

## EFISIENSI DAYA TAHAN BATERAI PADA KEAMANAN KSATRIAN DENGAN PIR MENGGUNAKAN KONTROL PID

Muhammad Danial Arifin, Abd. Rabi dan Muhamad Ansori

**Abstrak:** Sensor PIR adalah sensor yang mendeteksi adanya pancaran sinar inframerah yang dikeluarkan oleh manusia. Sensor PIR ini bersifat pasif, jadi sensor PIR ini tidak memancarkan sinar inframerah tetapi menangkap pancaran sinar inframerah yang dikeluarkan oleh benda-benda disekelilingnya. Pada penelitian kali ini sensor PIR digunakan untuk mendeteksi adanya seseorang yang ingin menyusup masuk dalam suatu asrama ksatrian TNI AD. Daya yang dikonsumsi oleh sensor PIR diatur seefisien mungkin sehingga daya tahan baterai dapat digunakan secara maksimal. Daya yang dikonsumsi sensor PIR dikontrol menggunakan kontrol PID dengan menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan karakteristik sensor PIR yang digunakan.

**Kata kunci :** Arduino Mega 2560, Kontrol PID, Sensor PIR.

Tentara Nasional Indonesia(TNI) selaku benteng terahir bangsa Indonesia senantiasa berlatih untuk memberikan rasa aman dan tentram kepada seluruh wilayah Indonesia. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan membuat suatu sistem keamanan untuk menjaga suatu markas dari pihak-pihak yang ingin mencari dan mencuri data untuk menghancurkan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Sistem keamanan yang diterapkan pada markas TNI adalah melalui penempatan personil petugas jaga keamanan yang ditempatkan pada pos-pos jaga yang mengelilingi wilayah dari markas TNI.

Sistem keamanan yang baik akan memberikan rasa aman bagi personil yang sedang berada pada markas tersebut. Dengan sistem keamanan yang baik maka kemungkinan timbul adanya kejahatan yang ingin merusak lingkungan markas dapat diminimalisir. Pertahanan negara dapat didukung dengan kecanggihan sarana dan prasarana (Dimas Kunto et al, 2016). Ruang gerak dari kejahatan yang dilakukan juga akan semakin kecil. Selain itu apabila ada orang tidak dikenal ingin masuk kedalam suatu markas tanpa melalui pos penjagaan dan berniat menyusup kedalam markas dapat dideteksi lebih awal melalui sistem keamanan yang dilakukan oleh petugas pos jaga TNI.

Sistem keamanan yang dilakukan oleh TNI pada markasnya masih bersifat manual. Pos penjagaan hanya dijaga oleh satu orang tiap posnya. Keterbatasan kemampuan pandangan dan pendengaran tiap personal dalam mengawasi wilayah penجاannya yang luas, memungkinkan adanya cela bagi penyusup yang ingin memasuki markas TNI. Berdasarkan data diatas, maka dengan perkembangan jaman yang semakin modern dimanfaatkanlah suatu teknologi yang dapat membuat sistem keamanan secara otomatis.

Sistem keamanan secara otomatis dirancang dengan menggunakan bantuan dari Sensor *Passive Infra Red* (Sensor PIR) disekeliling markas TNI. PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis infra merah. Akan tetapi, tidak seperti sensor infra merah kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan *fototransistor* (Eka Desyantro et al, 2015). PIR adalah sebuah perangkat sensor dimana perangkat tersebut berguna untuk mendeteksi adanya gerakan suatu objek di sekitarnya. Sensor PIR bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar (Nur Ahmad et al, 2016). Sensor PIR bersifat pasif, artinya sensor PIR tidak memancarkan sinar infra merah tetapi sensor PIR

hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar. Sensor PIR terdiri dari beberapa bagian diantaranya *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric*, *Amplifier* dan *Comparator*. Cara kerja sensor PIR adalah mendeteksi keberadaan manusia yang melewatinya dengan menangkap sinar infra merah yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang mempunyai panjang gelombang sinar infra merah pasif antara 9 sampai 10 mikrometer. Sensor PIR ini mampu membantu petugas pos jaga dalam keterbatasan dalam bidang penglihatan di malam hari. Sensor PIR ini juga akan memberikan peringatan alarm apabila sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia yang tidak dikenal.

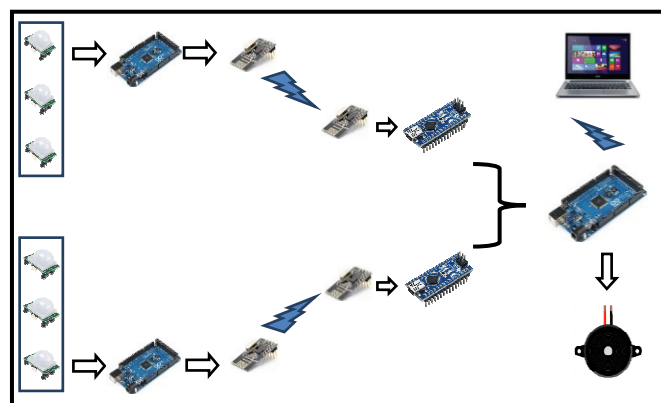
Dalam pengoperasiannya sensor PIR ini juga memiliki keterbatasan dalam mengkonsumsi tegangan yang dibutuhkan. Pada penelitian lain yang sedang dilakukan, tegangan yang diberikan masih belum dikontrol dan menggunakan tegangan langsung dari baterai. Untuk menghemat efisiensi daya dari sensor PIR agar sensor dapat bekerja secara maksimal maka tegangan yang diberikan ke sensor PIR akan berbeda sesuai dengan kebutuhan. Setelah salah satu sumber daya dari sensor PIR telah habis maka secara otomatis akan berganti ke sensor PIR yang lain yang memiliki daya yang lebih besar.

Untuk mengukur daya tahan baterai, maka cara yang digunakan yaitu dengan menggunakan kontrol PID. Kontrol PID disini berfungsi sebagai kontrol yang mengubah tegangan yang digunakan oleh sensor PIR sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan pertimbangan diatas maka dibuatlah 'Efisiensi Daya Tahan Baterai Pada Sistem Keamanan Ksatrian dengan PIR Menggunakan Kontrol PID'.

## METODE

### Skema Perancangan

Skema perancangan dalam pembuatan alat ini terdiri dari 2 bagian yaitu skema perancangan alat secara keseluruhan dan skema perancangan efisiensi daya. Skema perancangan alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.

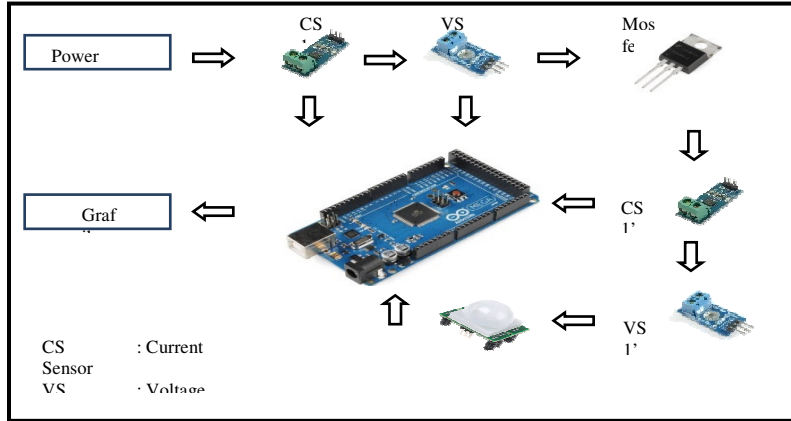


Gambar 1. Skema Perancangan alat secara keseluruhan.

Cara kerja skema perancangan diatas adalah sensor PIR terdapat pada tiap tiang, satu tiang terdiri dari 3 sensor PIR. Pada tiap tiang terdapat mikrokontroler arduino nano yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor PIR. Sensor PIR dari tiap tiang akan aktif secara bergantian yaitu sensor PIR yang memiliki daya baterai yang paling besar akan aktif terlebih dulu. Kemudian apabila sensor PIR yang aktif kehabisan daya maka sensor akan berganti ke sensor yang mempunyai daya yang lebih tinggi. Data yang telah diolah kemudian akan dikirim melalui modul nRF24L01. Data yang terkirim kemudian diterima oleh modul nRF24L01 dan diolah oleh mikrokontroler yang berada pada server. Server akan mengintegrasikan data yang diolah dengan laptop untuk

memantau keadaan sensor yang aktif dan daya pada tiap baterai sensor melalui tampilan pada laptop. Selain itu juga server juga terhubung dengan buzzer sebagai indikasi adanya sensor yang mendeteksi adanya objek manusia.

Sedangkan untuk skema efisiensi daya dapat dilihat pada Gambar 2.

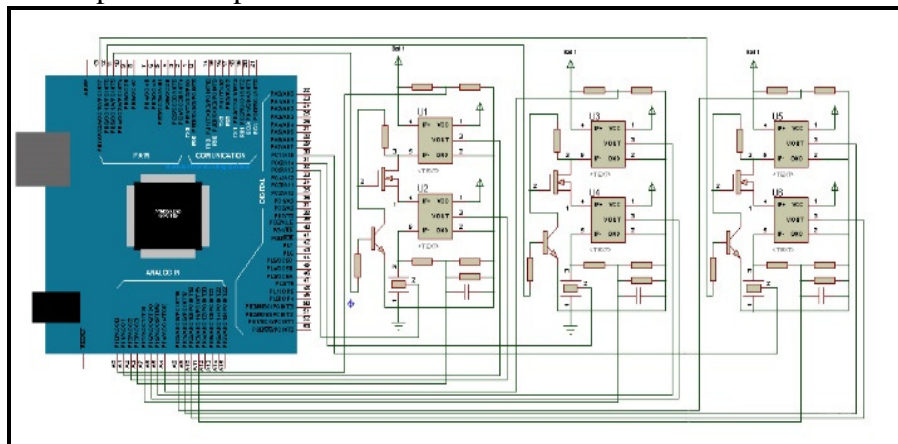


Gambar 2. Skema Efisiensi Daya.

Cara kerja dari skema perancangan efisiensi daya adalah untuk mengatur tegangan yang dikonsumsi oleh sensor PIR. Baterai sebagai *power supply* akan terukur tegangan dan arusnya melalui sensor arus dan pembagi tegangan dan akan terhubung ke kaki *drain* mosfet. Kaki *gate* mosfet akan terhubung dengan mikrokontroler sebagai pengatur tegangan yang dikontrol dengan PWM. Sedangkan kaki *source* mosfet akan terhubung dengan sensor PIR sebagai sumber tegangan sensor PIR. Tegangan yang diberikan ke sensor PIR pada saat posisi *standby* adalah sebesar 5 volt sedangkan pada saat adanya penyusup maka tegangan yang diberikan kepada sensor PIR adalah sebesar 7 volt. Untuk mengatur input tegangan yang diberikan ke sensor PIR diatur melalui Mosfet dengan menggunakan kontrol PID.

**Rangkaian keseluruhan**

Rangkaian keseluruhan merupakan rangkaian dari sensor PIR pada tiap tiang. Rangkaian tiap tiang terdiri dari 3 sensor PIR dimana tiap sensor PIR mempunyai sensor arus dan sensor tegangan tersendiri. Rangkaian keseluruhan efisiensi dari alat yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan

### Flowchart

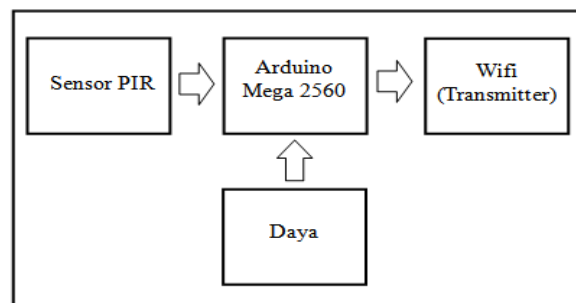
Diagram alir (*flowchart*) perencanaan *software* yang akan dibuat yaitu *flowchart* sistem secara keseluruhan yang menggambarkan cara kerja secara keseluruhan dari sistem yang dibuat. *Flowchart* yang digunakan dalam penelitian efisiensi energi pada sistem keamanan lokasi dengan PIR menggunakan kontrol PID dibagi menjadi 2 bagian yaitu *flowchart transmitter* dan *flowchart receiver*.

Untuk lebih jelasnya cara kerja *flowchart transmitter* pada rangkaian efisiensi daya tahan baterai yaitu *flowchart* yang berada pada tiap tiang sensor PIR. Saat kondisi awal tiap baterai untuk konsumsi sensor PIR yang terhubung ke mikrokontroler akan terukur tegangannya. Baterai yang mempunyai tegangan yang paling besar akan aktif dan menghidupkan sensor PIR dalam kondisi *standby*, sedangkan kondisi baterai yang lainnya akan dalam posisi *standby* tetapi kondisi sensor PIR tidak aktif. Jadi posisi sensor PIR yang aktif adalah sensor PIR yang mempunyai tegangan paling besar. Apabila baterai sensor PIR yang aktif telah kehabisan daya maka sensor akan berubah posisi ke baterai yang mempunyai tegangan lebih besar. Setelah salah satu sensor PIR aktif maka proses efisiensi daya baterai akan aktif, yaitu apabila dalam kondisi *standby* maka tegangan yang diberikan ke sensor PIR adalah sebesar 5 volt dan apabila sensor PIR mendeteksi adanya objek manusia maka tegangan yang diberikan ke sensor PIR adalah sebesar 7 volt. Pengaturan pembagi tegangan sensor PIR dilakukan dengan menggunakan kontrol PID. Apabila sensor PIR mendeteksi adanya objek manusia maka sensor akan memproses data dan memberikan logika 1 sedangkan apabila sensor tidak mendeteksi adanya objek maka sensor akan memberikan logika 0. Data 1 dan 0 nantinya yang akan dikirimkan oleh *transmitter* dan kemudian akan diterima oleh *receiver*.

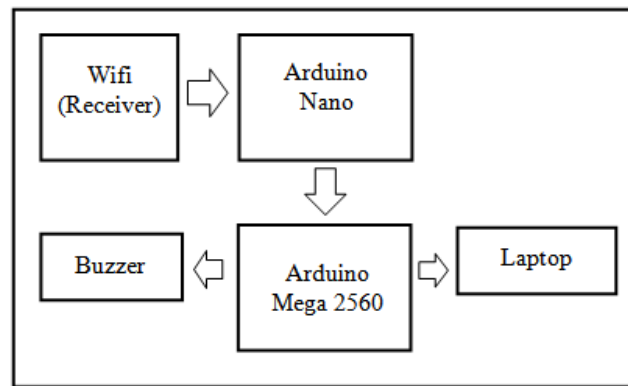
Sedangkan untuk cara kerja *flowchart receiver* atau sebagai server yaitu proses pengolahan data yang telah diterima oleh *receiver* dari data *transmitter*. Data yang diterima kemudian diolah oleh server kemudian akan ditampilkan melalui laptop. Tampilan 0 menunjukkan sensor dalam keadaan aman sedangkan tampilan 1 menunjukkan adanya objek manusia yang terdeteksi oleh sensor PIR. Selain itu server juga terintegrasi dengan buzzer. Buzzer akan memberikan indikator berupa bunyi apabila sensor PIR mendeteksi adanya objek manusia.

### Blok Diagram

Untuk mempermudah dalam memahami cara kerja dari alat ini, maka disusunlah sebuah blok diagram. Blok Diagram dalam penelitian kali ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu blok diagram *Transmitter* dan Blok Diagram *Receiver*. Blok diagram *Transmitter* dapat dilihat pada Gambar 4 Sedangkan Blok diagram *Receiver* yang merupakan pengendali dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



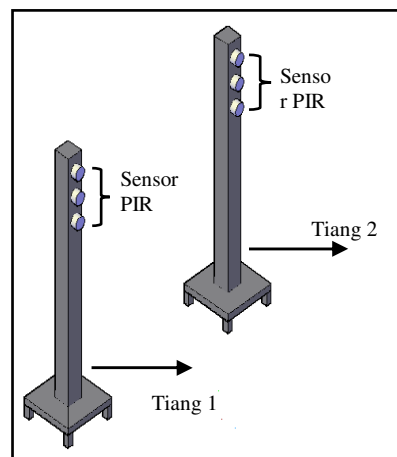
Gambar 4. Blok Diagram *Transmitter*



Gambar 5. Blok Diagram Receiver

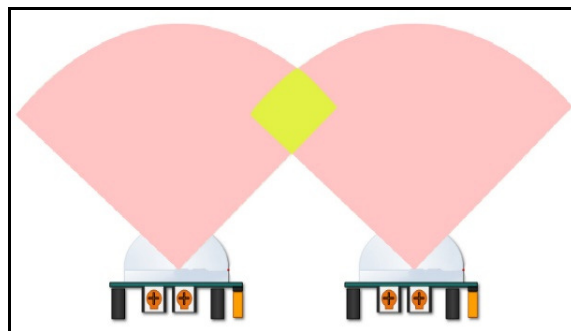
### Desain Alat

Alat yang akan dirancang didesain seefektif mungkin sehingga meminimalisir kekurangan dan memaksimalkan dari kinerja alat. Desain alat dapat dilihat seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain Alat

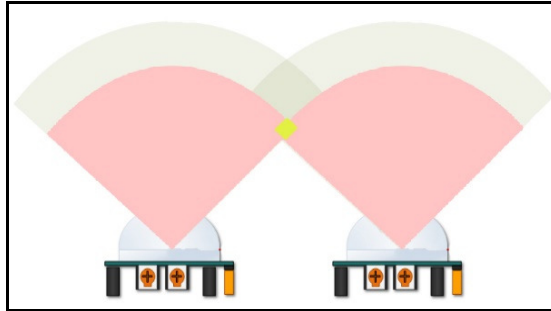
Untuk gambar jarak jangkauan sensor PIR dengan tegangan input 7 volt adalah seperti pada Gambar 7. Pada area sensor PIR dengan tegangan 7 volt terdapat area perpotongan yang dapat dibaca oleh sensor PIR 1 dan PIR 2.



Gambar 7. Desain Alat dengan input 7 volt.

Sedangkan gambar jarak jangkauan sensor PIR dengan tegangan input 5 volt adalah seperti pada Gambar 8. Pada area sensor PIR dengan tegangan 5 volt juga terdapat area perpotongan tetapi daerah perpotongan lebih kecil. Dengan menurunkan tegangan maka

sensitifitas sensor PIR juga ikut menurun tetapi tidak mengurangi area yang menjadi daerah penjaagaan dari sensor PIR.

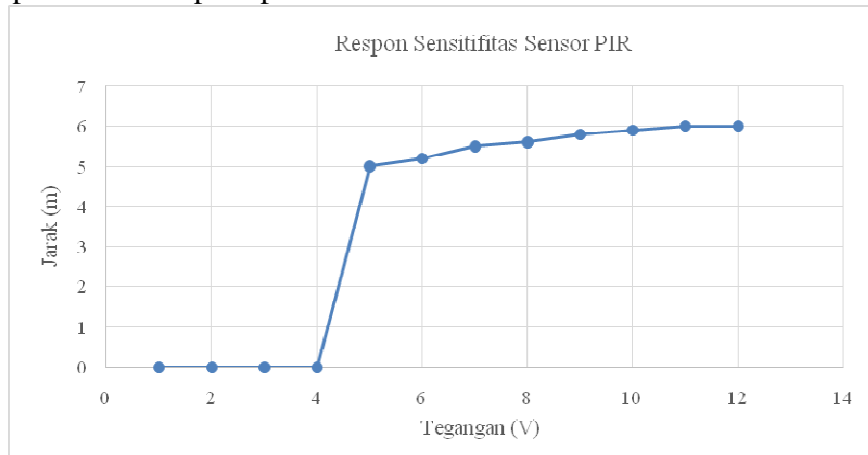


Gambar 8. Desain Alat dengan input 5 volt.

## PEMBAHASAN

### Pengujian Sensitifitas Jarak Sensor

Berdasarkan pengujian jarak sensitifitas sensor dengan berbagai tegangan yang berbeda didapatkan data seperti pada Gambar 9.

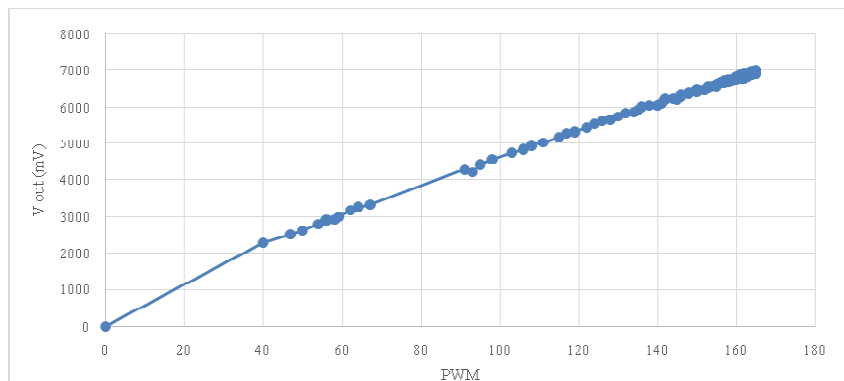


Gambar 9. Respon Sensitifitas Sensor PIR

Berdasarkan grafik diatas maka didapatkan data bahwa jarak sensitifitas sensor PIR dipengaruhi oleh tegangan. Semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin jauh juga jarak sensitifitas dari sensor PIR tersebut.

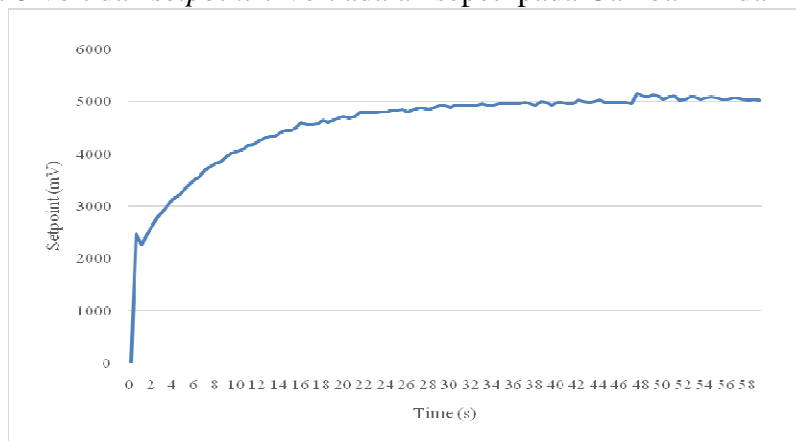
### Respon Kontrol PID

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel sebagai kontroler PID (Muhammad Jadid et al, 2013). Untuk mencari nilai respon dari kontrol PID maka dilakukan pengukuran terhadap pengaruh nilai PWM dengan besarnya tegangan yang dihasilkan. PWM merupakan suatu rangkaian alat teknik dalam mengatur atau mengontrol kerja suatu peralatan yang memerlukan arus yang besar untuk menghindari disipasi daya yang berlebihan dari alat yang akan dikontrol (Ratih Novie Arini dan Djoko Sungkono Kawano, 2012). Pengaruh besarnya nilai PWM terhadap besarnya nilai PWM dapat dilihat pada Gambar 10.

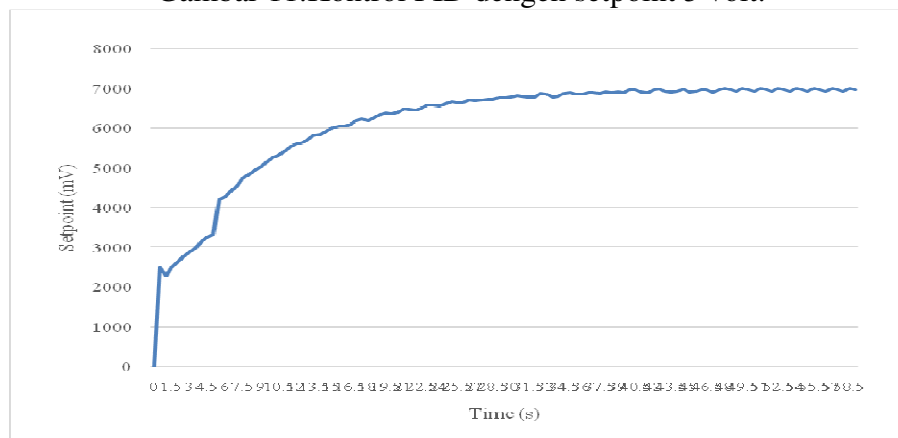


Gambar 10. Perbandingan nilai PWM dengan output tegangan.

Setelah pengaruh PWM terhadap tegangan didapatkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan percobaan kontrol PID dengan menggunakan metode *trial and error*. Percobaan dilakukan beberapa kali sehingga didapatkan data yang mempunyai nilai *steady state* dan *settling time* yang baik. Dari percobaan yang dilakukan maka didapatkan nilai  $K_p=10$ ,  $K_i=20$ ,  $K_d=0$ . Grafik dari kontrol PID yang didapatkan dengan nilai *setpoint* 5 volt dan *setpoint* 7 volt adalah seperti pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Kontrol PID dengan setpoint 5 volt.



Gambar 12. Kontrol PID dengan setpoint 7 volt

### Pengukuran Daya

Arus yang terukur pada saat posisi standby lebih kecil dari 50uA (*datasheet* PIR) sehingga arus yang terbaca adalah 0 karena ketelitian pembacaan sensor arus adalah 1 mA.

Perhitungan daya baterai pada saat mendapat input 5 volt adalah sebagai berikut:

$$P = V I$$

$$P = 5 \text{ volt} \times 50\mu\text{A}$$

$$P = 250 \text{ uWatt}$$

Sedangkan perhitungan daya baterai pada saat mendapat input 7 volt adalah sebagai berikut:

$$P = V I$$

$$P = 7 \text{ volt} \times 50\mu\text{A}$$

$$P = 350 \text{ uWatt}$$

Pada penelitian yang sedang dilakukan dengan tegangan 9 volt, daya yang dibutuhkan adalah sebesar 450 uWatt. Dengan adanya kontrol tegangan ini maka dapat menghemat efisiensi daya sebesar 200 uWatt pada saat dalam posisi *standby* dan dapat menghemat daya sebesar 100 uWatt pada saat sensor PIR mendeteksi adanya manusia.

### KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan dengan mengontrol tegangan yang diberikan ke sensor PIR, maka terjadi efisiensi daya sebesar 200 uWatt pada saat posisi *standby* dan terjadi efisiensi daya sebesar 100 uWatt pada saat mendeteksi adanya objek manusia.
2. Pengaturan tegangan dapat dilakukan dengan kontrol PID dengan nilai  $K_p=10$ ,  $K_i=20$ ,  $K_d=0$ .
3. Sensitivitas sensor PIR juga bergantung dengan tegangan yang diberikan.
4. Semakin besar nilai PWM maka semakin besar nilai output tegangan yang dihasilkan.

### SARAN

1. Kontrol efisiensi tegangan yang diberikan ke sensor PIR sebaiknya dapat menggunakan metode fuzzy logic sehingga respon yang diberikan lebih cepat.
2. Efisien daya yang dilakukan sebaiknya menggunakan daya yang berasal dari baterai dapat diganti dengan solar cell sehingga daya yang didapatkan berasal dari sinar matahari.
3. Alarm peringatan sebaiknya dipasang lebih dari satu titik sehingga apabila ada penyusup dapat memberikan peringatan ke beberapa pos penjagaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dimas Kunto, (2016). Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengendali Sumbu Elevasi *Gun* pada *Turretgun* Kaliber 20 Milimeter. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Eka Desyantoro, (2015). Sistem pengendali peralatan elektronik dalam rumah secara otomatis menggunakan sensor PIR, sensor LM35 dan Sensor LDR. Universitas Diponegoro.
- Muhammad Jadid Anggarjito, (2013). Perancangan dan Implementasi Kontroler PID dengan *Nonlinear Decoupling* pada Sistem Kendali *Way-to-Way Point UAV Quadcopter*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Nur Ahmad Syahid, (2016). Sistem Keamanan pada Lingkungan Pondok Pesantren Menggunakan *Raspberry Pi*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ratih Novie Arini, (2012). Pengaruh variasi duty cycle pada pwm terhadap performa generator gas hho tipe basah (wet cell) 9 plats. Institut Teknologi Sepuluh November.