

Design of Piezoelectric Based Energy Saving Public Street Lighting (PJU) Control System

Indra Setiawan¹, Muhammad Fadlan Siregar^{2*}, Habib Satria², Dina Maizana², Moranain Mungkin², Indri Dayana²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

²Teknik Elektro Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

ABSTRACT

The need for electrical energy is increasing, currently more people are using limited natural resources as energy producers such as diesel, coal and others, adding to the burden of street lighting which burns uselessly without any activity, to avoid wasting electrical energy. Therefore, this research takes the topic of designing energy-saving automatic roads using Arduino-based piezoelectricity, by utilizing alternative energy such as piezoelectricity which converts mechanical energy into electrical energy and designing piezoelectricity on the floor so that the mechanical energy generated from motorbikes, cars and footsteps from humans can be utilized, and the need for energy from natural resources will be reduced. The results of experiments that have been carried out show that the parallel circuit piezoelectric prototype configuration is very effective in producing quite large power. Test results for charging the capacitor within 1 minute, the voltage charged to the capacitor was 9.3 V

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat, saat ini lebih banyak yang menggunakan sumber daya alam yang terbatas sebagai penghasil energi seperti solar, batubara dan lain-lain, di tambahnya beban lampu penerangan jalan yang menyala sia-sia tanpa adanya aktifitas, untuk menghindari pemborosan energi listrik. oleh karena itu penelitian ini mengambil topik perancangan jalan otomatis hemat energi dengan piezoelektrik berbasis arduino, dengan memanfaatkan energi alternatif seperti piezoelektrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan merancang piezoelektrik dilantai dengan begitu energi mekanik yang dihasilkan dari kendaraan motor, mobil, dan langkah kaki dari manusia dapat dimanfaatkan, dan kebutuhan akan energi dari sumber daya alam akan berkurang. Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan memperlihatkan bahwa konfigurasi prototipe piezoelektrik rangkaian paralel sangat efektif menghasilkan daya yang cukup besar. Hasil pengujian pengisian kapasitor dalam waktu 1 menit tegangan yang terisi pada kapasitor sebesar 9,3 V.

CONTACT

muhammadfadlansiregar@staff.um
a.ac.id

KEYWORDS

Alternative Energy, Piezoelectricity,
Arduino Uno, Energy Saving, Street
Lights

PENDAHULUAN

Lampu jalan di gunakan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan keselamatan pengguna jalan, lampu jalan yang menerangi jalan di malam hari sehingga mobil, pengendara motor, pesepeda, dan pejalan kaki dapat melihat jalan di depan dengan jelas. Lampu jalan juga mempercantik suatu desa atau perkotaan dengan pencahayaan yang nyaman di mata, sehingga akan berdampak baik bagi suatu desa atau perkotaan untuk meningkatkan perekonomian yang ada di desa atau perkotaan tersebut.

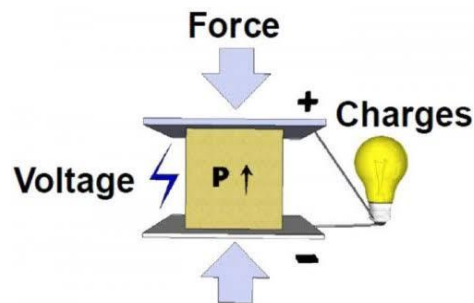
Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328. Piranti ini dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat di implementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini.

Piezoelektrik berasal dari kata latin piezin yang artinya ditekan dan piezo yang artinya didorong. Pada tahun 1880an bahan dari piezoelektrik ditemukan oleh Jacques dan Pierre Curie untuk perama kalinya. Karena makna dari kata piezo itu adalah ditekan, maka piezoelektrik akan bereaksi pada saat material dari piezoelektrik mendapatkan tekanan mekanik. Jacques dan Pierre menggabungkan ilmu pengetahuan mereka tentang piroelektritas, maksud dari piroelektritas sendiri adalah kemampuan dari bahan-bahan tertentu untuk menghasilkan sebuah energi listrik pada saat bahan-bahan itu didinginkan atau dipanaskan dengan menambahkan pemahaman akan perilaku dan struktur sebuah bahan kristal.

METODOLOGI

Rangkaian paralel adalah rangkaian yang memiliki lebih dari satu jalur tempat arus listrik mengalir dari sumber arus listrik. Pada Gambar 2.6 dijelaskan bahwa rangkaian piezoelektrik secara paralel disusun dengan cara menggabungkan semua bagian positif dari piezo menjadi satu dan juga menghubungkan semua bagian negatif piezo menjadi satu juga. Untuk dayanya jumlah total daya yang masuk pada suatu titik percabangan merupakan penjumlahan daya yang keluar pada setiap titik percabangan tersebut.

Contoh pemanfaatan penggunaan dari piezoelektrik sudah diterapkan, seperti yang diterapkan pada stasiun kereta api listrik East Japan Rainway Company (JR East). Pada stasiun tersebut piezoelektrik dapat menghasilkan energi potensial yang cukup besar dan bahkan bisa digunakan untuk sumber tegangan tinggi (seperti gambar 1)..



Gambar 1. Prinsip Kerja Piezoelektrik

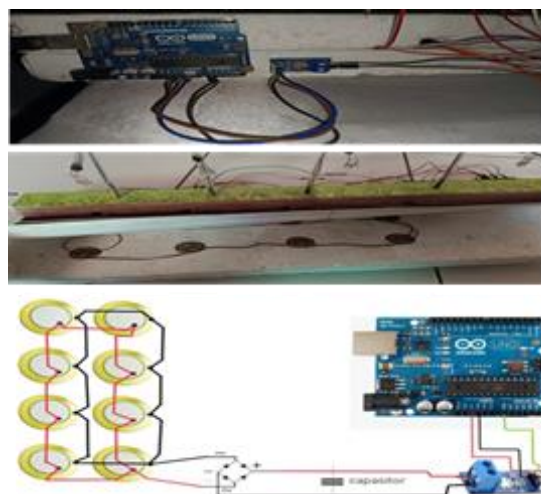
Selain baterai, kapasitor juga bisa dijadikan sebagai media penyimpanan, karena alat yang di buat dalam bentuk prototipe sehingga daya yang dihasilkan cukup kecil, sehingga media penyimpanannya bisa diaplikasikan menggunakan kapasitor. Suatu kapasitor dengan kapasitansi C bila dihubungkan dengan suatu sumber tegangan V maka setelah beberapa waktu akan terisi oleh muatan:

$$Q = C.V$$

Dimana: Q = Jumlah muatan listrik (Coloumb)
 C = Kapasitas Kondensator (Farad)
 V = Tegangan Listrik (Volt)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip kerja rangkaian sensor infrared Adalah ketika cahaya infra merah diterima oleh fototransistor maka basis fototransistor akan mengubah energi cahaya infra merah menjadi arus listrik sehingga basis akan berubah seperti saklar (swith closed) atau fototransistor akan aktif (seperti gambar 2).



Gambar 2. Instalasi Pengujian Sensor Infrared dengan LED

Pada gambar 2 diatas bisa dilihat 5V sebagai sumber tegangan untuk sensor infrared dan analog dari pin A1,A2,A3, dan A4 pada Arduino Uno difungsikan sebagai inputan dari sensor infrared. Dari ke empat sensor ini nantinya akan di uji dengan empat buah lampu LED, Berikutnya akan dilakukan pengcodingan untuk menguji berhasil atau tidaknya instalasi pada sensor infrared dengan LED.

Pada saat keadaan sensor infrared tidak terhalang atau tidak menutupi infrared program pada arduino dalam keadaan LOW atau belum bekerja dan lampu LED dalam keadaan LOW juga atau tidak hidup dan Ketika sensor infrared tertutupi oleh benda didepannya maka program akan membaca HIGH atau infrared akan bekerja dan lampu LED Dalam keadaan HIGH atau lampu akan hidup. Hasil akhir dari pengujian ini adalah setiap sensor yang mendeteksi benda yang lewat didepanya akan mengirimkan sinyal ke arduino, seterusnya arduino akan menghidupkan led dan jika sensor tidak mendeteksi benda maka led akan mati.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Infrared

Kondisi	Output Sensor
Tidak Terhalang Benda	Lampu LOW
Terhalang Benda	Lampu HIGH

Prinsip kerja LDR sangat sederhana tak jauh berbeda dengan variable resistor pada umumnya. LDR dipasang pada berbagai macam rangkaian elektronika dan dapat memutus dan menyambungkan aliran listrik berdasarkan cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya akan menurun, dan sebaliknya semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin membesar.

Pengujian Instalasi Dengan Arduino Uno Pada Piezoelektrik Dan Sensor Tegangan

Prinsip kerja piezoelektrik Ketika piezoelektrik mengalami tekanan yang disengaja, maka akan menghasilkan gaya listrik pada bidang piezoelektrik sehingga akan menghasilkan tegangan listrik pada kedua bagian tersebut. Secara lebih mudah dapat dikatakan bahwa prinsip kerja piezoelektrik akan menghasilkan gerakan mekanis berupa getaran suara ketika kedua bidang pada piezo dialiri arus listrik. Sebaliknya ketika bidang piezo diberikan tekanan berupa ketukan maka energi mekanik tersebut akan diubah menjadi energi listrik.

Sensor tegangan dikalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat dengan melihat nilai resistornya setelah itu Pada saat piezoelektrik di tekan maka piezoelektrik akan menghasilkan tegangan dan Sensor Tegangan akan mendeteksi tegangan yang dihasilkan piezoelektrik dan akan menampilkan tegangan di serial monitor. Hasil akhir dari pengujian ini adalah ketika piezoelektrik ditekan maka sensor tegangan akan mendeteksi adanya tegangan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Piezoelektrik Dengan Sensor Tegangan

Kondisi	Output Sensor
Piezoelektrik di tekan	Menampilkan tegangan
Piezoelektrik tidak di tekan	Tidak menampilkan tegangan

Pengujian Prototipe Rangkaian Paralel Dengan Berat Benda (Pasir)

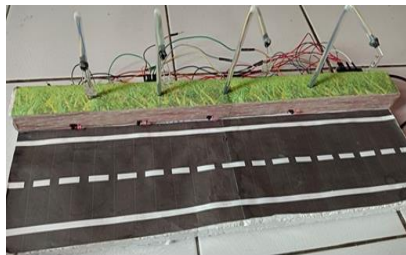
Pengujian dan pengambilan data keluaran tegangan dan arus pada rangkaian paralel dengan beban pasir pengambilan data dengan cara meletakkan pasir pada bagian atas prototipe selama sekitar 1-2 detik dan kemudian diangkat kembali

Tabel 4. Pengujian Rangkaian Paralel Dengan Berat Benda (Pasir)

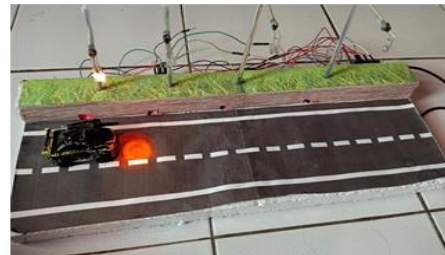
Berat	Tegangan (VDC)	Arus (μA)	Daya (μW)
2kg	0,3	1	0,3
4kg	0,5	7	3,5
6kg	1,2	18	21,6
8kg	1,4	38	53,2
10kg	1,6	57	91,2

Tabel 5. Pengujian Waktu Pengisian Kapasitor Dengan Dioda Bridge

Waktu (s)	Tegangan (V)
10	2,3
20	4,6
30	6,4
40	7,8
50	8,9
60	9,3



(a)



(b)

Gambar a. Kondisi ketika tidak ada mobil melintas sensor LDR dalam keadaan terang atau tidak gelap
Gambar b. kondisi saat mobil melewati sensor infrared



(c)



(d)

Gambar c. Kondisi ketika ada mobil melintas sensor LDR dalam keadaan terang atau tidak gelap
Gambar d. letak posisi pada piezoelektrik

KESIMPULAN

1. Pada perancangan alat ini piezoelektrik hanya digunakan pada saat ketika keadaan darurat seperti ketika terjadinya gangguan pada sumber listrik dari PLN
2. Pada perancangan alat ini sensor infrared digunakan sebagai sensor jarak dengan kemampuan jarak tertentu.
3. Pada pengujian yang dilakukan, apabila setiap sensor mendeteksi adanya kendaraan maka lampu akan hidup
4. Pada penerapan alat ini, penggunaanya bisa di pakai pada jalan satu arah saja dikarenakan keterbatasan jarak jangkauan sensor.

REFERENSI

- Ahmad Setiawan¹, J. M. (2023). Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Jalan Berbasis Internet Of Things. Infotech journal.
- Alfian Ma'arif, M. A. (2023). Panduan Belajar Arduino dan Sensor untuk Pemula. Penerbit UHB Press.
- Deni Almanda¹, E. D. (2016). Pengujian Desain Model Piezoelektrik PvdF Berdasarkan Variasi Tekanan. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- Dermawan Zebua¹, D. K. (2019). Desain dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan Menggunakan Piezoelectric Disk. TECNOSCIENZA.
- Diana Rahmawati, M. U. (2018). Lantai Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik dengan Buck Converter LM2596. Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI).
- Dimas Ramadhan Putra^{1*}, J. S. (2018). Energi Alternatif Melalui Getaran Beban Mekanis. Seminar Nasional TEKNOKA ke - 3, Vol. 3.
- Elfi Yulia, E. P. (2016). Polisi Tidur Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Energi Mekanik Kendaraan Bermotor. J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst) Vol 8 (1).
- Ery Diniardi¹, S. A. (2018). Analisis Daya Piezoelektrik Model Hybrid Solar Cell-Piezoelektrik Skala Rendah. jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek.
- Fahad Hermawan Widodo¹, M. R. (2017). System Design And Monitoring Current Power Generated by Piezoelectric Floor for. e-Proceeding of Engineering : Vol.4, .
- Indra Roza, A. Y. (2020). Implementasi Alat Pendeteksi Getaran Bantalan Motor Induksi Pada. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro.
- M. Imbarothur Mowaviq¹, A. J. (2018). Lantai Permanen Energi Listrik Menggunakan. Jurnal energi & kelistrikan.
- Muhammad Nurkhalis Agriawan¹, a. S. (2021). Prototype Sistem Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno. Jurnal Fisika dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC).
- RAMADAN, M. A. (2016). Pemanfaatan Piezoelektrik Pada Monorail Sebagai Sumber Energi Listrik Di Pelabuhan. FINAL PROJECT – ME-141501.
- Reggya Mayang Ratih¹, M. I. (2020). Powerbank Piezoelektrik Menggunakan Tekanan Tangan. Emitor: Jurnal Teknik Elektro Vol. 20 No.
- Rellinga Frendy Pradistia^{*}, D. A. (2022). Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi. EMITOR: Jurnal Teknik Elektro.
- Taufik Tauladan ¹, F. L. (2017). Sistem Kendali Otomatis Hemat Energi Pada Lampu. INFORMATICS FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS, Vol.1, No. 2.