

SISTEM PENDETEKSI KETERSEDIAAN DAN LOKASI TEMPAT DUDUK PADA RUANGAN MENGGUNAKAN *MOVABLE PASSIVE INFRA RED (PIR) ARRAY*

Ari Wibowo¹, Sri Arttini Dwi Prasetyowati², Suryani Alifah³

^{1,2,3} Universitas Islam Sultan Agung

Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Semarang

¹e-mail: wibowo.1984ari@gmail.com , ² arttini@unissula.ac.id , ³ suryani.alifah@unissula.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 Mei 2022

Received in revised 9 Juni 2022

Accepted in 14 Juni 14 2022

Available online 2 Desember 2022

ABSTRACT

Based on statistical data, every year there is an increase in population. This also happened to the increasing number of Catholics. The increase member in Saint Aloysius Church of Mojosongo isn't accompanied by an increase of seating facilities, to solved this, a device was designed which will show seats that have been used or still empty through a viewer that will be placed near the entrance. The research method used in this study is a quantitative method. The number of seats used by in one block is 25 seats, the seat sample is 9 seats. Three (3) PIR sensors are placed above the row to the seat 2, where the direction of the PIR sensor is driven by a stepper motor with an angle is 22.61°. Detection alternated and sequentially starting from row A, row B and row C. In general, the seat detection system based on ATMEGA16 works according to the design. People can find an empty seat position by looking at the viewer (LED) and looking for LED lights that are not lit.

Keywords: ATMEGA16 , PIR , seat

1. Latar Belakang

Pada umumnya, pengelolaan ruang-ruang fasilitas publik, seperti tribun gedung olah raga, ruang pertemuan/rapat, termasuk tempat ibadah saat ini belum ada yang mempunyai sistem informasi tentang tempat duduk sudah diisi manusia atau belum. Kondisi seperti itu, menyebabkan orang yang mencari tempat duduk kosong harus berputar mengelilingi tempat duduk yang tersedia di ruangan tersebut. Sebagai contoh ketika beribadah di gereja, umat yang datang lebih awal akan duduk di tempat duduk yang masih kosong, sedangkan yang datang selanjutnya akan berputar mencari tempat duduk yang masih kosong mengingat sudah banyak umat yang duduk. Pada umumnya di setiap gereja sudah dibentuk petugas tata tertib untuk membantu umatnya dalam mencari tempat duduk yang masih kosong. Sistem kerjanya, para petugas berkeliling mencari tempat duduk yang masih kosong dan kemudian memberitahukan kepada umat yang baru datang untuk duduk di tempat duduk tersebut. Hal ini akan membutuhkan waktu yang tidak singkat (tidak efisien) dan mengganggu umat lain yang sudah duduk untuk beribadah. Berkaitan dengan hal tersebut, penulis tertarik untuk membantu memberikan kontribusi terhadap gereja dengan merancang alat penunjuk ketersediaan dan lokasi tempat duduk yang masih kosong (belum

diduduki manusia) berbasis movable PIR array. Pada penelitian ini, menggunakan sensor PIR yang ditempatkan pada satu baris dan digerakkan dengan motor stepper.

Pada penelitian terdahulu Kommey [9], melakukan penelitian dengan membuat desain dan implementasi sistem deteksi dan tampilan keberadaan manusia yang duduk di tempat duduk menggunakan sensor kapasitif yang diletakan di setiap tempat duduk. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada setiap tempat duduk yang ditempatinya.

Pada penelitian yang dilakukan Kommey [9], menggunakan sensor kapasitif sedangkan pada penelitian ini menggunakan sensor PIR. Kommey [9] menempatkan sensor kapasitif di setiap tempat duduk, sedangkan pada penelitian ini sensor ditempatkan pada satu baris dan digerakkan dengan motor stepper.

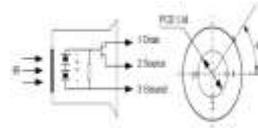
2. Tinjauan Pustaka

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 keberadaanya [2]. 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).[3]

Sensor PIR ini bekerja dengan cara mendeteksi dan mengukur energi inframerah a. Mereka tidak memancarkan inframerah sendiri sehingga disebut sebagai pasif. [1].

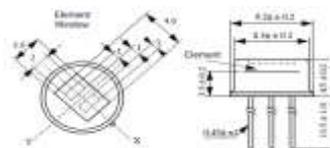


Gambar 1. Bentuk Fisik Sensor PIR



Gambar 2. Skematik dalam pada Sensor PIR

Pada sensor diselubungi oleh sebuah metal yang berfungsi untuk mengurangi gangguan-gangguan akibat adanya *noise*/temperatur/kelembaban udara. Pada metal tersebut terdapat sebuah lubang yang tertutup oleh kaca silikon yang berfungsi untuk jalan pancaran inframerah. Gambar 2 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.



Gambar 3. Skema dari Lubang Kaca pada Penutup Metal

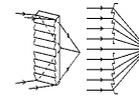
Sensor PIR merupakan sensor yang umum dan yang membedakan dengan sensor yang lain hanya pada harga serta sensitifitasnya. Kebanyakan yang terjadi pada kondisi nyata berhubungan dengan masalah optik. Hal ini merupakan ide yang bagus dalam pembuatannya . Sensor PIR dan rangkaianannya sangat cocok dan hanya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

Pada Gambar 3 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 4 menunjukkan bentuk fisik dari lensa fresnel beserta cara pancaran infra merahnya.



Gambar 4. Bentuk fisik dari lensa Fresnel



Gambar 5. Cara pancaran inframerah

Nugroho [1] meneliti tentang penerapan sensor PIR dalam mendeteksi keberadaan dan arah pergerakan manusia di dalam ruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi arah pergerakan manusia dalam suatu ruangan dapat dideteksi menggunakan sensor PIR yang dipasang berderet. Prediksi arah pergerakan manusia menggunakan sensor PIR yang dipasang berderet, dapat memberikan titik koordinat dari posisi objek (manusia) yang terdeteksi sensor. Berdasarkan pada titik-titik koordinat, dengan penggunaan sistem koordinat kartesius, maka arah pergerakan objek (manusia) dapat diketahui.

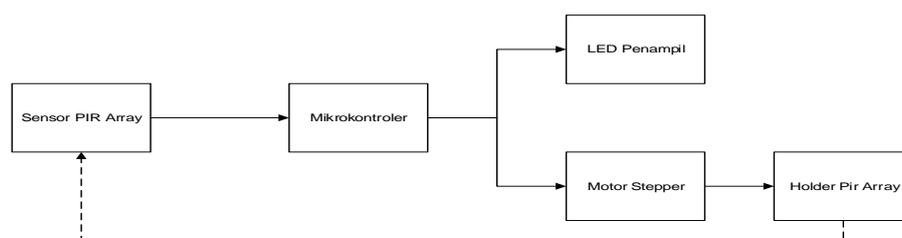
Pada penelitian lainnya, Padmashree [2] telah menerapkan Sensor PIR untuk memantau keberadaan manusia pada suatu ruangan yang berada jauh dari pusat pemantau. Sinyal keluaran dari sensor PIR kemudian diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan secara *wireless* menggunakan internet, sehingga dapat dipantau oleh pusat pemantau yang jauh jaraknya dari ruangan terpantau. Dalam jurnal ini juga menerangkan bahwa sensor PIR merupakan sensor yang murah secara ekonomis dan mudah dalam penggunaan.

Pada penelitian terdahulu lainnya Kommey [9], melakukan penelitian dengan membuat desain dan implementasi sistem deteksi dan tampilan keberadaan manusia yang duduk di tempat duduk menggunakan sensor kapasitif yang diletakkan di setiap tempat duduk. Sistem ini menggunakan sensor kapasitif yang dirancang berdasarkan teknologi mode pemuatan. Ini mendeteksi keberadaan manusia menggunakan elektroda tunggal. Data keberadaan manusia diteruskan ke unit mikrokontroler berkemampuan WiFi yang memproses data dan secara nirkabel mentransfer data yang diproses ke stasiun pangkalan pusat melalui jaringan area lokal untuk tampilan grafis dan numerik. Perintah juga ditransfer dari base station ke unit mikrokontroler bila diperlukan. Hasil teoritis dan empiris menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai pemantauan keberadaan manusia pada tempat duduk secara akurat, rapi dan hemat biaya

3. Metode Penelitian

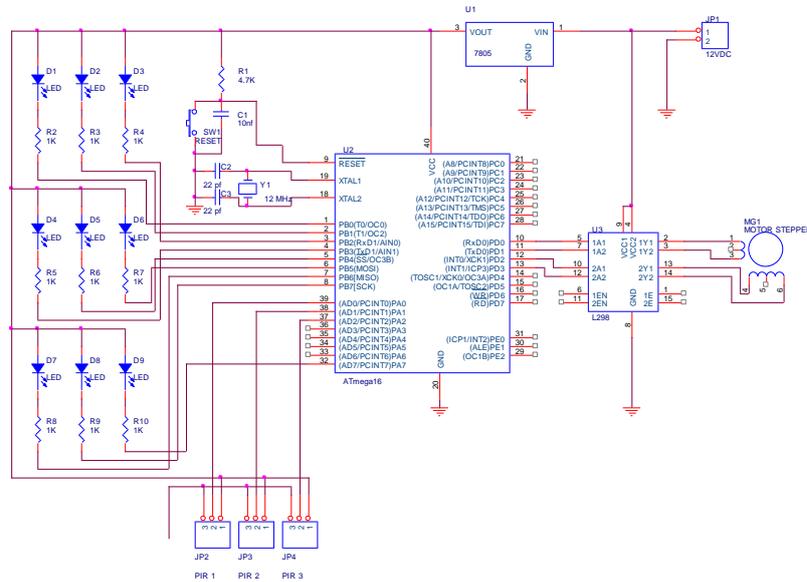
3.1 Perancangan *Hardware*

Komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor PIR, mikrokontroler, motor stepper dan penampil yang berupa LED. Adapun diagram blok perancangan *hardware* ditunjukkan pada Gambar 6.



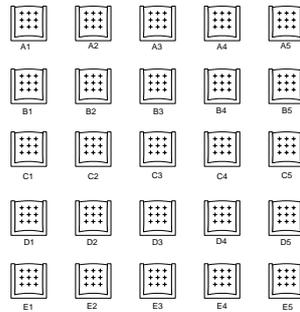
Gambar 6. Diagram blok perancangan *hardware*

Adapun skema rangkaian diagram blok perancangan *hardware* Gambar 6 ditunjukkan pada Gambar 7.



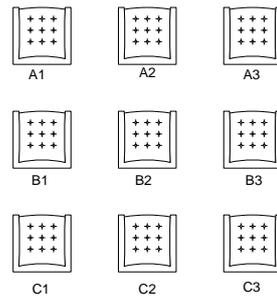
Gambar 7. Skema rangkaian blok diagram perancangan *hardware*

Sedangkan untuk jumlah tempat duduk yang digunakan oleh umat dalam satu blok yaitu sebanyak 25 tempat duduk yang ditunjukkan pada Gambar 8. Tempat duduk ini digunakan umat selama misa berlangsung dan disimbolkan urut dari baris paling depan ke belakang dengan huruf A, B, C, D dan E, sedangkan secara kolom menggunakan angka 1, 2, 3, 4 dan 5.



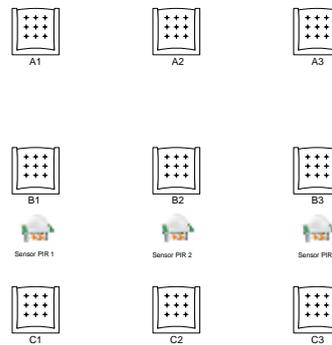
Gambar 8. Letak tempat duduk umat.

Pada penelitian ini diambil sampel tempat duduk sebanyak 9 buah tempat duduk dengan posisi A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, dan C3 yang ditunjukkan pada Gambar 9.



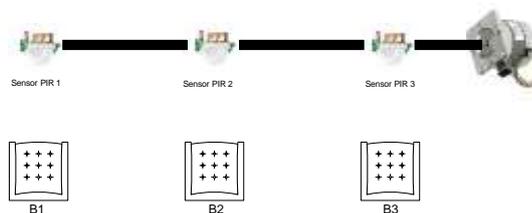
Gambar 9. Sampel yang digunakan

Berdasarkan posisi sampel tempat duduk yang digunakan dalam penelitian ini, penempatan 3 (tiga) sensor PIR yang ditempatkan di atas tempat duduk baris ke-2 yaitu posisi tempat duduk B1, B2 dan B3. Penempatan sensor tersebut ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Penempatan sensor PIR

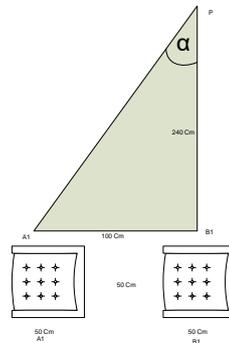
Sensor PIR tersebut dilengkapi dengan motor stepper yang menggerakkan arah sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk yang telah ditetapkan untuk penelitian ini. Sensor PIR diletakkan di atas tempat duduk B1, B2 dan B3, arah sensor PIR tersebut diatur oleh motor stepper. Sensor 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. Penggambaran penempatan sensor PIR yang dilengkapi dengan motor stepper ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. 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 12.

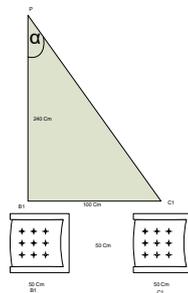


Gambar 12. Ilustrasi arah sensor PIR ke posisi tempat duduk A1

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

$$\begin{aligned}
 \text{Tg } \alpha &= \frac{\overline{A1B1}}{\overline{PB1}} \\
 \alpha &= \text{Tg}^{-1} \frac{\overline{A1B1}}{\overline{PB1}} \\
 \alpha &= \text{Tg}^{-1} \frac{100}{240} \\
 \alpha &= 22.61^\circ \dots\dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

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 13.



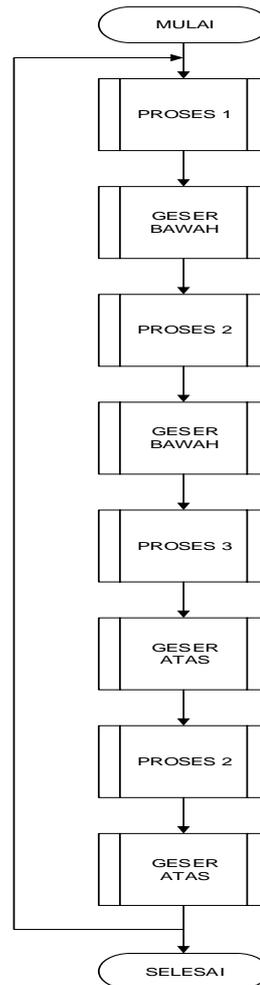
Gambar 13. Ilustrasi arah sensor PIR ke posisi tempat duduk C1

3.2 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 pedeteksi

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 pedeteksi 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 pedeteksi dari sensor ke LED 7, LED 8 dan LED 9. Pada 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 14 Pada tiap-tiap bagian akan terdiri dari beberapa sub program. Masing-masing bagian merupakan penyusun dari pemrograman yang ditanamkan pada mikrokontroler.



Gambar 14. *Flowchart* pemrograman inti

3.2.1 Sub Program Proses 1

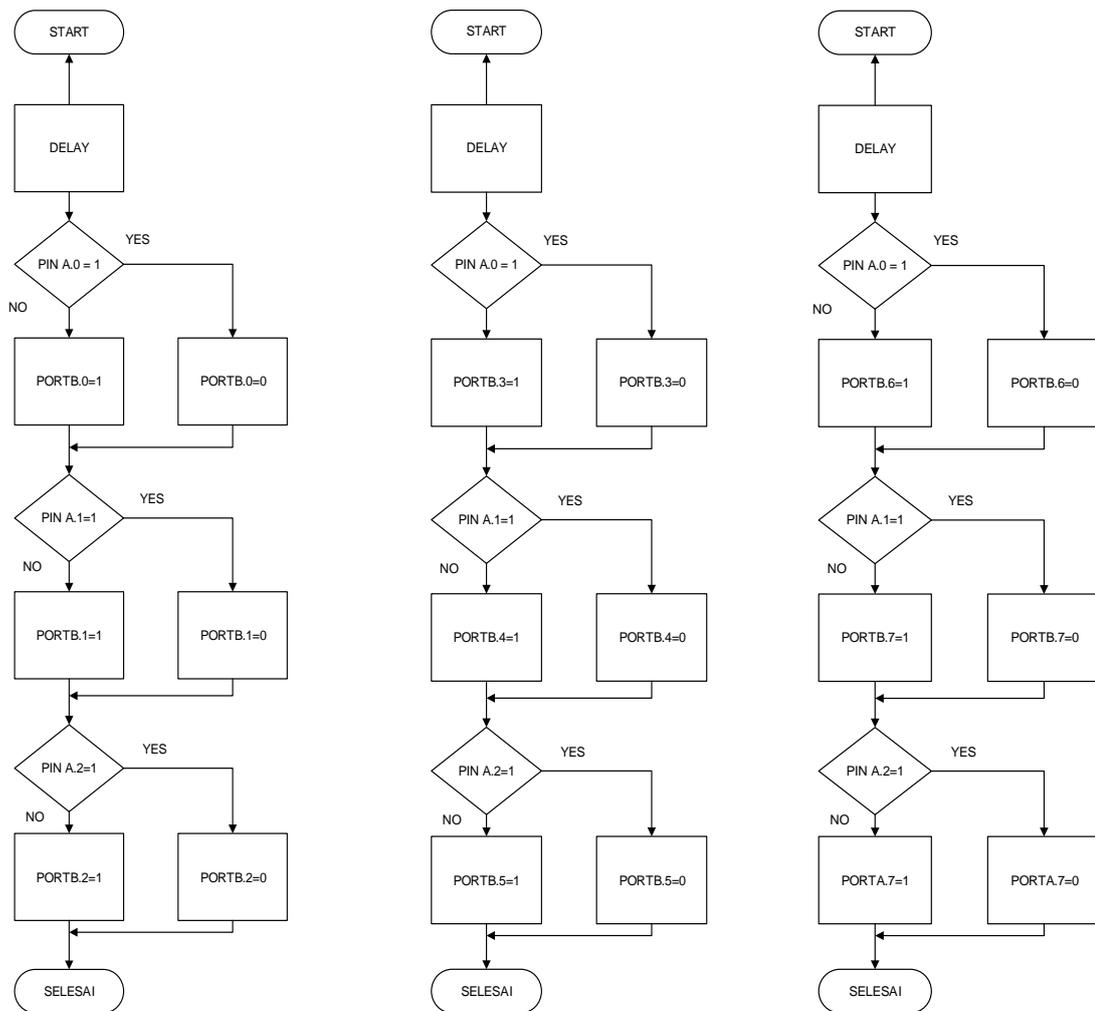
Pada bagian ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada baris A, kemudian akan ditampilkan pada LED 1, LED 2 dan LED 3. *Flowchart* sub program proses 1 ditunjukkan pada Gambar 15.

3.2.2 Sub Program Proses 2

Pada 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 16.

3.2.3 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 17.



Gambar 15. *Flowchart* proses 1

Gambar 16. *Flowchart* proses 2

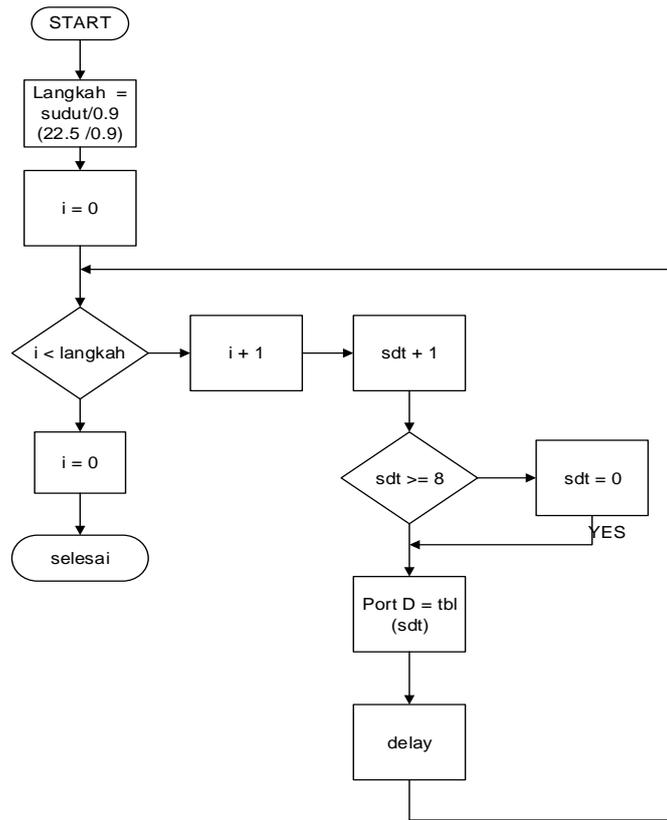
Gambar 17. *Flowchart* proses 3

3.2.4 Sub Program Geser ke Belakang

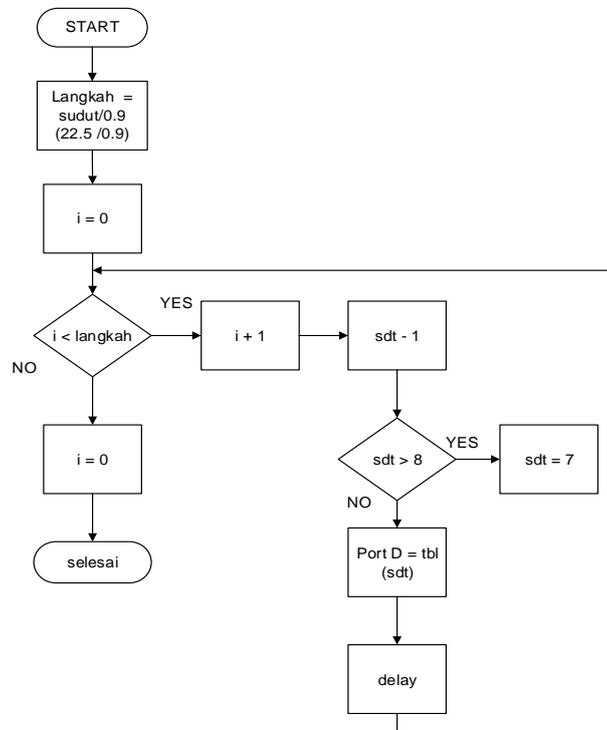
Pembuatan sub program geser ke belakang berfungsi untuk menggerakkan sensor PIR sebesar 22.61° ke belakang. *Flowchart* sub program geser belakang ditunjukkan pada Gambar 18.

3.2.5 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 19.



Gambar 18. Flowchart sub tampilan untuk geser belakang



Gambar 19. *Flowchart* sub tampilan untuk geser ke depan

4. Hasil dan Pembahasan

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 20.



Gambar 20. Tahap ke-1 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk A1,A2,A3

Pada Gambar 20 dapat dilihat bahwa tempat duduk A1 kosong, A2 dan A3 telah ditempati orang, dan dapat dilihat bahwa LED 1 tidak menyala, LED 2 dan LED 3 menyala. Dengan demikian pengujian pendeteksian baris A dapat disimpulkan berhasil. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian pada Tahap ke - 1

Nomor Kursi	Keberadaan Orang	Kondisi LED	
		Nomor LED	Status
A1	KOSONG	LED 1	MATI
A2	ADA	LED 2	MENYALA
A3	ADA	LED 3	MENYALA

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 21.



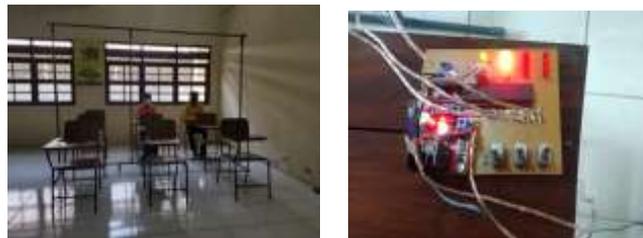
Gambar 21. Tahap ke-2 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk B1,B2,B3

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa tempat duduk B1 dan B3 ditempati orang sedangkan B2 kosong atau tidak ada orang. Pada pengujian tersebut dapat dilihat bahwa LED 1 yang mendeteksi tempat duduk B1 menyala, LED 2 yang mendeteksi tempat duduk B2 tidak menyala dan LED 3 yang mendeteksi tempat duduk B3 menyala. Hasil ini menunjukkan bahwa pengujian pendeteksian tempat duduk baris B berhasil. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tahap - 2

Nomor Kursi	Keberadaan Orang	Kondisi LED	
		Nomor LED	Status
B1	ADA	LED 1	MENYALA
B2	KOSONG	LED 2	MATI
B3	ADA	LED 3	MENYALA

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 22.



Gambar 22. Tahap ke-3 sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk C1, C2, C3

Pada Gambar 22 dapat dilihat bahwa tempat duduk C1 dan C2 ditempati orang sedangkan C3 kosong atau tidak ada orang. Pada pengujian tersebut dapat dilihat bahwa LED 1 yang mendeteksi tempat duduk C1 menyala, LED 2 yang mendeteksi tempat duduk C2 menyala dan LED 3 yang mendeteksi tempat duduk C3 tidak menyala. Hasil ini menunjukkan bahwa pengujian pendeteksian tempat duduk baris C berhasil. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tahap - 3

Nomor Kursi	Keberadaan Orang	Kondisi LED	
		Nomor LED	Status
C1	ADA	LED 1	MENYALA
C2	ADA	LED 2	MENYALA
C3	KOSONG	LED 3	MATI

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 keseluruhan, 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.

5. Kesimpulan

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

Sistem kerja sensor PIR ketika mendeteksi keberadaan manusia pada tempat duduk, akan diolah oleh mikrokontroler ATMEGA16 untuk selanjutnya ditunjukkan dengan lampu LED menyala pada penampil. 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. apabila sensor PIR mendeteksi tempat duduk yang tidak terisi orang (kosong) maka lampu LED tidak menyala. Hal ini akan ditampilkan pada penampil (LED), dengan demikian umat dapat mencari posisi tempat duduk yang kosong dengan melihat pada penampil (LED) dan mencari lampu LED yang tidak menyala..

Daftar Pustaka

- [1] Nugroho , Supriyana ; Firmansyah , Eka (2014) “Sistem Pendeteksi Keberadaan dan Arah Pergerakan Manusia dalam Ruangan dengan Sistem Deretan Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)” UGM <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/77363>
- [2] Padmashree S. Dhake ; Sumedha S. Borde (2014) “*Embadded Surveillance System using PIR Sensor*” , International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science Volume No. 02 Issue No 03 March 2014 ISSN (online): 2348-7550
- [3] Kohli , Kamal PIR Sensor in Motion Detection & Identification System <https://electronicsmaker.com/em/admin/pdfs/free/SENSOR.pdf> diakses 21 Maret 2020.
- [4] <http://ferballcompany.blogspot.com/2012/04/pir-sensor.html> diakses 21 maret 2020
- [5] Andrianto, Heri. (2013). Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16 menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR). Informatika Bandung.
- [6] M. Ary Heryanto, ST dan Ir Wisnu Adi P. 2009. Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA 8535. Andi Publisher
- [7] Boylestad, Robert dan Louis Nashelsky. 1992. Electronic Devices And Circuit Theory .(5 th ed). New Jersey: Prentice-Hall International Inc
- [8] Pallás-Areny R. Webster J.G. Sensors and signal conditioning NY JohnWiley&Sons
- [9] B. Kommey, E.O. Addo. ; K. A. Adjei (2017) “ Design and Implementation of Seat Ocupancy Detection System “Journal of Science and Technology, Vol. 37, No. 2 (2017), pp 26-42