(1/\beta + 1)$	MTTF (Jam)
		η	β		
Conveyor	Weibull	876.37	0.59283	1.20862	1339.63
Center Plate	Weibull	1305.3	0.65274	1.35992	1775.11
Capper	Ekspensial	3138.65	-	-	3138.63
Star Wheel	Weibull	1908.59	0.5266	1.82571	3484.53

Tabel 4 Penentuan Distribusi dan Parameter TTR

MTTR					
Subsistem	Distribusi Terpilih	Parameter		$\Gamma(1/\beta + 1)$	MTTR (Jam)
		η	β		
Conveyor	Weibull	2.65209	0.82527	1.108899863	2.94
Center Plate	Ekspensial	3.08312	-	-	3.08
Capper	Ekspensial	2.54155	-	-	2.54
Star Wheel	Ekspensial	3.27667	-	-	3.28

3.2 Penentuan FMCA dan LTA

FMCA (*Failure Mode Effect Analysis+Critical Analysis*) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menentukan mode kegagalan, fungsi kegagalan, penyebab kegagalan dan egek kegagalan yang terjadi. LTA (*Logic Tree Analysis*) dilakukan untuk membuat keputusan terkait dengan tugas perawatan (*maintenance task*) dengan mengacu pada RCM *Decision Diagram*.

3.3 Penentuan Interval Waktu Perawatan

Penentuan interval waktu perawatan mengacu dari *task selection* yang terpilih untuk setiap subsistem. Berdasarkan *task selection* yang telah terpilih didapatkan *Scheduled On-Condition Task*, *Scheduled Restoration Task*.

1. *Scheduled On-Condition Task*

Perhitungan interval waktu untuk *scheduled on condition task* menggunakan setengah dari nilai P-F interval [8]. Data P-F Interval yang digunakan merupakan data MTTF dari tiap subsistem. Berdasarkan keputusan dari LTA subsistem yang termasuk dalam *scheduled on condition task* adalah *conveyor*, *center plate*, dan *star wheel*.

2. *Scheduled Restoration Task*

Perhitungan interval waktu untuk *Schedule Restoration Task* menggunakan persamaan $TM = \eta \times \left[\frac{Cm}{Cf(\beta-1)} \right]^{\frac{1}{\beta}}$ dan untuk menghitung $Cf = Cr + MTTR(Co + Cw)$ menurut [9]. Subsistem yang termasuk dalam *scheduled on restoration task* adalah *conveyor* dan *star wheel*

Tabel 5 RCM Decision Worksheet

Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task
							S1	S2	S3				
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4	
1	1	1	Y	N	N	Y	Y						
		2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
		3	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task
		4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task
2	2	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
		2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
		3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
3	3	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
		2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
		3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On Condition Task
4	4	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule on Condition Task
		2	Y	N	N	Y	Y						Schedule on Condition Task
		3	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task

Tabel 5 Interval Perawatan

OBJECT TYPE	Information Reference			Purposed Task	Interval Perawatan (Jam)	Interval Perawatan (Bulan)
	F	FF	FM			
Conveyor	1	1	1	Schedule On Condition Task	669.82	0.93
			2	Schedule On Condition Task	669.82	0.93
			3	Schedule Restoration Task	1243.21	1.73
			4	Schedule Restoration Task	1243.21	1.73
Center Plate	2	2	1	Schedule On Condition Task	887.55	1.23
			2	Schedule On Condition Task	887.55	1.23
			3	Schedule On Condition Task	887.55	1.23
Capper	3	3	1	Schedule On Condition Task	1569.32	2.18
			2	Schedule On Condition Task	1569.32	2.18
			3	Schedule On Condition Task	1569.32	2.18
Star Wheel	4	4	1	Schedule on Condition Task	1742.26	2.42
			2	Schedule on Condition Task	1742.26	2.42
			3	Schedule Restoration Task	2353.83	3.27

Tabel 6 Biaya Maintenance Usulan

OBJECT TYPE	Information Reference			Fm	CM	Total Cost
	F	FF	FM			
Conveyor	1	1	1	7	Rp 239,018,639.56	Rp 1,673,130,476.89
			2	7	Rp 239,018,639.56	Rp 1,673,130,476.89
			3	4	Rp 239,018,639.56	Rp 956,074,558.22
			4	4	Rp 239,018,639.56	Rp 956,074,558.22
Center Plate	2	2	1	6	Rp 250,577,233.92	Rp 1,503,463,403.51
			2	6	Rp 250,577,233.92	Rp 1,503,463,403.51
			3	6	Rp 250,577,233.92	Rp 1,503,463,403.51
Capper	3	3	1	3	Rp 206,537,337.40	Rp 619,612,012.21
			2	3	Rp 206,537,337.40	Rp 619,612,012.21
			3	3	Rp 206,537,337.40	Rp 619,612,012.21
Star Wheel	4	4	1	3	Rp 266,307,800.24	Rp 798,923,400.71
			2	3	Rp 266,307,800.24	Rp 798,923,400.71
			3	2	Rp 266,307,800.24	Rp 532,615,600.47
Total Biaya						Rp 13,758,098,719.25

3.4 Pendekatan *Integer Programming*

Langkah pertama adalah menghitung RPN_i yang didapat dari hasil perkalian dari perkalian faktor *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk setiap *failure mode*. Kedua yaitu menghitung RPN_{ab} yang merupakan hasil perkalian dari perkalian faktor *probability*, *occurrence* dan *detection* dari setiap *failure mode* apabila menggunakan strategi *preventive maintenance (periodeic maintenance)* dan *preventive maintenance (predictive maintenance)*. Ketiga adalah menghitung ΔRPN_{ab} untuk setiap strategi yang didapat dari hasil RPN_i-RPN_{ab}. Dan yang terakhir yaitu memasukan kedalam model *integer programming* dengan memepertimbangkan *variable cost* dan *fix cost* untuk setiap strategi yang akan diterapkan. *Variable cost* didapatkan dari *maintenance cost* eksisting dan usulan. *Maintenance cost* adalah biaya yang dikeluarkan sebagai biaya perawatan pada unit itu sendiri secara terus menerus di setiap periode selama unit beroperasi [10].

Berikut merupakan model *integer programming* :

$$\text{Max} = \Delta RPN_{ab} \cdot X_{ab}$$

$$\text{Subject to } \sum F_{ab} \cdot Y_{ab} + \sum V_{ab} \cdot X_{ab} \leq C$$

$$X_{ab} \in \{0,1\}$$

$$Y_{ab} \in \{0,1\}$$

Dimana:

a = Disebut kegagalan

b = Disebut strategi pemeliharaan

F_{ab} = Biaya strategi tetap strategi pemeliharaan (*b*) ketika diterapkan pada kegagalan (*a*) yang berbeda.

V_{ab} = Adalah biaya variabel strategi pemeliharaan (*b*) ketika diterapkan pada kegagalan (*a*)

X_{ab} = Sama dengan 1 jika strategi pemeliharaan (*b*) diterapkan pada kegagalan (*a*) ≤ *C*, jika tidak maka itu sama dengan 0.

Y_{ab} = Sama dengan 1 jika strategi pemeliharaan (*b*) diterapkan pada kegagalan (*a*) yang berbeda, jika tidak maka itu sama dengan 0.

C = Adalah anggaran biaya maksimum yang tersedia.

Sehingga didapatkan output, nilai 1 merupakan strategi yang terpilih untuk jenis kegagalan dan nilai 0 merupakan strategi yang tidak terpilih untuk dilakukannya pemeliharaan.

Tabel 7 Output *Integer Programming*

OBJECT TYPE	Failure ID	Preventive Maintenance (Periodic Maintenance)	Preventive mintenance (Predictive Maintenance)
Conveyor	1	1	0
	2	0	1
	3	1	0
	4	1	0
Center Plate	1	0	1
	2	0	1
	3	1	0
Capper	1	0	1
	2	1	0
	3	1	0
Star Wheel	1	0	1
	2	0	1
	3	0	1

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan RCM didapatkan jadwal *maintenance yang tepat* pada subsistem kritis Mesin Vectra dengan *task selection* yang terpilih 10 *Schedules On Condition Task* dan 3 *Scheduled Restoration Task*. Dengan total biaya *maintenance* eksisting sebesar Rp 22,318,732,506.28 dan total biaya *maintenance* usulan sebesar Rp 13,758,098,719.25. Sedangkan apabila menggunakan pendekatan *integer programming* didapatkan total biaya *maintenance* usulan sebesar Rp 10,931,720,460.16.

Daftar Pustaka

- [1] R. Fei, R. K. Mobley, and D. J. Wikoff, *Maintenance Engineering Handbook*, vol. 8. United States: McGraw-Hill Education - Europe, 2014.
- [2] M. Braglia, D. Castellano, and M. Frosolini, "An integer linear programming approach to maintenance strategies selection," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 30, no. 9, pp. 991–1016, 2013.
- [3] M. S. Sarashvati, J. Alhilman, S. Prodi, T. Industri, F. Teknik, and U. Telkom, "OPTIMALISASI KEBIJAKAN PERAWATAN MENGGUNAKAN METODE RCM (RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE) DAN PERENCANAAN PENGELOLAAN SUKU CADANG MENGGUNAKAN RCS (RELIABILITY CENTRED SPARES) PADA CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 SLAB STEEL PLANT DI PT KRAKATAU STEEL (Pe," vol. 4, no. 2, pp. 2916–2923, 2017.
- [4] R. Fei, R. K. Mobley, and D. J. Wikoff, *Maintenance Engineering Handbook*. 2008.
- [5] J. Moubrey, *Reliability-centred maintenance*. 1997.
- [6] N. Amin and P. Studi, "Aplikasi Integer Linear Programming (Ilp) untuk Meminimumkan Biaya Produksi pada Siaputo Aluminium," no. 2, pp. 128–135, 2017.
- [7] S. Basriati, "Integer Linear Programming dengan Pendekatan Metode Cutting Plane dan Branch and Bound untuk Optimasi Produksi Tahu," vol. 4, no. 2, pp. 95–104, 2018.
- [8] dan A. K. Reza Satya Rahmawan, Rd. Rohmat Saedudin, "Optimasi Kebijakan Perawatan Base Transceiver Station (BTS) Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," vol. 2, no. 2, pp. 4793–4799, 2015.
- [9] C. P. Prasetyo, "Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II pada Mesin Cane Cutter 1 dan 2 di Stasiun Gilingan PG Meritjan - Kediri," vol. 10, no. 2, pp. 99–107, 2017.
- [10] J. Alhilman, R. R. Saedudin, F. T. D. Atmaji, and A. G. Suryabrata, "LCC application for estimating total maintenance crew and optimal age of BTS component," *2015 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICICT 2015*, pp. 543–547, 2015.