

PENINGKATAN INTELLIGENT ROBOT ACTUATOR PERFORMANCES DENGAN METODE KOMUNIKASI SERIAL BUS DATA (PIRAP-MKIS-BD)

Muh Anshar*, Rhiza S. Sadjad, Ejah Umraeni, Ahmad Emir, Muhammad Takbir, Nasri Anas
Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino Km.6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171
*E-mail: muh.anshar@gmail.com

Abstrak

Kerangka kerja dari sebuah robot memainkan peran penting dalam proses informasi data sampai pada pergerakan aktuator. Terdapat dua metode umum yang digunakan dalam koneksi jalur data, yaitu secara paralel dan seri. Dengan kata lain, jumlah jalur data bergantung pada panjang data, misalnya adalah untuk data 8-bit membutuhkan 8 buah jalur data guna mendukung terjadinya transmisi data secara paralel. Berbeda halnya dengan sistem komunikasi secara seri dimana data dikirim secara sekuensial melalui sebuah jalur komunikasi, satu bit per satu waktuan. Sehingga transmisi data seri membutuhkan jalur data lebih sedikit dibandingkan sistem paralel, yang secara langsung mengurangi harga pada saat pengimplementasian. Salahsatu protokol transfer data pada sistem komunikasi serial yang banyak dijumpai di industri adalah Inter-Integrated Circuit (I2C). Perkembangan pada teknologi papan rangkaian telah mampu mendorong desain papan pengendali yang lebih kompleks dan canggih dalam hal fungsi kerja. Penelitian ini menitikberatkan implementasi komunikasi berbasis protokol I2C antara papan modul pengendali sebagai pengendali utama terhadap modul kendalian aktuator berbasis motor listrik DC untuk aplikasi robot mobil. Parameter suhu aktuator akan menjadi parameter acuan untuk mendemonstrasikan keberhasilan implementasi dari I2C ini.

Kata kunci: kendali, komunikasi data, I2C Bus, I2CBOT, suhu referensi, suhu ruang.

PENDAHULUAN

Robot dapat dianggap sebagai mesin yang memiliki kemampuan untuk melaksanakan rentetan kerja secara otomatis. Robot, yang merupakan agen mekanis ataupun virtual, biasanya tersusun dari gabungan antara bagian pengendali elektronik dan koneksi mekanis yang membentuk mesin elektro-mekanis. Robot juga dapat dikelompokkan dari yang bersifat otonom, semi otonom dan dari berbagai bentuk robot humanoid sampai pada robot sederhana yang diperuntukkan untuk pelaksanaan kerja yang umum dijumpai. Terdapat tiga elemen yang mencakup aspek fisik, aspek sensing dan aspek aktuasi (Anshar, 2009). Anshar lebih jauh menjelaskan bahwa aspek sensing teknologi sensor yang digunakan adalah untuk menangkap informasi dan mengekstraksinya ke dalam bentuk yang dapat diproses lebih lanjut sedangkan aktuasi terkait dengan pergerakan dari aktuator sebagai unjuk kerja dari adanya informasi yang diterima. Untuk memproses data yang bersumber dari sensor dan menggerakkan aktuator, bagian pengendali memegang peranan yang sangat penting. Bagian pengendali dari sebuah mekanisme robot dapat berupa sebuah expansion card ataupun sebuah perangkat berdiri sendiri yang terhubung dengan perangkat periperhal (Anshar, 2009). Jones mengemukakan bahwa blok pengendali dapat berupa link antara pengendali utama dengan pengendali slave atau sebuah pengendali yang terhubung ke perangkat luar yang mengatur seluruh pengoperasian dari robot mobil. Untuk koneksi link ini diperlukan sebuah metode komunikasi tertentu, dimana banyak dijumpai mengimplementasikan sistem komunikasi paralel dimana seluruh perangkat periperhal terhubung langsung ke pengendali utama. Dengan kata lain, jumlah jalur data bergantung pada panjang data, misalnya adalah untuk data 8-bit membutuhkan 8 buah jalur data guna mendukung terjadinya transmisi data secara paralel. Berbeda halnya dengan sistem komunikasi secara seri dimana data dikirim secara sekuensial melalui sebuah jalur komunikasi, satu bit per satu waktuan. Sehingga transmisi data seri membutuhkan jalur data lebih sedikit dibandingkan sistem paralel, yang secara langsung mengurangi harga pada saat pengimplementasian. Salah satu protokol transfer data pada sistem komunikasi serial yang banyak dijumpai di industri adalah Inter-Integrated Circuit (I2C). Perkembangan pada teknologi

papan rangkaian telah mampu mendorong desain papan pengendali yang lebih kompleks dan canggih dalam hal fungsi kerja (Jones, 2004).

Terdapat beberapa hal penting yang terkait implementasi I2C ini, yang meliputi: (1) sistem komunikasi data kendali ke aktuator membutuhkan jumlah kabel data koneksi sesuai dengan jumlah bit data yang digunakan; (2) untuk penambahan periperiferal sebagai pengembangan pada sebuah robot mobil, maka serta merta penambahan jumlah kabel untuk menjamin tersedianya komunikasi antara pengendali utama dan periperiferal tambahan. Sehingga akan mempengaruhi pengaturan pemasangan kabel dan tentu saja mempengaruhi nilai estetika dari kondisi kabel yang tidak teratur dan rapi; (3) pembiayaan untuk menambah koneksi paralel dari kabel untuk periperiferal tambahan cenderung meningkat dan resiko kerusakan koneksi kabel lebih tinggi.

Penelitian ini menitikberatkan implementasi komunikasi berbasis protokol I2C antara papan modul pengendali sebagai pengendali utama terhadap modul kendalian aktuator berbasis motor listrik DC untuk aplikasi robot mobil.

TEKNOLOGI TERKAIT KOMUNIKASI ANTAR MODUL KENDALI ROBOT

Tiga komponen dasar yang dapat digunakan dalam pengelompokan elemen pendukung robot, yaitu: (1) piranti sensor; (2) piranti aktuator; dan (3) piranti kendali. Berikut beberapakomponen pendukung yang banyak dijumpai untuk masing-masing piranti.

Piranti Sensor

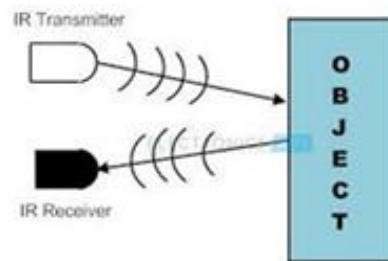
Fungsi utama dari piranti sensor di sini adalah sebagai perangkat yang menangkap besaran-besaran fisis untuk kemudian ditransformasikan besaran-besaran tersebut menjadi sinyal-sinyal informasi yang bermanfaat. Sinyal informasi inilah yang nantinya digunakan sebagai masukan robot dalam melaksanakan sebuah unjuk kerja. Berikut beberapa perangkat-perangkat sensor dasar yang akan dibahas lebih lanjut.

Sensor Infra Merah

Inframerah adalah cahaya yang memiliki panjang gelombang yang lebih panjang dibandingkan cahaya merah yang terlihat. Daerah yang dicakup infra merah meliputi daerah dekat (near infrared), daerah pertengahan (mid infrared) dan daerah jauh (far infrared) dengan panjang gelombang dari 710 nanometer untuk near infrared dan 100 mikrometer untuk far infrared. Setiap benda memancarkan energi cahaya dengan intensitas sesuai dengan suhunya, dikenal dengan istilah "radiasi black body", dimana semakin panas sebuah obyek maka semakin pendek panjang gelombang cahaya yang diemisikan. Bumi mengemisikan cahaya infra merah pada titik puncak sekitar 9 ke 10 mikrometer dan demikian juga halnya binatang berdarah hangat serta manusia, dimana cahaya ini dapat dipakai untuk mendeteksi pergerakan atau level kehangatan (Rogalski 2011). Sensor berbasis infra merah mendeteksi cahaya infra merah yang kemudian diubah ke arus listrik dan besarnya dapat diukur melalui pengukur tegangan atau arus. Salah satu properti dari light-emitting dioda (LED) adalah dioda ini menghasilkan panjang gelombang cahaya tertentu ketika dialiri arus listrik, tetapi LED juga dapat menghasilkan arus ketika diberikan cahaya dengan panjang gelombang yang sama. Sepasang LED inframerah (IR LED) dapat digunakan sebagai detektor pergerakan, dimana IR LED pertama dihubungkan untuk mengemisikan LED dan LED kedua dihubungkan untuk mentransmisikan sinyal ketika LED menerima sinyal infra merah. Ketika sebuah obyek datang dengan area sepadan dengan infra merah yang diemisikan, LED akan memantulkan sinyal infra merah kembali kepada LED penerima dan menghasilkan sebuah sinyal, dimana sinyal tersebut dapat digunakan untuk mengaktifasi pembukaan pintu, penyaklaran lampu atau pengaktifan alarm. Gambar 1 memperlihatkan bentuk fisik dari sensor infra merah dan Gambar 2 memperlihatkan sistem pendeteksian dari sensor.



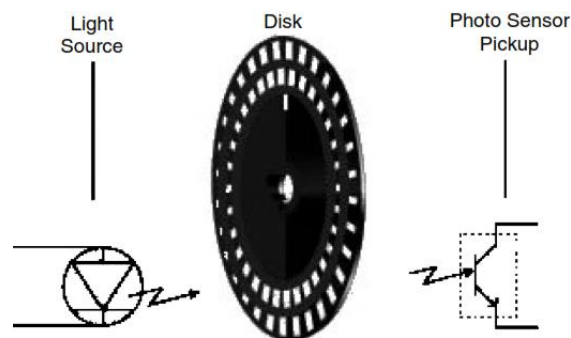
Gambar 1. Fisik Sensor Infra merah



Gambar 2. Prinsip Kerja Sensor Infra merah

Sensor Kecepatan

Pada kenyataannya sensor kecepatan pada robot akan dijumpai secara umum diimplementasikan dengan cara mengintegrasikannya ke dalam sensor enkoder. Terdapat beragama jenis sensor enkoder dan pada aplikasi robotika, sensor inkremental enkoder merupakan jenis yang paling banyak dijumpai. Umumnya luaran yang dihasilkan berupa pulsa digital pada level tegangan *Transistor-Transistor Logic* (TTL). Enkoder putar dimanfaatkan untuk mengukur posisi sudut dan arah dari sebuah motor atau batang penggerak mekanis sedangkan enkoder linier untuk mengukur posisi linier dan arah. Dalam hal posisi dan arah dari pergerakan, kecepatan dapat juga diperoleh dari sinyal enkoder putar atau linier. Pada enkoder inkremental putar, sebuah piringan kaca atau besi dipasangkan pada sebuah motor atau sebuah batang penggerak mekanis. Piringan tersebut memiliki pola sektor berbentuk oval dan transparan yang dikenal dengan istilah kode pelacakan. Sebuah sumber cahaya diletakkan pada satu sisi dari piringan dan sebuah *photodetector* pada sisi lainnya. Bilamana piringan berputar, kode pelacakan akan menginterupsi cahaya yang dipancarkan menuju *photodetector* tadi, yang pada akhirnya akan membangkitkan luaran sinyal digital. Jumlah pasangan pola sektor oval atau transparan dikenal sebagai pasangan garis, yang terletak pada kode pelacakan sebanding dengan jumlah siklus yang dihasilkan oleh enkoder untuk tiap putaran. Jumlah dari siklus per putaran (*Cycles per Revolution* atau CPR) menentukan resolusi dasar dari enkoder (Kurfess, 2004). Prinsip kerja dari enkoder tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 3. Prinsip Kerja Enkoder (Kurfess, 2004)

Sensor Suhu

Deteksi suhu merupakan pondasi dari seluruh bentuk kendali suhu yang berkembang, dimana rangkaian deteksi suhu memonitor suhu lingkungan atau suhu ambien. Kemudian rangkaian ini memberikan notifikasi ke sistem tentang suhu terkini, jika rangkaian deteksi lebih intelijen, di saat titik kendali suhu tercapai (Jha, 2015). Pada saat titik batas suhu atas tercapai, langkah pencegahan dapat ditempuh oleh sistem guna menurunkan suhu sehingga sistem secara keseluruhan terhindar dari panas berlebihan yang dapat menyebabkan kerusakan.

Terdapat empat macam sensor suhu, yaitu diantaranya:

- (1) Thermistor dengan koefisien negatif atau *Negative Temperature Coefficient* (NTC) Thermistor

Sebuah thermistor merupakan jenis resistor sensitif terhadap perubahan suhu yang membangkitkan perubahan tahanan yang besar, dapat diprediksi dan akurat, dimana perubahan ini sebanding dengan

perubahan suhu yang terjadi. Sebuah thermistor NTC, dapat menghasilkan perubahan resistansi yang tinggi terhadap suhu rendah. Hal ini berarti suhu akan meningkat sedangkan tahanan akan turun secara drastis.

(2) Detektor resistansi suhu atau *Resistance Temperature Detector* (RTD)

RTD atau kadang dikenal dengan istilah termometer tahanan, mengukur suhu dengan mengkorelasikan perubahan resistansi dari elemen RTD terhadap suhu. RTD tersusun dari sebuah film, atau untuk akurasi yg lebih tinggi, menggunakan kawat yang melilit sebuah inti bahan keramik atau inti kaca. Jenis RTD yang memiliki keakuratan tertinggi adalah yang menggunakan bahan platinum, tetapi RTD yang murah dapat dibuat dari bahan nikel atau tembaga, akan tetapi kedua bahan ini tidak stabil. Bahan platinum dapat mendukung luaran yang cenderung linier dengan keakuratan tinggi. Dengan keunggulan ini, platinum menawarkan akurasi tertinggi akan tetapi merupakan bahan termahal untuk jenis sensor suhu.

(3) Thermokopel

Jenis sensor suhu ini terdiri atas dua buah kawat terbuat dari bahan besi berbeda terhubung pada dua titik. Tegangan yang berbeda antar kedua titik tersebut merefleksikan perubahan yang proposional dengan perubahan suhu. Sensor thermokopel bersifat tidak linier, sehingga membutuhkan konversi pada saat digunakan untuk kendali suhu dan kompensasi, umumnya menggunakan sebuah tabel konversi.

(4) Sensor berbasis semikonduktor

Sensor suhu jenis ini ditempatkan dalam sebuah chip atau integrated circuits (IC). Sensor berbasis semikonduktor ini disusun dari dua buah dioda yang identik dengan tegangan yang sensitif terhadap suhu berbanding karakteristik arus yang dapat digunakan untuk memonitor perubahan suhu. Sensor ini menawarkan luaran yang linier akan tetapi tingkat akurasi yang lebih rendah dan tingkat respon yang paling lambat.

Piranti Aktuator

Pada umumnya, terdapat tiga jenis aktuator yang dapat dijumpai pada aplikasi robot, yaitu aktuator listrik, aktuator hidrolis dan aktuator pneumatik. Jenis aktuator listrik banyak dijumpai dalam bentuk motor DC yang memanfaatkan listrik dalam membangkitkan perbedaan medan magnet untuk kemudian menggerakkan batangan tengah dari motor. Untuk aktuator hidrolis memanfaatkan cairan dalam menghasilkan gerakan sedangkan jenis pneumatik memanfaatkan tekanan baik udara atau cairan untuk menghasilkan putaran.

Piranti Kendali

Saat ini teknologi sistem terintegrasi semakin mendominasi pasaran dan teknologi mikrokontroler merupakan teknologi yang banyak diadopsi, baik dikalangan akademik maupun industri. Beberapa perkembangan sistem mikrokontroler ini berkembang menjadi sistem-sistem yang bersifat user friendly, diantaranya yang paling populer saat ini adalah sistem berbasis Arduino dan Raspberry.

Arduino

Teknologi Arduino merupakan sebuah mikrokontroler dengan dimensi kecil yang dilengkapi dengan universal serial bus (USB) plug untuk menghubungkan komputer dan beberapa soket koneksi yang dapat dihubungkan dengan kabel ke komponen elektronik seperti motor, relay, sensor cahaya, dioda laser, loudspeaker, mikrofon dan lan sebagainya. Sistem ini dapat disuplai dengan sumber tegangan melalui USB komputer, atau dari sumber tegangan baterai 9 volt ataupun dari sumber tegangan DC lainnya. Teknologi ini dapat dikontrol melalui komputer atau diprogram dengan komputer lalu dilepaskan dan kemudian sistem ini dapat berfungsi secara sendiri atau independent. Board Arduino didesain open source sehingga tiap orang dapat mengakses dan membuat board yang kompatibel dengan Arduino (Monk, 2016). Contoh bentuk board Arduino dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Papan Arduino

Raspberry Pi

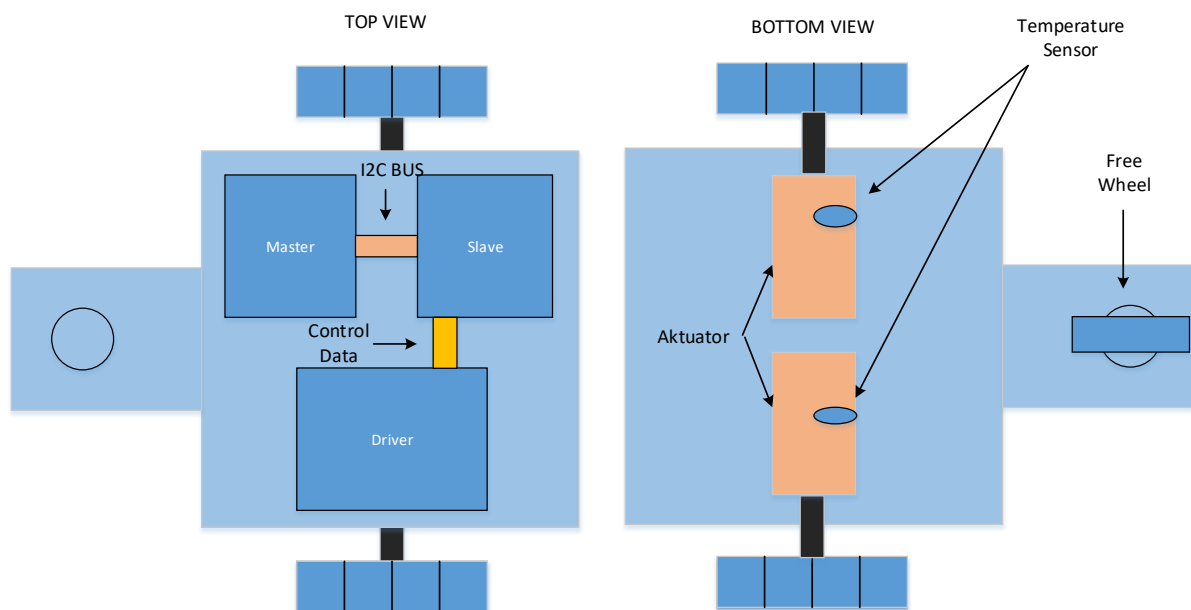
Perangkat Raspberry Pi memiliki berbagai antarmuka untuk memasang perangkat sensor hardware. Misalnya dengan menggunakan bus I2C untuk sensor sederhana (cahaya, suhu, gerak, suara) dan USB untuk sensor lebih kompleks (Wifi). Dengan menggunakan sistem Linux, pemanfaatan daemon untuk mengumpulkan pembacaan sensor realtime dan cache data dalam memori lokal. Data ini secara berkala tersimpan ke server melalui koneksi TCP / IP yang aman. Setiap board saat ini membutuhkan dua koneksi fisik, untuk ethernet kabel dan power supply DC melalui transformator listrik (Monk, 2016). Gambar 5 memperlihatkan salahsatu contoh board berbasis Raspberry.



Gambar 5. Papan Raspberry Pi

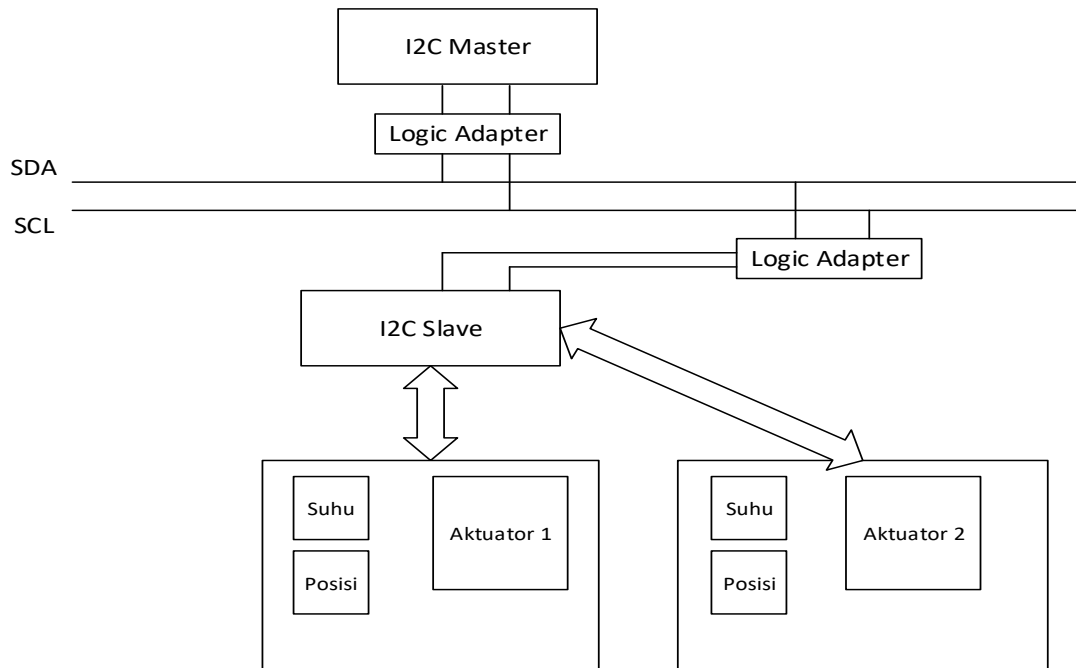
DESAIN MEKANISME KERJA PIRAP-MKIS-BD pada ROBOT

Pada bagian ini akan membahas tentang implementasi dari teknologi I2C Bus pada desain fisik dari robot yang uji Robot **I2CBOT**. Desain fisik Robot **I2CBOT** diperlihatkan pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Desain Fisik Robot I2CBOT

Mekanisme teknologi I2C yang diimplementasikan diperlihatkan pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Mekanisme teknologi I2C

Spesifikasi perangkat keras memanfaatkan teknologi mikrokontroler kelas AVR, yaitu Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai *Slave* dan Arduino Due berfungsi sebagai *Master*. Komponen adapter digunakan untuk melakukan proses *shifting* pada level aktivasi dari bus data *Master* ke *Slave* dan demikian pula sebaliknya. Hal dilakukan karena adanya level tegangan kerja diantara kedua kelas mikrokontroler, 3.3 volt untuk Arduino Due dan 5 volt untuk Arduino Mega. Spesifikasi komponen secara lengkap dapat diperlihatkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras

No	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan
1	Arduino Due	1	Master
2	Arduino Mega	1	Slave
3	TXB0108	1	Logic Adapter
4	DC Motor Plus Encoder	2	Aktuator dan Sensor Posisi
5	Transistor Sensor	2	Sensor Suhu
6	Power Cells	4	Battery

RANCANGAN UJI KINERJA

Pengujian kerangka kerja memanfaatkan monitoring sistem deteksi suhu pada aktuator dan kemampuan pengiriman data sensor dari pengendali *Slave* ke *Master*. Sumber panas dari motor aktuator menjadi parameter ukuran yang akan di komunikasikan oleh pengendali *Slave* menuju *Master*.

Skenario 1:

Suhu yang diuji $T = 42\text{ }^{\circ}\text{C}$

Sensor 1 (S1) = Sensor mengukur suhu ruang

Sensor 2 (S2) = Sensor yang akan diuji

Skenario 2:

Suhu yang diuji T = 43 °C

Sensor 1 (S1) = Sensor yang akan diuji (°C)

Sensor 2 (S2) = Sensor mengukur suhu ruang (°C)

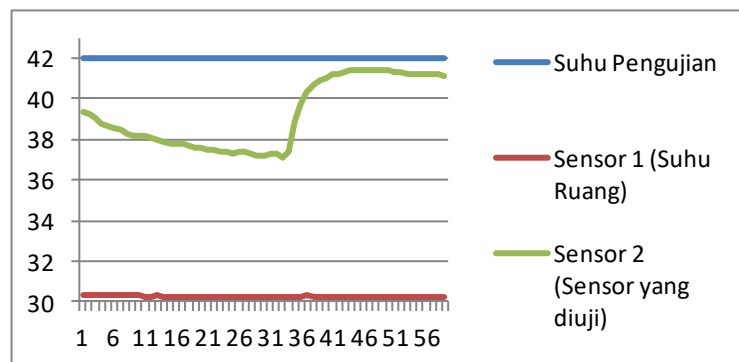
Tabel 2. Pengujian Implementasi I2C untuk Dua Skenario

Skenario 1				Skenario 1			
No	Suhu	Sensor 1	Sensor 2	No	Suhu	Sensor 1	Sensor 2
1	42	30.31	39.38	1	43	43.5	33.5
2	42	30.31	39.25	2	43	43.69	33
3	42	30.31	39.06	3	43	43.81	31.31
4	42	30.31	38.75	4	43	43.88	31.94
5	42	30.31	38.63	5	43	43.94	31.62
6	42	30.31	38.56	6	43	43.94	31.37
7	42	30.31	38.5	7	43	43.88	31
8	42	30.31	38.31	8	43	43.81	30.75
9	42	30.31	38.19	9	43	43.69	30.56
10	42	30.31	38.19	10	43	43.69	30.44
11	42	30.25	38.19	11	43	43.63	30.31
12	42	30.25	38.13	12	43	43.63	30.19
13	42	30.31	37.94	13	43	43.56	30.06
14	42	30.25	37.88	14	43	43.56	29.94
15	42	30.25	37.81	15	43	43.56	29.87
16	42	30.25	37.81	16	43	43.63	29.81
17	42	30.25	37.81	17	43	43.63	29.69
18	42	30.25	37.69	18	43	43.63	29.62
19	42	30.25	37.63	19	43	43.63	29.62
20	42	30.25	37.63	20	43	43.63	29.56
21	42	30.25	37.5	21	43	43.63	29.5
22	42	30.25	37.5	22	43	43.69	29.44
23	42	30.25	37.44	23	43	43.69	29.44
24	42	30.25	37.38	24	43	43.69	29.44
25	42	30.25	37.31	25	43	43.69	29.37
26	42	30.25	37.38	26	43	43.69	29.37
27	42	30.19	37.38	27	43	43.69	29.37
28	42	30.19	37.31	28	43	43.69	29.37
29	42	30.19	37.19	29	43	43.69	29.37
30	42	30.25	37.19	30	43	43.63	29.37
31	42	30.25	37.25	31	43	43.63	29.37
32	42	30.25	37.25	32	43	43.63	29.37
33	42	30.25	37.13	33	43	43.56	29.37
34	42	30.25	37.44	34	43	43.5	29.37
35	42	30.25	38.88	35	43	43.44	29.37
36	42	30.25	39.75	36	43	43.38	29.37
37	42	30.31	40.31	37	43	43.31	29.31
38	42	30.25	40.75	38	43	43.25	29.31
39	42	30.25	40.88	39	43	43.19	29.31
40	42	30.25	41	40	43	43.19	29.31
41	42	30.25	41.19	41	43	43.13	29.31
42	42	30.25	41.25	42	43	43.06	29.31
43	42	30.25	41.31	43	43	43	29.31
44	42	30.25	41.38	44	43	42.94	29.31
45	42	30.25	41.38	45	43	42.94	29.31
46	42	30.25	41.38	46	43	42.88	29.31
47	42	30.25	41.44	47	43	42.88	29.31
48	42	30.25	41.38	48	43	42.81	29.31

Skenario 1				Skenario 1			
No	Suhu	Sensor 1	Sensor 2	No	Suhu	Sensor 1	Sensor 2
49	42	30.25	41.38	49	43	42.81	29.31
50	42	30.25	41.38	50	43	42.75	29.25
51	42	30.25	41.31	51	43	42.69	29.25
52	42	30.25	41.31	52	43	42.63	29.25
53	42	30.25	41.25	53	43	42.56	29.25
54	42	30.25	41.25	54	43	42.5	29.25
55	42	30.25	41.25	55	43	42.5	29.31
56	42	30.25	41.19	56	43	42.56	29.31
57	42	30.25	41.19	57	43	42.56	29.25
58	42	30.25	41.19	58	43	42.56	29.25
59	42	30.25	41.13	59	43	42.56	29.25

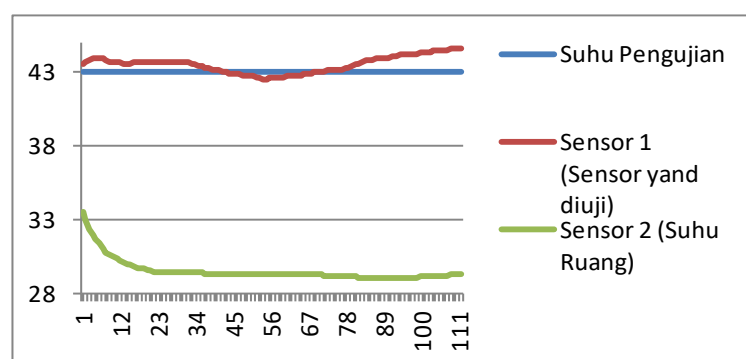
HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Analisis pengujian aktivasi sensor temperatur pada Skenario 1 dapat diperlihatkan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Analisis Skenario 1

Sedangkan untuk pengujian Skenario 2 diperlihatkan pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik Analisis Skenario 2

Pada Skenario 1, dapat dilihat bahwa Sensor 2 memiliki karakteristik kerja yang relatif konstan dan stabil pada suhu rata-rata 39.222 °C, pada suhu pengujian 42 °C. Interval suhu tertinggi diperoleh pada data ke-33 dengan suhu 37.13 °C dengan selisih terjauh 4.87 °C. Interval suhu terendah terjadi pada data ke-47 dengan suhu 41.44 °C dengan selisih sejauh 0.56 °C. Sensor 1 yang difungsikan untuk memonitor keadaan suhu ruangan mencatat suhu terendah pada data ke-27 hingga ke-29 yaitu 30.19 °C dan suhu tertinggi pada data ke-1 sampai data ke-13 (pengecualian data ke-11 dan ke-12, suhu 30.25 °C).

Untuk Skenario 2, kinerja Sensor 1 menjadi parameter monitoring dengan suhu rata-rata selama pengujian mencapai 43.34 °C dengan suhu pengujian 43 °C. Interval suhu terendah diperoleh pada data ke-54 dan ke-55 dengan suhu sebesar 42.5 °C, dan selisih sebesar 0.5 °C. Perbedaan suhu terjauh terjadi pada data ke-5 dan ke-6 dengan suhu mencapai 43.94 °C (selisih lebih tinggi 0.94 °C dari suhu pengujian). Sensor 2 mencatat suhu ruangan terendah 29.25 °C pada data ke-51 sampai ke-59 (pengecualian data ke-55 dan ke-56, suhu tercatat 29.31 °C). Untuk suhu ruangan tertinggi mencapai 33.5 °C diperoleh pada data ke-1.

Dari kedua skenario ini dapat menunjukkan bahwa kinerja sistem berbasis komunikasi data I2C pada robot **I2CBOT** dapat diimplementasikan dengan sukses dengan perbedaan karakteristik yang ditunjukkan pada kedua sensor suhu yang digunakan untuk memonitor keadaan dari kedua aktuator robot tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengapresiasi setinggi-tingginya pada Fakultas Teknik UNHAS yang telah menyediakan bantuan dana dalam bentuk dana Lab-based Education (LBE) sehingga artikel ini dapat diterbitkan. Terima kasih disampaikan kepada seluruh anggota lab riset **Cognitive Social Robotics and Advance Artificial Intelligence Research Centre (CSAR-2AIR)** yang telah turut mendukung pada pelaksanaan desain dan implementasi dan pengujian Robot **I2CBOT**.

KESIMPULAN

Implementasi sistem komunikasi data berbasis I2C pada Robot I2CBOT menitikberatkan pada demonstrasi kinerja komunikasi antar dua kelas mikrokontroler Arduino, tipe Due dan Mega 2560. Parameter pengujian memonitor kinerja sensor suhu yang terletak pada kedua aktuator robot. Data yang diperoleh menunjukkan perbedaan karakteristik dari kedua sensor suhu DS18B20. Hal ini tentu saja perlu menjadi sumber referensi pada saat membangun kerangka kerja yang lebih kompleks dari sistem berbasis I2C dengan mekanisme *Master* dan *Slave*.

Pengembangan ke depan akan mengintegrasikan sensor enkoder dalam mekanisme kerja sistem Robot I2CBOT. Selain itu, keseluruhan sistem Robot I2CBOT akan diuji kinerja dengan memberikan kerja yang bersifat komprehensif.

REFERENSI

- Anshar, M. 2009, *Embedded Robotics Implementation*, Proceeding of the First International Workshop on Modern Research Methods in Electrical Engineering (IWORMEE-09), Jurusan Teknik Elektro UNHAS, Makassar.
- Jones, D.L. 2004, 'PCB design tutorial', June 29th.
- Jha , C. 2015. *Thermal Sensor: Principles and Applications for Semiconductor Industries*, Springer.
- Kurfess, T.R., 2004. *Robotics and automation handbook*. CRC press.
- Monk, S. 2016, *Programming Arduino: Getting Started with Sketches*, 2nd edn, Mc Graw-Hill Education, USA.