

# Ransel Prajurit Tentara Nasional Indonesia Berbasis *Translation Motion* sebagai sumber Energi Alat Komunikasi Militer

## *Translation Motion-Based Backpack for Indonesian Army Soldiers as a Source of Energy for Military Communication Devices*

Jerry Barto Naga<sup>1</sup>, Dekki Widiatmoko<sup>2\*</sup>, Kasiyanto<sup>3</sup>

Jurusan Elektronika, Politeknik Angkatan Darat, Malang, Indonesia

Jerrybarto1995@gmail.com<sup>1</sup>, dekki101067@gmail.com<sup>2\*</sup>, kasiyanto@poltekad.ac.id<sup>3</sup>

### Informasi Artikel:

Diterima: 11 Desember 2023, Direvisi: 30 Desember 2023, Disetujui: 31 Desember 2023

---

#### Abstrak-

**Latar Belakang:** Energi merupakan aspek yang sangat diperlukan dalam kehidupan manusia, karena setiap aktivitas yang kita lakukan mengkonsumsi dan menghasilkan energi. Di antara berbagai sumber energi, aktivitas fisik manusia merupakan salah satu sumber energi potensial yang dapat dimanfaatkan.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan ransel dengan translation motion sebagai sumber energi untuk alat komunikasi militer.

**Metode:** Perancangan alat ini menggunakan metode research and development.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa berjalan menghasilkan tegangan sekitar 3,863 volt, naik tangga menghasilkan 4,56 volt, dan berlari menghasilkan 5,39 volt. Tegangan yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan aktivitas fisik manusia.

**Kesimpulan:** Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak pergerakan manusia yang terlibat, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan. Konstanta pegas yang dihitung adalah  $K_{total} = 22,612 \text{ N/m}$ , dengan konstanta pegas satuan sebesar  $11,306 \text{ N/m}$ . Gaya yang dilakukan beban tersebut kurang lebih sebesar  $17,48 \text{ N}$ .

**Kata Kunci:** Desain Ransel, Ransel Penghasil Energi, Langkah Manusia, Teknologi Wearable, Konstanta Pegas

---

#### Abstract-

**Background:** Energy is an aspect that is very necessary in human life, because every activity we do consumes and produces energy. Among various sources of energy, human physical activity is a potential energy source that can be utilized.

**Objective:** This research aims to design a backpack with translation motion as an energy source for military communication devices.

**Methods:** The design of this tool uses the research and development method.

**Result:** The results of the study indicate that walking produces a voltage of approximately 3.863 volts, climbing stairs produces 4.56 volts, and running generates 5.39 volts. The voltage generated increases with the level of human movement involved.

**Conclusion:** In conclusion, the more human movement is involved, the higher the voltage generated. The calculated spring constant is  $K_{total} = 22.612 \text{ N/m}$ , with a unit spring constant of  $11.306 \text{ N/m}$ . Furthermore, the force exerted by the load is approximately  $17.48 \text{ N}$ . This summarizes the key findings of the research.

**Keywords:** Backpack Design, Energy Generating Backpack, Human Gait, Wearable Tecnology, Spring Constant

---

#### Penulis Korespondensi:

Dekki Widiatmoko,

Program Studi Teknik Eletronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat, Malang, Indonesia

Email: [dekkididiatmoko@poltekad.ac.id](mailto:dekkididiatmoko@poltekad.ac.id)

---

**How to Cite:** J. B. Naga, D. Widiatmoko, Kasiyanto, "Ransel Prajurit Tentara Nasional Indonesia Berbasis *Translation Motion* sebagai sumber Energi Alat Komunikasi Militer", *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, vol. 5, no. 2, pp. 187~194, 2023.

This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

## 1. PENDAHULUAN

Menurut hukum kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat mengalami perubahan bentuk dari satu bentuk ke bentuk lainnya [1]. Alam menyediakan berbagai sumber energi yang beragam, seperti cahaya matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik melalui panel surya, energi fosil seperti minyak dan batu bara, serta energi potensial seperti perbedaan ketinggian air dalam pembangkit listrik tenaga air dan potensial kinetik dalam gerakan benda [2]. Dalam konteks ini, aktivitas fisik manusia juga dianggap sebagai salah satu potensi sumber energi yang dapat dimanfaatkan [3]. Salah satu kegiatan umum yang sering dilakukan oleh manusia adalah berjalan dan berlari. Kedua aktivitas ini melibatkan gerakan tubuh yang berulang, yang pada dasarnya merupakan bentuk energi kinetik yang dapat diubah menjadi bentuk energi lain, seperti energi listrik [4]. Konsep ini menjadi dasar dari upaya untuk menciptakan mekanisme yang mampu mengonversi gerakan berjalan dan berlari manusia menjadi sumber energi listrik yang bermanfaat. Sebagai contoh, aktivitas berjalan manusia dengan membawa ransel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Berjalan Manusia

Gambar 1 yang disajikan mengilustrasikan aktivitas manusia berjalan dengan membawa sebuah ransel yang dirancang untuk memanfaatkan gerakan tersebut guna menghasilkan energi listrik. Mekanisme ini berfungsi dengan memanfaatkan gerakan naik-turun ransel yang dibawa oleh pengguna selama aktivitas berjalan atau berlari [5]. Energi yang dihasilkan dari gerakan ini dapat digunakan, misalnya, untuk mengisi daya perangkat seperti handphone [6–8].

Terdapat penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya, beberapa penelitian telah mencoba mengubah energi dari gerakan berjalan dan berlari manusia menjadi listrik [9]. Sebagian dari penelitian tersebut mencoba variasi tinggi tubuh dan kecepatan saat menaiki tangga, sedangkan yang lain mengoptimalkan dengan menambah dimensi pegas dan jumlah lilitan generator guna meningkatkan produksi listrik dari gerakan manusia saat berjalan [1]. **Perbedaan penelitian ini** dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini berfokus pada perhitungan dan desain ransel yang dirancang khusus untuk menghasilkan listrik dengan memanfaatkan gerakan berjalan manusia [10, 11]. Dalam penelitian ini, berbagai faktor seperti panjang ransel, konstanta pegas yang digunakan, dan optimalisasi generator diperhitungkan untuk meningkatkan efisiensi penghasilan energi listrik dari gerakan berjalan manusia [12]. Dengan demikian, **penelitian ini bertujuan** untuk menghadirkan solusi inovatif dalam memanfaatkan potensi energi manusia secara lebih efektif dan berkelanjutan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bernama ransel yang mampu menghasilkan listrik dengan menggunakan gerakan berjalan manusia sebagai sumber tenaga [13]. Sebelum memulai proses perancangan alat ini, dilakukan berbagai perhitungan terkait dengan kapasitas daya yang diperlukan untuk mengisi ulang baterai perangkat elektronik seperti handphone. Alat yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan modern ini dirancang untuk menyediakan pasokan energi bagi perangkat elektronik yang dimiliki oleh pengguna. Analisis data dan hasil perhitungan akan dilakukan secara komprehensif guna mengidentifikasi hubungan antar variabel dan memberikan pemahaman mendalam terkait kinerja ransel sebagai sumber energi [14]. Harapannya, temuan dari penelitian ini dapat memberikan wawasan yang signifikan dalam pengembangan desain ransel, dengan tujuan

meningkatkan efisiensi translasi motion dan mengoptimalkan penggunaan sumber energi untuk mendukung operasional alat komunikasi militer di lapangan [15]. Adapun Metode penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahap Penelitian

Proses perancangan dalam penelitian ini dimulai dengan merumuskan konsep perancangan, yang kemudian diikuti dengan desain ransel yang dapat menghasilkan listrik dengan memanfaatkan gerakan berjalan manusia. Selanjutnya, ditetapkan persyaratan produk yang melibatkan pengumpulan informasi dari penelitian terdahulu sebagai referensi. Selanjutnya, ransel dirancang dengan memperhitungkan berbagai faktor seperti frekuensi gerakan berjalan manusia yang diperlukan untuk menggerakkan ransel, perhitungan konstanta pegas, perhitungan generator, dan perhitungan torsi yang dihasilkan akibat beban [16]. Hasil dari penelitian ini mencakup berbagai data teknis, termasuk frekuensi berjalan manusia, amplitudo gerakan, defleksi linier, beban yang dibawa, rasio redaman, dan rasio frekuensi yang relevan untuk transmibilitas gerakan dasar. Selain itu, penelitian juga mencakup pemahaman tentang mekanika gerakan berjalan manusia. Terdapat penjelasan mengenai siklus berjalan, di mana terdapat posisi penting seperti posisi melangkah dan posisi perpotongan kaki [17]. Penjelasan ini mencakup bagaimana kecepatan kaki melangkah dapat memengaruhi pergerakan, dan bagaimana bagian-bagian tubuh seperti bahu dan pinggul ikut berperan dalam gerakan berjalan. Juga dijelaskan bagaimana pergerakan pinggul dan bagian bawah tulang belakang dapat mencerminkan suasana hati karakter yang sedang berjalan [18].

Sebagai tambahan, penjelasan tentang generator sebagai komponen utama yang mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik diberikan dalam konteks penelitian ini. Penjelasan ini mencakup struktur generator, peran rotor dan stator, serta bagian-bagian utama yang terlibat dalam menghasilkan listrik melalui gerakan mekanik. Penjelasan yang diberikan bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana alat ini dapat menghasilkan listrik melalui mekanisme yang telah dirancang. Semua informasi tersebut merupakan bagian dari proses perancangan ransel yang dapat menghasilkan listrik dengan memanfaatkan gerakan berjalan manusia, dan penelitian ini mencoba untuk menggabungkan aspek-aspek teknis, mekanika gerakan, dan konsep generator ke dalam pengembangan alat yang berpotensi bermanfaat bagi pengguna modern.

## 2.1. Komponen

Adapun Komponen yang digunakan untuk pembuatan Alat ini sebagai berikut:

### 2.1.1. Generator

Generator merupakan sebuah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Adapun Persamaan (1) untuk mengetahui nilai ggl induksi tersebut adalah sebagai berikut:

$$E_{eff} = nC\Phi \quad (1)$$

Di mana

$E$  = gaya gerak listrik (*volt*)

$C$  = konstanta

$N$  = putaran sinkron (*rpm*)

$\Phi$  = fluks magnetik (*weber*)

Generator yang digunakan pada alat ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Generator Stepper

### 2.1.2. Ransel Prajurit TNI AD

Ransel Prajurit TNI AD adalah tas ransel yang digunakan oleh prajurit Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat (TNI AD) dalam menjalankan tugas-tugas mereka. Adapun bentuk Ransel prajurit TNI AD seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ransel Prajurit TNI AD

### 2.1.3. Supercapacitor

Supercapacitor adalah perangkat penyimpanan energi yang berfungsi berdasarkan prinsip elektrokimia. Perangkat ini terdiri dari dua elektroda yang umumnya terbuat dari bahan karbon berpori, seperti karbon aktif, yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Antara kedua elektroda terdapat elektrolit yang memungkinkan ion-ion bermigrasi bebas. Ketika tegangan diterapkan pada supercapacitor, elektron berpindah dari satu elektroda ke elektroda lainnya melalui sirkuit eksternal. Adapun bentuk Supercapacitor seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Supercapacitor

### 2.1.4. Strip Aluminium

Strip aluminium adalah lembaran tipis dari logam aluminium yang memiliki berbagai kegunaan dalam berbagai industri. Strip ini biasanya memiliki ketebalan yang relatif kecil dibandingkan dengan lembaran aluminium pada umumnya. Strip aluminium dapat ditemukan dalam berbagai lebar dan panjang, dan dapat dihasilkan dengan berbagai metode, termasuk rolling atau pencetakan. Adapun Strip Aluminium ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Strip Aluminium

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dilakukan berbagai perhitungan untuk mengembangkan ransel yang mampu menghasilkan listrik dari gerakan berjalan manusia. Salah satu perhitungan yang dilakukan adalah untuk mencari Frekuensi Natural Pegas ( $\omega_n$ ) menggunakan Persamaan (2) berikut:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{m}} \tag{2}$$

Sebelumnya, perhitungan kecepatan sudut ( $\theta$ ) juga dilakukan, dan ini diperoleh melalui Persamaan (3):

$$\theta = \frac{2\pi}{T} \tag{3}$$

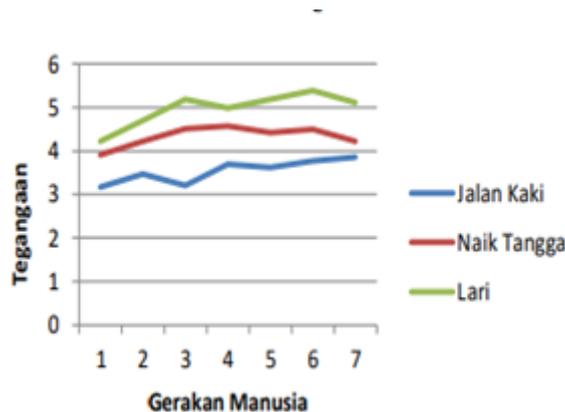
Di mana T adalah periode dari gerakan berjalan manusia. Selanjutnya, perhitungan konstanta pegas ( $K$ ) dapat dilakukan menggunakan Persamaan (4):

$$K = m(\omega_n)^2 \tag{4}$$

Selanjutnya, untuk mencari besarnya gaya yang dihasilkan oleh beban, digunakan Rumus (5) berikut:

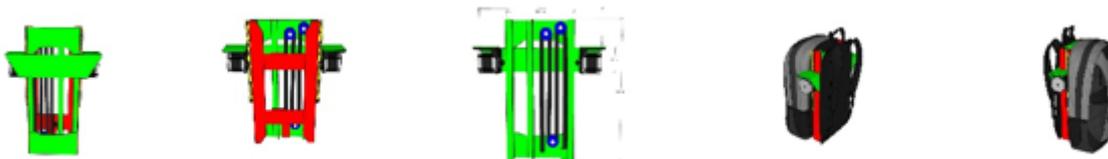
$$F = m(\omega_n)^2 A \tag{5}$$

Dalam perancangan ransel ini, pengujian dilakukan dengan memanfaatkan gerakan berjalan manusia yang bervariasi, termasuk berjalan, berlari, dan naik tangga. Dalam pengujian ini, diperoleh respon tegangan dari gerakan manusia tersebut. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa frekuensi gerakan berjalan manusia adalah sekitar 0,4 cycle/detik. Respon tegangan yang dihasilkan dari pengujian ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Respon Tegangan pada beberapa Kondisi

Gambar 7 menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan saat kondisi manusia berjalan adalah sekitar 3,863 volt, sedangkan saat manusia naik tangga, tegangan mencapai sekitar 4,56 volt, dan dalam kondisi berlari, tegangan puncak adalah sekitar 5,39 volt. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin banyak gerakan yang dilakukan oleh manusia, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan oleh ransel. Selanjutnya, hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai konstanta pegas total ( $K_{total}$ ) adalah sekitar 22,612 N/m, dan untuk konstanta pegas satuan ( $K$ ) adalah sekitar 11,306 N/m. Besar gaya yang dihasilkan oleh beban adalah sekitar 17,48 N. Berikut desain Kerangka ransel dengan memanfaatkan tenaga gerak manusia ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Kerangka Ransel

Gambar 8 menunjukkan desain Kerangka ransel yang dikembangkan dalam penelitian ini. Prinsip kerja ransel ini adalah dengan menggunakan generator yang mengubah energi mekanik dari putaran pulley menjadi energi listrik. Ketika gerakan manusia yang menggondong ransel, ransel juga ikut bergerak. Gerakan ransel menyebabkan beban (load) bergerak naik atau turun. Gerakan naik turun beban ini menggerakkan timing belt yang satu ujungnya dihubungkan dengan pegas, sedangkan ujung yang lain dihubungkan dengan motor generator. Ketika naik, gerakan ini memutar generator sebelah kanan dan menghasilkan daya, sedangkan saat turun, gerakan menggerakkan generator sebelah kiri dan juga menghasilkan daya. Sehingga setiap gerakan naik turun beban menghasilkan daya. Daya yang dihasilkan dari generator dimasukkan ke dalam auto bost step down untuk menstabilkan daya yang dihasilkan. Arus ini kemudian disimpan dalam baterai Lithium dan dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat seperti handphone atau alat elektronik lainnya. Dengan demikian, ransel ini memungkinkan pengguna untuk menghasilkan energi listrik secara portabel melalui gerakan berjalan atau berlari mereka, memberikan solusi yang inovatif untuk memenuhi kebutuhan daya di berbagai situasi. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini meneguhkan peneltian sebelumnya [1][9].

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis data dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh ransel saat kondisi manusia berjalan sekitar 3,863 volt, sementara saat manusia naik tangga tegangan mencapai sekitar 4,56 volt, dan dalam kondisi berlari, tegangan puncak adalah sekitar 5,39 volt. Oleh karena itu, semakin banyak gerakan yang dilakukan oleh manusia, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan oleh ransel. Selain itu, nilai konstanta pegas total yang dihasilkan adalah sekitar 22,612 N/m, dan untuk konstanta pegas satuan sekitar 11,306 N/m. Gaya yang dihasilkan oleh beban yang digunakan dalam pengujian adalah sekitar 17,48 N.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyelesaian penelitian ini, khususnya kepada Orang tua saya, serta Dosen Pembimbing dan kepada Keluarga Asuh Isolator, serta seluruh rekan Bintangara Mahasiswa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Lostari, R. Yudi, H. Desain, R. P. Listrik, D. Memanfaatkan, T. Gerak, B. Manusia, Y. Hartono, T. Mesin, S. Tinggi, T. Qomaruddin, and J. Raya, "Desain Ransel Penghasil Listrik dengan Memanfaatkan Tenaga Gerak Berjalan Manusia," 2019.
- [2] M. Liu, F. Qian, J. Mi, and L. Zuo, "Biomechanical energy harvesting for wearable and mobile devices: State-of-the-art and future directions," *Applied Energy*, vol. 321, p. 119379, sep 2022.
- [3] H. X. J. U. Shi, Z. Z. U. Liu, and X. X. J. U. Mei, "Overview of Human Walking Induced Energy," *Energies*, 2019.
- [4] R. Wang, L. Huang, Z. Yang, and L. Xie, "The Effects of Energy Harvesting Backpack on the Kinematics, Kinetics, and Muscle Activity of Human Lower Limbs," *IEEE 6th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference, ITOEC 2022*, vol. 6, pp. 781–786, 2022.
- [5] H. Fu, X. Mei, D. Yurchenko, S. Zhou, S. Theodossiadis, K. Nakano, and E. M. Yeatman, "Rotational energy harvesting for self-powered sensing," *Joule*, vol. 5, no. 5, pp. 1074–1118, may 2021. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254243512100101X>
- [6] W. W. Yen and P. C. Chao, "Backpack energy harvester managed by a modified fly-back converter," *Microsystem Technologies*, vol. 27, no. 6, pp. 2383–2393, 2021.
- [7] L. Costanzo, M. Liu, A. L. Schiavo, M. Vitelli, and L. Zuo, "Backpack Energy Harvesting System with Maximum Power Point Tracking Capability," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 69, no. 1, pp. 506–516, 2022.
- [8] M. Suprayadi, K. Suryadi, and D. Widiatmoko, "Smart Charging With Stepper pada Sepatu PDL TNI sebagai Supply Alat Komunikasi saat Patroli di Daerah Perbatasan," 2020.
- [9] L. Yang, J. Zhang, Y. Xu, K. Chen, and C. Fu, "Energy performance analysis of a suspended backpack with an optimally controlled variable damper for human load carriage," *Mechanism and Machine Theory*, vol. 146, 2020.
- [10] L. Huang, R. Wang, Z. Yang, and L. Xie, "Energy harvesting backpacks for human load carriage: Modelling and performance evaluation," *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 7, pp. 1–13, 2020.
- [11] C. Cui, "Design and Research of an Energy-Feeding Backpack," *Science and Technology*, vol. 2, no. 17, pp. 138–147, 2020.

- [12] M. Li, X. Li, C. Gan, J. Zeng, L. Zhao, H. Ding, K. Wei, and H. Zou, "Human motion energy harvesting backpack using quasi-zero stiffness mechanism," *Energy Conversion and Management*, vol. 288, no. January, p. 117158, 2023.
- [13] W. Lin, Y. Wei, X. Wang, K. Zhai, and X. Ji, "Study on Human Motion Energy Harvesting Devices: A Review," *Machines*, vol. 11, no. 10, 2023.
- [14] M. Liu, F. Qian, J. Mi, and L. Zuo, "Dynamic interaction of energy-harvesting backpack and the human body to improve walking comfort," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 174, no. February, p. 109101, 2022.
- [15] M. Liu, W. C. Tai, and L. Zuo, "Toward broadband vibration energy harvesting via mechanical motion-rectification induced inertia nonlinearity," *Smart Materials and Structures*, vol. 27, no. 7, 2018.
- [16] G. S. Walsh and D. C. Low, "Military load carriage effects on the gait of military personnel: A systematic review," *Applied Ergonomics*, vol. 93, no. July 2020, p. 103376, 2021.
- [17] A. Mostafavi, M. R. Zakerzadeh, A. Sadighi, and M. A. Chalaki, "An Efficient Design of an Energy Harvesting Backpack for Remote Applications," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 52, no. PB, p. 102173, 2022.
- [18] A. M. Zaw, M. K. Ahmad Khan, M. Ramasamy, A. C. Kit, L. W. Hong, K. A. Aramugam, C. Deisy, S. Sridevi, M. Suresh, and Z. B. Zulkoffli, "Backpack Energy Harvesting System," *2022 IEEE 5th International Symposium in Robotics and Manufacturing Automation, ROMA 2022*, no. August, pp. 1–6, 2022.