

*Tugas Akhir*

**PENJADWALAN PERAWATAN PENCEGAHAN *RUBBER*  
*TYRED GANTRY* UNTUK MINIMASI *DOWNTIME***

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



**Disusun Oleh :**

**NUR SYAHIDATUL UMMI**

**D071181308**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2021**

*Tugas Akhir*

**PENJADWALAN PERAWATAN PENCEGAHAN *RUBBER*  
*TYRED GANTRY* UNTUK MINIMASI *DOWNTIME***

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



**Disusun Oleh :**

**NUR SYAHIDATUL UMMI**

**D071181308**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir :

### **PENJADWALAN PERAWATAN PENCEGAHAN *RUBBER TYRED* *GANTRI* UNTUK MINIMASI *DOWNTIME***

Disusun Oleh :

**NUR SYAHIDATUL UMMI**

**D071 18 1 308**

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Dr. Eng. Farid Mardin, ST., MT., M.Sc**

**Ir. A. Besse Rivani Indah, ST., MT., IPM**

NIP. 19700710 200212 1 001

NIP. 19891201 201903 2 013

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



**Dr. Ir. Saiful, S.T., MT., IPM**

NIP. 19819696 200604 1 004

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Nur Syahidatul Ummi  
NIM : D071181308  
Program Studi : Teknik Industri  
Jenjang : S1  
Judul Skripsi : *Penjadwalan Perawatan Pencegahan Rubber Tyred Gantry untuk Minimasi Downtime*

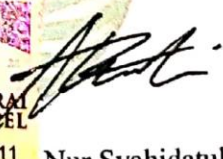
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil, pemikiran, dan pemaparan asli dari saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan orang lain atas sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, 19 September 2022  
Yang membuat pernyataan



  
Nur Syahidatul Ummi

## ABSTRAK

Pemeliharaan merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Hal ini dikarenakan alat yang digunakan perusahaan sangat penting atau dapat dikatakan memiliki peranan sangat penting dalam berjalannya suatu sistem baik itu produksi maupun jasa. PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) mencatat realisasi arus kunjungan kapal secara total pada triwulan 1 tahun 2021 sebesar 19.438 call atau meningkat 7,23 persen dibandingkan periode sama tahun lalu. Meningkatnya kegiatan bongkar muat peti kemas ini mengharuskan kesiapan dari alat bongkar itu sendiri terkhusus pada *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang diharapkan agar selalu dalam keadaan prima. Pada penelitian kali ini akan dibahas mengenai penjadwalan perawatan pencegahan *rubber tyred gantry* untuk minimasi *downtime* dengan menggunakan metode *age replacement*. Hasil penelitian menunjukkan Jadwal *maintenance* yang didapat pada RTG 09 untuk komponen *Engine* yakni tiap 45 hari sedangkan pada komponen *Hoist* yakni tiap 96 hari. Selanjutnya pada RTG 13 untuk komponen *Engine* yakni tiap 54 hari sedangkan pada komponen *Hoist* yakni tiap 160 hari. Terakhir pada RTG 18 untuk komponen *Trolley* yakni tiap 24 hari sedangkan pada komponen *Engine* yakni tiap 9 hari. Usulan penjadwalan dari ketiga mesin tersebut menimbulkan penurunan ekspektasi *downtime* sebesar 18% dari total ekspektasi *downtime* dari jadwal perawatan saat ini.

**Kata Kunci :** Pemeliharaan, perawatan pencegahan, *age replacement*





## **ABSTRACT**

*Maintenance is one of the most important activities in a company. This is because the tools used by the company are very important or can be said to have a very important role in the running of a system, both production and services. PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) recorded the realization of the total flow of ship visits in the first quarter of 2021 at 19,438 calls, an increase of 7.23 percent compared to the same period last year. The increase in loading and unloading activities for containers requires the readiness of the unloading equipment itself, especially the Rubber Tyred Gantry (RTG), which is expected to always be in top condition. In this study, we will discuss the scheduling of preventive maintenance on rubber tyred gantry to minimize downtime using the age replacement method. The results showed that the maintenance schedule obtained on RTG 09 for the Engine component is every 45 days, while the Hoist component is every 96 days. Furthermore, the RTG 13 for the Engine component is every 54 days while the Hoist component is every 160 days. Finally, on RTG 18 for the Trolley component, which is every 24 days, while for the Engine component, which is every 9 days, the proposed scheduling of the three machines causes a decrease in downtime expectations by 18% of the total expected downtime from the current maintenance schedule.*

**Keywords :** *Maintenance, preventive maintenance, age replacement*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT, serta shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah ke haribaan Nabi Muhammad SAW. Berkat segala rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Penjadwalan Perawatan Pencegahan *Rubber Tyred Gantri* untuk Minimasi *Downtime*”

Tugas akhir ini dapat selesai berkat bantuan baik pikiran, tenaga, dukungan, maupun doa dari banyak pihak. Pada halaman kata pengantar ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT sebagai pemberi rahmat dan pengabul doa-doa penulis hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Ahmad Surya dan Ibunda Surianti serta kedua adik saya Dwi Aulia Afrika dan Muh. Faiz Isham sebagai pendukung yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Saiful, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Departemen Teknik Industri FT-UH.
4. Bapak Dr. Eng. Farid Mardin, S.T., M.T., M.Sc selaku pembimbing I dan Ibu Ir. A.Besse Riyani Indah, S.T., M.T., IPM selaku pembimbing II yang senantiasa dengan sabar meluangkan waktu serta memberi bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Rusman, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng dan bapak Dr. Ir. Syarifuddin M.Parenreng, S.T., M.T., IPU selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir ini.
6. Bapak/Ibu Dosen serta Staf Departemen Teknik Industri FT-UH yang telah berjasa dalam membantu penulis menyelesaikan masa studinya.
7. Teman-teman FEAZ18LE yang berjuang bersama dari maba serta membantu penulis dalam dunia perkuliahan.
8. Teman-teman asisten Laboratorium Manufaktur yang memberikan *support* serta menjadi *partner* dalam lab.
9. Teman – teman komunitas *online*, khususnya Kak Yohanes yang senang tiasa mengingatkan serta tanpa bosan memberikan *support* sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan cepat dan tepat waktu
10. Sahabatku, Devy Oktavianti, A. Alif Mustafa, Amelinda, A. Afifah Nurul Izzah, Dalim Satrio, Aliyah Rofifah, Nur Afifah Jafar, Widya Dwi Wahyuni yang selalu membantu serta memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu
12. *Last but no least, I wanna thank me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off.*

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk membangun dan menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.



Gowa, 19 September 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN .....	2
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Penjadwalan .....	9
2.2 Pemeliharaan atau Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	10
2.2.1 Definisi <i>Maintenance</i> .....	10
2.2.2 Tujuan <i>Maintenance</i> .....	11
2.2.3 Jenis <i>Maintenance</i> .....	12
2.3 Klasifikasi ABC.....	14
2.4 Keandalan ( <i>Reliability</i> ).....	15
2.5 MTTR (Mean time to repair) dan MTTF (Mean time to failure).....	17
2.6 Metode Age Replacement .....	18
2.7 <i>Rubber Tyred Gantri</i> (RTG) .....	21
2.8 Penelitian Terdahulu .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24

3.1	Objek dan Waktu Penelitian .....	24
3.2	Jenis Data .....	24
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	25
3.4	Prosedur Penelitian.....	25
3.4.1	Tahap Pendahuluan .....	25
3.4.2	Tahap Pengambilan Data .....	25
3.4.3	Tahap Pengolahan Data.....	26
3.4.4	Tahap Analisa dan Pembahasan.....	26
3.4.5	Tahap Penarikan Kesimpulan .....	26
3.5	Flow Chart Penelitian .....	27
3.6	Kerangka Pikir Penelitian.....	29
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....		31
4.1	Pengumpulan Data .....	31
4.1.1.	Pengumpulan Data <i>Breakdown</i> serta Kerusakan Mesin .....	31
4.1.2.	<i>Preventive Maintenance</i> Perusahaan (TTRp) .....	35
4.2	Pengolahan Data .....	38
4.2.1.	Penentuan Komponen Kritis .....	38
4.2.2.	Perhitungan <i>Time To Repair</i> (TTR) dan <i>Time To Failure</i> (TTF) ...	41
4.2.3.	Uji Kesesuaian Distribusi.....	44
4.2.4.	Perhitungan <i>Mean Time To Failure</i> (MTTF).....	48
4.2.5.	Perhitungan <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR) .....	51
4.2.6.	Perhitungan <i>Age Replacement</i> .....	58
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		68
5.1.	Analisa Mesin Kritis serta Komponen Kritis.....	68
5.2	Analisa Jadwal <i>Maintenance</i> berdasarkan <i>Downtime</i> Terendah .....	69
5.3	Analisa Perbandingan <i>Preventive Maintenance</i> Aktual serta Usulan .....	71
BAB VI PENUTUP .....		75
6.1	Kesimpulan.....	75
6.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA .....		77

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	22
Tabel 4. 1 Total <i>Breakdown</i> RTG.....	31
Tabel 4. 2 Data <i>Downtime</i> RTG 09.....	32
Tabel 4. 3 Data <i>Downtime</i> RTG 13.....	33
Tabel 4. 4 Data <i>Downtime</i> RTG 18.....	34
Tabel 4. 5 Data TTRp RTG 09 .....	35
Tabel 4. 6 Data TTRp RTG 13 .....	36
Tabel 4. 7 Data TTRp RTG 18 .....	36
Tabel 4. 8 Perhitungan Komponen Kritis RTG 09 .....	38
Tabel 4. 9 Perhitungan Komponen Kritis RTG 13 .....	39
Tabel 4. 10 Perhitungan Komponen Kritis RTG 18 .....	40
Tabel 4. 11 TTR dan TTF Komponen <i>Engine</i> RTG 09 .....	42
Tabel 4. 12 TTR dan TTF Komponen <i>Hoist</i> RTG 09.....	42
Tabel 4. 13 TTR dan TTF Komponen <i>Engine</i> RTG 13 .....	43
Tabel 4. 14 TTR dan TTF Komponen <i>Hoist</i> RTG 13.....	43
Tabel 4. 15 TTR dan TTF Komponen <i>Trolley</i> RTG 18.....	43
Tabel 4. 16 TTR dan TTF Komponen Kritis <i>Engine</i> RTG18.....	44
Tabel 4. 17 Uji Distribusi dan Parameter Komponen .....	46
Tabel 4. 18 Perhitungan <i>age replacement</i> komponen <i>Engine</i> RTG 09.....	60
Tabel 4. 19 Perhitungan <i>age replacement</i> komponen <i>Hoist</i> RTG 09 .....	61
Tabel 4. 20 Perhitungan <i>age replacement</i> komponen <i>Engine</i> RTG 13.....	62
Tabel 4. 21 Perhitungan <i>age replacement</i> komponen <i>Hoist</i> RTG 13 .....	63
Tabel 4. 22 Perhitungan <i>age replacement</i> komponen <i>Trolley</i> RTG 18 .....	64
Tabel 4. 23 Perhitungan <i>age replacement</i> komponen <i>Engine</i> RTG 18.....	65
Tabel 4. 24 Perbandingan ekspektasi <i>downtime</i> dan keandalan aktual dan perhitungan teoritis .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian .....	28
Gambar 3. 2 Kerangka Berpikir.....	30
Gambar 4. 1 Diagram Pareto Komponen Kritis RTG 09.....	39
Gambar 4. 2 Diagram Pareto Komponen Kritis RTG 13.....	40
Gambar 4. 3 Diagram Pareto Komponen Kritis RTG 18.....	41
Gambar 4. 4 Perhitungan MTTF RTG 09 komponen <i>Engine</i> .....	48
Gambar 4. 5 Perhitungan MTTF RTG 09 komponen <i>Hoist</i> .....	49
Gambar 4. 6 Perhitungan MTTF RTG 13 komponen <i>Engine</i> .....	49
Gambar 4. 7 Perhitungan MTTF RTG 13 komponen <i>Hoist</i> .....	50
Gambar 4. 8 Perhitungan MTTF RTG 18 komponen <i>Trolley</i> .....	50
Gambar 4. 9 Perhitungan MTTF RTG 18 komponen <i>Engine</i> .....	51
Gambar 4. 10 Perhitungan MTTR RTG 09 komponen <i>Engine</i> .....	52
Gambar 4. 11 Perhitungan MTTR RTG 09 komponen <i>Hoist</i> .....	52
Gambar 4. 12 Perhitungan MTTR RTG 13 komponen <i>Engine</i> .....	53
Gambar 4. 13 Perhitungan MTTR RTG 13 komponen <i>Hoist</i> .....	53
Gambar 4. 14 Perhitungan MTTR RTG 18 komponen <i>Trolley</i> .....	54
Gambar 4. 15 Perhitungan MTTR RTG 18 komponen <i>Engine</i> .....	55
Gambar 4. 16 Perhitungan MTTRp RTG 09 .....	56
Gambar 4. 17 Perhitungan MTTRp RTG 13 .....	56
Gambar 4. 18 Perhitungan MTTRp RTG 18 .....	57



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi (Ponidi, 2019).

PT. Equiport Inti Indonesia sebagai salah satu anak perusahaan dari PT. Pelabuhan Indonesia IV telah berdiri sejak tahun 2012 yang bergerak dibidang *maintenance* alat berat. PT. Equiport Inti Indonesia dengan lingkup kerja yang meliputi Kawasan Timur Indonesia (KTI), dalam menjalankan fungsi dan peranannya sebagai perusahaan bisnis jasa kepelabuhanan mengembangkan misi untuk menunjang pertumbuhan ekonomi KTI. PT. Equiport Inti Indonesia ini memiliki kegiatan usaha yang mencakup jasa operator, jasa mekanik, dan jasa alat fasilitas usaha. Dapat dikatakan PT. Equiport ini bertanggung jawab terhadap masalah pemeliharaan mesin yang ada di pelabuhan.

Pemeliharaan atau biasa disebut dengan *maintenance* merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Hal ini

dikarenakan alat yang digunakan perusahaan sangat penting atau dapat dikatakan memiliki peranan sangat penting dalam berjalannya suatu sistem baik itu produksi maupun jasa. Oleh sebab itu diharapkan agar perusahaan dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi. Adapun yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kerusakan dari alat ataupun mesin tersebut salah satunya dengan membuat suatu penjadwalan pemeliharaan (*maintenance*) mesin.

Menurut (Fransisca, 2016) penjadwalan dapat didefinisikan sebagai pengaturan waktu yang dilakukan untuk mengelola suatu kegiatan agar kegiatan tersebut berjalan dengan lancar dan tidak berbenturan dengan kegiatan-kegiatanlainnya. Penjadwalan ini biasanya digunakan pada bagian produksi, namun pada penelitian kali ini akan dibahas mengenai penjadwalan *maintenance* mesin. Yang dimana hasil akhirnya menunjukkan kapan waktu yang tepat untuk melakukan pemeliharaan mesin agar meminimalisir kerusakan atau mencegah timbulnya waktu *downtime* yang sangat besar.

PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) mencatat realisasi arus kunjungan kapal secara total pada triwulan 1 tahun 2021 sebesar 19.438 call atau meningkat 7,23 persen dibandingkan periode sama tahun lalu. Berdasarkan hasil wawancara direktur utama PT Pelindo yang diperoleh dari *website* resmi Tribun Timur Makassar yang menyatakan bahwa meningkatnya kebutuhan masyarakat ditengah situasi pandemic covid-19 menjadi pemantik tingginya kunjungan kapal, khususnya kapal yang mengangkut kebutuhan pokok serta obat-obatan untuk masyarakat.

Berdasarkan hal tersebut tentu saja akan berdampak meningkatnya kegiatan pada bongkar muat peti kemas pada terminal – terminal yang ada di pelabuhan Makassar. Meningkatnya kegiatan bongkar muat peti kemas ini mengharuskan kesiapan dari alat bongkar itu sendiri terkhusus pada *Rubber Tyred Gantry* (RTG). RTG atau *Rubber Tyred Gantry* diharapkan agar selalu dalam keadaan prima dan tentunya diharapkan agar tidak terjadi kerusakan yang akan mengakibatkan arus bongkar peti kemas terhambat, maka dari itu penjadwalan perawatan komponen terhadap RTG ini sangat penting dilakukan agar RTG dapat beroperasi dengan baik.

Untuk menjaga serta mempertahankan keadaan mesin, perusahaan tentu saja harus memperhatikan proses penjadwalan *maintenance* terutama untuk komponen mesin yang sering mengalami kerusakan agar tidak mengganggu jalannya kegiatan bongkar muat. Perhitungan umur suatu komponen pada mesin sangat perlu dilakukan agar dapat menghasilkan penjadwalan *maintenance* yang tepat, yang dimana metode *age replacement* sangat cocok digunakan karena pada metode ini perusahaan dapat menentukan interval waktu kerusakan sehingga dapat memperoleh waktu yang tepat untuk melakukan perawatan mesin.

Seperti yang dapat dilihat pada penelitian (Prawiro, 2017) peneliti menggunakan metode *age replacement* untuk mendapatkan interval waktu kerusakan komponen kritis, hasil yang didapat dengan menggunakan metode *age replacement* menunjukkan tidak hanya dapat mengurangi *downtime* tapi juga dapat menghemat biaya yang dikeluarkan perusahaan. Dan juga pada

penelitian (Haq,2019) penelitian ini bertujuan untuk membuat *preventive maintenance* dengan menggunakan metode *age replacement* didapatkan hasil bahwa metode ini cocok digunakan dalam melakukan proses penggantian dan perbaikan komponen, peneliti juga menyarankan metode tersebut agar proses produksi maksimal.

Dari uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai penjadwalan *maintenance* mesin di PT. Equiport dengan menggunakan metode *age replacement* pada mesin *rubber tyred Gantry*. Dimana metode *age replacement* merupakan suatu model penggantian dimana interval waktu penggantian komponen yang dilakukan dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat. Model ini akan menyesuaikan kembali jadwalnya setelah penggantian komponen dilakukan, baik akibat terjadi kerusakan maupun hanya bersifat sebagai perawatan pencegahan, sehingga metode *age replacement* ini sangat cocok digunakan apabila ingin membuat suatu penjadwalan perawatan mesin dengan berdasarkan perhitungan interval waktu kerusakannya (Prawiro, 2017)

Pada penelitian kali ini peneliti akan membatasi jumlah mesin yang akan menjadi objek penelitian dimana pada PT. Equiport sendiri memiliki 15 mesin *Rubber Tyred Gantry*, dikarenakan perusahaan tidak selalu menggunakan semua mesin maka penelitian ini terbatas pada 3 mesin milik



perusahaan dengan mempertimbangkan total *breakdown/downtime* pada mesin.

Berdasarkan hal diatas, maka peneliti memilih tugas akhir dengan judul ” Penjadwalan Perawatan Pencegahan *Rubber Tyred Gantry* untuk Minimasi *Downtime* “.Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan kembali penjadwalan *maintenance* guna mengurangi *downtime* mesin.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dapat diangkat pada penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- a. Apa permasalahan yang terjadi pada mesin di PT. Equiport Inti Indonesia ?
- b. Bagaimana menentukan mesin serta komponen kritis yang akan digunakan pada penjadwalan perawatan ?
- c. Bagaimana merancang penjadwalan perawatan pencegahan berdasarkan interval waktu kerusakan pada komponn kritis mesin *Rubber Tyred Gantry* guna minimasi downtime dengan menggunakan metode *age replacement* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui permasalahan yang ada pada mesin di PT. Equiport Inti Indonesia.
- b. Mengetahui mesin serta komponen kritis yang akan digunakan pada penjadwalan perawatan penelitian ini

- c. Memperoleh penjadwalan perawatan pencegahan mesin berdasarkan interval waktu kerusakan komponen pada mesin *Rubber Tyred Gantry* sehingga dapat menghasilkan penjadwalan perawatan pencegahan mesin dengan menggunakan metode *age replacement*

#### 1.4 Manfaat Penelitian

- a. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta sebagai bahan pertimbangan penjadwalan perawatan (*Maintenance*) bagi perusahaan, sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin juga mengurangi waktu *breakdown* pada mesin khususnya pada *rubber tyred Gantry* (RTG)

- b. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi pengalaman dan memperluas wawasan serta pengalaman dalam mengidentifikasi masalah serta pemecahan masalah khususnya dalam mengaplikasikan metode *Age Replacement* untuk menghasilkan perancangan jadwal *maintenance*.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan – batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Penelitian hanya dilakukan pada 3 unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dengan *downtime* terbesar milik PT. Equiport Inti Indonesia.
- b. Jenis komponen yang dipilih dan diolah hanya komponen – komponen kritis pada RTG.

- c. Hasil penelitian terbatas pada usulan penjadwalan *maintenance*.serta perbandingan antara jadwal aktual serta perhitungan teoritis
- d. Biaya-biaya diabaikan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini mencakup teori yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah. Selain itu, terdapat penelitian terdahulu sebagai pembanding dengan penelitian penulis.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini memuat uraian tentang objek penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, dan kerangka alir penelitian.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi pengumpulan data yang didapatkan dari hasil penelitian serta pengolahan data.

### **BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memuat uraian tentang analisa dan pembahasan hasil-hasil yang diperoleh dari pengolahan data untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penulisan.

### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran sebagai bahan pertimbangan perbaikan selanjutnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penjadwalan

Penjadwalan diperlukan untuk mengatur suatu kegiatan yang satu dengan yang lain agar dapat berjalan sesuai dengan yang dikehendaki dan tidak saling berbenturan. Penjadwalan ini dapat didefinisikan menurut beberapa pendapat ahli yang dijabarkan oleh (Fransisca, 2016) yaitu sebagai berikut :

Menurut Zulian Yamit “penjadwalan adalah gambaran waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tugas dan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut : (1) syarat-syarat tugas, (2) perkiraan permintaan, dan (3) kapasitas yang tersedia”.

Sedangkan menurut M. Syamsul Ma'arif dan Hendri Tanjung (2006:437), “penjadwalan merupakan alokasi kapasitas/sumber daya yang tersedia (perlengkapan, tenaga, ruang), kepada pekerjaan, kegiatan, tugas atau pelanggan sepanjang waktu”.

Selain pengertian penjadwalan menurut kedua pendapat tersebut ada juga penjadwalan menurut Baker (1974), “penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu”. Ada pendapat lain juga menurut Vollman (1998), “penjadwalan adalah rencana pengaturan urutan



kerja serta pengalokasian sumber, baik waktu maupun fasilitas untuk setiap operasi yang harus diselesaikan”.

Jadi penjadwalan adalah pengaturan waktu yang dilakukan untuk mengelola suatu kegiatan agar kegiatan tersebut berjalan dengan lancar dan tidak berbenturan dengan kegiatan-kegiatan lainnya (Fransisca, 2016)

## **2.2 Pemeliharaan atau Perawatan (*Maintenance*)**

### **2.2.1 Definisi *Maintenance***

*Maintenance* (perawatan) adalah “Semua tindakan teknik dan administratif yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi mesin/peralatan tetap baik dan dapat melakukan segala fungsinya dengan baik, efisien, dan ekonomis sesuai dengan tingkat keamanan yang tinggi.” Sehingga dapat dikatakan bahwa seiring berlalunya waktu, fungsi mesin serta peralatan yang digunakan untuk produksi semakin lama akan berkurang. Namun dengan adanya suatu sistem perawatan yang baik, maka usia kegunaan mesin dapat diperpanjang dengan melakukan perawatan secara berkala dengan perawatan yang tepat. Terdapat dua hasil yang diharapkan dari kegiatan perawatan, yaitu *Condition Maintenance* dan *Replacement Maintenance*. (Asgara & Hartono, 2014)

Dalam bahasa Indonesia, pemakaian istilah *Maintenance* seringkali diterjemahkan sebagai perawatan atau pemeliharaan. Menurut Ansori (2013) perawatan atau pemeliharaan (*Maintenance*)

adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas/mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Sedangkan menurut Arsyad (2013) Perawatan adalah bentuk kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankannya pada kondisi yang selalu dapat berfungsi. Perawatan juga merupakan kegiatan pendukung yang menjamin kelangsungan mesin dan peralatan sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga kegiatan perawatan merupakan seluruh rangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan unit-unit pada kondisi operasional dan aman, dan apabila terjadi kerusakan maka dapat dikendalikan pada kondisi operasional yang handal dan aman (Fikri & Widjajati, 2020)

### **2.2.2 Tujuan *Maintenance***

Tujuan *Maintenance* (pemeliharaan) adalah untuk memelihara kemampuan mesin atau alat dan mengendalikan biaya sehingga mesin harus dirancang dan dipelihara untuk mencapai standar mutu dan kinerja yang diharapkan. Persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan dalam kegiatan pemeliharaan adalah persoalan teknis dan persoalan ekonomis. Persoalan teknis meliputi hal-hal yang menyangkut usaha untuk menghilangkan kemungkinan yang menimbulkan kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas produksi yang tidak baik. Sedangkan persoalan ekonomis meliputi hal-

hal yang berkaitan dengan usaha yang harus dilakukan agar kegiatan pemeliharaan yang dibutuhkan secara teknis dapat dilakukan secara efisien dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi dan tentunya alternatif tindakan yang dipilih untuk dilaksanakan adalah yang menuntungkan perusahaan. Pemakaian teknik pemeliharaan terencana yang tepat mampu mengurangi keadaan darurat dan waktu menganggur mesin-mesin (Haq, 2019)

Menurut (Pamungkas et al., 2021) Ada beberapa tujuan utama dilakukannya perawatan, antara lain

- a. Mempertahankan kemampuan alat atau fasilitas produksi.
- b. Mengurangi pemakaian dan penyimpangan di luar batas.
- c. Menjaga agar kualitas produk berada pada tingkat yang diharapkan.
- d. Memperhatikan dan menghindari kegiatankegiatan operasi mesin serta peralatan yang dapat membahayakan keselamatan kerja.
- e. Mencapai tingkat biaya serendah mungkin.
- f. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan

### **2.2.3 Jenis Maintenance**

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu *preventive Maintenance* dan *corrective/breakdown Maintenance*. Kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mecegah timbulnya kerusakan-

kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi (Batubara & Nainggolan, 2018)

a. *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi. Jadi, semua fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan (*preventive Maintenance*) akan terjamin kontinuitas kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat (Sembiring & Destria Arianti, 2020)

Adapun manfaat *preventive Maintenance* menurut (Sembiring & Destria Arianti, 2020) yakni :

- a) Memperkecil *overhaul* (turun mesin).
- b) Mengurangi kemungkinan reparasi berskala besar.
- c) Mengurangi biaya kerusakan / pergantian mesin.
- d) Memperkecil kemungkinan produk-produk yang rusak.
- e) Meminimalkan persediaan suku cadang.

f) Memperkecil hilangnya gaji – gaji tambahan akibat penurunan mesin ( *overhaul* ).

g) Menurunkan harga satuan dari produk pabrik.

*b. Corrective Mintenance*

*Corrective* atau *breakdown Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective Maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive Maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive Maintenance* tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak (Daulay et al., 2013)

### 2.3 Klasifikasi ABC

Analisis klasifikasi ABC diperkenalkan oleh HF Dickie pada tahun 1950 an. Analisis ABC merupakan aplikasi persediaan yang menggunakan prinsip Pareto “*the critical few and trivial many*” yang idenya untuk memfokuskan pengendalian persediaan kepada jenis persediaan yang bernilai tinggi dari pada yang bernilai rendah. Analisis ABC membagi persediaan dalam tiga kelas berdasar atas nilai (*volume*) persediaan (Hudori, 2017)

Pengelompokan klasifikasi ABC menurut (Chatisa et al., 2019) dibagi menjadi tiga kategori, yaitu sebagai berikut.



1. Kategori A apabila penyerapan dana sekitar 70%-80% dari seluruh modal yang disediakan oleh inventori dan kuantitas barang sekitar 10%-20% dari semua barang yang dikelola, dengan persentase kumulatif kecil dari 75%. Barang pada kategori A akan diletakkan di posisi paling depan gudang dan mudah untuk diakses oleh petugas pergudangan.
2. Kategori B apabila penyerapan dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan oleh inventori (sesudah kategori A) dan kuantitas barang sekitar 20%-40% dari semua barang yang dikelola, dengan persentase kumulatif antara 75%-95%. Barang pada kategori ini akan diletakkan setelah batas dari kategori A atau berada pada posisi tengah gudang.
3. Kategori C apabila penyerapan dana sekitar sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan oleh inventori (tidak termasuk A dan B) dan kuantitas barang sekitar 50%-60% dari semua barang yang dikelola. dengan persentase kumulatif antara 95%-100%. Barang yang berada pada kategori c akan diletakkan di posisi paling belakang dari gudang tersebut.

#### **2.4 Keandalan (*Reliability*)**

Menurut Ebiling (2004) Keandalan (*reliability*) adalah ukuran kemampuan suatu komponen atau peralatan untuk beroperasi terus menerus tanpa adanya gangguan atau kerusakan. Sedangkan menurut O'Connor & Kleyner (2012) probabilitas keandalan merupakan probabilitas sebuah komponen atau sistem untuk dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang

diinginkan untuk suatu periode waktu tertentu ketika digunakan di bawah kondisi operasional tertentu. Keandalan digunakan sebagai salah satu ukuran keberhasilan sistem perawatan serta untuk menentukan jadwal perawatan sebagai langkah pencegahan terjadinya gangguan ataupun kerusakan (Pamungkas et al., 2021)

Menurut Ebiling (1997) *reliability* merupakan probabilitas suatu sistem akan memberikan performa sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu. Nilai *reliability* suatu sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk probabilitas, dengan nilai R (*Reliability*) antara 0-1. Nilai 0 menyatakan kondisi sistem tidak dapat berfungsi. Sedangkan nilai 1 menunjukkan kondisi sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa terjadi kerusakan. (Bastian et al., 2019)

Berikut ini merupakan rumus perhitungan dari reliability:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt = e^{-\left(\frac{t}{n}\right)\beta}$$

Berikut ini merupakan keterangan dari rumus diatas:

- $f(t)$  = Fungsi kepadatan peluang, probabilitas kegagalan untuk periode tertentu satuannya 0-1.
- $R(t)$  = Keandalan (*Reliability*), sistem beroperasi pada waktu t (periode) satuannya 0-1.
- $R = 1$  sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik.
- $R = 0$  sistem tidak dapat melaksanakan fungsi dengan baik.

- $R = 0,7$  sistem dapat melaksanakan fungsi dengan baik =70%

## 2.5 MTTR (Mean time to repair) dan MTTF (Mean time to failure)

MTTR dan MTTF merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen). Untuk sistem yang dapat direparasi, maka MTTF adalah masa kerja suatu komponen saat pertama kali digunakan atau dihidupkan sampai unit tersebut akan rusak kembali atau perlu di periksa kembali. *Mean time to repair* (MTTR) adalah waktu rata-rata untuk waktu pengecekan atau perbaikan saat komponen atau unit tersebut diperiksa sampai komponen atau unit tersebut digunakan atau dihidupkan kembali. *Mean time to repair* (MTTR) adalah nilai rata – rata atau yang diharapkan dari waktu perbaikan (Batubara & Nainggolan, 2018)

Adapun rumus yang dapat digunakan dalam menentukan MTTF dan MTTR menurut (Hamida & Singgih, 2014)

- Distribusi weibull

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

- Distribusi Exponensial

$$MTTF/MTTR = \frac{1}{\lambda}$$

- Distribusi Lognormal

$$MTTF/MTTR = t_{med} \cdot e^{\left(\frac{s^2}{2}\right)}$$

## 2.6 Metode Age Replacement

Model *Age Replacement* yaitu dimana interval waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat, jika terjadi suatu kerusakan model ini akan menyesuaikan kembali jadwalnya setelah penggantian komponen dilakukan, baik akibat terjadi kerusakan maupun hanya bersifat sebagai perawatan pencegahan (Roihan, 2018)

Model ini cocok diterapkan terhadap komponen yang interval waktu penggantian relatif tidak mempengaruhi umur komponen lainnya, atau komponen yang penggantian sekaligus dalam artian model ini berlaku jika ada kerusakan komponen dalam satu set mesin maka hanya satu komponen yang rusak saja yang mengalami penggantian. Dalam model *Age Replacement*, intinya pada saat dilakukan penggantian adalah tergantung pada umur komponen, jadi penggantian pencegahan akan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan (Roihan, 2018)

Dalam model ini saat dilakukan penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan adalah dengan menetapkan kembali interval penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukan penggantian. Ada beberapa asumsi dari penggunaan model ini menurut (Roihan, 2018) :

1. Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian yang terjadi pada mesin.
2. Peralatan yang telah dilakukan penggantian komponen akan kembali pada kondisi semula
3. Tidak ada permasalahan dalam penyediaan suku cadang.

Menurut (Roihan, 2018) Model *Age Replacement* mempunyai dua siklus penggantian pencegahan, yaitu :

- a. Siklus 1 atau siklus pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan penggantian pencegahan, ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian sesuai dengan rencana.
- b. Siklus 2 atau siklus kerusakan yang diakhiri dengan kegiatan kerusakan, ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

Berikut ini adalah variabel-variabel yang terkait pada metode *Age Replacement* menurut (Fikri & Widjajati, 2020) :

- a. MTTF (*Mean time to failure*) dan MTTR (*Mean time to repair*)  
MTTF (*Mean time to failure*) merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan yang akan datang dari sebuah sistem (komponen), MTTR (*Mean time to repair*) adalah waktu rata-rata untuk waktu pengecekan atau perbaikan saat komponen tersebut diperiksa sampai komponen tersebut digunakan dan dihidupkan kembali.
- b. Interval waktu penggantian pencegahan ( $t_p$ ) variabel ini adalah variabel yang akan dicari titik optimalnya.



- c. *Downtime* yang terjadi karena penggantian kerusakan ( $T_f$ ) variabel ini adalah rata-rata waktu perbaikan yang diakibatkan karena kerusakan komponen secara tiba-tiba dan tidak terencana dan diakhiri dengan kegiatan penggantian komponen.
- d. *Downtime* yang terjadi karena penggantian pencegahan ( $T_p$ ) Variabel ini adalah rata-rata waktu perbaikan yang sudah terencana sebelumnya.
- e. Keandalan komponen atau probabilitas komponen andal [ $R(tp)$ ] Nilai variabel ini besarnya adalah sama dengan nilai fungsi keandalan mesin, dimana nilainya dapat dicari setelah distribusi data diketahui.
- f. Probabilitas kegagalan komponen ( $F(tp)$ ) Fungsi ini menggambarkan probabilitas kerusakan yang terjadi dalam suatu rentang waktu tertentu.
- g. Nilai probabilitas total *downtime* per satuan waktu [ $D(tp)$ ] Variabel ini bertindak sebagai indikator apakah nilai variabel interval penggantian pencegahan telah menghasilkan *downtime* minimal.
- h. Nilai *maintenability* [ $M(tp)$ ] Merupakan waktu rata-rata terjadinya kerusakan jika penggantian pencegahan dilakukan saat  $tp$ .

## 2.7 Rubber Tyred Gantri (RTG)

Crane lapangan terberat yang melayani kegiatan transfer peti kemas adalah alat yang di buat pertama kali oleh Paceco dan dinamakan transtainer yang di kenal dalam dua tipe yaitu tipe yang berjalan diatas roda, disebut Rubber Tyred Gantry (RTG) dan tipe yang berjalan di atas rel dengan roda-roda baja disebut Rail Mounted Yard Gantry Crane (Akhbar & Darmana, 2019)



**Gambar 2. 1 Rubber Tyred Gantry**

Menurut Referensi kepelabuhanan Rubber Tyred Gantry (RTG) adalah alat untuk mengangkat, membongkar/memuat petikemas dilapangan penumpukan. Berdasarkan difenisi diatas maka penulis menyimpulkan bahwa RTG (Rubber Tyred Gantry) adalah suatu alat berat yang digunakan untuk bongkar muat container atau memindahkan box container dari trailer ke penampungan container sementara atau sebaliknya. RTG merupakan alat berat yang berbentuk portal (pintu gerbang) dan dapat berjalan pada jalur

dengan bannya. Dengan delapan bannya RTG dapat berjalan ke kiri dan kanan, bergerak ke arah laut dan ke arah dermaga. (Akhbar & Darmana, 2019)

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama/Tahun	Judul	Hasil
1.	Muhammad Firdaus (2021)	“Preventive Maintenance Mesin Printing Rotogravure pada Komponen Press Roll dengan Metode Age Replacement sebagai Pengoptimalan Biaya Downtime di PT.X”	Penelitian ini dilakukan di salah satu perusahaan yang berpusat di industri <i>monosodium glutamat</i> (MSG) pada perusahaan ini tidak memiliki pemeliharaan <i>preventive</i> pada mesin cetak <i>rotogravure</i> , terutama komponen <i>press roll</i> , namun hanya menggunakan kerangka dukungan kerusakan. Pada mesin cetak <i>rotogravure</i> , terutama pada bagian <i>press roll</i> , tidak ada salahnya untuk memperbaiki jika rusak karena efek samping dari perawatan bagian <i>press roll</i> sambungan tinta ke bahan cetak tidak dapat ditambahkan dengan sempurna. yang dapat menyebabkan penurunan kualitas kreasi, oleh karena itu peneliti bertujuan untuk menentukan rencana dukungan pencegahan pada segmen <i>Press roll</i> pada mesin cetak <i>rotogravure</i> menggunakan metode <i>Age Replacement</i> serta membandingkan biaya yang dikeluarkan adapun hasil dari penelitian yang didapat yaitu diketahui rentang waktu pergantian pada <i>part press roll</i> yakni 158 jam serta hasil akhirnya menunjukkan dengan menggunakan metode <i>Age Replacement</i> biaya penghematan yang dihasilkan sebesar 26,24 %
2.	Muhammad Ikhbarul Haq (2019)	“Penentuan Penjadwalan Preventive Maintenance pada Komponen Mesin Callender di PT. Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim”	Penelitian ini dilakukan di PT. Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim yaitu perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan karet. Selama ini perusahaan hanya menggunakan sistem <i>breakdown Maintenance</i> yaitu ketika mesin mati atau alat mengalami kerusakan baru dilakukan perbaikan sehingga dapat mengganggu proses produksi yang berimbas pada meningkatnya biaya <i>downtime</i> yang harus dikeluarkan oleh pabrik untuk proses perbaikan berlangsung tanpa adanya <i>preventive Maintenance</i> . Jadi peneliti bertujuan untuk Menentukan waktu optimal untuk penjadwalan <i>Preventive Maintenance</i> pada mesin <i>Callender</i> menggunakan metode

			<i>Age Replacement</i> . Adapun hasil yang didapat yaitu interval waktu penggantian yang paling optimal adalah 18 hari dan terjadi 16 kali perbaikan komponen dalam 1 tahun kedepan.
3.	Nidaru Ainul Fikri dan Endang Pudji Widjajati (2020)	“Penentuan Interval Perawatan Mesin <i>Air Separation Plant</i> secara <i>Preventive Maintenance</i> dengan Menggunakan Metode <i>Age Replacement</i> pada PT.XYZ”	Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi gas liquid. Pada perusahaan ini masih menggunakan metode perawatan <i>corrective Maintenance</i> sehingga rawan menimbulkan kerugian produksi akibat besarnya waktu <i>downtime</i> adapun mesin yang akan diteliti yaitu <i>Air Separation Plant</i> (ASP) digunakan untuk menghasilkan liquid industri. Tujuan dari penelitian ini yaitu memberikan alternatif interval waktu perawatan dengan menggunakan metode <i>Age Replacement</i> . Hasil dari penelitian ini yakni didapat yaitu interval waktu penggantian komponen yang optimal pada 2 komponen utama dari ASP yaitu <i>Argon Purification Unit</i> sebesar 32.400 menit, dan <i>Recycle Nitrogen Compressor Unit</i> sebesar 31.500 menit
4.	Edo Ardo Agustiawan, Muhammad Zainuddin Fathoni dan Dzakiyah Widyaningrum (2021)	“Usulan <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin <i>Hanger Shot Blast Kazo</i> dengan Menggunakan Metode <i>Age Replacement</i> di PT. Barata Indonesia	Penelitian ini dilakukan di PT Barata Indonesia salah satu perusahaan yang bergerak di bidang <i>Engineering, Procurement &amp; Construction, Manufacturing</i> , dan <i>Foundry</i> . Perusahaan mempunyai 4 <i>Workshop</i> , dan salah satunya adalah WS 1 dan 2 yang bergerak di bidang pengecoran. WS 1 berupa proses produksi dan finishing, sedangkan di WS 2 berisi Machining. Pada periode April 2019 – Maret 2020 telah terjadi kerusakan mesin sebanyak 400 kali di bagian proses yaitu WS 1 yang tentu saja akan mengakibatkan jumlah <i>downtime</i> cukup besar sehingga peneliti bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada komponen kitis mesin <i>Hanger Shot Blast Kazo</i> yang merupakan mesin dengan downtime terbesar dengan menggunakan metode <i>Age Replacement</i> untuk membuat penjadwalan <i>preventive Maintenance</i> . Adapun hasil penelitian yang didapat yaitu waktu penggantian yang paling optimal adalah 7 hari dengan tingkat keandalan komponen sebesar 79% sehingga terjadi 41 kali penggantian komponen dalam 1 periode pada bulan April 2019 – Maret 2020