

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pengaplikasian sistem kontrol PID pada robot pemadam api dengan sensor *flame array* mampu bernavigasi melakukan pelacakan titik api. *Flame sensor* yang digunakan dengan jangkauan deteksi *horisontal* 180°. Pelacakan api dilakukan robot dengan tepat didepan robot dan berhenti tanpa menyentuh batang lilin. Hasil dari penelitian ini dengan metode pengujian *tracking* dan diolah dengan citra digital menghasilkan *presenstase* 100% dan waktu yang dibutuhkan saat pelacakan 5,5 detik. *Parameter* yang digunakan pada sistem kontrol ini adalah $K_p=35$, $K_i=20$, dan $K_d=20$. (Dzulfiqar & Widodo, 2019)

Pengimplementasian sistem kontrol PID pada penelitian alat pengatur suhu pada pemanas air menggunakan kontroler PID. Metode kontrol mempunyai peranan penting dalam proses pengaturan suhu cairan, dari hasil percobaan dengan variasi *set point* didapat pada *set point* sebesar 40 °C memiliki rata-rata *error* sebesar 0,8 °C, pada *set point* sebesar 45 °C memiliki rata-rata *error* sebesar 0,5 , pada *set point* sebesar 50°C memiliki *error* sebesar 0,9 °C, pada *set point* sebesar 55 °C memiliki *error* sebesar 0,96 °C. Hal ini dikarenakan kurang presisi pembacaan sensor LM35 menyebabkan suhu sedikit berbeda dengan suhu aktualnya. Sistem pada proses telah mampu berfungsi dengan baik dengan tingkat keberhasilan 90%. Nilai parameter terbaik yang digunakan adalah $K_p = 15$ $K_i = 0$ $K_d = 5$. (Rega, 2017)

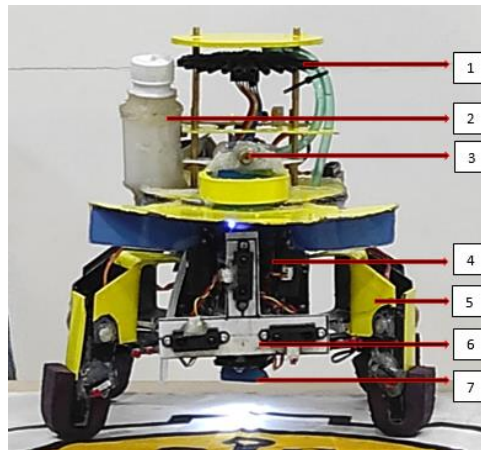
Pada penelitian sistem navigasi wall following beroda KRCI, realisasi sistem kendali PID ini mengadopsi metode isolasi. Permasalahan pada robot beroda KRCI adalah perancangan dan penentuan metode gerak robot beroda tersebut agar robot bermanuver dengan tepat dan cepat. Perancangan sistem kendali PID pada robot beroda mengadopsi teori osilasi Ziegler-Nichols untuk mengosilasi parameter operasi PID. Nilai parameter PID yang digunakan adalah $K_p = 4$, $K_i = 0,5$ dan $K_d = 7,5$. (Akbar, 2013)

Robot pemadam api dalam menelusuri keberadaan titik api menggunakan sensor array flame detector menggunakan pengontrol pid. Pada penelitian ini perancangan robot pemadam api menggunakan metode tuning trial and error. Perancangan robot ini menggunakan sensor flame array untuk mendeteksi titik api dan sensor Sharp Gp untuk mendeteksi sisi dinding lintasan. Penggunaan sistem kontrol PID mampu bernavigasi menelusuri dinding dan mendeteksi titik api pada lintasan dengan baik. Semakin dekat jarak sensor terhadap lilin maka semakin besar pula pembacaan nilai ADCnya. Pemberian Kp pada kontrol Proporsional yang sangat besar akan membuat pergerakan robot tidak stabil. Parameter nilai Kontrol yang baik pada penelitian ini adalah menggunakan kontrol PID dengan $K_p = 5$, $K_i = 1.5$, dan $K_d = 30$. (Ii & Teori, n.d. 2015)

Pada penelitian ini rancang sistem pendeteksi kebakaran pada pesawat VTOL sensor Photodiode. Pada penelitian metode yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (R&D). Metode penelitian R&D adalah metode yang digunakan untuk meneliti, merancang, memproduksi, dan menguji keefektifan produk yang dihasilkan. Jika posisi api tegak lurus dengan sensor, maka sensor fotodiode akan mendeteksi api. Selain harganya murah, kelebihan dari sensor Photodiode adalah mudah digunakan. Penambahan proteksi pada sensor Photodiode mampu meningkatkan sensor dalam mendeteksi kebakaran (rata-rata jarak deteksi 240 cm). (Desember et al., 2017)

2.1. Robot Ercomp

Robot Ercomp merupakan robot pemadam api yang dikendalikan oleh Mikrokontroler Atmega 32. Robot Ercomp dirancang untuk ikut serta dalam Kontes Robot Indonesia pada Divisi Robot Pemadam Api. Robot Ercomp memiliki kemampuan untuk menelusuri ruang yang terdapat sumber titik api dan robot dapat memadamkan api pada lintasan Kontes Robot Indonesia. Bagian komponen – komponen yang dirancang pada robot Ercomp sebagai berikut pada tabel 1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Robot Ercomp
(Sumber : foto pribadi, 2021)

Tabel 2.1 Komponen – komponen robot Ercomp

| No | Komponen |
|----|---------------------------|
| 1 | <i>Sensor Flame Array</i> |
| 2 | Tangki Air |
| 3 | Penyemprot |
| 4 | Bagian Kontroller |
| 5 | Bagian Penggerak Kaki |
| 6 | Sensor Sharp Gp |
| 7 | Sensor Garis |

2.2. Matlab

Matlab adalah sejenis perangkat lunak, biasanya digunakan dalam pemrograman berbasis matriks, analisis, serta perhitungan teknis dan matematis. Matlab adalah singkatan dari Matrix Laboratory karena dapat menyelesaikan masalah perhitungan dalam bentuk matriks. Versi pertama Matlab dirilis oleh Cleve Moler pada tahun 1970. Matlab diciptakan untuk mempermudah dalam penyelesaian masalah persamaan aljabar linier. Matlab terus berkembang dalam hal fungsionalitas dan kinerja komputasi. (Tjolleng, 2017)

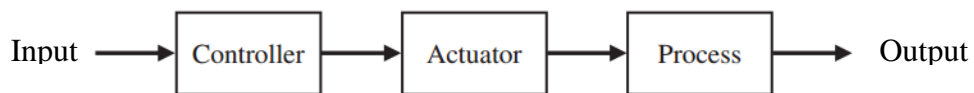
Matlab telah berkembang menjadi lingkungan pemrograman yang kompleks yang berisi fungsi bawaan untuk melakukan pemrosesan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematika lainnya. Matlab juga berisi kotak alat yang berisi fungsi lain untuk aplikasi tertentu. Matlab dapat dikembangkan, yaitu, ketika fungsi bawaan tidak dapat melakukan tugas tertentu, pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan ke perpustakaan. (Cahyono, 2016)

Window – window pada software matlab antara lain:

- a. *Current folder*
Current folder digunakan untuk mengakses dokumen terbaru
- b. *Command window*
Command window digunakan untuk menuliskan program yang akan dikerjakan.
- c. *Workspace*
Workspace digunakan untuk mencari data atau file yang sudah dikerjakan

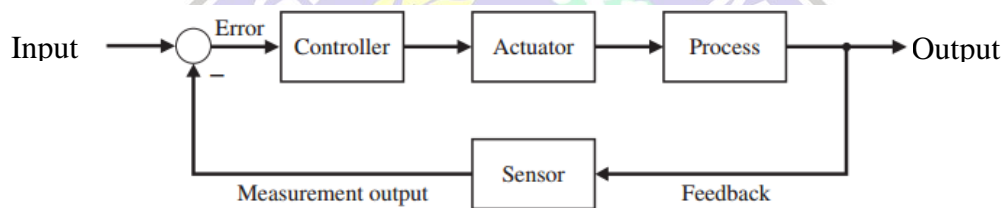
2.3. Sistem kontrol PID

Sistem kendali otomatis memiliki peranan yang penting dalam membantu pekerjaan khususnya menggantikan pekerjaan manual. Sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang dihubungkan satu sama lain untuk membentuk suatu tujuan tertentu, yaitu suatu sistem kendali atau manajemen. Sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis: sistem kontrol loop terbuka dan sistem kontrol loop tertutup. (khakim dkk, sunarno, 2012)



Gambar 2.2 Sistem kontrol terbuka

(Sumber : (Arquitectura et al., 2015))



Gambar 2.3 Sistem kontrol tertutup

(Sumber : (Arquitectura et al., 2015))

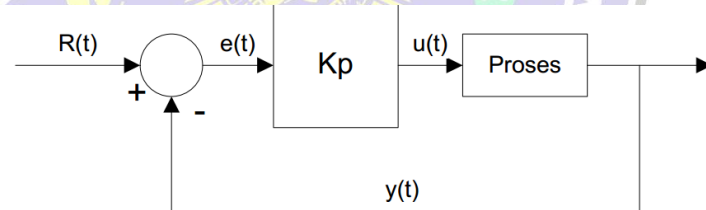
Kontroler PID (proporsional, integral, derivatif) adalah kontroler yang dapat meningkatkan akurasi sistem yang memiliki karakteristik umpan balik ke sistem. Kontroler PID menghitung dan meminimalkan nilai kesalahan/selisih antara output proses dan input/setpoint yang diberikan ke sistem. Kontroler PID terdiri dari tiga komponen yaitu proporsional, integral dan turunan yang dapat digunakan secara bersamaan atau individual, tergantung pada respon yang dibutuhkan pada sistem. (Ui, 2010)

Ada beberapa metode penalaan yang dapat digunakan, seperti metode Ziegler-Nichols. Metode ini merupakan metode penalaan yang paling sering digunakan. Sedangkan metode lain yang dapat digunakan adalah metode trial and error, di mana nilai K_p , K_i , dan K_d didapat dari hasil percobaan. (Hartono et al., n.d.)

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots \dots \dots (1)$$

a. *Proportional*

Pengontrol *proportional* memiliki luaran yang sebanding dengan besarnya sinyal kesalahan (perbedaan antara jumlah yang diperlukan dan nilai sebenarnya). Secara sederhana, keluaran dari pengontrol proporsional adalah hasil kali dari konstanta proporsional dan masukannya. (Juanda, 2009) Karakteristik kontrol Proporsional adalah mengurangi waktu naik dan kesalahan keadaan tunak, tetapi konsekuensinya overshoot naik cukup besar. (Matematika, 2016)

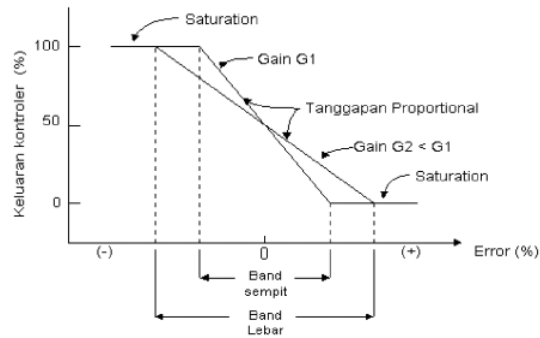


Gambar 2.4 Diagram blok kontrol *Proportional*

(Sumber : Ii & Teori, n.d. 2015)

Dari diagram blok diatas dapat diketahui persamaan kontrol *Proportional* adalah sebagai berikut :

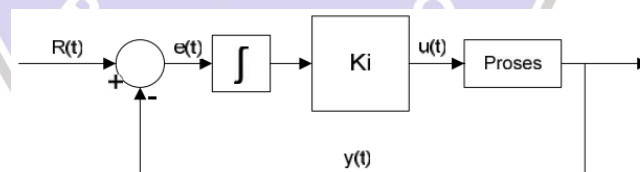
$$u(t) = K_p e(t) \dots \dots \dots (2)$$



Gambar 2.5 Grafik *proportional band* dari pengontrol *proportional*
 (Sumber : Juanda, 2009)

b. *Integral*

Fungsi kontrol integral dapat menghasilkan respons sistem dengan kesalahan kondisi mapan nol. Jika *plant* tidak memiliki elemen integrator ($1 / s$). Melalui kontrol integral, respons sistem dapat ditingkatkan, yaitu kesalahan kondisi tunaknya nol. Output kontrol adalah keluaran yang sama dari perubahan input. Jika sinyal kesalahan tidak berubah, output akan mempertahankan status sebelum perubahan input terjadi. (Ii & Teori, n.d. 2015) Karakteristik kontrol Integral adalah mengurangi waktu naik, menambah overshoot dan serta menghilangkan kesalahan keadaan tunak. (Matematika, 2016)

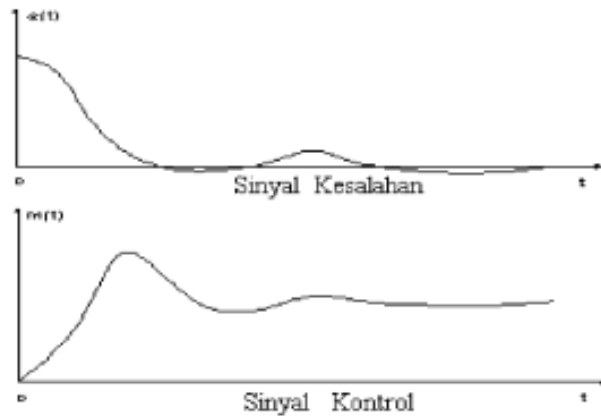


Gambar 2.6 Diagram blok kontrol *Integral*

(Sumber : Ii & Teori, n.d. 2015)

Dari diagram blok diatas dapat diketahui persamaan kontrol *Integral* adalah sebagai berikut :

$$u(t) = Ki \int_0^t e(t) dt \dots\dots\dots (3)$$



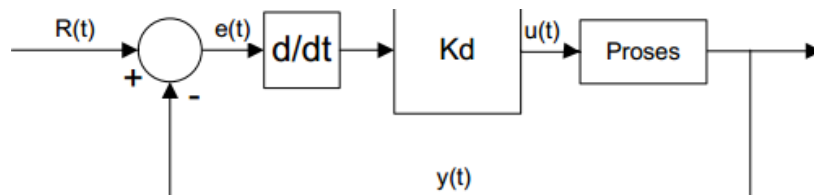
Gambar 2.7 Grafik sinyal kesalahan dan sinyal keluaran kontrol

Integral

(Sumber : Juanda, 2009)

c. *Derivative*

Output kontrol diferensial memiliki karakteristik seperti operasi diferensial. Perubahan mendadak pada input pengontrol akan menyebabkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram blok yang menggambarkan hubungan antara sinyal kesalahan dan keluaran pengontrol. (Juanda, 2009) Karakteristik kontrol Integral adalah mengurangi overshoot dan waktu turun, tetapi kesalahan keadaan tunak tidak mengalami perubahan yang berarti. (Matematika, 2016)

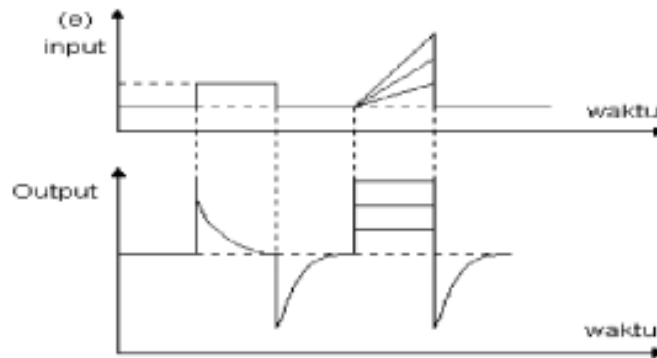


Gambar 2.8 Diagram blok kontrol *Derivative*

(Sumber : Ii & Teori, n.d. 2015)

Dari diagram blok diatas dapat diketahui persamaan kontrol *Derivative* adalah sebagai berikut :

$$u(t) = Kd \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots (4)$$



Gambar 2.9 Grafik waktu input dan output

(Sumber : Juanda, 2009)

