

Pengukuran kecepatan putar spinner yang mengalami perlambatan menggunakan *tachometer* Arduino

Djoko Untoro Suwarno

Universitas Sanata Dharma

E-mail: joko_unt@usd.ac.id

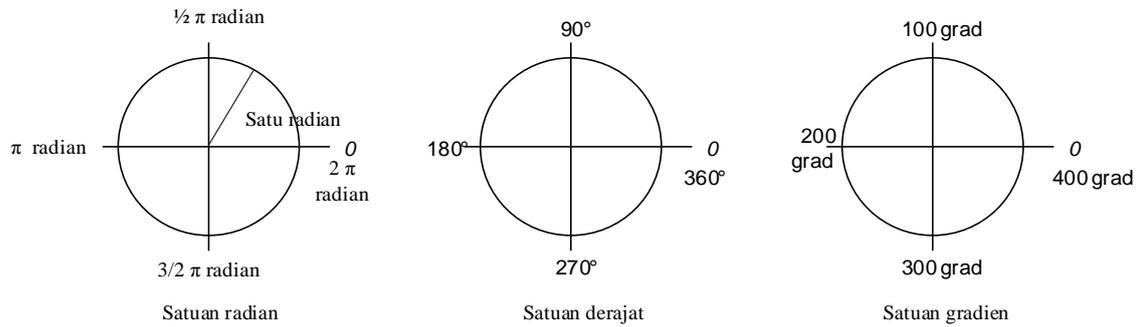
Abstrak. Saat ini permainan fidget spinner sempat menjadi trend permainan untuk anak, remaja bahkan orang dewasa. Permainan spinner mudah dilakukan yaitu dengan memegang bagian tengah dari spinner dan memberikan gaya untuk memutar spinner. Putaran spinner tergantung pada gaya saat awal dan kualitas dari bearing spinner. Semakin kecil gesekan dari bearing berakibat semakin lama berputar. Pengukuran kecepatan putar spinner dilakukan dengan menggunakan tachometer. Pada penelitian ini telah dibuat dan diuji coba peralatan untuk mengukur dan menampilkan pengukuran dalam bentuk numerik dan grafik kecepatan putar spinner menggunakan sensor opto coupler dan menggunakan board Arduino. Lama waktu berputar spinner sekitar 60 detik dengan kecepatan awal sekitar 180 rpm yang menurun secara perlahan.

1. Pendahuluan

Fenomena benda berputar banyak terjadi disekitar kita seperti motor elektrik, gasing, mainan spinner, dll. Karakteristik dari benda yang berputar dapat diketahui melalui pengukuran, Peralatan yang banyak dipakai untuk mengukur kecepatan putar yaitu tachometer. Alat ini bekerja pencacah putaran setiap menitnya (satuan kecepatan putar berupa RPM). Tachometer cocok untuk pengukuran benda dengan kecepatan putar yang tinggi. Benda dengan kecepatan putar yang rendah tidak cocok diukur dengan tachometer.

Pengukuran benda yang berputar rendah memerlukan metode tersendiri, Pengukuran benda yang berputar [1] menggunakan metode mikrofon dan komputer, Benda yang berputar diberi potongan kertas dan mikrofon menangkap ketukan saat benda berputar. Ketukan yang terjadi satu kali setiap putaran dan dipakai untuk menghitung perioda. Jiang [2] melakukan pengukuran kecepatan putar yang sangat rendah menggunakan sensor arus eddy. Quo [3] melakukan pengukuran kecepatan putar yang rendah menggunakan metode kisikisi (*grating*) dan membandingkan dengan kisikisi standar. Pengolahan menggunakan bantuan FPGA dan mikrokontroler. Ahmad [4] melakukan pengukuran menggunakan digital tachometer dan pengolah sinyal menggunakan PLL. Suwarno [5] melakukan pengukuran benda yang berputar rendah menggunakan video tracker. Video tracker mampu mengukur untuk benda yang berputar lambat.

Sistem satuan sudut ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem radian berdasarkan radius, satu lingkaran terdapat 2π radian. Pada sistem derajat, satu lingkaran dibagi menjadi 360 derajat. Sedangkan pada sistem gradian, satu lingkaran dibagi menjadi 400 gradian.



Gambar 1. Sistem satuan sudut

Kecepatan putar [6] dihitung dengan persamaan (1) berikut

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \tag{1}$$

Perubahan kecepatan putar akibat adanya percepatan ditunjukkan pada persamaan (2)

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha \cdot \Delta t \tag{2}$$

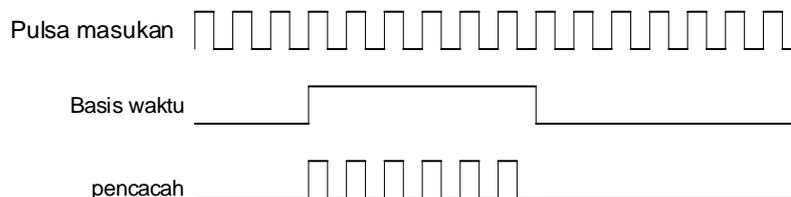
Hubungan antara perioda dengan kecepatan putar ditunjukkan pada persamaan (3)

$$f = \frac{1}{T} \tag{3}$$

Konversi antar kecepatan putar rad/s dengan rpm (*rotations per minute*) dan cps (*cycles per second*) ditunjukkan pada persamaan (4)

$$2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 60 \text{ rpm} = 1 \text{ cps} = 1 \text{ Hz} \tag{4}$$

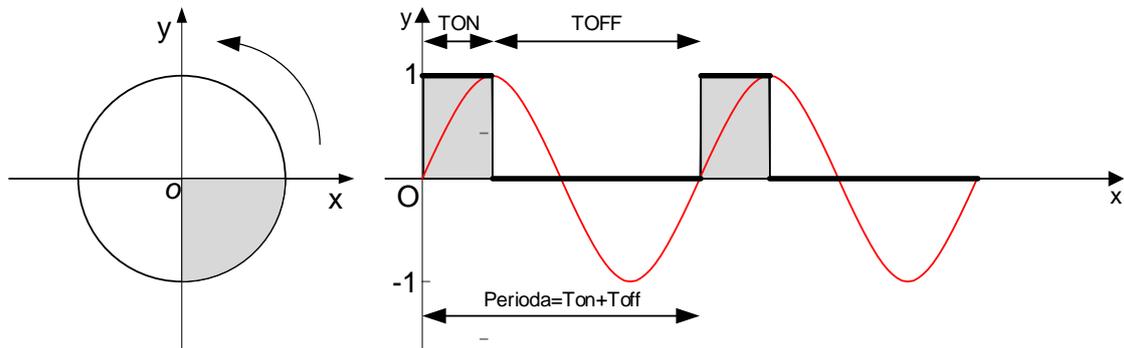
Metode pengukuran kecepatan putar [7] yaitu (1) pengukuran pulsa untuk sejumlah waktu tertentu



Gambar 2. Prinsip pengukuran kecepatan putar berdasarkan pencacahan pulsa untuk sejumlah waktu

Kecepatan putar dihitung berdasarkan banyaknya pulsa persatuan waktu dan dikonversi sesuai dengan persamaan (4)

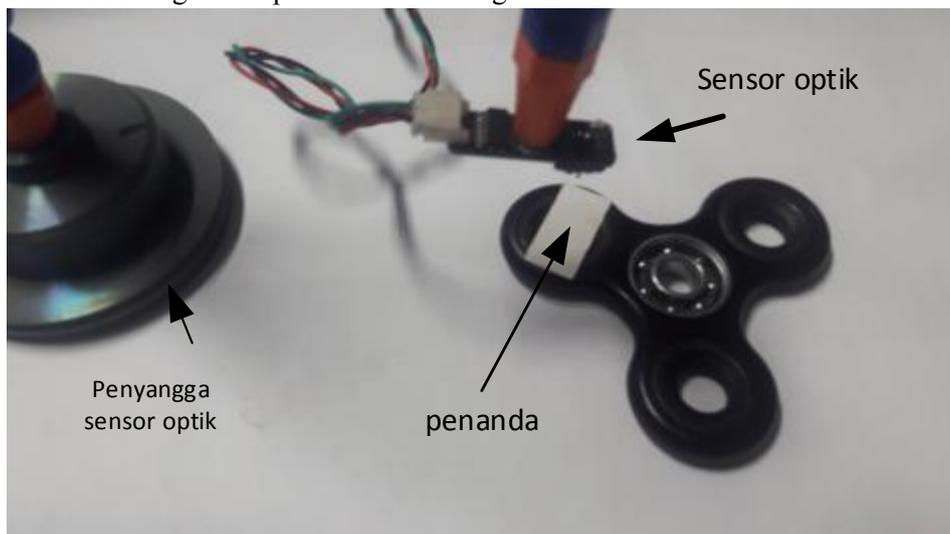
Metode ke 2 yaitu Pengukuran lebar pulsa saat logika tinggi dan saat logika rendah seperti terlihat pada Gambar 3. Periode total merupakan jumlahan T_{on} dan T_{off} . Kecepatan putar dihitung menggunakan persamaan (3)



Gambar 3. Pengukuran kecepatan putar menggunakan metode pengukuran periode

2. Metode Penelitian

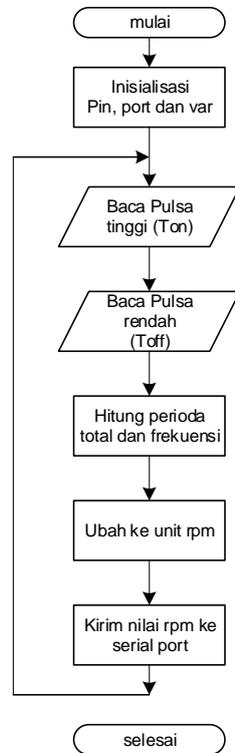
Peralatan yang dibutuhkan antara lain spinner, sensor optik, board Arduino, komputer. Spinner sebagai objek yang akan diukur putarannya diberi tanda berupa potongan kertas putih seperti terlihat pada Gambar 4. Spinner diputar dan sensor diletakkan dengan jarak 1 cm. Saat berada di daerah terang, sensor akan memberikan keluaran berupa logika 1, sedangkan saat berada di daerah gelap sensor akan memberikan keluaran berupa logika 0. Arduino diprogram untuk membaca sensor dan mengirimkan ke layar dalam bentuk angka maupun dalam bentuk grafik.



Gambar 4. spinner dan sensor optik

Diagram alir untuk pengukuran kecepatan putar spinner ditunjukkan pada

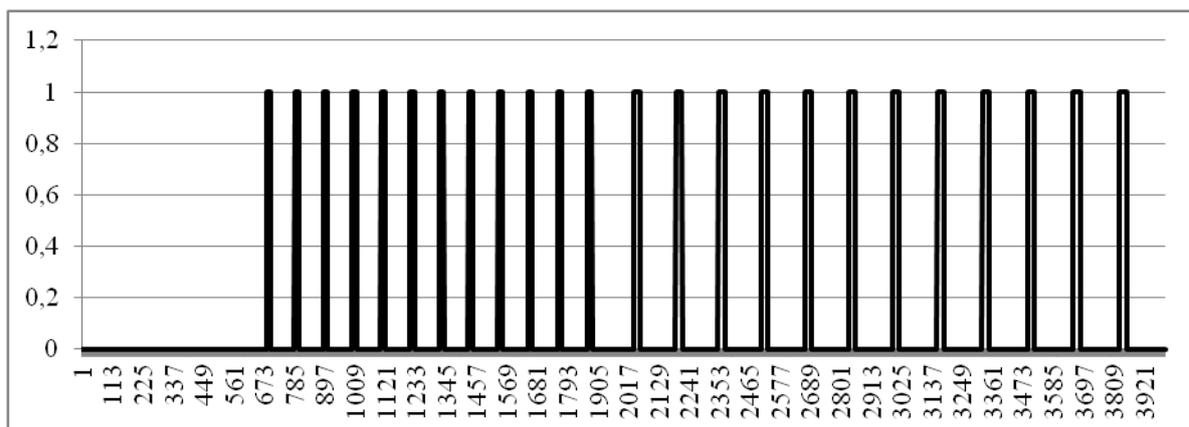
Gambar 5. Diagram alir pengukuran kecepatan putar spinner



Gambar 5. Diagram alir pengukuran kecepatan putar spinner

3. Hasil dan Pembahasan

Gelombang dari sensor optik disajikan pada Gambar 6. **Gelombang dari sensor optik** Keluaran dari sensor optik berupa data digital. Data logika 0 diperoleh dari daerah yang tidak memantulkan cahaya, sedangkan data logika 1 diperoleh dari daerah yang dapat memantulkan inframerah.



Gambar 6. Gelombang dari sensor optik

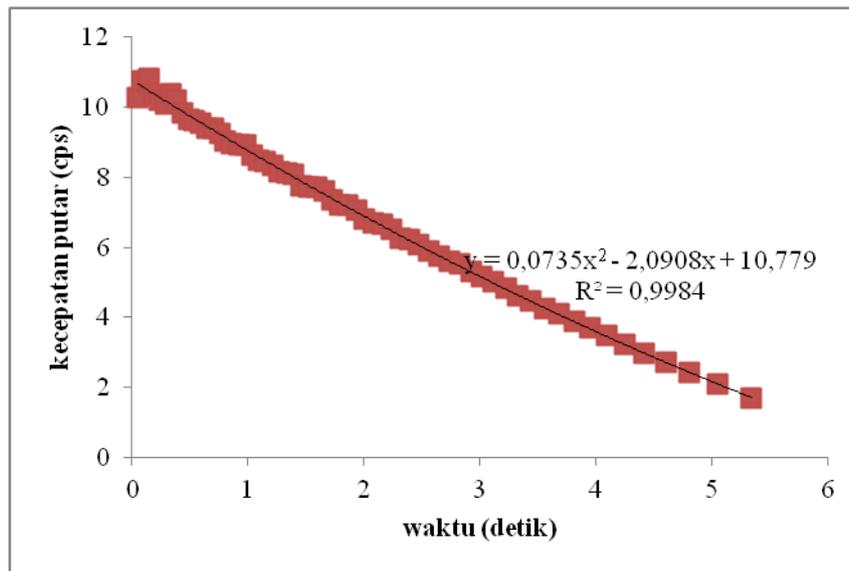
Keadaan keluaran dari sensor dideteksi secara terus menerus dan ditampilkan pada layar serial monitor. Untuk menampilkan dalam bentuk grafik maka pada IDE Arduino dipilih Serial Ploter.

Dengan bantuan dari program tambahan seperti Terminal.exe maka data yang dikirimkan dari Arduino dapat tersimpan dalam bentuk teks. Data dalam bentuk teks memudahkan untuk diolah menggunakan software yang lain seperti MATLAB maupun excel.

Pengukuran logika 1 dilakukan menggunakan perintah : `pulseIn(pin, HIGH)` //dalam satuan mikrodetik

Perhitungan perioda total dilakukan dengan menjumlah Ton dan Toff

Perhitungan kecepatan putar dilakukan dengan persamaan $1000000/\text{Perioda}$ (dalam satuan mikrodetik). Kecepatan putar yang diperoleh dalam satuan cps. Gambar 7 menunjukkan grafik kecepatan putar spinner dalam satuan putaran per detik. Tampak bahwa kecepatan putaran mengalami penurunan. Spinner mengalami perlambatan dan akhirnya berhenti dalam waktu lebih dari 5 detik



Gambar 7. Putaran per detik

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan sebagai berikut

- Penggunaan Arduino memudahkan dalam mengukur dan mencatat hasil. Hasil pengukuran dapat ditampilkan dalam bentuk angka maupun grafik. Data dapat disimpan untuk diolah lebih lanjut.
- Pengukuran waktu menggunakan Arduino perlu dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan hasil yang akurat
- Kecepatan putar Spinner mengalami perlambatan dan dapat terlihat menggunakan alat yang dibuat. Spinner bergerak sampai berhenti membutuhkan waktu lebih dari 5 detik

5. Daftar Pustaka

- [1] Raj M. Misra. (2008). *A Simple Method to Measure the Angular Speed of a Spinning Object*. The Physics Teacher Vol. 46, 97-98.
- [2] Jiang Kuosheng, X. G. (2014). *A simple and reliable sensor for accurate measurement of angular speed for low speed*. Review Of Scientific Instruments 85, 015101.
- [3] GUO Wen-long, Q. Y.-f. (2012). *The measuring method for low rotational speed with the frequency difference generated by radial gratings*. Applied Mechanics and Materials Vols. 182-183 Trans Tech Publications, 1415-1429.
- [4] Ahmad, M. (1984). *A Digital Tachometer for Measurement of low speed*. Proceedings Of The IEEE, Vol. 72, No. 8, August 1984, 1096.

- [5] Suwarno, D. U. (2017). *Analysis of rotating object using video tracker*. Journal of Science and Science Education, 75–80.
- [6] Giancoli, D. C. (2014). *Physics Principles with Applications*. Boston: Pearson Prentice Hall.
- [7] Yuhua Lia, F. G. (2005). *The measurement of instantaneous angular speed*. Mechanical Systems and Signal Processing 19 (2005) 786–805, 786–805.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas pendanaan dari Petrus Setyo Prabowo, MT selaku kaprodi Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma dan semua pihak yang telah memantu penulis sehingga dapat melakukan penelitian dan publikasi.