

## PERANCANGAN ALAT PELEPAS PIN GUIDE VANE PADA MESIN FUJI VF-IRS 69054L1 DI PLTA IR. P.M NOOR

<sup>(1)</sup>Sobar Ihsan, <sup>(2)</sup> Adliansyah, <sup>(3)</sup>Ahmadil Amin, <sup>(4)</sup>Marlina Ayu Lestari

<sup>(1)(2)(4)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Kalimantan MAAB

<sup>(3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Sinarmas Berau Coal

Email : [sobar.uniska@gmail.com](mailto:sobar.uniska@gmail.com), [adli\\_sbto@yahoo.co.id](mailto:adli_sbto@yahoo.co.id),  
[ahmadilamin718@gmail.com](mailto:ahmadilamin718@gmail.com), [marlina.aayu@gmail.com](mailto:marlina.aayu@gmail.com)

### Abstrak

Dalam memproduksi energi listrik, PLTA Ir P.M Noor melakukan pemeliharaan periodik yaitu 8.000 jam kerja (*Annual Inspection*), 20.000 jam kerja (*General Inspection*) dan 40.000 jam kerja (*Major Inspection*). Dalam Pelaksanaan Pemeliharaan Periodik *Major Inspection*, PLTA Ir P.M Noor diharuskan melakukan pekerjaan sesuai dengan jadwal dan target yang telah ditetapkan oleh Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkit Barito. Dalam pelaksanaan *Major Inspection* dilakukan pelepasan seluruh komponen pada turbin, termasuk pada *guide vane*. Untuk melepaskan *guide vane* diperlukan pelepasan komponen-komponen yang mendukungnya antara lain *pin guide vane*, *arm*, dan *bushing*. Pelaksanaan pelepasan *pin guide vane* yang berupa baja besi cukup susah untuk dilepaskan dikarenakan bentuk *pin guide vane* yang sedemikian rupa yaitu vertikal dengan *guide vane* sehingga menyebabkan permasalahan timbul ketika melepaskannya dari rangkaian pendukung *guide vane*. Permasalahan lain yang muncul yaitu saat jumlah *pin guide vane* yang berjumlah 20 buah (jumlah *guide vane* 20 buah), sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama ( $\pm 2$  hari), waktu yang lama ini akan mempengaruhi pekerjaan pelepasan komponen lainnya, sehingga akan menyebabkan resiko keterlambatan dalam penyelesaian pelaksanaan *Major Inspection*.

Pada penelitian hasil perhitungan batas minimum von mises 0.00000478 MPa dan maksimum 245.413 MPa dan nilai von mises stress masih dibawah dari nilai yield strength material yaitu 245.413 MPa. Sedangkan manfaat secara finansial dapat mempercepat pelaksanaan *Major Inspection* yang dalam pelaksanaan pekerjaan melepas *pin guide vane* memerlukan waktu  $\pm 2$  hari, dapat dilakukan dalam  $\pm 3$  jam saja.

**Kata kunci :** Perancangan, tool, pin guide vane

### Abstract

*In producing electrical energy, PLTA Ir P.M Noor performs periodic maintenance, namely 8,000 working hours (Annual Inspection), 20,000 working hours (General Inspection) and 40,000 working hours (Major Inspection). In the Implementation of Periodic Major Inspection Maintenance, PLTA Ir P.M Noor is required to carry out work according to the schedule and targets set by the Barito Power Plant Control Implementing Unit.*

*During the Major Inspection, all components of the turbine are removed, including the guide vane. To remove the guide vane, it is necessary to remove the components that support it, including the guide vane pin, arm, and bushing. The removal of the pin guide vane which is in the form of iron steel is quite difficult to remove because the shape of the*

*guide vane pin is in such a way that it is vertical with the guide vane, causing problems to arise when removing it from the guide vane supporting circuit. Another problem that arises is when the number of guide vanes is 20 pieces (the number of guide vanes is 20), so it takes a long time ( $\pm 2$  days), this long time will affect the work of removing other components, so it will cause a risk of delay in the completion of the implementation of the Major Inspection.*

*In the study the results of the calculation of the minimum limit of von Mises 0.00000478 MPa and a maximum of 245,413 MPa and the value of von Mises stress is still below the yield strength of the material, which is 245,413 MPa. Meanwhile, the financial benefits can accelerate the implementation of the Major Inspection, which in carrying out the work of removing the pin guide vane takes  $\pm 2$  days, it can be done in  $\pm 3$  hours.*

**Keywords:** Design, tool, pin guide vane

## PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Air atau yang biasa disingkat PLTA adalah pembangkit listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Dalam sejarah pembangkit listrik, tenaga air telah digunakan sejak zaman kuno untuk menggiling gandum dan melakukan tugas lainnya. Di akhir abad ke-19, generator listrik dikembangkan dan saat ini dapat dipasangkan dengan hidraulis. Pada tahun 1878, pembangkit listrik air pertama dunia dikembangkan di *Craggside, Northumberland*, Inggris oleh *William George Armstrong*. Pembangkit listrik pertama buatan Edison (Pembangkit *Vulcan Street*, mulai beroperasi 30 September 1882 di *Appleton, Wisconsin*, dengan keluaran sebesar 12.5 kilowatt.

PLTA sebagai pembangkit listrik ini bekerja dengan cara memanfaatkan air dengan mengubah energi potensial dan energi kinetik air (pada waduk atau bendungan) untuk dapat memutar turbin yang dihubungkan dengan generator dan kemudian dapat menghasilkan energi listrik. Bisa dikatakan bahwa PLTA merupakan salah satu jenis pembangkit yang murah dan sangat ramah lingkungan.

PLTA Ir. P. M Noor atau dulunya lebih dikenal sebagai PLTA Riam Kanan, adalah salah satu sub-unit pembangkit listrik yang ada di

Kalimantan Selatan dibawah PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Barito. Sejak awal beroperasi pada tahun 1973, sebagai penyuplai tenaga listrik utama dengan daya mampu yang dihasilkan yaitu sebesar  $3 \times 10$  Mega Watt. Seiring meningkatnya kebutuhan listrik, PLTA Ir. P.M Noor tidak lagi menjadi penyuplai utama tenaga listrik, namun keberadaannya tetap sangat penting, terutama sebagai black start kelistrikan sistem Barito.

Dalam memproduksi energi listrik, PLTA Ir P.M Noor melakukan pemeliharaan periodik yaitu 8.000 jam kerja (*Annual Inspection*), 20.000 jam kerja (*General Inspection*) dan 40.000 jam kerja (*Major Inspection*). Dalam Pelaksanaan Pemeliharaan Periodik *Major Inspection*, PLTA Ir P.M Noor diharuskan melakukan pekerjaan sesuai dengan jadwal dan target yang telah ditetapkan oleh Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkit Barito. Hal ini dikarenakan untuk menjaga ketersediaan pasokan sistem kelistrikan Barito. Pelaksanaan *Major Inspection* dilakukan dengan membongkar seluruh komponen turbin, untuk kemudian dilakukan inspeksi dan penggantian pada sparepart yang telah aus.

Dalam pelaksanaan Major Inspection dilakukan pelepasan seluruh komponen pada turbin, termasuk pada *guide vane*. Untuk melepaskan *guide vane* diperlukan pelepasan komponen-

komponen yang mendukungnya antara lain *pin guide vane*, *arm*, dan *bushing*. Pelaksanaan pelepasan *pin guide vane* yang berupa baja besi cukup susah untuk dilepaskan dikarenakan bentuk *pin guide vane* yang sedemikian rupa yaitu vertikal dengan *guide vane* sehingga menyebabkan permasalahan timbul ketika melepaskannya dari rangkaian pendukung *guide vane*. Permasalahan lain yang muncul yaitu saat jumlah *pin guide vane* yang berjumlah 20 buah (jumlah *guide vane* 20 buah), sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama ( $\pm 2$  hari), waktu yang lama ini akan mempengaruhi pekerjaan pelepasan komponen lainnya, sehingga akan menyebabkan resiko keterlambatan dalam penyelesaian pelaksanaan *Major Inspection*. Selama ini, juga beberapa kali terjadi kendala, antara lain bengkoknya pin karena kesalahan posisi melepas pin tersebut justru pin akan terjepit dan merusak bukan hanya pin, tetapi juga *liner* dari *guide vane* dan *arm*. Hal ini akan memperlambat proses pelepasan rangkaian *guide vane* dan proses pemasangan selanjutnya. Untuk mengatasi hal-hal tersebut di atas, maka dibuatlah suatu terobosan agar mampu mempercepat pekerjaan pelepasan pin *guide vane* dan lebih aman dalam pelaksanaannya

Tool Pelepas *Pin Guide Vane* adalah alat yang didesain sedemikian rupa, yang digunakan untuk melepaskan pin tersebut. Pelepasan *pin guide vane* yang semula menggunakan pengungkit, dan dengan *special tool* pelepas pin dapat dilepas dengan menggunakan prinsip ulir, sehingga lebih memudahkan dan mempersingkat waktu melakukan pelepasan *pin guide vane* dan dengan demikian pelaksanaan pemeliharaan *Major Inspection* bisa lebih tepat waktu, dan menjaga kehandalan sistem kelistrikan di Kalimantan Selatan.

## METODE PENELITIAN

Agar penelitian dapat berjalan secara sistematis, maka diperlukan rancangan penelitian / langkah-langkah dalam penelitian. Adapun flowchart penelitian sebagai berikut :

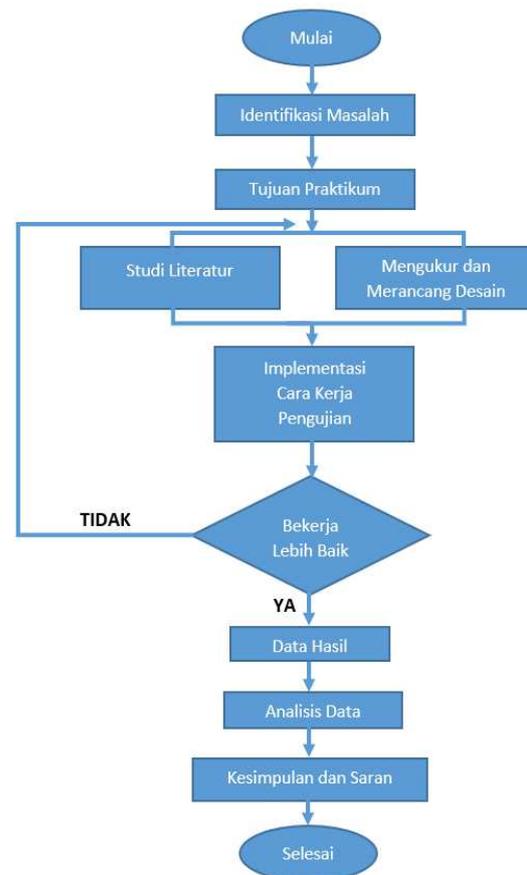


Diagram Alur Penelitian

## Pengukuran dan Rancangan

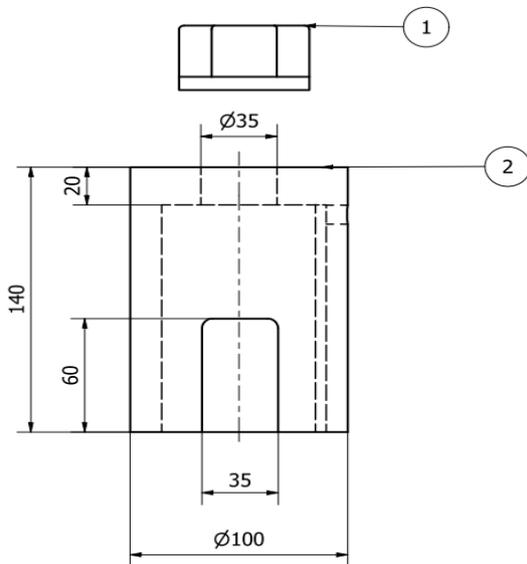
Tool Pelepas pin *Guide Vane* ini didesain agar dapat memenuhi kriteria seperti berikut:

1. Dapat digunakan diruang kerja yang sempit.
2. Dapat mengangkat pin *guide vane* secara Vertikal lurus.
3. Dapat digunakan dengan tenaga sekecil mungkin.

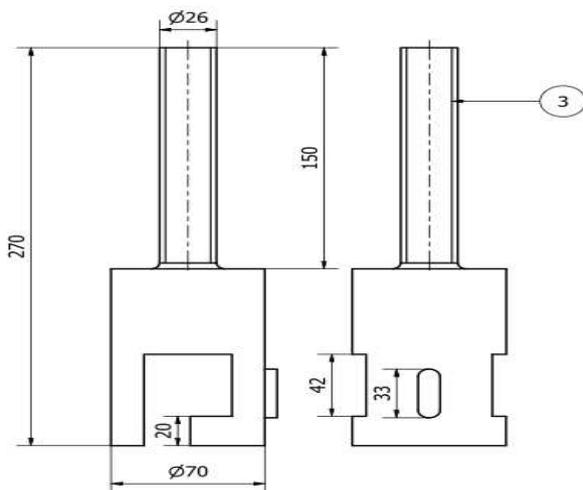
Dengan berdasarkan kriteria diatas, maka dilakukan perancangan untuk mendesain peralatan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan melepas Pin Guide Vane pada saat major Inspection.

Bagian dalam tools berupa pengait yang disesuaikan dengan bentuk pin guide vane dan terhubung dengan sistem ulir dibagian atas tools. Dibagian ulir dipasang mur yang ketika dikencangkan maka akan menarik naik pengait yang ada didalam tools.

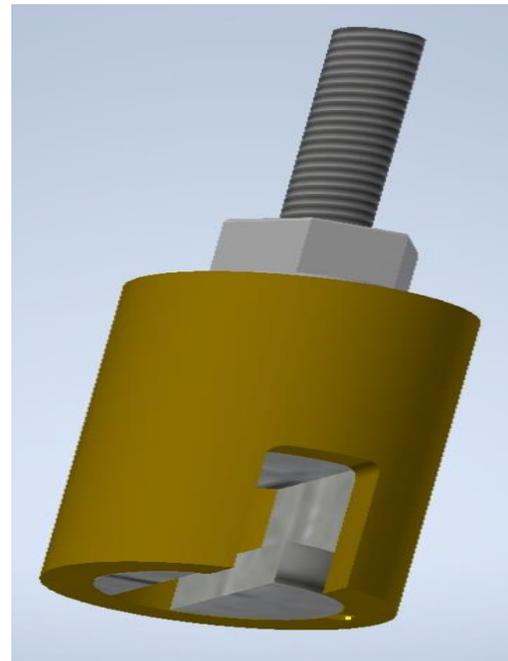
Sistem ulir dibuat ukuran besar untuk menyesuaikan tarikan pengait untuk mengangkat pin guide vane dan kekuatan kunci yang memutar mur pada ulir. Ukuran tool dibuat dalam bentuk gambar desain 2 dimensi dan 3 dimensi yang terlampir pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Desain 2D (Tabung) Tool Pelepas Pin Guide Vane



Gambar 3.3 Desain 2D (Pengait) Tool Pelepas Pin Guide Vane



Gambar 3.4 Desain Tool Pelepas Pin Guide Vane

Pembuatan tool pelepas *pin guide vane* dikerjakan oleh bengkel bubut dan permesinan berdasarkan gambar desain.

### Implementasi Tools

Implementasi tool pelepas *pin guide vane* telah dilakukan uji coba pada saat Major Inspection Turbin unit 2 di PLTA Ir. PM. Noor. Dengan menggunakan tool pelepas *pin guide vane* dapat dilepaskan dalam waktu 3 jam untuk 20 buah pin *guide vane*, jika dibandingkan dengan sebelum pemakaian tool pelepas *pin guide vane* maka mempercepat pekerjaan yang sebelumnya 2 hari menjadi 3 jam.

Semua *pin guide vane* dapat terlepas secara mulus tanpa mengalami kendala dan kerusakan, baik pada pin itu sendiri maupun pada *liner arm* dan *guide vane*. Namun saat pengujian diperlukan *spacer*, dalam hal ini menggunakan bearing bekas, untuk meningkatkan panjang tarikan pengait *pin guide vane*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Aspek Teknis**

**a. Perhitungan Tegangan – Regangan**

**Kekuatan luluh**

$$S_y = \frac{P_y}{A_0}$$

$$= \frac{350 \text{ MPa}}{1249,567 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{P_y}{1249,567 \text{ mm}^2}$$

$$= 350 \text{ MPa}$$

$$\times 1.249,567 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{P_y}{1249,567 \text{ mm}^2}$$

$$= 437.348,45 \text{ N}$$

**Kekuatan Tarik**

$$S_u = \frac{P_{maksimum}}{A_0}$$

$$= \frac{420 \text{ MPa}}{1249,567 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{P_{max}}{1249,567 \text{ mm}^2}$$

$$= 420 \text{ MPa}$$

$$\times 1.249,567 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{P_{max}}{1249,567 \text{ mm}^2}$$

$$= 524.818,14 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas, diketahui hasil  $P_y = 437.348,45 \text{ N}$  dan  $P_{maz} = 524.818,14 \text{ N}$

**Safety Factor**

Untuk perhitungan *safety factor* asumsi tegangan yield strength=  $437.348,45 \text{ N}$ , maka:

$$(n) = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$(n) = \frac{350 \text{ MPa}}{437.348,45 \text{ N}}$$

$$(n) = 0,0008$$

Maka *Safety Factor* min =  $0,0008$

**b. Pengujian dengan Software**

Pada pengujian tool dengan simulasi menggunakan software didapatkan hasil pengujian berupa *von mises* dan *safety factor*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Von Mises Stress* dan *Safety Factor*

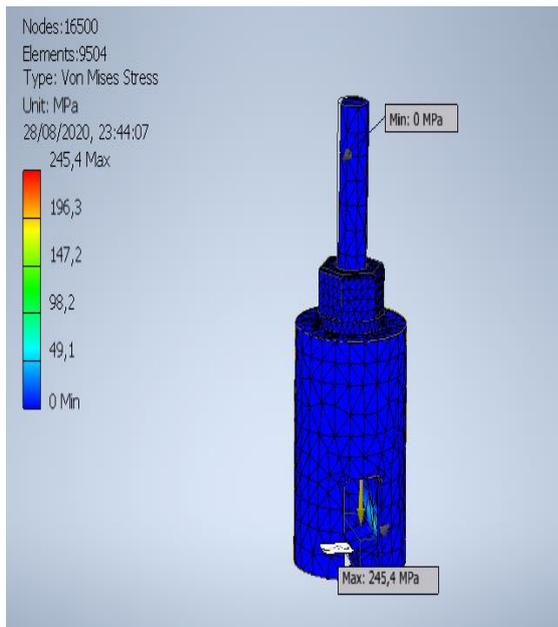
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	10000 N	0 N	130 N m	-69,4777 N m
		10000 N		0 N m
		0 N		109,876 N m
Name	Minimum	Maximum		
Volume	1031040 mm^3			
Mass	8,09364 kg			
Von Mises Stress	0,0000477678 MPa	245,413 MPa		
1st Principal Stress	-62,0775 MPa	111,844 MPa		
3rd Principal Stress	-315,03 MPa	18,8111 MPa		
Displacement	0 mm	0,0702493 mm		
Safety Factor	1,42617 ul	15 ul		
Stress XX	-259,822 MPa	90,1488 MPa		
Stress XY	-90,7092 MPa	66,487 MPa		
Stress XZ	-45,9684 MPa	47,5978 MPa		
Stress YY	-151,208 MPa	108,582 MPa		
Stress YZ	-57,7927 MPa	59,1287 MPa		
Stress ZZ	-99,5612 MPa	34,0368 MPa		
X Displacement	-0,012089 mm	0,044821 mm		
Y Displacement	-0,0558601 mm	0,00404891 mm		
Z Displacement	-0,00274206 mm	0,00280142 mm		

Berdasarkan Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Safety Factor* dapat dilihat bahwa *safety factor* masih dibawah dari nilai *safety factor* material.

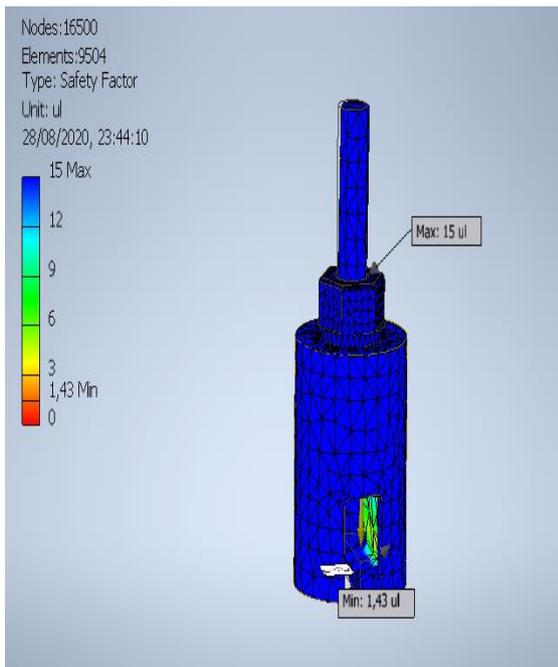
Tabel 4.2 Uji Keandalan Von Mises

Nama Material	Steel, Carbon
Yield Strength	350 MPa
Ultimate Tensile Strength	420 MPa
Magnitude	10000.000 N
Vector X	0.000 N
Vector Y	-10000.000 N
Vector Z	0.000 N
Von Mises Stress	245,413 MPa

Berdasarkan Tabel 4.2 Hasil Uji Keandalan dapat dilihat bahwa *von mises stress* masih dibawah dari nilai *yield strength* dari material. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa *Tool Pelepas Pin Guide Vane* aman untuk digunakan.



Gambar 4.1 Batas minimum dan maksimum *von mises*



Gambar 4.2 Batas Minimum dan Maksimum *Safety Factor*

**Aspek Ekonomis**

**Manfaat Finansial**

Penggunaan *Tool Pelepas Pin Guide Vane* memang mempermudah dalam pelaksanaan pekerjaan, terutama pelepasan *pin guide vane*. Dengan menggunakan *Tool Pelepas Pin Guide Vane* maka pelepasan pin pada guide

vane dengan cara lama (mengungkit dengan tuas) dapat digantikan dengan cara baru yaitu dengan menarik dengan sistem ulir.

Manfaat secara finansial dapat mempercepat pelaksanaan *Major Inspection* yang dalam pelaksanaan pekerjaan melepas *pin guide vane* memerlukan waktu  $\pm 2$  hari, dapat dilakukan dalam  $\pm 3$  jam saja. Hal ini sangat membantu dalam mempercepat pelaksanaan *Major Inspection*. *Tool Pelepas Pin Guide Vane* adalah sebuah tools dengan biaya produksi yang rendah, karena material yang diperlukan sekitar Rp. 1.850.000,- untuk 1 buah *Tool Pelepas Pin Guide Vane*.

**KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari Rancang Bangun *Tool Pelepas Pin Guide Vane*, yaitu sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan baik menggunakan software Autodesk Inventor, maupun implementasi langsung pada unit yang dimaksud, adalah sebagai berikut:

1. Batas minimum von mises 0.00000478 MPa dan maksimum 245.413 MPa
2. Nilai von mises stress masih dibawah dari nilai yield strength material yaitu 245.413 MPa
3. Mempersingkat dan mempermudah pelepasan *pin guide vane*.
4. Mencegah kejadian yang lebih fatal akibat kerusakan yang disebabkan oleh pelepasan *pin guide vane* menggunakan tool lama yang kurang aman.
5. Mempercepat pelaksanaan pemeliharaan *Major Inspection* selama kurang lebih dua hari.

**REFERENSI**

[1] Lukas, Daniel Rohi, Hanny Hosiana Tumbelaka. 2017. Studi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. Jurnal Teknik

- Elektro, Vol. 10, No. 1, Maret 2017. 17-23.
- [2] Hasriani, Muh. Said L, Andi Ferawati Jafar. 2017. Penerapan Media Pembangkit Listrik Tenaga Air (Plta) Terhadap Keterampilan Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika* Vol. 5 No. 2, September 2017. 89-95.
- [3] Sugiyarto, Siti Qomariyah, Faizal Hamzah. 2013. Analisis Network Planning Dengan Cpm (Critical Path Method) Dalam Rangka Efisiensi Waktu Dan Biaya Proyek. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL* Vol. 1 No. 4/Desember 2013,408-416.
- [4] Muhammad Busyairi, La Ode Ahmad Safar Tosungku, Ayu Oktaviani. 2014. Pengaruh Keselamatan Kerja Dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 13, No. 2, Des 2014 112-124.
- [5] Mafruddin, Marsuki. 2017. Pengaruh Bukaannya Guide Vane Terhadap Kinerja Turbin Pikohidro Tipe Cross-Flow. *Jurnal Teknik Mesin TURBO* Vol. 6 No. 1. 2017, 31-37.
- [6] Ulia Ridhani, Aminuddin, Ricky Susanto, Adhim Abdul Jabbar. 2016. Rancang Bangun Alat Mounting Dan Dismounting Bearing Dengan Menggunakan Hydraulic Jack. *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU* NO. 2 VOL. 4, Oktober 2016, 84-87.
- [7] Rian Slamet Sutikno. 2010. Analisis Pengembangan Desain Konsep Treker Bearing Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). Tugas Akhir. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia. Bandung.
- [8] PT PLN (Persero) UL PLTA Ir PM. Noor, *Manual Book*
- [9] Callister, W.D., 1997. *Material Science and Engineering, 4th Edition*. New York: John Wiley and Sons.