

Studi Pemilihan Jenis Dan Perhitungan Umur Bantalan Pada Turbin Angin Poros Vertikal

Ahmad Farid¹, Hadi Wibowo²

^{1,2}, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal
email : mesinfutps@gmail.com

Abstrak

Dalam perencanaan suatu turbin angin, hasil yang diharapkan adalah mempunyai efisiensi dan kehandalan yang tinggi. Sehingga dapat diaplikasikan dengan tepat. Faktor yang mempengaruhi besarnya daya pada turbin angin adalah besarnya torsi dan tingginya putaran poros. Maka dapat dipastikan energy angin tidak dapat dikonversi menjadi energy mekanis secara maksimal ataupun turbin tidak mampu berputar dengan ringan karenanya besarnya gesekan pada poros dan bantalan, sehingga gesekan poros dan bantalan yang terlalu besar dapat mengakibatkan turunnya efisiensi dan daya turbin. Metode yang digunakan adalah dengan studi referensi dan melakukan eksperimen. Eksperimen dilakukan dalam pengujian untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan berupa perubahan jenis bantalan sehingga diperoleh data putaran poros, torsi dan daya yang dihasilkan. Hasil perhitungan umur bantalan diperoleh data bahwa bantalan yang digunakan bila digunakan pada kecepatan angin maksimal 6,2 m/s diperoleh umur 1,06 tahun, bila kecepatan angin minimum 4,1m/s umur bantalan adalah 14,98 tahun sedangkan bila diambil kecepatan rata-rata yaitu 5 m/s maka umur bantalan adalah 5 tahun (penggantian setiap 5 tahun sekali).

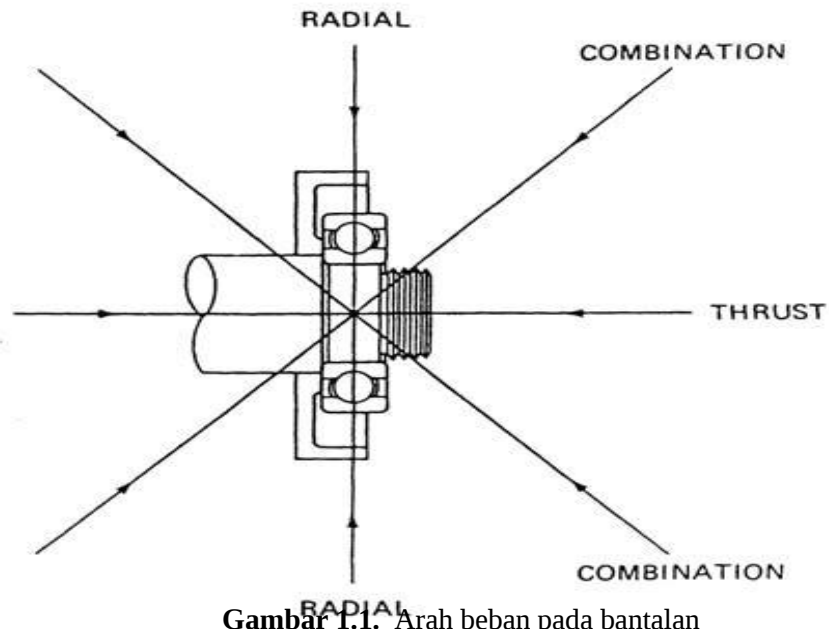
Kata kunci : savonius, umur, bantalan

1. Pendahuluan

Dalam perencanaan suatu turbin angin, hasil yang diharapkan dicapai adalah mempunyai efisiensi dan kehandalan yang tinggi sehingga dapat diaplikasikan dengan tepat. Angin di daerah Tegal berkisar 3 sampai dengan 6 m/s² sehingga tidak memungkinkan bila dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik untuk daya yang tinggi, apalagi bila dalam perancangannya tidak memperhatikan faktor yang mempengaruhi besarnya daya pada turbin angin, yang diantaranya adalah besarnya torsi dan tingginya putaran poros, [1],[2], maka dapat dipastikan energy angin tidak dapat dikonversi menjadi energy mekanis secara maksimal ataupun turbin tidak mampu berputar dengan ringan karenanya besarnya gesekan pada poros dan bantalan, sehingga gesekan poros dan bantalan yang terlalu besar dapat mengakibatkan turunnya efisiensi dan daya turbin, [3],[4]. Sebagai dasar dalam penentuan jenis bantalan, berdasarkan arah beban dan berdasarkan konstruksi atau mekanismenya mengatasi gesekan.

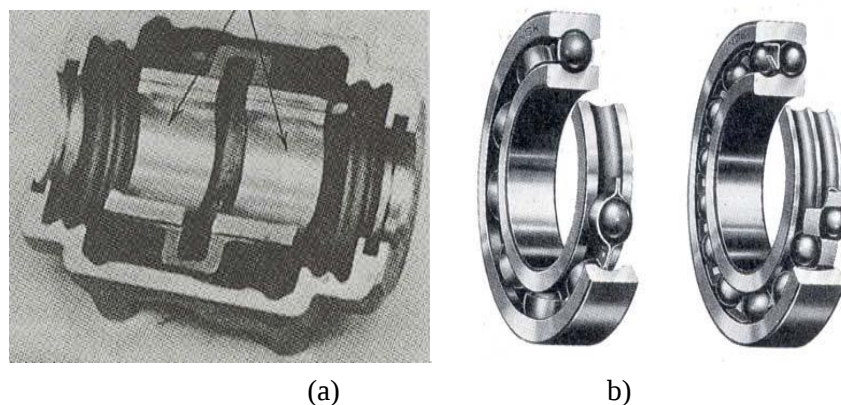
Berdasarkan arah beban yang bekerja pada bantalan, bantalan dapat diklasifikasikan menjadi bantalan radial/radial bearing : menahan beban dalam arah radial, bantalan aksial/thrust bearing : menahan beban dalam arah aksial dan bantalan yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan arah aksial, [5],[6]. Berdasarkan konstruksi dan mekanisme mengatasi gesekan, bantalan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu bantalan luncur (*sliding bearing*) dan bantalan gelinding (*rolling bearing*). Bantalan luncur yang sering disebut *sliding bearing* atau *plain bearing* menggunakan mekanisme *sliding*, dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relatif. Diantara kedua permukaan terdapat pelumas sebagai agen utama untuk mengurangi gesekan antara kedua permukaan. Bantalan luncur untuk beban arah radial disebut journal bearing dan untuk beban arah aksial disebut

plain thrust bearing, [7][8]. . Diagram gaya dan arah beban bantalan dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Arah beban pada bantalan

.Berdasarkan jenis pelumasan antara permukaan sliding, bantalan luncur juga diklasifikasikan menjadi *rubbing plain bearing*, *plain bearing*, *hydrodynamic plain bearing*, dan *hydrostatic plain bearing*. Bantalan gelinding menggunakan elemen *rolling* untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper, dll. Kontak gelinding terjadi antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif. Contoh konstruksi bantalan gelinding ditunjukkan pada gambar 1 . 2 .



Gambar 1.2 Konstruksi bantalan luncur dan bantalan gelinding

Variasi bentuk geometri dan fungsi bantalan untuk masing-masing tipe sangat banyak jenisnya. Karena itu, untuk menjamin interchangeability dan simplifikasi, bantalan telah distandardkan dan berbagai data-datanya dipresentasikan dalam katalog. Para insinyur mesin, tidak diarahkan untuk mampu merancang bantalan (kecuali yang bekerja pada pabrik

bantalan), tetapi lebih diarahkan untuk memiliki kemampuan dalam pemilihan bantalan. Parameter-parameter utama yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bantalan antara lain adalah beban, putaran, tipe dan aliran pelumas, dimensi, jenis aplikasi, getaran, temperatur, dan kondisi lingkungan, [9]. Kriteria pemilihan bantalan yang ditampilkan dalam grafik, berdasarkan beban dan putaran komponen mesin. Sedangkan kriteria pemilihan bantalan untuk berbagai kondisi lingkungan ditampilkan pada tabel 1. Aspek parameter pelumas, geometri, akan terlihat jelas bahwa masing-masing tipe bantalan memiliki kelebihan dan keterbatasan, [10].

Berdasarkan latarbelakang diatas, maka pada penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut, Jenis bantalan apakah yang sesuai dengan turbin angin tipe savonius 2 tingkat baik dilihat dari umur bantalan dan efisiensi alat yang tinggi, dan berapa lama umur dari bantalan turbin tersebut ?. Berdasar deskripsi dan permasalahan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mencari jenis bantalan yang sesuai, menghitung massa/ umur dari bantalan yang digunakan dan faktor yang mampu meningkatkan daya turbin dan perubahan kecepatan.

1.2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menghasilkan rancangan turbin angin yang mempunyai efisiensi yang tinggi.
- Dapat memilih atau menentukan jenis/tipe bantalan yang sesuai dengan turbin angin yang ada.
- Dapat mengetahui jenis/tipe bantalan yang sesuai dengan turbin angin yang ada.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan adalah dengan melakukan eksperimen rancangan turbin vertikal savonius 2 tingkat, dimana tinggi tingkat bawah adalah 10 cm, jumlah sudu 6, dan bagian atas tinggi 60 cm, dengan 2 sudu, dengan diameter masing-masing tingkat adalah 40cm. Ujicoba dilakukan dipesisir pantai tegal (PAI) dengan melakukan pembebanan 0,5 kg, pada kecepatan 3 – 6,5 m/s. Data yang diambil adalah putaran poros, torsi dan daya turbin.

Untuk mengetahui hasil penelitian sesuai yang diharapkan, maka data yang diperoleh harus dianalisis secara tepat dalam hal ini langkah-langkah yang harus di tempuh antara lain sebagai berikut.

- Menghitung Kecepatan Keliling Poros

$$V = \frac{\pi \cdot D_p \cdot n_1}{60} \dots\dots\dots(1), [9]$$

- Menghitung Beban Radial Pada Poros

$$F_r = \frac{102 \cdot P}{V} \dots\dots\dots(2), [9]$$

- Menghitung Beban Aksial :

$$P_r = x \cdot v \cdot F_r + y \cdot F_a \dots\dots\dots(3), [9]$$

- Perhitungan Umur Bantalan

- Faktor Keamanan

$$f_n = (33,3/n)^{1/3} \dots\dots\dots(4), [9]$$

- Faktor Umur;

$$f_h = f_n \cdot C/P \dots\dots\dots(5), [9]$$

- Umur nominal Bantalan

$$L_h = 500 f_h^3 \dots\dots\dots(6), [9]$$

- Keandalan umur bantalan, jika mengambil 99 % :

$$L_n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \dots \dots \dots (7), [9]$$

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini adalah mencari jenis bearing yang sesuai dengan turbin angin tipe savonius, mampu menahan beban pada kecepatan lebih dengan memberikan putaran poros yang maksimal. Disamping itu dari hasil pemilihan turbin kemudian diuji coba untuk memperoleh data putaran turbin dan daya turbin yang kemudian untuk dilakukan perhitungan dan analisa untuk mengetahui umur bantalan/bearing.

Tabel 3.1. Kecepatan angin terhadap putaran poros dan dayanya

No	v (m/s)	m (kg)	r (m)	n (rpm)	Q (Nm/s)	P (W)
1	6,2	0,5	0,3	148	0,44	6,84
2	6,3	0,5	0,3	148	0,44	6,84
3	6,1	0,5	0,3	148	0,44	6,84
rata2	6,20	0,5	0,3	148,00	0,44	6,84
1	5	0,5	0,3	108	0,44	4,99
2	5,2	0,5	0,3	108	0,44	4,99
3	5,3	0,5	0,3	109	0,44	5,04
rata2	5,17	0,5	0,3	108,33	0,44	5,01
1	4,6	0,5	0,3	106	0,44	4,90
2	4,5	0,5	0,3	105	0,44	4,85
3	4,5	0,5	0,3	104	0,44	4,81
rata2	4,53	0,5	0,3	105	0,44	4,85
1	4,2	0,5	0,3	78	0,44	3,60
2	4,1	0,5	0,3	75	0,44	3,47
3	4	0,5	0,3	76	0,44	3,51
rata2	4,1	0,5	0,3	76,33	0,44	3,53

sedangkan pada kondisi aplikasi pada turbin angin savonius ini diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3.2. Data Aplikasi bantalan

No	Keterangan	Simbol	Nilai
1	Kapasitas nominal bantalan dinamis	C	50 kg
2	Diameter lubang	d	22 mm
3	Diameter luar	D	47 mm
4	Lebar cincin	B	14 mm
5	Jari-jari fillet	R	1,5 mm
6	Putaran poros	n	75 - 150 rpm
7	Daya pada bantalan	P	6,2 W

Dari hasil perhitungan dapat ditabelkan hasil pengujian untuk masing kecepatan angin dan putaran poros dalam perhitungan beban dan umur bantalan sebagai berikut:

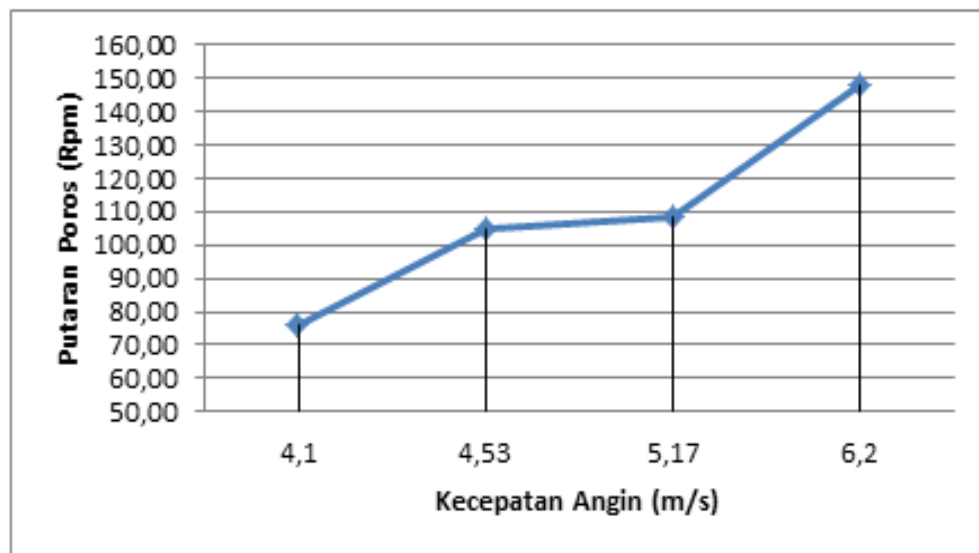
Tabel 3.3. kecepatan angin dan putaran poros dalam perhitungan Beban

No	Kecepatan angin (m/s)	D	n	Perhitungan Beban				
				V	P	Fr	Fa	Pr
1	6,2	0,022	148,00	0,170	6,84	4094,430	2	4096,43
2	5,17	0,022	108,33	0,125	5,01	4097,209	2	4099,209
3	4,53	0,022	105,00	0,121	4,85	4092,150	2	4094,15
4	4,1	0,022	76,33	0,088	3,53	4097,119	2	4099,119

Tabel 3.3. kecepatan angin dan putaran poros dalam perhitungan umur bantalan

No	Kecepatan angin (m/s)	d	N	Umur bantalan					
				C	Fn	Fh	Lh	Ln	Lb
1	6,2	0,022	148,00	50	0,611	4,468216	44603,86	9366,81	1,069271
2	5,17	0,022	108,33	50	0,678	6,761947	154591,4	32464,2	3,705959
3	4,53	0,022	105,00	50	0,685	7,057362	175750,7	36907,66	4,213203
4	4,1	0,022	76,33	50	0,761	10,7724	625039,4	131258,3	14,98382
Rata2	5	0,022	109,42	50	0,675	6,676	148801,1	31248,22	5,993

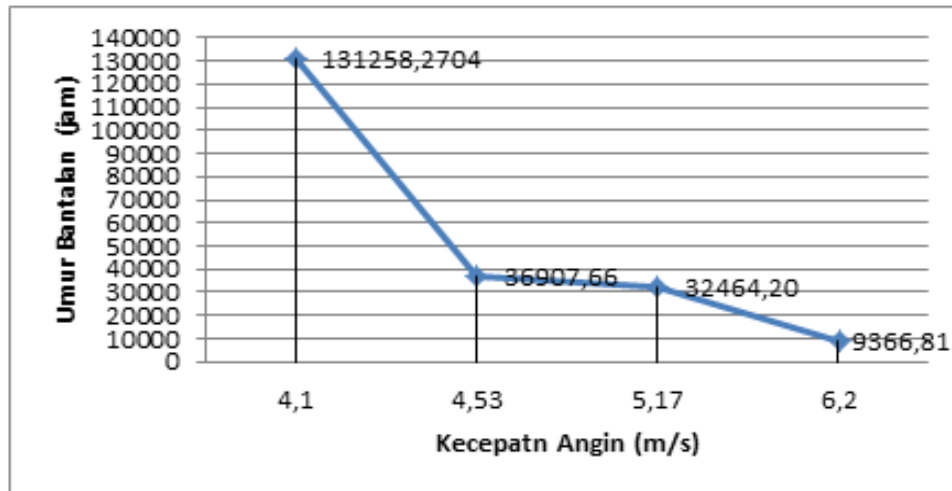
Dari hasil analisa dan perhitungan diatas dapat dijelaskan bahwa jenis bantalan yang sesuai dengan turbin angin poros vertical savonius 2 tingkat adalah tipe ball bearing atau bantalan peluru. Bantalan ini mempunyai karakteristik dapat berputar dengan cepat karena sedikit gesekan atau singgungan diantara masing-masing garis lengkung bolanya, sehingga dapat menghasilkan putaran dan daya optimal. Sedangkan dalam perhitungan umur bantalan dapat dijelaskan pada grafik berikut:



Gambar 3.1 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Putaran Poros (Rpm)

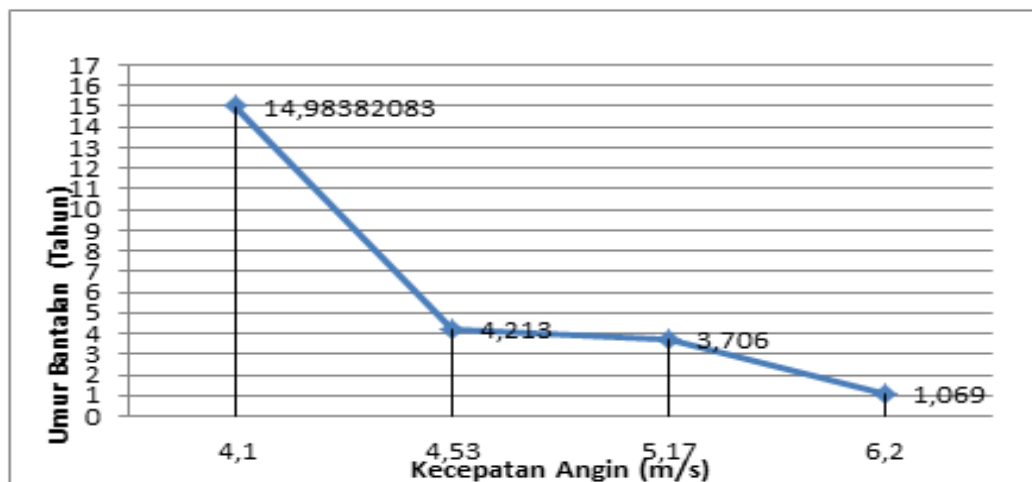
Dari grafik diatas menunjukkan pengaruh signifikan pemakaian bantalan terhadap putaran poros pada perubahan kecepatan angin. Bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka kecepatan

poros juga semakin tinggi dengan demikian fungsi bantalan dalam menumpu beban dan putaran tidak terpengaruh adanya gesekan atau gesekan yang terjadi antara bola bantalan dan poros sangat kecil sekali, [6], [11].



Gambar 3.2 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Umur Bantalan (Jam)

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap kecepatan poros pada turbin dan dari putaran poros tersebut terjadi kontak antara poros dengan bantalan yang mempengaruhi umur bantalan tersebut. Dimana umur bantalan diketahui bahwa jika turbin berputar konstan pada kecepatan angin rendah yaitu 4,1 m/s memberikan umur bantalan 131258,2704 jam, sedangkan turbin berputar pada kecepatan angin konstan 6,2 m/s memberikan umur 9366,81 jam.



Gambar 3.3 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Umur Bantalan (tahun)

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap umur bantalan dalam skala tahun. Dimana umur bantalan diketahui bahwa jika turbin berputar konstan pada kecepatan angin rendah yaitu 4,1 m/s memberikan umur bantalan 14,9 tahun, sedangkan turbin berputar pada kecepatan angin konstan 6,2 m/s memberikan umur 1,069 tahun atau bantalan diganti setiap 1 tahun sekali. Namun pada kenyataannya tentunya turbin berputar bervariasi kadang pada kecepatan juga pada kecepatan tinggi sehingga diambil rata-ratanya yaitu 5m/s dengan umur bantalan 5 tahun atau setiap 5 tahun sekali bantalan diganti.

4. Kesimpulan

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan meliputi studi referensi, analysis data dan perhitungan maka hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Jenis bantalan/bearing yang sesuai untuk turbin angina savonius dua tingkat adalah jenis ball bearing/ bantalan peluru.
- Hasil perhitungan umur bantalan diperoleh data bahwa bantalan yang digunakan bila digunakan pada kecepatan angin maksimal 6,2 m/s diperoleh umur 1,06 tahun sedangkan bila kecepatan angin minimum 4,1 umur bantalan adalah 14,98 tahun.

4.2. Saran

- Untuk mendapatkan umur yang optimal perlu dilakukan perawatan rutin berupa pelumasan pada bantalan, daya yang lebih besar lagi dimensi/ diameter rotor turbin sebaiknya lebih diperbesar lagi.
- Konstruksi rotor baik poros maupun sudu dan juga penyangga turbin bila akan diaplikasikan langsung di lapangan perlu diperbaiki dan diperhitungkan lebih baik, untuk efisiensi turbin yang lebih baik, sebaiknya menggunakan generator khusus turbin angin.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim 1, 2007. www.mst.gadjahmada.edu/dl/Kincir_Angin.pdf
- [2] Anonim2,2010.<http://www.alpensteel.com/article/47-103-energi-angin--wind-turbine--wind-mill/447--teknologi-magnetic-levitation-pada-turbin-angin.html>
- [3] Anonim,<http://permaculturewest.org.au/ipc6/ch08/shannon/index.html>/diakses pada tanggal 21 Maret 2010
- [4] Himran, Syukri, 2005. Energi Angin, CV Bintang Lamumpatue, Makassar.
- [5] Erinofiardi, 2010, *Desain Umur Bantalan Carrier Idler Belt Conveyor PT.Pelindo II Bengkulu*, Univ. Bengkulu.
- [6] F.N Maulana, I Syafa'at, Darmanto. 2012 *Analisa Keausan Steady State pada Kontak Pin-On-Disc dengan Simulasi Elemen Hingga*, FT Unwahas Semarang.
- [7] Ikhsan I, Hipi A, 2011, *Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Kinerja Kincir Angin Tipe Propeller pada Wind Tunnel sederhana*, TA, Makasar.
- [8] Ir Jac. Stolk, Ir. C Kros, 1994, *Elemen Mesin Elemen Konstruksi Bangunan Mesin Edisi 21.*, Erlangga, Surabaya
- [9] Joseph E Shigley Larry D Mitchell, *Perencanaan Teknik Mesin Edisi IV jilid 2*, Erlangga Surabaya
- [10] Komarudin, Harfi R,2010 *Analisis Pengaruh viskositas Pelumas Terhadap Perubahan Temperatur Pada Simulator Alt Uji Pelumas Bantalan*.
- [11] White, Frank M, Harianddja, Manahan. 1986. *Mekanika Fluida (terjemahan)*. Edisi I, Erlangga,Jakarta