

**RANCANG BANGUN ALAT MAIN ROTOR BLADE TRACKING
FLAG AND POLE**

Rohman Nukky Darmawan¹, Bayu Dwi Cahyo², Aulia Regia³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No 73, Surabaya 60236
Email: rohmannukkydarmawan@gmail.com

ABSTRAK

Taruna teknik pesawat udara di poltekbang Surabaya khususnya kelas helikopter terdapat materi *tracking and balancing*. Ketika pelaksanaan praktek *tracking and balancing* alat yang dimiliki sangat terbatas, Poltekbang Surabaya hanya memiliki alat *dyna track*, sedangkan agar taruna lebih dalam memahami materi *tracking and balancing* harus mengetahui macam macam alat *tracking*. Tujuan penelitian ini adalah membuat alat penunjang proses pembelajaran taruna pada saat praktek *tracking and balancing*.

Metode penelitian rancangan alat ini menggunakan *flag and pole* yang diletakkan di samping atau di depan helikopter dengan *blade tip* yang sudah diberi kapur warna. Dalam pembuatan alat ini menggunakan pipa besi, *teteron cotton* dan *rubber* sebagai *handgrip*. Penggunaan alat ini dengan cara memegang alat *tracking flag and pole* dan memutar *main rotor blade* dengan *blade tip* yang sudah diberi kapur warna, hasil goresan yang dihasilkan oleh *blade tip* yang mengenai *flag* akan menandakan apakah *main rotor blade* harus diatur ulang atau tidak.

Hasil dari rancangan alat *main rotor blade tracking flag and pole* ini hanya mampu mengetahui apakah jarak pada setiap *main rotor blade tip* sudah sejajar atau belum, dan juga untuk membantu proses pembelajaran khususnya praktek *tracking and balancing* taruna Politeknik Penerbangan Surabaya.

Kata kunci: *Tracking and balancing, main rotor, blade tracking flag and pole*

ABSTRACT

Aircraft engineering cadets at the Aviation Polytechnic of Surabaya, especially in the helicopter class, contain tracking and balancing main rotor system materials or silabus. When the practice of tracking and balancing the tools they have are very minimal, the Aviation Polytechnic of Surabaya only has a dyna track tool, while in order for cadets to understand more about tracking and balancing material, they must know the kinds of tracking tools. The purpose of this research is to make a tool to support the learning process of cadets during tracking and balancing practices.

The research methodology of this tool design uses a flag and pole that is placed on the side or in front of the helicopter with a blade tip that has been given colored chalk. In the manufacture of this tool using iron pipes, teteron cotton and rubber as handgrips. The use of this tool is by holding the tracking flag and pole and rotating the main rotor blade with the blade tip that has been given colored chalk, the scratches produced by the blade tip hitting the flags will indicate whether the

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

main rotor blade must be adjust or not.

The results of the design of the flag and main rotor blade tracking pole are only able to determine whether the distance at each end of the main rotor blade is aligned or not, and also to assist the learning process, especially the tracking and balancing practice of Surabaya Aviation Polytechnic cadets.

Keywords: *Tracking and balancing, main rotor, blade tracking flag and pole.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Politeknik penerbangan Surabaya merupakan salah satu sekolah kedinasan di bawah Kementerian Perhubungan. Salah satu program studinya yaitu Diploma 3 Teknik Pesawat udara dan juga termasuk kedalam organisasi *Aircraft Maintenance Training Organization* (AMTO) yang diakui oleh Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara (DKUPPU). *Aircraft Maintenance Training Organization* itu sendiri diatur pada Civil Aviation Safety Regulation (CASR) 147.

Program studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara mempelajari tentang pemeliharaan, perawatan dan perbaikan pesawat udara baik itu sayap tetap maupun sayap putar. Salah satu contoh pesawat sayap putar yang dimiliki oleh Politeknik penerbangan Surabaya itu sendiri yaitu *Bolkow 105*. *Bolkow 105* itu sendiri merupakan helikopter ringan, bermesin ganda yang dibuat oleh *Bolkow* dari Stuttgart, Jerman.

Helikopter terdiri dari bagian-bagian utama seperti *main rotor*, *tail rotor*, *fuselage*, sistem transmisi dan *powerplant*, *landing gear* atau *skids*, dan sistem *control*. Namun karena banyaknya bagian yang bergerak pada helikopter dapat menyebabkan *vibration* berlebih yang mengakibatkan kerusakan struktural.

Kerusakan struktural yang bisa diakibatkan oleh *vibration* contohnya adalah *vibration* rendah dengan 100-500 siklus per

menit dan biasanya berasal dari *main rotor*. Getaran dapat dirasakan dari kontrol maupun badan helikopter itu sendiri, Selain itu, getaran tersebut memiliki arah. Bisa vertikal, lateral dan horizontal. Beberapa kemungkinan penyebabnya adalah *main rotor blade* keluar dari jalurnya.

Program studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara memiliki mata kuliah helikopter namun helikopter yang dimiliki oleh Program Studi Teknik Pesawat Udara, *Bolkow 105*, sudah tidak dapat dioperasikan karena berbagai kerusakan. seperti tidak adanya instrumen, *engine* sudah lama tidak dinyalakan dan *blade* helikopter yang sudah lama tidak di *tracking*.

Bo 105 adalah sebuah helikopter ringan, serbaguna, bermesin ganda, yang dibuat oleh *Bölkow* dari *Stuttgart*, Jerman. Itu adalah helikopter bermesin ganda ringan pertama di dunia, dan helikopter pertama yang dapat melakukan manuver aerobatik seperti putaran terbalik.

Fitur paling signifikan dari *Bo 105* adalah *rotor blade dan rotor head*. Sistem *rotor* sepenuhnya tidak berengsel (*hingeless*), *rotor head* terdiri dari blok titanium padat tempat keempat *blade* dibaut; fleksibilitas *rotor* bekerja untuk menyerap gerakan yang biasanya membutuhkan *hinges* pada kebanyakan desain *rotor* helikopter. Desain *rotor blade rigid* yang diadopsi pada *Bo 105* sebagian bertanggung jawab atas kelincihan dan daya tanggap tipe itu tetap menjadi fitur yang tidak biasa pada helikopter pesaing selama

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

masa produksi Bo 105.

Blade tracking adalah proses penentuan posisi ujung *main rotor blade* relatif satu sama lain selagi *rotor head* berputar dan menentukan koreksi yang diperlukan untuk membat dalam toleransi tertentu. Tujuan dari *blade tracking* adalah untuk menyesuaikan *blade* pada kondisi *tip* yang sama sepanjang siklus rotasi.

Blade tracking adalah proses yang dilakukan untuk mengetahui apakah *main rotor blade* perlu diatur ulang atau tidak. Pada helikopter, *vibration* disebabkan *main rotor*. *Main rotor* dapat menyebabkan *vibration* pada bidang vertikal dan lateral.

Vibration di bidang vertikal disebabkan oleh gaya angkat yang diproduksi oleh *main rotor* tidak sama. Ketidakmerataan gaya angkat ini dapat disebabkan oleh profil *chord* pada *blade* berbeda antara satu dan yang lainnya. Sedangkan *vibration* dibidang lateral disebabkan oleh distribusi masa pada *main rotor disk* tidak merata. Distribusi yang tidak merata tersebut dapat disebabkan oleh proses manufaktur.

Salah satu cara untuk melakukan *tracking* adalah dengan metode *flag tracking* atau *flag and pole*. *Tip* pada *blade* ditandai dengan kapur atau *grease* pencil. Setiap ujung *blade* harus ditandai dengan warna yang berbeda sehingga akan mudah untuk menentukan hubungan dari ujung *blade tip* satu sama lain, Metode ini dapat digunakan pada semua jenis helikopter.

Rumusan Masalah

Berdasarkan pokok masalah yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan yang telah diidentifikasi tersebut dapat diketahui beberapa permasalahan yang dapat dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah alat *main rotor blade tracking* sebagai penunjang pembelajaran?

2. Bagaimana cara kerja alat *main rotor blade tracking*?

Batasan Masalah

Dengan adanya batasan masalah diharapkan pembahasan dari hasil yang didapatkan menjadi lebih terarah serta mencapai sasaran dan tujuan sesuai dengan yang diharapkan. Berikut adalah batasan masalah yang diberikan pada pelaksanaan penelitian:

1. Hanya berfungsi untuk mengetahui apakah jarak antara setiap *blade tip* sejajar atau tidak.
2. Hanya membahas tentang *flag and pole* yang akan dipakai sebagai alat pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Rancang bangun alat ini hanya untuk media pembelajaran (*trainer*) dan belum bisa untuk digunakan secara universal.

Tujuan Penelitian

Penulis memiliki beberapa tujuan dalam perancangan alat ini, antara lain:

1. Merancang alat peraga *main rotor blade tracking with flag and pole* sebagai media penunjang pembelajaran.
2. Mengetahui cara kerja alat peraga *main rotor blade tracking*, agar taruna familiar dengan *blade tracking* yang menggunakan *flag and pole* sebagai alat *tracking* dari *main rotor blade*.
3. Memenuhi salah satu persyaratan menempuh Tugas Akhir dan meraih gelar Ahli Madya (A.Md) pada program studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

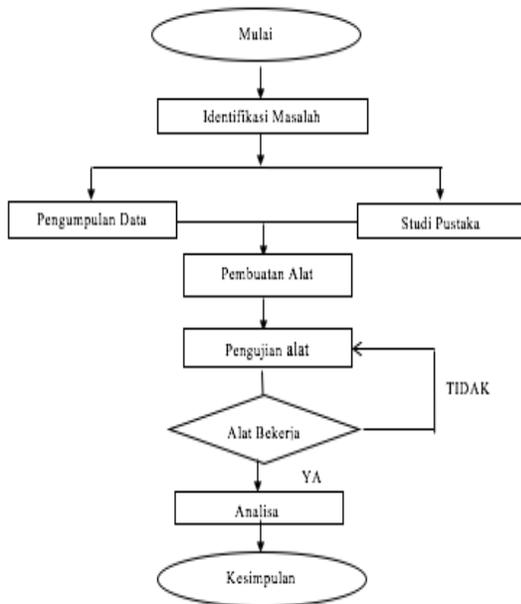
1. Manfaat secara akademik yaitu sebagai referensi mata kuliah yang berhubungan dengan helikopter untuk bahan ajar dan praktikum bagi taruna.

2. Sedangkan secara praktisi manfaat dari penelitian ini dapat digunakan sebagai alat praktikum di hangar AMTO.

Desain Alat

METODE

Penelitian ini akan dilaksanakan seperti pada Gambar 3.1



Gambar 1. Diagram alur penelitian

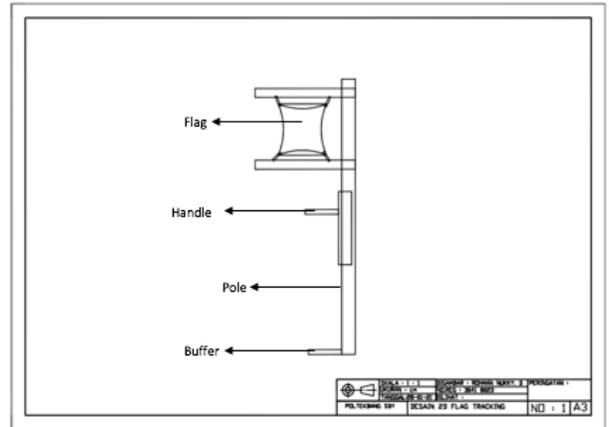
Desain Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat *main rotor blade tracking* menggunakan *flag and pole* sebagai alat pembelajaran Taruna Teknik Pesawat Udara khususnya dalam materi helikopter.

Perancangan Alat

Berikut ini adalah desain alat dan cara kerja dari rancangan tugas akhir yang akan dibuat.

Gambar 2 Bentuk Alat
 Gambar 3 Ukuran Alat



Gambar 4 Desain Rancangan Alat

Cara Kerja Alat

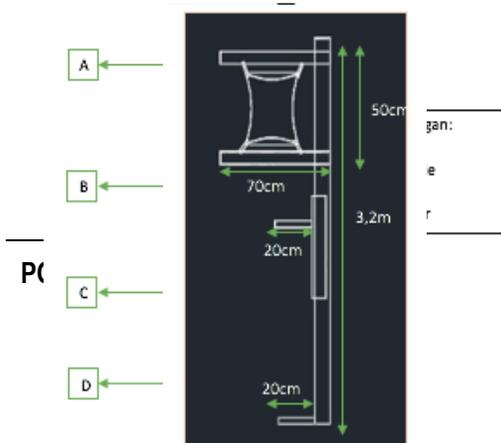
Metode tracking menggunakan *flag and pole*, menunjukkan posisi relatif dari *rotor blade tip*. *Blade tip* ditandai dengan kapur atau cat minyak. Setiap *blade tip* harus diberi tanda dengan warna yang berbeda sehingga mudah untuk menentukan hubungan *blade tip* yang satu dengan yang lainnya. Saat *blade* di putar maka setiap *blade tip* yang sudah di beri warna akan mengenai *flag*. Metode ini dapat digunakan pada semua jenis helikopter yang tidak memiliki propulsi jet di *blade tip*

Komponen Alat

Pembuatan alat dilaksanakan sesuai penelitian yang dilakukan oleh Ghani Fathur Rochim (2017). Tetapi pada pembuatan alat ini menggunakan material pipa besi dan kain *tetereon cotton* agar material lebih kuat, dan juga dengan alat pendukung seperti *welding tools, gauges, hacksaw*.

Teknik Analisa Data

Dalam Teknik analisis data, karena penelitian ini bersifat kualitatif yaitu penelitian yang berisikan garis-garis besar rencana yang mungkin akan dilakukan. Data kualitatif yang diperoleh berupa melihat hasil yang di torehkan oleh *blade tip* kepada *flag* dari alat *main rotor blade tracking flag*



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

and pole tersebut. Untuk menentukan apakah *main rotor blade* tersebut sudah *balance* atau belum. Data tersebut diperoleh berdasarkan observasi langsung. Data hasil penelitian tersebut dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rochim, Ghani Fathur (2017).

Untuk menyatakan bahwa *main rotor blade* sudah sesuai *track* apa belum jika hasil yang di torehkan oleh *blade tip* kepada *flag* dari alat ini

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pada bab ini akan membahas mengenai hasil dari “Alat *main rotor blade tracking flag and pole*”. Dengan teori dasar yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dijadikan pemaparan dalam penjelasan tentang hasil dan pembahasan

Tujuannya adalah untuk mengetahui hasil dari alat yang telah dibuat, sehingga diketahui kondisi alat yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Untuk tujuan ini, hasil dan pembahasan pada bab 4 akan dilakukan pengujian dari alat yang telah dibuat. Hal ini dilakukan untuk pembuktian kebenaran kerja dari alat yang telah dirancang mulai materi dan bab sebelumnya.

Spesifikasi Pembuatan Alat Peraga

Dalam proses pembuatan rancangan alat pembelajaran *main rotor blade tracking flag and pole*. Berikut adalah spesifikasi alat tersebut:



1. Dapat digunakan sebagai alat pembelajaran untuk mengetahui cara *tracking main rotor blade* menggunakan *flag and pole*.
2. Terdapat *flag, pole, handle* dan *buffer*.
3. Berat alat peraga tersebut $\pm 4,5$ kg.

Gambar 5 Rancangan Alat *flag and pole*

Material Alat Peraga

Berdasarkan pada bab sebelumnya mengenai material komponen alat *tracking* menggunakan *flag and pole* yang akan dibuat, Material yang digunakan merupakan material yang sudah dijabarkan pada bab sebelumnya, seperti pipa besi untuk bagian *pole, handle* dan *buffer*. Memakai kain *tetereon cotton* untuk bagian *flag*, dan *rubber* untuk melapisi bagian *handle*. Berikut bagian alat peraga dan keterangan lengkap dari material yang digunakan:

a. Pole

Pole pada alat ini menggunakan bahan pipa besi dengan tujuan agar *pole* dari material ini kuat dan kokoh. Selain itu menggunakan pipa besi agar alat ini tidak mudah goyang saat terkena angin.

Gambar 6 Pole

b. flag



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Bahan pada *flag* ini menggunakan kain *tetereon cotton*, karena *tetereon cotton* kuat dan juga aman pada saat *blade* menyentuh *flag* pada saat proses *blade tracking*.

Gambar 7 *Flag*



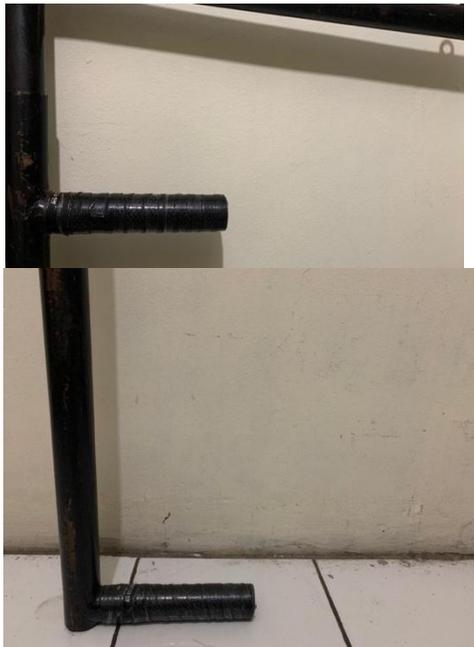
c. *Handle*

Material *handle* ini sama seperti material dari *pole* yaitu menggunakan pipa besi dengan dilapisi dengan *rubber* agar lebih nyaman dan mengurangi gertaran saat digenggam.

Gambar 8 *Handle*

d. *Buffer*

Material dari *buffer* ini juga



terbuat sama seperti material *pole* dan *handle*. Tujuan dari *buffer* ini

adalah agar alat *tracking flag and pole* ini tidak mudah bergerak atau bergeser pada saat proses *tracking*.

Gambar 9 *Buffer*

Ukuran Alat

Berikut adalah ukuran dari material yang terdapat di alat *main rotor blade tracking flag and pole*.

Tabel 1 Ukuran Alat Peraga

No	Komponen	Ukuran (cm)
1	<i>Pole</i>	302
2	<i>Flag</i>	50x50
3	<i>Handle</i>	20
4	<i>Buffer</i>	20

Perakitan Alat *Flag and Pole*

Berikut adalah manufaktur dari pembuatan alat *main rotor blade tracking flag and pole*.

No	Kegiatan	Keterangan
1.		Siapkan pipa besi , setelah itu potong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
2.		Potong kembali untuk bagian <i>handle</i> dan penyangga pada bagian <i>flag</i> .
4.		Sambungkan bagian <i>pole</i> dengan <i>handle</i> dan penyangga pada bagian <i>flag</i> .
		yang telah ditentukan.

Tabel 2 Manufaktur Alat Peraga

Teknik Pengujian

Pengujian rancangan alat dilakukan dengan prosedur sesuai dengan *FAA Handbook* dengan langkah sebagai berikut :



1. Letakkan alat peraga ke bidang datar di samping atau di depan helikopter.
2. Siapkan kapur warna atau cat minyak lalu gunakan pada setiap *blade tip*.
3. Orang yang memegang alat peraga harus menghadap kearah *blade* yang berputar dan mengamati *blade tip* pada saat bersentuhan dengan *flag*.
4. Lalu arahkan alat peraga ke *main rotor* yang berputar.
5. Lihat hasil warna yang terdapat pada *flag*.

No	Kegiatan	Keterangan
1		Proses memorehkan chalk pada <i>blade tip</i> .
2		Pengujian alat <i>main rotor blade tracking flag and pole</i> .

Tabel 3 Teknik Pengujian

Pembahasan Hasil Penelitian Hasil Pengujian

Dalam pengujian alat pembelajaran menggunakan *main rotor blade tracking flag and pole*, didapatkan hasil dari proses blade tracking yang sudah dilakukan. Proses pengujian alat ini dilakukan pada helikopter



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

EC 135. Posisi keempat *blade* yang hanya berbeda kurang dari 2 cm seperti pada (gambar 4.9). Maka dapat disimpulkan *main rotor blade* pada helikopter ini dalam kondisi yang sangat baik.

Gambar 10 Hasil Pengujian

Kelebihan dan Kekurangan Alat

A. Kelebihan Alat

1. Ringan dan mudah dipindahkan.
2. Ketinggian alat bisa diatur sesuai dengan tinggi helikopter.
3. Alat bisa dipendekkan sehingga mudah dibawa kemana mana

B. Kekurangan Alat

1. Cat pada alat ini mudah terkelupas pada saat alat diatur ketinggian atau kerendahannya.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian rancangan alat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat peraga ini dapat digunakan sebagai alat praktik dalam mata kuliah helikopter terutama dalam materi *main rotor blade tracking*.
2. Alat peraga ini membantu taruna memahami dengan mudah bagaimana prinsip dasar *tracking main rotor blade* menggunakan *flag and pole*.
3. Hasil *blade tracking* telah membuktikan posisi keempat *blade* hanya selisih kurang dari 2 cm, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa kondisi *blade* pada helikopter ini dikategorikan dalam kondisi baik.

SARAN

Dikarenakan belum tercapainya memutar *main rotor blade* saat *engine run*, diharapkan pada Tugas Akhir selanjutnya bisa tercapai untuk memutar *main rotor* helikopter pada saat *engine run*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrei, Cristian (2011). *Helicopter rotor design. (Volume 6 Issue 1)*.
- [2] Aviation Dictionary, (2014). Tracking flag/tracking stick. Diambil dari https://aviation_dictionary.enacademic.com/6861/tracking_flag_tracking_stick..
- [3] Ciptaloka.com (2017, 16 Desember). Kenali perbedaan lengkap tentang bahan kain polyester tc viscose cvc dan hyget. Diambil dari <https://blog.ciptaloka.com/kenali-perbedaan-lengkap-tentang-bahan-kain-polyester-tc-viscose-cvc-dan-hyget>.
- [4] FAA (*Federal Aviation Administration*) (2000). *Rotorcraft Flying Handbook (Chapter 5 Helicopter System)*.
- [5] Ghani Fathur, Rochim (2017). *Rancang Bangun Sistem Kendali Alat Bantu Penggerak Rotor Helikopter Alouette II. (Tugas Akhir)* Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia.
- [6] Jurnal Pendidikan Serambi Ilmu, Edisi Mei 2016 Volume 25 Nomor 2.
- [7] Mutza, Wayne (1989). *CH-47 Chinook in action*. Texas. ISBN 0-89747-212-8.
- [8] *Summit Aviation* (2009). *Airframe and Powerplant Mechanics Aiframe Handbook U.S. Department of Transportation*.
- [9] Wilma Eka, Nurfitriana (2017). *Rancang Bangun Alat Bantu Penggerak Rotor Helikopter Alouette II Untuk Proses Tracking*. (Tugas Akhir) Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia.
- [10] Sidiq, 2013 *ANALISA KOROSI DAN PENGENDALIANYA*. Akademi

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021
ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Perikanan Baruna Slawi.