

# Rancang Bangun Alat Penghitung Frekuensi pada Putaran Benda dengan Menggunakan LED Berbasis Arduino Ethernet Berbantuan Pemrograman C#

Miftahul Husnah<sup>1,a)</sup>, Aflah Zaharo<sup>b)</sup>, Fatriani<sup>c)</sup>, Ulfah Ulmi<sup>2,d)</sup> dan Hendro<sup>3,d)</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Material Energi dan Lingkungan,  
Kelompok Keahlian Fisika Material dan Elektronik,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>2</sup>Kelompok Keahlian Teknik Komputer Jaringan dan Media Digital  
Sekolah Teknik Elektronika dan Informatika, Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>3</sup>Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi,  
Kelompok Keilmuan Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup> miftahulhusnah1403@yahoo.com (corresponding author)

<sup>b)</sup> aflahzaharo1@gmail.com

<sup>c)</sup> fatrianid@gmail.com

<sup>c)</sup> ulfashafaulmi@gmail.com

<sup>d)</sup> hendro@fi.itb.ac.id

## Abstrak

Stroboskop merupakan alat pengukur kecepatan rotasi yang lebih canggih dan tidak memerlukan kontak langsung dengan benda yang akan dihitung, dengan hanya memanfaatkan ilusi optik. Ilusi optik yang dimaksud adalah membuat benda bergerak cepat jadi terlihat seolah-olah melambat atau diam, untuk stroboskop yang terdapat di pasaran saat ini, harganya cukup mahal dan ukurannya besar. Pada penelitian ini telah dilakukan rancang bangun alat penghitung frekuensi putaran benda dengan menggunakan LED berbasis arduino ethernet berbantuan pemrograman C#. Benda yang digunakan untuk dihitung frekuensinya yaitu kipas angin. Untuk mengetahui frekuensi putaran dari kipas angin maka kecepatan kedipan LED harus sama dengan kecepatan putar kipas angin. Pada penelitian ini frekuensi kedipan lampu LED diatur oleh mikrokontroler arduino ethernet melalui potensiometer dan melalui bantuan pemrograman C#. Lampu LED diarahkan ke kipas angin dan diatur frekuensi kedipannya hingga kipas yang bergerak cepat akan terlihat diam. Saat kipas angin yang berputar cepat namun terlihat diam maka dapat diindikasikan bahwa frekuensi pada lampu merupakan frekuensi pada kipas angin tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan bahwa kedipan LED yang diatur oleh potensiometer tidak bisa menghasilkan frekuensi yang liner dan tepat sedangkan pengaturan frekuensi kedipan lampu dengan menggunakan bantuan pemrograman C# menghasilkan frekuensi kedipan lampu yang lebih presisi dan liner serta bantuan pemrograman C# membuat stroboskop lebih efektif dan akurat.

*Kata-kata kunci: C Sharp, Ethernet, Frekuensi, Mikrokontroler, Stroboskop*

## PENDAHULUAN

Setiap benda memiliki keadaan diam dan gerak. Sebuah benda dikatakan bergerak jika benda itu berpindah kedudukan terhadap benda lainnya baik perubahan kedudukan yang menjauhi maupun yang mendekati. Berdasarkan lintasannya, ada benda yang bergerak lurus (translasi) maupun benda yang bergerak melingkar (rotasi). Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menjumpai produk teknologi yang menggunakan gerak rotasi dan gerak melingkar. Pada gerak melingkar, kita mengenal istilah laju putaran yaitu banyaknya putaran yang terbentuk dalam satu satuan waktu.

Aplikasi gerak melingkar erat kaitannya dengan kecepatan sudut, contohnya pada putaran kipas angin. Sebuah benda tegar bergerak rotasi murni jika setiap partikel benda bergerak dalam lingkaran yang pusatnya terletak pada sebuah garis lurus yang disebut sumbu rotasi. Kecepatan benda yang bergerak translasi dapat ditentukan dengan mudah. Sedangkan untuk benda yang bergerak rotasi lambat (masih bisa dilihat oleh panca indera) kecepatannya juga dapat ditentukan dengan mudah. Namun, jika gerak rotasinya sangat cepat maka kecepatannya menjadi sulit untuk dihitung. Keterbatasan dari penglihatan mata manusia membuat kecepatan benda yang berotasi sangat sulit untuk dihitung. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat atau sensor yang dapat mendeteksi kecepatan rotasi benda.



Gambar 1. Takometer DT2234A, optokopler dan stroboskop

Ada beberapa alat penghitung kecepatan rotasi benda yang terdapat di pasaran, misalnya takometer dan optokopler. Alat takometer langsung dihubungkan dengan benda yang ingin diukur. Hasil pengukurannya memungkinkan untuk diakses secara langsung. Namun, terdapat kekurangan yaitu pada saat pengukuran benda yang berotasi harus dihentikan terlebih dahulu. Optokopler merupakan piranti elektronik yang bekerja berdasarkan cahaya yang dipancarkan. Optokopler terdiri dari dua bagian, yaitu *transmitter* yang berfungsi sebagai pemancar cahaya dan *receiver* yang berfungsi menerima atau mendeteksi kehadiran cahaya. Pada aplikasinya optokopler memiliki kemampuan yang cukup teliti dalam menentukan kecepatan rotasi benda karena menggunakan prinsip optik. Kekurangannya adalah dimensi dari optokopler yang kecil sehingga hanya bisa mengukur kecepatan rotasi dari benda yang berdiameter kecil seperti kepingan CD.

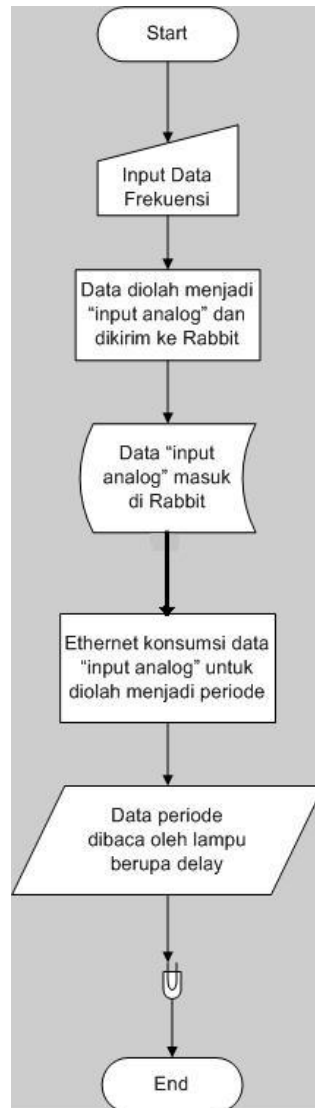
Alat pengukur kecepatan rotasi benda lainnya yang banyak dipasarkan adalah stroboskop. Stroboskop yaitu alat yang memungkinkan untuk mengamati benda yang berotasi dengan memanfaatkan ilusi optik. Dengan ilusi optik dapat membuat benda bergerak cepat jadi terlihat berhenti. Stroboskop merupakan alat pengukur kecepatan yang lebih canggih dan tidak memerlukan kontak langsung dengan benda yang akan dihitung kecepatannya. Sehingga dalam pengukuran tidak perlu menghentikan gerak rotasi benda tersebut. Maka dapat dikatakan bahwa yang paling efisien dalam menghitung kecepatan rotasi adalah stroboskop. Akan tetapi, untuk stroboskop yang terdapat di pasaran saat ini, harganya cukup mahal dan ukurannya besar. Oleh sebab itu, kami ingin merancang sebuah stroboskop yang ukurannya lebih kecil dengan harga yang lebih murah dan kualitas sama dengan stroboskop yang telah ada di pasaran.

Pada penelitian ini awalnya kami akan menggunakan potensiometer untuk mengatur kecepatan kedipan (frekuensi) lampu, selanjutnya kami akan menggunakan pemrograman C# (C Sharp) untuk mengatur frekuensi kedipan lampu, sehingga kedipan lampu yang diarahkan ke benda yang sedang berputar lebih akurat dan presisi.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dibuat sebuah stroboskop untuk menghitung frekuensi putar benda. Adapun syarat benda yang dapat diukur frekuensi putarannya adalah benda yang berotasi  $360^{\circ}$  dengan seluruh permukaannya terlihat atau tidak dihalangi oleh benda lainnya dengan frekuensi putaran yang konstan. Komponen yang digunakan dalam pembuatan stroboskop diantaranya LED Ultrabright sebagai sumber cahaya stroboskop.

Pada percobaan pertama LED dihubungkan dengan Arduino yang berfungsi menerjemahkan perintah melalui potensiometer. Potensiometer yang digunakan dalam percobaan ini adalah potensiometer non-linear. Saat potensiometer diputar maka terjadi perubahan tegangan yang masuk pada analog input, perubahan nilai analog input ini akan memerintahkan Arduino untuk mengatur frekuensi LED berkedip lebih tinggi atau lebih rendah. Spesifikasi dari potensiometer non-linear adalah sulit mengatur tegangan masukan, karena sangat sensitif.



Gambar 2. Diagram alir stroboskop

Selanjutnya, dilakukan percobaan kedua. Pada percobaan kedua LED dihubungkan dengan Arduino Ethernet diterjemahkan melalui program C#. Program C# digunakan untuk mengganti fungsi kerja potensiometer. Dan C# juga berfungsi sebagai GUI (Graphical User Interface). GUI adalah suatu media virtual yang dapat membuat pengguna memberikan perintah tertentu pada komputer tanpa mengetik perintah tersebut, namun menggunakan gambar yang tersedia. Penggantian komponen ini bertujuan untuk membuat tegangan masukan pada analog input dapat diatur lebih akurat dan sesuai keinginan. Jika tegangan input bisa diatur sesuai yang diinginkan, akan lebih besar kemungkinan untuk menghasilkan masukan yang sama dengan frekuensi kipas angin, sehingga akhirnya kipas angin terlihat berhenti.

Frekuensi yang sama antara kedipan LED dengan kecepatan kipas angin bisa diketahui dengan ilusi optik yang ditunjukkan oleh putaran kipas angin, yaitu kipas angin yang awalnya bergerak cepat menjadi terlihat melambat atau berhenti. Jika frekuensi keduanya sudah sama maka dapat disimpulkan bahwa jumlah kedipan

LED permenit (*flash per minute, fpm*) sama dengan kecepatan putaran kipas angin per menit (*round per minute, rpm*).

## HASIL DAN DISKUSI

### Menggunakan Potensiometer

Setelah alat dirangkai, dilakukan uji coba untuk mengetahui nilai input analog yang dihasilkan dari potensiometer dan perioda flash/ kedipan lampu. Hasil pembacaan input analog dan periode kedipan lampu oleh Arduino dengan mengatur potensiometer terlihat bahwa nilai yang didapat tidak linier dan tidak stabil pada posisi potensiometer yang sama sehingga kurang akurat, hal ini dapat terlihat pada gambar data hasil pembacaan dari arduino. Misalnya pada saat yang sama pembacaan kedipan lampu tidak konstan 6 ms, akan tetapi nilainya berubah-ubah. Hal ini menyebabkan kedipan lampu yang dihasilkan tidak konstan frekuensinya, sehingga sulit digunakan pada alat stroboskop yang akan dibuat. Selain itu, dengan menggunakan potensiometer sebagai pengaturan kedipan lampu sangatlah sulit, hal ini dikarenakan nilai frekuensi yang tidak sama untuk setiap putaran potensiometer, dan berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan bahwa dengan posisi putaran potensiometer yang sama menghasilkan frekuensi kedipan yang berbeda jika dilakukan pengulangan yang kedua kalinya. Karena tegangan input kurang bisa diatur sesuai yang diinginkan, kecil kemungkinan untuk menghasilkan masukan yang sama dengan frekuensi kipas angin, sehingga akhirnya kipas angin belum benar-benar terlihat berhenti.

### Menggunakan Pemograman C#

Untuk rangkaian yang menggunakan bantuan pemograman C#, kami menggunakan jenis arduino yang berbeda, yaitu menggunakan arduino ethernet. Setelah alat dirangkai, dilakukan uji coba untuk mengetahui nilai input analog dan perioda flash/ kedipan lampu yang dihasilkan dari nilai masukan yang telah kita tentukan. Hasil pembacaan input analog dan periode kedipan lampu oleh Arduino dengan masukan nilai yang telah kita tentukan pada pemograman C# terlihat bahwa nilai yang didapat linier dan konstan. misalnya pada saat yang sama pembacaan kedipan lampu konstan di 6 ms, hal ini menyebabkan kedipan lampu yang dihasilkan konstan frekuensi kedipannya, sehingga pada rangkaian ini cocok digunakan untuk pembuatan stroboskop ini, karena lebih mudah, sederhana dan akurat.



Gambar 3. Tampilan display masukan frekuensi pada arduino menggunakan C#

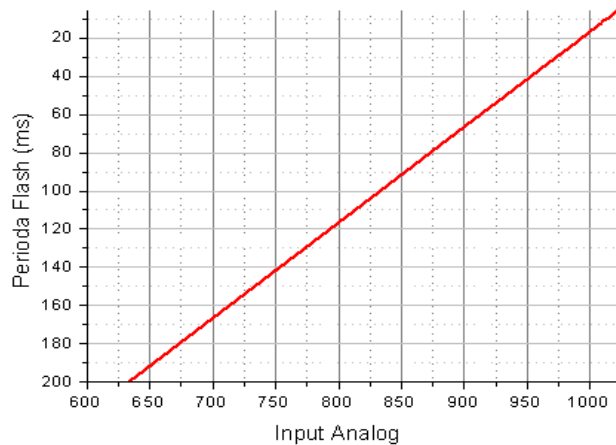
### Frekuensi Kedipan Lampu

Hasil eksperimen dapat digambarkan melalui grafik hubungan antara analog input dengan perioda *flash* LED yang terlihat pada gambar 4. Analog input ( $A_0$ ) merupakan nilai pembagi tegangan yang didapatkan dari masukan yang telah kita tentukan pada pemograman C# sebelumnya sedangkan perioda *flash* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk satu kali gelombang (satu kali on dan satu kali off) kedipan cahaya LED.

Gambar 4 menunjukkan hubungan linear antara analog input dengan perioda *flash* LED. Dari grafik ditunjukkan bahwa perubahan perioda flash bergantung pada nilai yang masuk pada tegangan input. Jika tegangan yang masuk pada analog input sangat kecil atau mendekati nol maka perioda flash juga akan sangat besar sehingga frekuensi kedipan lampu sangat kecil, sehingga delay pada LED lama. Jika nilai tegangan input dinaikkan maka perioda flash juga semakin kecil sehingga frekuensi kedipan lampu semakin besar, terjadilah perubahan kecepatan *flash* per menit (fpm) LED.

Berdasarkan pengujian stroboskop ini nilai frekuensi yang kita masukkan pada display tersedia hasil pemograman C#, akan mengirimkan data ke database yang telah diolah menjadi data input analog, selanjutnya arduino mengambil data pada database, pada arduino data tersebut diolah berdasarkan persamaan

yang telah dibuat pada programnya, hasil olahan dijadikan sebagai waktu delay LED atau kecepatan kedipan pada LED.



Gambar 4. Grafik hubungan input analog dengan periode (s)

Ketika frekuensi kedipan LED sama dengan frekuensi putar kipas angin, maka kipas angin yang awalnya berputar sangat cepat terlihat melambat dan seolah-olah berhenti (diam). Ketika peristiwa ini terjadi, maka dapat dikatakan nilai masukan frekuensi yang kita tentukan tersebut merupakan kecepatan rotasi/ frekuensi putaran kipas angin.

## KESIMPULAN

Stroboskop sebagai alat penghitung frekuensi objek yang berputar dengan sumber cahaya LED berbasis arduino ethernet berbantuan pemrograman C# telah berhasil dibuat. Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa jika frekuensi kedipan LED sama dengan frekuensi putaran kipas angin, maka kipas angin yang bergerak sangat cepat terlihat diam, sehingga dapat disimpulkan kecepatan kedipan LED sama dengan kecepatan putaran kipas angin. Stroboskop dapat bekerja dengan baik ketika menggunakan pemrograman C# dibandingkan jika menggunakan potensiometer dalam mengatur frekuensi kedipan LED, karena kedipan LED yang diatur oleh potensiometer tidak bisa menghasilkan frekuensi yang linier dan stabil, sedangkan pengaturan frekuensi kedipan lampu dengan menggunakan bantuan pemrograman C# menghasilkan frekuensi kedipan lampu yang lebih presisi dan linier, serta bantuan pemrograman C# membuat stroboskop lebih efektif dan akurat.

## REFERENSI

1. Haliday & Resnick, *Fisika Untuk Universitas Jilid 1*, edisi ketiga, Jakarta, Erlangga (1978)
2. A.S. Moris, *Measurements and Instrumentation principles 3rd Edition*, Butterworth-Heinemann (2001)
3. UNEP, *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri Asia*, [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org) (2006)
4. F.V. Veen, *Hand Book of Stroboscopy*, GenRad (1977)
5. Monarch, *Instrument 15 Columbiadrive Amherst, NH 03031 USA*, [www.monarchinstrument.com](http://www.monarchinstrument.com) (2000)
6. Moorshead, R., H.W., dkk, *Newnes Radio and Electronics Engineer's Pocket Book*, Newnes Technical Books (1983)
7. Ehm, Werner dan Jiří Wackermann, *Modeling geometric-optical illusions: A variational approach. Journal of Mathematical Psychology* (2012)
8. Chamizo, Chamizo dan Dulcinea Raboso, *Van der Corput method and optical illusions*, *Indagationes Mathematicae* (2015)
9. Permana, Evan.A. dan Bambang Suprianto, *Dwifungsi Led (Light Emitting Diode) Sebagai Transmisi Optik Informasi Audio Satu Arah Dan Penerangan Ruang*, Surabaya, Universitas Negeri Surabaya
10. kadir, Abdul, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*, Andi, Yogyakarta (2013)
11. Michael Margolis, *Arduino Cookbook*, Beijing, O'relly (2011)