

INTERVAL PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN DASAR KEANDALAN

**Yulien Gidion Rukmana
Hermanto**

NRP. 2512100107

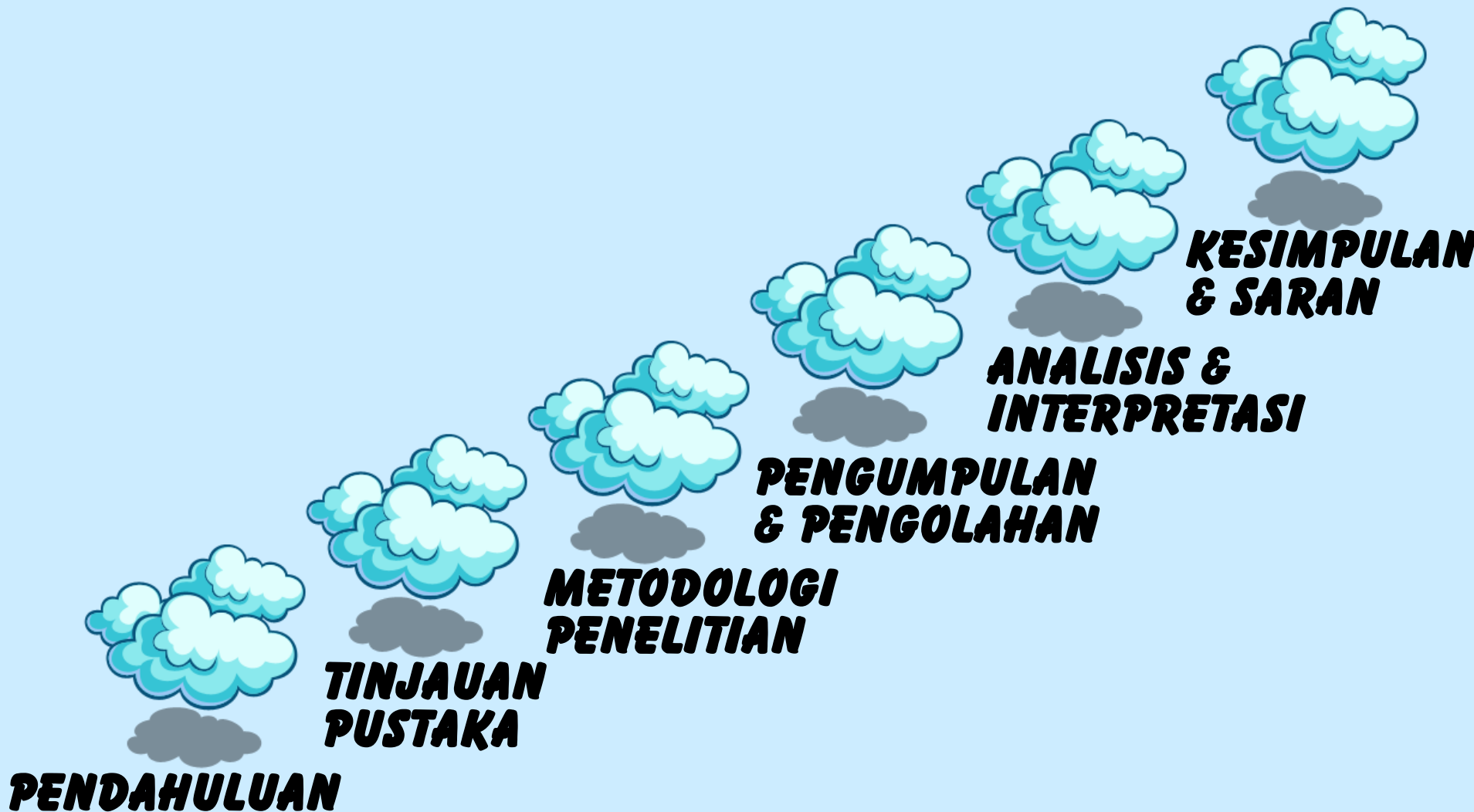
Dosen Pembimbing :

Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng

NIP. 1977 0523 2000 03 1002

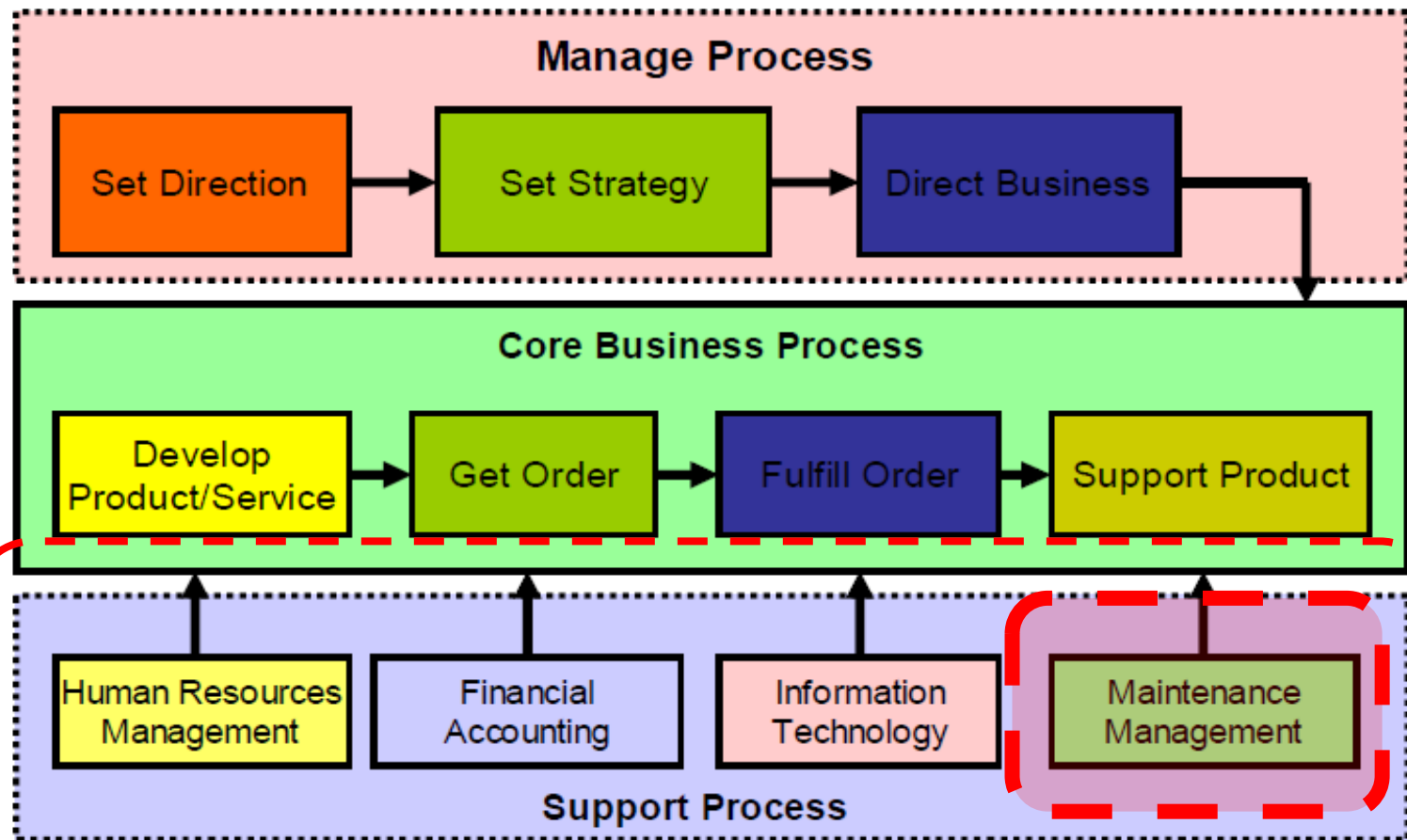


PT TRIAS SENTOSA, Tbk
FLEXIBLE PACKAGING FILM MANUFACTURER



LATAR BELAKANG

Pendekatan Business Process CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing for Open System Architecture)



W. Soebroto

LATAR BELAKANG

CIMOSA



 **PT TRIAS SENTOSA, Tbk**
FLEXIBLE PACKAGING FILM MANUFACTURER

CM PM PDM



LIFE TIME ↑

MAINTENANCE COST ↓

ANNUAL SPAREPARTS SAVING ↑

DOWNTIME ↓ **OEE** ↑

RELIABILITY ↑

OVERALL RISK ↓



PT TRIAS SENTOSA, Tbk
FLEXIBLE PACKAGING FILM MANUFACTURER

TUJUAN

1

Merencanakan perencanaan perawatan mesin yang lebih sistematis untuk mengurangi kerusakan

2

Menentukan penjadwalan maintenance yang tepat dan efisien Menurunkan dampak opportunity cost dengan cara


3

Menghitung dampak opportunity cost berdasarkan penjadwalan yang dilakukan.




MANFAAT


1

Availability dari lini produksi sebagai dampak dari penjadwalan maintenance yang tepat 

2

Utilitas dari mesin dan lini produksi sehingga target produksi dapat tercapai tanpa terhambat downtime 

3

Perencanaan aktivitas maintenance yang optimal sebagai bahan pertimbangan perencanaan strategis 



BATASAN

- Objek yang dianalisa yakni Machine Direct Order (MDO) pada lini produksi BOPP 6.
- Data kerusakan yang digunakan yakni dimulai sejak 1 September 2013 sampai 10 Juni 2016.
- Aspek penyebab kerusakan tidak dibahas.
- Pelaksanaan perawatan, tata cara pembongkaran mesin dan prosedur perawatan tidak dibahas.



ASUMSI

- Mesin sejenis memiliki karakteristik yang sama.
- Spare parts dalam kondisi tersedia saat diperlukan





**TINJAUAN
PUSTAKA**

PENDAHULUAN

JENIS
PEMELIHARAAN

KONSEP
KEANDALAN

DIAGRAM
PARETO

ALGORITMA
PENJADWALAN
PREVENTIVE
MAINTENANCE

AVAILABILITY

DISTRIBUSI
KEGAGALAN



PT TRIAS SENTOSA, Tbk
FLEXIBLE PACKAGING FILM MANUFACTURER



PENDAHULUAN

**TINJAUAN
PUSTAKA**

**METODOLOGI
PENELITIAN**

TAHAP STUDI

***STUDI LAPANGAN
STUDI KEPUSTAKAAN
PENENTUAN TUJUAN
PENELITIAN***

TAHAP PENGUMPULAN PENGOLAHAN DATA

***DATA KERUSAKAN
OPPORTUNITY COST
TIME TO FAILURE
TIME TO REPAIR***

***KOMPONEN KRITIS
IDENTIFIKASI DISTRIBUSI
MTTF MTTR
PENJADWALAN***

TAHAP ANALISIS DAN INTERPRETASI

***RELIABILITY
INTERVAL PERAWATAN
AVAILABILITY
JADWAL TERBARU***

TAHAP FINAL

***REKOMENDASI
PENJADWALAN***

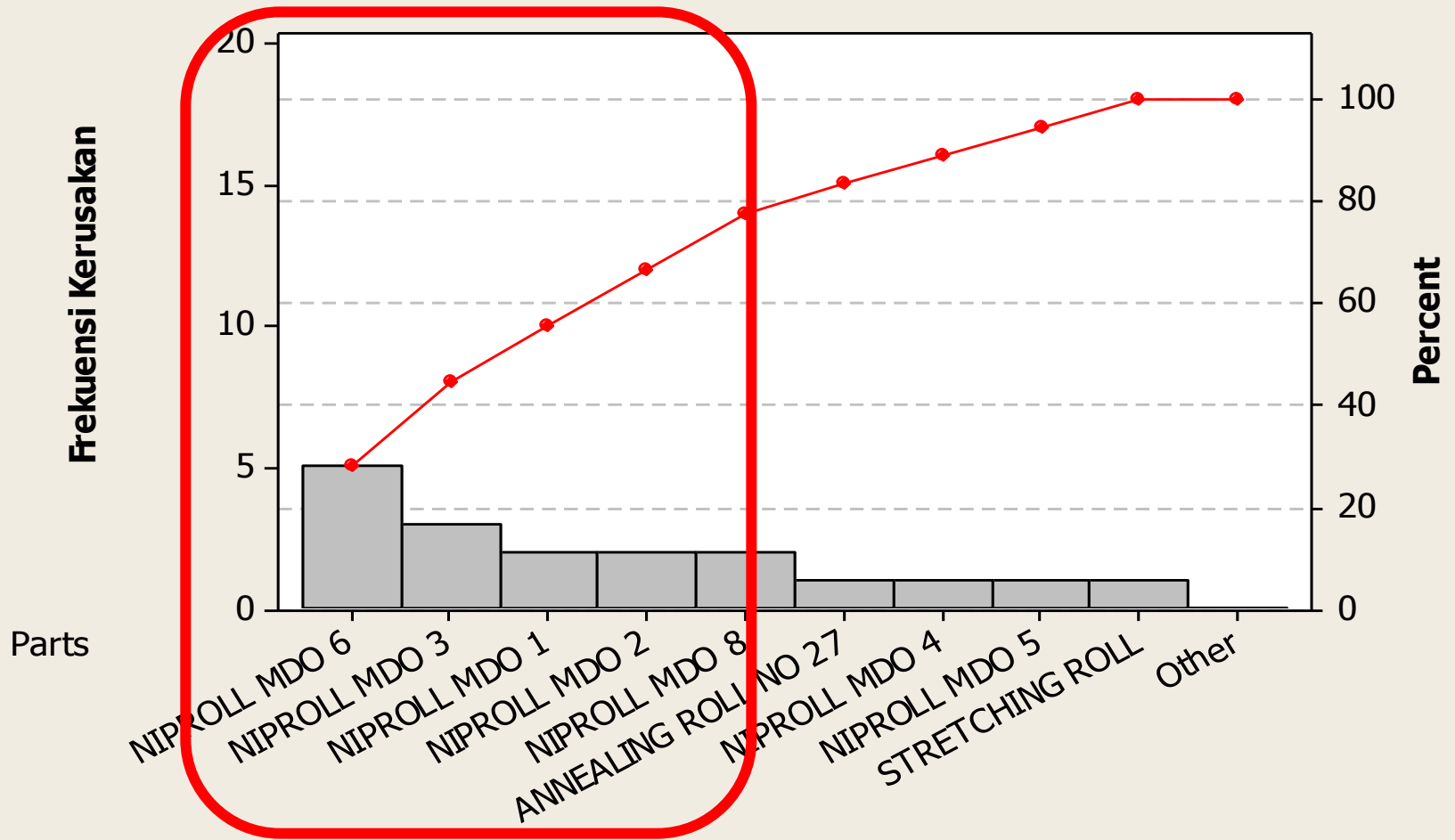


DATA KERUSAKAN

PARTS	FREKUENSI KERUSAKAN
NIPROLL MDO 6	5
NIPROLL MDO 3	3
NIPROLL MDO 1	2
NIPROLL MDO 2	2
NIPROLL MDO 8	2
STRETCHING ROLL	1
NIPROLL MDO 4	1
NIPROLL MDO 5	1
ANNEALING ROLL NO 27	1
NIPROLL MDO 7	0

KOMPONEN KRITIS

Pareto Chart Komponen MDO



TTF DAN TTR

Time to Failure				
Nip Roll MDO No 1	Nip Roll MDO No 2	Nip Roll MDO No 3	Nip Roll MDO No 6	Nip Roll MDO No 8
2208	3096	3168	7226	13824
3888	9386,5	2616	712,5	4944
		11739	1039	
			7768,5	
			6720	
Time to Repair				
Nip Roll MDO No 1	Nip Roll MDO No 2	Nip Roll MDO No 3	Nip Roll MDO No 6	Nip Roll MDO No 8
0,03	0,05	0,07	0,13	0,2
0,12	0,18	0,1	0,15	0,27
		0,25	0,17	
			0,22	
			0,3	

PARAMETER DISTRIBUSI

Komponen	Distribusi dan Parameter TTF		
	Distribusi	Beta	Eta
NIPROLL MDO 6	Weibull 2	0,9686	5122,4889
NIPROLL MDO 3	Weibull 2	1,3363	6481,2762

Komponen	Distribusi dan Parameter TTR		
	Distribusi	Beta	Eta
NIPROLL MDO 6	Weibull 2	0,9824	2,4758
NIPROLL MDO 3	Weibull 2	1,2761	7,5156

PERHITUNGAN *RELIABILITY*

- $R(1000)$ Nip Roll 6, Distribusi Weibull 2

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m}$$

$$R(1000) = e^{-\left(\frac{1000}{5122,4889}\right)^{0,9686}}$$

$$R(1000) = 0,8142$$

- $R(500)$ Nip Roll 3, Distribusi Weibull 2

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m}$$

$$R(3000) = e^{-\left(\frac{3000}{6481,2762}\right)^{1,3363}}$$

$$R(3000) = 0,698821081$$

PERHITUNGAN MTTF

- MTTF Nip Roll 6, Distribusi Weibull 2

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{m} + 1\right)$$

$$MTTF = 5122,4889 \cdot \Gamma\left(\frac{1}{0,9686} + 1\right)$$

$$MTTF = 5194,9$$

- MTTF Nip Roll 3, Distribusi Weibull 2

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{m} + 1\right)$$

$$MTTF = 6481,2762 \cdot \Gamma\left(\frac{1}{1,3363} + 1\right)$$

$$MTTF = 5954,250422$$

PERHITUNGAN MTTR

- MTTR Nip Roll 6, Weibull 2 Parameter

$$MTTR = \theta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{m} + 1\right)$$

$$MTTR = 2,4758 \cdot \Gamma\left(\frac{1}{0,9824} + 1\right)$$

$$MTTR = 2,4949$$

- MTTR Nip Roll 3, Weibull 2 Parameter

$$MTTR = \theta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{m} + 1\right)$$

$$MTTR = 7,5156 \cdot \Gamma\left(\frac{1}{1,2761} + 1\right)$$

$$MTTR = 6,968$$

INPUT ALGORITMA PM

No	Komponen	MTTF	MTTR
1	Niproll 6	5195	3
2	Niproll 3	5954	7

ALGORITMA PM

Mesin	1			2			3			4			5			6		
	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair
Nip Roll 6	0	5195	3	5198	5958		5965	10400	3	10403	11923		11930	15605	3	15608	17888	
Nip Roll 3	0	5195		5198	5958	7	5965	10400		10403	11923	7	11930	15605		15608	17888	7
Mesin	1			2			3			4			5			6		
	Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF		
Nip Roll 6	5195			5195			4435			5195			3675			5195		
Nip Roll 3	5955			760			5955			1520			5955			2280		

PROPOSED PM AWAL

Schedule	Repair	Duration	Finish	Day	Month	Date	Hour	Nip Roll 6	Nip Roll 3
1	5195	3	5198	217	Maret	5	13	v	-
2	5958	7	5965	249	April	6	18	-	v
3	10400	3	10403	434	Oktober	8	16	v	-
4	11923	7	11930	497	Desember	10	5	-	v
5	15605	3	15608	651	Mei	13	19	v	-
6	17888	7	17895	746	Agustus	16	16	-	v
Total Repair (Hour)			30						
Opportunity Lost per hour			Rp 286.288.218,88	Asumsi : Jika diimplementasikan sejak awal Agustus 2016					
Total Opportunity Lost			Rp 8.588.646.566,40						

Opportunity Cost = Rp 2.507.884.797.367 / (365 x 24 jam)

Opportunity Cost = Rp 2.507.884.797.367 / (8760 jam)

Opportunity Cost = Rp 286.288.218,88 /jam

AVAILABILITY & OPPORTUNITY COST

SESUDAH (Maintenance sesuai MTTF) #MTTR Perhitungan						
No	Mesin	MTTF	MTTR	Availability	Unavailability	Opportunity Cost
1	Nip Roll 6	5195	3	99,97%	0,03%	Rp 74.758,64
2	Nip Roll 3	5955	7	99,97%	0,04%	Rp 99.831,50
TOTAL Opportunity Cost						Rp 174.590,14
SEBELUM (Maintenance 4 bulan sekali) #TTR Eksisting						
No	Mesin	MTTF	TTR	Availability	Unavailability	Opportunity Cost
1	Nip Roll 6	2920	1	99,97%	0,03%	Rp 98.010,35
2	Nip Roll 3	2920	1	99,97%	0,03%	Rp 98.010,35
TOTAL Opportunity Cost						Rp 196.020,70

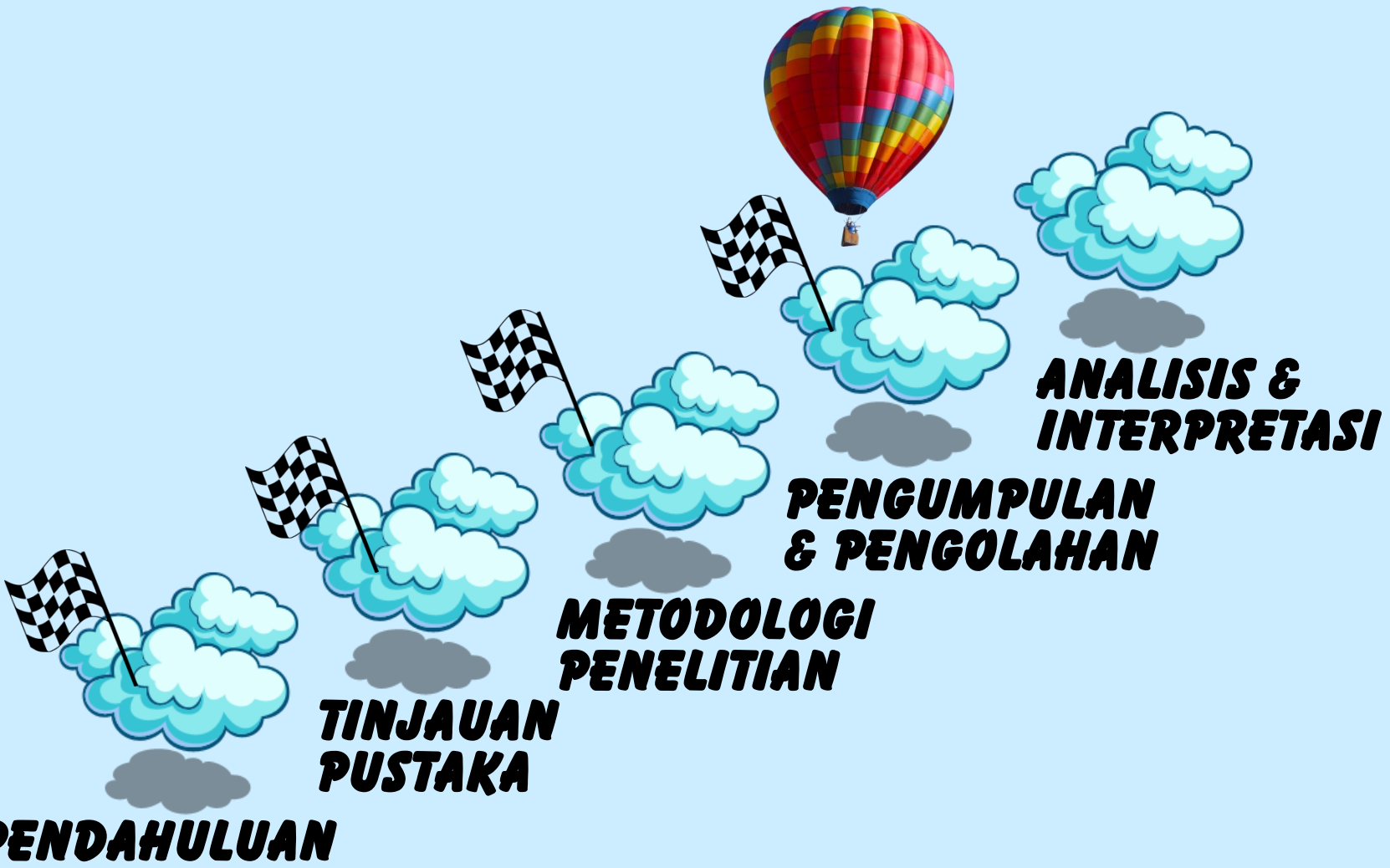
$$A(\text{Nip Roll 6}) = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{5195}{5195 + 5955} = 99,97\%$$

ADJUSTMENT PM TTR

SESUDAH (Maintenance sesuai MTTF) #TTR perawatan eksisting						
No	Mesin	MTTF	MTTR	Availability	Unavailability	Opportunity Lost
1	Nip Roll 6	5195	1	99,981%	0,019%	Rp 55.097,81
2	Nip Roll 3	5955	1	99,983%	0,017%	Rp 48.067,20
TOTAL Opportunity Cost						Rp 103.165,01

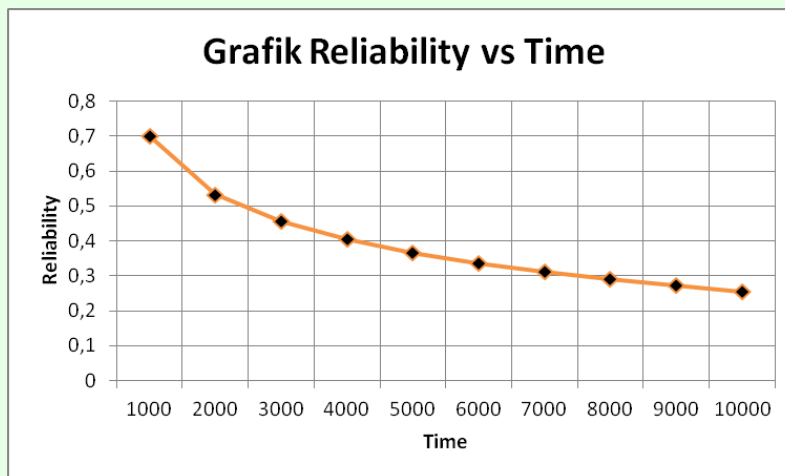
JADWAL PM OPTIMUM

Schedule	Repair	Duration	Finish	Day	Month	Date	Hour	Nip Roll 1	Nip Roll 2	Nip Roll 8	Nip Roll 6	Nip Roll 3
1	2000	1	2001	84	Oktober	23	16	v	-	-	-	-
2	4001	1	4002	167	Januari	14	7	v	-	-	-	-
3	6002	1	6003	251	April	8	22	v	-	-	-	-
4	8003	1	8004	334	Juni	30	13	v	-	-	-	-
5	10004	1	10005	417	September	21	4	v	v	-	-	-
6	10080	1	10081	420	September	24	0	-	-	v	-	-
7	12006	1	12007	501	Desember	14	18	v	-	-	-	-
8	14007	1	14008	584	Maret	7	9	v	-	-	-	-
9	15397	1	15398	642	Mei	4	11	-	-	-	v	-
10	16009	1	16010	668	Mei	31	23	v	-	-	-	-
11	18010	1	18011	751	Agustus	21	14	v	-	-	-	-
12	20011	1	20012	834	November	12	5	v	-	-	-	-
13	20087	1	20088	837	November	15	1	-	v	-	-	-
14	20155	1	20156	840	November	18	5	-	-	-	-	v
Total Repair (Hour)			14									
Opportunity Lost per hour			Rp 286.288.218,88									
Total Opportunity Lost			Rp 4.008.035.064,32									



ANALISA – FUNGSI KEANDALAN

- Nilai keandalan atau *reliability* semakin menurun seiring berjalannya waktu, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu operasi komponen maka peluang komponen tersebut untuk beroperasi sesuai dengan fungsinya akan semakin mengecil



ANALISA – AVAILABILITY

- ***Proposed maintenance schedule*** (Jadwal awal) memberikan dampak *opportunity cost* lebih mahal dari jadwal perbaikan dan perawatan eksisting

[Rp174.590,14 < Rp196.020,70]

SESUDAH (Maintenance sesuai MTTF) #TTR perawatan eksisting						
No	Mesin	MTTF	MTTR	Availability	Unavailability	Opportunity Lost
1	Nip Roll 6	5195	1	99,981%	0,019%	Rp 55.097,81
2	Nip Roll 3	5955	1	99,983%	0,017%	Rp 48.067,20
TOTAL Opportunity Cost						Rp 103.165,01

PROPOSED PM VS INTEGRATED PM

- *Proposed* PM memberikan *opportunity cost* lebih besar, *integrated* PM lebih kecil.

Total Repair (Hour)	30
Opportunity Lost per hour	Rp 286.288.218,88
Total Opportunity Lost	Rp 8.588.646.566,40

VS

Total Repair (Hour)	6
Opportunity Lost per hour	Rp 286.288.218,88
Total Opportunity Lost	Rp 1.717.729.313,28



PENDAHULUAN

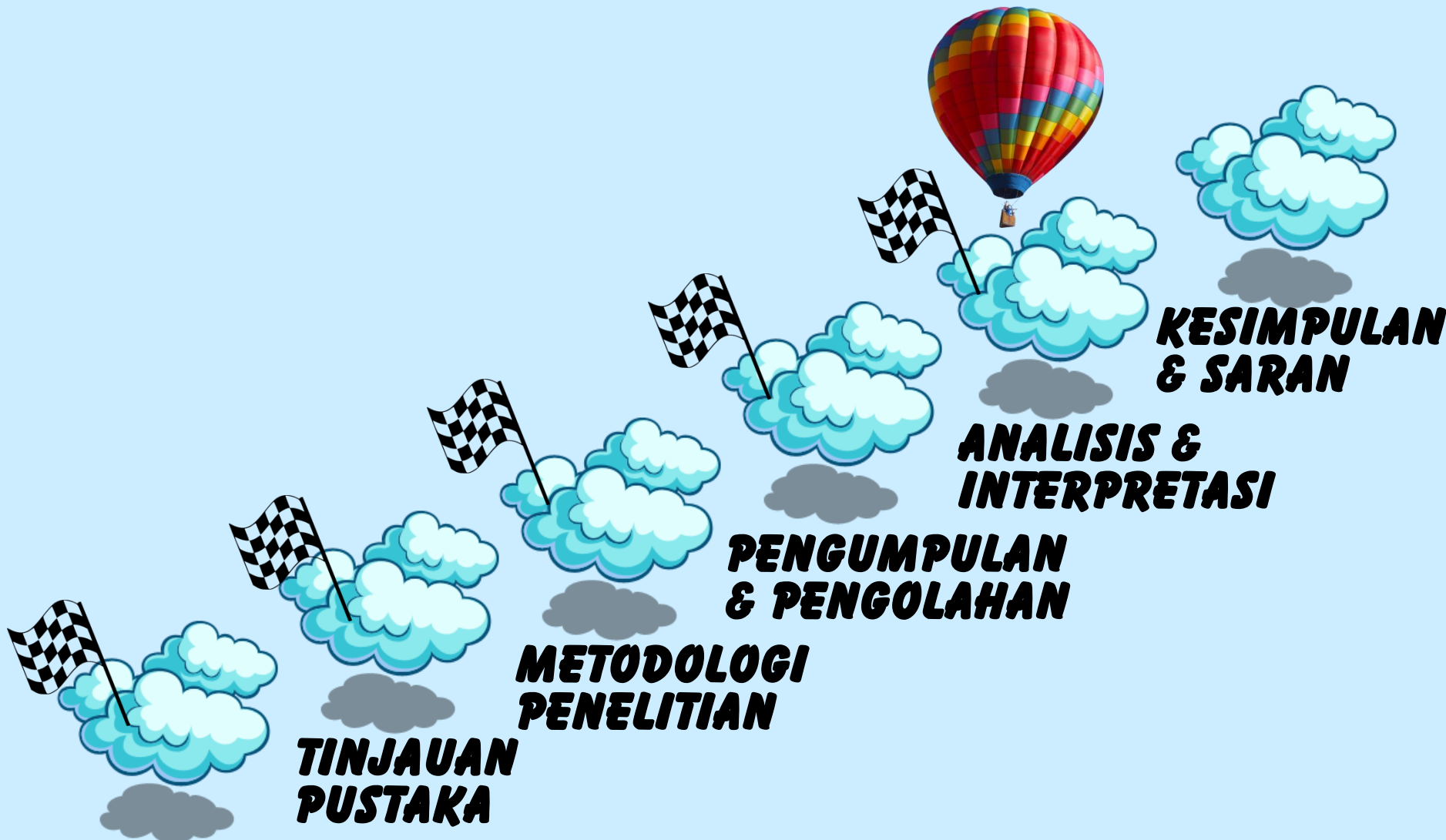
**TINJAUAN
PUSTAKA**

**METODOLOGI
PENELITIAN**

**PENGUMPULAN
& PENGOLAHAN**

**ANALISIS &
INTERPRETASI**

**KESIMPULAN
& SARAN**



KESIMPULAN

- Komponen Kritis yang perlu ditangani yakni **Nip Roll 1, 2, 3, 6, dan 8** dan hanya **77,78%** dampak yang dapat diatasi, hanya 2 komponen yang diproses sebagai penjadwalan.
- **Nilai keandalan yang tinggi** berdampak pada nilai **opportunity cost yang rendah** sehingga hasil penjadwalan terbaru akan memberikan dampak opportunity cost yang rendah
- Jadwal yang direkomendasikan yakni jadwal hasil dari integrasi dari *time to repair* eksisting ke dalam *proposed maintenance schedule*



SARAN – PENELITIAN SELANJUTNYA

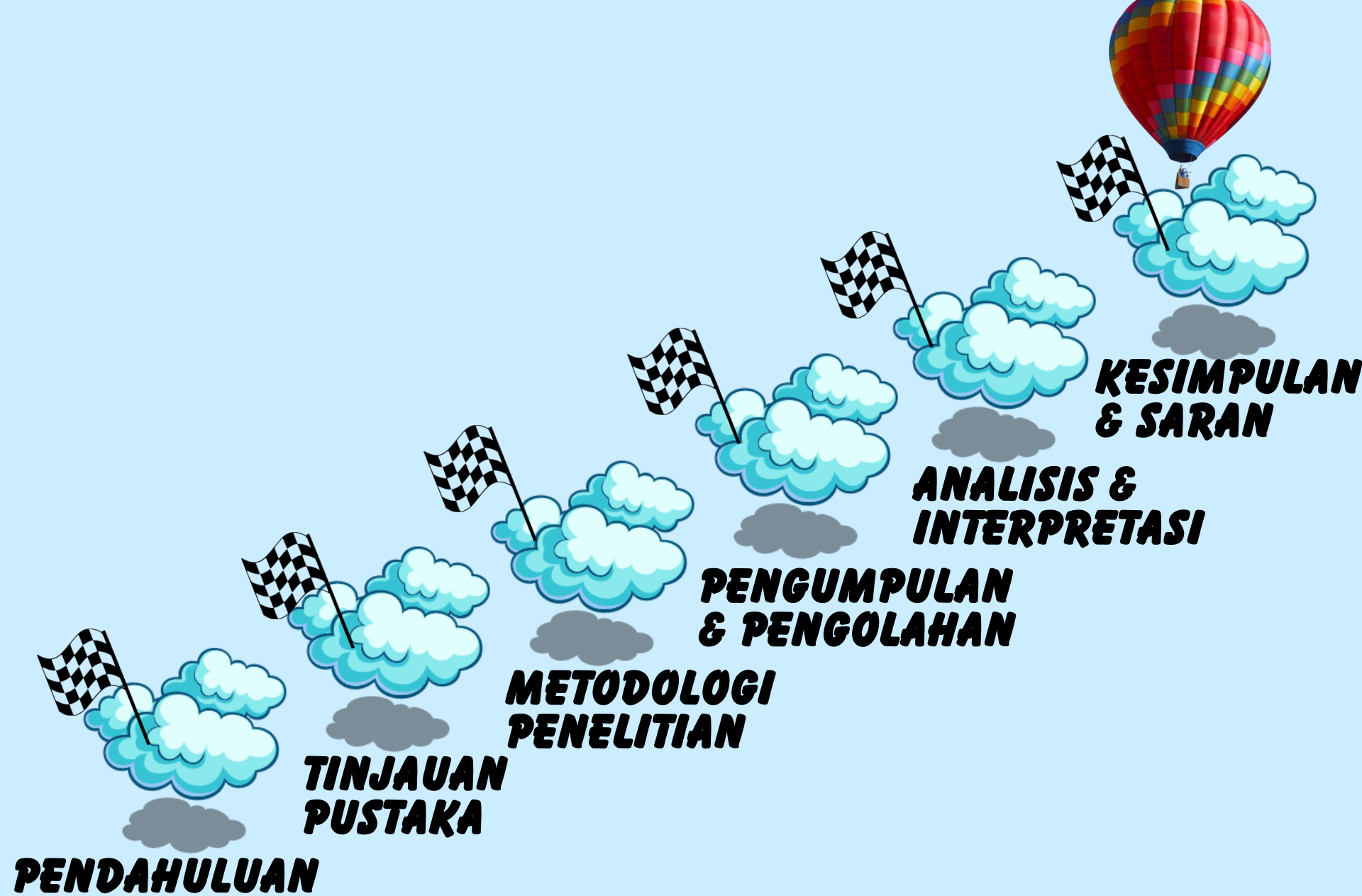
- Penelitian ini **belum melibatkan penjadwalan preventive maintenance** yang optimal untuk **mendukung target produksi** yang ada
- Penelitian berikutnya diharapkan dapat **memberikan model simulasi** dalam sebuah software misalnya dalam Ms. Excel



SARAN – PIHAK PERUSAHAAN

- Divisi Maintenance hendaknya tetap selalu melakukan **record data maintenance secara terperinci** khususnya pada **time to failure** dan **time to repair**
- **Metode yang digunakan** dalam penelitian ini berdasarkan **event occurane**. Apabila digunakan sebagai cauan, **diperlukan iterasi setiap tahun**
- Apabila hendak menggunakan metode ini, maka **format pencatatan time to failure pada software SAP perlu dikonversi menjadi satuan jam** dan bukan dalam bentuk tanggal kerusakan







DAFTAR PUSTAKA

- Afefy, I. H., 2010. Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application : A Case Study. *Scientific Research*, Volume II, pp. 863-873.
- Dhillon, B. S. & Reiche, H., 1985. *Reliability and Maintainability Management*. New York: Van Nostrand Reinhold Compsny Inc..
- Groover, M. P., 2001. *Automation, Production System, and Computer-Integrated Manufacturing*. 2nd ed. s.l.:Upper Sadle River: Prentice Hall.
- Hameed, A., Khan, F. & Ahmed, S., 2016. A Risk-Based Shutdown Inspection and Maintenance Interval Estimation Considering Human Error. *Process Safety and Environmental Protection*, pp. 9-21.
- Hamsi, A., 2012. Studi Preventive Maintenance pada Sistem Angkat dan Turun (Hoisting System) Anode Baking Crane di PT. INALUM dengan Kapasitas Angkat 6.780 Ton dan Tinggi Angkat 7,5 Meter. *Jurnal Dinamis*, II(10), pp. 19-22.
- Islamidina, F., Sugiono & Efranto, R. Y., 2013. *Implementasi Teknik Keandalan untuk Mengoptimalkan Interval Perawatan pada Sistem Coal Feeder (Studi Kasus: PT PJB UP Paiton)*, Malang: Universitas Brawijaya.
- Kenne, J. P., Gharbi, A. & Nodem, F. I. D., 2010. Preventive Maintenance and Replacement Policies for Deteriorating Manufacturing Systems. pp. 98-103.

- Lewis, E. E., 1987. *Introduction to Reliability Engineering*. Canada: John & Wiley Sons.
- Lynch, P., Adendorff, K., Yadavalli, V. & Adetunji, O., 2013. Optimal Spares and Preventive Maintenance Frequencies for Constrained Industrial Systems. *Computers & Industrial Engineering*, Issue 65, pp. 378-387.
- Matondang, N., Ishak, A. & P, P. O., 2013. Perancangan Sistem Perawatan Mesin Dengan Pendekatan Reliability Engineering Dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Pada PT XXX. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, III(1), pp. 52-56.
- Montgomery, D. C., 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. 6th ed. Jefferson: John Wiley & Sons, Inc.
- Moubray, J., 1997. *Reliability-Centred Maintenance*. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Nejad, A. R., Gao, Z. & Moan, T., 2014. Fatigue Reliability-Based Inspection and Maintenance Planning of Gearbox Components in Wind Turbine Drivetrains. pp. 248-257.
- Novarina, E. R., 2009. *Sistem Perawatan Berbasis Pencegahan Menurut Rancangan Modularity Task dalam Upaya Penurunan Biaya Perawatan pada PT Cakra Compact Aluminium Industries*, Medan: Universitas Sumatera Utara.

PCP, K., 2002. Evolution of “Asset Management”. pp. 1-11.

Prasetyawan, Y., 2011. *Penjadwalan Pemeliharaan Sederhana Berdasarkan Prinsip Preventive Maintenance*. Surabaya, Fakultas Teknologi Industri - ITS.

PT Trias Sentosa, 2010. *PT TRIAS SENTOSA, tbk*. [Online]
Available at: <http://www.trias-sentosa.com/company/index/>
[Accessed 11 July 2016].

Rahimdel, M. J., Ataei, M., Khalokakei, R. & Hoseinie, S. H., 2013. Reliability-Based Maintenance Scheduling of Hydraulic System of Rotary Drilling Machines. *International Journal of Mining Science and Technology*, Issue 23, pp. 771-775.

Regattieri, A., Giazzi, A., Gamberi, M. & Gamberini, R., 2015. An Innovative Method to Optimize The Maintenance Policies in an Aircraft : General Framework and Case Study. *Journal of Air Transport Management*, Issue 44-45, pp. 8-20.

Sarker, B. R. & Faiz, T. I., 2016. Minimizing Maintenance Cost for Offshore Wind Turbines following Multi-level Opportunistic Preventive Strategy. *Renewable Energy*, pp. 104-113.

- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B. & Desai, S., 2013. Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop : A Case Study. *Chemical, Civil and Mechanical Engineering Tracks of 3rd Nirma University International Conference on Engineering*, Issue 51, pp. 592-599.
- Soebroto, W., 2008. *Presentation Pengantar Teknik Industri.pdf*, Surabaya: s.n.
- Tarigan, P., Ginting, E. & Siregar, I., 2013. Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance dengan Modularity Design pada PT. RXZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, III(3), pp. 35-39.
- Wolde, M. t. & Ghobbar, A. A., 2013. Optimizing Inspection Intervals - Reliability and Availability in Terms of A Cost Model : A Case Study on Railway Carriers. *Reliability Engineering and System Safety*, Issue 114, pp. 137-147.











SESUDAH (Maintenance sesuai dengan MTTF) #dengan MTTR Perhitungan							SESUDAH (Maintenance sesuai dengan MTTF) #dengan TTR perawatan eksisting					
No	Mesin	MTTF	MTTR	A	UA	Opportunity Cost	MTTF	TTR	A	UA	Opportunity Cost	
1	Nip Roll 1	2000	1	99,950%	0,050%	Rp 143.072,57	2000	1	99,950%	0,050%	Rp 143.072,57	
2	Nip Roll 2	10000	8	99,920%	0,080%	Rp 228.847,50	10000	1	99,990%	0,010%	Rp 28.625,96	
3	Nip Roll 8	10075	4	99,960%	0,040%	Rp 113.617,71	10075	1	99,990%	0,010%	Rp 28.412,88	
4	Nip Roll 6	15314	4	99,974%	0,026%	Rp 74.758,64	15314	1	99,993%	0,007%	Rp 18.693,32	
5	Nip Roll 3	20067	7	99,965%	0,035%	Rp 99.831,50	20067	1	99,995%	0,005%	Rp 14.265,91	
TOTAL Opprtunity Cost						Rp 660.127,92	TOTAL Opprtunity Cost				Rp 233.070,64	
SEBELUM (Maintenance setiap 4 bulan sekali) #dengan MTTR Perhitungan							SEBELUM (Maintenance setiap 4 bulan sekali) #dengan TTR Eksisting					
No	Mesin	MTTF	MTTR	A	UA	Opportunity Cost	MTTF	TTR	A	UA	Opportunity Cost	
1	Nip Roll 1	2920	1	99,966%	0,034%	Rp 98.010,35	2920	1	99,966%	0,034%	Rp 98.010,35	
2	Nip Roll 2	2920	8	99,727%	0,273%	Rp 782.208,25	2920	1	99,966%	0,034%	Rp 98.010,35	
3	Nip Roll 8	2920	4	99,863%	0,137%	Rp 391.639,15	2920	1	99,966%	0,034%	Rp 98.010,35	
4	Nip Roll 6	2920	4	99,863%	0,137%	Rp 391.639,15	2920	1	99,966%	0,034%	Rp 98.010,35	
5	Nip Roll 3	2920	7	99,761%	0,239%	Rp 684.666,05	2920	1	99,966%	0,034%	Rp 98.010,35	
TOTAL Opprtunity Cost						Rp 2.348.162,95	TOTAL Opprtunity Cost				Rp 490.051,73	