

Disain dan Pembuatan Pembangkit Listrik Mandiri Pada Sandal Penyandang Tunanetra

Fathiyah Fairuz Salsabila¹, Ajat Sudrajat^{1*}, Hari Hadi Santoso¹, V. Vekky Ronald Repi¹

¹Program Studi Teknik Fisika, Universitas Nasional, Jakarta.

*Korespondensi penulis: ajatsudrajat2@yahoo.com

(Received: 11-11-2021, Revised: 22-11-2021, Accepted: 27-11-2021)

Abstract. *The sense of sight is a sense that is needed by humans, humans rely on this sense to receive information. But not all humans are born with normal conditions, there are some who are born with abnormal conditions such as blind people who lose sight from birth or experience blindness. Several studies have been carried out previously with the development of existing technology, many researchers are making and designing blind devices using sensors. However, until now the existing visually impaired navigation tools still use electrical energy sources that can be consumed from batteries. Therefore, in this study, a navigation tool for visually impaired people was designed using a piezoelectric electrical energy source. The design of the tool, using 4 pieces of piezoelectric chips connected in series on this navigation sandal. Apply pressure to your feet to generate energy. The design of the tool begins with the construction of the energy harvesting section where the piezoelectric generator is placed. Energy distribution section which includes boost converter, charging module, and battery components. The last part is the navigation system which consists of an ultrasonic sensor HC-SR04 which is connected to the IC NE555 and an actuator in the form of a vibrator motor cell. Based on the results of the research, the energy harvesting system made was successfully used to power electronic devices such as IC NE555, ultrasonic sensor HC-SR04, and vibrator. The energy harvester can produce an average output voltage of 9.57V and an average charging current of 12.7mA, so that the power generated is 0.122Watt and the navigation system on this sandal is successful in using the NE555 IC which functions as a frequency generator from the HC ultrasonic sensor. SR04 without using any programming with a success rate of 96%.*

Keywords: *piezoelectric generator, mechanical pressure, energy harvester, navigation tool.*

Abstrak. Indra penglihatan adalah indra yang sangat dibutuhkan manusia, manusia mengandalkan indra ini untuk menerima informasi. Tetapi, tidak semua manusia terlahir dengan kondisi yang normal ada beberapa yang terlahir dengan kondisi tidak normal seperti halnya dengan penyandang tunanetra yang kehilangan penglihatannya sejak lahir atau *blindness*. Pada penelitian ini dirancang alat navigasi untuk penyandang tunanetra menggunakan sumber energi listrik yang berasal dari piezoelektrik. Rancang bangun alat, menggunakan 4 keping piezoelektrik yang dihubungkan secara seri pada sandal navigasi ini. Perancangan alat dimulai dengan pembuatan konstruksi bagian pemanen energi yang didalamnya diletakan piezoelectric generator. Bagian penyalur energi yang didalamnya terdapat komponen boost converter, modul charging, dan baterai. Bagian terakhir yaitu sistem navigasi didalamnya terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang terhubung dengan IC NE555 dan aktuator berupa *cell motor vibrator*. Berdasarkan Hasil Penelitian sistem pemanen energi yang dibuat berhasil digunakan untuk menghidupkan daya perangkat elektronik seperti IC NE555, Sensor Ultrasonik HC-SR04, dan Vibrator. Pemanen energi dapat menghasilkan tegangan keluaran rata-rata sebesar 9.57V dan arus pengisian rata-rata sebesar 12.7mA, sehingga daya yang dihasilkan sebesar 0.122Watt dan sistem navigasi pada sandal ini berhasil untuk menggunakan IC NE555 yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi dari sensor ultrasonik HC-SR04 tanpa menggunakan pemrograman apapun dengan tingkat keberhasilan sebesar 96%.

Kata kunci: generator piezoelektrik, tekanan mekanik, pemanen energi, alat navigasi.

PENDAHULUAN

Indra penglihatan adalah indra yang sangat dibutuhkan manusia, manusia mengandalkan indra ini untuk menerima informasi, adapun informasi selebihnya diterima melalui panca indra yang lain [1]. Dengan itu maka, kita dapat memahami jika manusia mendapatkan gangguan pada indra penglihatan, maka untuk beraktivitas akan terjadi gangguan dan untuk bergerak pun terbatas, dikarenakan informasi yang mereka peroleh akan berkurang jika dibandingkan dengan mereka yang berpenglihatan normal. Menurut estimasi Kementerian Kesehatan RI jumlah tunanetra Indonesia total tunanetra di Indonesia tahun 2017 ±3,7 Juta dari perkiraan penduduk Indonesia yang berjumlah 250 juta jiwa [2]. Untuk saat ini, penyandang tunanetra banyak menggunakan alat bantu jalan berupa anjing terlatih atau tongkat untuk membantu meningkatkan kemandirian dan keamanan pada saat berjalan. Namun tongkat yang ada pada saat ini belum sepenuhnya membantu permasalahan yang dihadapi penyandang tunanetra [3]. Dengan mempunyai informasi yang cukup terhadap jalur perjalanan yang akan di lewati. Penyandang tunanetra dapat lebih nyaman untuk bernavigasi pada lingkungan yang belum dikenal [4].

Dari beberapa penelitian sebelumnya dilakukan oleh Arminda dkk. (2011) berbentuk sepatu yang dipasang oleh sensor ultrasonik dengan mikrokontroler ATmega 16 dan 8 sebagai pengendaliannya dengan indikator berupa suara [1]. Yang lainnya dilakukan oleh Al-Hasan dkk., (2017) membuat Alat bantu Jalan berbentuk ikat pinggang yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler arduino uno yang di tenagai oleh baterai 9V mengeluarkan output berupa getaran [5]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Fergiyawan (Fergiyawan, Andriyana dan Darussalam, 2018) dan Indra (Indra et al., 2019) dimana alat yang dibuat oleh fergiyawan berbentuk sistem yang mengindikasikan keberhasilan alat penyandang tunanetra mendeteksi menggunakan arduino [6] sedangkan alat yang dibuat indra dkk berbentuk tongkat menggunakan mikrokontroler arduino [7].

Berdasarkan kelemahan serta kekurangan pada penelitian sebelumnya, dibutuhkan suatu sistem energi mandiri pada alat navigasi jalan tersebut tanpa adanya pergantian berulang pada baterai jika sudah habis dayanya. maka, peneliti mengaplikasikannya pada sebuah sandal dengan memanfaatkan pemanen energi dari tekanan yang diberikan oleh langkah kaki ketika berjalan menggunakan bahan Piezoelektrik (PZT) untuk memanen energinya [10], [11], [12]. Melihat pentingnya kepraktisan alat bantu navigasi yang dibutuhkan penyandang tunanetra, penulis melihat urgensi dalam hal ini untuk berinovasi membuat sebuah pembangkit listrik piezoelektrik mandiri pada sandal navigasi penyandang tunanetra,.

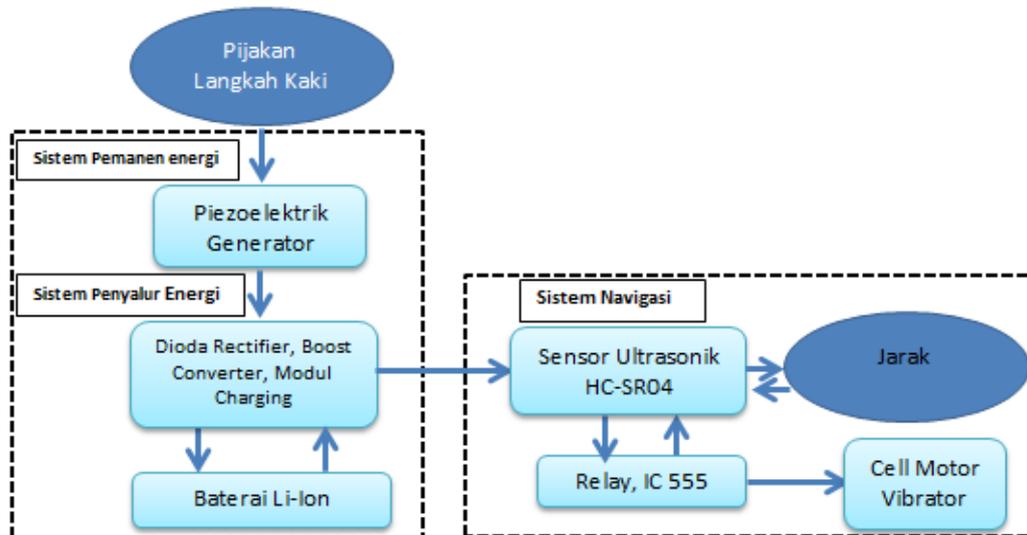
METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan Sandal Navigasi untuk tunanetra dengan sumber daya piezoelektrik mandiri ini terdiri dari tiga bagian, yaitu perancangan pemanen energi, penyaluran energi, dan Sistem Navigasi. Perancangan pemanen energi berupa konstruksi *piezoelectric generator* yang terdiri dari beberapa keping piezoelektrik. Pada perancangan penyaluran energi meliputi pembuatan rangkaian komponen yang terdiri dari rangkaian penyearah dioda *rectifier*, *boost converter*, modul *charging* dan integrasinya dengan baterai Li-Ion. Pada Sistem Navigasi meliputi pembuatan rangkaian komponen yang terdiri dari *Relay* yang terintegrasi IC NE555 yang diteruskan ke sensor ultrasonik HC-SR04 dengan indikator *cell motor vibrator*.

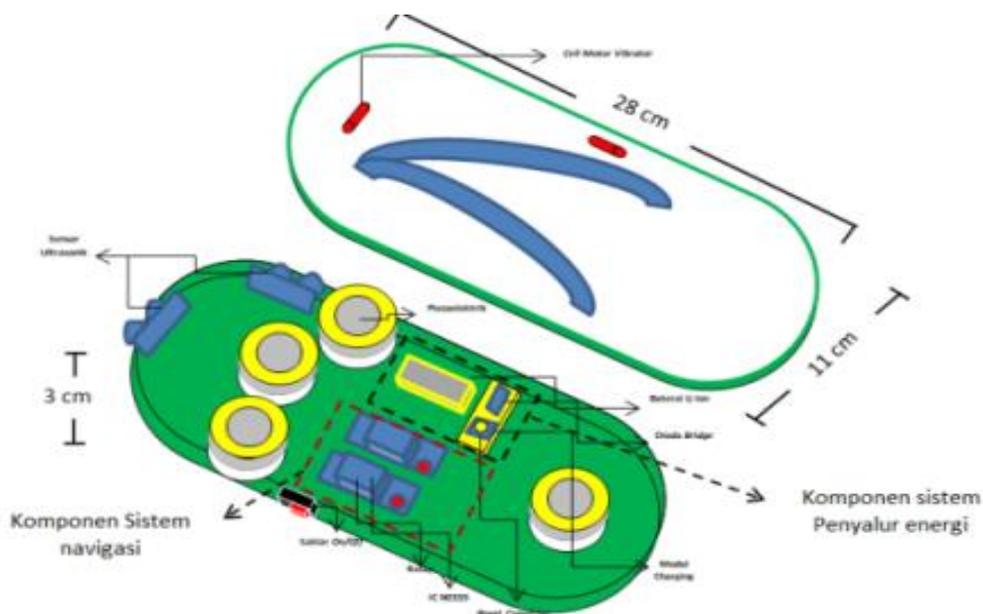
Perancangan pemanen energi

Rancangan generator piezoelektrik berupa pegas berbentuk tabung, dan disesuaikan dengan diameter keping piezoelektrik. Keping piezoelektrik yang digunakan memiliki ukuran 20mm x 20mm sebanyak 4 buah pada masing-masing sandal. Oleh karena itu, panjang dan diameter dari piezoelectric generator berupa pegas di rancang dengan ukuran panjang pegas kurang lebih 12mm dan diameter kurang lebihnya 10 mm untuk masing-masing titik.

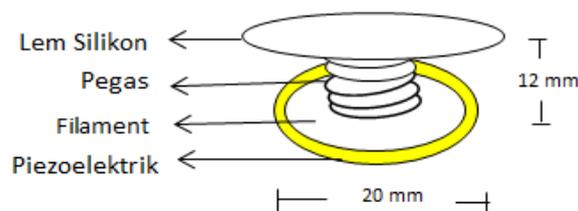
Berfungsi untuk dapat menjaga banyaknya getaran keping piezoelektrik di tiap titik agar getaran yg dihasilkan selalu tinggi dan sering maka dirancanglah sebuah pegas.



GAMBAR 1. Diagram blok sistem pembangkit listrik pada sandal.



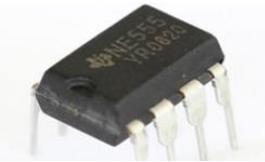
GAMBAR 2. Desain konstruksi alat keseluruhan.

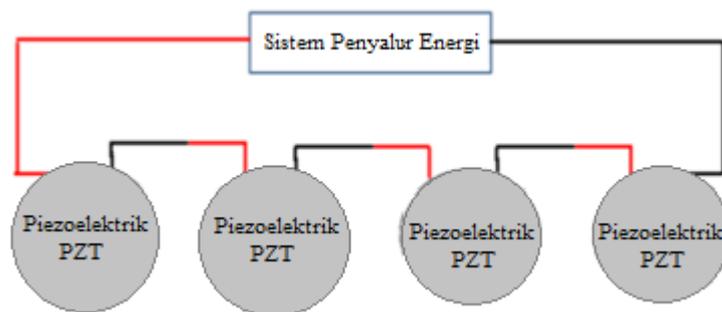


GAMBAR 3. Konfigurasi generator piezoelektrik.

Dari 4 titik penempatan piezoelektrik di tiap-tiap sandal agar mendapat tekanan maksimal yang diberikan dari aktivitas berjalan manusia di letakan 1 keping piezoelektrik di tiap titik penempatan yang terhubung dengan pengkabelan secara seri untuk mendapatkan outputan nilai tegangan yang besar.

TABEL 1. Divais elektronik yang digunakan

Keping Piezoelektrik	
Sensor Ultrasonik HCSR04	
IC NE555	
Cell motor vibrator	



GAMBAR 4. Konfigurasi terangkai seri keping piezoelektrik.

Perancangan penyaluran energi

Rangkaian komponen penyaluran energi ditempatkan menjadi satu dengan rangkaian pemanen energi dan Sistem Navigasi yang berada di tengah diantara sol karet sandal. Ukuran disesuaikan dengan komponen-komponen yang akan diletakkan didalamnya dengan melubangi bagian karet sesuai dengan bentuk komponen. Adapun pada rangkaian komponen penyaluran energi ini berisikan rangkaian penyearah dioda *rectifier*, *boost converter*, modul *charging*, serta baterai *Li-Ion*.

Perancangan sistem navigasi

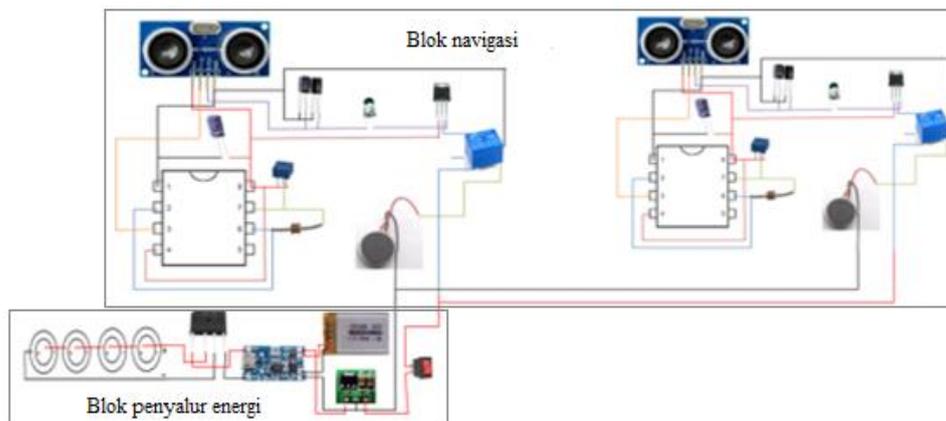
Sistem Navigasi dirancang menggunakan IC NE555 yang terintegrasi dengan relay dan komponen elektronika lainnya yang akan menjalankan Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi adanya penghalang yang sinyal masukannya akan diteruskan ke vibrator dan dapat dirasakan oleh penyandang tunanetra getarannya. IC NE555 digunakan untuk pengganti dari mikrokontroler yang menjadikan daya yang digunakan akan lebih sedikit dengan tanpa adanya pemrograman yang dilakukan. Untuk setiap sandal terdapat dua sensor yang akan mendeteksi pada bagian depan dan samping baik itu sebelah kanan ataupun kiri, maka dari itu *wiring connection* terhubung masing-masing untuk setiap sensor ultrasonik HC-SR04. Pada komponen rangkaian navigasi ini berisikan sensor ultrasonik HC-SR04, IC NE555, relay, *cell motor vibrator*, kapasitor, transistor, resistor, trimpot, dan led.



GAMBAR 5. Proses Perangkaian sistem Navigasi pada Sandal

Perakitan Komponen

Perakitan Komponen yakni dimulai dari Menghubungkan semua sistem yang meliputi sistem pemanen energi, sistem penyalur energi dan sistem navigasi yang di satukan melalui pengkabelan dengan mensoldernya agar terhubung satu sama lainnya untuk masing-masing sistem, semua komponen dihubungkan lalu ditempatkan di tengah bagian sol sandal yang sudah dilubangi sesuai bentuk dan ukuran tiap komponennya.



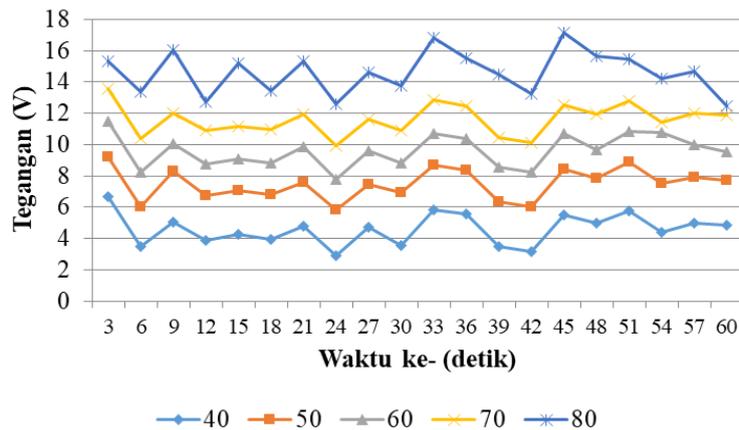
GAMBAR 6. Wiring connection keseluruhan sistem.

Sistem yang telah dihubungkan pengkabelannya yaitu sistem pemanen energi, sistem penyalur energi, dan sistem navigasi dilakukan pengujian untuk mengetahui komponen telah berfungsi atau tidak dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tegangan keluaran generator piezoelektrik.

Dari hasil pengujian, tegangan keluaran berubah-ubah dengan batasan tertentu dimana dari kelima beban menghasilkan nilai tegangan berkisar 2V – 16V. Dari pengujian ini, dapat diketahui bahwa semakin besar massa beban yang diberikan. Maka, akan semakin tinggi tegangan yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan prinsip dari piezoelektrik yang dapat mengubah energi mekanik, dalam hal ini tekanan yang diberikan oleh seseorang yang memiliki massa tubuh, menjadi energi listrik. Dengan batas minimum beban yang mampu diterima oleh piezoelektrik generator sebesar 40Kg, kurang dari itu piezoelektrik tidak dapat menghasilkan tegangan yang cukup untuk dialirkan ke sistem navigasi. Dan dengan batas maksimum beban yang mampu diterima oleh piezoelektrik generator sebesar 80Kg, lebih dari itu material piezoelektrik bisa rusak/patah. Pada gambar 7 adalah pengujian tegangan yang dihasilkan dari variasi beban.



GAMBAR 7. Grafik pengujian tegangan generator piezoelektrik.

Hasil pengujian daya piezoelektrik generator

Hasil pengukuran Tegangan dan Arus yang mengalir pada beban saat diberikan tekanan langkah kaki adalah sebesar 9.57V dan 12.7mA yang merupakan hasil rerata dari nilai tegangan dan arus yang dihasilkan selama 60 detik per 3 detik pengambilan data Dengan menggunakan persamaan (1) maka daya yang dapat dihasilkan oleh piezoelectric generator.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Maka daya diperoleh $P = 9.57V \times 0.0127A$, sehingga $P = 0.122Watt$

Analisis pengujian pemanenan energi

Berdasarkan hasil pengujian tersebut diketahui bahwa tegangan rata-rata selama diberikan tekanan nalngkah kaki bernilai 9.57V dengan rata-rata arus sebesar 12.7mA. Daya yang dihasilkan selama pengujian berlangsung berkisar 0.122Watt.

TABEL 2. Hasil pengujian pemanenan energi

Tegangan rata- rata (V)	Arus pengisian rata- rata (mA)	Daya (Watt)
9.57	12.7	0.122

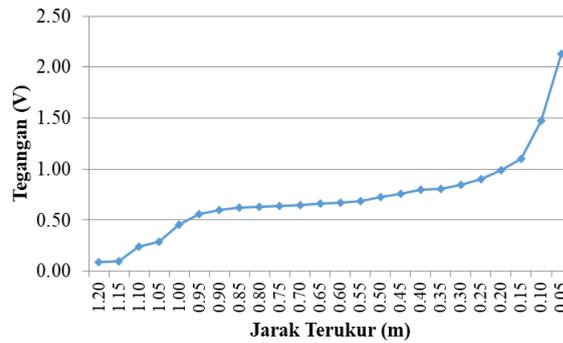
Dari hasil pengujian pada tabel 2, dapat diperhitungkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai hingga kondisi penuh. Dengan menggunakan persamaan (2) maka waktu yang dibutuhkan baterai mencapai kondisi penuh ketika sandal navigasi diberikan Tekanan Langkah kaki saat beraktivitas.

$$Q = I \cdot t \quad (2)$$

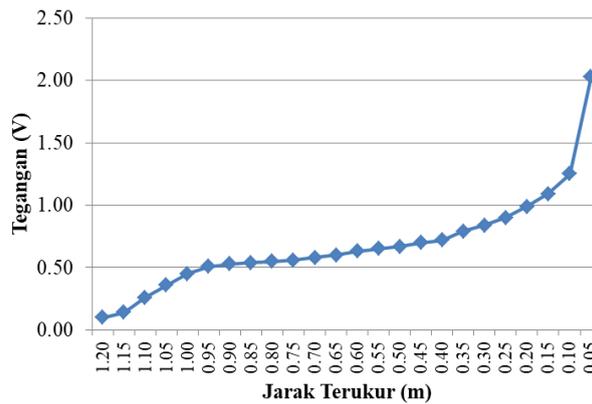
dimana $t = Q / I$, dimana $t = 450 \text{ mAh} / 12.7 \text{ mA}$ sehingga wktu yang dibutuhkan baterai mencapai kondisi penuh yaitu $t = 35 \text{ jam}$ atau 1 hari 11 jam.

Pengujian Kemampuan Sensor Ultrasonik Mendeteksi Penghalang

Pada gambar 8 dan 9 menunjukkan bahwa grafik pengujian kemampuan sensor ultrasonik dalam mendeteksi adanya penghalang dari hasil pengambilan data di 24 titik pengujian dapat diketahui bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 mulai mendeteksi ketika jarak benda berada 1meter didepan sensor. Semakin dekat benda terhadap sensor maka semakin kencang getaran vibrator. Hali ini di tunjukkan dengan semakin tingginya nilai tegangan pada vibrator. Fungsi dari penempatan sensor ini yaitu agar pendeteksian objek/penghalang dapat dilakukan dari arah depan maupun samping sendal. Dengan banyaknya arah yang dapat terdeteksi oleh sensor baik itu arah depan maupun samping. Maka, akan memaksimalkan perjalanan navigasi penyandang tunanetra khususnya dalam pendeteksian rintangan/halangan.



GAMBAR 8. Grafik pengujian kemampuan sensor ultrasonik bagian depan sandal.



GAMBAR 9. Grafik pengujian kemampuan sensor ultrasonik bagian samping sandal.

Pengujian pengisian beban sistem navigasi

Pengisian daya pada Sistem Navigasi mampu menghidupkan perangkat elektronik selama kurang lebih 1100 menit. Besarnya arus pengisian yang diberikan mencapai arus maksimum dari sistem, yakni sebesar kurang lebih 22mA ketika saklar terhubung.

TABEL 3. Hasil pengujian pengisian beban.

Jenis beban	Penghidupan beban		Waktu daya beban hidup (menit)
	Arus saat saklar terputus (mA)	Arus saat saklar terhubung (mA)	
Sensor Ultrasonik HC-SR04	±1	±22	±1100

Dari hasil pengujian pada tabel 3, dapat diperhitungkan tingkat keberhasilan dari sistem navigasi yang telah dibuat. Dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh tingkat keberhasilan yaitu $24/25 \times 100\% = 96\%$. Tingkat keberhasilan ini menunjukkan bahwa sandal yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Tingkat keberhasilan yang tinggi menunjukkan bahwa sandal tersebut mampu mendeteksi adanya benda atau penghalang dengan baik.

KESIMPULAN

Telah dibuat pembangkit energi listrik mandiri pada alas kaki dengan menghasilkan tegangan keluaran rata-rata sebesar 9.57V dan arus pengisian rata-rata sebesar 12.7mA. Pembangkit energi yang dibuat berhasil digunakan untuk menghidupkan daya perangkat elektronik seperti IC NE555, sensor ultrasonik HC-SR04, dan vibrator. Daya listrik yang dapat dihasilkan sebesar 0.122Watt menggunakan 4 keping piezoelektrik jenis PZT yang terhubung secara seri. Sistem navigasi pada sandal ini menggunakan IC NE555 yang

berfungsi sebagai pembangkit frekuensi dari sensor ultrasonik HC-SR04 tanpa menggunakan pemrograman apapun dengan tingkat keberhasilan sebesar 96%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. W. Arminda, A. Hendriawan, R. Akbar and L. Sulistijono, "Desain Sensor Jarak dengan Output Suara Sebagai Alat Bantu Jalan bagi Penyandang Tunanetra," *Jurnal Jurusan Teknik Elektronika*, pp. 1-10, 2011.
- [2] S. Nurhayati, "Youngster.id," 17 Januari 2020. [Online]. Available: <https://youngster.id/sociopreneur/savitri-nurhayati-permudah-penyandang-tunanetra-bertransaksi/>. [Accessed 26 Maret 2021].
- [3] Subandi, "Alat Bantu Mobilitas untuk Tunanetra Berbasis Elektronik," *Jurnal Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 29-39, 2009.
- [4] R. S. S. and J. , "The People Sensor : A Mobility aid for the Visually Impaired," Paper On IEEE International Symposium, 1998.
- [5] M. N. Al-Hasan, C. I. Partha and Y. Divayana, "Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler," *Teknologi Elektro*, vol. 16, no. 3, pp. 27-32, 2017.
- [6] V. A. Fergiyawan, S. Andryana and U. Darusalam, "Alat Pemandu Jalan untuk Penyandang Tunanetra," *Teknologi Informasi dan Multimedia*, pp. 55-60, 10 Februari 2018.
- [7] D. Indra, A. R. Manga, Harlinda, Herman, E. I. Alwi, S. H. Mansyur, L. Nurhayati, Purnawansyah and A. M. Fajrin, "Implementasi Tongkat Cerdas sebagai Alat Navigasi bagi Penyandang Tuna," *Komunikasi dan Informatika*, pp. 17-20, 2019.
- [8] B. E., "Energy Haversting using Piezoelectricity," No Icesa, pp. 517-521, 2015.
- [9] E. A. and D. J. Inman, "Piezoelectric Energy Harvesting," Jhon Wiley & Sons, Ltd, 2011.
- [10] S. A. and A. A., "Distance Measurement of an Object by using Ultrasonic Sensors with Arduino and GSM Module," *International Journal of Science Technology & Engineering*, vol. 4, no. 11, pp. 23-28, 2018.
- [11] Fahmizal, "Menara Ilmu Otomasi Departemen Teknik Elektro dan Informatika," Universitas Gadjah Mada, 31 12 2019. [Online]. Available: <https://otomasi.sv.ugm.ac.id/2019/12/31/timer-5-minutes-circuit-design-using-ic-ne555/>. [Accessed 11 5 2021].
- [12] R. C. G. Tangdiongan, E. K. Allo and S. R. U. A. Sompie, "Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis Microcontroller Arduino Uno," *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 2, pp. 79-86, 2017.