

Desain dan Realisasi Kontrol Motor Menggunakan Sensor Azimuth Untuk Hadapan Antena Man-pack Radar

Adhisatya Mahendra¹, Fiky Y Suratman¹, Agung Surya W¹, Yussi P S²

¹ Fakultas Teknik Elektro, Teknik Elektro, Telkom University, Bandung, Indonesia

² Fakultas Teknik Elektro, Elektro, Universitas Islam Nusantara, Bandung, Indonesia

Email: ¹adhisatyam@gmail.com, ²fysuratman@gmail.com, ³agungsw@gmail.com, ⁴yussips@gmail.com

Abstrak

Man-pack radar adalah radar *portable* yang digunakan untuk memonitor daerah daratan ataupun lautan. Antena harus diarahkan dan terus bergerak dengan sudut dan kecepatan tertentu menggunakan motor penggerak. *Rotary encoder* digunakan untuk mendeteksi posisi motor DC, sedangkan sensor *proximity* berfungsi sebagai sensor 0 (referensi sudut). Kontrol PID digunakan sebagai pengontrol sudut putar antena agar perputaran antena selalu konstan. Hasil pengujian adalah nilai Kp, Ki, dan Kd yang berbeda-beda untuk setiap beban yang digunakan yaitu Untuk beban 1 kg, nilai $pwm=60$, $Kp=0.3$, $Ki=4$, dan $Kd=0$. Untuk beban 2 kg nilai $pwm=65$, $Kp=0.3$, $Ki=4$, dan $Kd=0$. Untuk beban 3 kg nilai $pwm=60$, $Kp=1$, $Ki=4$, dan $Kd=0$. Untuk beban 4 kg nilai $pwm=60$, $Kp=1.1$, $Ki=4$, dan $Kd=0$. *Rise time* dapat dipercepat dengan dua cara yaitu dengan memperbesar nilai pwm dan konstanta Kp. Nilai pwm yang semakin besar memengaruhi *overshoot*. Sistem tetap dapat mencapai *setpoint* walau diberi gangguan..

Kata Kunci: Man-Pack Radar, PID, Kontrol Motor, Rotary Encoder, Sensor Azimuthy

1. PENDAHULUAN

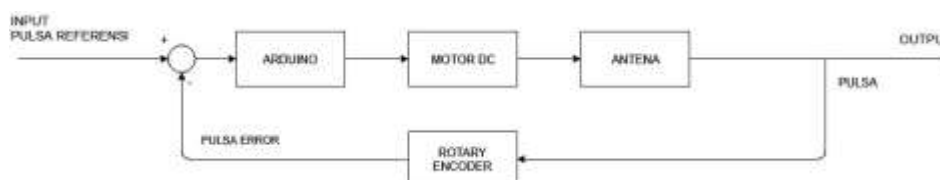
Indonesia merupakan negara kepulauan yang membutuhkan sebuah perangkat untuk memonitor daerah daratan maupun daerah lautan di seluruh Indonesia. Salah satu perangkat yang dapat digunakan adalah radar. Dengan banyaknya wilayah yang harus dimonitor dan terbatasnya jumlah radar, maka radar portable seperti *man-pack radar* sangatlah diperlukan. *Man-pack radar* adalah salah satu radar yang dapat digunakan secara berpindah-pindah dan dapat digunakan di daerah terpencil maupun daerah perbatasan.

Man-pack radar digunakan untuk mendeteksi keadaan permukaan tanah seperti orang atau kendaraan bergerak ataupun pesawat terbang yang terbang rendah. *Man-pack radar* dapat menggunakan baterai sebagai sumber tenaganya. Dimensi yang ringkas dan berat yang ringan juga memudahkan *Man-pack radar* untuk digunakan di tempat yang berpindah-pindah. Kontrol antena *man-pack radar* diperlukan agar antena selalu mendapatkan data yang diinginkan. Antena berfungsi untuk mengirimkan sinyal ke arah objek dan menerima kembali pantulan dari sinyal tersebut. Untuk mendapatkan hasil yang optimum, antena harus diarahkan dan terus menerus bergerak dengan sudut dan kecepatan tertentu menggunakan motor penggerak. Pada perancangan ini, akan dirancang sistem kendali motor yang nanti nya dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan antena *man-pack radar*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

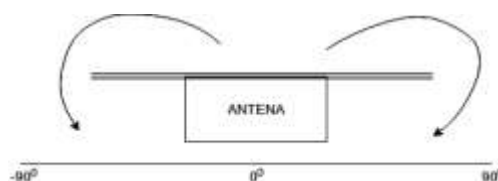
2.1 Perancangan Sistem

Antena *man-pack radar* harus diputar dengan sudut dan kecepatan tertentu. Sudut putar dari antena adalah konversi dari jumlah pulsa dari sensor azimuth yaitu sensor *rotary encoder*. Blok diagram sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 1.

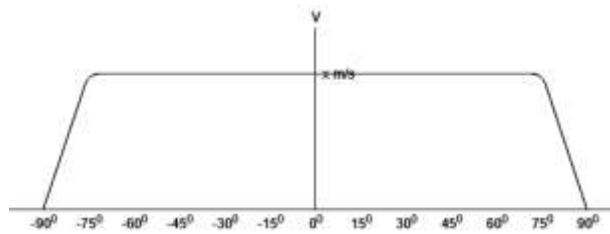


Gambar 1. Blok diagram sistem kerja kontrol hadapan antena *man-pack radar*

Skema Putaran antena *man-pack radar* dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan grafik kecepatan putar terhadap sudut putar antena dapat dilihat pada Gambar 2.

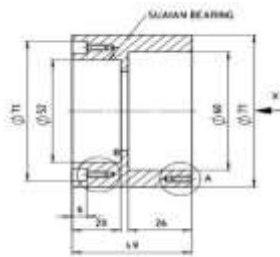


Gambar 2. Skema putaran antena

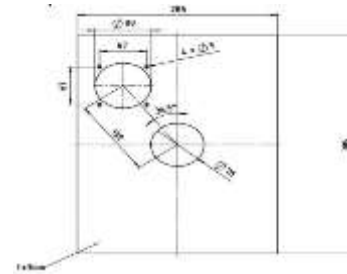


Gambar 3. Grafik kecepatan putar terhadap sudut putar antenna.

Perangkat keras yang di desain untuk kebutuhan sistem antara lain plat untuk dudukan komponen dan *bearing housing* yang terhubung dengan *pulley* penggerak antenna dan modul pembacaan radar. setelah itu alat dibuat menjadi bentuk box.



Gambar 4. Bearing housing.

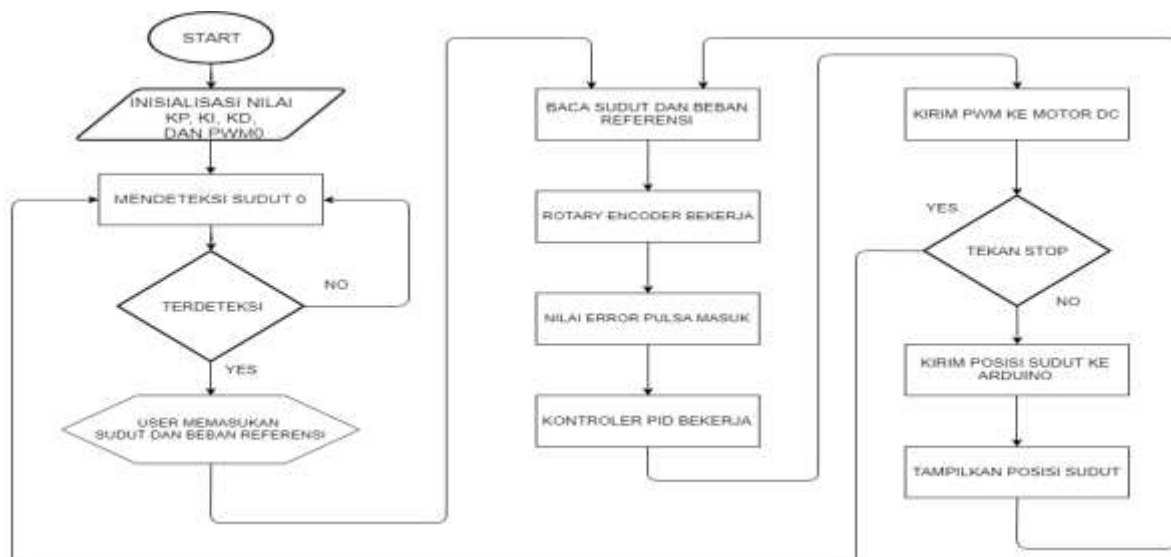


Gambar 5. Plat dudukan antenna.



Gambar 6. Komponen yang telah digabung menjadi bentuk box.

Proses pertama dari sistem adalah inialisasi data berupa *input* dan *output*. Sebelum antenna berputar, sensor *proximity* mendeteksi sudut referensi 0 dari antenna. Tahap selanjutnya adalah memberi nilai *setpoint* berupa jumlah pulsa untuk posisi sudut antenna *man-pack* radar. Selanjutnya, setelah pulsa referensi didapatkan, maka motor akan berputar dan sensor *rotary encoder* akan bekerja menghitung jumlah pulsa, pada tahap tersebut, terjadi juga perhitungan *error*. Ketika nilai *error* didapat, maka kontroler PID akan proses keluaran sistem berupa nilai PWM untuk mengatur kecepatan agar antenna radar berotasi hanya pada sudut yang diinginkan. *Rotary encoder* akan menghitung seberapa jauh motor berputar, apabila sudah mencapai *setpoint* dari sudut 0, maka arah rotasi akan berbalik. Posisi sudut *real-time* dari antenna *man-pack* radar juga akan dikirimkan oleh arduino untuk ditampilkan pada serial monitor.



Gambar 7. Flowchart sistem.

Untuk mendesain nilai K_p , K_i , dan K_d harus diketahui fungsi alih dari motor DC. Fungsi alih motor DC didapatkan dari model matematika:

$$\frac{K}{\tau s + 1} \quad (1)$$

Nilai K didapatkan dari kecepatan putar dibagi dengan nilai PWM yang diberikan, sedangkan nilai τ didapatkan dari *rise time* sistem. Fungsi transfer dari motor DC adalah :

$$\frac{0.6862}{0.16s + 1}$$

Nilai K_p , K_i , dan K_d yang di desain adalah

$$\begin{aligned} K_p &= 0.3 \\ K_i &= 4 \\ K_d &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

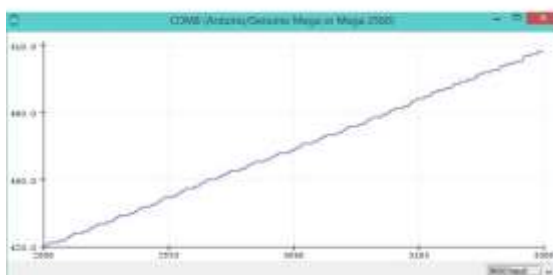
Saat motor DC diberi beban, kecepatan putar motor DC berkurang seiring dengan beban yang diberikan, perubahan nilai kecepatan putar motor DC dapat dilihat dari Gambar 2.8. yang menunjukkan grafik pulsa dari sistem tanpa beban hingga sistem yang diberi beban 4 kg. Sistem yang dirancang harus memiliki kecepatan 18rpm untuk semua beban.



Gambar 8. Perbandingan gelombang jumlah pulsa dari sistem yang tidak diberi beban dan sistem yang diberi beban.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Sensor dikalibrasi terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian, sensor yang dikalibrasi adalah sensor *rotary encoder*, hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 9 Nilai K_p , K_i , dan K_d harus diuji apakah dapat membuat sistem mencapai *setpoint* yang diinginkan, pengujian yang akan dilakukan adalah memberikan suatu nilai pulsa dan melihat respon dari sistem, hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 9. Kalibrasi sensor.



Gambar 10. Hasil pengujian respon sistem saat diberi setpoint tertentu.

Pengujian menggunakan beban 1 kg sampai 4 kg dengan resolusi beban sebesar 1 kg. Diberikan nilai K_p , K_i , dan K_d yang sama pada setiap pengujian pertama, lalu di cek apakah sudah sesuai dengan desain yang diinginkan. Jika sistem belum sesuai dengan desain yang diinginkan, maka sistem di *tuning* ulang nilai K_p , K_i , dan K_d nya agar sesuai dengan desain sistem. Nilai yang berubah selama pengujian adalah nilai K_p , K_i , K_d , dan nilai $pwm0$. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 11. Hasil pengujian beban 1 kg.



Gambar 12. Hasil pengujian beban 2 kg



Gambar 13. Hasil pengujian beban 3 kg.



Gambar 14. Hasil pengujian beban 4 kg.

Sistem yang diberi beban 1 kg sudah sesuai dengan rancangan, sedangkan untuk beban lainnya belum sesuai, sehingga diperlukan *tuning* ulang. Setelah melakukan *tuning* ulang pada nilai K_p dan $pwm0$, didapatkan hasil yang berbeda dengan pengujian sebelumnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 15. Hasil pengujian beban 2 kg setelah di *tuning* ulang.



Gambar 16. Hasil pengujian beban 3 kg setelah di *tuning* ulang.



Gambar 17. Hasil pengujian beban 4 kg setelah di *tuning* ulang.

Sistem yang dirancang juga harus tahan terhadap gangguan, hasil dari pengujian terhadap sistem yang diberi gangguan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 18. Hasil pengujian beban 4 kg yang diberi gangguan.

3.1 Analisis Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian, nilai K_p , K_i , dan K_d yang dirancang pertama kali ternyata belum sesuai dengan sistem yang dirancang. Diperlukan nilai K_p dan $pwm0$ yang berbeda agar antenna dapat berputar dengan kecepatan yang sama walaupun dengan beban yang berbeda. Nilai K_p memengaruhi *rise time* sistem, apabila *rise time* semakin cepat, maka semakin cepat pula putaran motor DC. Nilai $pwm0$ yang diperbesar ikut memengaruhi kecepatan motor DC walaupun tidak signifikan. Untuk beban 1 kg, nilai $pwm0=60$, $K_p=0.3$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Untuk beban 2 kg nilai $pwm0=65$, $K_p=0.3$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Untuk beban 3 kg nilai $pwm0=60$, $K_p=1$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Untuk beban 4 kg nilai $pwm0=60$, $K_p=1.1$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Saat diberi gangguan, sistem tetap dapat mencapai *setpoint* nya, artinya sistem yang dirancang stabil terhadap gangguan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan, implementasi dan pengujian pada alat kontrol antenna untuk *man-pack* radar, dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai konstanta K_p , K_i , dan K_d dan pwm_0 yang paling baik untuk sistem memiliki nilai yang berbeda-beda untuk setiap beban yang digunakan. Untuk beban 1 kg, nilai $pwm_0=60$, $K_p=0.3$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Untuk beban 2 kg nilai $pwm_0=65$, $K_p=0.3$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Untuk beban 3 kg nilai $pwm_0=60$, $K_p=1$, $K_i=4$, dan $K_d=0$. Untuk beban 4 kg nilai $pwm_0=60$, $K_p=1.1$, $K_i=4$, dan $K_d=0$.
2. Terdapat dua cara untuk mempercepat *rise time* yaitu dengan memperbesar nilai konstanta pwm_0 dan nilai K_p . Nilai pwm_0 berpengaruh terhadap *overshoot* sistem yang lebih besar, sedangkan nilai konstanta K_p yang diperbesar cenderung tidak terlalu mempengaruhi *overshoot*.
3. Konstanta K_i diperlukan agar mengeliminasi *steady state error* pada sistem, dan konstanta K_d tidak digunakan dalam perancangan.
4. Beban antenna yang semakin berat ikut memengaruhi *overshoot* yang terjadi, hal lain yang ikut memengaruhi *overshoot* adalah ketidakmampuan *timing belt* untuk menghentikan putaran *pulley* yang terhubung dengan antenna secara *instant*.
5. Sistem yang dirancang tetap dapat mencapai *setpoint*-nya walaupun diberi gangguan berupa dorongan atau penambahan beban kepada antenna yang sedang berputar .

REFERENCES

- [1] Alstom, Karl J. , *PID Controllers : Theory, Design, and Tuning*, 2nd Edition, Instrument Society of America, 1995
- [2] Setiawan, Iwan, *Kontrol PID untuk Proses Industri*, Elex Media Komputindo, Surabaya, 2015
- [3] Ogata, Katsuhiko, *Modern Control Engineering*, 3rd Edition, Prentice-Hall, New Jersey, 1997
- [4] Onwubolu, Godfrey, *Mechatronics : Principles and Application*, Burlington, 2005
- [5] Wisnu, Danu, Wahjudi, Arif, Perancangan Sistem Kontrol PID Untuk Pengendali Sumbu *Azimuth* Turret Pada *Turret-gun* Kaliber 20mm, Jurnal Teknik ITS Vol.5 2016, Halaman 512
- [6] Fandakli, Selin Aydin, Antenna Azimuth Position Control with PID, Fuzzy Logic and Sliding Mode Controllers, Control and Industrial Engineering Journal, Trabzon, 2016
- [7] G. Chang, Y. Li, Q. Gang, *Intelligent Controller Design for PMDC Motor Position Using Evolutionary Programming*, 2011 IEEE Second International Conference on Computing, Control and Industrial Engineering, 20-21 Aug. 2011
- [8] "Azimuth", Wikipedia [Online] Available at : <https://id.wikipedia.org/wiki/Azimut>
- [9] Nise, Norman. *Control System Engineering*, 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Jefferson City, 2011
- [10] "Menhan : Indonesia Butuh 34 Radar". 30 Oktober 2013 [Online] Available at : <https://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/13/10/30/mvhgti-menhan-indonesia-butuh-34-radar>.
- [11] Artanto, Dian. *Interaksi Arduino dan LabVIEW*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2015
- [12] <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>. [Diakses 12 November 2018, 16:12:50 WIB]