

## Penentuan Interval Perawatan Komponen Kritis CNC *Flame Plasma Cutting Machine* menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Rekadian Arif<sup>1\*</sup>, Anda Iviana Juniani<sup>2</sup>, Rizal Indrawan<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia<sup>1,2,3</sup>  
E-mail: rekadian5@gmail.com<sup>1\*</sup>

---

**Abstract** – The company in Lamongan, East Java is a company focusing on repair and ship building. Based on observations and interviews, it was found that CNC Flame Plasma Cutting is has a high breakdown rate over a period of time. Therefore, this research to identify critical components, determine the appropriate types of treatment and determine the interval of maintenance critical components. In this research, qualitative analysis involves RCM II Decision Worksheet, FBD, FMEA and RPN. Quantitative analysis to determine maintenance interval. The results showed that 19 failure mode and 7 critical components UPS, operating panel, THC (torch height control) plasma, Cutting Nozzle Flame, Nozzle Torch Plasma 1, X axis motor servo, and Y Axis motor servo. For this type of maintenance on Restoration is treated on cutting nozzle flame and Y axis motor servo. Discard task on, UPS, THC Plasma, nozzle torch plasma, X axis servo motor. The maintenance Interval 1199,67 hours for UPS components, 1269,85 hours for operating panel, 1646,13 hours for Cutting Nozzle Flame, 1277,51 hours for THC Plasma, 1725,98 hours for Nozzle Torch Plasma, 1125,28 hours for X axis servo motor, and 1106,91 hours for Y Axis servo motor.

**Keywords:** CNC Flame Plasma Cutting, Critical components, FBD, FMEA, RCM II Decision Worksheet

---

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan yang bergerak pada pembuatan serta *repairing* kapal, yang terletak di Jawa Timur, Indonesia adalah cabang dari salah satu galangan kapal nasional terbesar dengan hasil produk kapal berkualitas, dikarenakan produksi kapal yang terus semakin meningkat & target produksi kapal harus tepat pada waktunya, maka mesin-mesin di perusahaan ini memiliki intensitas penggunaan cukup tinggi yang tentunya akan berdampak pada semakin tingginya kerusakan yang dapat terjadi pada mesin. Dari hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan di lapangan, ditemukan fakta bahwa mesin *CNC Flame Plasma Cutting* merupakan mesin yang memiliki waktu *downtime* paling tinggi. Perusahaan ini belum menggunakan kebijakan *preventive maintenance* dan masih menggunakan kebijakan *breakdown maintenance*. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu upaya untuk merencanakan kegiatan perawatan yang memperhatikan task dan interval perawatan yang sesuai dan tepat. Salah satu metode yang sesuai yaitu *Reliability Centered Maintenance (RCM)* yang merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi keandalan suatu mesin atau fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien, dan mudah dilaksanakan.

Penelitian ini menggunakan data data periode Januari 2015 – November 2017, mesin yang direncanakan *task* dan interval perawatannya hanya komponen kritis mesin *CNC Flame Plasma Cutting* pada bengkel fabrikasi. Serta, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kegagalan dan menentukan komponen kritis pada *CNC Flame Plasma Cutting Machine* menggunakan FMEA dan RPN, menentukan jenis perawatan yang tepat pada komponen kritis *CNC Flame Plasma Cutting Machine*, serta merencanakan interval perawatan komponen kritis berdasarkan *Reliability Centered Maintenance II worksheet (RCM)*.

### 2. METODOLOGI

#### 2.1 FBD (*Functional Block Diagram*)

*Functional block diagram* digunakan untuk mendeskripsikan sebuah sistem yang digunakan untuk mengetahui komponen – komponen yang terdapat dalam sistem dan bagaimana komponen tersebut bekerja sesuai dengan fungsinya. data fungsi peralatan dan cara beroperasinya, dipakai untuk membuat definisi dan dasar untuk menentukan kegiatan perawatan serta pencegahan terjadinya kerusakan.

## 2.2 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) & RPN (Risk Priority Number)

Analisa FMEA memfokuskan pada penyebab kegagalan dan mekanisme terjadinya kegagalan (Moubray, 1997). FMEA sering digunakan sebagai langkah awal untuk melakukan studi terhadap keandalan. Melibatkan banyak tinjauan terhadap komponen – komponen, rakitan, dan subsistem yang kemudian diidentifikasi kemungkinan bentuk kegagalannya, serta penyebab dan efek dari masing masing kegagalan. Untuk tiap komponennya, setiap bentuk kegagalan dan efek yang ditimbulkannya pada sebuah sistem akan dituliskan pada *form* FMEA yang telah dibuat.

RPN (Risk Priority Number) adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menganalisa risiko dengan menghubungkan potensial masalah yang diidentifikasi dalam *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode RPN ini selanjutnya akan digunakan oleh peneliti untuk dapat menggunakan pengalaman yang dimilikinya serta kemampuan *engineering* yang dimilikinya untuk memberikan keputusan dalam menentukan tingkat potensi masalah sesuai dengan 3 *rating* skala RPN sebagai berikut :

- Severity* merupakan tingkat keparahan dari efek potensial bentuk dari kegagalan (*potential failure mode*) yang dialami.
- Occurrence* merupakan tingkat yang menyatakan kemungkinan suatu kegagalan akan terjadi sepanjang masa desain sistem.
- Detection* merupakan tingkat yang menyatakan kemungkinan sebuah *failure mode* dapat dideteksi dengan mengaplikasikan suatu metode deteksi atau dengan melakukan tindakan pengendalian (*current control*) yang diberikan sebelum mencapai *end-user* sebelum meninggalkan fasilitas produksi.  
Setelah *rating* ditentukan selanjutnya tiap pokok persoalan dikalkulasi dengan mengalikan *severity*, *occurrence* dan *detection*.

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

Nilai RPN yang muncul menunjukkan tingkat kepentingan terhadap perhatian yang diberikan untuk area/ komponen yang terdapat dalam sistem. Setelah nilai RPN keseluruhan komponen di dapatkan, selanjutnya dilakukan penentuan komponen kritis, suatu komponen dikategorikan sebagai komponen kritis jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis (Revitasari, 2014). Berikut persamaan yang dapat digunakan dan tabel kriteria *Severity*,

*Occurance* dan *Detection* menurut Blanchard dan Mc.Dermott (dalam Putri, 2017) yang telah disetujui oleh kepala *maintenance* serta teknisi dari industri galangan kapal diantaranya sebagai berikut:

$$RPN = \frac{Total\ nilai\ RPN}{Jumlah\ RPN} \quad (2.1)$$

## 2.3 Pengolahan Data Kualitatif

Pengolahan data kualitatif ini digunakan untuk menentukan waktu perbaikan yang optimal dengan mempertimbangkan beberapa aspek hasil perhitungan yaitu :

- Hasil distribusi parameter dari *software weibull 6.0++*
- Perhitungan MTTF dan MTTR dengan menggunakan persamaan :

$$MTTF = \eta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) Weibull\ 2 \quad (2.2)$$

$$MTTR = \gamma + \eta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) Weibull\ 3 \quad (2.3)$$

- Perhitungan CM (*Cost Maintenance*) dan CR (*Cost Repair*).
- Perhitungan TM (Interval Perawatan Optimal).

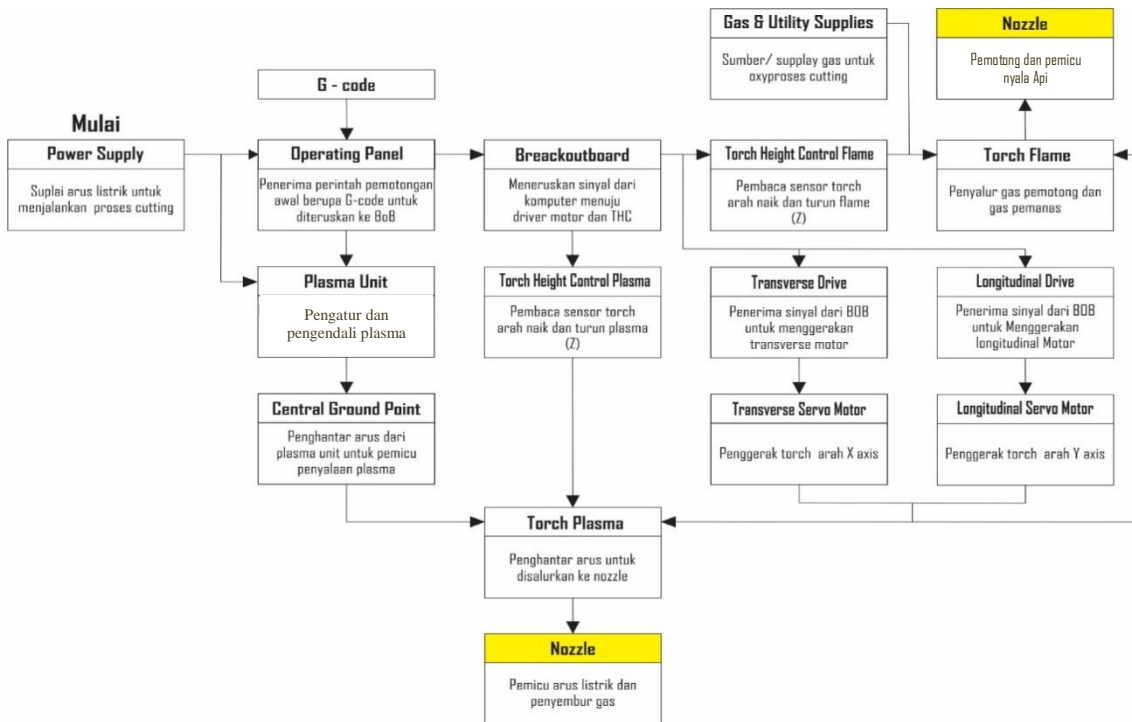
$$TM = \eta \left[ \frac{1}{\beta-1} \times \frac{CM}{CR-CM} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (2.4)$$

$$TM = \frac{P-F\ interval}{2} \quad (2.5)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 FBD (Functional Block Diagram)

*Functional block diagram* digunakan untuk mengetahui sistem secara keseluruhan mengenai *CNC Flame Plasma Cutting* dapat beroperasi. Pendeskripsian ini juga untuk mempermudah dalam menemukan keterkaitan antar fungsi komponen *CNC Flame Plasma Cutting* dalam memenuhi fungsi utamanya. berikut ini adalah gambar mengenai *functional block diagram CNC Flame Plasma Cutting*.



Gambar 1. Function Block Diagram CNC Flame Plasma Cutting

### 3.2 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) & RPN (Risk Priority Number)

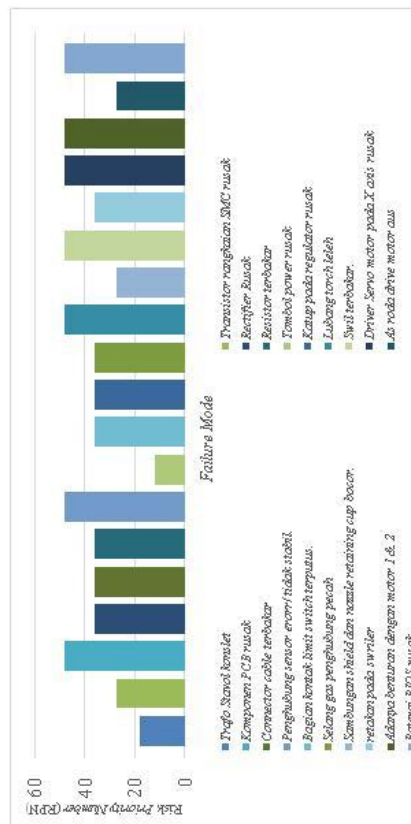
FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan fungsi pada CNC Flame Plasma Cutting. Data – data yang diperlukan adalah *function, functional, failure, description of failure*, serta *failure effect* dari tiap – tiap komponen pada CNC Flame Plasma Cutting. Data tersebut diperoleh dengan cara *brainstroming* dan diskusi dengan departement *maintenance* dan departement K3 pada perusahaan manufaktur tersebut. Sedangkan RPN (Risk priority Number) digunakan untuk mengetahui komponen kritis dan perlu perhatian khusus dengan mengkalikan nilai *severity, occurrence, dan detection* dimana, suatu komponen dikategorikan sebagai komponen kritis jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis. Berikut merupakan persamaan (2.1) yang dapat digunakan dalam menentukan komponen kritis :

$$\text{Nilai kritis RPN} = \frac{\text{Total nilai RPN}}{\text{Jumlah RPN}}$$

$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{18+27+48+36+36+36+48+12+36+36+36+48+27+48+27+48+36+48+48+27+48}{19} = 37$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai kritis yaitu sebesar 37. Dimana, komponen yang memiliki nilai RPN diatas dari nilai kritis termasuk dalam komponen kritis dari mesin CNC Flame Plasma Cutting. Hasil dari penentuan komponen kritis ini kemudian akan dianalisis lebih lanjut mengenai perawatan yang

tepat. Berikut gambar grafik jenis kerusakan dan nilai RPN pada CNC Flame Plasma Cutting:



Gambar 2. Failure Mode dan RPN pada CNC Flame Plasma Cutting

Berdasarkan Gambar 2 sebelumnya, dapat diambil kesimpulan beberapa komponen kritis yaitu komponen yang mempunyai nilai *Risk Priority Number*(RPN) diatas nilai kritis yaitu diatas 37. Komponen-komponen tersebut diantaranya adalah komponen *UPS* dengan *failure mode* komponen PCB rusak, *Operating panel*, *THC (torch height control)*, *Cutting Nozzle Flame*, *Nozzle Torch Plasma 1, X axis motor servodan Y Axis motor servo*.

**3.3 Pengolahan Data Kualitatif**

Pengolahan data kualitatif pertama kali melakukan input data kerusakan *CNC Flame Plasma Cutting* kedalam *software weibull 6.0++*. dimana hasil yang didapatkan berupa distribusi (weibull 2, weibull 3, normal, log normal) serta parameter ( $\beta$ ,  $\eta$ ,  $\gamma$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$ ). Berikut ini merupakan rekap Perhitungan Jenis Distribusi Kegagalan komponen kritis :

Tabel 1: Rekap Perhitungan Jenis Distribusi Kegagalan komponen kritis

No	Sub Sistem	Equipment	Distribusi	Keterangan	Parameter				
					$\beta$	$\eta$	$\gamma$	$\mu$	$\sigma$
1.	Electrical	UPS	Weibull 2	TTF	3.4312	3325,6881			
			Weibull 3	TTR	6,3956	5,4382	2,6912		
2.	Controller	Operating panel	Weibull 2	TTF	3,5749	4130,2221			
			Log Normal	TTR				2,6754	0,2804
3.	Flame Torch and gas supplies	Cutting Nozle	Weibull 2	TTF	10,5574	2683,7831			
			Weibull 3	TTR	0,4942	3,2228	3,4663		
4.	Plasma Torch	THC (torch height control)	Weibull 2	TTF	3,2731	4909,8009			
			Weibull 2	TTR	9,1245	6,7681			
5.	Plasma Torch	Nozzle Torch	Weibull 2	TTF	3,5673	3994,2362			
			Weibull 3	TTR	2,5194	3,4099	3,1262		
			Weibull 2	TTF	3,28	4208,7948			
6.	Driver & Servo Motor	X axis motor servo	Log normal	TTR				2,1746	0,2603
		Y Axis motor servo	Weibull 2	TTF	2,928	3721,5019			
			Weibull 2	TTR	3,2161	15,2536			

Hasil distribusi dan parameter tersebut digunakan untuk mencari MTTF dan MTTR dengan persamaan rumus 2.2 dan 2.3 kemudian dilakukan perhitungan mengenai *CM (Cost Maintenance)* dan *CR (Cost repair)*. Dimana dalam menentukan *CM* dibutuhkan data total dari gaji tim *maintenance* dan biaya material dalam melakukan kegiatan perawatan. Sedangkan untuk menentukan *CR* dibutuhkan data tim *maintenance*,

biaya konsekuensi operasional, biaya pergantian komponen, dan *MTTR*.

Perhitungan mengenai *TM* (interval perawatan optimal) dapat dicari menggunakan persamaan rumus 2.4 untuk *scheduled dischard task* dan *scheduled restoration task*.

Tabel 2: Rekap Perhitungan *TM* (interval perawatan optimal) Komponen kritis

Equipment	C <sub>R</sub> (Rp)	C <sub>M</sub> (Rp)	MTTF(Jam)	TM(Jam)
UPS	2.708.509	185.500	2988,79	<b>1199,67</b>
Controller / CNC	4.367.836	185.500	3708,93	<b>1269,85</b>
Nozzle Flame	3.541.378	185.500	2558,71	<b>1646,13</b>
THC (torch height control)	6.876.587	185.500	4402,12	<b>1277,51</b>
Nozzle Plasma	1.626.890	185.500	3597,42	<b>1725,98</b>
X axis motor servo	6.344.464	185.500	3768,81	<b>1125,28</b>
Y Axis motor servo	3.536.196	185.500	3319,57	<b>1106,91</b>

**3.4 RCM II Decision Worksheet**

*RCM II Decision Worksheet* merupakan tahapan dari *RCM II* setelah identifikasi kegagalan dalam bentuk *FMEA*. Dalam *decision worksheet* ini akan ditentukan jenis kegiatan perawatan yang sesuai untuk setiap *failure mode* dari setiap komponen kritis *CNC Flame Plasma Cutting*, dimana pengisian *decision worksheet* dibantu dengan *RCM II decision diagram*. Berikut merupakan tabel *RCM II Decision Worksheet* Komponen kritis :

Tabel 3: *RCM II Decision Worksheet* komponen kritis

No	Equipment	Information Reference	FM	Consequence Evaluation				Default Action	Initial Interval (hours)	Cua Bc (Due to)
				H	S	E	O			
A.2	User (Maintenance/Power-Supply)	Sebagai bagian dari prosedur pemeliharaan, secara berkala memeriksa bahwa semua peralatan pemeliharaan mematu EOB	Komponen PCB rusak	N	N	N	N	Y	1199,67	Mechanic
B.1	Operating panel	Tidak dapat membaca kode untuk pemrograman	Boresi	N	N	N	N	Y	1269,85	Mechanic
C.3	Cutting Nozle Flame	Sebagai pemotong plat melakukan pemrograman pada alat flame cutting	Labavat Nozle ialah taklaka pemotong	N	N	N	N	Y	1646,13	Mechanic

#### 4. KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi kegagalan menggunakan FMEA menunjukkan bahwa terdapat 19 bentuk kegagalan (*Failure modes*) menyebabkan terjadinya *functional failures* pada CNC *flame plasma cutting machine*. Hasil penentuan komponen kritis dengan *risk priority number* (RPN) menunjukkan bahwa komponen yang memiliki nilai *risk priority number* (RPN) diatas nilai kritis merupakan komponen kritis yang perlu mendapatkan prioritas utama untuk diperhatikan terdiri dari komponen UPS, *Operating panel*, *THC (torch height control) plasma*, *Cutting Nozzle Flame*, *Nozzle Torch Plasma 1,X axis motor servo*, dan *Y Axis motor servo*.
2. Jenis perawatan yang tepat pada komponen – komponen kritis :
  - a. *Restoration Task*  
Komponen kritis yang mendapatkan perlakuan *Restoration Task* yaitu pada *Cutting Nozzle Flame* yaitu dengan pelumasan pada *o-ring*, pembersihan ujung *nozzle set ulang Torch* dan *Y axis motor* yaitu dengan setting ulang dan melakukan kalibrasi dan pada *Y Axis Motor servo* yaitu dengan setting ulang dan melakukan kalibrasi.
  - b. *Discard Task*  
Komponen kritis yang mendapatkan perlakuan *Discard Task* yaitu pada *UPS (Uninterruptible Power Supply)* dengan melakukan penggantian *PCB*, pada *Operating panel* dengan penggantian baterai *BIOS, THC (torch height control) Plasma* dengan penggantian komponen *THC, Nozzle torch plasma* dengan penggantian komponen *Nozzle. X axis motor* dengan penggantian komponen *driver servo motor*.
3. Berdasarkan perhitungan pada sub bab sebelumnya mengenai perhitungan interval perawatan optimal dari komponen kritis telah didapatkan hasil yaitu sebagai berikut yang pertama didapatkan interval perawatan optimal 1199,67 jam untuk komponen UPS dengan *failure mode* PCB rusak, 1269,85 jam untuk *Controller cnc* dengan *failure mode* yaitu *Baterai BIOS rusak/error*, 1646,13 jam untuk *Cutting NozleFlame* dengan *failure mode* nya yaitu *Lubang Nozzle rusak/leleh*, 1277,51 jam untuk *THC (torch height control) Plasma* dengan *failure mode* nya yaitu *sensor torch error*, 1725,98 jam untuk *Nozzle Torch Plasma* dengan *failure mode* nya yaitu *Swil* pada *nozzle* terbakar, 1125,28 jam untuk *X axis motor servo* dengan *failure mode* nya

yaitu *driver servo motor* rusak, 1106,91 jam untuk *Y Axis motor servo*. Nilai – nilai interval perawatan optimal (TM) dari masing – masing komponen kritis yang didapat tersebut telah lebih kecil dari nilai *Mean Time To Failure* (MTTF)- nya, hal ini mengindikasikan bahwasanya interval perawatan optimal pada komponen kritis *CNC Flame Plasma Cutting Machine* ini telah ditemukan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blanchard, B.J. (1995). *Maintainability: A key to effective service ability & Maintenance Management*. Jhon Willey & Sons, New-York.
- [2] Dhillon, B.S. (2002). *Engineering Maintenance a Modern Approach*. USA: CRC Press.
- [3] Ebeling, Charles (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. McGraw Hill Companies, Singapore.
- [4] Haryono.(2004). *Perencanaan Suku Cadang Berdasarkan Analisis Reliabilitas*. Laporan Penelitian MIPA, Statistika-ITS
- [5] Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition*. New York: Industrial Press Inc.
- [6] Putri, C. (2017). *Perencanaan Kegiatan Perawatan pada Hooklift RO Truck di PT.X Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II*. Tugas Akhir. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [7] Rahman, A. (2016). *Analisis Interval Perawatan Komponen Kritis berdasarkan nilai Availability pada Conveyor*. Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri. Vol 4 No. 3, pp. Universitas Brawijaya, Malang.
- [8] Revitasari, C dan Oyong Novareza.(2014). *Penentuan Jadwal Preventive Maintenance Mesin - Mesin Di Stasiun Gilingan (Studi Kasus PG. Lestari Kertosono)*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri. Vol 3 No. 3. Teknik Industri Universitas Brawijaya, Malang.

