

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR TEMPERATUR DI MEDIA PEMBELAJARAN *ALIGNMENT* SETELAH DIMODIFIKASI BERBASIS ARDUINO UNO

Linda Purnamasari, Mohamad Fauzi, ST., MT, & Andi Noviandi, SST., MT
Politeknik Manufaktur Bandung
Jl. Kanayakan No. 21, Dago – Bandung (40135)
Phone/Fax : 022 250 0241/2502649
Email : linda.purnamasari97@gmail.com

ABSTRAK

Polman melakukan beberapa metoda pembelajaran agar mahasiswa dapat merasakan langsung keadaan industri. Salah satunya dengan adanya program praktik penjajaran (*alignment*). Praktik yang dilakukan yaitu Penjajaran Kopling dengan elemen transmisi tanpa mengetahui dampak nyata ketika mesin mengalami ketidaksejajaran. Dampak dari pada ketidaksejajaran pada elemen putar diantaranya bantalan mengalami temperatur tinggi, getaran dan lain sebagainya. Tema dari tugas akhir ini yaitu pembuatan dan pemograman alat ukur digital, mahasiswa tidak hanya melakukan proses penjajaran akan tetapi ditambah pengetahuannya dengan mengetahui dampak nyata ketika mesin mengalami ketidaksejajaran dengan mengetahui temperatur pada sistem.

Proses yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu menambahkan sensor temperatur yang dipasang untuk mengukur temperatur pada *outring* bantalan di *pillow block*. Sensor yang digunakan yaitu sensor DS18B20 berbasis Arduino uno yang mampu mengukur temperatur mulai dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ atau -67°F sampai $+257^{\circ}\text{F}$ dengan ketelitian $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Berikutnya sensor ini mengukur dan dilakukan perbandingan pengukuran dengan termometer, dan dilakukan uji linearitas hasil pengukuran temperatur yang dilakukan pada pemanasan pelumas.

Perbandingan pengukuran antara sensor dan termometer inframerah dilakukan, yang hasilnya menunjukkan perbedaan hasil pengukuran yang bernilai $\pm 1^{\circ}\text{C}$, dan dilakukan perbandingan pengukuran antara sensor dan digital termometer yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran yang bernilai $\pm 6-10^{\circ}\text{C}$. sensor ini dapat digunakan pada media ajar *alignment*. Akan tetapi, temperatur yang terukur tidak akan mengalami kenaikan yang ekstrim dikarenakan jenis bantalan yang berada pada media ajar *alignment* merupakan jenis bantalan *self aligning*.

Kata kunci : Media ajar, penjajaran (*alignment*), sensor DS18B20, Arduino Uno

1. PENDAHULUAN

Polman melakukan beberapa metoda pembelajaran agar mahasiswa dapat merasakan langsung keadaan industri. Salah satunya dengan adanya program praktik *alignment*. Praktik yang dilakukan yaitu penjajaran kopling dengan elemen transmisi tanpa mengetahui dampak nyata ketika mesin mengalami ketidaksejajaran. Dampak dari pada ketidaksejajaran pada elemen putar diantaranya bantalan mengalami temperatur tinggi, getaran dan lain sebagainya. Tema dari tugas akhir ini yaitu memodifikasi media ajar *alignment* agar ketika mahasiswa melakukan program praktik *alignment*, mahasiswa tidak hanya melakukan proses penjajaran akan tetapi ditambah pengetahuannya dengan mengetahui dampak nyata ketika mesin mengalami ketidaksejajaran dengan mengetahui temperatur pada sistem.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penjajaran (*alignment*)

Penjajaran adalah suatu pekerjaan atau proses meluruskan atau mensejajarkan kedua

objek atau sumbu poros sehingga sentris antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan dengan dua tumpuan saling berkaitan. Tujuan penjajaran untuk mendapatkan kelurusan/ kesentrisan antara kedua poros pemutar (*driver*) dan poros yang diputar (*driven*) hingga tidak menimbulkan gesekan, getaran, dan lain-lain yang dapat memperpendek umur sebuah mesin yang tentunya akan menambah biaya pengeluaran untuk perbaikan untuk perbaikan maupun penggantian mesin. Manfaat penjajaran yaitu untuk putaran dan daya ditransmisikan secara maksimal, menghindari kerusakan komponen mesin, menjaga kondisi mesin tetap stabil, menghindari suara berisik dari mesin. Ketidaksejajaran (*Misalignment*) adalah penyimpangan dari garis sumbu ke dua poros yang dipersambungkan, baik arah sejajar (*parallel*) maupun arah aksial (*angular*), sehingga terjadi ketidaksejajaran dari kedua poros yang dipersambungkan tersebut. Adapun tanda-tanda dari ketidaksejajaran getaran yang

tidak normal disekitar komponen mesin, poros beserta kopling terlihat mengayun, dan terjadi panas yang berlebihan pada bantalan atau kopling

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, clock dan peralatan internal lainnya yang sudah terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai, sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai dengan aturan penggunaan oleh pabrik pembuatannya (Winoto, 2008:3)

2.2.1 Arduino UNO

Arduino adalah pengendali papan mikro tunggal yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat keras dalam Arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan perangkat lunak dan Bahasa sendiri. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang menggunakan *chip* ATmega328. Papan ini memiliki pin I/O sejumlah 14 buah digital I/O pin (6 diantaranya dapat digunakan sebagai PWM outputs), 6 pin analog input. Arduino UNO R3 ini dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, *ICSP header*, dan tombol reset.

2.2.2 Spesifikasi Arduino Uno

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno

Komponen	Spesifikasi
Chip Mikrokontroler	ATmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan (yang direkomendasikan, via jack DC)	7-12 Volt
Input Tegangan (limit, via jack DC)	6-20 Volt
Pin I/O digital	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC ketika 3.3V	150 mA
Memory Flash	32 KB (0.5 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan clock	16 MHz

2.3 LCD (Liquid Crystal Display) 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



Gambar 2. 1 LCD 20x4

LCD dengan konektor I2C/TWI merupakan produk dengan *high speed serial bus*. Produk ini dikhususkan bagi yang memiliki keterbatasan pin I/O dalam *project* mikrokontroler yang dikerjakan. I2C LCD *Backpack Module* mempunyai 16 pin *output* yang bisa dihubungkan dengan pin LCD 20 x 4 secara langsung (disolder permanen) dan memiliki 4pin input (VCC, GND, SDA, SCL). Dengan modul tampilan ini, kita cukup menggunakan 2 pin Arduino (mikrokontroler) (Saraswati, 2014).

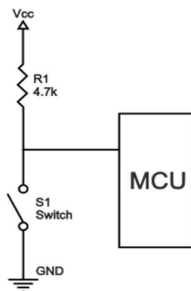


Gambar 2. 2 LCD 20x40 dengan I2C Interface

2.4. Resistor Pull Up

Resistor *pull-up* digunakan untuk mencegah nilai *float* pada kondisi *high* dengan menambahkan sebuah resistor pada jalur sumber tegangan dan *parallel* dengan jalur

input ke mikrokontroler. Dengan *pull-up resistor*, pin input akan terbaca high saat tombol tidak ditekan. Dengan kata lain, sejumlah arus mengalir antara VCC dan pin input (tidak ke ground), sehingga pin input dibaca mendekati VCC. Ketika tombol ditekan, maka akan menghubungkan pin input langsung ke ground. Arus mengalir melalui resistor ke *ground*, sehingga pin input akan terbaca dalam keadaan *low*. Jika tidak ada resistor, jika *switch* ditekan maka VCC akan terhubung langsung dengan ground, sehingga arus yang sangat besar akan mengalir antara VCC dan ground. Kondisi ini disebut *short circuit*. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan fisik suplai daya dan rangkaian itu sendiri. Dengan adanya resistor maka arus yang sangat tersebut dapat dibatasi. (sumber: ilmukomputer, 2013-2014)

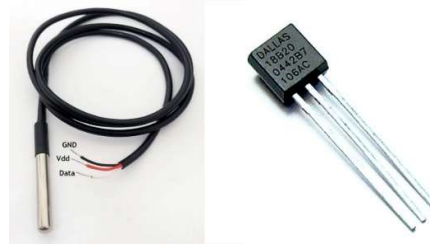


Gambar 2.3 Resistor pull-up

2.5 Sensor suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah Dallas Semiconductor, lalu diambil oleh Maxim Integrated Products). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$). setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (single wire data bus/1-wire protocol). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data logging dan kontrol berbasis temperature di luar sana.

(sumber: Satria Pujirawan, 2017)



Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20

2.6 Alat Ukur

2.6.1 Termometer Inframerah



Gambar 2.5 Termometer inframerah

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau temperatur ataupun perubahan suhu. Termometer inframerah mampu mendeteksi temperatur dengan objek dari kejauhan dan tanpa disentuh. Berikut adalah spesifikasi termometer inframerah

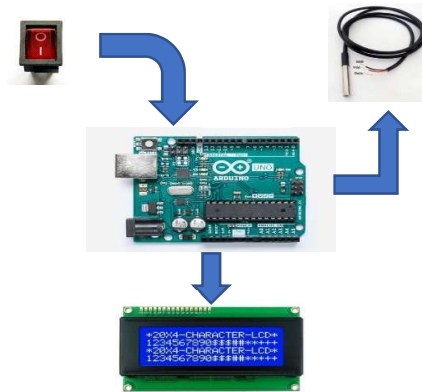
1. Kisaran Temperatur : -50°C - 700°C
(-58°F – 1292°F)
2. Akurasi : $\pm 1.5\%$ or $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
3. *Distance Spot Ratio* : 12:1
4. Emisivitas : 0.1-1 bisa disesuaikan
5. Resolusi : $0.1^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$
6. Waktu merespon : 500ms
7. Panjang Gelombang : 8-14 μm
8. Pengulangan : $\pm 1\%$ or $\pm 1^{\circ}\text{C}$

2.6.2 Termometer Digital

Termometer digital Yokogawa TX10 series adalah termometer presisi untuk digunakan dengan termokopel tipe K, J, E dan T. Termometer digital ini mudah digunakan dan hanya perlu mengatur unit ke tipe termokopel sebelum melakukan pengukuran. Yokogawa TX10 memiliki rentang pengukuran -200 hingga 1372°C (dengan termokopel tipe K) dengan akurasi setinggi $\pm 0,1\%$ dari bacaan + $0,7^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2. 6 Termometer Digital



Gambar 3.1 Konstruksi simulator

Cara kerja dari alat pengukur temperature ini dimulai dengan mengaktifkan saklar, saklar diaktifkan dan LCD akan menampilkan nama alat/ program. Sensor akan mulai membaca temepatur pada *pillow block* ketika tampilan LCD sudah muncul beberapa menit. Temperature akan berubah per 2.5 menit.

3.3 Analisa Kebutuhan

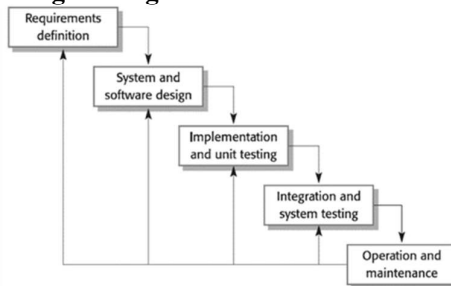
Pada tahapan analisa kebutuhan, seluruh keperluan yang diperlukan dalam pembuatan sistem dicari dan dikumpulkan sebanyak banyaknya dari berbagai sumber, mulai dari jurnal, penelitian atau studi literatur. Sehingga pada tahapan ini akan mendapatkan sebuah data kebutuhan dan batasan terhadap kebutuhan yang berhubungan dengan pembuatan sistem. Dokumen inilah akan menjadi acuan dalam membuat atau mengembangkan sebuah sistem.

2.7 Metoda Perancangan Sistem Model Waterfall

Model rekayasa piranti lunak yang diuraikan oleh Roger S. Pressman (1992:24) salah satunya adalah waterfall model. Model ini memberikan pendekatan-pendekatan sistematis dan berurutan bagi pengembangan piranti lunak.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Perancangan dan Pengembangan Sistem



Gambar 3. 1 Diagram Metode Waterfall

3.2 Desain Sistem

Gambaran umum ini menunjukkan bagian-bagian dari alat pengendali. Perangkat ini memiliki satu input yang berasal dari satu saklar utama dengan mengendalikan perangkat secara langsung. Selain itu, perangkat ini juga memiliki satu keluaran berupa tampilan LCD untuk memberi data dari hasil pembacaan sensor temperatur. Sensor yang terdapat pada perangkat ini terdapat empat yang ditempatkan pada bantalan yang berada pada masing-masing *pillow block*.

Tabel 3. 1 Daftar Spesifikasi Sistem




Aspek		Spesifikasi
Fungsi	Tampilan	Tampilan temperature pada LCD
	Sensor	Aktif ketika main switch diaktifkan
Batasan Masalah pada Sistem		Menggunakan sensor ds18b20
		Menggunakan termometer Satuan yang digunakan pada sistem yaitu °C dan °F.
Ketercapaian		Dalam penelitian ini, faktor ketercapaian bertujuan untuk memastikan penelitian ini selesai tanpa mengesampingkan aspek dari spesifikasi yang telah dibuat. Faktor tersebut menentukan pemilihan metode dan variasi teknis dalam menyelesaikan penelitian ini

Tabel 3. 2 Indeks Penilaian

NILAI	KRITERIA
0	Tidak Direkomendasikan
1	Kurang
2	Cukup
3	Baik
4	Sangat Baik

a. Mikrokontroler



Tabel 3. 3 Perbandingan Penilaian Mikrokontroler

	Arduino	Raspberry Pi3	ATMega 8535
			
Harga	3	2	3
Fleksibilitas	3	3	3
Ketahanan	3	2	2
Pemrograman	3	2	2

Berdasarkan tabel perbandingan pemilihan mikrokontroler, maka dipilih mikrokontroler jenis arduino karena memiliki harga relatif terjangkau, fleksibilitas yang baik, ketahanan yang baik dan bahasa pemrograman yang mudah dimengerti untuk pemula.

Pada pembuatan alat pengukur temperatur, sensor menjadi komponen yang utama. Terdapat banyak jenis sensor yang terjual dipasarkan dengan berbagai macam spesifikasi. Aspek yang dinilai pada pemilihan jenis sensor temperatur adalah harga, akurasi dalam membaca suhu, dan faktor error.

Tabel 3. 4 Perbandingan Pemilihan Sensor Temperatur

	DS18B20	LM35
		
Harga	3	3
Akurasi	3	2
Faktor error	3	2
Tegangan	3	3

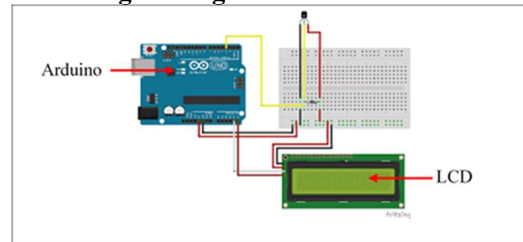
Berdasarkan tabel perbandingan pemilihan sensor temperatur, maka dipilih sensor ds18b20 sebagai pengukur temperatur pada penelitian ini, karena memiliki harga yang relatif lebih rendah, akurasi yang baik dalam pembacaan suhu, faktor error yang tidak terlalu tinggi, dan voltase yang sesuai dengan *power supply* yaitu 9 VDC.

3.4 Perancangan Sistem dan Perangkat Lunak

Lunak

Pada tahap ini, pembuatan alat pengukur temperatur dimulai dari perancangan system sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu pemrograman dan instalasi sistem.

3.5.1 Pengembangan



Gambar 3.5 Gambaran Umum Perangkat Keras Sementara

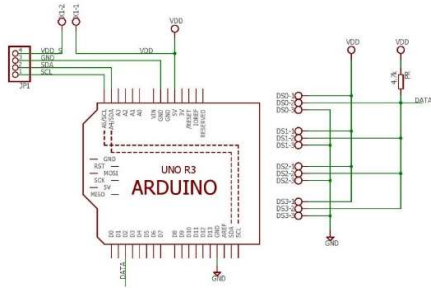
Gambaran umum perangkat keras sementara alat pengukur temperatur digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengembangan pada perangkat lunak. Pembuatan perangkat lunak yang dimaksud adalah pembuatan program untuk alat pengukur temperatur. Pembuatan pemrograman pada mikrokontroler yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu perangkat lunak Arduino IDE. Program utama yang dibuat akan diinstal pada perangkat mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan kegiatan yang dilakukan oleh perangkat. Bentuk interaksi yang dilakukan akan divisualisasikan pada layar LCD yang terdapat pada perangkat. Program utama terdiri dari, Program Menu Utama dan Program komunikasi antara sensor dan LCD.

A) Instalasi Sistem Kontrol

Setelah proses pengembangan dilakukan perangkat lunak selesai dilakukan, langkah selanjutnya yaitu melakukan instalasi sistem. Pertama, dilakukan pembuatan instalasi program dalam rangkaian PCB. Kemudian,

Gambar 3. 8 Gambar Wiring

komponen dipasangkan dalam satu *box* plastik yang terdiri dari LCD, *push button*, dan PCB.

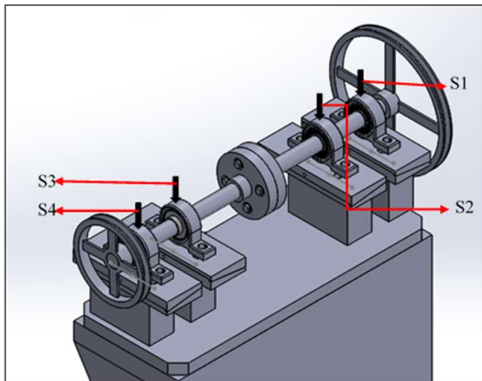


Berikut adalah Gambar *wiring* yang sudah digambarkan bersama PCB.

3.6 Implementasi dan Pengujian Sistem

3.6.1 Penempatan Sensor

Penempatan sensor dilakukan pada empat titik yaitu pada masing-masing *pillow block*



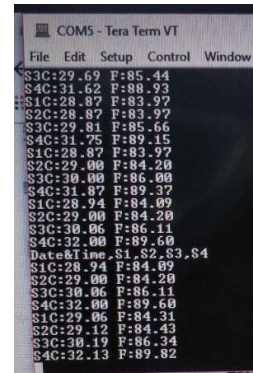
Gambar 3. 2 Penempatan Sensor pada *Pillow Block*

Keterangan :

- S1 :Penempatan Sensor 1 pada *Pillow Block* 1
- S2 :Penempatan Sensor 2 pada *Pillow Block* 2
- S3 :Penempatan Sensor 3 pada *Pillow Block* 3
- S4 :Penempatan Sensor 4 pada *Pillow Block* 4

3.7 Kegiatan Penggunaan dan Pemeliharaan

3.7.1 Pengambilan Data menggunakan Sensor



Gambar 3. 3 Tampilan Pembacaan Sensor

Data yang akan terbaca oleh sensor yaitu suhu dalam °C dan °F. Pada saat instalasi telah terpasang. LCD akan menampilkan hasil pembacaan suhu sensor.

3.7.2 Pengambilan Data menggunakan Termometer Inframerah

Data yang dibaca menggunakan termometer inframerah yaitu temperatur dalam °C. Pengambilan data ini dilakukan untuk membandingkan temperatur pembacaan sensor dan temperatur pembacaan termometer inframerah.

3.7.3 Pengambilan Data menggunakan Termometer digital

Data yang dibaca menggunakan termometer digital yaitu temperatur dalam °C. Pengambilan data ini dilakukan untuk membandingkan linearitas pembacaan temperatur sensor dan temperatur termometer digital. Pengujian dilakukan selama 3 kali dengan jenis pelumas yang berbeda-beda. Data yang diambil tiap kenaikan 5°C, dengan kecepatan pembacaan Arduino per 1 detik perubahan temperatur.



Gambar 3. 4 Tampilan Pembacaan Termometer digital

4. DATA DAN ANALISIS

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Pengukuran Ketidaksejajaran

Pengukuran ketidaksejajaran dilakukan sebelum pengujian temperatur pada bantalan di *pillow block* dengan tujuan untuk mengetahui penyimpangan ketidaksejajaran pada konstruksi media pembelajaran *alignment*. Berikut ini merupakan data pengukuran ketidaksejajaran.

Tabel 4. 1 Data Pengukuran Ketidaksejajaran

Pengujian ke-	Feet result			
	FHA	FHP	FVA	FVP
1	-0.08	0.08	-0	0.1
2	2.18	0.38	2.04	-0.01
3	-2.35	-0.18	-2.3	0.23
4	3.01	-0.47	1.94	0.47
5	2.57	0.33	2.61	-0.34

Keterangan :

FHA : Feet Result Horizontal Angular

FHP : Feet Result Horizontal Parallel

FVA : Feet Result Vertical Angular

FVP : Feet Result Vertical Parallel

4.1.2 Pengujian Temperatur

a) Pengujian Temperatur menggunakan Sensor

Pengujian temperatur menggunakan sensor dilakukan setelah pengukuran misalignment yang dilakukan selama 4 kali pengukuran. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kenaikan suhu yang terjadi disetiap kali pengukuran ketidaksejajaran. Berikut adalah data hasil pengujian temperatur menggunakan sensor.

Tabel 4. 2 Data Pengujian Menggunakan Sensor

Sensor	Pengujian ke-	Waktu ke- (menit)											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
S1	1	24.56	25.75	26.44	26.87	27.31	27.56	27.69	27.87	28.06	28.19	28.25	28.44
	2	24.87	26.06	26.87	27.44	27.81	28.19	28.44	28.62	28.87	28.94	29.06	29.19
	3	26	26.87	27.5	27.94	28.25	28.5	28.69	28.87	29	29.12	29.19	29.25
	4	26.12	26.44	26.5	27.06	27.81	28.37	28.75	29.06	29.31	29.44	29.62	29.69
	5	25.36	26.87	28.5	29.5	30.19	30.56	30.94	31.5	31.56	31.56	31.56	31.62
S2	1	23.81	24.87	25.62	26.06	26.44	26.69	27	27.19	27.44	27.5	27.62	27.81
	2	24.56	25.87	26.62	27.31	27.75	27.5	28.37	28.62	28.87	29	29.25	29.31
	3	25.75	26.5	27.06	27.5	27.87	28.12	28.31	28.5	28.69	28.75	28.75	28.81
	4	25.81	26	26.44	27.12	28.06	28.56	29	29.44	29.69	29.69	29.94	30.12
	5	24.32	25.37	26.31	26.87	27.31	27.87	27.69	28.19	28.31	28.25	28.25	28.31
S3	1	24.62	25.81	26.5	27	27.52	27.62	27.87	28	28.25	28.31	28.44	28.56
	2	25.31	26.56	27.5	28.12	28.62	29.06	29.37	29.62	29.81	30.06	30.31	30.44
	3	27.31	28.37	29.12	29.69	29.94	30.25	30.44	30.56	30.75	30.75	30.87	30.4
	4	26.31	26.44	27.25	28.12	29.37	30.31	30.94	31.37	31.75	32	32.19	32.31
	5	25.37	26.44	27.5	28.56	29.31	31	31.31	31.31	31.5	31.62	31.62	31.69
S4	1	24.37	25.94	26.87	27.5	27.94	28.25	28.5	28.75	28.94	29	29.06	29.19
	2	25.69	27.56	28.81	29.75	30.37	30.87	31.28	31.56	31.75	32	32.25	32.31
	3	27.81	29.37	30.5	31.19	31.75	32.19	32.38	32.5	32.81	32.88	32.88	33
	4	25.81	26	27	28.25	29.94	31.12	32	32.5	32.88	33.13	33.38	33.5
	5	25.46	26.37	28.37	29.69	30.44	30.75	31.44	32.25	32.44	32.56	32.56	32.63

Keterangan :

S1 : Sensor 1 di *pillow block* 1

S2 : Sensor 2 di *pillow block* 2

S3 : Sensor 3 di *pillow block* 3

S4: Sensor 4 di *pillow block* 4

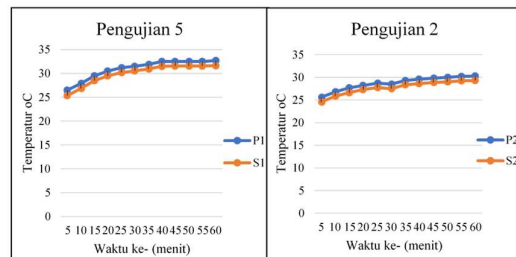
b) Pengujian Temperatur menggunakan Termometer Inframerah

Pengujian temperatur menggunakan termometer inframerah dilakukan bersamaan dengan pengujian temperatur menggunakan sensor setelah pengukuran ketidaksejajaran. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kenaikan suhu yang terjadi disetiap kali pengukuran ketidaksejajaran dan mengetahui perbedaan hasil pengujian temperatur menggunakan sensor dan menggunakan termometer inframerah. Berikut adalah data hasil pengujian temperatur menggunakan termometer inframerah.

Tabel 4. 3 Data Pengujian menggunakan Termometer inframerah

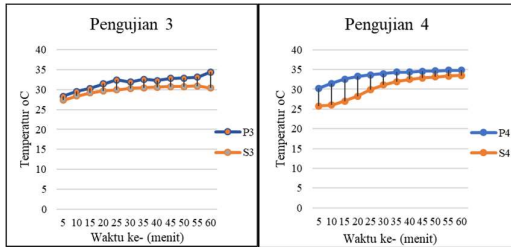
Sensor	Pengujian ke-	Waktu ke- (menit)											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
P1	1	26.4	26.9	28.4	28.1	27	27.4	29.7	28.7	30	31.3	30.5	30.6
	2	25.7	27.6	27.7	28.5	28.7	29.1	29.4	29.6	29.8	29.9	30	30.2
	3	27.1	27.3	29	29.5	30.5	30.1	30.8	30.3	30.9	30.8	31.9	32.5
	4	28.3	29.2	29.6	29.8	30.2	30.3	30.5	30.5	30.7	30.8	30.9	30.7
	5	26.5	27.9	29.5	30.5	31.2	31.5	31.9	32.5	32.5	32.5	32.5	32.7
P2	1	26.3	26.8	28.6	28.3	27.3	26.4	28.7	28.6	29.9	30.8	30.3	30.2
	2	25.6	26.8	27.7	28.2	28.7	28.5	29.3	29.6	29.8	30	30.2	30.3
	3	27.3	28.1	29	29.5	30	29.6	30.9	30.5	30.6	30.6	31.7	33
	4	28.6	29.4	29.8	30.1	30.5	30.6	30.8	31.3	31.3	31.4	31.5	31.5
	5	25.4	26.3	27.2	27.7	28.2	28.8	28.8	29.1	29.3	29.3	29.7	29.8
P3	1	27.4	27.9	28.8	28.1	27.1	26.8	28.5	28.3	30.2	31.3	30.7	30.2
	2	26.4	27.5	28.5	29.1	29.5	30	30.3	30.6	30.8	31	31.3	31.4
	3	28.3	29.5	30.3	31.4	32.4	31.9	32.6	32.3	32.8	32.9	33.1	34.4
	4	29.6	30.8	31.7	32.1	32.4	32.8	33.1	33.4	33.4	33.5	33.7	33.9
	5	26.5	27.5	28.5	29.3	30.3	32.1	32.3	32.3	32.5	32.6	32.7	32.7
P4	1	27.8	27.9	28.4	28.4	27.6	27.5	29.7	29.1	30.8	31.8	30.8	30.9
	2	26.8	28.6	29.8	30.8	31.5	31.8	32.3	32.5	32.7	33	33.2	33.3
	3	28.4	29.1	31	31.8	32.7	31.6	31.9	32.1	32.3	33.9	34.6	35.2
	4	30.3	31.5	32.6	33.3	33.7	34	34.4	34.4	34.6	34.7	34.8	34.8
	5	26.5	27.4	29.4	30.5	31.5	31.7	32.5	33.2	33.4	33.6	33.7	33.7

Setelah semua data diambil, maka dilakukan perbandingan antara sensor ds18b20 dan termometer inframerah. Berikut grafik perbandingan antara sensor ds18b20 dan termometer inframerah, pada setiap pengujian akan diambil 1 sampel pembacaan dari sensor ds18b20 dan 1 sampel dari termometer inframerah.



Grafik 4. 1 Pengujian 5 di *pillow block* 1 dan sensor 1

Grafik 4. 2 Pengujian 2 di *pillow block* 2 dan sensor 2



Grafik 4. 3 Pengujian 3 di pillow block 3 dan sensor 3

Grafik 4. 4 Pengujian 4 di pillow block 4 dan sensor 4

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pengukuran menggunakan termometer inframerah lebih tinggi daripada pengukuran menggunakan sensor ds18b20. Analisis yang didapatkan yaitu dari spesifikasi dari termometer inframerah dan sensor ds18b20. Berikut tabel perbandingan spesifikasi dari termometer inframerah dan sensor ds18b20.

Tabel 4. 4 Perbandingan spesifikasi termometer inframerah dan sensor ds18b20

	sensor ds18b20	infrared thermometer
Temperature range	(-55°C-125°C(-67°F-257°F))	(-50°C-700°C (-58 °F - 1292°F))
accuracy	±0.5°C	±1.5°C
resolution	9-12 bit	0.1°C/°F
response time	750ms	500ms

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa akurasi sensor ds18b20 lebih teliti dibandingkan dengan termometer inframerah, sehingga pengukuran dari sensor ds18b20 akan lebih teliti daripada termometer inframerah. Maka dari itu, suhu yang diukur oleh termometer inframerah lebih tinggi daripada sensor ds18b20.

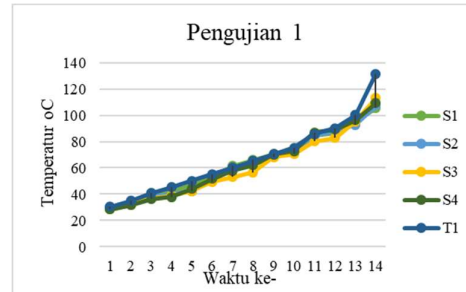
4.1.3 Pengujian Temperatur menggunakan Digital Termometer

Pengujian ini dilakukan setelah pengujian sebelumnya diselesaikan. Pengujian ini dilakukan dengan cara memanaskan pelumas, kemudian kenaikan temperatur pada proses pemanasan pelumas diukur menggunakan sensor ds18b20 dan dilakukan perbandingan pengukuran dengan digital termometer. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui uji linearitas pada sensor ds18b20. Berikut tabel yang dihasilkan pada proses pengujian.

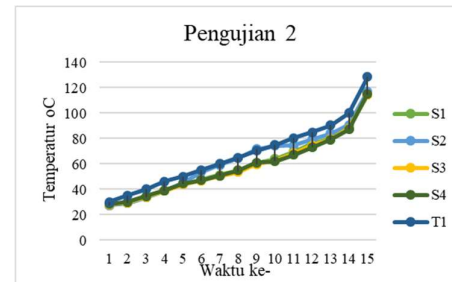
Tabel 4. 5 Data Pengujian menggunakan Termometer inframerah

Sensor	Pengujian ke-	Waktu ke- (menit)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S1	1	28.44	31.87	40.94	41.88	47.06	53.75	61.5	66.09	70.62	72.19	84.56	86.69	92.21	105.31	114.37
	2	27.62	29.5	34	39.13	44.13	47.75	51.44	54.88	60.88	64	69.87	75.87	80.06	88.87	114.37
	3	35.81	37.63	45.94	48.63	52.25	59.5	64.69	69.81	72.5	78.06	82.81	87.87	91.87	115.62	117.5
S2	1	29.25	31.75	38.06	39.81	42.56	50.75	59.38	62.69	68.81	72.37	84.69	87.5	92.81	107.25	117.37
	2	27.37	29.25	33.69	38.81	45	53.69	59.31	64.56	71.75	74.37	74.5	79.5	84.06	90.81	117.37
	3	34.31	36.56	46.44	48.06	52.19	58.63	63.56	68.12	70.31	75	81.19	86.31	90.69	117.25	119.94
S3	1	28.44	32	36.94	38.81	42.5	49.63	53.19	56.69	68.31	70.5	80.25	82.81	92.25	113.06	
	2	28.06	29.56	34	38.94	43.88	46.94	50.31	53.69	59.88	62.5	68.44	74.62	79.62	88.12	114.69
	3	33.75	35.25	45	48.63	51.56	57.38	62.75	68.69	71.31	76.25	82.94	88.81	93.19	116	117.75
S4	1	28.56	31.87	36.38	37.94	44	51.88	57.81	62	70.12	72.81	86.87	89.19	96.25	109.06	
	2	28.5	30.06	34.69	39.13	44.56	47.06	50.75	55	61.19	62.13	67.06	73.12	79.12	87.12	115.25
	3	36.31	39.06	47.25	50.63	55.06	61.19	66.19	71.81	74.31	79.75	86.95	91.94	96.37	116.5	118.06
T1	1	30.6	35.1	40.7	45.4	50	55.2	60.2	65.2	70.4	75.2	85.7	90.1	100.2	131.5	
	2	30	33.2	40.1	46.3	50.2	53.2	60.1	65.1	70.5	75.1	80.3	85	90.5	100.2	128.6
	3	45.5	50.3	55.2	60	65.2	70.4	75	80.2	85.2	90.2	95.2	100	105.3	128	131.5

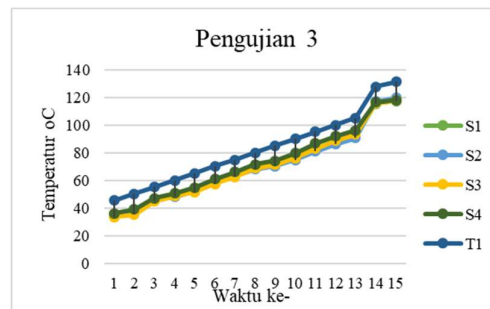
Setelah dilakukan pengambilan data, dilakukan pengolahan data yang disajikan dalam bentuk grafik perbandingan antara sensor ds18b20 dan termometer digital. Berikut grafik yang telah dibuat.



Grafik 4. 5 Pengujian 1



Grafik 4. 6 Pengujian 2



Grafik 4. 7 Pengujian 3

Dilihat dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pembacaan yang dihasilkan oleh termometer digital lebih tinggi daripada pengukuran oleh sensor ds18b20. Untuk

kenaikan suhu yang dihasilkan oleh grafik linearitasnya hampir mirip antara sensor ds18b20 dan termometer digital. Akan tetapi, perbedaan pengukuran yang dihasilkan rata-rata perbedaan pengukurannya antara +/- 6-10°C, kemungkinan perbedaan pengukuran ini diakibatkan oleh perbedaan ketebalan media yang kontak antara sensor ds18b20 dan juga termometer digital, atau proses penempatan sensor saat pengukuran.

4.2 Program Tampilan *Flashing Page* dan pembacaan

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan 9 VDC melalui adaptor yang dihubungkan dengan sumber listrik. Ketika diberi tegangan, *main switch* diaktifkan LCD akan menyala lalu muncul tulisan “ALAT PENGUKUR TEMPERATUR” selama lima detik, kemudian masuk ke menu utama.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>

// Data output of DS18B20 is connected
to Arduino digital pin 12
#define ONE_WIRE_BUS 12
// Setting a one wire instance
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
// Passing onewire instance to Dallas
Temperature sensor library
DallasTemperature sensors(&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

DeviceAddress sensor1 = { 0x28, 0x34,
0x58, 0x79, 0x97, 0x1, 0x3, 0xCB };
DeviceAddress sensor2 = { 0x28, 0xB1,
0x8D, 0x79, 0x97, 0x4, 0x3, 0xB9 };
DeviceAddress sensor3= { 0x28, 0x45,
0x4A, 0x79, 0x97, 0x4, 0x3, 0x64 };
DeviceAddress sensor4= { 0x28, 0x6F,
0xBB, 0x79, 0x97, 0x4, 0x3, 0x76 };

void setup(){
  lcd.init();
  lcd.clear();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("alat");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("pengukur");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("temperatur");

  delay(1000);
```

```
sensors.begin(); // Begin
the DS18B20 initialization}
void loop(){
  float Celsius=0, Fahrenheit=0;
//Variables to store temperature readings from
DS18B20 temperature sensor
  sensors.requestTemperatures(); //Call
all sensors on one wire to start calculating the
temperature readings

  Celsius=sensors.getTempCByIndex(0);
//Get temperature reading from sensor 0 in
celsius scale

  Fahrenheit=sensors.getTempFByIndex(0);//Ge
t temperature reading from sensor 0 in
fahrenheit scale
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("C:");
  lcd.print(sensors.getTempC(sensor1));
  lcd.print(" F:");

  lcd.println(sensors.getTempF(sensor1));
  lcd.print("S1");

  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print("C:");
  lcd.print(sensors.getTempC(sensor2));
  lcd.print(" F:");

  lcd.println(sensors.getTempF(sensor2));
  lcd.print("S2");

  lcd.setCursor (0,2);
  lcd.print("C:");
  lcd.print(sensors.getTempC(sensor3));
  lcd.print(" F:");

  lcd.println(sensors.getTempF(sensor3));
  lcd.print("S3");

  lcd.setCursor (0,3);
  lcd.print("C:");
  lcd.print(sensors.getTempC(sensor4));
  lcd.print(" F:");

  lcd.println(sensors.getTempF(sensor4));
  lcd.print("S4");

  delay(150000);
}
```

5. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap pembuatan alat pengukur temperatur di media pembelajaran *alignment* setelah dimodifikasi berbasis Arduino Uno dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil uji coba fungsi, program yang dibuat untuk alat pengukur temperatur berjalan sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan spesifikasi mulai dari fungsi untuk menampilkan menu di LCD, menampilkan angka membaca temperatur, dan mengaktifkan LCD menggunakan saklar utama. Akan tetapi, untuk pembacaan temperatur pada media pembelajaran *alignment* kenaikan suhunya tidak terlalu ekstrim dikarenakan jenis dari bantalan yang terdapat pada *pillow block* merupakan jenis *self aligning*
- b. Perbandingan pembacaan sensor DS18B20 dan termometer inframerah. Menurut data yang telah dihasilkan yang dilakukan pada pengujian, sensor DS18B20 menghasilkan pengukuran temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan termometer. Analisis yang dihasilkan, kemungkinan perbedaan pengukuran pada termometer dan sensor DS18B20 dikarenakan adanya perbedaan spesifikasi.
- c. Perbandingan pembacaan sensor DS18B20 dan termometer digital. Menurut data yang telah dihasilkan pada proses pengujian pemanasan pelumas, Termometer digital menghasilkan pengukuran temperatur yang lebih rendah dibandingkan sensor DS18B20. Analisis yang dihasilkan, kemungkinan perbedaan pengukuran pada termometer digital dan sensor DS18B20 dikarenakan adanya perbedaan ketebalan media yang kontak sebagai perantara panas yang diukur, dan juga posisi sensor pada saat pengujian.

5.1 Saran

Pada penelitian ini, sebuah alat pengukur temperatur untuk media pembelajaran *alignment* berbasis Arduino Uno telah berhasil dibuat. Namun alat tersebut masih belum sempurna. Adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan pengukuran temperatur dengan jenis bearing lain contohnya *deep groove ball bearing*.
- b. Melakukan pengembangan sistem kontrol yang dapat diakses dengan menggunakan *Bluetooth* atau *wifi* yang bisa dibaca lewat *smartphone* ataupun laptop baik dari segi penggunaan ataupun *monitoring* perubahan temperatur.

DAFTAR PUSTAKA

PRÜFTECHNIK. 2003. *Optalign*. Ismaning : PRÜFTECHNIK, 2003.

Alif Kurnia, Yoga.2016. Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan menggunakan Arduino Pro Mini. Widya Kartika University: Researchgate,2016.

Andrianto, Aan Darmawan, Heri.2017. Arduino Belajar Cepat dan Pemograman. Informatika Bandung: 2017.

Binanto, Iwan.2014. Analisa Metode *Classic Life Cycle (Waterfall)* untuk Pengembangan Perangkat Lunak Multimedia. Universitas Sanata Dharma: Researchgate,2014.

Sasmito, Ginanjar Wiro.2017. Penerapan Metode *Waterfall* Pada Desain Sistem Informasi Geografis Industri Kabupaten Tegal. Politeknik Harapan Bangsa: Jurnal Pengembangan IT, 2017.

Tonks, Qing Wang, Oliver. 2016. *The Detection of wind turbine shaft misalignment using temperature monitoring*. Durham University: Elsevier, 2016.

Dalia, M.El-Gazzar and Mofreh, A. Hashim. 2018. *Vibration Analysis and Infrared Thermography Technique for Evaluating Misalignment*. Egypt: European Journal of Mechanical Engineering Research, 2018.

A. R. Mohanty, S. Fatima. 2015. *Shaft misalignment detection by thermal imaging of support bearings*. India: Elsevier, 2015.