

# DESAIN SENSOR PASSIVE INFRARED (PIR) UNTUK KESELAMATAN KERJA PADA MESIN INDUSTRI

Azis Wibowo<sup>1</sup>, Indra Sucipta<sup>2</sup>, Kuncoro<sup>3</sup>, Yosua Siringoringo<sup>4</sup>, Joni Welman Simatupang<sup>5</sup>

<sup>1</sup> e-mail: [azizwibowofc@gmail.com](mailto:azizwibowofc@gmail.com), <sup>2</sup>[indrasucipta1@gmail.com](mailto:indrasucipta1@gmail.com), <sup>3</sup>[adikuncoro40@gmail.com](mailto:adikuncoro40@gmail.com), <sup>4</sup>[yosuacaya@gmail.com](mailto:yosuacaya@gmail.com), <sup>5</sup>[joniwsmt@president.ac.id](mailto:joniwsmt@president.ac.id)

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, President University, Cikarang Baru, Jawa Barat

**Abstract**—This study discusses infrared sensor-based motion detection devices for work safety on industrial machinery. This device was designed to assist the industry in preventing the work accidents that occur due to hazardous industrial machinery. This detector uses a PIR (Passive Infrared) sensor as a motion detector of the human limbs. On its application The PIR sensor is placed on a specific side of the machine. Then, the system will provide an automatic cut-off alarms on the machine when a person crosses the fabric area that has been detected by the sensor. Of course this can protect manpower from the occurrence of work accidents that are leave by dangerous industrial machines. With the implementation of this infrared sensor design, the analysis of hazardous machinery is becoming increased so that this infrared sensor based working security system is growing and easier for shaping in many designs.

**Intisari**—Penelitian ini membahas tentang alat pendeteksi (detektor) gerak berbasis sensor inframerah untuk keselamatan kerja pada mesin industri. Alat ini didisain untuk membantu perindustrian dalam mencegah kecelakaan kerja yang terjadi akibat mesin industri yang berbahaya. Detektor ini menggunakan sensor inframerah pasif atau PIR (*Passive Infrared*) sebagai pendeteksi gerakan dari anggota tubuh manusia. Dalam implementasinya, sensor PIR di pasang pada sisi tertentu di bagian mesin. Kemudian, sistem tersebut akan memberikan *alarm cut-off* secara otomatis pada mesin ketika seseorang melintasi area perambahan yang telah terdeteksi oleh sensor. Tentu saja hal ini dapat melindungi manusia dari terjadinya kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh mesin industri yang berbahaya. Dengan adanya penerapan desain sensor inframerah ini, maka analisa terhadap mesin-mesin berbahaya menjadi semakin meningkat sehingga sistem keamanan kerja berbasis sensor inframerah lain semakin berkembang dan lebih mudah dibentuk dalam banyak desain.

**Kata Kunci**—Pendeteksi gerak, Sensor PIR, Mesin industri, Alarm Cut-Off, Disain sensor.

## I. PENDAHULUAN

Selama dekade terakhir, para peneliti telah mengeksplorasi berbagai teknologi dan metodologi untuk meningkatkan keselamatan pekerja di dunia industri. Penggunaan teknologi penginderaan canggih terutama berfokus pada pendeteksian dengan sensor yang kemudian mengaktifkan peringatan berupa bunyi alarm atau pemberhentian kerja mesin secara otomatis. Hingga saat ini, telah banyak perusahaan yang mengeksplorasi penggunaan sistem keselamatan kerja berbasis sensor inframerah (*IR sensor*). Namun masih banyak juga yang belum menerapkannya sesuai standar yang ditetapkan pemerintah terkait keselamatan kerja, terutama pada perusahaan-perusahaan yang baru berdiri. Berikut adalah penelitian yang mencoba menerapkan sistem keselamatan kerja dengan aplikasi teknologi berbasis sensor inframerah pada mesin industri yang belum mempunyai sistem keselamatan sesuai standar [1].

Inframerah adalah bagian, atau “pita” cahaya tak terlihat yang ditemukan pada spektrum elektromagnetik. Ini adalah bentuk panas radiasi yang juga bisa disebut “energi inframerah. Di dunia industri inframerah sering digunakan sebagai alat pendeteksi benda, dengan pemanfaatan detektor inframerah setiap benda yang dipancarkan sensor akan memantulkan dan menyerap inframerah sehingga detektor menangkap panjang gelombang yang berbeda sesuai suhu yang dikeluarkan benda [2].

### A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah merancang atau merencanakan purwarupa desain inframerah untuk dapat diterapkan pada area produksi, terutama agar dapat dipasang pada mesin-mesin produksi yang terdapat proses-proses berbahaya di dalamnya seperti: mesin pemotong, mesin penjepit, mesin bor (pembuat lubang) dll.

### B. Batasan Masalah

- 1) Sistem menggunakan modul utama inframerah sebagai sensor deteksi.
- 2) Pembuatan sistem harus sesuai dengan data lapangan secara detail demi mendapatkan hasil maksimal dalam meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja.

### C. Tujuan dan Manfaat Penulisan

- 1) Tujuan dari penelitian ini adalah membuat desain alat otomatis dengan modul sensor berbasis inframerah untuk memantau dan memberi informasi ke mesin, jika ada indikasi tangan atau bagian tubuh manusia terkena batas sensor inframerah, maka sensor akan mengirim pesan ke mesin untuk *standby* [3].
- 2) Manfaat dari penelitian ini menyediakan sebuah desain sistem keselamatan kerja secara detail yang telah disesuaikan dengan data observasi lapangan. Dengan harapan desain selanjutnya bisa diaplikasikan langsung menjadi alat yang dapat diterapkan di area produksi sebagai sistem keselamatan kerja [4].

## II. DASAR TEORI

### A. Sensor LED (Light Emitting Diode) Inframerah

Sensor Inframerah adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi benda ketika cahaya inframerah terhalangi oleh benda. Sensor LED inframerah terdiri dari LED inframerah sebagai pemancar dan *photo-transistor* sebagai penerima cahaya inframerah. LED inframerah sebagai pemancar cahaya inframerah yang terbuat dari bahan Galium Arsenida (GaAs), misalnya dapat memancarkan cahaya inframerah dan radiasi panas saat diberi energi listrik. Proses pemancaran cahaya akibat adanya energi listrik yang diberikan terhadap suatu bahan disebut dengan sifat elektroluminesensi. LED inframerah secara komersial dapat dilihat pada Gambar 1 [5].



Gbr 1. Led Inframerah

Sumber: [Radioshack.com/products/radioshack-infrared-led-emitter-and-detector](https://www.radioshack.com/products/radioshack-infrared-led-emitter-and-detector).

### B. PIR (Passive Infra Red)

Pada dasarnya sensor gerak PIR dan sensor inframerah LED itu sama. Perbedaannya terletak pada modul masing-masing sensor. LED inframerah hanya dikombinasikan dengan dioda sebagai refleksi pancaran inframerah untuk dapat mendeteksi objek. Sementara modul PIR telah terintegrasi beberapa komponen di dalamnya sehingga tak perlu adanya refleksi pemancar sinar infranerah, melainkan hanya akan memancarkan cahaya inframerah saja dengan batas jarak tertentu sudah dapat mendeteksi benda. Fungsi PIR sensor lebih ditujukan untuk pendeteksi gerakan benda yang bekerja dengan cara menangkap adanya perbedaan atau perubahan suhu sekarang dan sebelumnya. Sensor gerak menggunakan modul PIR sangat sederhana dan mudah diaplikasikan karena modul PIR hanya membutuhkan tegangan *input DC* (arus searah) 5V cukup efektif untuk mendeteksi gerakan hingga jarak 5 meter (5M). Ketika tidak mendeteksi gerakan, keluaran modul adalah *LOW*. Dan ketika mendeteksi adanya gerakan, maka keluaran (*output*)nya akan berubah menjadi *HIGH*. Adapun lebar pulsa *HIGH* adalah  $\pm 0,5$  detik. Sensitifitas modul PIR yang mampu mendeteksi adanya gerakan pada jarak 5M memungkinkan kita membuat suatu alat pendeteksi gerak dengan keberhasilan yang lebih besar.



Gbr 2. Bentuk Komponen Sensor PIR

Sumber: [Studocu.com/id/document/universitas-gadjah-mada/elektronika/summaries/makalah-sensor-gerak/3678472/view](http://Studocu.com/id/document/universitas-gadjah-mada/elektronika/summaries/makalah-sensor-gerak/3678472/view).

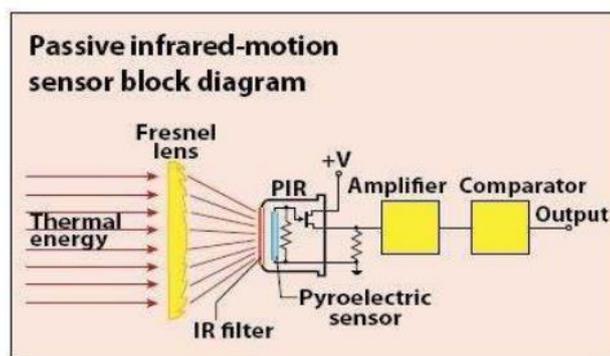
Dengan output yang hanya memberikan 2 logika *HIGH and LOW* ini kita dapat membuat aplikasi sensor gerak yang bervariasi. Misal kita ingin langsung aplikasikan pada alarm, kita tinggal membuat rangkaian driver untuk mengaktifkan alarm tersebut. Atau misal ingin digunakan untuk mengaktifkan lampu, maka tinggal dibuat driver untuk memberikan sumber tegangan ke lampu. Dan bila akan digunakan sebagai cut-off mesin, maka tinggal dibuat rangkaian *driver* yang langsung dihubungkan ke tenaga mesin.

Modul sensor gerak PIR memiliki output yang langsung bisa dihubungkan dengan komponen *digital TTL* atau *CMOS* dan juga dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler. Efektifitas pendeteksian gerakan menggunakan sensor gerak ini dipengaruhi oleh faktor penempatan sensor gerak PIR tersebut. Posisi sensor gerak harus diletakan pada lokasi yang dapat membaca semua gerakan yang ada dalam ruangan atau daerah yang dimonitor oleh sensor gerak PIR. Dan daerah yang dapat dimonitor itu dapat disetting luas atau jaraknya sesuai yang diinginkan [6].

### III. DISAIN DAN IMPLEMENTASI

#### A. Cara Kerja Sensor PIR

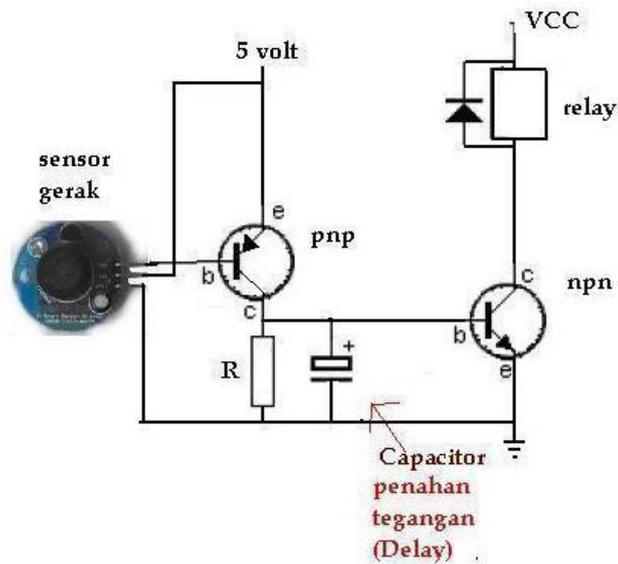
PIR merupakan sebuah sensor berbasis infrared. Akan tetapi, tidak seperti sensor infrared kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan foto-transistor, PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya 'Passive', sensor ini hanya merespons energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia. Terdapat bagian-bagian sensor PIR yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator* seperti terlihat di Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bagaimana sensor PIR bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda di atas nol mutlak. 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 nitrida, *caesium nitrat* dan litium *tantalate* menghasilkan arus listrik. Jadi, ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut. Kemudian sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus tersebut yang kemudian dibandingkan oleh *comparator* sehingga menghasilkan *output* [7].



Gbr 3. Bagian-bagian Sensor PIR dan penjelasan fungsi masing-masing komponen.

Sumber: [Studocu.com/id/document/universitas-gadjah-mada/elektronika/summaries/makalah-sensor-gerak/3678472/view](http://Studocu.com/id/document/universitas-gadjah-mada/elektronika/summaries/makalah-sensor-gerak/3678472/view).

Secara skematik rangkaian, cara kerja sensor PIR dapat dijelaskan sebagai berikut (Gambar 4):



Gbr 4. Skematik Rangkaian Sensor PIR.

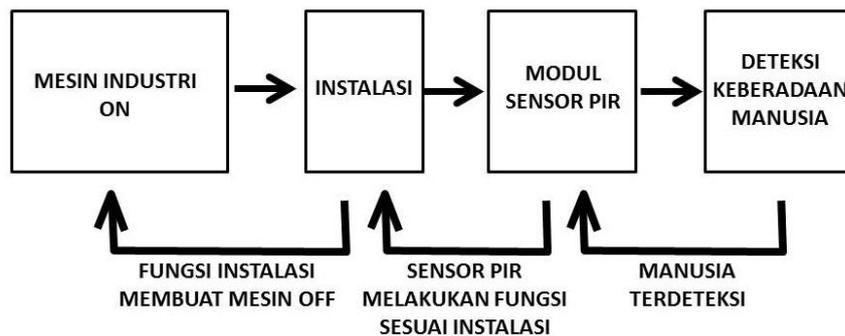
Sumber : [Pccontrol.wordpress.com/2012/01/09/rangkainskemantik-untuk-sensor-gerak-anti-maling/](http://Pccontrol.wordpress.com/2012/01/09/rangkainskemantik-untuk-sensor-gerak-anti-maling/).

Gambar 4 di atas bisa dijelaskan demikian: Pada saat tidak ada orang, keluaran sensor bernilai 5 V dan transistor pnp tidak aktif. Tegangan emitornya nol sehingga tegangan *transistor npn* tidak aktif [8]. Namun, saat ada orang, keluaran sensor menjadi 0 Volt, transistor pnp aktif, tegangan *collector (c)* mendekati 5 volt, mengaktifkan transistor npn (sebagai saklar untuk *relay*) dan relay on. *DI-PIR Motion Detector* adalah modul sensor yang memiliki 1 bit data keluaran, logika “0” dan “1”. Keluaran akan berlogika “0” saat mendeteksi perubahan kondisi penyulutnya (*trigger*) yang dalam hal ini adalah *motion* atau pergerakan manusia [9].

#### B. Pengaplikasian PIR sebagai Cut Off Mesin

Rangkaian cut-off ini berbasis passive infrared yang difungsikan di area-area mesin terutama pada bagian mesin yang mengoperasikan alat-alat berbahaya yang tajam yang dapat melukai manpower. Rangkaian ini memberikan alarm cut-off otomatis pada mesin ketika seseorang melintasi area perambahan yang telah terdeteksi oleh sensor. Hal ini dapat melindungi manpower dari terjadinya kecelakaan kerja.

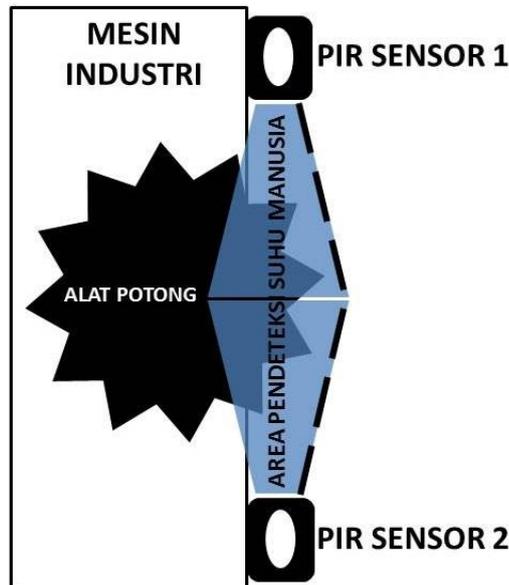
Berikut blok diagram penghubungan sensor PIR dengan mesin industri (Gambar 5):



Gbr 5. Blok Diagram Sensor PIR sebagai Cut Off Mesin.

Penjelasan fungsi blok diagram:

1. Area deteksi manusia akan dibaca oleh sensor PIR.
2. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan dari objek, sensor PIR akan mengaktifkan fungsi sesuai perintah dari instalasi.
3. Sesuai dengan perintah dari instalasinya, mesin akan *off* secara otomatis [10].



Gbr 6. Area deteksi Sensor PIR pada mesin industri.

Pada pengaplikasian di atas, sensor PIR digambarkan telah dipasang pada sisi tertentu bagian mesin. Area pendeteksi berwarna biru adalah area yang memungkinkan adanya proses kerja yang berbahaya (Gambar 6), misalnya proses *cutting*, *molding*, *welding*, *stamping*, dll. Garis strip hitam adalah batasan di mana apabila anggota tubuh manusia melewati batas tersebut maka fungsi *cut-off* pada mesin akan berfungsi [11].

#### IV. ANALISA KEKURANGAN DAN KELEBIHAN ALAT/SISTEM

Untuk melakukan pembuatan alat sesuai dengan kebutuhan lapangan maka akan banyak dibutuhkan data riset yang lebih dalam. Salah satunya adalah untuk mengetahui instalasi yang sebenarnya tentang bagaimana cara menghubungkan modul sensor PIR dengan sistem *cut-off* mesin agar berfungsi dengan baik. Dikarenakan oleh hasil pengolahan data riset belum dilakukan secara praktik di lapangan (dengan membuat alat/prototipe), maka kami hanya dapat memprediksi kelebihan dan kekurangan dari alat tersebut jika nanti telah diimplementasikan.

##### A. Kelebihan

Sensor PIR ini dapat membantu mencegah kecelakaan kerja dengan respon yang sangat cepat ketika akan terjadi kecelakaan kerja dibandingkan dengan modul inframerah biasa.

##### B. Kekurangan

Sensor hanya berfungsi ketika *cut-off* bersifat menghentikan pergerakan mesin secara penuh (menghentikan gerakan benda tajam pada mesin). Jika fungsi *cut-off* tidak menghentikan fungsi mesin secara penuh, maka akan terjadi kemungkinan akibat dari sisa aktivitas mesin seperti gerakan benda tajam yang masih berjalan secara manual sehingga bisa mencelakai *manpower*. Untuk mengantisipasinya maka dibutuhkan rangkaian tambahan semacam sistem pengereman atau pemberhentian fungsi mesin secara penuh [12].

#### V. KESIMPULAN

Sistem pengaman dengan sensor inframerah ini dapat mencegah terjadinya kecelakaan kerja dengan respon yang cukup baik sehingga efektif untuk digunakan. Dengan adanya penerapan desain modul sensor PIR ini, maka analisa terhadap mesin-mesin berbahaya menjadi semakin meningkat sehingga sistem keamanan kerja berbasis sensor inframerah akan semakin berkembang

dan lebih mudah dibentuk dalam banyak desain. Diharapkan, desain kami ini boleh menambah khazanah pengetahuan dan aplikasi dari sensor ini untuk keselamatan kerja di mesin-mesin industri saat ini.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Tim Mitra Bestari dan Editor JTII yang telah meluangkan waktu untuk melakukan *review* terhadap paper ini. Kami berharap selanjutnya penelitian ini dapat tetap berlanjut hingga ke tingkat yang lebih baik lagi.

#### REFERENSI

- [1] A. Firmandhani, "Gambaran Potensi Bahaya di Bagian Produksi PT. Gemilang Lestari Teknindokabupaten Tegal," Program Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang Agustus. 2016.
- [2] K.I. Lestari, "Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis," Laporan Tugas Akhir STT Telematika Telkom Purwokerto, 2012.
- [3] Sijabat, Jelita, Bisman. "Sistem Pembuka dan Menutup Pintu Secara Otomatis dengan Sensor Gerak PIR Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535". Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara. 2019.
- [4] Amatyabayuw, "Sensor Inframerah (IR)," *WordPress.com : amatyabayuw.wordpress.com/2016/04/22/sensor-inframerah-ir/*. 2016.
- [5] Electricly. Sensor Passive InfraRed (PIR) pada pintu otomatis. *Blogspot.com : electronical-instrument.blogspot.com/2010/07/sensor-passive-infra-red-pir-pada-pintu.html*. 2010.
- [6] H. Andrianto, "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)," Bandung: Informatika, 2013, h. 89.
- [7] StuDocu. "Makalah Sensor Gerak". Universitas Gajah Mada Yogyakarta : *studocu.com/id/document/universitas-gadjah-mada/elektronika/summaries/makalah-sensor-gerak/3678472/view*. 2016.
- [8] Pccontrol. "Rangkaian (Skematik) Sederhana untuk Sensor Gerak". *WordPress.com : pccontrol.wordpress.com/2012/01/09/rangkainskemantik-untuk-sensor-gerak*. 2012.
- [9] D.A. Desmira, W.D. Nugroho dan Sutarti. "Penerapan sensor passive infrared (PIR) pada Pintu Otomatis di PT LG Electronic Indonesia". *Jurnal PROSISKO Vol. 7 No. 1*. 2020.
- [10] R. Akbar, "Macam – macam Sensor: Sensor Gerak". *Blogspot.com : rinalakbar.blogspot.com/2013/03/macam-macam-sensor-sensor-gerak.html*. 2013.
- [11] F. Afida. "10 Contoh Sensor dan Prinsip Kerjanya". *Blogspot.com : firdaafida.blogspot.com/2013/11/10-contoh-sensor-dan-prinsip-kerjanya.html*. 2013.
- [12] N.W. Astuti, "Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Passive InfraRed (Pir) Kc7783r Dengan Mikrokontroler AT89s51". Laporan Tugas Akhir, Universitas Diponegoro Semarang. 2010.