

**SISTEM DETEKSI KEBERADAAN MANUSIA PADA
TEMPAT DUDUK MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE*
INFRA RED BERDERET DAN MIKROKONTROLER
ATMEGA 16**

Tesis S-2

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Megister Teknik
Program Studi Megister Teknik Elektro



Diajukan oleh
ARI WIBOWO
20602100004

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**

TESIS

SISTEM DETEKSI KEBERADAAN MANUSIA PADA TEMPAT DUDUK MENGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRA RED* BERDERET DAN MIKROKONTROLER ATMEGA 16

Yang dipersiapkan dan disusun oleh
Ari Wibowo
20602100004
Telah dipertahankan di depan Penguji
Pada tanggal 18 Agustus 2023

Susunan Penguji

Pembimbing Utama

Penguji 1

Prof.Dr.Sri Arttini Dwi Prasetyowati,M.Si
NIDN: 0620026501

Prof.Dr.Ir. H. Muhamad Haddin, M.T.
NIDN: 0618066301

Pembimbing Pendamping

Penguji 2

Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D
NIDN: 0625036901

Arief Marwanto, S.T., M.Eng., Ph.D
NIDN: 0628097501

Penguji 3

Dr. Bustanul Arifin ,.S.T, M.T.
NIDN: 0614117701

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Teknik
Tanggal 18 Agustus 2023

Prof. Dr. Sri Arttini Dwi Prasetyowati, M.Si
Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ari Wibowo
NIM : 20602100004
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan Judul :

**“ Sistem Pendeteksi Keberadaan Manusia pada Tempat Duduk
Menggunakan Sensor *Passive Infra Red* Berderet dan Mikrokontroler
ATMEGA16”**

Adalah hasil karya sendiri, judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) ataupun pada universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu, disitasi dan ditunjuk dalam daftar pustaka. Tesis ini adalah milik saya, segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tesis ini adalah tanggung jawab saya.

Semarang, 18 Agustus 2023
Peneliti

Materai 10000

Ari Wibowo
20602100004

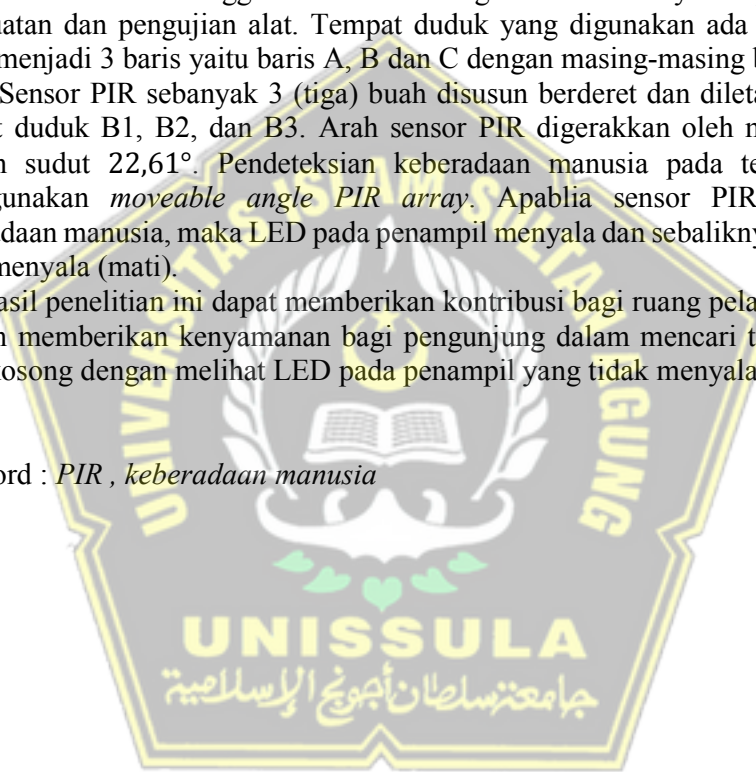
INTISARI

Penyediaan tempat duduk pada ruang pelayanan publik pada umumnya terbatas. Pada saat jumlah pengunjung banyak, mengakibatkan terjadi ketidaknyamanan pengunjung dalam mencari tempat duduk yang masih kosong. Melihat kondisi seperti itu, peneliti membuat sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) berbasis mikrokontroler ATMEGA16. Tujuan pembuatan sistem ini agar pengunjung dapat lebih efektif dalam mencari tempat duduk yang masih kosong.

Penelitian ini menggunakan metodologi konstruktif yaitu perancangan, pembuatan dan pengujian alat. Tempat duduk yang digunakan ada 9 kursi yang ditata menjadi 3 baris yaitu baris A, B dan C dengan masing-masing baris terdiri 3 kursi. Sensor PIR sebanyak 3 (tiga) buah disusun berderet dan diletakkan di atas tempat duduk B1, B2, dan B3. Arah sensor PIR digerakkan oleh motor stepper dengan sudut $22,61^\circ$. Pendeteksian keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan *moveable angle PIR array*. Apabila sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia, maka LED pada penampil menyala dan sebaliknya maka LED tidak menyala (mati).

Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi ruang pelayanan publik dengan memberikan kenyamanan bagi pengunjung dalam mencari tempat duduk yang kosong dengan melihat LED pada penampil yang tidak menyala.

Keyword : *PIR , keberadaan manusia*



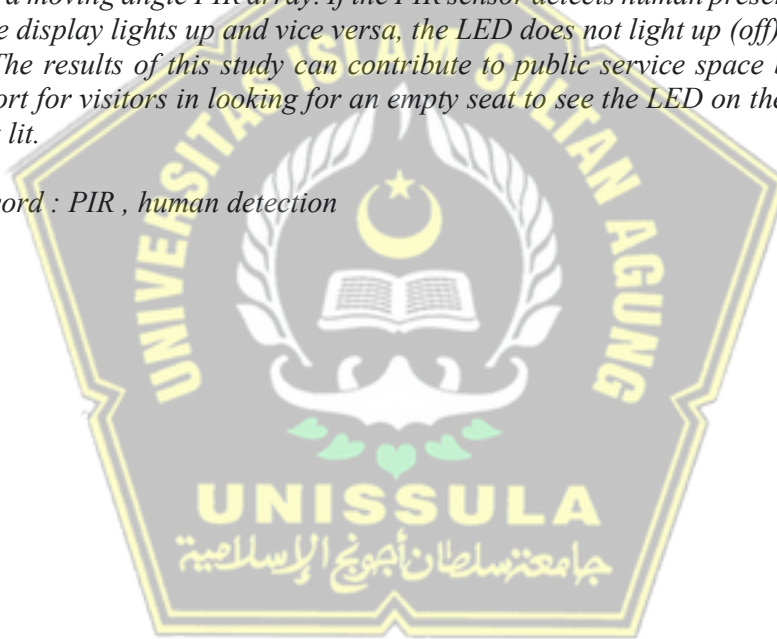
ABSTRAK

The provision of seats in public service rooms is generally limited. When the number of visitors is large, it results in inconvenience for visitors in finding seats that are still empty. Seeing such conditions, researchers created a human presence detection system in a seat using a Passive Infrared Receiver (PIR) sensor based on the ATMEGA16 microcontroller. The purpose of making this system is so that visitors can be more effective in finding seats that are still empty.

This study uses a constructive methodology, namely the design, manufacture and testing of tools. The seats used are 9 chairs arranged into 3 rows, namely rows A, B and C with each row consisting of 3 seats. 3 (three) PIR sensors arranged in a row and placed on seats B1, B2 and B3. The direction of the PIR sensor is driven by a stepper motor with an angle of 22.61° . Detection of human presence in the seat using a moving angle PIR array. If the PIR sensor detects human presence, the LED on the display lights up and vice versa, the LED does not light up (off).

The results of this study can contribute to public service space by providing comfort for visitors in looking for an empty seat to see the LED on the viewer that is not lit.

Keyword : PIR , human detection



PRAKATA

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkatNya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “Sistem Deteksi Keberadaan Manusia pada Tempat Duduk Menggunakan Sensor *Passive Infra Red* Berderet dan Mikrokontroler ATMEGA16”.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Gunarto, SH, M.Hum selaku Rektor Universitas Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Prof. Dr. Sri Artini Dwi Prasetyowati, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro dan dosen pembimbing utama.
4. Ibu Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing pendamping.
5. Bapak/Ibu dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Magister Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang yang telah mengajar dan memberikan pelayanan yang baik selama ini.
6. Teman-teman mahasiswa Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah berjuang bersama dan memberikan semangat untuk menempuh jenjang pendidikan Magister Teknik.
7. Teman-teman dari teknik elektro UNSA yang terus mendorong dan menyemangati untuk segera selesai studi.

Akhir kata peneliti berharap semoga tesis ini bisa menjadikan salah satu rujukan bagi pembaca yang mempunyai minat melanjutkan penelitian ini.

Semarang, 18 Agustus 2023

Peneliti

Ari Wibowo

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	xi
Abstrak	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.5 Keaslian Penelitian	4
1.6 Kontribusi Tesis	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Sensor <i>Passive Infrared Receiver</i> (PIR)	9
2.2.2 Karakteristik dari Sensor PIR	9
2.2.3 Cara Kerja Sensor PIR	12
2.2.4 Sensor PIR Jenis KC 778b	14
2.2.5 ATMEGA 16	16
2.2.6 Motor Stepper	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alur Penelitian	22

3.2	Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3	Langkah-Langkah Penelitian	23
3.4	Perancangan <i>Hardware</i>	26
3.5	Perancangan <i>Software</i>	27
3.6	Model Pengujian	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengujian <i>Hardware</i>	42
4.1.1	Pengujian Mikrokontroler ATMEGA16	42
4.1.2	Pengujian <i>Board</i> LED	46
4.1.3	Pengujian Sensor PIR	47
4.1.4	Pengujian Motor Stepeer	49
4.2	Pengujian Sistem	50
4.3	Analisa	59
BAB V KESIMPULAN		
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	64
	Daftar Pustaka	65
	Lampiran	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Full step digital input</i>	19
Tabel 2.2	<i>Half step digital input</i>	19
Tabel 2.3	<i>Half step</i> balik arah putaran	20
Tabel 4.1	Hasil pengamatan tegangan tiap port	45
Tabel 4.2	Galat relatif tiap port	46
Tabel 4.3	Hasil pengamatan tegangan LED	47
Tabel 4.4	Galat relatif tegangan LED	47
Tabel 4.5	Hasil pengamatan pengujian tegangan sensor PIR	49
Tabel 4.6	Hasil pengujian <i>black-box</i>	58
Tabel 4.7	Hasil pengujian pada tahap ke-1	61
Tabel 4.8	Hasil pengujian pada tahap ke-2	62
Tabel 4.9	Hasil pengujian pada tahap ke-3	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1a	Bentuk fisik sensor PIR	10
Gambar 2.1b	Skematik dalam pada Sensor PIR	10
Gambar 2.2	Skema dari lubang kaca pada penutup metal	11
Gambar 2.3a	Bentuk fisik dari Lensa Fresnel	11
Gambar 2.3b	Cara pancaran inframerah	11
Gambar 2.4	Diagram dari sensor PIR	12
Gambar 2.5	Bagian-bagian sensor PIR secara umum	13
Gambar 2.6	Cara sensor PIR mendeteksi gerakan	13
Gambar 2.7	Dimensi lensa <i>fresnel</i> pada sensor PIR KC778	14
Gambar 2.8a	Bentuk fisik sensor PIR KC 778b tanpa lensa fresnel	14
Gambar 2.8b	Bentuk fisik sensor PIR KC 778b dengan lensa fresnel	15
Gambar 2.8c	Bentuk fisik sensor PIR KC 778b dengan lensa fresnel diperkecil	15
Gambar 2.9	Demensi mekanis pengontrol sensor PIR (HC SR501)	15
Gambar 2.10	Bentuk fisik Pengontrol sensor PIR (HC SR501)	16
Gambar 2.11	Pin Pada AVR ATMEGA16	16
Gambar 2.12	Motor stepper dengan lilitan unipolar	18
Gambar 2.13	Segitiga siku-siku ABC	21
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Alur penelitian deteksi keberadaan manusia pada tempat duduk	22
Gambar 3.2	Sampel tempat duduk yang digunakan	24
Gambar 3.3	Blok diagram sistem	25
Gambar 3.4	Diagram blok perancangan <i>hardware</i>	26
Gambar 3.5	Skema rangkaian blok diagram perancangan <i>hardware</i>	27
Gambar 3.6	Posisi tempat duduk yang digunakan	27
Gambar 3.7	Penempatan sensor PIR	28
Gambar 3.8	Pengendali arah sensor PIR oleh motor stepper	29
Gambar 3.9	Ilustrasi arah sensor PIR ke posisi tempat duduk A1	30
Gambar 3.10	Ilustrasi arah sensor PIR ke posisi tempat duduk C1	31

Gambar 3.11	Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada posisi tempat duduk baris A (A1, A2, A3)	32
Gambar 3.12	tempat duduk baris B (B1, B2, B3)	33
Gambar 3.13	Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada posisi Tempat duduk baris C (C1, C2, C3)	33
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> pemrograman inti	35
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> sub program proses 1	36
Gambar 3.16	<i>Flowchart</i> sub program proses 2	37
Gambar 3.17	<i>Flowchart</i> sub program proses 3	38
Gambar 3.18	<i>Flowchart</i> sub tampilan untuk geser belakang	39
Gambar 3.19	<i>Flowchart</i> sub tampilan untuk geser ke depan	40
Gambar 4.1a	Tegangan sumber (VCC)	42
Gambar 4.1b	Tegangan port A	43
Gambar 4.1c	Tegangan port B	43
Gambar 4.1d	Tegangan port C	44
Gambar 4.1e	Tegangan port D	44
Gambar 4.2	Tegangan LED	46
Gambar 4.3	Pemeriksaan tegangan sensor PIR ketika tidak ada manusia yang dideteksi	48
Gambar 4.4	Pemeriksaan tegangan sensor PIR ketika mendeteksi adanya Manusia	48
Gambar 4.5	Posisi awal motor stepper	49
Gambar 4.6	Posisi motor stepper bergerak memutar ke depan	50
Gambar 4.7	Posisi motor stepper bergerak memutar ke belakang	50
Gambar 4.8	Sensor PIR mengarah ke tempat duduk baris B	51
Gambar 4.9	Sensor PIR mengarah ke tempat duduk baris A	51
Gambar 4.10	Sensor PIR mengarah ke tempat duduk baris C	52
Gambar 4.11	Pengujian sensor PIR 1 dalam mendeteksi tempat duduk A1 dan ditunjukkan lampu LED 1 menyala	52
Gambar 4.12	Pengujian sensor PIR 2 dalam mendeteksi tempat duduk A2	

	dan ditunjukkan lampu LED 2 menyala	53
Gambar 4.13	Pengujian sensor PIR 3 dalam mendeteksi tempat duduk A3 dan ditunjukkan lampu LED 3 menyala	53
Gambar 4.14	Pengujian sensor PIR 1 dalam mendeteksi tempat duduk B1 dan ditunjukkan lampu LED 4 menyala	54
Gambar 4.15	Pengujian sensor PIR 2 dalam mendeteksi tempat duduk B2 dan ditunjukkan lampu LED 5 menyala	54
Gambar 4.16	Pengujian sensor PIR 3 dalam mendeteksi tempat duduk B3 dan ditunjukkan lampu LED 6 menyala	55
Gambar 4.17	Pengujian sensor PIR 1 dalam mendeteksi tempat duduk C1 dan ditunjukkan lampu LED 7 menyala	55
Gambar 4.18	Pengujian sensor PIR 2 dalam mendeteksi tempat duduk C2 dan ditunjukkan lampu LED 8 menyala	56
Gambar 4.19	Pengujian sensor PIR 3 dalam mendeteksi tempat duduk C3 dan ditunjukkan lampu LED 9 menyala	56
Gambar 4.20	Pengujian sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan manusia dan lilin yang menyala pada kursi A1, A2 dan A3	57
Gambar 4.21	Pengujian sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan manusia dan tanaman pada kursi A1, A2 dan A3	58
Gambar 4.22	Tahap ke-2 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1, A2, A3	60
Gambar 4.23	Tahap ke-2 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1, B2, B3	61
Gambar 4.24	Tahap ke-3 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1, C2, C3	62

DAFTAR LAMPIRAN

1. Datasheet AT MEGA16
2. Datasheet LED
3. Datasheet PIR



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelayanan publik baik instansi pemerintah maupun swasta telah banyak mengalami perubahan dari antri manual menjadi antri dengan sistem penomoran yang diberlakukan sesuai sistem yang digunakan di instansi masing-masing. Kantor pelayanan publik ini seringkali penuh sesak, pengunjung yang datang akan mencari tempat duduk kosong secara mandiri dimana tempat duduk pada pelayanan publik tidak mempunyai nomor sehingga mengakibatkan pengunjung akan berjalan mondar-mandir dalam mencari tempat duduk yang kosong. Berdasarkan kejadian tersebut, peneliti membuat sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) berbasis mikrokontroler ATMEGA16. Pembuatan sistem ini dapat membantu memudahkan pengunjung pelayanan publik dalam mencari tempat duduk yang masih kosong.

Penelitian ini membuat prototipe sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk ruang tunggu di tempat pelayanan publik dengan tujuan agar pengunjung yang baru datang lebih mudah dalam mencari tempat duduk yang masih kosong. Sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk ini dirancang menggunakan sensor PIR berderet berbasis mikrokontroler ATMEGA16. Pendeteksian keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan metode *movable angle PIR array*. Alat ini dibuat untuk menunjukkan tempat duduk yang sudah terisi manusia atau masih kosong melalui penampil yang akan ditempatkan di dekat pintu masuk. Apabila tempat sudah terisi manusia maka lampu pada penampil akan menyala, sedangkan tempat duduk yang masih kosong maka lampu penampil akan mati. Pengunjung yang baru datang disarankan untuk melihat penampil dengan melihat posisi lampu yang masih mati sebagai penunjuk bahwa tempat duduk masih kosong.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah model algoritma yang akurat pada prototipe sistem monitoring posisi manusia?
2. Bagaimanakah mendeteksi tempat duduk yang kosong dan terisi manusia menggunakan sensor PIR dengan jumlah paling sedikit?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat banyak penelitian terdahulu yang membahas tentang deteksi keberadaan manusia menggunakan sensor PIR dengan metode, karakteristik, algoritma beragam dan hasil yang berbeda, maka perlu diberikan batasan masalah yang bertujuan untuk membedakan penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu. Penelitian ini dibatasi pada beberapa hal, yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan 9 (sembilan) tempat duduk yang disusun dalam 3 baris dan masing-masing baris terdiri 3 tempat duduk.
2. Menggunakan sensor *Passive Infra Red (PIR)* dengan metode penempatan sensor menggunakan sistem deret atau *array system*.
3. Jumlah sensor yang digunakan sebanyak 3 sensor PIR.
4. Software menggunakan bahasa C.
5. Hardware menggunakan mikrokontroler ATMEGA16.
6. Pengambilan data pada penelitian ini diperoleh dari data digital *on (1) dan off (0)* yang merupakan hasil keluaran dari sensor.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menghasilkan desain sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk yang kosong maupun yang terisi menggunakan sensor PIR yang dirancang dengan sistem berderet atau *array system* secara efisien.
2. Mendesain algoritma yang akurat yang bisa diterapkan pada *prototype* .
3. Merealisasikan dan menguji *prototype* sistem pendeteksi keberadaan manusia.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian dapat membantu pengunjung untuk mencari tempat duduk yang masih kosong pada tempat pelayanan publik.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian terkait dengan pemanfaatan sensor PIR sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dengan berbagai macam pendeteksian dan metode yang digunakan.

Penelitian sebelumnya menghasilkan sistem pendeteksi keberadaan manusia yang dirancang menggunakan sistem kontrol lampu otomatis dan sensor PIR. Apabila dalam ruangan ada manusia maka lampu akan menyala, dan pada saat manusia meninggalkan ruangan maka lampu akan mati.[1]. Hasil penelitian lainnya menyimpulkan sensor PIR dapat mendeteksi arah pergerakan dan keberadaan manusia dalam suatu ruangan menggunakan sistem *array*. Deteksi keberadaan dan pergerakan manusia ini merupakan hal yang menjadi perhatian perusahaan, ruangan gedung dalam suatu lingkungan cerdas [2]. Penelitian yang menitikberatkan pada konteks deteksi keberadaan manusia telah menimbulkan perubahan yang besar pada penggunaan teknologi [3]. Sistem pendeteksi keberadaan manusia didukung oleh kemajuan teknologi dengan menggunakan sensor PIR. Sensor ini akan mendeteksi benda dengan merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasifnya. Pada umumnya benda yang terdeteksi oleh sensor ini adalah tubuh manusia.[4]

Penelitian yang dilakukan oleh Supriyana Nugroho diperoleh kesimpulan bahwa sensor PIR dapat digunakan untuk memprediksi keberadaan manusia dan arah pergerakannya dalam ruangan dengan menggunakan metode deret (*Array*) dengan algoritma matriks (*Array multidemensi*). Pada penelitian ini, sensor PIR disusun secara berderet, kemudian pada saat mendeteksi keberadaan manusia sebagai objek akan digambarkan sebagai titik koordinat cartesius. Arah pergerakan manusia dapat diketahui berdasarkan titik koordinat cartesius. Pengujian dilakukan berdasarkan jumlah sensor, kinerja sensor, waktu pergerakan dan posisi manusia.[2]

Penelitian yang dilakukan oleh Manu Gupta , Rachana , Manisha dan Anjali Reddy, menggunakan mikrokontroler ARM7 untuk membunyikan alarm dan membuka pintu mobil jika terdeteksi ada anak dalam mobil dan suhu kabin mobil menjadi panas, kemudian modul GSM akan mengirimkan pesan kepada pengemudi dalam hal ini orang tua anak tersebut bahwa terdapat anak yang terpapar suhu panas dalam mobilnya.[5]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Jacqueline Waworundeng membahas tentang alat pendeteksi gerakan. Alat ini dirancang untuk membantu pemilik rumah untuk mendeteksi gerakan yang terjadi di rumah, ketika pemilik rumah tidak berada di rumah. Pendeteksi gerakan atau detektor yang dirancang, bertujuan untuk membantu sistem keamanan rumah. Sensor PIR digunakan sebagai pendeteksi gerakan yang mengirimkan notifikasi kepada user melalui aplikasi Blynk yang sudah di instal pada smartphone.[6]. Penelitian yang dilakukan oleh Javed Mehedi Shamrat, Ghosh, Mahmud, Nobel dan Dipu Sultan membuat otomasi pengendali suhu AC dengan cara menghitung jumlah manusia pada ruangan menggunakan sensor PIR dan Modul Deteksi Suhu (TDM) membaca setiap suhu tubuh manusia secara individual untuk menerapkan algoritma dan memprediksi suhu ideal untuk semua [7].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Padmashree S. Dhake dan Sumedha S. Borde membahas bahwa sensor PIR merupakan sensor yang murah secara ekonomis dan mudah dalam penggunaan. Penelitian ini membahas tentang sistem pemantauan secara *wireless* menggunakan sensor PIR. Sensor PIR digunakan untuk memantau keberadaan manusia pada suatu ruangan yang berada jauh dari pusat pemantau. Sinyal keluaran dari sensor PIR kemudian diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan secara *wireless* menggunakan internet, sehingga dapat dipantau oleh pusat pemantau yang jauh jaraknya dari ruangan terpantau.[8]

Berdasarkan penelitian oleh para peneliti terdahulu tersebut, memiliki kesamaan topik yaitu membahas mengenai pemanfaatan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia dalam suatu ruangan dengan menggunakan metode yang berbeda. Namun demikian, meskipun sudah ada peneliti yang membahas pemanfaatan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia dalam ruangan tetapi penelitian tersebut mempunyai metode dan tujuan penelitian yang berbeda dengan penelitian ini. Penelitian ini akan membahas mengenai pendeteksi

posisi kedudukan manusia di tempat ruang tunggu pelayanan publik dengan mengubah arah pendeteksian sensor PIR yang ditempatkan secara berderet (*array system*).

1.7 Kontribusi Tesis

Kontribusi penelitian ini adalah :

1. Penggunaan sensor PIR pada ruang antrian publik.
2. Memudahkan pengunjung dalam mencari tempat duduk kosong.
3. Penggunaan bahasa pemrograman C pada pemrograman mikrokontroler ATMEGA 16.



BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian pendeteksian manusia menggunakan sensor PIR sudah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya :

1. Penelitian lainya dengan judul Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infrared Berbasis Mikrokontroler At89s52 [9] menggunakan sensor (PIR) yang dikendalikan oleh mikrokontroler AT89S52 untuk menjadi sistem keamanan suatu ruangan. Keluaran dari alat ini adalah berupa alarm yang digunakan untuk peringatan bahwa suatu ruang yang telah dilengkapi dengan sensor ini telah dimasuki oleh seseorang. Penelitian tersebut menggunakan satu buah sensor yang telah terpasang ke motor stepper. Motor stepper selalu bergerak untuk mencari dan mendeteksi keberadaan manusia. Mikrokontroler akan menghentikan gerakannya jika sensor mendeteksi sebuah gangguan.
2. Penelitian berjudul Deteksi Jumlah Penghuni Pada Ruangan Berpintu Untuk Smart Home Berbasis Arduino dan Sensor PIR [10], sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia dalam suatu ruangan dengan tujuan untuk mendeteksi jumlah penghuni pada ruangan berpintu untuk *smart home* berbasis aduino. Perancangan sistem tersebut menggunakan dua sensor PIR, Arduino nano dan modul NRF24L01 sebagai komponen utama sistem node. Setiap node dapat mengetahui jumlah manusia dari data yang diperoleh dari seneor PIR yang dipasang pada setiap sisi pintu.
3. Penelitian yang berjudul Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi [11], Menerangkan bahwa sensor PIR HC-SR501 juga bisa digunakan untuk mendeteksi objek gerak dari sisi kanan, kiri dan depan,,dimana hasil pendeteksian akan diolah dengan Rasbery Pi dan Rasbian Os dan bahasa pemrograman Phytton.
4. Penelitian dengan judul Alat Pendeteksi Keberdaan Manusia Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor PIR (

Passive Infrared) [12] , menghasilkan bahwa sensor PIR ini juga digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia dalam rumah dengan jangkauan 1-4 meter yang dikendalikan oleh mikrokontroler, hasil deteksi sensor akan diperlihatkan oleh serial monitor di arduino IDE untuk memberikan informasi ada manusia atau tidaknya. Alat yang dirangkai ini ditujukan untuk pengamanan rumah, apabila sensor mendeteksi adanya manusia maka akan mengeluarkan bunyi dan apabila tidak mendeteksi adanya manusia maka alat tidak akan mengeluarkan bunyi.

5. Penelitian dengan judul Implementasi Sensor Pir Sebagai Alat Peringatan Pengendara Terhadap Penyeberang Jalan Raya [13] menerangkan bahwa sensor PIR dapat mendeteksi adanya gerakan manusia dengan jarak sensor dan objek maksimal 5 meter. Ketika mendeteksi keberadaan manusia, indicator LED akan menyala dan dilanjutkan dengan notifikasi berupa dari buzzer yang berbunyi.
6. Penerapan Sensor Passive Infrared (Pir) Pada Pintu Otomatis Di Pt Lg Electronic Indonesia [14] memanfaatkan sensor PIR pada pelayanan publik, salah satunya pada pintu otomatis dapat membuka otomatis ketika ada manusia yang mendekat dan akan menutup setelah sudah tidak ada manusia yang bergerak ke arahnya. Cara kerja pintu otomatis ini menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi suhu badan manusia..
7. Pemanfaatan Sensor PIR (Passive Infrared Receiver) dan Mikrokontroler Atmega 16 untuk Efisiensi Pemakaian Air Wudhu [15] membuat aplikasi untuk keran wudhu ditujukan untuk mengantisipasi keran wudhu yang tidak tertutup sempurna setelah digunakan untuk untuk wudhu, sehingga air mengair tanpa digunakan. Sistem kendali keran wudhu menggunakan sensor PIR sebagai pendeteksi Gerakan, Arduino atmega 328 sebagai pengendali dan solenoid *valve* sebagai keran yang dapat menutup otomatis saat tidak ada gerakan pengambilan air wudhu, sehingga penggunaan air tetap terjaga.

Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia yang akan memanfaatkan alat-alat tersebut. Sensor PIR menangkap pancaran sinyal inframerah yang dikeluarkan oleh tubuh manusia dan dapat merespon perubahan

pancaran sinyal inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia. Sensor PIR pada dasarnya terbuat dari *pyroelectric sensor* yang dapat mendeteksi berbagai level radiasi inframerah. Sensor PIR tidak akan bereaksi pada benda yang diam. Secara umum sensor PIR memang dirancang untuk mendeteksi manusia.[16]

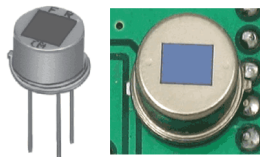
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR)

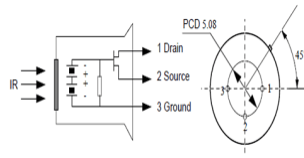
Panas tubuh manusia mempunyai sinyal infra merah dengan panjang gelombang antara 9 – 10 mikrometer. Panjang gelombang ini dapat mempengaruhi perubahan kondisi lingkungan di saat tubuh manusia melewatinya. Dari sifat yang dimiliki manusia inilah yang nantinya digunakan untuk mendeteksi keberadaannya [17]. Hal utama sistem Pendeteksi keberadaan dan arah pergerakan manusia adalah suatu sensor yang dapat memberikan respon terjadinya perubahan kondisi lingkungan berdasarkan sinyal infra merah. Sensor merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal tertentu seperti panas, kelembaban, tekanan dan lain-lain. Adapun sensor yang dapat mendeteksi adanya sinyal infra merah yang dimiliki oleh suhu tubuh manusia adalah sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR).[18]

2.2.2 Karakteristik dari Sensor PIR

Sensor PIR ini bekerja dengan cara mendeteksi dan mengukur energi inframerah. Sensor PIR tidak memancarkan inframerah sendiri sehingga disebut sensor pasif. [1]. Bentuk fisik dan skematik sensor PIR ditunjukkan pada Gambar 2.1a dan Gambar 2.1b.



Gambar 2.1a Bentuk Fisik Sensor PIR



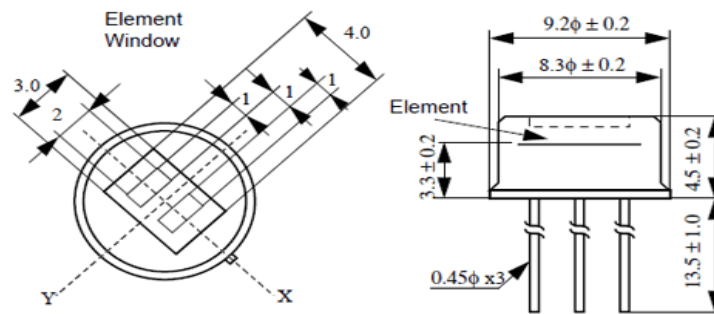
Gambar 2.1b Skematik dalam pada Sensor PIR

Sensor diselubungi oleh sebuah metal yang berfungsi untuk mengurangi gangguan-gangguan akibat adanya *noise*/ temperatur/ kelembaban udara. Metal tersebut terdapat sebuah lubang yang tertutup oleh kaca silikon yang berfungsi untuk jalan pancaran inframerah. Gambar 2.1b menunjukkan skema bagian dalam dari sensor dimana sensor tersebut tersusun atas sebuah transistor JFET yang memiliki sifat sangat rendah terhadap *noise dan buffer* mempunyai nilai dengan impedansi yang tinggi.

Sensor PIR merupakan sensor yang umum dan yang membedakan dengan sensor yang lain hanya pada harga serta sensitivitasnya. Kebanyakan yang terjadi pada kondisi nyata berhubungan dengan masalah optik. Hal ini merupakan ide yang bagus dalam pembuatannya. Sensor PIR dan rangkaianannya sangat cocok dan hanya berharga beberapa dolar saja. Lensa penutup sensornya hanya berharga beberapa cent dan dapat dengan mudah untuk diubah jangkauannya serta batas pergerakannya.

Sensor PIR mempunyai jarak pendeteksian sebesar 2,4 meter [19]. berdasarkan penelitian Bustanul Arifin, sensor ini mempunyai jarak pendeteksian variatif berdasarkan atas makhluk hidup yang dideteksinya, Jarak 500 cm merupakan titik terjauh untuk mendeteksi manusia, sedangkan untuk mendeteksi tikus maksimal 180 cm, kucing 230 cm dan nyala api lilin 210 cm.[20]

Gambar 2.2 menjelaskan bahwa lensa sensor hanya sepotong plastik, tetapi hal ini berarti bahwa area deteksi dari sensor hanya 2 persegi panjang. Dari area deteksi tersebut akan memiliki jangkauan yang lebih besar. Untuk dapat mempersempit area jangkauan sensor maka perlu adanya penutup lensa sehingga dapat membatasi area jangkauan yang lebih kecil lagi. Penutup lensa sensor tersebut disebut dengan lensa fresnel.

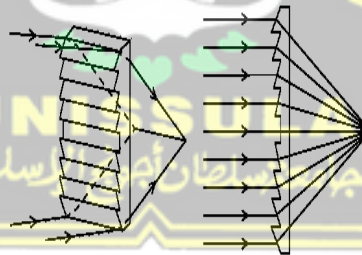


Gambar 2.2 Skema dari Lubang Kaca pada Penutup Metal

Gambar 2.3a dan Gambar 2.3b menunjukkan bentuk fisik dari lensa fresnel beserta cara pancaran infra merahnya.



Gambar 2.3a Bentuk fisik dari lensa Fresnel

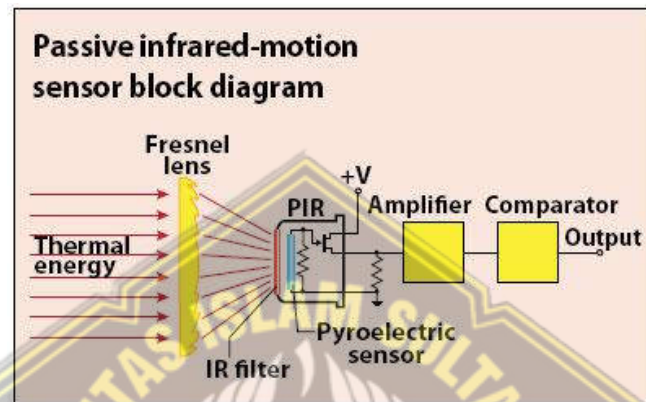


Gambar 2.3b Cara pancaran inframerah

2.2.3 Cara Kerja Sensor PIR

PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis infrared. Akan tetapi, tidak seperti sensor infrared kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 32 derajat celcius, yang merupakan suhu panas yang khas yang

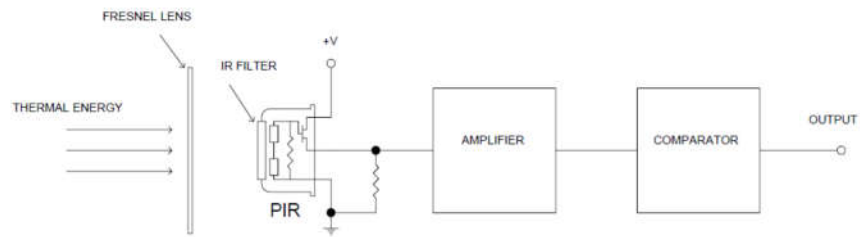
terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan *pyroelectric sensor* yang terdiri dari *galium nitride* *calcium nitrat* dan *litium tantalate* menghasilkan arus listrik. Gambar 2.4. Menjelaskan mengenai diagram dari sensor PIR [21].



Gambar 2.4 Diagram dari Sensor PIR

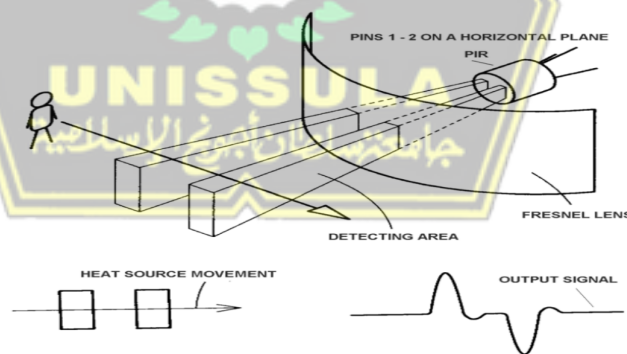
Sensor PIR terdapat *IR filter* yang menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif. *IR filter* ini mampu menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer dapat dideteksi oleh sensor [22].

Ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik dimana sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus tersebut yang kemudian dibandingkan oleh *comparator* sehingga menghasilkan output. Bagian-bagian dari Sensor PIR secara umum ditunjukkan Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bagian-bagian Sensor PIR Secara Umum

Ketika manusia berada di depan sensor PIR dengan kondisi diam, maka sensor PIR akan menghitung panjang gelombang yang dihasilkan oleh tubuh manusia tersebut. Panjang gelombang yang konstan ini menyebabkan energi panas yang dihasilkan dapat digambarkan hampir sama pada kondisi lingkungan disekitarnya. Ketika manusia itu melakukan gerakan, maka tubuh manusia itu akan menghasilkan pancaran sinar inframerah pasif dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas berbeda yang menyebabkan sensor merespon dengan cara menghasilkan arus pada material *pyroelectricnya* dengan besaran yang berbeda beda. Karena besaran yang berbeda inilah *comparator* menghasilkan output. Gambar 2.6 menjelaskan cara Sensor PIR Mendeteksi Gerakan



Gambar 2.6 Cara Sensor PIR Mendeteksi Gerakan

2.2.4 Sensor PIR Jenis KC 778b

Banyak jenis dari sensor pendeteksi inframerah yang ada di pasaran. Salah satu jenis sensor tersebut adalah sensor PIR KC 778b. Gambar 2.7 menunjukkan dimensi Lensa Fresnel pada Sensor PIR KC778 . Gambar 2.8 menunjukkan bentuk

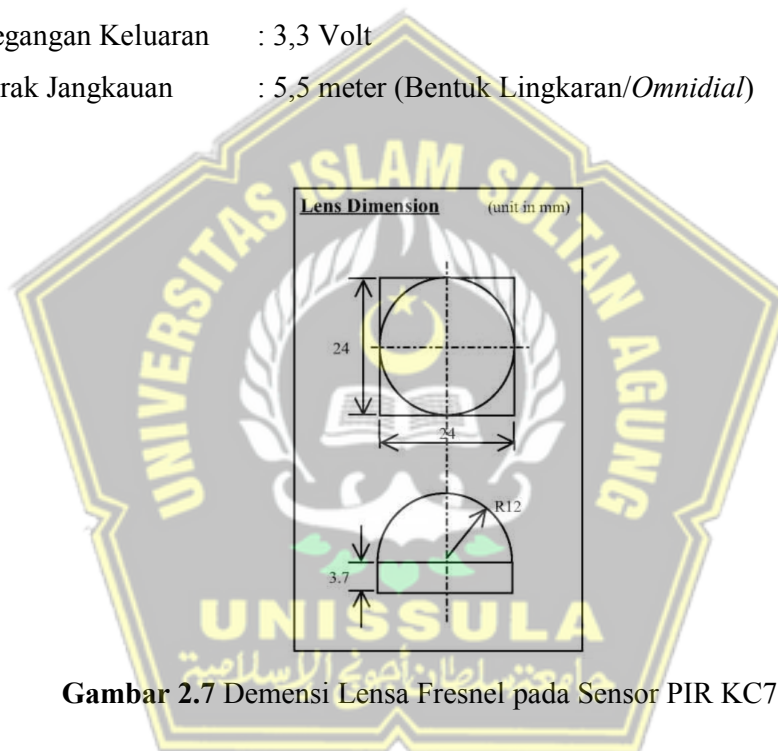
fisik Sensor PIR KC778 tanpa lensa Fresnel .Sensor tersebut memiliki beberapa karakteristik diantaranya :

Konfigurasi standar

1. Sensor : PIR KC778B
2. Pengontrol Sensor : HC SR501
3. Lensa : Lensa setengah bola dengan sudut deteksi 60°
4. Terminal/*Conector* : 3 terminal,(Daya (VCC); GND;Output)

Spesifikasi sensor PIR KC 778b

1. Tegangan Masukan : 5 Volt DC
2. Tegangan Keluaran : 3,3 Volt
3. Jarak Jangkauan : 5,5 meter (Bentuk Lingkaran/*Omnidial*)



Gambar 2.7 Demensi Lensa Fresnel pada Sensor PIR KC778



Gambar 2.8a Bentuk fisik sensor PIR KC 778b tanpa lensa fresnel

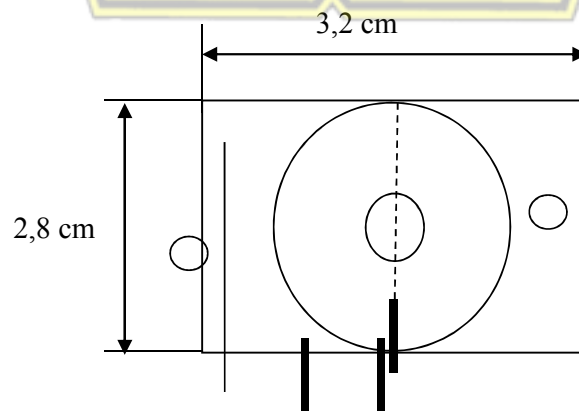


Gambar 2.8b Bentuk fisik sensor PIR KC 778b dengan lensa fresnel



Gambar 2.8c Bentuk fisik sensor PIR KC 778b dengan lensa fresnel diperkecil

Bentuk fisik dari rangkaian sensor PIR KC 778b seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8b menunjukkan bentuk fisik sensor PIR yang siap digunakan untuk pendeteksi keberadaan orang. Gambar 2.8c sudah menjadi satu rangkaian yang siap digunakan untuk pendeteksi keberadaan orang dengan lensa Fresnel yang diperkecil. Gambar 2.9 menggambarkan mengenai dimensi mekanis pengontrol sensor PIR (HC SR501). Gambar 2.10 menunjukkan bentuk fisik dari pengontrol sensor PIR (HC SR501).



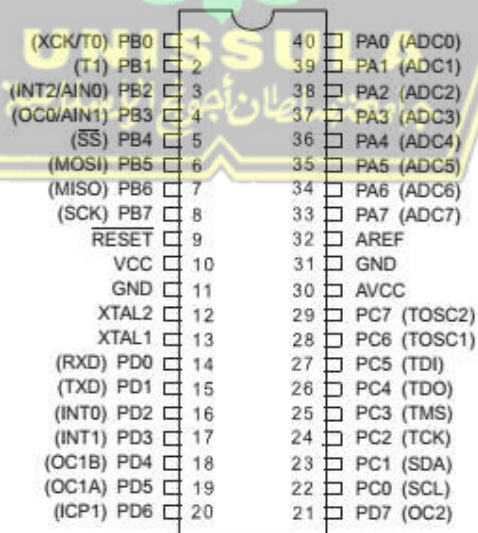
Gambar 2.9 Dimensi Mekanis Pengontrol Sensor PIR (HC SR501)



Gambar 2.10 Bentuk Fisik Pengontrol Sensor PIR (HC SR501)

2.2.5 AT Mega 16

Mikrokontroler AVR AT MEGA 16 sebagai pengendali dari sistem ini. Mikrokontroler sebagai pengolah data seluruh aktifitas dengan kecepatan yang cukup signifikan. AVR AT MEGA 16 merupakan seri mikrokontroller CMOS 8-bit buatan ATMEL, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 x 8 register general-purpose, timer/counter fleksibel, 2 serial UART, programmable Watchdog Timer, dan RTC (*Real Time Clock*). [23] . Gambar 2.11 menunjukkan Pin Pada AVR AT MEGA 16



Gambar 2.11 Pin Pada AVR AT MEGA 16

Fitur ATmega16 Kapabilitas detail dari ATmega16 adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler AVR yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah
2. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
3. Memiliki kapasitas Flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D
5. CPU yang terdiri atas 32 buah register
6. Unit interupsi internal dan eksternal
7. Port USART untuk komunikasi Serial
8. Fitur Peripheral :
 - a. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan
 - b. Real Time Counter dengan Oscillator tersendiri
 - c. 4 Channel PWM
 - d. 8 Channel, 10-bit ADC

2.2.6 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa.[24]

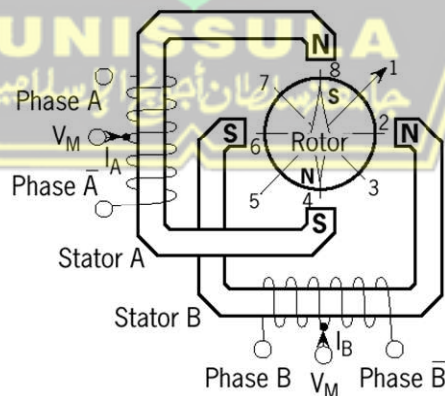
Keunggulan motor stepper adalah[25] :

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
5. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC.

6. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya.
7. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

Salah satu jenis motor stepper adalah *hybrid*, Motor stepper tipe hibrid memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari motor stepper tipe *Variable reluctance* dan *Permanent Magnet*. Motor stepper tipe hibrid memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe Permanent Magnet. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe hibrid dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara 3,60 hingga 0,90 per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya.[26]

Berdasarkan metode perancangan rangkaian pengendalinya, motor stepper dapat dibagi menjadi jenis unipolar dan bipolar[24]. Rangkaian pengendali motor stepper unipolar lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu switch / transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (*ground*) pada salah satu terminal lilitan (*wound*) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan (V_M) pada bagian tengah (*center tap*) dari lilitan (perhatikan Gambar 2.12).



Gambar 2.12 Motor stepper dengan lilitan unipolar

Metode pengendalian motor stepper mengubah sinyal elektronik menjadi gerakan mekanis setiap kali pulsa digital diberikan pada input. Setiap sinyal menggerakkan

setiap step secara teratur. Seperti yang dijelaskan diatas, apabila pada spesifikasi stepper tercantum sudut step 1.8° maka untuk satu putaran penuh diperlukan $360/1.8=200$ step.[26]

Untuk menggerakkan setiap step pada stepper ada beberapa metode yang dapat dilakukan, yaitu :

1. Full Step

Metode full step, motor beroperasi hanya dengan satu fase berenergi pada satu waktu. Metode full step belitan yang aktif hanya satu. Namun, dapat pula mengaktifkan dua belitan untuk torsi yang lebih besar. Full step memberikan putaran motor yang lebih kasar dibandingkan dengan half step. Namun, metode ini membutuhkan daya yang paling sedikit dari driver. Contoh sinyal input pada full step dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Full step digital input

	ND	NC	NB	NA
Step 1	0	0	0	1
Step 2	0	0	1	0
Step 3	0	1	0	0
Step 4	1	0	0	0

2. Half Step

Metode *half step* menggunakan belitan ganda untuk pengoperasiannya. Metode ini adalah kombinasi dari satu fase dan dua fase pada metode full step. Sudut langkah yang dihasilkan akan lebih kecil, sehingga menghasilkan putaran yang lebih halus. Contoh sinyal input pada half step dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Half step digital input*

	ND	NC	NB	NA
Step 1	0	0	0	1
Step 2	0	0	1	1
Step 3	0	0	1	0
Step 4	0	1	1	0
Step 5	0	1	0	0
Step 6	1	1	0	0
Step 7	1	0	0	0
Step 8	1	0	0	1

Sedangkan untuk membalik arah putaran pada mode half step, maka tegangan yang diberikan dibalik yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

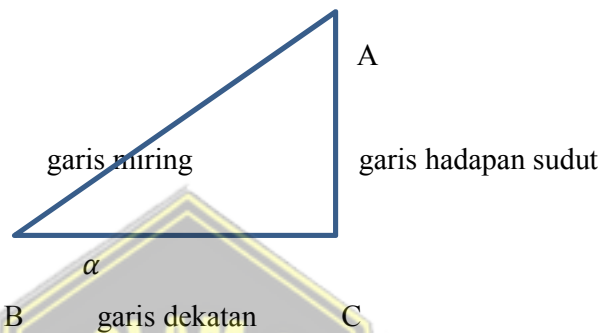
Tabel 2.3 *Half step* balik arah putaran

	ND	NC	NB	NA
Step 1	1	0	0	1
Step 2	1	0	0	0
Step 3	1	1	0	0
Step 4	0	1	0	0
Step 5	0	1	0	0
Step 6	0	0	1	0
Step 7	0	0	1	1
Step 8	0	0	0	1

2.2.7 Fungsi Trigonometri

Fungsi trigonometri adalah fungsi dari sebuah sudut yang digunakan untuk menghubungkan antara sudut-sudut dalam suatu segitiga dengan sisi-sisi segitiga tersebut. Sementara arti trigonometri adalah ilmu ukur segitiga atau pengukuran segitiga. Trigonometri mempelajari sudut dan fungsinya.

Identitas dan fungsi trigonometri adalah perbandingan sisi-sisi segitiga siku-siku. Dalam hal ini, ada 3 fungsi trigonometri dasar yaitu sinus, cosinus, dan tangen. Dari 3 fungsi trigonometri tersebut dapat dikembangkan menjadi secan, cosecan, dan kotangen. Sementara, sisi segitiga siku-siku adalah sisi tegak lurus, sisi miring, dan alas, yang digunakan untuk menghitung nilai fungsi trigonometri itu sendiri.[27]



Gambar 2.13 Segitiga siku-siku ABC

Berdasarkan Gambar 2.13, rumus dasar trigonometri sinus, cosinus dan tangen dapat dituliskan pada rumus (2.1), (2.2) dan (2.3)

$$\sin \alpha = \frac{\text{garis hadapan}}{\text{garis miring}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{garis dekatan}}{\text{garis miring}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{garis hadapan}}{\text{garis dekatan}} \dots\dots\dots(2.3)$$

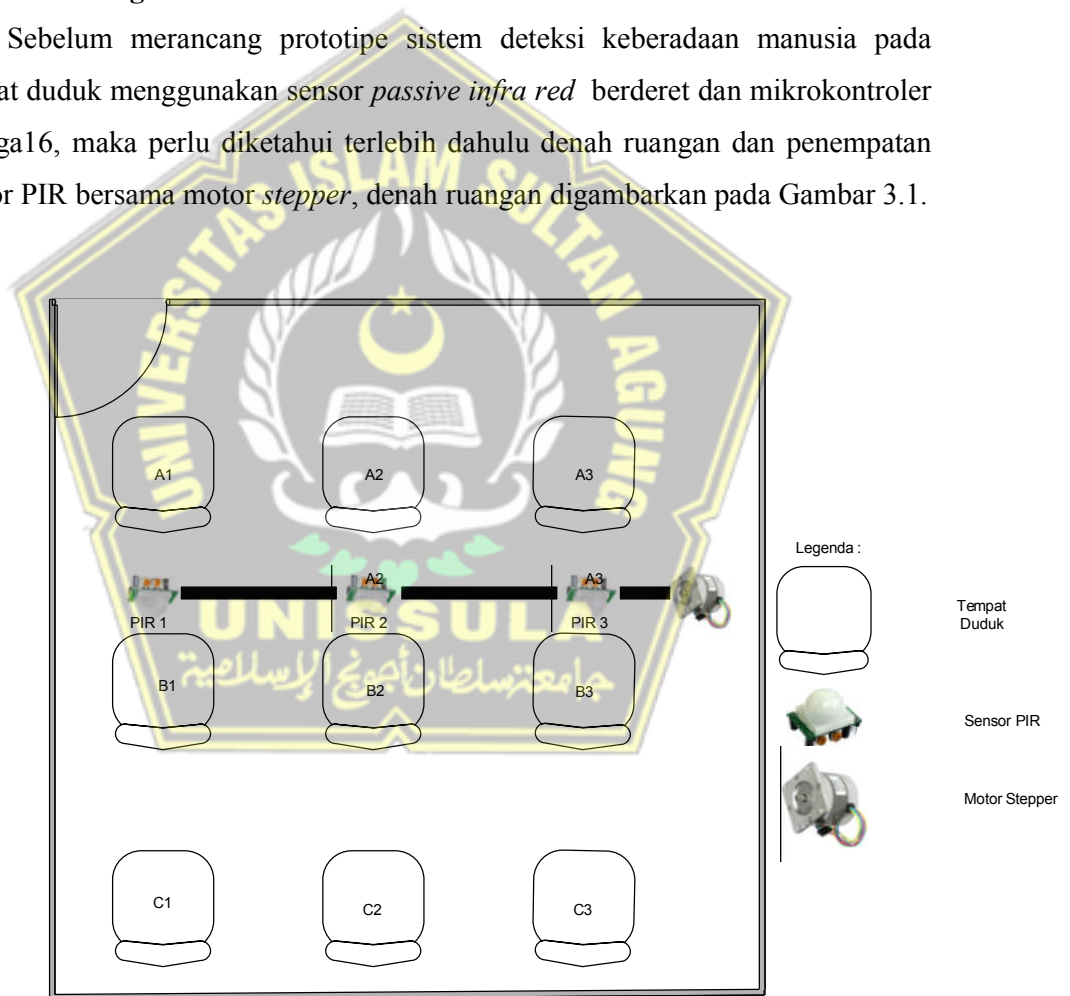
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode konstruktif. Tahap ini menjelaskan proses penelitian yang dilakukan dalam pembuatan prototype sistem deteksi keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan sensor *passive infra red* berderet dan mikrokontroler atmega16

3.1 Perancangan Sistem

Sebelum merancang prototipe sistem deteksi keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan sensor *passive infra red* berderet dan mikrokontroler atmega16, maka perlu diketahui terlebih dahulu denah ruangan dan penempatan sensor PIR bersama motor *stepper*, denah ruangan digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Denah ruangan dan penempatan sensor PIR

Gambar 3.1 menunjukkan penempatan sensor PIR yang ditempatkan diatas tempat duduk deret kedua atau B. Penempatan ini dimaksudkan supaya sensor PIR bisa mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A,B dan C.

Berdasarkan Gambar 3.1 ditentukan bahwa sensor PIR yang digunakan sebanyak 3 buah, tempat duduk yang digunakan 9 buah dan motor stepper yang digunakan sejumlah 1 buah. Sensor PIR ditempatkan diatas tempat duduk B1,B2 dan B3. Pergerakan arah sensor diatur oleh motor stepper.

Adapun blok diagram perancangan sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Sensor adalah alat yang merubah besaran fisik menjadi besaran listrik. Sensor yang digunakan adalah sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk. Sensor ini dipasang dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat mendeteksi keberadaan manusia lebih optimal.[17]

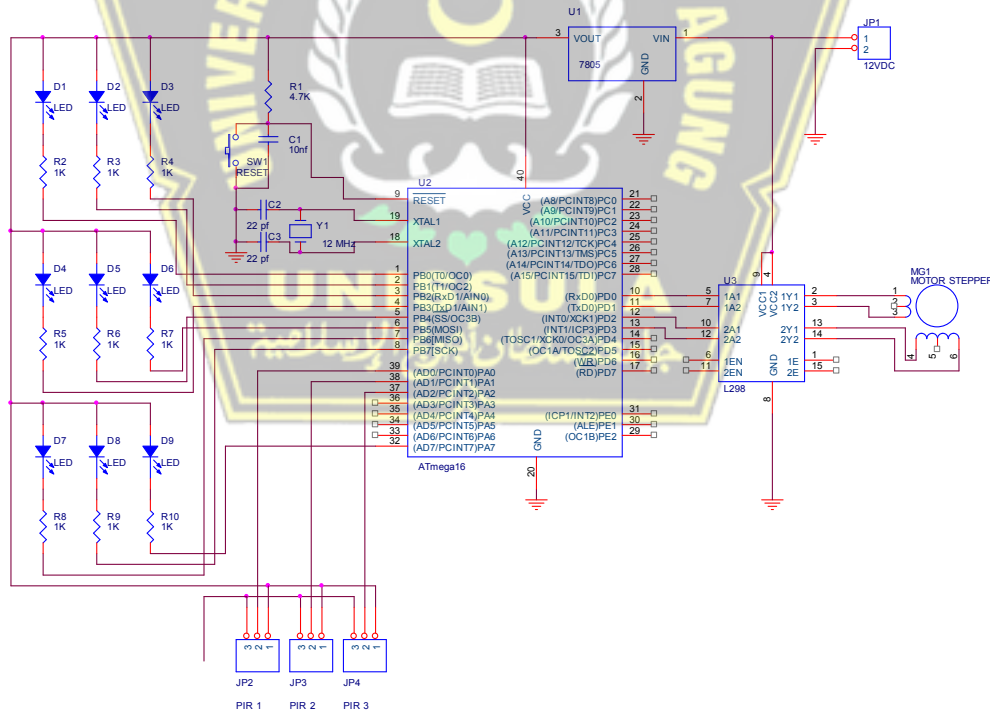
Mikrokontroler adalah inti dari sistem ini, dimana mikrokontroler digunakan untuk pengambilan keputusan dari sistem ini. Adapun mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 16, hal ini disebabkan karena mikrokontroler ini mempunyai 32 Port I/O sehingga cukup untuk digunakan dalam sistem optimasi ini.

Penampil (LED display) merupakan sekumpulan perangkat elektronika yang digunakan untuk menampilkan hasil dari proses pengambilan keputusan. Penampil terdiri dari sekumpulan LED yang dihubungkan pada mikrokontroler untuk dapat menampilkan posisi dari keberadaan manusia.

Untuk menggerakkan sensor PIR diperlukan sebuah aktuator. Adapun aktuator yang digunakan adalah motor stepper dengan resolusi 1.8° tiap langkah . Penggunaan motor ini difungsikan untuk menggerakkan sensor PIR sehingga sensor tersebut dapat mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk yang tersedia.

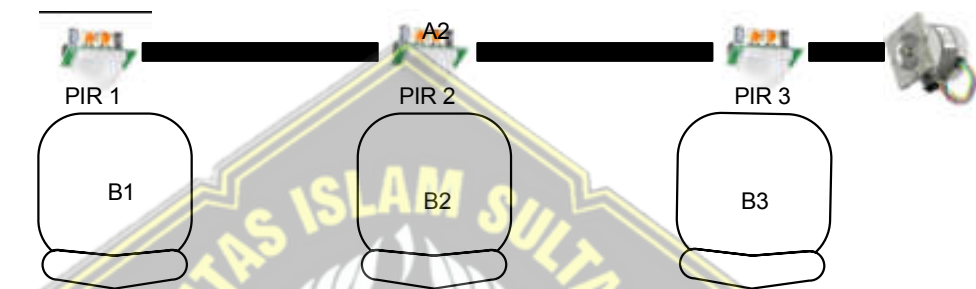
3.2 Perancangan *Hardware*

Komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor PIR, mikrokontroler, motor stepper dan penampil yang berupa LED. Adapun skema rangkaian berdasar gambar blok diagram perancangan *hardware* Gambar 3.2, ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema rangkaian Sistem Pendeteksi Keberadaan Manusia

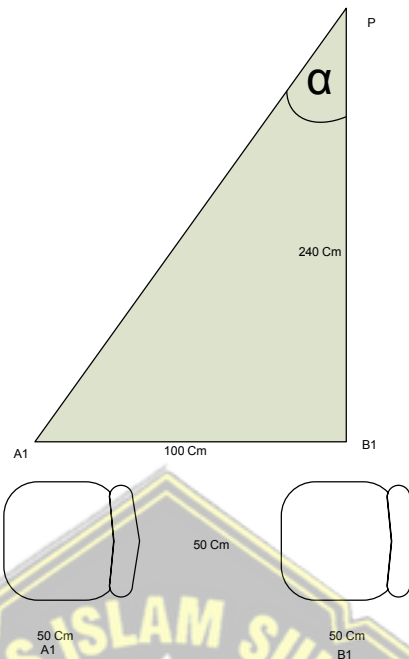
Sensor PIR diletakkan diatas tempat duduk B1 , B2 dan B3, arah sensor PIR tersebut diatur oleh motor stepper. Sensor PIR akan mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk secara bergantian dan berurutan mulai baris A, baris B dan baris C. Kemudian dari baris C, sensor PIR akan mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris B dan selanjutnya baris A, begitu seterusnya. Penempatan sensor PIR yang dilengkapi dengan motor stepper tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengendali arah sensor PIR oleh motor stepper

Untuk menghitung besar sudut pergeseran arah sensor PIR yang digerakkan oleh motor stepper, dihitung dengan memperhatikan jarak antar titik pusat kursi baris B dengan baris A maupun baris B dengan baris C serta tinggi penempatan sensor PIR dihitung dari bangku kursi. Adapun jarak antar titik pusat kursi baris B ke baris A maupun baris B ke baris C adalah 100 cm, dan tinggi penempatan sensor 240 cm dihitung dari bangku tempat duduk.

Untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris A, akan dihitung besar sudut kemiringan pergeseran arah sensor PIR ke arah depan. Untuk menghitung besar sudut kemiringan arah sensor PIR kedepan, diambil sampel penghitungan besar sudut sensor PIR 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1. Ilustrasi dari posisi sensor PIR 1, tempat duduk B1, tempat duduk A1 dengan sudut kemiringan sensor PIR 1 sebesar α digambarkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Ilustrasi arah sensor PIR ke posisi tempat duduk A1

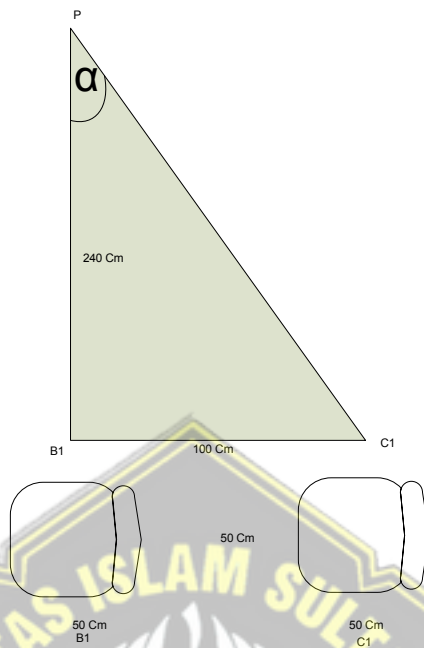
Untuk menghitung besar sudut kemiringan arah sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1, dapat dihitung menggunakan rumus trigonometri sesuai persamaan (2.3) sebagai berikut :

$$\alpha = Tg^{-1} \frac{\overline{A1B1}}{\overline{PB1}}$$

$$\alpha = Tg^{-1} \frac{100}{240}$$

$$\alpha = 22.61$$

Untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris C, akan dihitung besar sudut kemiringan pergeseran arah sensor PIR ke arah belakang. Untuk menghitung besar sudut kemiringan arah sensor PIR ke belakang, diambil sampel penghitungan besar sudut sensor PIR 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1. Ilustrasi dari posisi sensor PIR 1, tempat duduk B1, tempat duduk C1 dengan sudut kemiringan sensor PIR 1 sebesar α digambarkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Ilustrasi arah sensor PIR ke posisi tempat duduk C1

Untuk menghitung besar sudut kemiringan arah sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1, dapat dihitung menggunakan rumus trigonometri sesuai persamaan (2.3) sebagai berikut

$$\alpha = Tg^{-1} \frac{\overline{C1B1}}{\overline{PB1}}$$

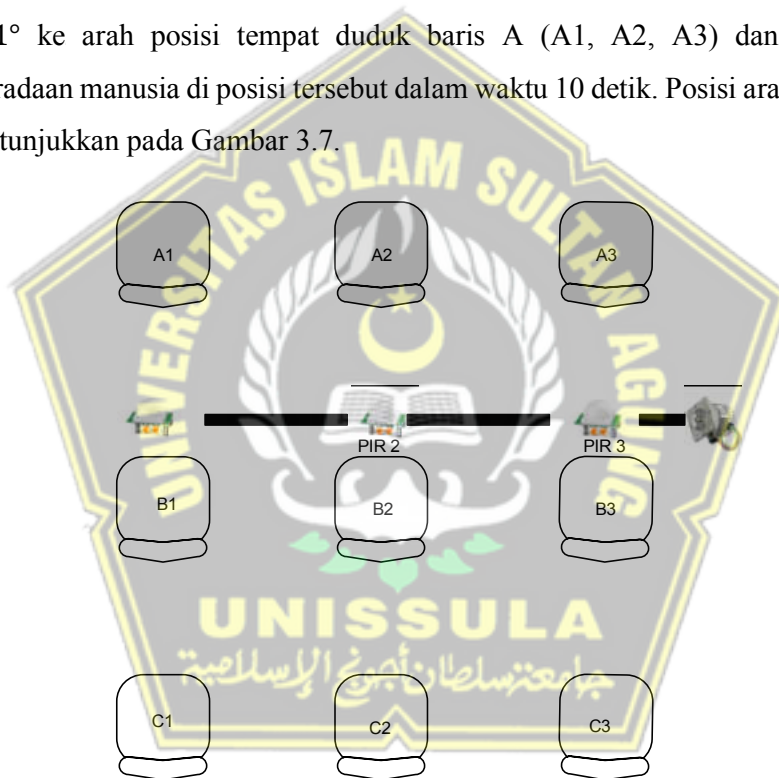
$$\alpha = Tg^{-1} \frac{100}{240}$$

$$\alpha = 22.61^\circ$$

Berdasarkan penghitungan besar sudut arah sensor PIR, maka motor stepper akan menggerakkan sensor PIR dengan sudut sebesar 22,61° ke arah tempat duduk baris A dan juga baris C. Alur kerja sistem tersebut, sensor PIR akan mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris A selama 10 detik, kemudian motor stepper menggerakkan sensor PIR ke arah tempat duduk baris B untuk mendeteksi keberadaan manusia di tempat duduk baris B selama 10 detik. Selanjutnya motor

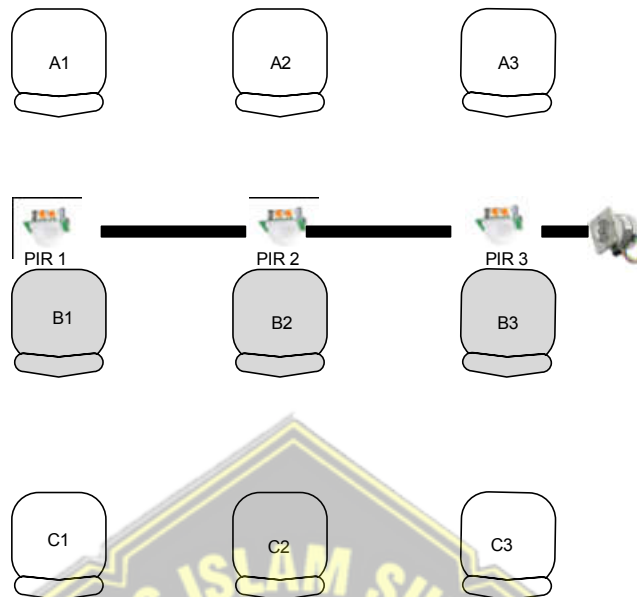
stepper akan menggerakkan sensor PIR dengan sudut sebesar $22,61^\circ$ ke arah tempat duduk baris untuk mendeteksi keberadaan manusia di tempat duduk baris C selama 10 detik. Langkah selanjutnya motor stepper menggerakkan sensor PIR ke arah tempat duduk baris B dan mendeteksi keberadaan manusia selama 10 detik, kemudian motor stepper menggerakkan sensor PIR ke arah tempat duduk baris A dengan sudut sebesar $22,61^\circ$ untuk mendeteksi keberadaan manusia selama 10 detik.

Proses pertama sensor PIR akan mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris A yaitu motor stepper akan menggerakkan arah sensor PIR sebesar $22,61^\circ$ ke arah posisi tempat duduk baris A (A1, A2, A3) dan mendeteksi keberadaan manusia di posisi tersebut dalam waktu 10 detik. Posisi arah sensor PIR ini ditunjukkan pada Gambar 3.7.



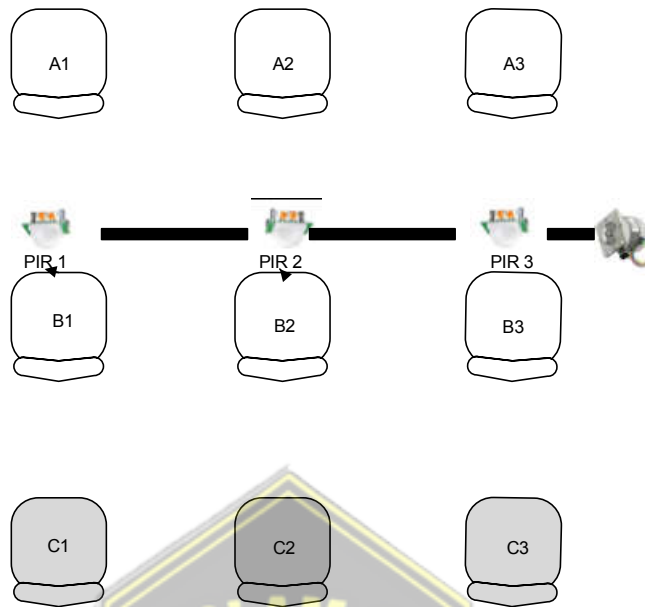
Gambar 3.7 Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada posisi tempat duduk baris A (A1, A2, A3)

Setelah 10 detik sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia di posisi baris A (A1, A2, A3), motor stepper menggerakkan arah sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia ke arah posisi tempat duduk baris B (B1, B2, B3). Posisi arah sensor PIR ini ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada posisi tempat duduk baris B (B1, B2, B3)

Setelah 10 detik sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia di posisi baris B (B1, B2, B3), motor stepper menggerakkan arah sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia ke arah posisi tempat duduk baris C (C1, C2, C3). Posisi arah sensor PIR ini ditunjukkan pada Gambar 3.9.

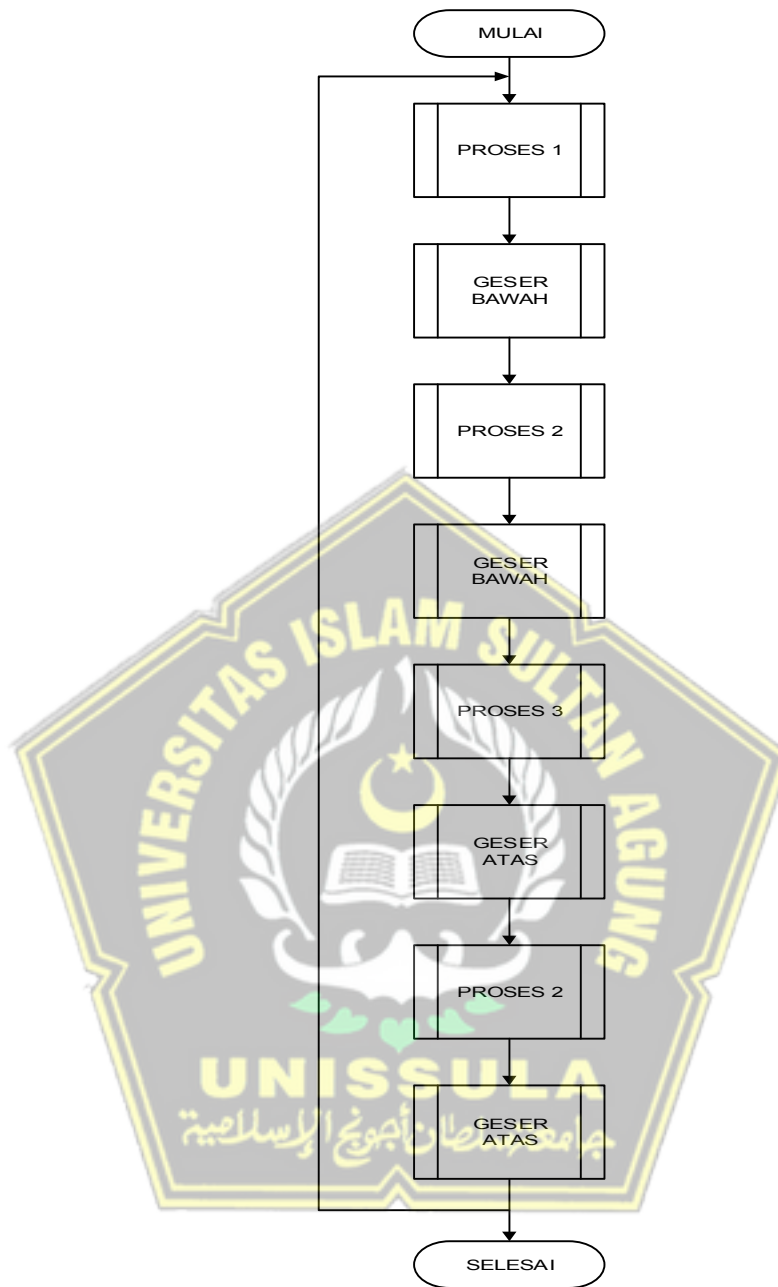


Gambar 3.9 Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada posisi tempat duduk baris C (C1, C2, C3)

3.5 Perancangan *Software*

Perancangan *software* dibagi menjadi beberapa bagian. Proses 1 digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1, A2 dan A3, kemudian menampilkan hasil pedeteksiian dari sensor ke LED 1, LED 2 dan LED3. Proses 2 digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1, B2 dan B3, kemudian menampilkan hasil pedeteksiian dari sensor ke LED 4, LED 5 dan LED 6. Proses 3 digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1, C2 dan C3, kemudian menampilkan hasil pedeteksiian dari sensor ke LED 7, LED 8 dan LED 9. Bagian geser bawah berfungsi untuk menggerakkan sensor PIR ke bawah dengan sudut kemiringan sebesar 22.61° . Begitu juga bagian geser atas, akan menggeser sensor PIR ke atas dengan sudut kemiringan sebesar 22.61° .

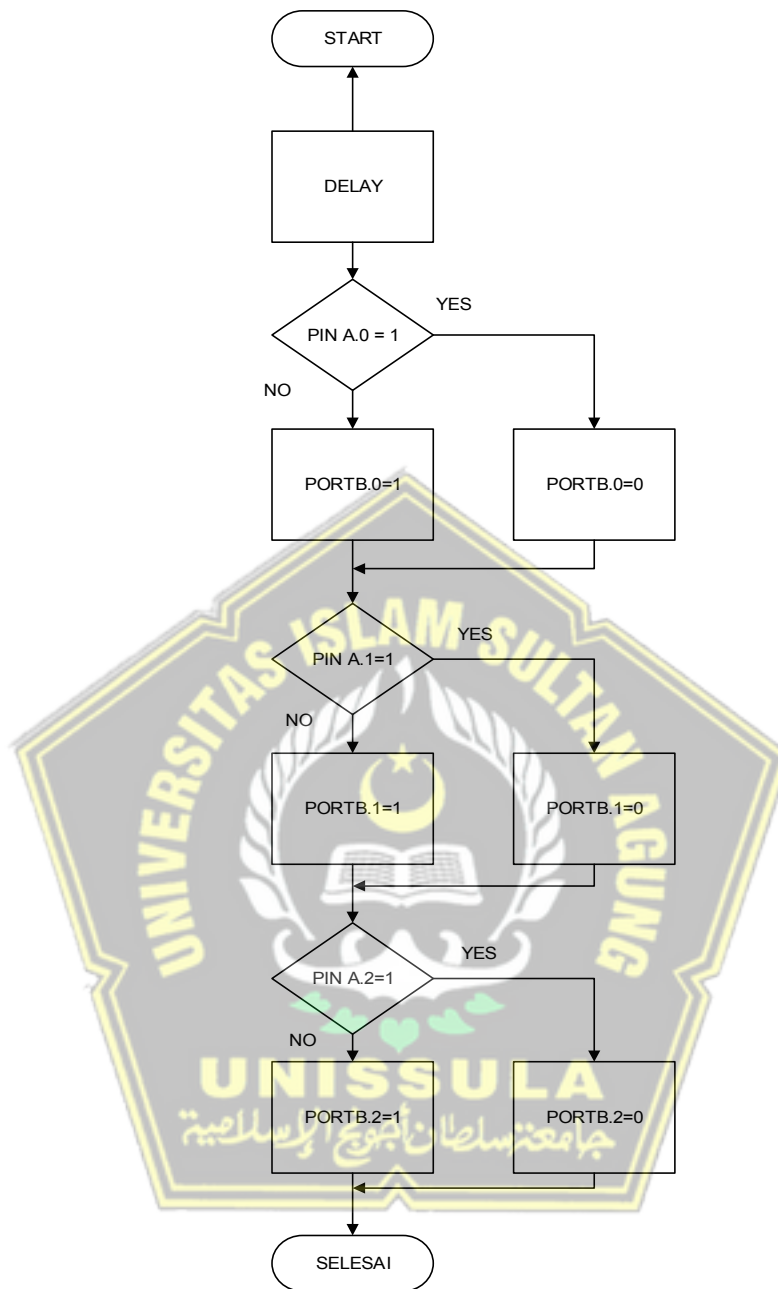
Diagram alir dari pemrograman inti penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.10 Pada tiap-tiap bagian akan terdiri dari beberapa sub program. Masing-masing bagian merupakan penyusun dari pemrograman yang ditanamkan pada mikrokontroler.



Gambar 3.10 *Flowchart* pemrograman inti

1. Sub Program Proses 1

Bagian ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada baris A, kemudian akan ditampilkan pada LED 1, LED 2 dan LED 3. *Flowchart* sub program proses 1 ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Flowchart sub program proses 1

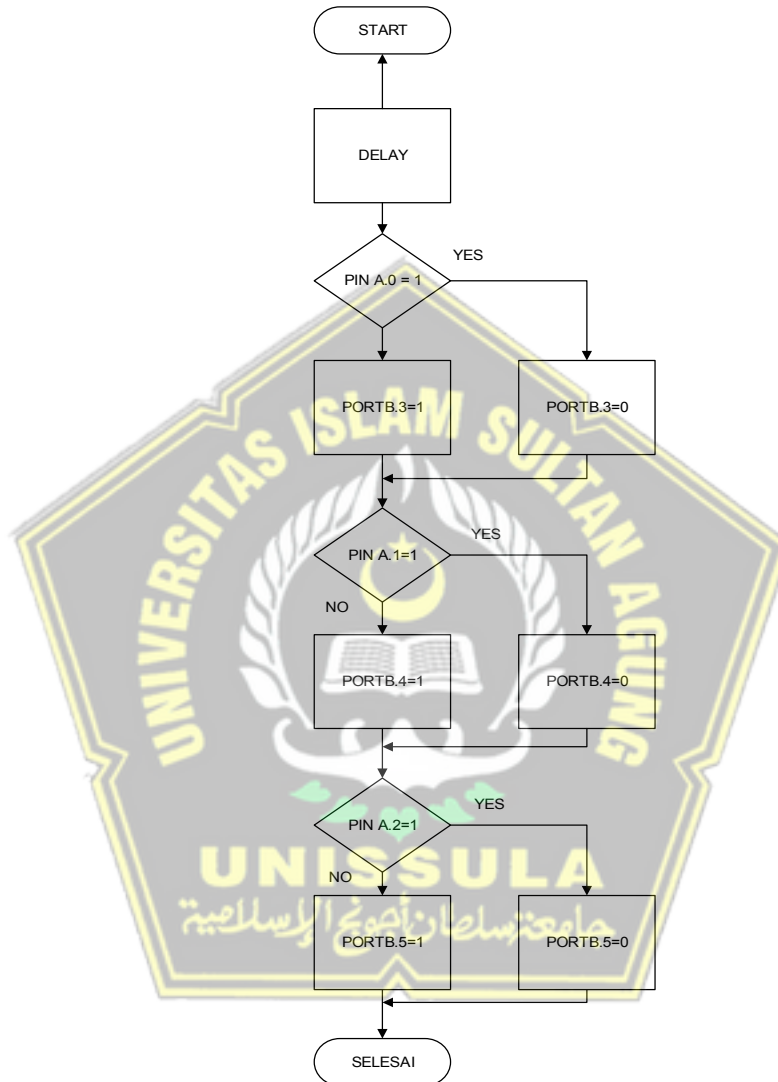
List program untuk flowchart pada Gambar 3.11 sebagai berikut :

```

//PROSES 1
delay_ms(500);
if(PINA.0) PORTB.0=1; else PORTB.0=0;
if(PINA.1) PORTB.1=1; else PORTB.1=0;
if(PINA.2) PORTB.2=1; else PORTB.2=0;
  
```

2. Sub Program Proses 2

Sub program proses 2 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris B, kemudian akan ditampilkan pada LED 4, LED 5 dan LED 6. *Flowchart* sub program proses 2 ditunjukkan pada Gambar 3.12.



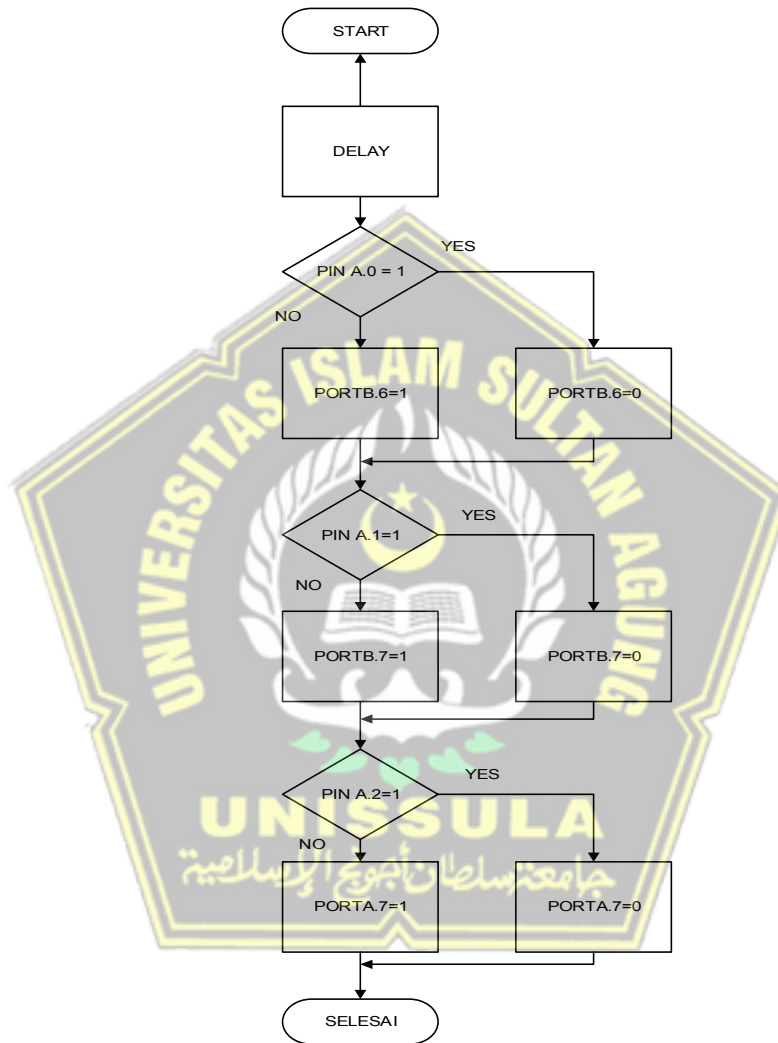
Gambar 3.12 *Flowchart* sub program proses 2

List program untuk *flowchart* pada Gambar 3.12 sebagai berikut :

```
//PROSES 2  
delay_ms(500);  
if(PINA.0) PORTB.3=1; else PORTB.3=0;  
if(PINA.1) PORTB.4=1; else PORTB.4=0;  
if(PINA.2) PORTB.5=1; else PORTB.5=0;
```

3. Sub Program Proses 3

Pembuatan sub program proses 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris C, kemudian akan ditampilkan pada LED 7 , LED 8 dan LED 9. *Flowchart* sub program proses 3 ditunjukkan pada Gambar 3.13.



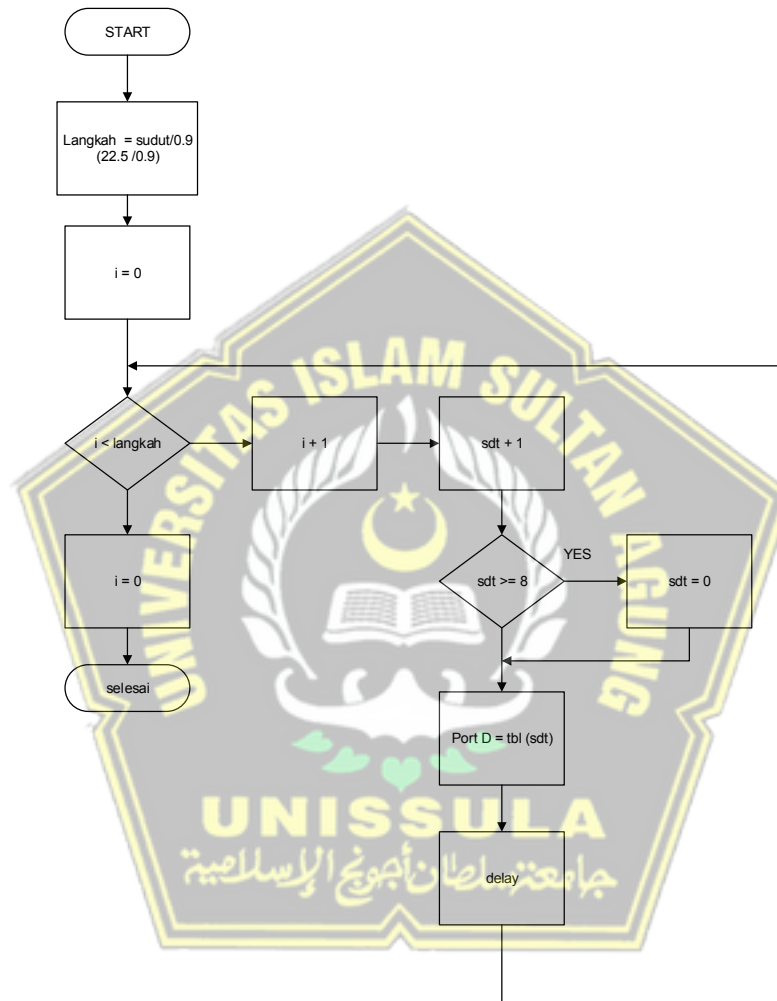
Gambar 3.13 *Flowchart* sub program proses 3

List program untuk *flowchart* pada Gambar 3.13 sebagai berikut :

```
//PROSES 3  
delay_ms(500);  
if(PINA.0) PORTB.6=1; else PORTB.6=0;  
if(PINA.1) PORTB.7=1; else PORTB.7=0;  
if(PINA.2) PORTA.7=1; else PORTA.7=0;
```

4. Sub Program Geser ke Belakang

Pembuatan sub program geser ke belakang berfungsi untuk menggerakkan sensor PIR sebesar 22.61° ke belakang. *Flowchart* sub program geser belakang ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 *Flowchart* subprogram untuk geser belakang

List program untuk *flowchart* pada Gambar 3.14 sebagai berikut :

```
void step1(float sudut) {
char i;
int langkah;
langkah=sudut/0.9;
for(i=0;i<langkah;i++) {
sdt++; if(sdt>=8) sdt=0;
```

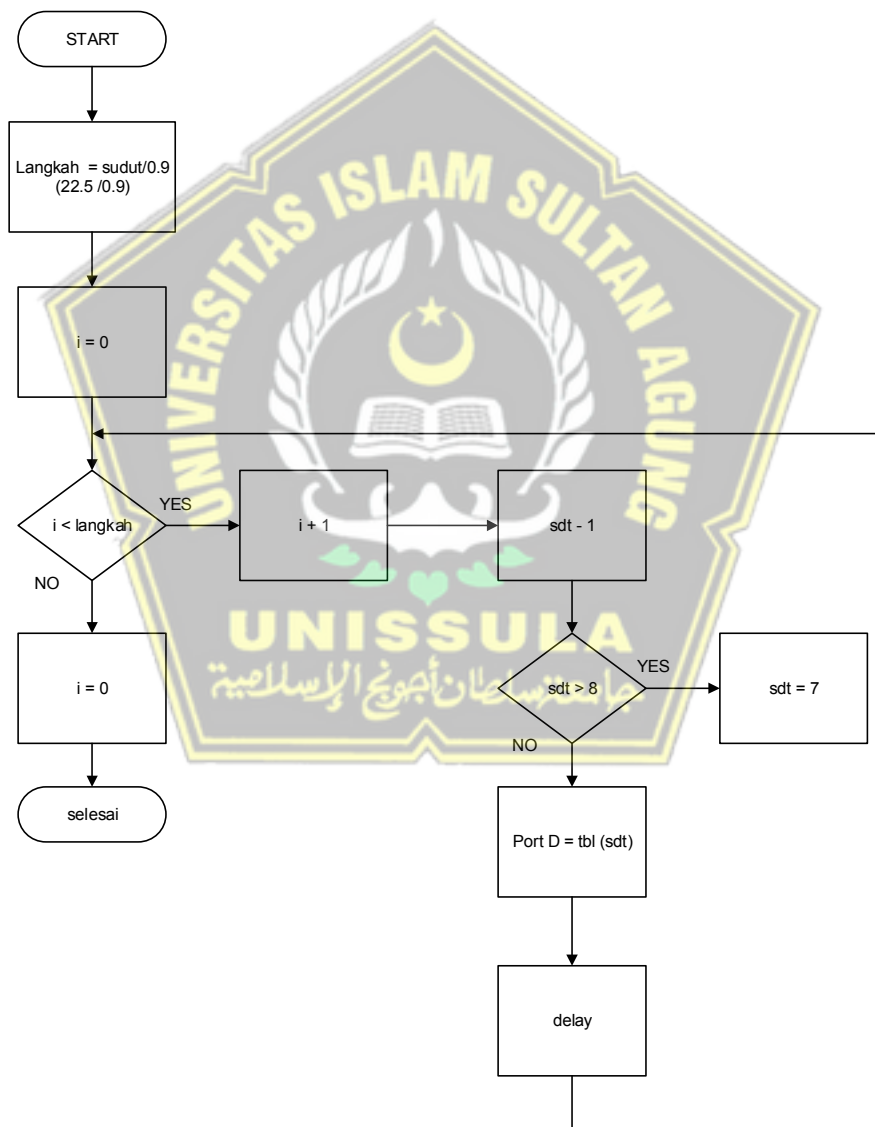
```

PORTD=tbl[sdt];
delay_ms(100);
}
}

```

5. Sub Program Geser ke Depan

Pembuatan sub program geser ke depan mempunyai fungsi untuk menggerakkan sensor PIR sebesar 22.61° ke depan. *Flowchart* sub program geser atas ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 *Flowchart* sub tampilan untuk geser ke depan

List program untuk *flowchart* pada Gambar 3.15 sebagai berikut :

```
void step2(float sudut) {  
  char i;  
  int langkah;  
  langkah=sudut/0.9;  
  for(i=0;i<langkah;i++) {  
    sdt--; if(sdt>8) sdt=7;  
    PORTD=tbl[sdt];  
    delay_ms(100);  
  }  
}
```

3.6 Model Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan dalam sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan sensor PIR berderet yaitu pengujian *hardware* dan *software*. Pengujian *hardware* dilakukan untuk mengetahui apakah setiap modul sudah dapat berfungsi sesuai dengan perancangan atau belum. Pengujian *hardware* dilakukan dengan menguji *minimum system* ATmega 16, LED dan Sensor PIR.

Pengujian *software* dilakukan dengan metode *Black-Box* serta memperhatikan masukan dan keluaran dari sistem agar sesuai dengan perancangan. Pengujian *software* dilakukan dengan menguji deteksi sensor, proses dan penampil.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Hardware

Pengujian *hardware* dimaksudkan untuk menguji perangkat keras yang digunakan pada sistem deteksi keberadaan manusia pada tempat duduk berbasis sensor *Passive Infra Red* (PIR) berderet dan mikrokontroler ATMEGA16. Adapun perangkat keras (*hardware*) yang digunakan adalah mikrokontroler ATMEGA16, *board* LED, dan sensor PIR.

4.1.1 Pengujian Mikrokontroler ATMEGA16.

Pengujian pada mikrokontroler dimaksudkan untuk mengetahui besarnya tegangan yang dikeluarkan oleh pin mikrokontroler ATMEGA16, dengan besar sumber tegangan (VCC) sebesar 5 Volt yang ditunjukkan pada Gambar 4.1a.



Gambar 4.1a Tegangan sumber (VCC)

Tegangan pada tiap port diatur aktif tinggi melalui inisialisasi program, sehingga tiap port mengeluarkan tegangan sebesar 5 Volt. Hasil pengamatan pengujian mikrokontroler ditampilkan pada Gambar 4.1b, Gambar 4.1c, Gambar 4.1d, Gambar 4.1e dan dirangkum dalam Tabel 4.1.



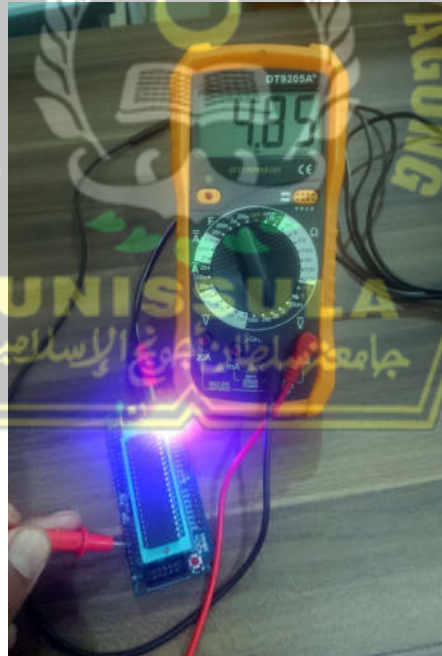
Gambar 4.1b Tegangan port A



Gambar 4.1c Tegangan port B



Gambar 4.1d Tegangan port C



Gambar 4.1e Tegangan port D

Tabel 4.1 Hasil pengamatan tegangan tiap port

	Nilai Teori (Volt)	Hasil Pengamatan (Volt)
Port A	5	4.85 (Gambar 4.1b)
Port B	5	4.85 (Gambar 4.1c)
Port C	5	4.85 (Gambar 4.1d)
Port D	5	4.85 (Gambar 4.1e)

Berdasarkan atas hasil pengamatan yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, maka dapat dihitung galat relatif pada tiap-tiap port, yaitu :

$$\text{Galat Relatif Port A} = \frac{(\text{nilai teori} - \text{hasil pengamatan})}{\text{nilai teori}}$$

$$\text{Galat Relatif Port A} = \frac{(5 - 4.85)}{5}$$

$$\text{Galat Relatif Port A} = 0.03$$

Galat pada Port B :

$$\text{Galat Relatif Port B} = \frac{(5 - 4.85)}{5}$$

$$\text{Galat Relatif Port B} = 0.03$$

Galat pada Port C :

$$\text{Galat Relatif Port C} = \frac{(5 - 4.85)}{5}$$

$$\text{Galat Relatif Port C} = 0.03$$

Galat pada Port D :

$$\text{Galat Relatif Port D} = \frac{(5 - 4.85)}{5}$$

$$\text{Galat Relatif Port D} = 0.03$$

Tabel 4.2 Galat relatif tiap port

	Nilai Teori (Volt)	Hasil Pengamatan (Volt)	Galat Relatif
Port A	5	4.85 (Gambar 4.1b)	0.03
Port B	5	4.85 (Gambar 4.1c)	0.03
Port C	5	4.85 (Gambar 4.1d)	0.03
Port D	5	4.85 (Gambar 4.1e)	0.03

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler ATMEGA16 layak digunakan mengingat galat relatif masing-masing port sangat kecil.

4.1.2 Pengujian Board LED

Pengujian pada board LED dimaksudkan untuk mengetahui besarnya tegangan yang dibutuhkan oleh LED. Berdasarkan datasheet, tegangan LED sebesar 5 Volt. Hasil pengujian pada Gambar 4.2, ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Gambar 4.2** . Tegangan LED

Hasil pengamatan pada percobaan Gambar 4.2, ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengamatan tegangan LED.

	Nilai Teori (Volt)	Hasil Pengamatan (Volt)
LED	1.85	1.82

Berdasarkan atas hasil pengamatan yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, maka dapat dihitung galat relatif tegangan pada LED, yaitu :

$$\text{Galat Relatif LED} = \frac{(\text{nilai teori} - \text{hasil pengamatan})}{\text{nilai teori}}$$

$$\text{Galat Relatif LED} = \frac{(1.85 - 1.82)}{1.85}$$

$$\text{Galat Relatif LED} = 0.0162$$

Tabel 4.4 Galat relatif tegangan LED.

	Nilai Teori (Volt)	Hasil Pengamatan (Volt)	Galat Relatif
LED	1.85	1.82	0.0162

Berdasarkan pada Tabel 4.4, besaran galat relatif tersebut masih bisa ditoleransi, artinya LED layak digunakan.

4.1.3 Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dimaksudkan untuk mengetahui besarnya tegangan yang dikeluarkan oleh sensor PIR. Berdasarkan datasheet, tegangan keluaran dari sensor PIR sebesar 3.3 Volt. Langkah selanjutnya memeriksa besar tegangan sensor PIR ketika tidak ada manusia yang dideteksi, hasil pemeriksaan/pengujian tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemeriksaan tegangan sensor PIR ketika tidak ada manusia yang dideteksi

Kemudian memeriksa besar tegangan sensor PIR ketika mendeteksi adanya manusia, Adapun hasil pemeriksaan/pengujian itu ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pemeriksaan tegangan sensor PIR ketika mendeteksi adanya manusia

Berdasarkan pengujian pada Gambar 4.4, dapat ditunjukkan hasil pengamatan pengujian sensor PIR pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengamatan pengujian tegangan sensor PIR

	Nilai Teori (Volt)	Hasil Pengamatan (Volt)
PIR	3.3	3,31

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 4.5, maka dapat dihitung galat relatif tegangan pada sensor PIR, yaitu :

$$\text{Galat Relatif Sensor PIR} = \frac{(\text{nilai teori} - \text{hasil pengamatan})}{\text{nilai teori}}$$

$$\text{Galat Relatif Sensor PIR} = \frac{(3.3 - 3.31)}{3.3}$$

$$\text{Galat Relatif Sensor PIR} = -0,00303$$

Berdasarkan pada Tabel 4.5, besaran galat relatif sensor PIR tersebut masih bisa ditoleransi, sehingga sensor PIR tersebut layak digunakan.

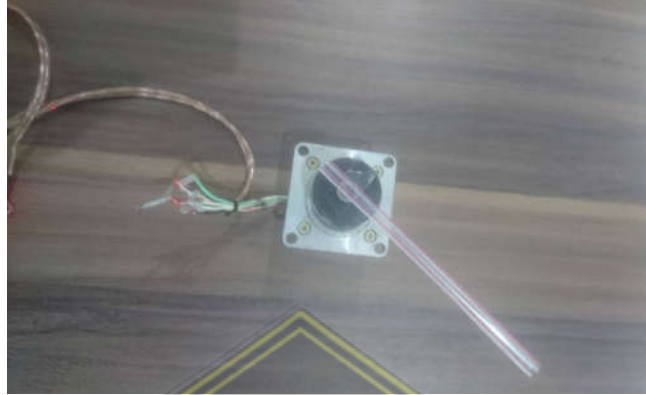
4.1.4 Pengujian Motor Stepeer

Pengujian motor stepper ini dimaksudkan untuk menguji kinerja motor stepper dapat bergerak ke depan dan ke belakang. Tujuannya agar motor stepper dapat menggerakkan arah sensor PIR mendeteksi tempat duduk baris A dan baris B. Pada Gambar 4.5 menunjukkan posisi awal motor stepper.



Gambar 4.5 Posisi awal motor stepper

Kemudian pengujian motor stepper untuk bergerak memutar ke arah depan, yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Posisi motor stepper bergerak memutar ke depan

Langkah selanjutnya pengujian motor stepper bergerak memutar ke arah belakang, hasil pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Posisi motor stepper bergerak memutar ke belakang

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan melakukan pengujian *black-box*, hal ini dimaksudkan untuk menguji perangkat lunak yang digunakan pada sistem pendeteksi keberadaan manusia di tempat duduk menggunakan sensor *Passive Infra Red* (PIR) berderet dan mikrokontroler ATMEGA16. Pengujian *black-box*

dilakukan untuk menguji fungsi motor stepper, sensor PIR dan mikrokontroler ATMEGA16 sudah sesuai dengan perancangan atau belum.

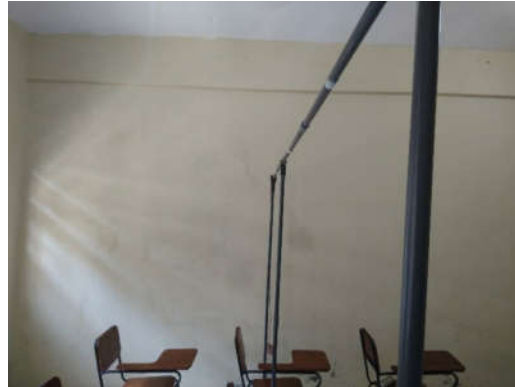
Pengujian *software* pada penelitian ini dilakukan dengan simulasi di Ruang Kuliah Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro dan Informatika Universitas Surakarta. Proses pengujian software diawali dengan menguji motor stepper. Pengujian motor stepper dilakukan dengan mengamati gerakan arah sensor PIR ke depan dan ke belakang dengan sudut kemiringan $22,61^\circ$. Pengamatan terhadap pengujian motor stepper pada saat sensor PIR mendeteksi tempat duduk baris B, ditunjukkan pada Gambar 4.8, kemudian pengamatan berikutnya ketika sensor PIR mendeteksi tempat duduk baris A ditunjukkan pada Gambar 4.9. Selanjutnya hasil pengamatan ketika sensor PIR mendeteksi tempat duduk baris C ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sensor PIR mengarah ke tempat duduk baris B



Gambar 4.9 Sensor PIR mengarah ke tempat duduk baris A



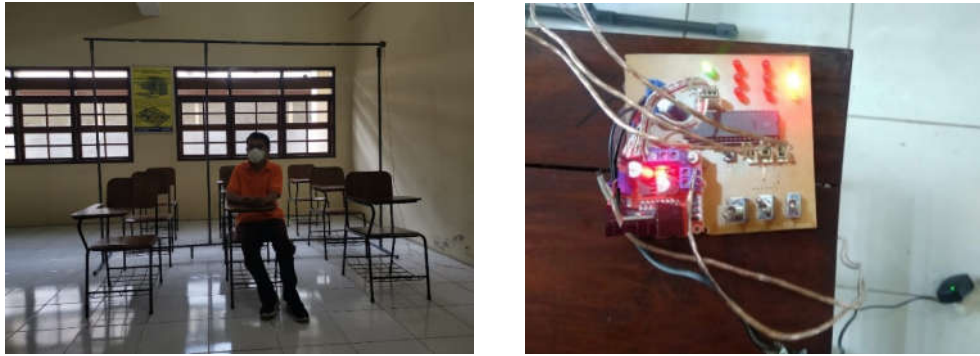
Gambar 4.10 Sensor PIR mengarah ke tempat duduk baris C

Setelah menguji motor stepper, dilanjutkan dengan pengujian sensor PIR 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk A1, maka sensor PIR 1 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 1 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pengujian sensor PIR 1 dalam mendeteksi tempat duduk A1 dan ditunjukkan lampu LED 1 menyala

Pengujian berikutnya adalah menguji sensor PIR 2 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A2. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk A2, maka sensor PIR 2 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 2 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.12.



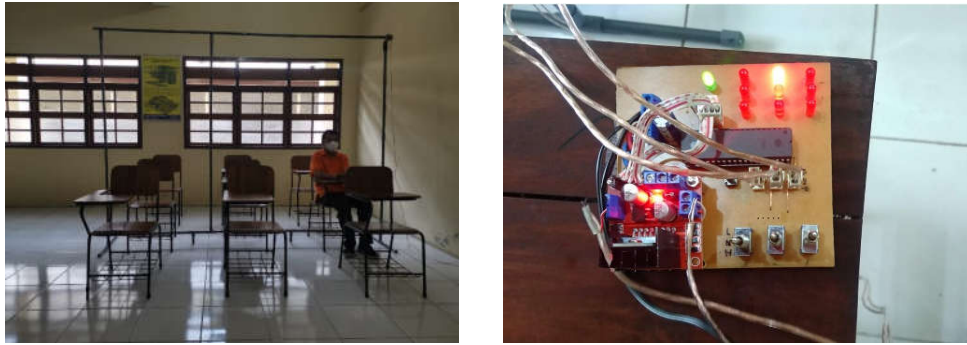
Gambar 4.12 Pengujian sensor PIR 2 dalam mendeteksi tempat duduk A2 dan ditunjukkan lampu LED 2 menyala

Kemudian menguji sensor PIR 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A3. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk A3, maka sensor PIR 3 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 3 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.13.



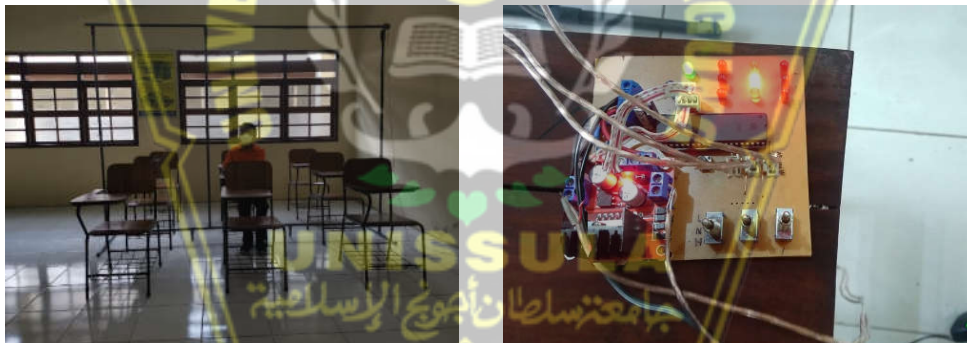
Gambar 4.13 Pengujian sensor PIR 3 dalam mendeteksi tempat duduk A3 dan ditunjukkan lampu LED 3 menyala

Pengujian selanjutnya, menguji sensor PIR 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk B1, maka sensor PIR 1 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 4 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.14.



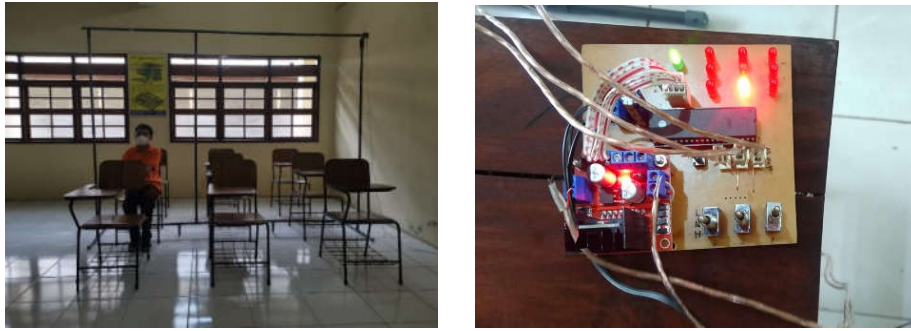
Gambar 4.14 Pengujian sensor PIR 1 dalam mendeteksi tempat duduk B1 dan ditunjukkan lampu LED 4 menyala

Pengujian berikutnya yaitu menguji sensor PIR 2 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B2. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk B2, maka sensor PIR 2 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 5 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Pengujian sensor PIR 2 dalam mendeteksi tempat duduk B2 dan ditunjukkan lampu LED 5 menyala

Dilanjutkan dengan menguji sensor PIR 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B3. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk B3, maka sensor PIR 3 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 6 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.16.



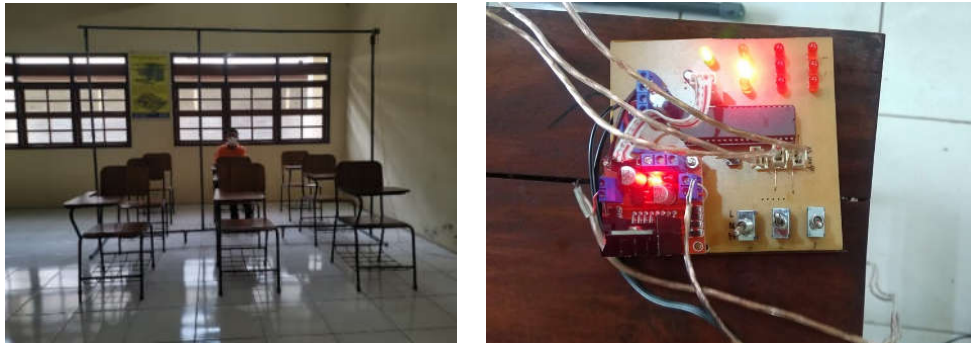
Gambar 4.16 Pengujian sensor PIR 3 dalam mendeteksi tempat duduk B3 dan ditunjukkan lampu LED 6 menyala

Selanjutnya menguji sensor PIR 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk C1, maka sensor PIR 1 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 7 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Pengujian sensor PIR 1 dalam mendeteksi tempat duduk C1 dan ditunjukkan lampu LED 7 menyala

Pengujian berikutnya yaitu menguji sensor PIR 2 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C2. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk C2, maka sensor PIR 2 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 8 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Pengujian sensor PIR 2 dalam mendeteksi tempat duduk C2 dan ditunjukkan lampu LED 8 menyala

Pengujian berikutnya yaitu menguji sensor PIR 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C3. Apabila ada manusia yang duduk pada tempat duduk C3, maka sensor PIR 3 akan mendeteksi keberadaan manusia tersebut yang ditunjukkan dengan LED 9 menyala. Hasil pengamatan ini ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Pengujian sensor PIR 3 dalam mendeteksi tempat duduk C3 dan ditunjukkan lampu LED 9 menyala

Pengujian selanjutnya adalah menguji sensor PIR untuk mendeteksi lilin pada tempat duduk A2. Pada pengujian ini menggunakan lilin yang menyala dan diletakkan pada kursi A2. Sensor PIR 2 akan mendeteksi panas yang timbul pada lilin yang menyala tersebut. Hasil dari pengamatan ini ditampilkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Pengujian sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan manusia dan lilin yang menyala pada kursi A1, A2 dan A3

Langkah pengujian selanjutnya adalah menguji sensor PIR untuk mendeteksi lilin pada tempat duduk A2. Pada pengujian ini menggunakan tanaman dan diletakkan pada kursi A2. Sensor PIR 2 akan mendeteksi panas yang timbul pada tanaman tersebut. Hasil dari pengamatan ini ditampilkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Pengujian sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan manusia dan tanaman pada kursi A1, A2 dan A3

Hasil pengujian *software* yang telah dilakukan, dituangkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengujian *black-box*

No	Tujuan Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Putar motor 22.61° ke depan	motor stepper berputar 22.61° ke depan	Sesuai	Valid
2	Putar motor 22.61° ke kiri	motor stepper berputar 22,6 kekiri	Sesuai	Valid
3	Menguji sensor 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1	LED 1 menyala	Sesuai	Valid
4	Menguji sensor 2 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A2	LED 2 menyala	Sesuai	Valid
5	Menguji sensor 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A3	LED 3 menyala	Sesuai	Valid

No	Tujuan Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
6	Menguji sensor 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1	LED 4 menyala	Sesuai	Valid
7	Menguji sensor 2 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B2	LED 5 menyala	Sesuai	Valid
8	Menguji sensor 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B3	LED 6 menyala	Sesuai	Valid
9	Menguji sensor 1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1	LED 7 menyala	Sesuai	Valid
10	Menguji sensor 2 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C2	LED 8 menyala	Sesuai	Valid
11	Menguji sensor 3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C3	LED 9 menyala	Sesuai	Valid
12	Menguji sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan lilin yang menyala pada tempat duduk A2 dan keberadaan manusia pada tempat duduk A1 dan A3	LED 1 MENYALA LED 2 MENYALA LED 3 MENYALA	Sesuai	Valid
13	Menguji sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan tanaman pada tempat duduk A2 dan keberadaan manusia pada tempat duduk A1 dan A3	LED 1 MENYALA LED 2 MATI LED 3 MENYALA	Sesuai	Valid

Berdasarkan pada Tabel 4.6, dapat ditunjukkan bahwa motor stepper, sensor PIR dan mikrokontroler ATMEGA16 dapat berfungsi dengan baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Bustanul Arifin dimana jarak sensor PIR dengan manusia, tanaman ataupun lilin yang menyala masih dalam jarak jangkauan pendeteksian.[19]

4.3 Analisa

Setelah pengujian *hardware* dan *software*, tahap selanjutnya adalah pengujian keseluruhan sistem. Sistem kerja alat pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk ini ada beberapa tahap. Tahap ke-1 yaitu pada saat sistem pertama kali dinyalakan maka motor stepper akan menggerakkan arah sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1, A2 dan A3. Pada tahap ke-1 tersebut, sensor PIR 1 akan mendeteksi tempat duduk A1, sensor PIR 2 mendeteksi tempat duduk A2 dan sensor PIR 3 mendeteksi tempat duduk A3. Apabila sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia maka LED akan menyala, jika tidak mendeteksi adanya manusia maka LED tidak menyala (mati). Proses 1 ini ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Tahap ke-1 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1, A2, A3

Gambar 4.22 memperlihatkan bahwa tempat duduk A1, A2 dan A3 telah ditempati orang, dan dapat dilihat bahwa LED 1, LED 2 dan LED 3 menyala. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada table 4,7. Dengan demikian pengujian pendeteksian baris A dapat disimpulkan berhasil.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian pada Tahap ke – 1

Nomor Kursi	Keberadaan Orang	Kondisi LED		ANALISA
		Nomor LED	Status	
A1	ADA	LED 1	MENYALA	SESUAI
A2	ADA	LED 2	MENYALA	SESUAI
A3	ADA	LED 3	MENYALA	SESUAI

Tahap selanjutnya motor stepper akan menggerakkan arah sensor PIR dengan sudut kemiringan sebesar $22,61^\circ$ ke belakang untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1, B2 dan B3. Pada tahap 2, sensor PIR 1 mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1, sensor PIR 2 mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B2 dan sensor PIR 3 mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B3. Apabila pada tempat duduk dimaksud terdeteksi adanya manusia maka LED akan menyala dan jika tidak terdeteksi adanya manusia maka LED mati. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Tahap ke-2 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1, B2, B3

Pada Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa tempat duduk B1, B2 dan B3 ditempati orang. Pada pengujian tersebut dapat dilihat bahwa LED 4, LED 5 dan LED 6 menyala, artinya bahwa pengujian pendeteksian tempat duduk baris B berhasil. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian pada Tahap ke – 2

Nomor Kursi	Keberadaan Orang	Kondisi LED		ANALISA
		Nomor LED	Status	
A1	ADA	LED 1	MENYALA	SESUAI
A2	ADA	LED 2	MENYALA	SESUAI
A3	ADA	LED 3	MENYALA	SESUAI
B1	ADA	LED 4	MENYALA	SESUAI
B2	ADA	LED 5	MENYALA	SESUAI
B3	ADA	LED 6	MENYALA	SESUAI

Tahap selanjutnya adalah tahap ke-3, motor stepper menggerakkan arah sensor PIR ke belakang sebesar $22,61^\circ$ untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1, C2, dan C3. Hasil pengujian tahap ke-3 ditunjukkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Tahap ke-3 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1, C2, C3

Gambar 4.24 memperlihatkan bahwa tempat duduk C1, C2 dan C3 ditempati orang. Pada pengujian tersebut dapat dilihat bahwa LED 7, LED 8 dan LED 9 menyala, artinya hasil ini menunjukkan bahwa pengujian pendeteksian tempat duduk baris C berhasil. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian pada Tahap ke – 3

Nomor Kursi	Keberadaan Orang	Kondisi LED		ANALISA
		Nomor LED	Status	
A1	ADA	LED 1	MENYALA	SESUAI
A2	ADA	LED 2	MENYALA	SESUAI
A3	ADA	LED 3	MENYALA	SESUAI
B1	ADA	LED 4	MENYALA	SESUAI
B2	ADA	LED 5	MENYALA	SESUAI
B3	ADA	LED 6	MENYALA	SESUAI
C1	ADA	LED 7	MENYALA	SESUAI
C2	ADA	LED 8	MENYALA	SESUAI
C3	ADA	LED 9	MENYALA	SESUAI

Apabila tahap ke-3 sudah selesai, maka arah sensor PIR kembali ke arah tempat duduk B1, B2 dan B3 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk tersebut. Kemudian selanjutnya arah sensor PIR mendeteksi tempat duduk baris A begitu seterusnya.

Secara umum sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk berbasis ATMEGA16 bekerja sesuai dengan perancangan, untuk mengetahui bahwa tempat duduk masih kosong atau belum ditempati manusia dengan melihat lampu LED tidak menyala pada penampil yang disediakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan atas perancangan dan pengujian sistem pendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk menggunakan sensor PIR berderet berbasis mikrokontroler ATMEGA16, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem kerja sensor PIR ketika mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk, akan diolah oleh mikrokontroler ATMEGA16 untuk selanjutnya ditunjukkan dengan lampu LED pada penampil menyala. Pada penelitian ini, sensor PIR ditempatkan di atas tempat duduk baris B (B1, B2 dan B3) yang dilengkapi dengan motor stepper untuk menggerakkan sensor PIR ke arah posisi tempat duduk baris A maupun baris C dengan sudut kemiringan $22,61^\circ$. Proses pendeteksian sensor PIR diawali dengan mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk baris A selama 10 detik kemudian mendeteksi tempat duduk baris B selama 10 detik dilanjutkan mendeteksi tempat duduk baris C selama 10 detik. Proses tersebut berlangsung secara berulang-ulang.
2. Berdasarkan pada pembahasan penelitian ini, disimpulkan bahwa ketika sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk maka lampu LED pada penampil akan menyala, dan apabila sensor PIR mendeteksi tempat duduk yang tidak terisi manusia (kosong) maka lampu LED pada penampil tidak menyala. Dengan demikian, pengunjung ruang tunggu pelayanan publik dapat mencari posisi tempat duduk yang kosong dengan memperhatikan posisi lampu LED yang tidak menyala pada penampil yang disediakan.

5.2 Saran

Bagi pembaca yang berminat mengembangkan penelitian ini, dapat menggunakan sensor MLX90614 yang lebih sensitif terhadap panas tubuh manusia agar pendeteksian keberadaan manusia lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Galoeh Otomo, "Sistem Kontrol Penyalaan Lampu Ruang Berdasarkan Pendeteksian ada Tidaknya Orang di dalam Ruangan," *Jur. Fis. FMIPA Univ. Andalas*, vol. 15, no. 4, pp. 186–190, 2014.
- [2] Supriyana Nugroho and Eka Firmansyah, "Sistem Pendeteksi Keberadaan dan Arah Pergerakan Manusia dalam Ruangan dengan Deretan Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2015.
- [3] R. Ruuhwan, R. Rizal, and R. Kurniawan, "Pendeteksi Gerakan Menggunakan Sensor PIR untuk Sistem Keamanan di Ruang Kamar Berbasis SMS," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 3, pp. 281–287, 2020, doi: 10.32493/informatika.v5i3.5706.
- [4] P. Wibowo, "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Berbasis Mikrokontroler," *J. Elektro dan Telekomunikasi*, vol. 4, no. 2, pp. 36–43, 2018.
- [5] M. Gupta, A. Reddy, and R. Manisha, "Seat Occupancy Detection in Automobiles," *Int. J. Res.*, vol. VIII, no. 2236, pp. 1136–1142, 2019, doi: <https://app.box.com/s/of1exjbtuwvnf6c4iov704cy2nnjwad6>.
- [6] J. M. S. Waworundeng, L. Doni, and C. Alan, "Implementation of PIR Sensor as Motion Detector for Home Security System using IoT Platform," *Cogiti Smart Joournal*, vol. 3, no. 2, pp. 152–263, 2017.
- [7] F. M. Javed Mehedi Shamrat, P. Ghosh, I. Mahmud, N. I. Nobel, and M. Dipu Sultan, "An Intelligent Embedded AC Automation Model with Temperature Prediction and Human Detection," in *Emerging Technologies in Data Mining and Information Security*, A. E. Hassanien, S. Bhattacharyya, S. Chakrabati, A. Bhattacharya, and S. Dutta, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2021, pp. 769–779.
- [8] P. S. Dhake and S. S. Borde, "Embedded Surveillance System Using PIR Sensor," no. 02, pp. 31–36, 2014.
- [9] A. Gifson and S. Slamet, "Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh dengan Sensor *Passive Infrared* Berbasis Mikrokontroler AT89S52," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 7, no. 3, p. 201, 2009, doi: 10.12928/telkomnika.v7i3.595.
- [10] L. C. F. Ratri Hurriyatul; Kurniawan, Wijaya, "Deteksi Jumlah Penghuni Pada Ruangan Berpintu Untuk Smart Home Berbasis Arduino dan Sensor PIR," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, no. Vol 2 No 1 (2018), pp. 36–43, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/688/271>
- [11] A. Juliansyah, D. Nadiani, and Ramlah, "Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi," *Puslitbang Sekawan Inst. Nusa Tenggara*, vol. Vol 2 No 4, 2021.
- [12] S. Rahmat and F. Yanti, "Alat Pendeteksi Keberadaan Manusia Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor PIR (*Passive Infrared*)," *Sci. Sacra J. Sains, Teknol. dan Masy.*, vol. 2, no. 3, pp. 290–304, 2022.
- [13] S. Dadi Riskiono, D. Septiawan, Amarudin, and R. Setiawan, "Implementasi

- Sensor Pir Sebagai Alat Peringatan Pengendara Terhadap Penyeberang Jalan Raya,” *J. Mikrotik*, vol. 8, no. 1, pp. 55–64, 2018.
- [14] D. Desmira, D. Aribowo, W. D. Nugroho, and S. Sutarti, “Penerapan Sensor Passive Infrared (Pir) Pada Pintu Otomatis Di Pt Lg Electronic Indonesia,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2123.
- [15] R. Latuconsina, L. H. Laisina, and A. P. L., “Pemanfaatan Sensor PIR (Passive Infrared Receiver) dan Mikrokontroler Atmega 16 untuk Efisiensi Pemakaian Air Wudhu,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 2, no. 2, pp. 18–22, 2017, doi: 10.30591/jpit.v2i2.525.
- [16] I. Anjaswati, “Sensor PIR,” 2013.
- [17] R. Pallás-Areny, J. G. Webster, and K. (Firm), *Sensors and Signal Conditioning*. in Raymond F. Boyer Library Collection. Wiley, 2001. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=1ydTAAAAMAAJ>
- [18] K. Kohli, “PIR Sensor in Motion Detection kohli”, Accessed: Apr. 25, 2023. [Online]. Available: <https://electronicsmaker.com/em/admin/pdfs/free/SENSOR.pdf>
- [19] Lady Ada and T. DiCola, “How PIRs Work,” 2023. <https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor/how-pirs-work> (accessed Jan. 20, 2023).
- [20] B. Arifin, “Aplikasi Sensor Passive Infrared (Pir) Untuk Pendeteksian MakhluK Hidup Dalam Ruang,” *Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Snst*, vol. 1, no. 1, pp. 39–44, 2019.
- [21] Fery Balea, “Sensor PIR,” 2012. <http://ferballcompany.blogspot.com/2012/04/pir-sensor.html> (accessed Feb. 26, 2023).
- [22] M. Syardhi, A. Ardia, and Syukurullah, “Sistem keran wudhuk menggunakan sensor PIR berbasis mikrokontroler AT89C2051,” *J. rekayasa Elektr.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2007.
- [23] H. Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16 menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. INFORMATIKA, 2013.
- [24] Jago Otomasi, “Motor Stepper: Prinsip Kerja dan Pengendalian pada Otomasi Industri,” Apr. 08, 2019. <http://jagootomasi.com/motor-stepper-prinsip-kerja-dan-pengendalian-pada-otomasi-industri/> (accessed Feb. 26, 2023).
- [25] Rikkiandika, “Motor Stepper,” May 17, 2016. <https://rikkiandika.wordpress.com/2016/05/17/motor-stepper/> (accessed Feb. 27, 2023).
- [26] A. Elektro, “Mengenal Motor Stepper: Pengertian, Cara Kerja dan Jenisnya,” Jan. 28, 2021. <https://www.andalanelektro.id/2021/01/mengenal-motor-stepper.html#toc4> (accessed Feb. 26, 2023).
- [27] F. Adhima, “Mengenal Identitas Trigonometri, Sudut Istimewa & Perbandingannya,” *Ruang Guru*, Nov. 05, 2022. <https://www.ruangguru.com/blog/apa-itu-trigonometri> (accessed Feb. 27, 2023).
- [28] E. Kasanen, K. Lukka, and A. Siitonen, “The Constructive Approach in

Management Accounting Research,” *J. Manag. Account. Researc*, vol. 5, no. June 1991, 1993.

