

Rancang Bangun Alat Pemanas *Bearing* untuk Perawatan Mesin Industri

Sutrisno¹, Achmad Anwari², Mochamad Agus Pramudia³

123 Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: sutrisno2604@gmail.com, arsawimax@gmail.com, pramudi1308@gmail.com

Received 31 Agustus 2024 | Received 14 September 2024 | Accepted 21 September 2024

ABSTRAK

Bearing adalah bagian yang paling penting dari motor penggerak untuk mendukung sektor industri menengah, *Bearing* juga diperlukan dalam mesin-mesin industri berskala besar, hanya saja penggunaan *Bearing* lebih cepat rusak, sehingga penggantian *Bearing* pun semakin terjadwal. Namun dalam praktiknya, penggantian *Bearing* masih harus dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan cara dipukul menggunakan palu agar bisa masuk kedalam porosnya. Untuk itu penelitian ini merancang alat pemanas *Bearing* untuk perawatan mesin industri dengan sistem pemanasan arus listrik yang dialirkan menjadi energi panas. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa performa dari alat ini memiliki waktu pemanasan yang relatif singkat (kurang dari 4 menit) hal ini menunjukkan kinerja pada alat dapat berjalan dengan optimal sehingga alat sangat efektif dipakai dalam proses pergantian *Bearing* untuk dilingkungan industri serta dapat mengurangi downtime yang terlalu lama. Alat ini juga menunjukkan konsistensi dalam pemuaian, tetapi karakteristik pemanasan bervariasi berdasarkan ukuran *Bearing*. Dimana hasil pengujian pertama pada *Bearing* ukuran 6211 diameter dalam 55,0 mm mampu memuai hingga 0,20 mm pada suhu set poin 120°C dan pada suhu set poin 110°C memuai sebesar 0,15 mm.

Kata Kunci: Mesin Industri, Pemanas, *Bearing*, Suhu dan Disc Heater.

ABSTRACT

Bearings are the most important part of the drive motor to support the medium-sized industrial sector, bearings are also needed in large-scale industrial machines, it's just that the use of bearings is more quickly damaged, so the replacement of bearings is increasingly scheduled. But in practice, bearing replacement still has to be done manually, namely by hitting with a hammer so that it can enter the shaft. For this reason, this research designs a bearing heating device for industrial machine maintenance with an electric current heating system that is channeled into heat energy. The results of this test show that the performance of this tool has a relatively short heating time (less than 4 minutes) this shows the performance of the tool can run optimally so that the tool is very effectively used in the process of replacing bearings for industrial environments and can reduce downtime that is too long. This tool also shows consistency in expansion, but heating characteristics vary based on bearing size. Where the first test results on Bearing size 6211 inner diameter of 55.0 mm was able to expand up to 0.20 mm at a set point temperature of 120 °C and at a set point temperature of 110 °C expanded by 0.15 mm.

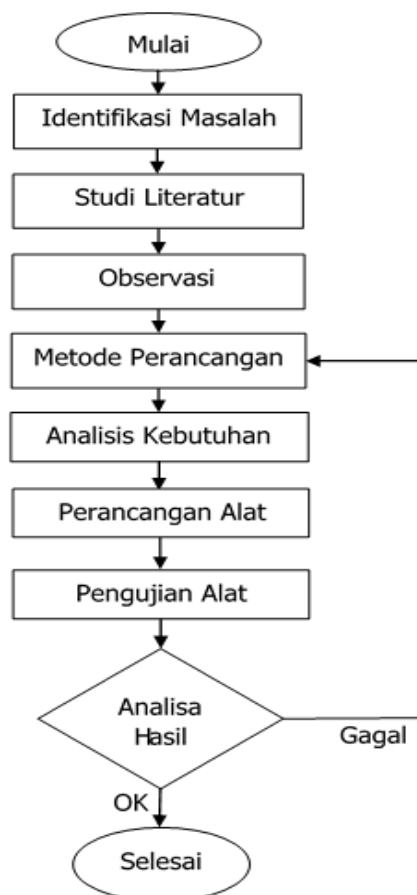
Keywords: Industrial Machinery, Heater, *Bearing*, Temperature and Disc Heater.

1. PENDAHULUAN

Bearing adalah bagian yang paling penting dari motor penggerak untuk mendukung sektor industri menengah, seperti bengkel-bengkel servis motor, *Bearing* juga diperlukan dalam mesin-mesin industri berskala besar, hanya saja penggunaan *Bearing* lebih cepat rusak, sehingga jangka waktu pemakaian perlu dibuat jadwal penggantian permanen sehingga penggantian kuantitas *Bearing* pun semakin terjadwal. Namun dalam praktiknya, penggantian *Bearing* masih harus dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan cara melibatkan pemukulan terhadap *Bearing* dengan palu agar bisa masuk kedalam porosnya. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan dini pada *Bearing*. Dapat diamati di beberapa lingkungan industri khususnya di CV. Andaru pemasangan *Bearing* masih dilakukan secara manual, yaitu dengan cara dipukul dengan palu agar *Bearing* dapat masuk ke dalam shaftnya, hal ini bisa berpotensi merusak *Bearing* dan memperpendek usia pemakaiannya. Dilihat dari alat pemasang *Bearing* yang ada saat ini, yang masih dalam kategori kurang optimal. Alat pemanas *Bearing* yang ada di pasaran memiliki harga yang cukup mahal, membutuhkan daya listrik yang cukup besar, waktu pemanasan yang cukup lama dan hanya bisa dipakai untuk memanaskan *Bearing* dengan ukuran tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk memperpanjang usia *bearing*, mencegah kerusakan awal pada *bearing* dan mempermudah penggantian *bearing* tanpa merusak *bearing* atau komponen mesin lainnya.

2. METODE

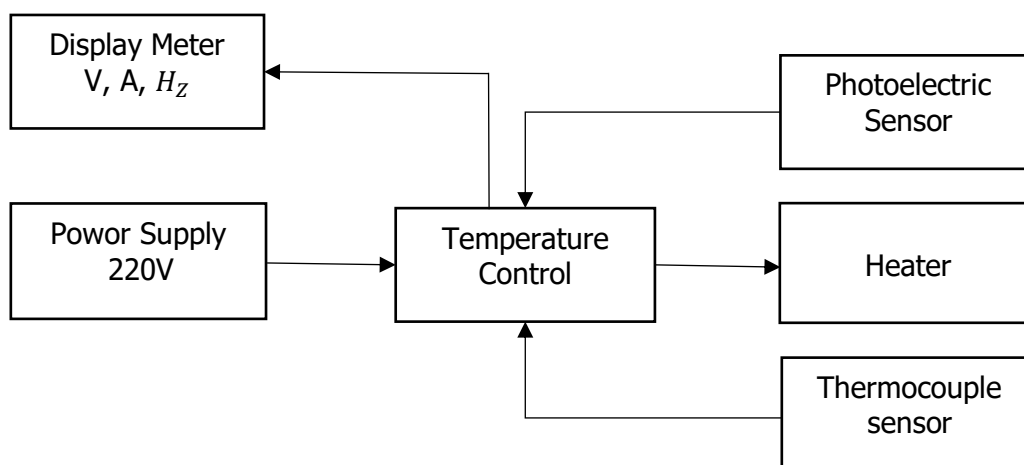
Pada gambar 1 diperlihatkan proses dari pembuatan alat pemanas ini, dengan mengikuti kaidah atau aturan metodologi penelitian model rancang bangun, dari gambar ini diperlihatkan tahapan-tahapan proses yang dilaksanakan.



Gambar 1. *Flowchart* kegiatan yang akan dilakukan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

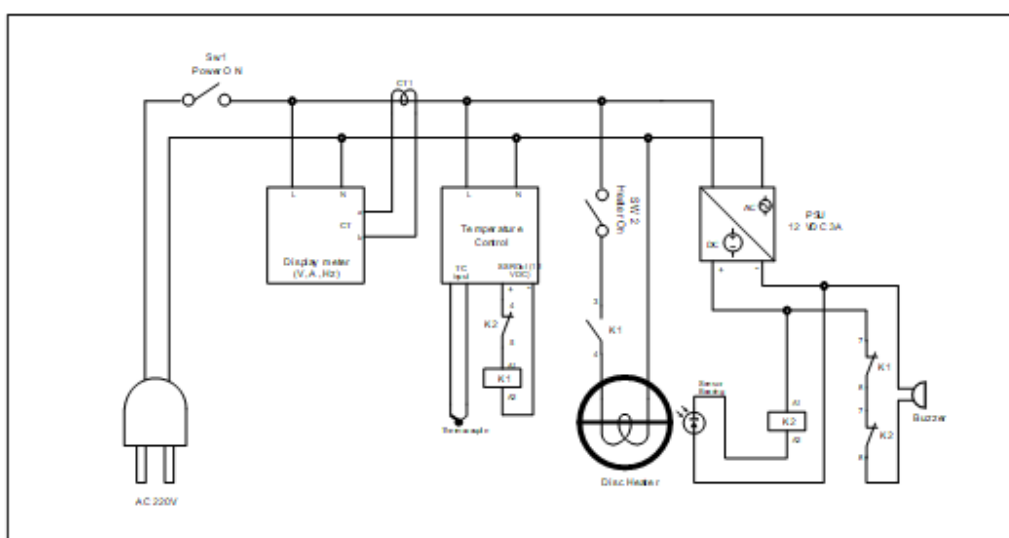
Gambar 3.1 adalah blok diagram dari pembuatan alat pemanas *bearing*, alat ini dikendalikan oleh *temperature control*. *Heater* akan mendapatkan signal dari *photoelectric sensor* untuk mendeteksi adanya *Bearing*, kemudian *photoelectric sensor* memberi perintah kepada *temperature control* untuk menghidupkan *heater*, dan *heater* akan bekerja untuk memanaskan *Bearing*. Untuk batasan suhu yang akan dicapai oleh *heater*, *temperature control* akan mendapatkan referensi input signal dari termokopel sensor, termokopel sensor akan mengirimkan pencapaian nilai suhu kepada *temperature control* sehingga nilai pencapaian suhu pada saat memanaskan bearing akan terlihat pada *temperature control*.



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

3.1 Perancangan Rangkaian Skematik

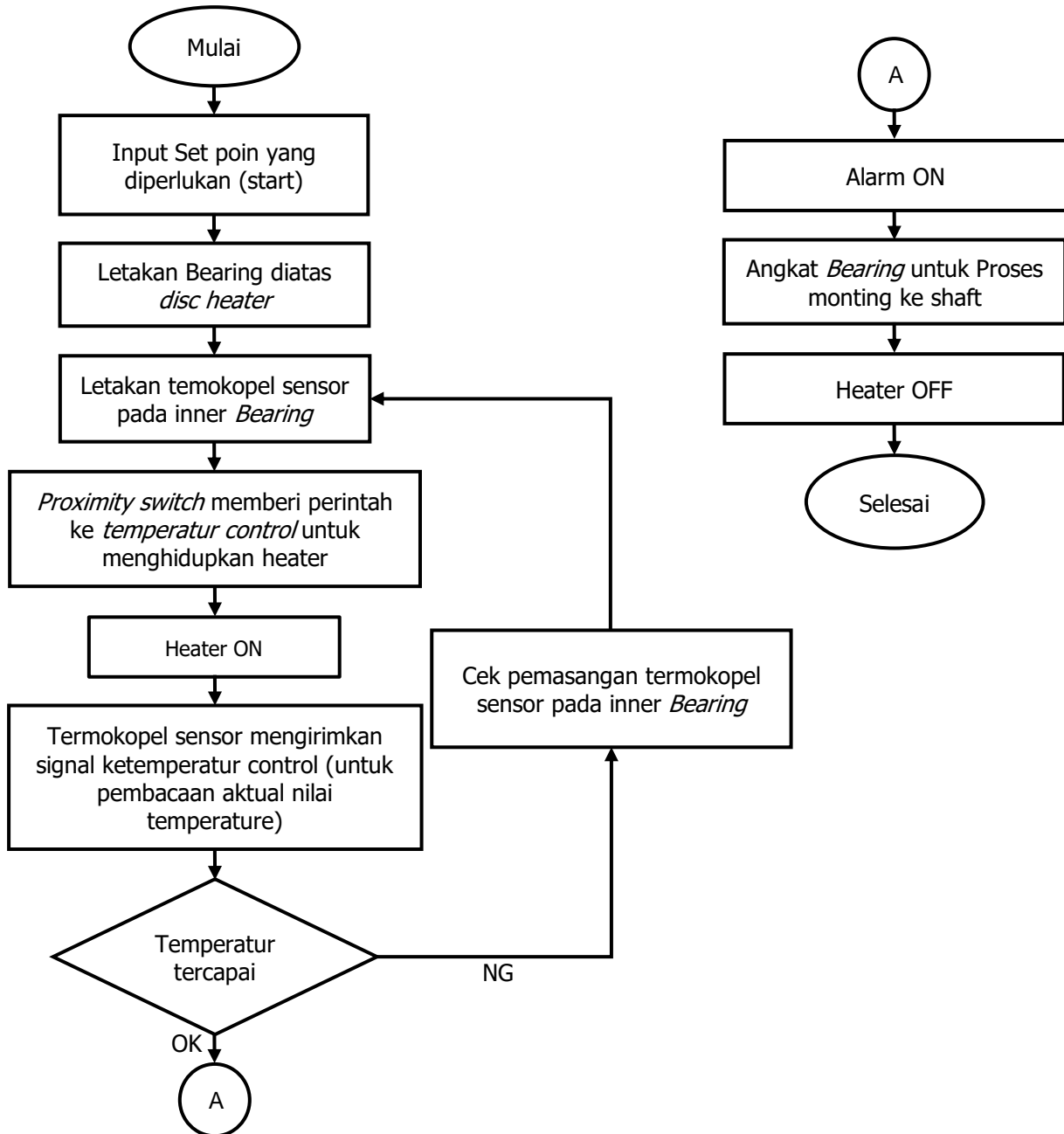
Pembuatan diagram atau rangkaian skematik seperti diperlihatkan pada gambar 3.2, dilakukan untuk merangkai komponen-komponen supaya lebih mudah dalam pembuatan, pengujian fungsi dan pelacakan kesalahan apabila terjadi masalah dalam rangkaian.



Gambar 3.2. Rangkaian Skematik Alat

3.2 Flowchart Program Alat

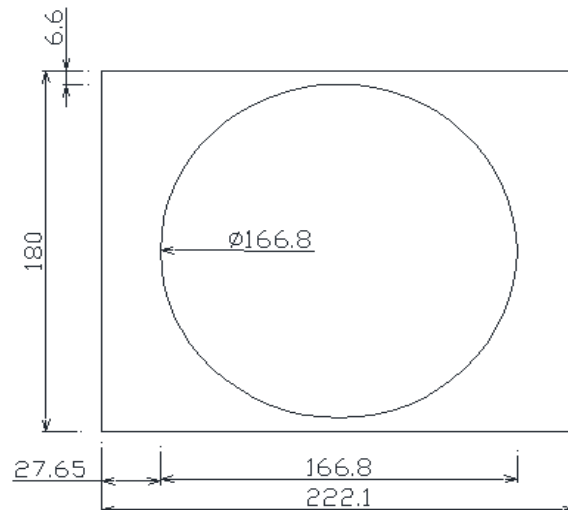
Pada gambar di bawah ini diperlihatkan diagram alir (*flowchart*) dari program alat yang dibuat.



Gambar 3.3. *Flowchart* Program Alat

3.3 Perancangan Posisi *Disc Heater*

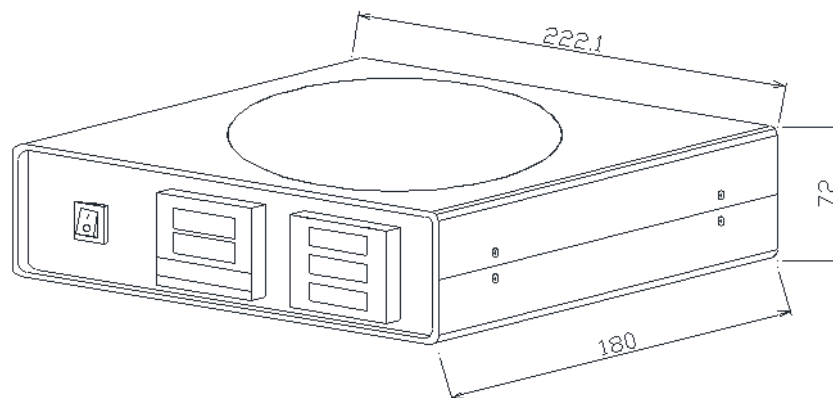
Untuk mempermudah pada saat memanaskan *Bearing* diperlukan untuk merancang posisi *disc heater*. *Disc heater* pada alat ini berbentuk lingkaran dengan diameter $\varnothing 166,8$ mm dan diseting dibagian atas. Tujuannya agar pada saat memanaskan *Bearing*, yang akan terjadinya perubahan bentuk/pemuaian hanya bagian *inner bearing* nya saja sehingga bagian-bagian yang lain tidak akan ikut terjadinya perubahan bentuk.



Gambar 3.4. Posisi Disc Heater

3.4 Perancangan Mekanik

Gambar 3.5 di bawah merupakan desain alat untuk menunjukkan alat yang akan diujikan. rangka alat terbuat dari bahan aluminium plate dengan ketebalan 3 mm, panjang 180 mm, lebar 222,10 mm, dan tinggi 72 mm. berikut adalah desain dari alat yang akan dibuat:



Gambar 3.5. Perancangan Mekanik

3.5 Pengujian Alat

Keberhasilan penelitian ditentukan melalui pengujian dan analisis data. Data yang dikumpulkan meliputi suhu dan waktu yang digunakan untuk memanaskan *bearing*. Kemudian dibuat Prosedur Operasional Standar (SOP). Tujuan dilakukan pengujian ini untuk memastikan keefektifan dan akurasi alat. Berikut adalah prosedur pelaksanaan pengambilan data dalam penelitian ini :

1. Alat pemanas *bearing*, sarung tangan dan bearing yang akan dipanaskan dengan ukuran *bearing* yang berbeda-beda yaitu: *bearing* dengan ukuran 6305, jenis *bearing* ukuran 6309, dan jenis *bearing* ukuran 6211.

2. Menghubungkan steker ke terminal listrik 220 V.
3. Seting set poin/suhu yang diperlukan lalu tekan tombol "ON" (suhu yang diperlukan 120°C untuk memanaskan *bearing*).
4. Letakan *bearing* diatas disc heater lalu tempelkan sensor suhu termokopel type-k pada inner *bearing*.
5. Heater ON otomatis karena mendapatkan signal dari sensor *proximity switch*.
6. Tunggu sampai alarm alat berbunyi ketika *bearing* sudah mencapai suhu 120°C.
7. Suhu temperatur tercapai, angkat *bearing* menggunakan sarung tangan khusus.
8. Mencatat pemuaiian *bearing*.

Pengujian alat ini dilakukan dengan menggunakan *bearing* sebagai objek yang diteliti. Klasifikasi *bearing* yang digunakan dibagi menjadi tiga macam berdasarkan ukuran dan jenis yang berbeda. Ukuran *bearing* yang digunakan yaitu *bearing* dengan jenis *bearing* ukuran 6305, *bearing* ukuran 6309 dan *bearing* ukuran 6211.

Pengujian ini menghasilkan data berupa perubahan diameter dalam sebuah *bearing* sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan. Sebelum *bearing* di panaskan, untuk mendeteksi suhu menggunakan sensor thermocouple tipe-k yang akan ditampilkan dalam digital panel meter. *Bearing* dipanaskan di atas heater hingga suhu mencapai set point. Pada saat suhu mencapai set point, alarm alat akan berbunyi dan heater akan mati secara otomatis. Setelah heater mati, *bearing* tersebut akan terjadi perubahan ukuran diameter dalam *ball bearing* (pemuaiian). Perubahan diameter dalam *bearing* diukur menggunakan alat ukur jangka sorong yang memiliki ketelitian sebesar 0.02 mm. Proses pengujian ini dilakukan terhadap jenis *bearing* dengan ukuran 6305, *bearing* ukuran 6309, dan *bearing* ukuran 6211 dengan masing-masing 6 kali percobaan, masing-masing diuji pada set poin 110°C dan suhu 120°C.



Gambar 3.6. Pengujian alat

3.6 Menghitung Daya Listrik

Penulis melakukan perhitungan daya listrik keseluruhan alat pada saat memanaskan *bearing*, maka daya yang diperlukan pada saat memanaskan *bearing* adalah sebagai berikut:

Diketahui: $V = 220 \text{ V}$

$I = 1,7 \text{ Ampere}$

Ditanyakan: daya.... ?

Solusi : $P = V \times I$

$= 220 \times 1,7$

= 374 Watt

Jadi, total keseluruhan penggunaan daya dari alat pemanas *bearing* adalah 374 Watt.

3.7 Menghitung Pemakaian Listrik

Penulis melakukan perhitungan pemakaian listrik dengan konsumsi daya sebesar 374 Watt dan Tegangan listrik yang dipakainya adalah 220 Volt.

Penyelesaiannya :

Tarif / kWh = Rp.1.444,-

Konsumsi listrik = 374 Watt (0,374 kW)

Biaya Listrik per Jam = Tarif/kWh x Wattage
 Biaya Listrik per Jam
 = Rp.1.444 x 0.374 kW
 = Rp. 540,56/Jam

Pengoperasian alat pemanas *bearing* ini digunakan dari awal sampai akhir pengoperasiannya adalah 1/2 jam. Maka Biaya pemakaian Listrik dalam sekali proses pengoperasian adalah Rp. 540,56 / 2 = Rp. 270,28 per sekali proses.

3.8 Hasil Pengujian Pada *Bearing* 6211

Pengujian pertama yaitu pengujian terhadap *Bearing* ukuran 6211 yang dipanaskan diatas *heater* dengan set point suhu mencapai 110°C. Hasil Pengujian berupa data waktu dan pencapaian suhu temperatur. Berikut merupakan tabel pengujian terhadap jenis *Bearing* 6211:

Tabel 3.1. Hasil Pengujian *Bearing* 6211 Set Poin 110°C

No	Time (Sec)	Temp (°C)
1	0:00	29
2	0:15	33
3	0:30	36
4	0:45	41
5	1:00	46
6	1:15	53
7	1:30	58
8	1:45	65
9	2:00	71
10	2:15	77
11	2:30	85
12	2:45	92
13	3:00	100
14	3:15	105
15	3:30	110

Selanjutnya yaitu pengujian dengan *set point* suhu mencapai 120°C. Hasil Pengujian berupa data waktu dan pencapaian suhu temperatur. *Bearing* dengan diameter awal 55,0 mm berhasil memuai 0,20 mm dalam waktu 3 menit 45 detik. Berikut tabel pengujian terhadap *Bearing* ukuran 6211:

Tabel 3.2. Hasil Pengujian *Bearing* 6211 Set Poin 120°C

No	Time (Sec)	Temp (°C)
1	0:00	30
2	0:15	34
3	0:30	38
4	0:45	43
5	1:00	48
6	1:15	55
7	1:30	61
8	1:45	67
9	2:00	73
10	2:15	80
11	2:30	88
12	2:45	96
13	3:00	102
14	3:15	107
15	3:30	112
16	3:45	120

3.9 Hasil Pengujian Keseluruhan

Hasil Pengujian alat pemanas *Bearing* untuk mencapai suhu set point 110°C pada *Bearing* 6211 mencapai rata-rata waktu 3 menit 30 detik dan pada suhu set poin 120°C mencapai rata-rata waktu 3 menit 45 detik, pada ukuran *Bearing* pada suhu set poin 110°C mencapai rata-rata waktu 2 menit 55 detik dan pada suhu 120°C mencapai rata-rata waktu 3 menit 15 detik, dan pada *Bearing* 6309 pada suhu set poin 110°C mencapai rata-rata waktu 3 menit sedangkan pada suhu set poin 120°C mencapai rata-rata waktu 3 menit 40 detik. Data hasil pengujian keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

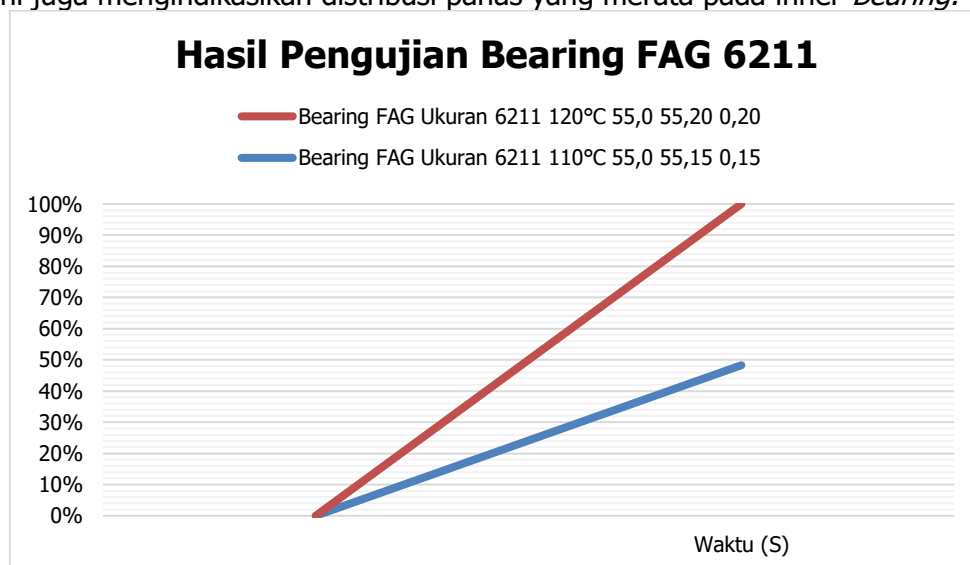
Tabel 3.3 Hasil Pegujian Keseluruhan Pemuain *Bearing*

Jenis <i>Bearing</i>	Suhu	Diameter Awal (mm)	Diameter Akhir (mm)	Muai <i>Bearing</i> (mm)	Waktu (dt)
<i>Bearing</i> Ukuran 6211	110°C	55,0	55,15	0,15	210
	120°C		55,20	0,20	225
<i>Bearing</i> Ukuran 6305	110°C	25,0	25,15	0,15	175
	120°C		25,20	0,20	195
<i>Bearing</i> Ukuran 6309	110°C	45,0	45,15	0,15	180
	120°C		45,20	0,20	220

3.10 Analisis Hasil Pengujian *Bearing* 6211

Berdasarkan data hasil pengujian *Bearing* 6211 pada suhu 110°C dan 120°C, berikut analisisnya:

- a) Analisis pemuaian:
- Pada 110°C, *Bearing* memuai sebesar 0,15 mm, sedangkan pada 120°C, pemuaian mencapai 0,20 mm.
 - Ini menunjukkan peningkatan pemuaian sebesar 0,05 mm untuk kenaikan suhu 10°C.
 - Pemuaian relatif:
 - Pada 110°C: $(0,15 \text{ mm} / 55 \text{ mm}) \times 100\% = 0,27\%$
 - Pada 120°C: $(0,20 \text{ mm} / 55 \text{ mm}) \times 100\% = 0,36\%$
- b) Analisis waktu pemanasan:
- Waktu untuk mencapai 110°C: 3 menit 30 detik = $3 \times 60 + 30 = 210$ Sekon
 - Waktu untuk mencapai 120°C: 3 menit 45 detik = $3 \times 60 + 45 = 225$ sekon
 - Selisih waktu: 15 detik untuk kenaikan 10°C
 - Laju pemanasan rata-rata: $10^\circ\text{C} / 15 \text{ detik} = 0,67^\circ\text{C/detik}$
- c) Konsistensi alat kontrol:
- Peningkatan pemuaian yang optimal dengan kenaikan suhu (0,05 mm untuk 10°C) menunjukkan kontrol suhu yang baik.
 - Ini juga mengindikasikan distribusi panas yang merata pada inner *Bearing*.



Gambar 3.7. Grafik Analisis Hasil Pengujian *Bearing* Ukuran 6211

Berdasarkan analisis hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa alat ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan pemasangan presisi *Bearing*. Waktu pemanasan yang relatif singkat (kurang dari 4 menit) menunjukkan efisiensi proses yang baik dalam pergantian *Bearing* dilingkungan industri serta mengurangi downtime yang lama.

3.11 Analisis Hasil Pengujian *Bearing* 6305

Berdasarkan data hasil pengujian *Bearing* 6305 pada suhu 110°C dan 120°C, berikut analisisnya:

- a) Analisis Pemuaian:
- Pada 110°C:
 - Pemuaian absolut: 0,15 mm
 - Pemuaian relatif: $(0,15 \text{ mm} / 25 \text{ mm}) \times 100\% = 0,60\%$
 - Pada 120°C:
 - Pemuaian absolut: 0,20 mm
 - Pemuaian relatif: $(0,20 \text{ mm} / 25 \text{ mm}) \times 100\% = 0,80\%$

Keterangan:

- Meskipun pemuaian absolut sama untuk kedua *Bearing*, pemuaian relatif *Bearing* 6305 jauh lebih besar karena ukurannya yang lebih kecil.
- Ini menunjukkan bahwa *Bearing* yang lebih kecil lebih sensitif terhadap perubahan suhu dalam hal persentase pemuaian.

b) Analisis waktu pemanasan:

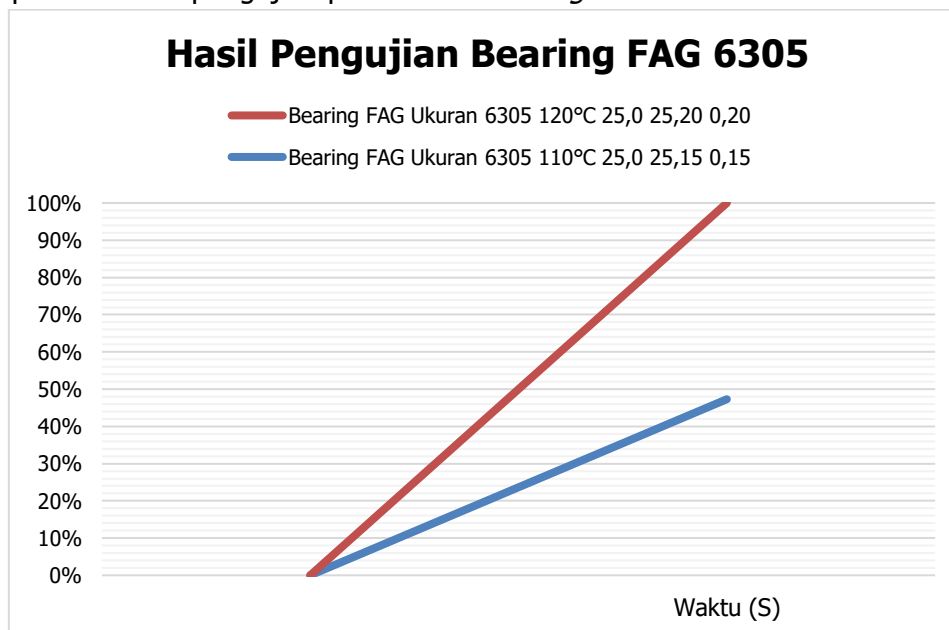
- Waktu untuk mencapai 110°C: 2 menit 55 detik = 2 x 60 + 55 = 175 Sekon
- Waktu untuk mencapai 120°C: 3 menit 15 detik = 3 x 60 + 15 = 195 Sekon
- Selisih waktu: 20 detik untuk kenaikan 10°C
- Laju pemanasan: 10°C / 20 detik = 0,5°C/detik

Keterangan:

- *Bearing* 6305 yang lebih kecil memanaskan lebih cepat secara keseluruhan.
- Namun, laju pemanasan untuk kenaikan 10°C terakhir lebih lambat pada *Bearing* 6305
- Ini mungkin menunjukkan bahwa *Bearing* yang lebih kecil mencapai kesetimbangan termal lebih cepat, sehingga pemanasan tambahan menjadi lebih lambat.

c) Konsistensi Alat Pemanas:

- Pemuaian absolut yang sama (0,15 mm pada 110°C dan 0,20 mm pada 120°C) untuk kedua ukuran *Bearing* menunjukkan konsistensi kinerja alat pemanas cukup optimal.
- Ini menunjukkan bahwa alat dapat memberikan hasil pemuaian yang dapat diprediksi terlepas dari hasil pengujian pada kedua *Bearing*.



Gambar 3.8. Grafik Hasil Pengujian *Bearing* 6305

Dengan analisis yang lebih mendalam ini, kita dapat melihat bahwa alat dapat memberikan hasil pemanasan yang konsisten dalam hal pemuaian absolut, karakteristik pemanasan dan pemuaian relatif dapat bervariasi secara signifikan tergantung pada ukuran *Bearing*. Ini menekankan pentingnya kalibrasi dan pengaturan yang tepat untuk berbagai ukuran *Bearing*.

3.12 Analisis Hasil Pengujian *Bearing* 6309

Berdasarkan data hasil pengujian jenis *Bearing* 6309 pada suhu 110°C dan 120°C, berikut analisisnya:

a) Analisis Pemuaian:

- Pemuaian pada 110°C: $(0,15 \text{ mm} / 45 \text{ mm}) \times 100\% = 0,333\%$
- Pemuaian pada 120°C: $(0,20 \text{ mm} / 45 \text{ mm}) \times 100\% = 0,444\%$

b) Analisis Waktu Pemanasan:

- Waktu untuk mencapai 110°C: 3 menit = $3 \times 60 = 180$ Sekon
- Waktu untuk mencapai 120°C: 3 menit 40 detik = $3 \times 60 + 40 = 220$ Sekon
- Selisih waktu pemanasan antara 110°C dan 120°C: 40 detik
- Laju pemanasan: $10^\circ\text{C} / 40 \text{ detik} = 0,25^\circ\text{C/detik}$

c) Perbandingan dengan *Bearing* Sebelumnya:

Tabel 3.4 Perbandingan Karakteristik Analisis Hasil Pengujian *Bearing*

Karakteristik	<i>Bearing</i> 6305 (25mm)	<i>Bearing</i> 6309 (45mm)	<i>Bearing</i> 6211 (55mm)
Pemuaian 110°C	0,60%	0,333%	0,27%
Pemuaian 120°C	0,80%	0,444%	0,36%
Waktu ke 110°C	175 s	180 s	210 s
Waktu ke 120°C	195 s	220 s	225 s
Laju Pemanasan	0,5°C/s	0,25°C/s	0,67°C/s

d) Analisis keseluruhan:

1. Analisis pemuaian:

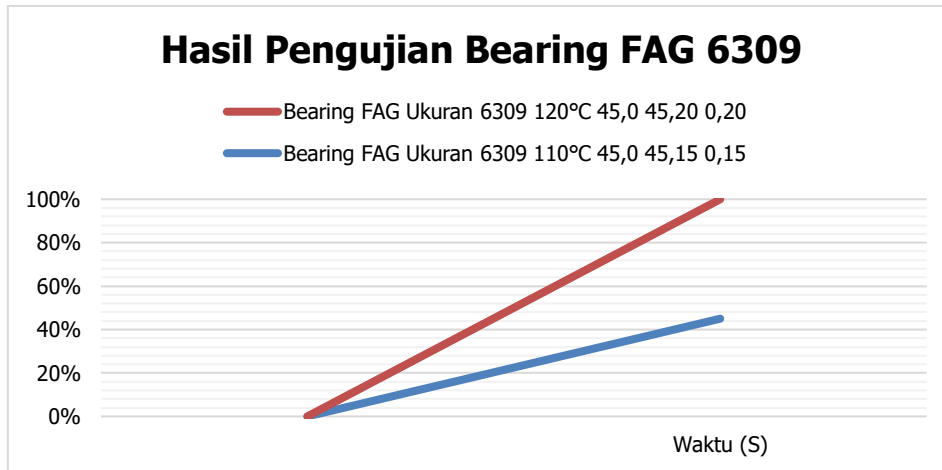
- Semua *Bearing* menunjukkan pemuaian absolut yang sama (0,15 mm pada 110°C dan 0,20 mm pada 120°C).
- Ini menunjukkan konsistensi kinerja alat pemanas yang cukup optimal.
- Proses pemuaian ini konsisten dengan ukuran yang berada di antara ketiga *Bearing* lainnya.

3. Waktu Pemanasan:

- Jenis 6309 memerlukan waktu sedikit lebih lama dibandingkan jenis 6305, tetapi lebih cepat dari ukuran 6211.
- Ini menunjukkan korelasi antara ukuran *Bearing* dan waktu pemanasan.

4. Laju Pemanasan:

- Jenis 6309 memiliki laju pemanasan paling lambat (0,25°C/s) untuk kenaikan 10°C terakhir.
- Ini mungkin menunjukkan bahwa *Bearing* ukuran menengah memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai kesetimbangan termal pada suhu yang lebih tinggi.



Gambar 3.9. Grafik Hasil Pengujian *Bearing* Ukuran 6309

Alat pemanas *Bearing* ini menunjukkan konsistensi dalam pemuaian absolut, tetapi karakteristik pemanasan bervariasi berdasarkan ukuran *Bearing*. *Bearing* ukuran menengah (6309) menunjukkan karakteristik yang unik, terutama dalam hal laju pemanasan, yang mungkin memerlukan pendekatan khusus dalam aplikasi praktis. Analisis ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kinerja alat pemanas *Bearing* pada berbagai ukuran *Bearing*. Perbedaan karakteristik yang diamati menekankan pentingnya kalibrasi dan penyesuaian prosedur berdasarkan ukuran *Bearing* spesifik untuk hasil yang lebih optimal. Dari hasil analisa dan gambar ketiga grafik hasil pengujian pemuaian *Bearing* dapat disimpulkan bahwa untuk proses memaskan *Bearing* lebih efektif menggunakan set poin pada suhu 120°C dengan pemuaian sebesar 0,20 mm *Bearing* dapat dengan mudah dimasukkan kedalam shaftnya tanpa menyebabkan kerusakan awal pada *Bearing*, dibandingkan menggunakan set poin pada suhu 110°C.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan hasil analisis terhadap alat pemanas ini. Penulis berhasil membuat alat pemanas *Bearing* untuk mempermudah proses pemasangan *bearing*. Penulis juga berhasil membuat desain alat *portable* yang ringan, kokoh dan mudah untuk dibawa, penulis berhasil menetapkan pemakaian material pada alat pemanas *Bearing* yaitu *Aluminium* dengan ketebalan 3 mm. Alat ini dapat memanaskan *Bearing* dari ukuran 6200 diameter dalam 10 mm hingga *Bearing* ukuran 6022 dengan diameter dalam 110 mm. Penggunaan daya pada alat ini cukup rendah yaitu sebesar 374 Watt, serta alat ini berhasil menghemat pemakaian listrik (KWH dalam setiap kali pemanasan) yaitu sekitar 30 menit adalah Rp.270,28 dimana waktu yang digunakan pada saat memuaikan 6 buah *bearing*.

Dari data hasil pengujian alat pemanas *Bearing* untuk mencapai suhu set poin 110°C pada *Bearing* ukuran 6211 mencapai rata-rata waktu 3 menit 30 detik dan pada suhu set poin 120°C mencapai rata-rata waktu 3 menit 45 detik, pada *Bearing* ukuran 6305 pada suhu set poin 110°C mencapai rata-rata waktu 2 menit 55 detik dan pada suhu 120°C mencapai rata-rata waktu 3 menit 15 detik, dan pada *Bearing* ukuran 6309 pada suhu set poin 110°C mencapai rata-rata waktu 3 menit sedangkan pada suhu set poin 120°C mencapai rata-rata waktu 3 menit 40 detik. Dapat disimpulkan performa dari alat ini memiliki waktu pemanasan yang relatif singkat (kurang dari 4 menit) hal ini menunjukkan kinerja pada alat dapat berjalan dengan optimal sehingga alat sangat efektif untuk dipakai dalam proses pergantian *Bearing* dilingkungan industri serta bisa mengurangi *downtime* yang terlalu lama.

Alat pemanas *Bearing* ini menunjukkan konsistensi dalam pemuaian absolut, tetapi karakteristik pemanasan bervariasi berdasarkan ukuran *Bearing*. Dari hasil analisis dan pengujian alat pemanas *Bearing* dapat disimpulkan bahwa, untuk proses memanaskan *Bearing* lebih efektif menggunakan set poin pada suhu 120°C sehingga dapat menghasilkan pemuaian sebesar 0,20 mm dan *Bearing* dapat dengan mudah dimasukkan ke dalam shaftnya tanpa menyebabkan kerusakan awal pada *Bearing*, dibandingkan menggunakan set poin pada suhu 110°C.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] F.- Maghfurah, W. Windarta, A. Diana, and A. Maulana, "Perancangan Alat Pemuaian Bearing Dengan Sistem Laju Pemanas Menggunakan Temperature Control Dengan Waktu Pemanasan Singkat," *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 14, no. 1, p. 18, 2023, doi: 10.29406/stek.v14i1.5519.
- [2] Rahmat Gunawan, Arif Maulana Yusuf, and Lysa Nopitasari, "Rancang Bangun Sistem Presensi Mahasiswa Dengan Menggunakan Qr Code Berbasis Android," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 47–58, 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i1.369.
- [3] 2013 Ansori dan Mustajib, "Perawatan Preventif Untuk Mempertahankan Utilitas Performance Pada Mesin Cooling Tower Di Cv.Arhu Tapselindo Bandung," *Din. Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 17–27, 2017.
- [4] A. Suci and D. Sari, "Materi Fisika," no. 2021721002, 2023.
- [5] G. A. Pangestu and P. M. Siahaan, "Modifikasi Heater Pisau Ib Menggunakan Heater Cylinder dengan Sistem Pemantauan dan Kendali," *J. Instrumentasi dan ...*, vol. 5, no. 1, pp. 7–15, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.poltek-gt.ac.id/index.php/jiti/article/view/51%0Ahttps://jurnal.poltek-gt.ac.id/index.php/jiti/article/download/51/58>
- [6] M. R. Rahmat, "Perancangan dan Pembuatan Tungku Heat Treatment," *J. Ilm. Tek. Mesin Univ. Islam 45*, vol. 3, no. 2, pp. 133–148, 2015.
- [7] A. Firdausi, "Mekanika Dan Elemen Mesin," *Malang PPPPTK BOE*, p. 13, 2013.
- [8] G. Hergika, Siswanto, and S. S, "Perancangan Internet of Things (Iot) Sebagai Kontrol Infrastruktur Dan Peralatan Toll Pada Pt. Astra Infracore Road," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 86–98, 2021, doi: 10.30656/prosisko.v8i2.3862.
- [9] M. D. Primanto and P. Sasmoko, "Dummy Cb Sebagai Alat Simulator Kubikel Untuk Pemeliharaan Preventif Dan Korektif Guna Mengurangi Frekuensi Padam Penyulang 20 Kv (Aplikasi Pada Sistem Scada 20 Kv Pt.Pln (Persero) Apd Jateng & Diy)," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 1, p. 21, 2014, doi: 10.14710/gt.v18i1.8811.
- [10] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana Muhamad Saleh Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma, Jakarta Program Studi Teknik Elektro ISSN : 2086 - 9479," *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 181–186, 2017, [Online]. Available: <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jte/article/download/2182/1430>
- [11] P. Bosowa, A. Naro Parawangsa, and N. R. Wibowo, "Rancang Bangun Pemanas Bearing Dengan Metode Induksi Untuk Pemasangan Bearing," *J. Electr. Enggining*, vol. 2, no. 2, pp. 111–116, 2021.