

TUGAS AKHIR

“RANCANG BANGUN BANGKU PIEZOELETRIK SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK”

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD TAUFIK HIDAYAT
NIM. 1907220105



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

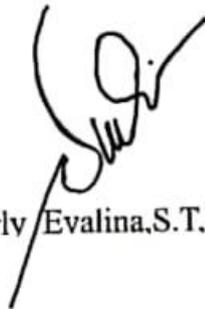
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
NPM : 1907220105
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Bangku Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik
Bidang Ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Mengetahu dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Noorly Evalina, S.T.M.T

Dosen Penguji I



Ir. Abdul Aziz Hutasuhat, MM

Dosen Penguji II



Elvy Syahnur Nasution, S.T.M.Pd

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irfan Pasaribu, S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Taufik Hidayat
Tempat/Tanggal Lahir : Tembung, 17 April 2000
Npm : 1907220105
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul :

“Rancang Bangun Bangku Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik.”

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Ontentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian, antara Fakta dan kenyataan ini, Saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan Sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan Kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 04 September 2023

Saya yang menyatakan,



Muhammad Taufik Hidayat

ABSTRAK

Penggunaan energi dengan jumlah yang besar dan akan terus menerus meningkat akan menyebabkan cadangan energi dunia habis. Hal ini akan mempengaruhi kehidupan di bumi. Bahan bakar minyak yang dulunya di gunakan untuk bahan bakar utama sekarang semakin minim ketersediannya, hal ini di karnakan untuk memperbaharui bahan baku yaitu fosil memerlukan waktu yang sangat lama. Terkadang untuk mencukupi kebutuhan listrik, PLN terpaksa melakukan pemadaman bergilir di beberapa daerah untuk menjaga kestabilan konsumsi energi listrik. Solusi dari permasalahan tersebut adalah menggunakan energi alternative selain bahan bakar minyak atau yang lebih disebut "*renewable energi*". Bangku goyang piezoelektrik yang di buat memiliki lebar 48 cm, tinggi sandaran 75 cm, kaki goyang 155 cm. Yang terdapat 24 buah panel piezoelektrik yang terhubung secara seri dan parallel yang dilapisi karton dan tripleks. Pengujian dilakukan menggunakan alat ukur multimeter. Memanfaatkan mobilisasi kegiatan manusia serta gerakan tubuh, pemanfaatan teknologi piezoelektrik dapat digunakan sebagai penghasil sumber energi. Penelitian ini memuat tentang pemanfaatan sensor piezoelektrik sebagai media konversi tekanan dengan beban yang berbeda-beda sebagai penghasil sumber energi.

Kata kunci: Energi Konvensional, Piezoelektrik, Sumber Energi Terbarukan

ABSTRACT

The use of energy in large quantities and will continue to increase will cause the world's energy reserves to run out. This will affect life on earth. The availability of fuel oil which was previously used as the main fuel is now increasingly minimal, this is because it takes a very long time to renew raw materials, namely fossils. Sometimes to meet electricity needs, PLN is forced to rotate blackouts in several areas to maintain the stability of electricity consumption. The solution to this problem is to use alternative energy other than fuel oil or what is better known as "renewable energy". The piezoelectric rocking bench that is made has a width of 48 cm, a back height of 75 cm, a rocking leg of 155 cm. There are 24 piezoelectric panels connected in series and parallel which are covered with cardboard and plywood. The test was carried out using a multimeter measuring instrument. Utilizing the mobilization of human activities and body movements, the utilization of piezoelectric technology can be used as a producer of energy sources. This study contains the use of piezoelectric sensors as pressure conversion media with different loads as a source of energy.

Keywords: *Conventional Energy, Piezoelectricity, Renewable Energy Sources*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “RANCANG BANGUN BANGKU PIEZOELEKTRIK SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur, S.T., M.Pd.,selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibu Noorly Evalina,S.T.,M.T.,Selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing kami dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT, kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 28 Agustus 2023

Penulis

Muhammad Taufik Hidayat

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematis Penulisan	5
BAB 2	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1. Pengertian Energi Listrik.....	14
2.2.2.1 Sumber Energi.....	16
2.2.2 Pengertian Tegangan Listrik.....	17
2.2.3 Pengertian Arus Listrik.....	17
2.2.4 Pengertian Daya Listrik	18
2.2.5 Pengertian Piezoelektrik	18
2.2.5.1 Prinsip Kerja Piezoelektrik	20
2.2.5.2 Karakteristik Bahan Piezoelektrik.....	21
2.2.5. Kelebihan dan Kekurangan Piezoelektrik.....	22
2.2.6 <i>Buzzer</i>	24
2.2.6.1 Fungsi <i>Buzzer</i> Elektronika	25
2.2.6.2 Prinsip Kerja <i>Buzzer</i> Elektronika	25
2.2.7 Kapasitor.....	26
2.2.8 Dioda.....	27
2.2.8.1 Macam-Macam Dioda.....	28
2.2.9 Project Box	29
2.2.10 Baterai <i>Lithium</i>	29
2.2.11 Push Button.....	30

2.2.12 Kabel Jumper	34
2.2.13 Lampu LED	35
2.2.14 Rangkaian Pembangkit Piezoelektrik	36
2.2.14.1 Rangkaian Seri	36
2.2.14.2 Rangkaian Paralel.....	37
2.2.15 Hukum - Hukum rangkaian	37
2.2.15.1 Hukum Ohm.....	37
2.2.15.2 Hukum Kirchoff	38
2.2.16 Pengertian Rangkaian	39
2.2.16.1 Rangkaian seri.....	39
2.2.16.2 Rangkaian Paralel.....	39
BAB 3	41
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	41
3.2 Peralatan dan bahan penelitian	41
3.3 Metode Penelitian.....	46
3.3.1 Block Diagram Sistem	46
3.3.2 Diagram Alir Penelitian	48
3.3.3 Rancangan Bangku Piezoelektrik	49
3.3.4 Skematik Diagram Kursi Goyang Piezoelektrik.....	50
3.3.5 Gambar Dan Penjelasannya	51
3.3.6 Pengujian Alat.....	51
3.3.7 Pembuatan Laporan	52
BAB 4	53
4.1 Pengujian Piezoelektrik Menggunakan Permanent Energi	53
4.1.1 Permanen Energi Dengan Kapasitor 1000 uf	53
BAB 5	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
Lampiran	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 piezoelektrik	20
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Piezoelektrik.....	21
Gambar 2. 3 Karakteristik Piezoelektrik.....	22
Gambar 2. 4 Bentuk Dan Simbol Buzzer.....	24
Gambar 2. 5 kapasitor elektrolit.....	27
Gambar 2. 6 Dioda	27
Gambar 2. 7 Dioda penyearah.....	28
Gambar 2. 8 Project Box.....	29
Gambar 2. 9 Baterai Lithium.....	30
Gambar 2. 10 Push Button	31
Gambar 2. 11 Simbol Push Button.....	31
Gambar 2. 12 Cara Kerja Push Button.....	32
Gambar 2. 13 Kabel Jumper	35
Gambar 2. 14 Lampu Led	35
Gambar 2. 15 Rangkaian Piezoelektrik secara Seri	36
Gambar 2. 16 Rangkaian Piezoelektrik Secara Paralel	37
Gambar 2. 17 Rangkaian seri	39
Gambar 2. 18 Rangkaian Paralel.....	39
Gambar 4. 1 Antara Berat Badan Dengan Tegangan Yang Dihasilkan.....	55
Gambar 4. 2 antara berat badan dengan daya yang dihasilkan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Macam-macam dioda menurut fungsinya.....	28
Tabel 4. 1	Hasil pengujian tegangan piezoelektrik	53
Tabel 4. 2	Hasil pengujian tegangan piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf.....	55
Tabel 4. 3	Hasil pengujian daya piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penggunaan energi dengan jumlah yang besar dan akan terus menerus meningkat akan menyebabkan cadangan energi dunia habis. Hal ini akan mempengaruhi kehidupan di bumi. Bahan bakar minyak yang dulunya di gunakan untuk bahan bakar utama sekarang semakin minim ketersediannya, hal ini di karnakan untuk memperbaharui bahan baku yaitu fosil memerlukan waktu yang sangat lama. Terkadang untuk mencukupi kebutuhan listrik, PLN terpaksa melakukan pemadaman bergilir di beberapa daerah untuk menjaga kestabilan konsumsi energi listrik.

Solusi dari permasalahan tersebut adalah menggunakan energi alternative selain bahan bakar minyak atau yang lebih disebut "*renewable energi*". Renewable energi mempunyai banyak jenis adapun energi tersebut yang banyak di kenal dikalangan masyarakat antara lain pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga surya atau yang di kenal energi panas matahari, pembangkit listrik tenaga nuklir dan pembangkit listrik lain-lainnya.

Pertumbuhan ekonomi nasional di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini mengakibatkan konsumsi listrik Indonesia mengalami peningkatan yang begitu besar dan akan menjadi masalah bila dalam penyediaannya tidak sejalan dengan kebutuhan. Kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusatpusat beban listrik, rendahnya permintaan listrik di berbagai wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik serta terbatasnya kemampuan finansial merupakan faktorfaktor penghambat penyediaan energi listrik skala nasioanal (Remani, K.V,1992).

Krisis ketenagalistrikan di Indonesia sebagai akibat semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak khususnya dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui telah menuntut Indonesia untuk mencari sumber bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbarui. (Sardjono 2006).

Energi terbarukan diperlukan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama pembangkit listrik. Energi terbarukan merupakan energi yang sumbernya berkelanjutan yang tersedia di alam dan dalam waktu yang relatif panjang sehingga tidak perlu khawatir akan kekurangan sumber daya tersebut. Konsep energi terbarukan mulai dikenal pada tahun 1970-an, sebagai upaya untuk mengimbangi pengembangan energi berbahan bakar nuklir dan fosil. Definisi paling umum energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami dan prosesnya berkelanjutan. (wikipedia).

Pengembangan energi terbarukan memiliki potensi yang besar karena jumlahnya yang melimpah dan berkelanjutan. Tak bisa dipungkiri dengan potensi yang ada, pengembangan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan ini telah meningkat dengan pesat terutama di negara berkembang yang telah menguasai teknologi, rekayasa serta memiliki dukungan finansial. Pengembangan energi terbarukan yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik agar tidak sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil memiliki masalah diantaranya kondisi alam yang berubah tak menentu dan sumbernya tidak selali berkelanjutan. Melihat beberapa tahun terakhir banyak penelitian dalam mengembangkan sumber energi terbarukan, baik pengembangan sumber energi terbarukan dengan skala besar maupun kecil.

Namun beberapa penelitian lebih terfokus pada pengembangan sumber energi skala besar meskipun sumber energinya tak selalu kontinuitas, padahal jika melihat dengan kendala yang dihadapi, sumber energi dengan skala kecil dapat dimanfaatkan salah satunya dengan memanfaatkan langkah kaki manusia. Contoh sumber energi terbarukan dengan skala besar yaitu tenaga angin, tenaga air, tenaga surya, serta energi ombak sedangkan contoh sumber energi dengan skala kecil diantaranya piezoelektrik, landasan elektrokinetik. Salah satu energi terbarukan yang dikembangkan saat ini adalah pemanfaatan teknologi piezoelektrik, dikarenakan piezoelektrik tidak memiliki zat buang serta sumbernya tersedia melimpah. Piezoelektrik mempunyai kemampuan untuk membangkitkan tegangan listrik bila diberikan gaya mekanik (Wasito,1997:692).

Teknologi piezoelektrik bisa dimanfaatkan karena teknologi ini memanfaatkan energi mekanik meskipun energi yang di hasilkan cukup kecil. Nilai koefisien

muatan piezoelektik berkisar direntang nilai 1 – 100 pico Coloumb/Newton. Kata piezoelektrik berasal dari bahasa Latin, piezein yang berarti ditekan dan elektrik yang bermakna energi listrik.

Piezoelektrik merupakan sebuah alat yang dapat mengukur gaya maupun tekanan dengan mengubahnya menjadi muatan listrik menggunakan prinsip efek piezoelektrik. Efek piezoelektrik merupakan efek yang terjadi pada sebuah material solid akibat adanya tekanan mekanik sehingga beberapa bagian material yang 4 bermuatan positif dan sebagian bermuatan negatif membentuk elektroda-elektroda yang kemudian menyebabkan terakumulasinya muatan listrik pada material tersebut. Semakin adanya tekanan yang di berikan atau yang diterima pada material piezo tersebut, output tegangan yang dihasilkan berubah ubah, dan keluaran tegangan dari material ini sangat kecil sehingga apabila untuk di jadikan inputan pada suatu sistem akan sulit untuk dibaca.

Bahan piezoelektrik adalah material yang apabila dikenai regangan atau tekanan mekanis dapat menghasilkan medan listrik. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan pada material maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Bahan piezoelektrik alami diantaranya: Kuarsa (Quartz, SiO_2), berlinite, turmalin dan garam rossel. Bahan piezoelektrik buatan diantaranya: Barium titanate (BaTiO_3), Lead zirconium titanate (PZT), Lead titanate (PbTiO_3).

Pada penelitian ini di gunakan salah satu bahan yang dapat membangkitkan sumber energi listrik yang berskala kecil namun ekonomis dan ramah lingkungan yang jarang di gunakan yaitu menggunakan bahan piezoelektrik. Piezoelektrik atau yang biasa disebut juga efek piezoelektrik adalah muatan listrik yang terakumulasi dalam bahan padat tertentu, seperti Kristal dan keramik yang dapat bekerja akibat dari mechanical pressure (gaya dari tekanan). Efek piezoelektrik adalah efek terjadinya perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Oleh karena itu bahan piezoelektrik berguna sekali untuk di gunakan converter antara energi listrik dan energi mekanis bahan. Bahan yang bersifat piezoeletrik banyak di aplikasikan sebagai akulator atau yang lebih di kenal sebagai transduser pada peralatan elektronik. Salah satunya peralatan di bidang kesehatan yaitu transduser pada alat ultrasonografi (USG) yang berfungsi sebagai pembangkit gelombang dengan frekuensi 2 MHz hingga 19 MHz.

Elemen piezoelektrik sendiri memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi sehingga riset untuk pengaplikasian dalam bidang teknologi maupun konvensional cukup luas. Potensi pengembangan piezoelektrik menjadi teknologi pembangkit listrik yang ramah lingkungan oleh karena itu memanfaatkan limbah energi atau energi yang terbuang dari aktivitas manusia. Kelebihan dari penggunaan bahan piezoelektrik adalah alat-alat yang di butuhkan mudah untuk dirakit dan dijangkau, bahan piezoelektrik dapat juga menjadi sumber energi listrik yang mikro dan ekonomis, ramah lingkungan serta mudah untuk di aplikasikan.

Berdasarkan analisa diatas maka penelitian ini akan melakukan percobaan menggunakan bahan piezoelektrik pada kursi goyang yang dirangkai berisikan 24 keping piezoelektrik sebagai sumber energi listrik yang sederhana. Dengan konsep memanfaatkan energi potensial yang berasal dari berat badan manusia pada saat duduk di bangku/kursi goyang yang akan di ubah dari energi tekanan menjadi energi listrik. Sehingga energi yang di keluarkan dari berat badan manusia ketika sedang duduk dapat lebih bermanfaat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perlu dibuat rumusan masalah. Adapun rumusan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang kursi goyang piezoelektrik tersebut?
2. Bagaimana hasil analisa dari energi yang dihasilkan kursi goyang piezoelektrik pada variasi berat badan manusia?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui rancangan kursi goyang piezoelektrik.
2. Mengetahui analisis energi yang dihasilkan kursi goyang piezoelektrik pada variasi berat badan manusia.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Batasan masalah ini untuk lebih mengarahkan pokok pembahasan dalam penelitian ini, maka peneliti membuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Pembahasan karakteristik dan rancangan yang di hasilkan dari kursi goyang piezoelektrik.

2. Pengujian tegangan, arus, dan daya yang di hasilkan poiezoelekrik dengan memanfaatkan variasi berat badan manusia.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di harapkan penelitian ini adalah:

1. Dapat menambah wawasan bagi mahasiswa bagaimana caranya menghasilkan enegi listrik alternatif dengan cara yang baru.
2. Dapat Memberikan sumbangan pemikiran dan landasan teori bagi perkembangan ilmu kelistrikan, serta menambah literature atau bahan informasi ilmiah yang dapat digunakan untuk melakukan kajian penelitan selanjutnya.

1.6. Sistematis Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman maka sistematik penulisan Tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan mengawali penulisan dengan menggunakan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang kutipan dari penelitian terdahulu serta menguraikan tentang teori dasar-dasar umum tentang system kerja piezoelektrik.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tempat dan data riset serta langkah-langkah pemecahan masalah yang akan dibahas, meliputi langkah-langkah pengumpulan data dan car acara pengolahan data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan hasil analisa data yang telah diambil di lapangan, lalu menganalisanya. Dalam bab ini setidaknya memberikan jawaban dari rumusan masalah.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian ini peneliti memaparkan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti yaitu energi listrik yang dihasilkan piezoelektrik saat diberi tekanan adalah sinyal impuls yang tidak dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, sehingga diperlukan ada komponen lain atau sistem yang dapat menyimpan energi yang dihasilkan piezoelektrik tersebut. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

H N, Ni Ketut Rifaldi, Septia (2022). Energi merupakan sesuatu yang kekal, tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah dari satu bentuk ke satu bentuk yang lain. Sebagai alternatif dari keterbatasan energi fosil, manusia mencoba menciptakan alat permanen energi (energi harvesting). Salah satu contohnya dengan memanfaatkan energi kinetik gerakan kaki. Komponen yang mampu mengubah energi kinetik menjadi energi listrik adalah piezoelektrik. Oleh karena itu, penulis merancang keset kaki permanen energi menggunakan piezoelektrik dengan memanfaatkan energi kinetik dari kaki. Karena energi yang dihasilkan dari satu keping piezoelektrik sangat kecil, maka dibutuhkan banyak keping agar hasil yang diinginkan bisa tercapai. Energi listrik hasil dari rangkaian piezoelektrik akan dipanen dan disimpan oleh baterai lithium ion 3,7 Vdc dengan kapasitas 3000 mAh.

Pada penelitian kali ini didapatkan hasil yang melalui sepuluh kali percobaan yang dilakukan terhadap 3 orang dengan berat badan yang bervariasi mulai dari 59 kg, 61 kg, dan 65 kg. pengujian terhadap beban berat badan manusia 59 kg menghasilkan tegangan sebesar 1,907V. untuk beban berat badan manusia 61 kg menghasilkan tegangan sebesar 2,138 V. dan untuk beban berat badan manusia 65 kg menghasilkan tegangan 2,238 V. dengan total tegangan rata-rata yang dihasilkan adalah 2,094 V. maka dari itu dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan piezoelektrik maka akan semakin besar juga tegangan yang dihasilkan. Dan dibutuhkan $82,840 \times 10^6$ kali tekanan terhadap keset kaki tersebut.

Annisa Jala Senasti (2022) Energi telah menjadi hal yang penting untuk keberlangsungan hidup manusia sebab tenaga serta kehidupan mempunyai korelasi yang erat. Maka energi terbarukan perlu diciptakan guna memenuhi kebutuhan energi yang kian bertambah. Melihat kondisi tersebut, getaran kereta api yang cukup besar dapat dikonversikan menjadi energi listrik menggunakan transduser Piezoelektrik PZT. Dengan merangkai piezoelektrik hubung seri dan paralel kemudian keluaran dari piezoelektrik berupa AC dikonversikan menjadi DC menggunakan dioda *bridge*. Output yang kecil akan dinaikkan tegangan dan arusnya menggunakan rangkaian stabilizer. *Accelerometer* MPU6050 sebagai pengukur frekuensi getaran kereta api.

Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan 6 jenis kereta didapat kereta Express Rajabasa 1 menghasilkan output terbesar. Pada konfigurasi paralel menghasilkan tegangan 2,871 V dan arus 0,565 mA, sehingga daya yang dihasilkan sebesar $16,22 \times 10^{-4}$ Watt. Frekuensi getaran cenderung mempengaruhi tegangan dan arus keluaran dari piezoelektrik.

Sidiq, Abdurahim Syahrillah, dkk (2021). Inovasi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik terus dilakukan oleh para ahli, baik dari energi terbarukan maupun energi alternatif. Salah satu inovasi dalam kebutuhan energi listrik adalah dengan memanfaatkan speed bump (polisi tidur) menjadi energi listrik menggunakan piezoelektrik. Speed bump (polisi tidur) adalah gundukan yang dibuat melintasi dijalan untuk membatasi kecepatan kaju kendaraan. *Speed bump* (polisi tidur) terdiri dari sitem mekanis gaya tekan dengan memanfaatkan 38 disk piezoelektrik yang susun secara seri sebagai sumber energi listrik dan 38 per pegas tekan Od:18mm, kawat 1,5mm, panjang 4,5cm. *speed bump* (polisi tidur) ini yang melewati sepeda motor dan berat penumpang sebagai media tekanan.

Proses pengujian alat pembangkit listrik tenaga piezoelektrik dengan menggunakan media speed bump yaitu dengan cara melewati sepeda motor dan berat badan penumpang sebagai media tekanan sehingga untuk mengkonversi gaya tekan pada polisi tidur piezoelektrik yang dikontak langsung ban kendaraan bermotor sehingga menjadi energi listrik. Alat ini berhasil menghasilkan energi listrik dengan tegangan listrik terbalik pada saat pengujian yaitu 17,78 Volt dan arus

listrik 0,39 Ampere sehingga mendapatkan daya listrik dengan hasil diperhitungkan yaitu 6,97Watt dan rata-rata daya listrik yang dihasilkan yaitu 2,378.

Raja hendri ade (2020) Energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi manusia untuk menunjang segala aktivitas sehari-hari. Semakin bertambahnya populasi manusia maka semakin bertambah juga kebutuhan konsumsi energi listrik yang dibutuhkan. Tetapi sebagian besar penggunaan listrik masih bergantung pada Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang sebagian besar masih menggunakan bahan energi fosil untuk sistem pembangkitannya, sehingga dibutuhkan banyak inovasi dalam bidang kelistrikan khususnya energi terbarukan untuk membantu memenuhi dan menghemat kebutuhan penggunaan energi listrik dan perlahan-lahan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Dengan memanfaatkan populasi manusia yang terus bertambah setiap tahunnya, maka dibuatlah alat berbentuk prototipe ini yang akan mengubah energi tekanan dari pijakan kaki manusia menjadi energi listrik.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dimana terdapat 2 cara pengujian yang pertama dengan menggunakan beban injakan kaki manusia dan yang kedua dengan menggunakan beban benda yang berasal dari berat beras. Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan memperlihatkan bahwa konfigurasi prototipe piezoelektrik rangkaian paralel jauh lebih efektif menghasilkan daya yang lebih besar dari pada konfigurasi prototipe piezoelektrik dari rangkaian seri. Hasil pengujian pengisian kapasitor dalam waktu 1 menit tegangan yang terisi pada kapasitor sebesar 9,3 V. Dengan asumsi apabila pembangkit piezoelektrik ini diterapkan pada gedung FTI didapatkan energi yang dihasilkan pertahun adalah sebesar 634,608 Kwh dengan asumsi biaya pengaplikasiannya adalah sebesar Rp 170.133.600. Pembangkit ini diperkirakan bisa menyuplai 93 buah lampu dengan daya 30 Watt perhari

Maulana, Riza (2016). Pemanfaatan sumber energi konvensional yang berasal dari bahan fosil mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan era teknologi yang segalanya memerlukan listrik sebagai sumbernya. Hal ini mengakibatkan penurunan dan semakin tipis bahan bakar fosil karena kesediaannya yang terbatas di alam dan tidak adanya pembaharuan. Kondisi ini mendorong banyaknya penelitian untuk mengembangkan sumber energi terbarukan, seperti energi yang

berasal dari panas bumi, energi angin, energi ombak. Bahkan sumber energi terkecil yang pemanfaatannya bersumber dari gerakan tubuh, panas tubuh serta lingkungan sekitar karena kegiatan manusia mulai dilakukan pengembangan dan pemanfaatan akan keberadaannya. Memanfaatkan mobilisasi kegiatan manusia serta gerakan tubuh, pemanfaatan teknologi piezoelektrik dapat digunakan sebagai penghasil sumber energi.

Penelitian ini memuat tentang pemanfaatan sensor piezoelektrik sebagai media konversi tekanan dengan beban yang berbeda-beda sebagai penghasil sumber energi. Penelitian ini dilakukan dengan membuat model prototipe skala kecil yang penyusunannya secara seri dan paralel dimana jumlah sensor piezoelektrik yang digunakan 4 buah pada masing-masing penyusunan. Pengujian sensor piezoelektrik dilakukan dengan memberikan beban 55 kg, 60 kg, dan 65 kg pada tiap penyusunan sehingga didapatkan tegangan dan arus keluaran yang bervariasi. Dari data yang dihasilkan dari pengujian prototipe menunjukkan penyusunan sensor secara paralel memiliki daya keluaran paling maksimal. Data yang didapat dari pengujian sensor piezoelektrik menunjukkan ketika penyusunan secara seri, daya keluaran yang dihasilkan paling tinggi $5,8 \mu\text{W}$ dengan beban maksimum 65 kg, sedangkan untuk penyusunan sensor secara paralel daya yang dihasilkan mencapai $24,5 \text{ mikro Watt}$ dari beban 60 kg sebagai indikasi tekanan yang diberikan.

Widodo, Kirom, and Qurthobi (2017). telah melakukan penelitian menggunakan material piezoelektrik jenis PZT (*lead zirconate tirtanate*) yang diimplementasikan pada lantai memanfaatkan tekanan kaki menjadi input mekanik untuk mendapatkan energi listrik dari material piezoelektrik. Piezoelektrik yang digunakan adalah tipe disc dengan diameter 5 cm dan diparalel sebanyak 40 buah pada sebuah bidang lantai berdimensi 30x30 cm. Sebuah dioda zener yang dipasang secara paralel dengan input untuk menjaga tegangan output tetap 5 volt meski nilai tegangan 3 inputnya tidak konstan. Terdapat juga sebuah rangkaian low pass filter RC untuk memfilter frekuensi input. Sistem tersebut dapat dimonitoring nilai arus outputnya pada sebuah display LCD berdasarkan pembacaan sensor arus LOG112 yang kemudian data pembacaannya dikirimkan pada sebuah mikrokontroler arduino. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan arus tertinggi sebesar $938 \mu\text{A}$ dan arus terendah sebesar $641 \mu\text{A}$. Tegangan tertinggi yaitu 80volt dengan tegangan

terendah 67 volt. Arus dan tegangan yang dihasilkan piezoelektrik digunakan untuk pengisian baterai. Besar kecil nilai arus dan tegangan yang dihasilkan piezoelektrik berbanding lurus dengan besar gaya yang diberikan, selain itu frekuensi pijakan mempengaruhi waktu pengisian baterai.

Zainal Abidin (2022) Penelitian ini bertujuan untuk membantu melakukan pemanfaatan fungsi dari *speed bump* atau yang lebih dikenal dengan polisi tidur yang banyak dijumpai di Negara Indonesia. Banyaknya kendaraan yang melintasi jalan yang terpasang *speed bump* membuat penulis ingin mengembangkan gaya yang dihasilkan dari *speed bump* tersebut apakah bisa menghasilkan energi listrik melalui efek piezoelektrik, dari permasalahan tersebut penulis berinisiatif membuat alat yang dapat menghasilkan energi listrik alternatif.

Alat ini terbuat dari beberapa rangkaian utama yaitu sensor piezoelektrik untuk menghasilkan energi listrik, charging control sebagai alat pengisian daya ke baterai. baterai sebagai tampungan daya yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik, lampu LED sebagai hasil keluaran dari daya yang dihasilkan sensor piezoelektrik untuk lampu penerangan jalan Semua dirangkai menjadi satu kesatuan menjadi sebuah alat dalam bentuk miniatur. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dengan cara membandingkan nilai efektifitas dan efisiensi dari alat dengan hasil dari alat lain yang serupa, perbedaan dari kedua pengujian dari alat tidak jauh beda dan masih pada batas yang sama.

Yundi Supriandani, Estiyanti Ekawati (2015) Penelitian ini melaporkan desain dan implementasi karpet piezoelektrik untuk memanen energi dari aktivitas jalan dan lompat oleh manusia. Karpet ini dibuat dari lapisan karet yang dilekati oleh matriks keping piezoelektrik. Keping-keping piezoelektrik ini menghasilkan impuls tegangan listrik apabila menerima tekanan. Sumber tegangan ini dihubungkan dengan rangkaian penyearah dan penguat, sehingga arus listrik mengalir dan muatan listriknya dapat dikumpulkan pada sebuah super kapasitor. Perangkat pemanen energi ini juga dilengkapi dengan antarmuka komputer untuk memantau perubahan tegangan pada kapasitor. Antar muka ini diprogram menggunakan bahasa pemrograman Java. Antar muka ini juga terhubung dengan modul akuisisi data yang bagian utamanya terdiri dari mikroprosesor dan protokol komunikasi serial RS232.

Pengujian kinerja modul pemanen energi ini terdiri dari pengukuran tegangan keping piezoelektrik pada bahan karpet yang berbeda, serta laju pengisian dan pengosongan kapasitor. Pengujian pertama bertujuan untuk memilih bahan karpet yang optimal untuk digunakan. Karpet ini kemudian dilekati keping-keping piezoelektrik yang telah dilapisi resin untuk mencegah kerusakan akibat tekanan yang berlebih. Selanjutnya, kemampuan pengisian kapasitor diuji dengan uji pukul menggunakan impact hammer, serta uji jalan dan lompat di atas karpet selama 5 menit. Uji jalan menghasilkan tegangan 1.1 Volt pada kapasitor. Adapun konstanta waktu pengosongan kapasitor adalah 78.61 menit. Hasil-hasil ini menunjukkan potensi pengembangan karpet piezoelektrik untuk pemanenan energi.

Imamul Khair, dkk (2021) Energi fosil atau bahan bakar fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan tidak ramah lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi fosil adalah dengan menggunakan energi terbarukan. Energi suara adalah energi yang berasal dari getaran suara yang memancarkan gelombang-gelombang longitudinal ke segala arah saat melakukan perjalanan melalui udara, air, atau ruang lainnya. Berdasarkan hukum kekekalan energi, energi suara juga dapat diubah bentuknya menjadi energi listrik. Lokasi-lokasi dengan tingkat kebisingan tinggi, seperti pabrik memiliki peluang sebagai sumber energi suara untuk dikonversi menjadi energi listrik.

Maka dari itu peneliti merancang sistem konversi energi suara menjadi listrik menggunakan komponen piezoelektrik dan Resonator *Helmholtz* dengan Rongga berbentuk kubus berukuran 40 x 40 x 40 cm dan leher resonator berbentuk silinder dengan panjang 15 cm dengan tiga variasi diameter yaitu 7.5 cm, 9 cm, dan 11.5 cm. penelitian ini dilakukan dengan memberikan suara dari speaker dengan intensitas suara 70-110 dB yang diatur oleh power amplifier pada speaker. setelah melewati rangkaian penyearah gelombang penuh didapatkan tegangan yang dihasilkan piezoelektrik sebesar 1.211 VDC, kemudian saat pengisian pada kapasitor 22 μ F didapatkan tegangan yang terisi pada kapasitor sebesar 1. 230 V selama satu menit dengan intensitas suara yang diberikan 100 – 110 dB.

Wira Hidayatullah (2016) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta unjuk kerja dari piezoelektrik sebagai pembangkit energi listrik. Piezoelektrik yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe ABT-441-RC, dan 30

piezoelektrik dirangkai secara paralel. Pada penelitian ini penambahan alas yang tepat sangat berpengaruh dari hasil yang dikeluarkan piezoelektrik desain struktur pijakan piezoelektrik salah satu yang menentukan hasil maksimal dan juga menentukan efisiensi waktu lama pakai bahan *piezo*, jika desain pijakan tidak dirancang dengan benar maka bahan *piezo* yang digunakan akan cepat rusak karena bahan *piezo* sangat rapuh.

Piezoelektrik adalah tumpukan muatan dalam materi padat (Kristal atau keramik) tertentu dalam menanggapi regangan mekanik yang dikenakan, piezoelektrik berarti listrik yang dihasilkan dari tekanan. Sumber muatan listrik piezoelektrik merupakan akibat dari efek piezoelektrisitas. Pada penelitian ini percobaan yang dilakukan menghasilkan tegangan 0.702 V ketika diberi gaya 49 N, tegangan akan meningkat seiring kuat gaya yang diberikan terhadap piezoelektrik. Pada pengujian arus yang dilakukan dengan memberi gaya sebesar 49 N dengan beban resistor 10 Ω maka arus yang dihasilkan sebesar 50.2 μA , dan arus akan berkurang seiring bertambahnya beban yang di beri.

R. Gustav Rinaldi (2019) Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengisian kapasitor oleh piezoelektrik dengan baterai. Metode penelitian berupa mengetuk sebuah piezoelektrik berdiameter 2,7 cm menggunakan jari tangan dengan frekuensi 30 bpm, 60 bpm, 90 bpm, 120 bpm, 150 bpm, dan 180 bpm untuk mengisi kapasitor sebesar 47 μF yang tegangannya diamati setiap 10 detik selama 90 detik. Ketukan 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 bpm secara berturut – turut menghasilkan tegangan akhir kapasitor sebesar 575 mV, 882 mV, 980 mV, 1337 mV, 1383 mV, dan 1444 mV. Setelah itu, hubungan antara frekuensi ketukan dan tegangan akhir kapasitor dianalisis untuk dibandingkan dengan pengisian kapasitor oleh baterai.

Fadila Alfraidila Ramadhan (2022) Telah dirancang sebuah perangkat sumber pembangkit energi listrik berbasis piezoelektrik pada sepatu untuk pendaki gunung. Piezoelektrik digunakan untuk memperoleh energi listrik yang dihasilkan dari adanya tekanan. Energi listrik yang dihasilkan lalu disimpan pada baterai litium 3,7 V yang sebelumnya disearahkan dari arus AC (*Alternating Current*) ke arus DC (*Direct Current*) menggunakan dioda penyearah. Hasil tegangan input listrik

kemudian ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) yang datanya diolah menggunakan mikrokontroler Arduino Uno melalui sensor tegangan.

Alat ini mampu mengisi daya kebutuhan elektronik saat mendaki gunung seperti handphone/smartphone dan lampu penerangan. Pengujian dilakukan dengan bervariasi kondisi medan pegunungan pada keadaan diam, berjalan, dan jalan mendaki. Alat ini mampu menghasilkan tegangan maksimal sebesar 22,4 V dan arus maksimal 18,4 mA saat jalan mendaki. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan oleh kaki dari pendaki gunung, maka semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan.

Geffrey K. Ottman and friend (2003) Metode pemanenan vibrasi yang dioptimalkan energi dengan elemen piezoelektrik menggunakan step-down dc-dc konverter disajikan. Dalam konfigurasi ini, konverter mengatur aliran daya dari elemen piezoelektrik ke yang diinginkan beban elektronik. Analisis konverter dalam arus terputus-putus mode konduksi menghasilkan ekspresi untuk daya siklus kerja hubungan. Menggunakan parameter sistem mekanik, the elemen piezoelektrik, dan konverter; kewajiban yang “optimal”. siklus dapat ditentukan di mana daya yang dipanen dimaksimalkan untuk tingkat eksitasi mekanis.

Hal ini ditunjukkan bahwa, sebagai besarnya eksitasi mekanis meningkat, optimal siklus tugas pada dasarnya menjadi konstan, sangat menyederhanakan kontrol konverter *step-down*. Ekspresi divalidasidengan data percobaan menunjukkan bahwa siklus kerja yang optimal dapat ditentukan secara akurat dan pemanenan energi maksimum tercapai. Sebuah sirkuit diusulkan yang mengimplementasikan hubungan ini, dan hasil percobaan menunjukkan bahwa konverter meningkatkan pemanenan daya sekitar 325%.

Steven R Anton1 and Henry ASodano (2007) Bidang pemanenan daya telah mengalami pertumbuhan yang signifikan selama beberapa tahun terakhir karena keinginan yang terus meningkat untuk memproduksi elektronik portabel dan nirkabel dengan masa pakai yang lebih lama. Perangkat portabel dan nirkabel saat ini harus dirancang untuk menyertakan baterai elektrokimia sebagai sumber daya. Penggunaan baterai dapat menyusahakan karena umurnya yang terbatas, sehingga memerlukan penggantian secara berkala. Dalam kasus sensor nirkabel yang ditempatkan di lokasi terpencil, sensor harus mudah diakses atau bersifat sekali

pakai agar perangkat dapat berfungsi dalam jangka waktu yang lama. Perangkat pemulung energi dirancang untuk menangkap energi sekitar yang mengelilingi elektronik dan mengubahnya menjadi energi listrik yang dapat digunakan.

Konsep pemanenan daya berfungsi untuk mengembangkan perangkat mandiri yang tidak memerlukan catu daya yang dapat diganti. Ada sejumlah sumber energi ambien yang dapat dipanen, termasuk limbah panas, getaran, gelombang elektromagnetik, angin, air yang mengalir, dan energi matahari. Sementara masing-masing sumber energi ini dapat digunakan secara efektif untuk memberi daya pada sensor jarak jauh, komunitas struktural dan biologis telah menekankan pada pemulungan energi getaran dengan bahan piezoelektrik. Artikel ini akan meninjau literatur terbaru di bidang pemanenan daya dan menyajikan keadaan pemanenan daya saat ini dalam upayanya untuk membuat perangkat yang sepenuhnya berdaya sendiri.

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Energi Listrik

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja, dimana pengertian usaha merupakan gaya yang bekerja pada suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berpindah posisi/tempat. Dalam sistem internasional (SI) satuan energi adalah *joule* (J) sedangkan satuan lainnya yaitu: kalori, erg, dan Kwh (*kilowatt hours*). Dalam hukum kekekalan energi menyatakan bahwa “energi tidak dapat diciptakan atau tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk yang lain”. Bentuk energi dapat kehidupan ada beberapa macam. Adapun bentuk-bentuk dari energi yaitu: energi kimia, energi listrik, energi panas, dan energi mekanik (Karim, Kaniawati, Fauziah, dan sopandi, 2008).

Menurut Sulasno (2009:1), energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja. Jadi, suatu benda dapat melakukan suatu kerja atau pergerakan dikarenakan adanya energi yang dikonsumsi oleh benda tersebut. Contohnya seperti manusia memerlukan energi berupa makanan untuk melakukan suatu pekerjaan, tumbuhan memerlukan energi matahari untuk melakukan proses fotosintesis, mobil memerlukan energi berupa bensin untuk bisa menggerakkan mesin di dalamnya supaya bisa melaju, dan lainnya.

Energi mekanik sendiri merupakan penjumlahan antara energi potensial karena memiliki beda ketinggian dan energi kinetik karena sebuah benda bergerak. Energi mekanik memiliki persamaan matematis sebagai berikut:

$$E_m = E_k + E_p \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana: E_m = energi mekanik (J)

E_k = energi kinetik (J)

E_p = energi potensial (J)

Seperti yang telah disebutkan diatas, bahwa energi mekanik merupakan penjumlahan dari energi potensial dan energi kinetik. Berikut merupakan pengertian energi potensial dan energi kinetik.

I. Energi potensial

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki benda karena ketinggian ataupun karena keadaan benda tersebut. Energi potensial dapat terbagi menjadi 2 yaitu:

- i. Energi potensial gravitasi merupakan energi yang dimiliki benda berdasarkan ketinggian benda tersebut. Dalam energi potensial gravitasi didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$E_p = m \cdot g \cdot H \text{ atau } E_p = W \cdot H \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana: E_p = energi potensial gravitasi (J)

M = massa (kg)

g = gravitasi (m/s^2)

h = ketinggian (m)

w = berat benda

- ii. Energi potensial pegas merupakan energi potensial yang dimiliki pegas saat pegas ditarik oleh gaya (F) sehingga bertambah panjang x . besar energi potensial pegas sama dengan besar usaha gaya pegas, sehingga persamaan energi potensial pegas adalah sebagai berikut:

$$E_p = 1/2 \cdot K \cdot \Delta x^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana: E_p = energi potensial gravitasi (J)

K = konstanta pegas (N/m)

Δx = pertambahan panjang pegas (m)

II. Energi kinetik

Energi kinetik merupakan energi yang dimiliki oleh benda karena pengaruh gerak benda tersebut. Sehingga benda yang bergerak memiliki energi kineti (Karim, 2008). Berikut ini merupakan persamaan energi kinetik:

$$Ek = 1/2 \cdot K \cdot \Delta V^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana: Ek = energi kinetik (J)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

III. Energi listrik

Energi listrik merupakan kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari suatu titik ke titik yang lain). Jika arus listrik mengalir pada suatu penghantar yang berhambatan R, maka sumber arus akan menghasilkan energi pada penghantar yang bergantung pada beda potensial pada ujung penghantar (v), kuat arus yang mengalir pada penghantar (I) dan waktu atau lamanya arus mengalir (t). Energi listrik dilambanhkan dengan W.

$$W = Q \cdot W \dots\dots\dots(2.5)$$

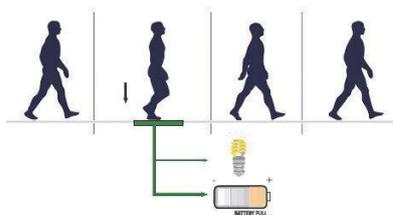
Dimana: W = energi listrik (J)

Q = muatan listrik (C)

V = beda potensial (V)

2.2.2.1 Sumber Energi

Baru-baru ini, sebuah perusahaan bernama Pavegen telah mencoba untuk menggunakan piezoelektric sebagai sumber energi alternative yang memanfaatkan energi dari manusia berjalan. Idenya adalah memanfaatkan tempat-tempat keramaian sehingga energi yang terkumpul dari injakan orang berjalan pada tempat tersebut menghasilkan energi yang besar, seperti: stasiun dan bandara. Adapun bentuk simulasi pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Simulasi Sensor Piezoelektik

2.2.2 Pengertian Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah ukuran beda potensial antara dua titik dalam rangkaian kelistrikan, dapat pula tegangan diartikan sebagai jumlah energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik dari satu lokasi ke lokasi lain. Satuan dari tegangan adalah Volt atau Voltage yang dilambangkan dengan huruf “V”. Volt adalah standar satuan listrik yang digunakan untuk menunjukkan nilai tegangan dalam rangkain listrik.

Tegangan dibangkitkan dari pembangkit listrik yang dibedakan menjadi tegangan sangat rendah, rendah, menengah, tinggi, ekstra tinggi, dan ultratinggi. Informasi mengenai nilai tegangan diperlukan agar komponen yang digunakan sesuai dengan spesifikasi jaringan listrik. Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan adalah voltmeter atau multitester. Ada dua tipe tegangan yaitu tegangan AC (*Alternating Current*) dan tegangan DC (*Direct Current*).

Rumus Tegangan Listrik

$$V = \frac{P}{I}$$

Keterangan: I = arus (*ampere*)

P = daya (*watt*)

2.2.3 Pengertian Arus Listrik

Arus listrik adalah kecepatan aliran muatan listrik yang melalui suatu penghantar dalam waktu tertentu. Arus listrik dinyatakan dalam satuan Ampere yang dilambangkan dengan huruf “A”. Ampere adalah satuan listrik yang digunakan untuk menunjukan nilai arus yang mengalir dalam rangkaian listrik. Nilai ampere diketahui dengan alat amperemeter, multimeter, atau tang ampere. Selain MCB, satuan ampere juga ada pada spesifikasi peralatan elektronik seperti kipas angin, pompa air, kulkas, setrika, dan tv.

Rumus Arus Listrik

$$I = \frac{P}{V}$$

Keterangan: $V =$ tegangan (*volt*)

$P =$ daya (*watt*)

2.2.4 Pengertian Daya Listrik

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi suatu rangkaian listrik atau perangkat elektronik. Daya listrik dinyatakan dalam satuan Watt yang dilambangkan dengan huruf “W”. Watt adalah satuan listrik yang digunakan untuk menunjukkan nilai daya/kekuatan/kapasitas suatu perangkat listrik.

Rumus Daya Listrik.

$$P = V \times I$$

Keterangan: $V =$ tegangan (*volt*)

$I =$ arus listrik (*ampere*)

2.2.5 Pengertian Piezoelektrik

Piezoelektrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik atau sebaliknya berdasarkan efek piezoelektrik. Piezoelektrik merupakan sistem yang terdiri dari bahan material tertentu yang akan menghasilkan tegangan listrik akibat tekanan atau kekuatan mekanik yang diberikan pada kedua bidang. Efek piezoelektrik ini pertama kali ditemukan di perancis pada tahun 1880. Nama penemunya adalah dua orang fisikawan yang bernama *Pierre Curie* dan *Jacques Curie*. Nama “*piezo*” sendiri berasal dari kata Yunani yang artinya tekanan. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, piezoelektrik mulai dikembangkan oleh salah satu perusahaan jepang pada tahun 1970an.

Efek piezoelektrik ini akan menghasilkan kemampuan suatu benda material tertentu untuk bergetar ketika diberikan tegangan listrik. Namun sebaliknya ketika pada bidang material tersebut diberikan tekanan tertentu, maka dari material tersebut akan menghasilkan tegangan listrik.

Curie bersaudara memperlihatkan adanya muatan listrik ketika diberikan suatu tekanan pada beberapa material tertentu. Tetapi mereka tidak memprediksi adanya sifat kebalikan dari efek piezoelektrik tersebut. Efek yang sebaliknya secara

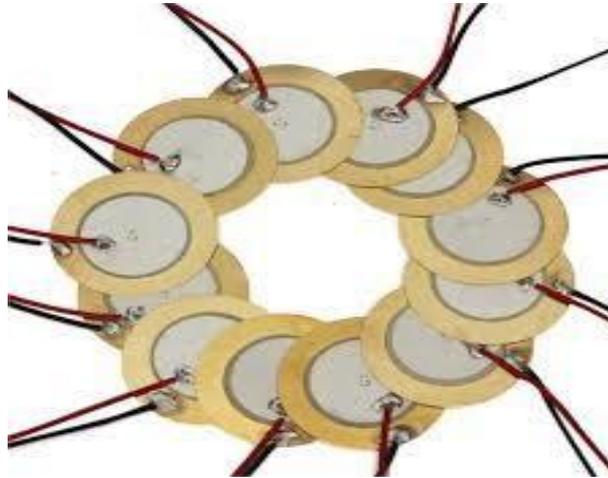
matematis didapat dari buku “*Fundamental Thermodynamic Principles*” oleh Gabriel Lippmann pada tahun 1881. Curie bersaudara segera membenarkan adanya efek kabalikan itu, dan melanjutkan penelitian untuk memperoleh bukti kuantitatif bagaimana suatu material dapat bergetarkarena diberi muatan listrik. Sifat reversibel yang dimiliki oleh piezoelektrik dapat dijelaskan sebagai berikut.

Di dalam sebuah kristal piezoelektrik, muatan listrik positif dan muatan listrik negatif terpisah namun terdistribusi simetris sehingga kristal keseluruhan secara elektrik bersifat netral. Ketika diterapkan stress (tekanan), maka distribusi muatan yang simetris akan terganggu sehingga muatan menjadi tidak simetris lagi, dan muatan yang tidak simetris inilah yang menimbulkan medan listrik. Sebaliknya, ketika medan listrik diterapkan pada material piezoelektrik akan terjadi deformasi mekanik yang menyebabkan material berubah dimensi (struktur kristalnya dari kubik menjadi tetragonal atau rhombohedral).

Peristiwa ini dikarenakan pada saat medan listrik melewati material, molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik, dihasilkan dipole yang terinduksi dengan molekul atau struktur kristal materi. Penyesuaian molekul ini mengakibatkan material berubah dimensi. Sifat reversibel dari material piezoelektrik dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi, antara lain sensor, aktuator, transduser dan peralatan elektronik lainnya.

Pada transduser, bahan piezoelektrik mengubah sinyal listrik menjadi getaran mekanik dan mengubah kembali getaran mekanik menjadi energi listrik. material piezoelektrik diposisikan sebagai elemen aktif transduser. Elemen aktif adalah inti dari transduser yang mengubah energi listrik menjadi energi suara dan sebaliknya.

Piezoelektrik didefinisikan sebagai suatu kemampuan yang dimiliki sebagian kristal maupun bahan-bahan tertentu lainnya yang dapat menghasilkan tegangan listrik jika mendapatkan perlakuan tekanan atau regangan. Piezoelektrik adalah suatu efek yang *reversibel*, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung (*direct piezoelectric effect*) yaitu produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik dan efek piezoelektrik balikan (*converse piezoelectric effect*) yaitu produksi tekanan akibat pemberian tegangan listrik yang menghasilkan perubahan dimensi (Triwahyuni, 2010).

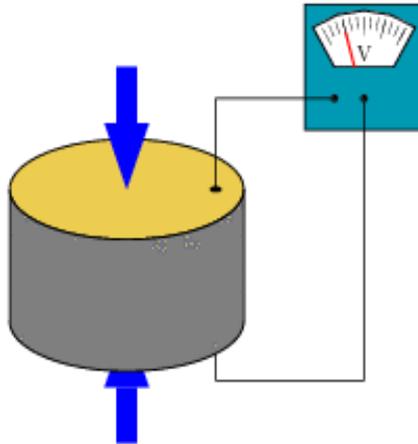


Gambar 2. 1 piezoelektrik

2.2.5.1 Prinsip Kerja Piezoelektrik

Prinsip kerja piezoelektrik Seperti diketahui pada penjelasan sebelumnya, bahwa piezoelektrik berasal dari bahan atau material yang menggunakan prinsip efek piezoelektrik. Prinsip kerja piezo elektrik sendiri pada dasarnya adalah terdiri dari 2 bidang yang berdempet. Yang mana diantara bidang tersebut akan menghasilkan dipole yang terinduksi molekul yang terdiri dari berbagai struktur kristal tergantung dari bahan pada bidang tersebut.

Ketika piezoelektrik mengalami tekanan yang disengaja, maka akan menghasilkan gaya listrik pada bidang *piezo* 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 misalnya, maka energi mekanik tersebut akan diubah menjadi energi listrik.



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Piezoelektrik

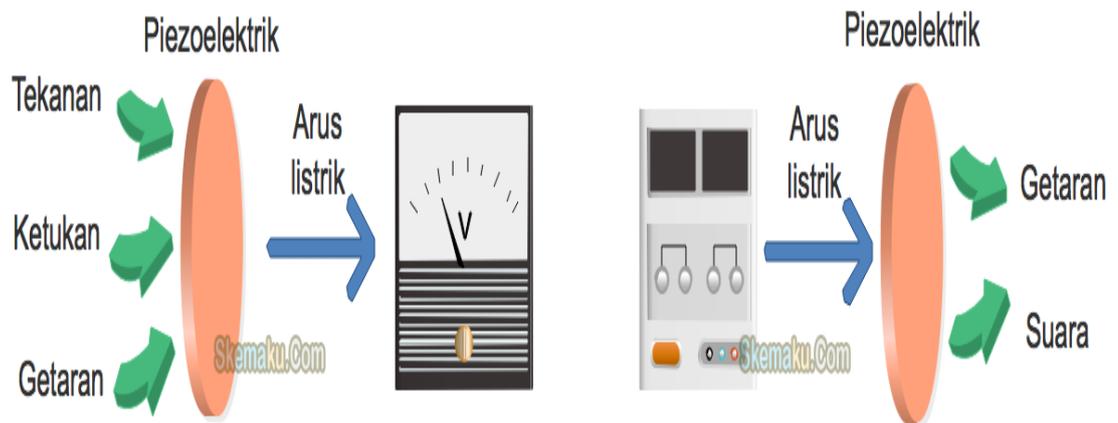
Pada efek piezoelektrik, perubahan polarisasi terjadi akibat dari pembebanan atau stress mekanik. Piezoelektrik tidak disebabkan oleh perubahan densitas muatan dipermukaan melainkan dengan kepadatan dipol pada bulk, misalnya: 1 cm³ kubus kuarsa ketika diberi gaya 2 kN akan menghasilkan tegangan 12.500 V.

2.2.5.2 Karakteristik Bahan Piezoelektrik

Piezoelektrik merupakan komponen yang terdiri dari bahan yang bersifat sensitif terhadap tekanan tertentu (mekanik). Ketika piezoelektrik diberikan tekanan, maka pada kedua ujung pelat akan menghasilkan listrik sesuai dengan besarnya ketukan atau tekanan yang diberikan. Hal ini karena terjadinya perubahan dimensi bahan yang ada pada komponen tersebut.

Sebaliknya, ketika piezoelektrik diberikan arus listrik dengan sinyal tertentu, maka akan menghasilkan frekuensi nada (*beep tone*) tertentu sesuai dengan sinyal yang diberikan. Untuk menghasilkan sinyal ini diperlukan sebuah driver berupa transistor untuk memperkuat sinyal yang diberikan. Piezoelektrik yang bersifat sebagai output ini disebut juga sebagai piezoelektrik *buzzer*. Biasanya piezoelektrik *buzzer* yang beredar dipasaran sudah terdapat driver tersendiri didalamnya. Sehingga kita tinggal mengalirkan arus pada *buzzer* tersebut.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan terdapat dua karakteristik dasar dari piezoelektrik. Yaitu piezoelektrik dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan sebaliknya. Dengan demikian komponen ini dapat digunakan sebagai input ataupun sebagai output.



Gambar 2. 3 Karakteristik Piezoelektrik

2.2.5. Kelebihan dan Kekurangan Piezoelektrik

Setiap komponen memiliki keterbatasan-keterbatasan tertentu ketika dioperasikan. Begitu juga dengan komponen piezoelektrik. Berikut adalah beberapa kelebihan dari penggunaan piezoelektrik:

- 1) Tanggapan frekuensi yang tinggi. Piezoelektrik dapat bekerja dengan frekuensi tinggi pada parameter tertentu. Bahkan dapat merespon frekuensi audio tertinggi (20 kHz) dengan sangat baik.
- 2) Respon transien yang tinggi. Piezoelektrik dapat memberikan output yang linear dan ideal untuk sebuah komponen transduser yang dapat mendeteksi hingga mikrodetik.
- 3) Output tinggi. Piezoelektrik pada umumnya memiliki output yang tinggi dengan konsumsi daya yang rendah.
- 4) Ukuran yang kecil. Komponen piezoelektrik memiliki ukuran yang kecil untuk sebuah transduser dan cocok digunakan pada perangkat-perangkat kecil.

Selain kelebihan yang dimiliki, beberapa kekurangan dari piezoelektrik transduser adalah sebagai berikut:

- 1) Sinyal output dari piezoelektrik transduser rata-rata relatif sangat rendah, sehingga diperlukan pre-amp agar sinyal yang dikeluarkan lebih tinggi sesuai dengan yang dibutuhkan untuk men-drive sinyal ke rangkaian berikutnya.
- 2) Impedansi piezoelektrik tinggi. Sebetulnya ini kurang tepat jika disebut sebagai kelemahan. Namun demikian hal ini mengharuskan dibuat lagi rangkaian tambahan agar impedansi dari piezoelektrik sesuai. Baik itu ketika digunakan sebagai output (*buzzer*) ataupun sebagai input.

Sedangkan kegunaan komponen piezoelektrik (*buzzer*) sebenarnya cukup banyak, terutama pada perangkat atau rangkaian elektronika yang mengeluarkan bunyi nada (*tone*). Diantaranya adalah pada peralatan medis, alat instrumentasi elektronika seperti multimeter dan osiloskop, bel rumah, alarm, bahkan pada jam tangan pun banyak yang menggunakan piezoelektrik *buzzer*.

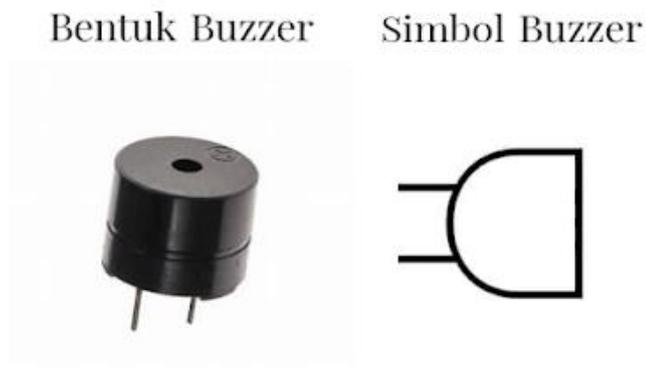
Pada perangkat yang hanya membutuhkan nada bunyi “*beep*” beserta variasinya, Penggunaan piezoelektrik *buzzer* akan lebih efisien jika dibandingkan dengan loudspeaker pada umumnya karena selain bentuknya yang menjadi sangat kecil, juga daya output audio yang dibutuhkan tidak besar. Hal ini tentu akan berpengaruh juga pada konsumsi baterai. Ini lah sebabnya mengapa pada perangkat-perangkat yang sangat kecil seperti jam tangan menggunakan *buzzer*.

Namun seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, penggunaan loudspeaker juga semakin berkembang dan mulai banyak diterapkan pada perangkat-perangkat kecil seperti jam tangan gadget (*smart watch*). Meskipun begitu, konsumsi penggunaan baterai dari *buzzer* tetap jauh lebih hemat. Selain digunakan sebagai output (*buzzer*), piezoelektrik juga dapat digunakan sebagai output yang mengubah energi gerak akustik atau instrumen menjadi energi listrik. Penggunaan tersebut diantaranya adalah pada sensor drum elektrik, sistem pendeteksi gelombang sonar, dan ala instrumen penguku akustik, mikrofon, dan lain sebagainya.

Pada umumnya sebuah piezoelektrik *buzzer* dapat menghasilkan nada antara 1 kHz hingga 20 kHz untuk frekuensi audio. Tidak hanya itu bahkan piezoelektrik dapat menjangkau frekuensi hingga 50 kHz. Yang mana frekuensi ini termasuk

jenis ultrasonik. Sedangkan tegangan rata-rata yang dibutuhkan pada sebuah piezoelektrik adalah 3 Volt hingga 12 Volt dengan arus tidak lebih dari 50 mA.

2.2.6 Buzzer



Gambar 2. 4 Bentuk Dan Simbol Buzzer

Buzzer Elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* elektronika itu sendiri. Pada umumnya, *buzzer* elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka *buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia.

Pada dasarnya, setiap *buzzer* elektronika memerlukan input berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis *buzzer* elektronika yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah *buzzer* yang berjenis Piezoelektrik (*Piezoelectric Buzzer*). Hal itu karena Piezoelektrik *Buzzer* memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan dalam rangkaian elektronika.

Efek Piezoelektrik (*Piezoelectric Effect*) ditemukan pertama kali oleh dua orang ilmuwan Fisika pada tahun 1880 bernama Pierre Curie dan Jacques Curie yang berasal dari kebangsaan Perancis. Penemuan tersebut kemudian dikembangkan oleh sebuah perusahaan Jepang menjadi *Piezoelectric Buzzer* dan

mulai populer digunakan pada tahun 1970-an. Dalam rangkaian elektronika, piezoelectric *buzzer* dapat digunakan pada tegangan listrik sebesar 6 volt hingga 12 volt dan dengan tipikal arus sebesar 25 mA. *Buzzer* yang termasuk dalam keluarga Transduser ini sering disebut juga dengan *Beeper*.

2.2.6.1 Fungsi *Buzzer* Elektronika

Pada dasarnya *Buzzer* Elektronika menyerupai loud speaker namun memiliki fungsi-fungsi yang lebih sederhana. Berikut adalah beberapa fungsi *buzzer* elektronika :

- a) Sebagai bel rumah
- b) Alarm pada berbagai peralatan
- c) Peringatan mundur pada truk
- d) Komponen rangkaian anti maling
- e) Indikator suara sebagai tanda bahaya atau yang lainnya
- f) Timer
- g) Dan lain-lain

2.2.6.2 Prinsip Kerja *Buzzer* Elektronika

Pada dasarnya, prinsip kerja dari *buzzer* elektronika hampir sama dengan loud speaker dimana *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang secara diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

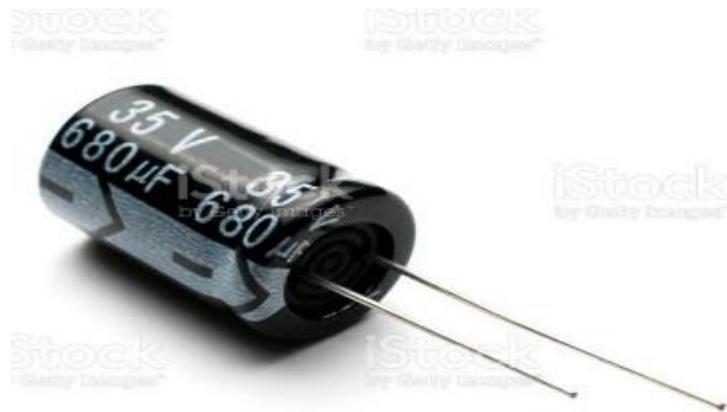
Namun dibandingkan dengan loud speaker, *buzzer* elektronika relatif lebih mudah untuk digerakkan. Sebagai contoh, *buzzer* elektronika dapat langsung diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu untuk dapat menghasilkan suara. Hal ini tentu berbeda dengan *loud speaker* yang memerlukan rangkaian penguat khusus untuk menggerakkan speaker agar menghasilkan suara yang dapat didengar oleh manusia.

2.2.7 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan dipisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor disebut keeping. Kapasitor atau sering disebut kondensator merupakan komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik. Prinsip sebuah kapasitor pada umumnya sama halnya dengan resistor yang juga termasuk dalam kelompok komponen pasif, yaitu jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut sebagai bahan (zat) dielektrik.

Satuan nilai kapasitor dinyatakan dalam Farad (F), miliFarad (mF), mikroFarad (μ F), nanoFarad (nF), atau pikoFarad (pF). Konversi satuan nilai kapasitor sama dengan konversi satuan tahanan listrik. Kapasitor disusun menggunakan dua pelat logam. Kedua pelat logam itu dipisahkan dengan isolator yang disebut dielektrikum. Jenis-jenis dielektrikum antara lain mika, plastik, keramik, tantalum, dan elektrolit.

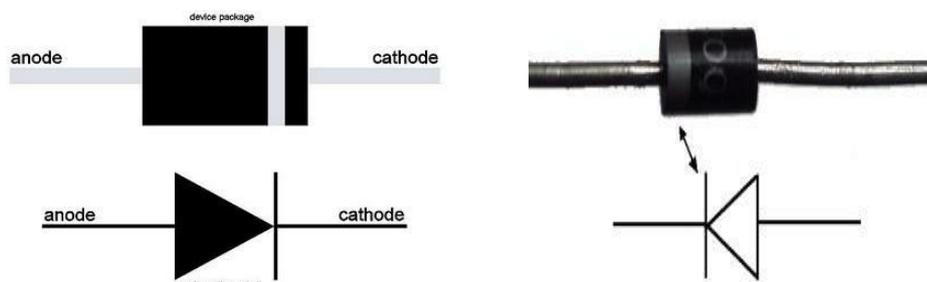
Didalam penelitian ini digunakan kapasitor yang berjenis elektrolit. Kapasitor elektrolit atau yang biasa disebut Elco (*Electrolytic Condenser*) adalah kapasitor yang biasaya berbentuk tabung. Kapasitor elco mempunyai dua kutub kaki berpolaritas yaitu positif dan negative. Kaki positif memiliki kaki yang sama panjang sebagai tandanya, sedangkan yang negatif adalah kaki yang pendek dan ditandai dengan minus (-) pada bodinya. Nilai kapasitannya dari 0,47 mikro farad sampai ribuan mikro farad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.



Gambar 2. 5 kapasitor elektrolit

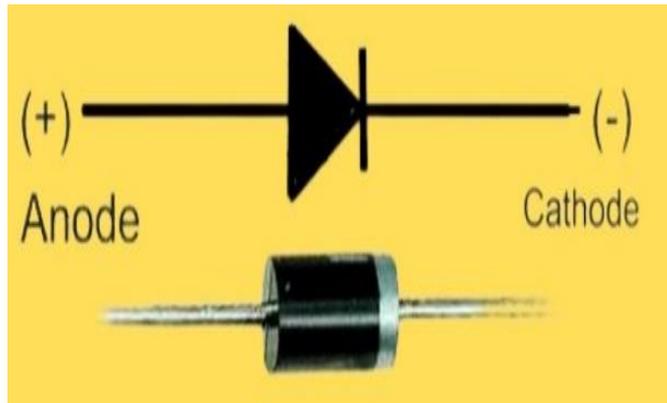
2.2.8 Dioda

Dioda merupakan salah satu jenis komponen aktif yang berfungsi sebagai komponen penyearah. Dioda disusun menggunakan semikonduktor jenis P atau kutub positif (+) dan semikonduktor jenis N atau kutub negatif (-). Secara fisik bentuk dioda dan simbolnya pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Dioda

Pada penelitian ini digunakan dioda berjenis IN4007 atau yang biasa disebut dioda penyearah (*rectifier*). Dioda penyearah atau *rectifier* adalah jenis dioda yang paling sering digunakan. Dioda penyearah adalah sebuah komponen yang terbuat dari bahan semi konduktor. Dioda penyearah pada dasarnya terdiri dari 2 lapisan semi konduktor P (positif) dan N (negatif). Dioda ini berfungsi sebagai penyearah tegangan AC ke DC pada *power supply* atau pencatu daya.



Gambar 2. 7 Dioda penyearah

Bias maju atau forward bias terjadi ketika anoda dioda diberi tegangan positif dan katoda diode diberi tegangan negatif. Sebaliknya jika anoda diberi tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif, maka akan terjadi bias yang dinamakan bias balik atau reverse bias.

2.2.8.1 Macam-Macam Dioda

Secara umum semua dioda memiliki konstruksi dan prinsip kerja yang sama. Semua dioda terbentuk oleh sambungan PN yang secara fisik dioda dikenali melalui nama elektrodanya yang khas yaitu : anoda dan katoda. Diod dibedakan menurut fungsinya, disini dalam representasi simbolik dilukiskan secara berbeda demikian pula karakteristiknya.

Tabel 2. 1 Macam-macam dioda menurut fungsinya

Jenis Dioda	Fungsi	Simbol
Rectifier	Penyearah	
Zener	Regulator	
LED	Display	
Photodiode	Sensor Cahaya	
Schothly	Saklar kec. Tinggi	

Tunnel	Osilator	
Varaktor	Variable kapasitor	

Sifat Umum dioda adalah dapat menghantarkan arus listrik ke satu arah saja. Oleh karena itu, bila pemasangan dioda terbalik, maka dioda tidak akan dapat menghantarkan arus listrik. Prinsip ini umumnya dimanfaatkan sebagai pengaman pesawat-pesawat elektronika, yaitu untuk menunjukkan benar atau salah penyambungan catu dayanya.

2.2.9 Project Box

Project box adalah casing plastik yang cocok untuk *enclosure* dari *project* elektronika anda.



Gambar 2. 8 Project Box

2.2.10 Baterai *Lithium*

Baterai *lithium* merupakan baterai isi ulang yang bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan. Arahnya akan kembali saat dicharger dan memakai senyawa *lithium* yang berbahan elektroda. Baterai jenis ini memiliki kepadatan pada energi yang terbaik, tidak ada efek negatif terhadap memori, dan juga tidak akan kehilangan isi saat tidak digunakan. Baterai ini memiliki kemampuan dalam menyimpan energi tinggi untuk per satuan volume, artinya jenis energi listrik yang terkandung di dalamnya adalah elektrokimia.



Gambar 2. 9 Baterai Lithium

Dalam penggunaannya, agar bisa berfungsi dengan sangat baik maka harus dilengkapi dengan elektroda dan elektrolit yang saling berhubungan. Baterai lithium ini digunakan untuk barang elektronik konsumen, industri militer, kendaraan listrik, dirgantara, dan lain sebagainya.

2.2.11 Push Button

Push button (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

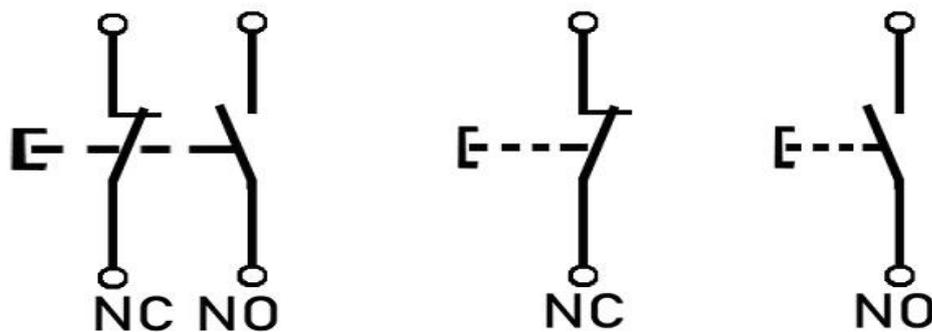


Gambar 2. 10 *Push Button*

Push button ini biasanya terdiri dari bagian mekanik yang dapat ditekan dan memicu kontak elektronik untuk mengirim sinyal atau informasi. Beberapa jenis *push button* juga dilengkapi dengan lampu indikator atau layar yang menampilkan status sistem pada saat ini. Setiap warna pada *push button* memiliki fungsinya tersendiri, misalnya puhs button warna merah untuk Stop, hijau untuk perintah Start dan kuning untuk perintah Reset.

Jadi dapat dikatakan, *Push button* adalah komponen penting bagi mesin industri, terutama dalam menyalakan dan mematikan mesin. Tak peduli mesin apa yang digunakan, tombol selalu menjadi tombol utama dalam operasional mesin. Koneksi tombol dengan operator sangat vital dalam memastikan bahwa mesin dapat berfungsi dengan baik.

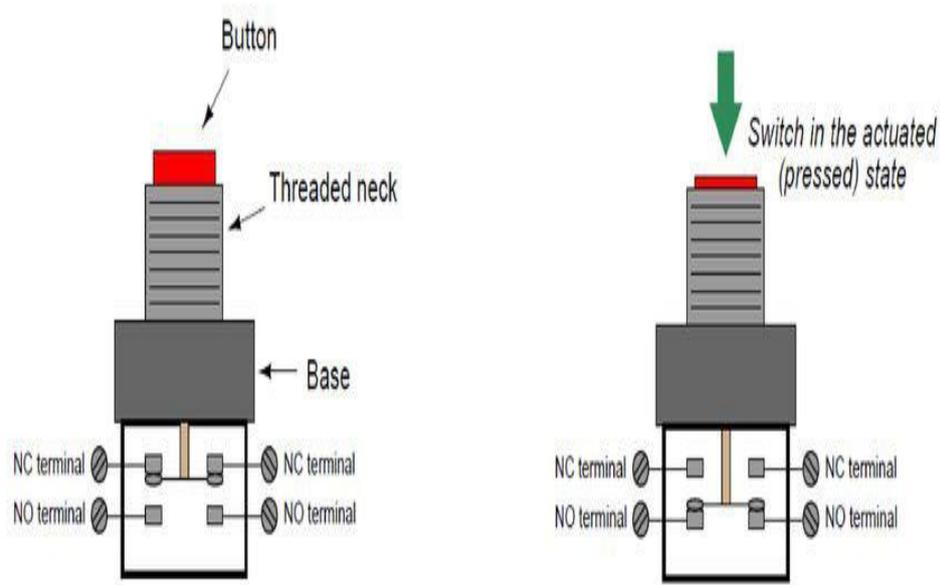
a) Simbol *Push Button*



Gambar 2. 11 Simbol *Push Button*

Berbagai simbol mewakili tombol tekan dalam desain elektronik. Seperti yang dapat dilihat pada gambar, terdapat tiga simbol utama yaitu NC dan NO (ganda), serta NC dan NO. Masing-masing simbol *push button* merepresentasikan jenis *push button* dan menunjukkan cara kerja dan kendali dari tombol tersebut dalam sistem. Simbol-simbol ini biasa digunakan dalam pembuatan bagan rangkaian listrik 3 phase. Oleh karena itu, penting untuk memahami konsep tersebut sebelum membutuhkannya dalam proyek elektronik Anda.

b) Cara Kerja *Push Button*



Gambar 2. 12 Cara Kerja *Push Button*

Prinsip kerja *push button* pada dasarnya adalah untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik. Namun, tombol tekan tidak memiliki kunci dan akan kembali ke posisi semula setelah ditekan.

Ketika tombol tekan ditekan, nilainya menjadi HIGH dan mengalirkan arus listrik. Namun, setelah dilepas, tombol akan bernilai LOW dan memutuskan arus listrik. Namun, bagaimana tombol tekan bekerja bisa berbeda tergantung dari jenis tombol tersebut, apakah itu NO atau NC. Oleh karena itu, penting untuk memahami konsep dasar dan spesifikasi dari tombol tekan yang akan digunakan pada setiap proyek.

c) Fungsi *Push Button*

Sebagai suatu komponen yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik, tombol tekan ini banyak diterapkan dalam berbagai perangkat elektronik, termasuk speaker, relay, LED, dan perangkat output lainnya.

Berikut ini adalah beberapa fungsi utama dari *push button*:

1. Sebagai On/Off: *Push button* sering digunakan sebagai pengontrol saklar untuk mengaktifkan atau mematikan suatu sistem.
2. Untuk memulai suatu tindakan: *Push button* juga bisa digunakan untuk memulai suatu tindakan, seperti memulai pengiriman data pada suatu jaringan, memulai perekaman suara, dll.
3. *Switching input*: *Push button* bisa digunakan sebagai pengalih input, misalnya untuk mengalihkan suatu sinyal dari satu sumber ke sumber lain.
4. Menghasilkan sinyal interupsi: *Push button* sering digunakan untuk menghasilkan sinyal interupsi, seperti memberikan sinyal pada suatu *mikrokontroler* untuk melakukan suatu tindakan tertentu.

Push button dapat melakukan berbagai tugas karena sifatnya sebagai komponen elektronika yang memiliki dua kondisi, yaitu kondisi tekan dan kondisi tidak tekan. Dengan memanfaatkan perubahan kondisi ini, tombol tekan dapat memproses berbagai aksi dan melakukan berbagai fungsi dalam berbagai aplikasi listrik dan elektronika.

d) Macam-Macam *Push Button*

Berdasarkan jenis kontakannya, *push button* terdiri dari dua jenis, yaitu Push button NC dan *Push Button* NO. Dibawah ini penjelasan dari masing masing jenis tombol tekan.

1. *Push Button* NC (*Noramally Closed*)

Jenis *push button* NC memerlukan tombol untuk ditekan agar aliran listrik dapat terputus. Kontak NC dikategorikan sebagai kontak tertutup. Secara umum, tombol tipe ini digunakan sebagai tombol stop untuk mematikan arus listrik. Bila tombol tidak ditekan atau dilepaskan, ini akan menyebabkan mesin atau rangkaian kembali ke kondisi awalnya.

2. *Push Button* NO (*Normally Open*)

Jenis *push button* NC memerlukan tombol untuk ditekan agar aliran listrik dapat terputus. Kontak NC dikategorikan sebagai kontak tertutup. Secara umum, tombol tipe ini digunakan sebagai tombol stop untuk mematikan arus listrik. Bila tombol tidak ditekan atau dilepaskan, ini akan menyebabkan mesin atau rangkaian kembali ke kondisi awalnya.

Fungsi *push button* NO adalah sebaliknya dari tipe sebelumnya. Tombol ini digunakan sebagai tombol start atau mulai dan memiliki tugas untuk menghubungkan aliran listrik pada suatu rangkaian. Saat tombol ditekan, kontak ini dapat mengaktifkan mesin dan aliran listrik akan terhubung. Bila tombol dilepas, aliran listrik akan terputus dan rangkaian menjadi non-aktif. Berbeda dengan tuas, tombol Push bekerja seperti pegas. Interaksi baru terjadi saat tombol ditekan dan rangkaian kembali ke kondisi normal setelah tombol dilepas.

2.2.12 Kabel Jumper

Kabel Jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan dapat menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Fungsi kabel jumper sendiri adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.



Gambar 2. 13 Kabel Jumper

2.2.13 Lampu LED

Lampu LED atau singkatan dari *Light Emitting Dioda* adalah semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan. Lampu LED memiliki usia pakai dan efisiensi listrik beberapa kali lipat lebih baik daripada lampu pijar dan jauh lebih efisien daripada lampu pijar.



Gambar 2. 14 Lampu Led

2.2.14 Rangkaian Pembangkit Piezoelektrik

2.2.14.1 Rangkaian Seri

Rangkaian seri merupakan rangkaian yang hanya ada satu jalur tempat arus listrik mengalir dari sumber arus listrik. Pada Gambar 2.4 rangkaian seri dapat dijelaskan bahwa untuk pemasangannya pada piezoelektrik bagian positif *piezo* pertama disambungkan ke bagian negatif *piezo* kedua dan bagian positif *piezo* kedua disambungkan ke bagian negatif *piezo* ke tiga begitu seterusnya. Untuk Dayanya jumlah total daya yang masuk ke suatu titik percabangan sama dengan jumlah daya yang keluar pada titik percabangan tersebut, sehingga bisa dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$E_{total} = E_1 = E_2 = E_3 = E_4 \dots E_N$$

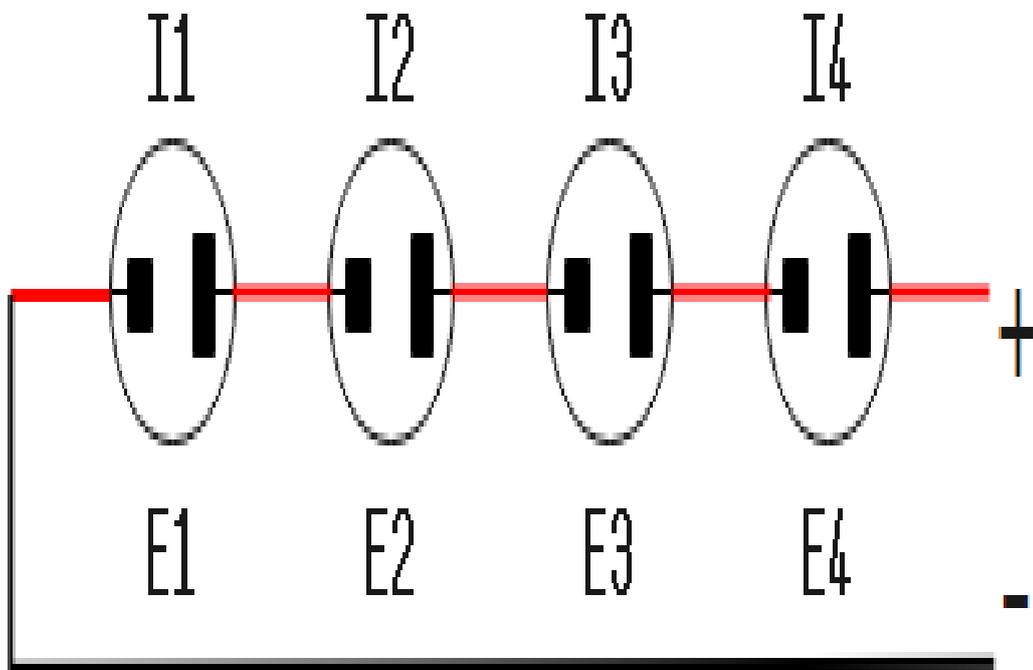
Sedangkan untuk total arusnya pada rangkaian seri adalah sama dengan penjumlahan arus yang dihasilkan oleh tiap komponen, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \dots I_N$$

Dimana:

E = Daya (Watt) E_{total}

I = Arus (Ampere)



Gambar 2. 15 Rangkaian Piezoelektrik secara Seri

2.2.14.2 Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah rangkaian yang memiliki lebih dari satu jalur tempat arus listrik mengalir dari sumber arus listrik. Pada Gambar 2.5 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, sehingga bisa dirumuskan persamaannya sebagai berikut:

$$E_{total} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \dots E_N$$

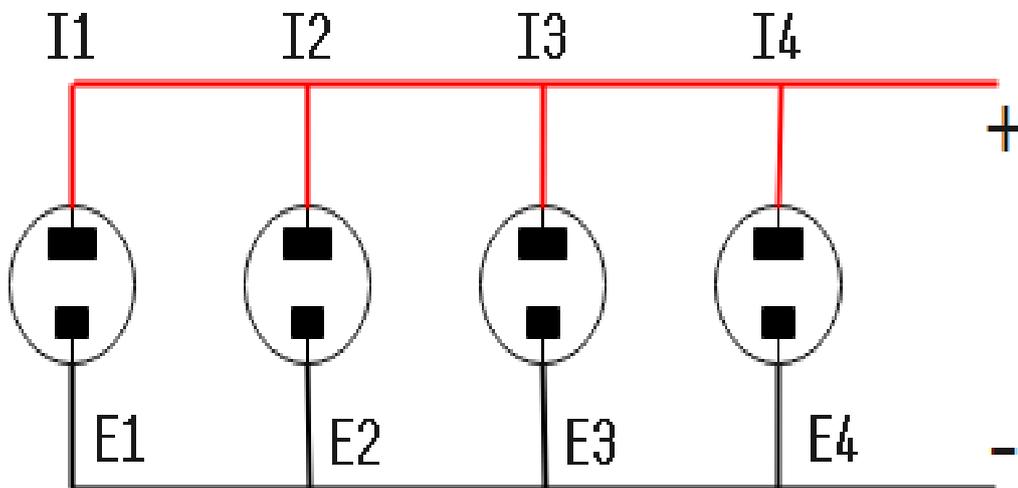
Sedangkan untuk arusnya pada rangkaian paralel, sesuai dengan bunyi dari *Hukum Kirchof 1* “Arus listrik yang masuk pada suatu titik percabangan sama dengan arus yang keluar pada suatu titik percabangan tersebut, sehingga persamaannya bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$I_{total} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 \dots I_N$$

Dimana

E = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)



Gambar 2. 16 Rangkaian Piezoelektrik Secara Paralel

2.2.15 Hukum - Hukum rangkaian

2.2.15.1 Hukum Ohm

Bunyi dari Hukum Ohm ialah: “Besarnya arus listrik (I) yang mengalir melewati sebuah penghantar atau konduktor akan berbanding lurus dengan beda potensial / tegangan (V) yang diterapkan kepadanya dan akan berbanding terbalik dengan

hambatannya (R)". Secara matematis, Hukum Ohm bisa dirumuskan menjadi persamaan seperti berikut ini:

$$\begin{aligned}V &= I \times R \\I &= V : R \\R &= I : V\end{aligned}$$

Dimana:

V (*Voltage*) = Beda Potensial atau Tegangan yang satuan unitnya adalah Volt (V) I

(*Current*) = Arus Listrik yang satuan unitnya adalah Ampere (A)

R (*Resistance*) = Hambatan atau Resistansi yang satuan unitnya adalah Ohm (Ω)

2.2.15.2 Hukum Kirchoff

a) Hukum Kirchoff I

Pada kehidupan sehari-hari, kerap kali kita menemukan rangkaian listrik yang terdiri dari berbagai hubungan. Artinya, rangkaian listrik tersebut mempunyai banyak cabang dan juga titik simpul. Mengutip dari Akselerasi Fisika, bunyi Hukum Kirchoff 1 ialah: "Jumlah dari kuat arus listrik yang masuk ke dalam suatu titik simpul sama dengan jumlah kuat arus listrik yang keluar dari titik simpul tersebut."

Secara matematika, Hukum Kirchoff 1 dapat dituliskan dengan rumus.

$$\sum I \text{ masuk} = \sum I \text{ keluar}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = I^1$$

b) Hukum Kirchoff II

Hukum Kirchoff 2 memiliki fungsi untuk rangkaian listrik yang lebih rumit, yang tak bisa disederhanakan dengan menggunakan Hukum Kirchoff 1. Rangkaian listrik ini biasanya merupakan rangkaian listrik yang tertutup atau yang biasa disebut dengan loop.

Pada rangkaian listrik yang tertutup, tak hanya sekadar menggunakan satu sumber tegangan atau gaya gerak listrik (GGL), tetapi bisa dua atau pun lebih. Di dalam sebuah rangkaian tertutup, jumlah aljabar dari gaya gerak listrik dengan penurunan tegangan sama dengan nol. Secara matematis, rumus Hukum Kirchoff II dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum \varepsilon + \sum (IR) = 0$$

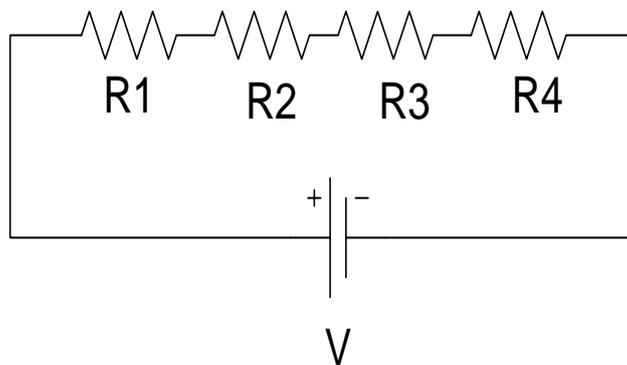
Ketika menyelesaikan rangkaian listrik yang tertutup menggunakan Hukum Kirchoff 2, gunakan langkah-langkah berikut ini: Memilih arah loop pada masing-masing pada lintasan yang tertutup. Pemilihan arah loop bebas, tetapi biasanya arah loop searah dengan arah arus guna untuk mempermudah dalam pengerjaannya.

Penurunan tegangan (IR) memiliki nilai negatif apabila arah loop berlawanan dengan arah arus. Penurunan tegangan (IR) akan memiliki nilai positif apabila arah loop searah dengan arah arus. Ketika mengikuti arah loop dan sumber tegangan yang dijumpai terlebih dahulu ialah kutub positif maka GGL juga memiliki tanda positif, pun begitu pula sebaliknya.

2.2.16 Pengertian Rangkaian

2.2.16.1 Rangkaian seri

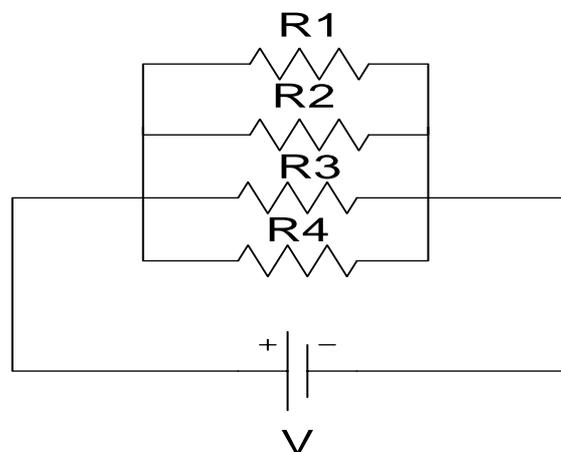
Rangkaian seri adalah rangkaian listrik yang terdiri dari hanya satu jalur untuk melewati arus. Sedangkan rangkaian paralel adalah rangkaian listrik yang terdiri dari lebih dari satu jalur untuk melewati arus



Gambar 2. 17 Rangkaian seri

2.2.16.2 Rangkaian Paralel

Sedangkan rangkaian paralel adalah minimarket dengan banyak kasir. Dapat melayani beberapa orang sekaligus karena memiliki banyak jalur.



Gambar 2. 18 Rangkaian Paralel

a) **Arus Listrik**

Dilansir dari Circuit Globe, arus yang mengalir pada setiap komponen dalam rangkaian seri adalah sama. Sedangkan arus yang mengalir pada komponen rangkaian paralel berbeda. Jadi jumlah arus total rangkaian paralel sama dengan hasil pertambahan seluruh arus dalam komponen listriknya.

$$I_{seri} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

$$I_{paralel} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

b) **Tegangan Listrik**

Jika arus listrik dalam setiap komponen rangkaian seri adalah sama, maka sebaliknya bahwa tegangan dalam setiap komponen rangkaian paralel adalah sama. Sedangkan tegangan tiap komponen pada rangkaian seri tergantung pada hambatan dan arusnya. Dilansir dari Sciencing, tegangan dalam tegangan komponen rangkaian paralel dapat dicari dengan hukum Ohm.

$$V_{seri} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_{paralel} = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$

c) **Hambatan**

Dalam rangkaian listrik, biasanya digunakan lebih dari satu komponen dengan hambatan (resistansi) yang berbeda-beda. Jumlah hambatan dalam rangkaian seri didapatkan dari menambahkan seluruh hambatan komponennya. Sedangkan jumlah hambatan dalam rangkaian paralel adalah 1 per jumlah hambatan komponen dalam rangkaian. Hal ini dikarenakan rangkaian paralel memiliki tegangan yang sama pada setiap komponennya.

$$R_{seri} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_{paralel} = R_1 = R_2 = R_3 = R_4$$

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu Pelaksanaan Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, yang dimulai dari sejak 12 Desember 2022 s/d 8 Mei 2023. Alamat dusun IX desa bandar setia.

3.2 Peralatan dan bahan penelitian

Adapun alat dan bahan yang di gunakan dalam perancangan bangku piezoelektrik adalah sebagai berikut:

a. Alat-Alat Yang Digunakan

1. Solder

Solder merupakan perangkat yang memiliki ujung logam penghasil panas yang bertujuan untuk mencairkan serta mengendalikan posisi timah agar bisa menempati posisi yang kita inginkan.

2. Kawat timah

Timah solder merupakan sejenis timah yang terbuat dari pencampuran bahan perak dan timah, timah solder untuk keperluan mematri komponen elektronika sering juga dikenal dengan istilah Alloy.

3. tang potong

Tang potong merupakan jenis tang yang sering digunakan dalam teknik listrik pula. Yang berfungsi khusus untuk memotong kabel maupun mengupas kulit kabel. Dikarenakan jenis tang tersebut di desain tajam.

4. Pisau

Pisau alat yang digunakan untuk memotong sebuah benda. Pisau terdiri dari dua bagian utama, yaitu bilah pisau dan gagang atau pegangan pisau.

5. Penggaris

Penggaris adalah sebuah alat pengukur yang dirancang untuk mendapatkan ukuran panjang. Setiap jenis alat ini mempunyai fungsi yang berbeda, tergantung pada bentuk yang dimilikinya.

6. Multimeter

Multimeter digital adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran seperti tegangan, arus, dan hambatan dalam rangkaian listrik. Selain itu, juga sebagai alat uji elektronik yang mengukur tegangan AC/DC dengan memberikan pembacaan dalam mode numerik digital. Multimeter memiliki ukuran kecil, ringan, dan juga menggunakan baterai. Multimeter digital ini memiliki

akurasi yang tinggi dengan kegunaan yang lebih banyak. Multimeter ini biasa dipakai pada penelitian atau pekerjaan mengukur kecermatan tinggi. Namun kekurangannya adalah sulit memonitor tegangan yang tidak stabil

7. Gergaji

Gergaji adalah perkakas berupa besi tipis bergigi tajam yang digunakan untuk memotong atau membelah kayu, besi atau benda lainnya.

8. Palu

Palu atau Martil adalah alat yang digunakan untuk memberikan tumbukan kepada benda. Palu umum digunakan untuk memaku, memperbaiki suatu benda, penempaan logam dan menghancurkan suatu objek. Palu dirancang untuk tujuan tertentu dengan variasi dalam bentuk dan struktur.

9. Timbangan badan

Timbangan Berat Badan Manual adalah timbangan yang bekerja dengan cara mekanik menggunakan sistem pegas. Timbangan ini memiliki tampilan khas, yaitu adanya garis-garis penanda dan jarum kecil yang berfungsi untuk menunjukkan berat suatu benda.

10. Kayu

Kayu adalah bagian batang / cabang / ranting tumbuhan yang mengeras akibat proses lignifikasi atau pengayuan secara alami

11. Triplek 12 Milli

Triplek atau disebut juga sebagai plywood adalah sebuah papan pabrikan yang dibuat dari beberapa lapis kayu veneer yang direkatkan secara bersama-sama agar menjadi sebuah papan. Material tersebut adalah salah satu produk hasil olahan kayu yang paling sering digunakan untuk berbagai keperluan. Triplek ini memiliki Ketebalan 12 mm, berukuran 2440 mm x 122 mm x 12 mm

12. pipa duck

Kabel duct merupakan produk Cable Support System yang memberikan perlindungan yang lebih baik karena tertutup rapat. Selain itu konstruksi kabel duct juga dapat dirancang khusus di bawah permukaan tanah dengan pemasangannya yang harus diletakkan dalam pipa-pipa.

13. Paku

Paku adalah sebuah material yang terbuat dari besi, baja, aluminium, dan kawat yang bentuknya silinder dan berujung lancip serta berkepala agak lebar.

Selain paku besi dan baja terdapat juga paku-paku yang dibuat dari kuningan, logam galvanisasi dan paku-paku berlapis. Paku merupakan salah satu bahan pendukung produksi dalam dunia industri kayu yang fungsinya untuk menyambung kayu yang sifatnya permanen dan sementara.

14. Lem

Lem adalah bahan yang mampu mengikat dua permukaan atau lebih dengan ikatan yang kuat dan permanen

b. Bahan-Bahan

1. Kursi Goyang

Kursi goyang adalah kursi yang bisa digoyang-goyangkan (ke depan dan ke belakang), biasanya digunakan untuk tempat beristirahat.

2. Piezoelektrik ukuran 35 mm 6 x 4 = 24 keping

Piezoelektrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik atau sebaliknya berdasarkan efek piezoelektrik. Piezoelektrik merupakan sistem yang terdiri dari bahan material tertentu yang akan menghasilkan tegangan listrik akibat tekanan atau kekuatan mekanik yang diberikan pada kedua bidang.

3. Dioda

Dioda merupakan salah satu jenis komponen aktif yang berfungsi sebagai komponen penyearah. Dioda disusun menggunakan semikonduktor jenis P atau kutub positif (+) dan semikonduktor jenis N atau kutub negatif (-).

4. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan dipisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor disebut *keeping*. Kapasitor atau sering disebut kondensator merupakan komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik. Prinsip sebuah kapasitor pada umumnya sama halnya dengan resistor yang juga termasuk dalam kelompok komponen pasif, yaitu jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut sebagai bahan (zat) dielektrik.

5. *Buzzer*

Buzzer Elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer*

elektronika itu sendiri. Pada umumnya, *buzzer* elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka *buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia.

Pada dasarnya, setiap *buzzer* elektronika memerlukan input berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis *buzzer* elektronika yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah *buzzer* yang berjenis Piezoelectric (*Piezoelectric Buzzer*). Hal itu karena *Piezoelectric Buzzer* memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan dalam rangkaian elektronika.

6. *Push Button*

Push button (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

7. Kabel Jumper

Kabel Jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan dapat menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Fungsi kabel jumper sendiri adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

8. Project Box

Project box adalah casing plastik yang cocok untuk enclosure dari *project* elektronika anda.

9. Baterai Lithium

Baterai lithium merupakan baterai isi ulang yang bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan. Arahnya akan kembali saat dicharger dan memakai senyawa litium yang berbahan

elektroda. Baterai jenis ini memiliki kepadatan pada energi yang terbaik, tidak ada efek negatif terhadap memori, dan juga tidak akan kehilangan isi saat tidak digunakan. Baterai ini memiliki kemampuan dalam menyimpan energi tinggi untuk per satuan volume, artinya jenis energi listrik yang terkandung di dalamnya adalah elektrokimia.

Dalam penggunaannya, agar bisa berfungsi dengan sangat baik maka harus dilengkapi dengan elektroda dan elektrolit yang saling berhubungan. Baterai lithium ini digunakan untuk barang elektronik konsumen, industri militer, kendaraan listrik, dirgantara, dan lain sebagainya.

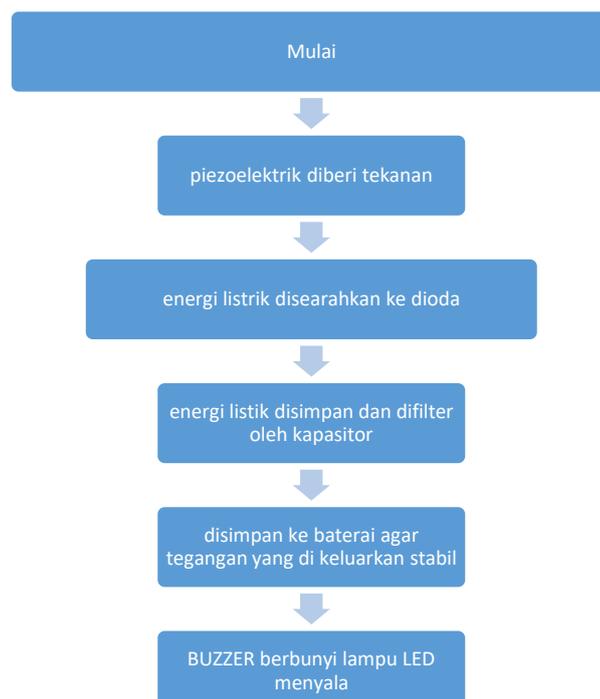
10. Lampu led

Lampu LED atau singkatan dari *Light Emiting Dioda* adalah semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan. Lampu LED memiliki usia pakai dan efisiensi listrik beberapa kali lipat lebih baik daripada lampu pijar dan jauh lebih efisien daripada lampu pijar.

3.3 Metode Penelitian

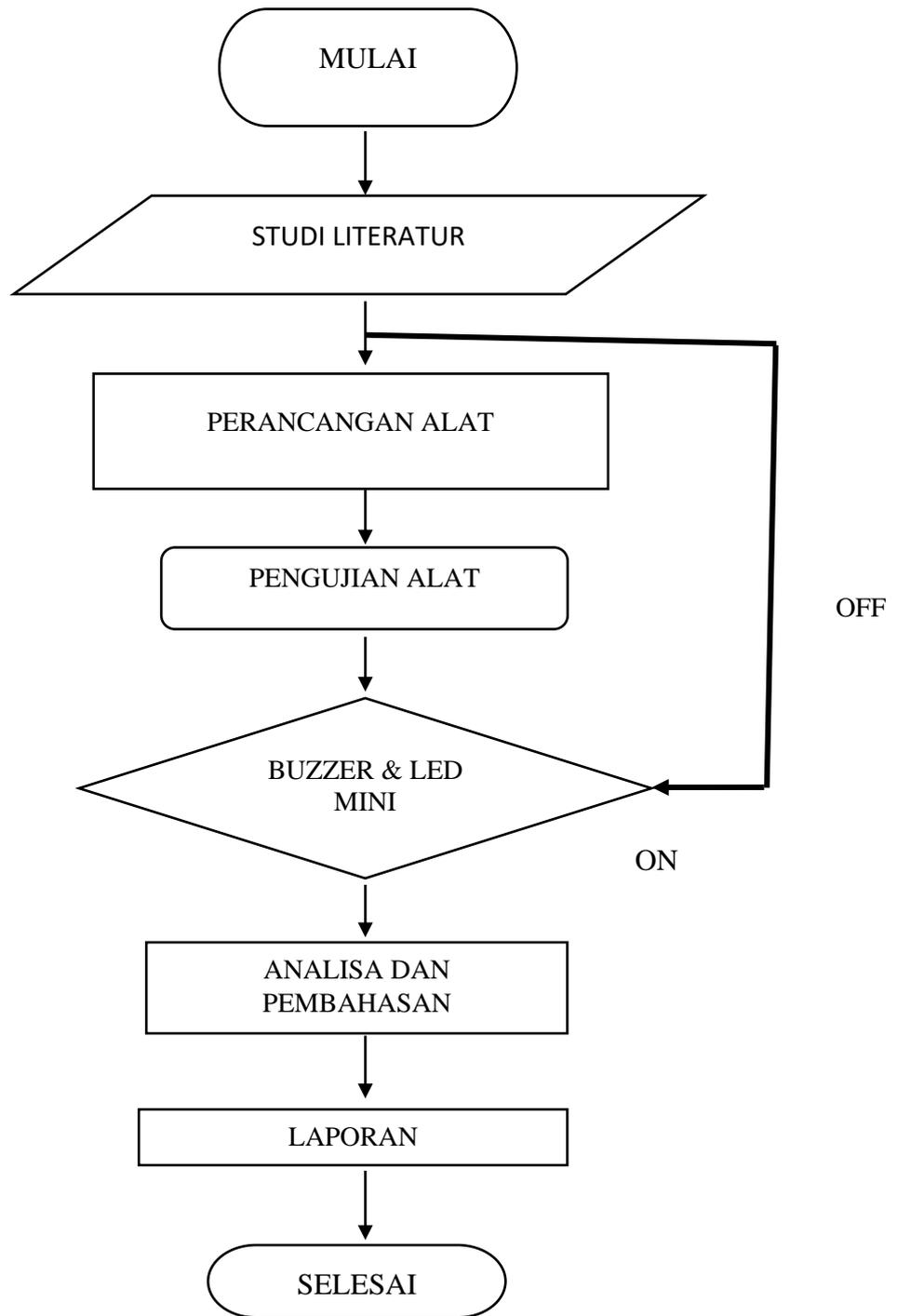
Metode penelitian yang di gunakan dalam pembuatan bangku dengan memanfaatkan berat berat badan manusia berbasis piezoelektrik adalah metode eksperimen.

3.3.1 Block Diagram Sistem



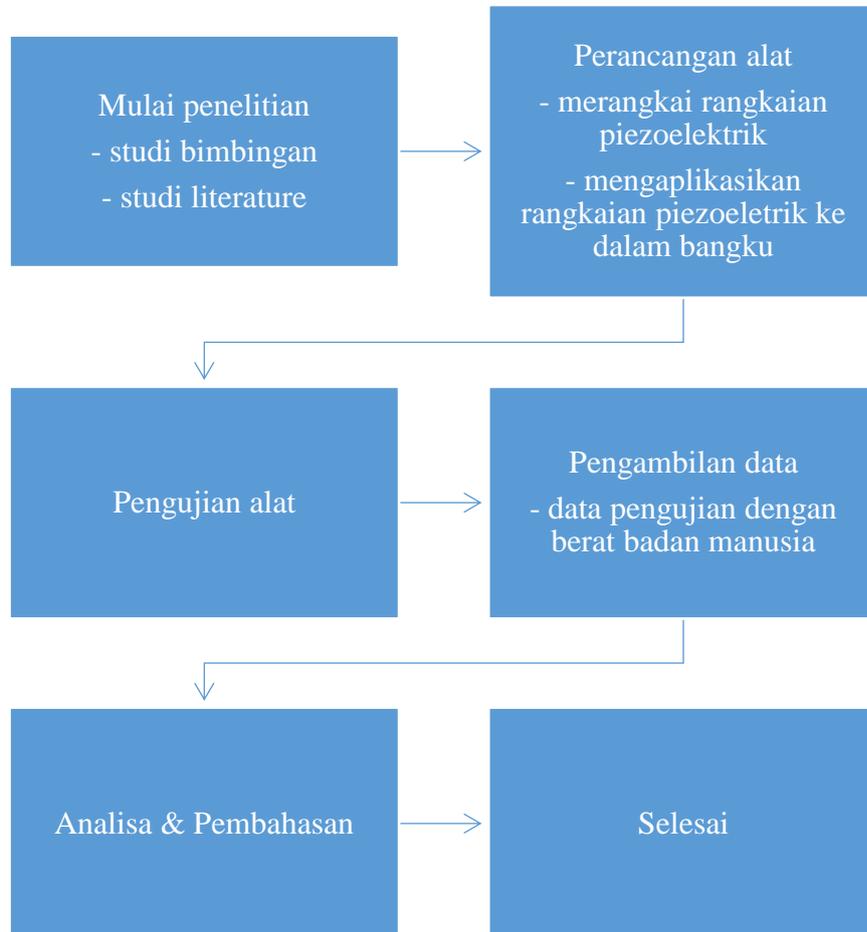
Dalam diagram block diatas dimana proses input terdapat pada sensor piezoelektrik yang diberi tekanan dari variasi berat badan manusia yang kemudian diproses melalui dioda untuk penyearah arus yang akan disimpan di dalam kapasitor yang fungsinya menyimpan muatan listrik yang nantinya akan dialirkan ke baterai agar tegangan yang dihasilkan tetap stabil maka outputnya melalui beban buzzer dan lampu LED mini.

3.3.2 Diagram Alir Penelitian

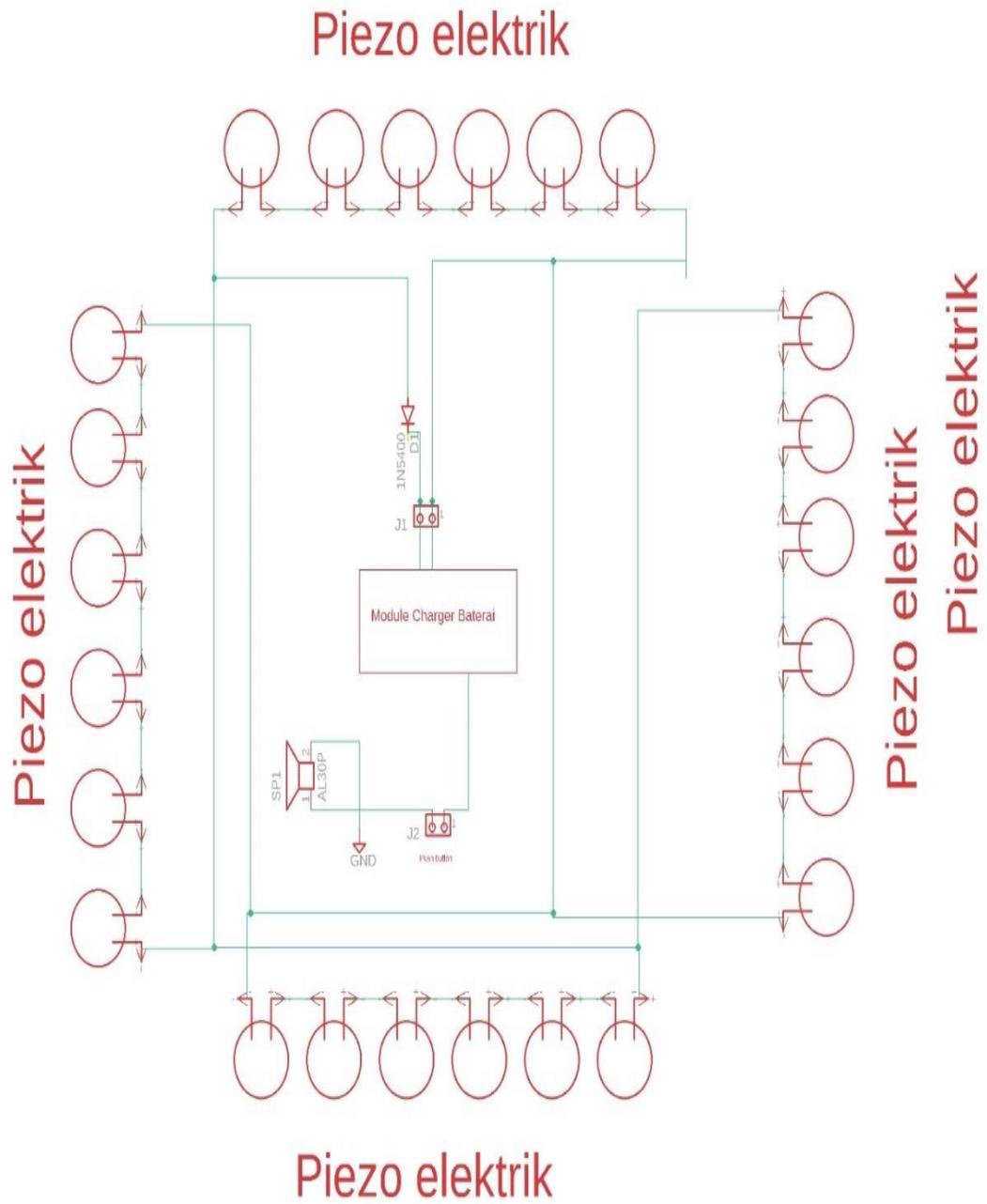


3.3.3 Rancangan Bangku Piezoelektrik

Untuk membuat sebuah rancangan bangku piezoelektrik mana dibuatlah sebuah alur diagram sebagai berikut.



3.3.4 Skematik Diagram Kursi Goyang Piezoelektrik



3.3.5 Gambar Dan Penjelasannya



Keterangan:

1. No 1 Terdapat Triplek Dengan panjang 100 cm lebar 45 cm sebagai lapisan agar piezoelektrik tidak pecah.
2. No 2 Terdapat lapisan pipa duck ukuran 35 cm yang dilapisi karton di atasnya agar bangku tersebut ketika digoyang tidak bergeser.
3. No 3,4,5, dan 6 terdapat 24 buah piezoelektrik yang disusun secara seri maupun paralel dalam 1 susunan terdapat 6 buah piezoelektrik
4. No 7 Terdapat Box Project yang didalamnya terdapat, baterai, dioda, kapasitor dan kabel.
5. No 8 terdapat *buzzer* dan *push button*.

3.3.6 Pengujian Alat

1. Pengujian alat piezoelektrik dengan permanen energi.
2. Pengujian alat piezoelektrik dengan variasi berat badan manusia.

3.3.7 Pembuatan Laporan

Untuk menuliskan hasil yang telah di dapat maka saya buatlah laporan ini yang berfungsi sebagai sarana pertanggung jawaban terhadap penelitian yang sudah dilakukan. laporan ini ini seminar hasil dan sidang meja hijau.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Piezoelektrik Menggunakan Permanent Energi

4.1.1 Permanen Energi Dengan Kapasitor 1000 μF

Bangku goyang piezoelektrik penghasil listrik yang dibuat terdapat 24 buah keeping piezoelektrik yang terhubung secara seri maupun parallel serta dilapisi dengan karton. Pengujian dilakukan dengan alat multimeter. Pengujian dilakukan dengan cara menggoyangkan bangku tersebut, dengan berat badan yang bervariasi untuk mendapatkan data yang bervariasi dan lebih detail.

Pengujian tegangan piezoelektrik yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah seperti pada table 4.1

No.	berat badan (kg)	tegangan (volt)
1	45	2,05
2	55	2,45
3	58	2,78
4	67	2,98
5	88	3,03

Tabel 4. 1 Hasil pengujian tegangan piezoelektrik

Tabel diatas Menunjukkan tegangan yang dihasilkan rancang bangun bangku piezoelektrik pada rangkaian seri dan parallel. Data diatas merupakan pengujian rangkaian pada goyangan badan manusia ketika di atas bangku tersebut yang dimana berasal dari 5 berat badan manusia yang berbeda. Pengujian pertama pada alat tersebut dengan berat badan 45 kg didapatkan tegangan sebesar 2,05 volt.

Pengujian kedua menggunakan berat badan 55 kg yang dimana didapatkan tegangan sebesar 2,45 volt. Pengujian ketiga menggunakan berat 58 kg didapatkan tegangan sebesar 2,78 volt. Pengujian keempat menggunakan berat badan 67 kg yang didapatkan tegangan sebesar 2,98 volt. Pengujian kelima menggunakan berat badan 88 kg didapatkan tegangan sebesar 3,03 volt.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian rangkaian tersebut, maka dapat dianalisa tegan rata-rata rangkaian piezoelektrik tanpa permanen energi dengan persamaan.

$$V = \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5}{n}$$

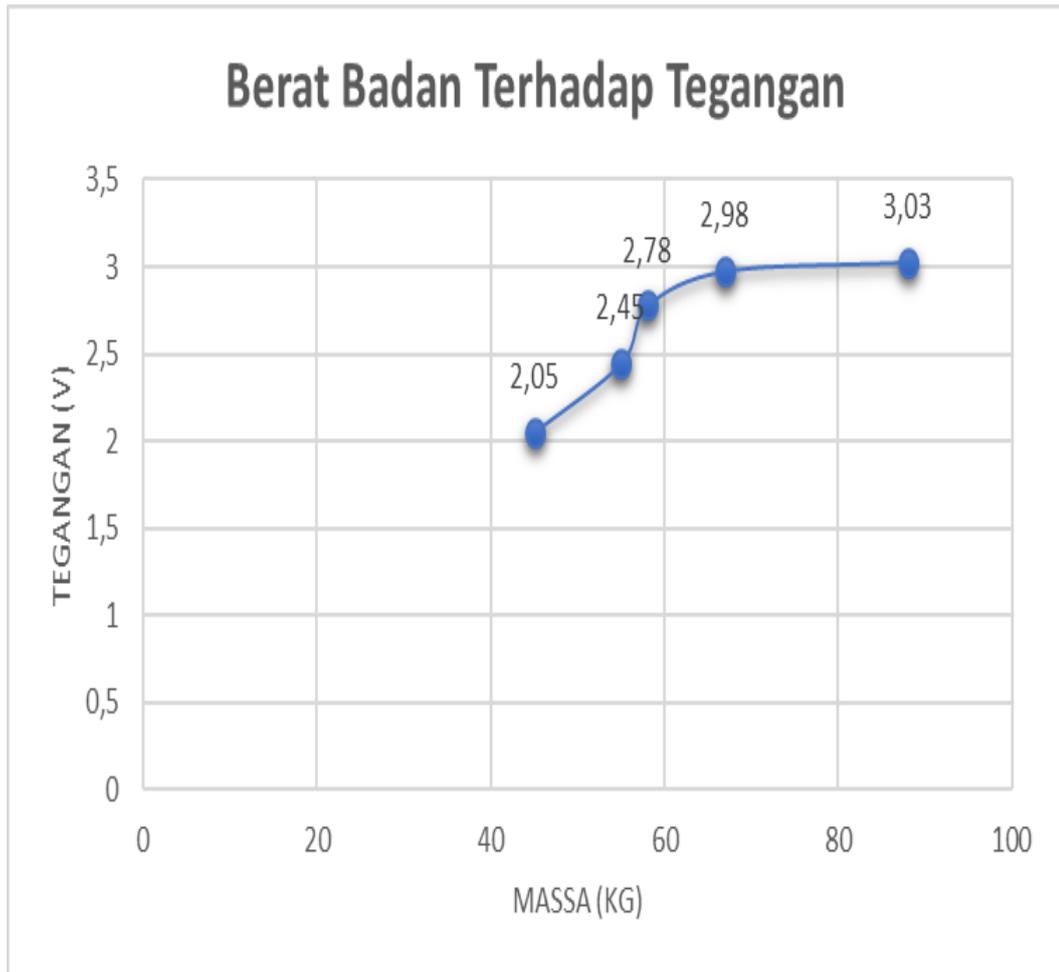
Maka diperoleh

$$V = \frac{2,05 + 2,45 + 2,78 + 2,98 + 3,03}{5}$$

$$V = \frac{13,29}{5}$$

$$V = 2,65 \text{ Volt}$$

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai tegangan rata-rata rangkaian piezoelektrik tanpa permanen energi yaitu sebesar 3,37 volt. Data yang didapatkan pada rangkaian piezoelektrik tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu besar. Walaupun ada beberapa data yang mengalami penurunan tegangan keluaran namun tidak menunjukkan perbedaan yang begitu besar. Hasil data pengujian yang didapat pada table 4.1 diatas dapat dilihat dari gambar grafik berikut.



Gambar 4. 1 Antara Berat Badan Dengan Tegangan Yang Dihasilkan

Dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik pada setiap perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini. Tegangan yang dihasilkan bervariasi dari yang tertinggi hingga yang terendah. Tegangan yang tertinggi dicapai pada berat badan 88 kg dengan nilai 3,03 volt, sedangkan tegangan yang terendah dicapai pada berat badan 45 kg dengan nilai sebesar 2,05 volt.

Pengujian selanjutnya menggunakan kapasitor sebagai beban dan penyimpanan energi listrik dengan nilai 1000 uf. Pengujian dilakukan dengan menggoyangkan bangku tersebut dengan berat badan yang bervariasi. dari pengujian yang dilakukan tersebut diperoleh data hasil pengujian bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf seperti yang tertera pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf

No.	berat badan (kg)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)
1	45	2,05	0,098
2	55	2,45	0,095
3	58	2,78	0,092
4	67	2,98	0,085
5	88	3,03	0,078

Tabel 4.2 menunjukkan arus dan tegangan yang dikeluarkan yang dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf, untuk berat badan 45 kg menghasilkan arus sebesar 0,098 mA dan tegangan sebesar 2,05 volt. Pada pengujian berat badan 55 kg menghasilkan arus sebesar 0,095 mA dan tegangan sebesar 2,45 volt. Berikutnya dengan berat badan 58 kg menghasilkan arus sebesar 0.092 mA dan tegangan sebesar 2,78 volt. Selanjutnya dengan berat badan 67 kg menghasilkan arus 0,085 mA dan tegangan sebesar 2,98 volt. Pengujian berikutnya dengan berat badan 88 kg menghasilkan arus 0,078 mA dengan nilai tegangan 3,03 volt.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian diatas, maka dapat dianalisa daya yang dihasilkan pada bangku goyang piezoelektrik yang menggunakan beban kapasitor 1000 uf dengan persamaan.

$$P = V \times I$$

Dimana:

$$P = \text{daya (W)}$$

$$V = \text{tegangan (V)}$$

$$I = \text{arus (A)}$$

Berikut ini merupakan analisa daya yang dihasilkan bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf:

1. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 45 kg, arus sebesar 0,098 mA dan tegangan 2,05 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,05 \times 0,098$$

$$P = 0,2009 \text{ W}$$

2. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 55 kg, arus sebesar 0,095 mA dan tegangan 2,45 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,45 \times 0,095$$

$$P = 0,23275 \text{ W}$$

3. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 58 kg, arus sebesar 0,092 mA dan tegangan 2,78 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,78 \times 0,092$$

$$P = 0,25576 \text{ W}$$

4. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 67 kg, arus sebesar 0,085mA dan tegangan 2,98 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,98 \times 0,085$$

$$P = 0,2533 \text{ W}$$

5. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 88 kg, arus sebesar 0,078 mA dan tegangan 3,03 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 3,03 \times 0,078$$

$$P = 0,23634 \text{ W}$$

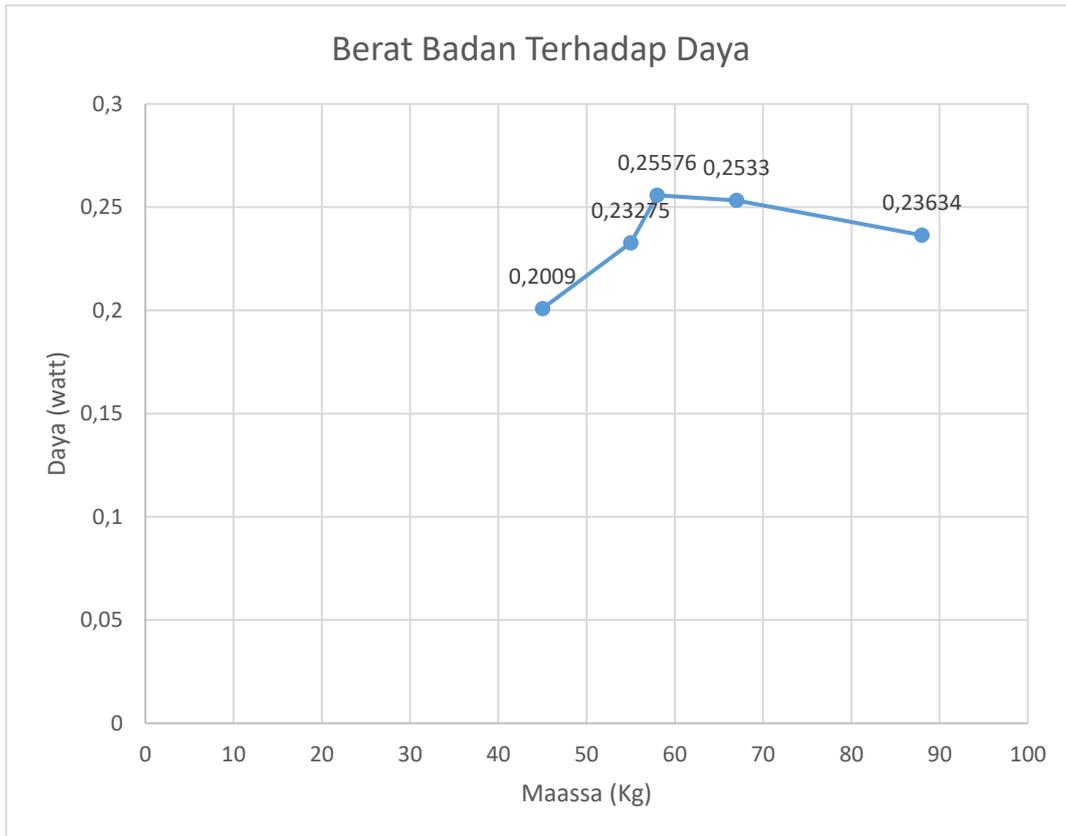
Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh data hasil analalisa pada bangku goyang piezoelektrik yang menggunakan beban kapasitor 1000 uf seperti yang tertera pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian daya piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf

No.	berat badan (kg)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya(watt)
1	45	2,05	0,098	0,2009
2	55	2,45	0,095	0,23275
3	58	2,78	0,092	0,25576
4	67	2,98	0,085	0,2533
5	88	3,03	0,078	0,23634

Dari hasil yang diperoleh pada tabel 4.3 dapat dilihat daya yang dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf, untuk berat badan 45 kg menghasilkan daya sebesar 0,2009 watt. Pada pengujian berat badan 55 kg menghasilkan daya sebesar 0,23275 watt. Selanjutnya pada pengujian berat badan 58 kg menghasilkan daya sebesar 0,25576 watt. Pada saat berat badan 67 kg menghasilkan daya sebesar 0,2533 watt. Pengujian selanjutnya pada berat badan 88 kg menghasilkan daya sebesar 0,23634 watt.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.3 diperoleh hubungan grafik antara berat badan dengan daya yang dihasilkan seperti pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 antara berat badan dengan daya yang dihasilkan

Gambar kurva grafik diatas menunjukkan perbedaan daya yang dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik pada setiap perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini. Daya yang dihasilkan bervariasi dari yang tertinggi sampai terendah. Daya tertinggi dicapai pada pengujian berat badan 58 kg dengan nilai sebesar 0,25576 watt, sedangkan nilai terendah dicapai pada pengujian berat badan 45 kg dengan nilai sebesar 0,2009 watt.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Besar tegangan keluaran yang diperoleh dipengaruhi oleh berat badan manusia. Semakin kencang tekanan yang diberikan pada piezoelektrik maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar. Tegangan rata-rata yang dihasilkan bangku goyang piezoelektrik 3,37 volt.
2. Piezoelektrik digunakan sebagai penghasil tenaga listrik dalam skala kecil dan juga sebagai transduser. Piezoelektrik memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu salah satunya dapat membangkitkan daya sendiri karena prinsipnya sebagai penghasil energy yang memanfaatkan dari energi mekanik. Akan tetapi kekurangan yang dimiliki dari sensor piezoelektrik adalah bahan material yang mudah rusak serta tidak dapat beroperasi untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan daya dengan skala besar.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh saran sebagai berikut:

1. Bila ada penelitian lanjutan, penulis berharap ada penyempurnaan perangkat dengan menambah kapasitor menjadi lebih besar agar sumber energi yang dihasilkan lebih stabil dan efisien .
2. Perlunya desain rancang bangun bangku goyang listrik piezoelektrik didesain lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Widodo, F. H., Kirom, M. R., & Qurthobi, A. (2017). Perancangan Sistem Dan Monitoring Sumber Arus Listrik Dari Lantai Piezoelectric Untuk Pengisian Baterai. *E-Proceeding of Engineering*, 4(1), 795–802.
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Sunard, A., & Gamayel, A. (2019). Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 49. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2914>
- Sidiq, A., Syahrillah, G. R. F., & Isra, M. . (2021). Studi Experimental Pemanfaatan Speed Bumper (Polisi Tidur) Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2). <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v6i2.6055>
- Sebagai, K., & Energi, S. (2022). *Laporan tugas akhir pemanfaatan piezoelectric disk menggunakan langkah kaki sebagai sumber energi listrik*.
- Riska Ekawita , Rahmat Awaludin Salam , Nolla Kusumawardani, E. Y. (2021). Pengujian Konfigurasi Piezoelektrik Penghasil Tegangan Listrik Dari Energi Mekanik. *Journal Online of Physics*, 6(2), 1–6. <https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/12921>
- Ratih, R. M., Yasyak, M. I., Nugroha, H., & Fadlilah, U. (2019). Powerbank Piezoelektrik menggunakan Tekanan Tangan. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 20(1), 47–51. <https://doi.org/10.23917/emitor.v20i1.8597>
- Rahman, D. R., Basith, M. K. I., Darmawan, T. R., & Mujiyanti, S. F. (2022). Rsv-P (Road Speed Bump’S Vibration Power Plant): Pemanfaatan Speed Bump Sebagai Media Konversi Getaran Jalan Menjadi Energi Listrik Alternatif Ebt Berbasis Iot. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 3(1), 1–16.
- Putra, T. H., Fatkhurrohman, M., & Darmawan, I. A. (2023). Miniatur Jembatan Penyebrangan Menggunakan Sensor Piezoelektrik sebagai Penghasil Listrik. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(5), 3160–3167. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i5.1717>
- Pratama, L. P., Herdiyansyah, R. A., & Manfaluthy, M. (2022). Rancang Bangun Prototipe Pemanen Energi Getaran pada Speed Bump Menggunakan Tranducer Piezoelectric. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 3(2), 39–48. <https://doi.org/10.18196/mt.v3i2.14126>
- PRASETYO, M. A. (2017). Rancang Bangun Sensor Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik Dengan Memanfaatkan Gaya Tekan. *Universitas*

- Ottman, G. K., Hofmann, H. F., & Lesieutre, G. A. (2002). Optimized piezoelectric energy harvesting circuit using step-down converter in discontinuous conduction mode. *PESC Record - IEEE Annual Power Electronics Specialists Conference*, 4(February 2002), 1988–1994. <https://doi.org/10.1109/psec.2002.1023106>
- Maulana, R. (2016). Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Pada Sepatu. *Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil*, 18.
- Hidayatullah, W., Syukri, M., & Syukriyadin. (2016). Perancangan Prototype Penghasil Energi Listrik Berbahan Dasar Piezoelektrik. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 1(3), 63–67.
- Hendry Ade, R. (2020). Prototipe Pemanfaatan Piezoelektrik Pada Pijakan Kaki Manusia Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif. *Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*, 1–28. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/28442/16524054_Raja_Hendry_Ade.pdf?sequence=1
- H.D, N. K., & Rifaldi, S. (2022). Analisis Potensi Energi Listrik yang Dihasilkan dari Rancang Bangun Prototipe Alat Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik Memanfaatkan Energi Kinetik dari Kaset Kaki dengan Metode Energy Harvesting. *EPSILON: Journal of Electrical Engineering and Information Technology*, 20(1), 38–49. <https://doi.org/10.55893/epsilon.v20i1.85>
- Diniardi, E., Syawaludin, S., Ramadhan, A. I., Fithriyah, N. H., & Dermawan, E. (2018). Analisis Daya Piezoelektrik Model Hybrid Solar Cell-Piezoelectric Skala Rendah. *Jurnal Teknologi : Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 10(2), 139–146.
- Anton, S. R., & Sodano, H. A. (2007). A review of power harvesting using piezoelectric materials (2003-2006). *Smart Materials and Structures*, 16(3), 1–21. <https://doi.org/10.1088/0964-1726/16/3/R01>
- Alfarisy, M. H., Gautama Putrada, A., & Abdurrohman, M. (2021). Energy Harvesting Pada Ban Mobil Menggunakan Piezoelektrik Transducer Untuk WSN Suhu Ban. *E - Proceeding of Engineering*, 8(5), 10364–10372.
- Akbar, M. fariz. (2017). Rancang Bangun Prototipe Penghasil Energi Listrik Dari Efek Piezoelectric (Perawatan Dan Perbaikan. *Jurnal Kebidanan*, 53(9), 1689–1699.

Abidin, Z., Ulul Ilmi, & M. Feri Bani Ashari. (2022). Desain Speed Bump Penyimpan Energi Berbasis Sensor Piezoelektrik. *Jurnal JEETech*, 3(2), 84–89. <https://doi.org/10.48056/jeetech.v3i2.204>

Lampiran





DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Muhammad Taufik Hidayat
Alamat : Jl.Medan Batang Kuis pasar 9 Tembung
Npm : 1907220105
Tempat/Tanggal Lahir : Tembung, 17 April 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
No Telepon/ Whatsapp : 081397285351
Email : taufikhidayat170420@gmail.com
Tinggi/Berat Badan : 165 cm/67 kg
Kewarganegaraan : Indonesia

ORANG TUA

Nama Ayah : Hasan
Agama : Islam
Nama Ibu : Siti Kasiani
Agama : Islam
Alamat : Jl.Medan Batang Kuis Pasar 9 Tembung

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Negeri 105292 Bandar Klippa
2013-2016 : SMP Swasta Buditsatrya Medan
2016-2019 : SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan
2019-2023 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor :475/II.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 09 Januari 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
Npm : 1907220105
Program Studi : Teknik Elektro
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Bangku Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik
Pembimbing : Noorly Evalina,S.T,M.T.

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila Judul Tugas Akhir Kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah mendapatkan persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan Tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen pembimbing dan menetapkan judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.



Ditetapkan dimedan Pada Tanggal.
Medan, 16 Jumadil Akhir 1444 H
09 Januari 2023 M


Dekan,
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
Munawar Alfansury Siregar,ST,M.T
NIDN : 0101017202

cc.File





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
 NPM : 1907220105
 Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
 Judul Tugas Akhir : "Rancang Bangun Bangku Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik."

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	28/3-2023	Revisi Cara Pengaliran Energi Listrik	Saldi
	27/3-2023	TA, Revisi Rangkaian Listrik	Saldi
	1/4-2023	Revisi Kapan Revisi Revisi flow chart	Saldi
	1/4-2023	Revisi Revisi seri format -TA	Saldi
	7/4-2023	Acc Skripsi	Saldi

Mengetahui,
 Pembimbing I
 (Noolly Evalina S.T., M.T)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
NPM : 1907220105
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Rancang Bangun Bangku Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik."

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	18/ 18-2023	Robots Ber IV, II, V Lengkap. schematic diagram, Garis pengiri, video pengiri	Sudi Sudi
	22/ 18-2023	Robots dgn sumber daya led minimal 60 hal. - Garis pengiri di box Pengiri	Sudi
	25/ 18-2023	Ace selesai	Sudi

25/08/2023
Ace selesai
Mengetahui,
Pembimbing I
Noorly Evalina S.T., M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
 NPM : 1907220105
 Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
 Judul Tugas Akhir : "Rancang Bangun Bangku Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik."

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	18/8-2023	Perbaiki Bab II, III, IV Lyheng schematic diagram, Gambar pengujian, video pengujian	Sudi Sudi
	22/8-2023	Perbaiki dgn menambahkan tabel minimal 60 hal, - Gambar rangkaian di box Pengujian	Sudi
	25/8-2023	Ace Sudi	Sudi
	28/8-2023	Ace Sudi TA	Sudi

25/08/2023
 Ace Sudi
 Mengetahui,
 Pembimbing I
 Noorly Evalina S.T., M.T

RANCANG BANGUN BANGKU PIEZOELETRIK SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK

Muhammad Taufik Hidayat¹

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Indonesia, kode pos 20238
Email : taufikhidayat170420@gmail.com

Abstrak- Penggunaan energi dengan jumlah yang besar dan akan terus menerus meningkat akan menyebabkan cadangan energi dunia habis. Hal ini akan mempengaruhi kehidupan di bumi. Bahan bakar minyak yang dulunya di gunakan untuk bahan bakar utama sekarang semakin minim ketersediannya, hal ini di karnakan untuk memperbaharui bahan baku yaitu fosil memerlukan waktu yang sangat lama. Terkadang untuk mencukupi kebutuhan listrik, PLN terpaksa melakukan pemadaman bergilir di beberapa daerah untuk menjaga kestabilan konsumsi energi listrik. Solusi dari permasalahan tersebut adalah menggunakan energi alternative selain bahan bakar minyak atau yang lebih disebut "*renewable energi*". Bangku goyang piezoelektrik yang di buat memiliki lebar 48 cm, tinggi sandaran 75 cm, kaki goyang 155 cm. Yang terdapat 24 buah panel piezoelektrik yang terhubung secara seri dan parallel yang dilapisi karton dan tripleks. Pengujian dilakukan menggunakan alat ukur multimeter.

Kata kunci: Energi Konvensional, Piezoelektrik, Sumber Energi Terbarukan

Abstract- The use of energy in large quantities and will continue to increase will cause the world's energy reserves to run out. This will affect life on earth. The availability of fuel oil which was previously used as the main fuel is now increasingly minimal, this is because it takes a very long time to renew raw materials, namely fossils. Sometimes to meet electricity needs, PLN is forced to rotate blackouts in several areas to maintain the stability of electricity consumption. The solution to this problem is to use alternative energy other than fuel oil or what is better known as "renewable energy". The piezoelectric rocking bench that is made has a width of 48 cm, a back height of 75 cm, a rocking leg of 155 cm. There are 24 piezoelectric panels connected in series and parallel which are covered with cardboard and plywood.

Keyword: Conventional Energy, Piezoelectricity, Renewable Energy Sources

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan energi dengan jumlah yang besar dan akan terus menerus meningkat akan menyebabkan cadangan energi dunia habis. Hal ini akan mempengaruhi kehidupan di bumi. Bahan bakar minyak yang dulunya di gunakan untuk bahan bakar utama sekarang semakin minim ketersediannya, hal ini di karnakan untuk memperbaharui bahan baku yaitu fosil memerlukan waktu yang sangat lama. Terkadang untuk mencukupi kebutuhan listrik, PLN terpaksa melakukan pemadaman bergilir di beberapa daerah untuk menjaga kestabilan konsumsi energi listrik.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perlu dibuat rumusan masalah. Adapun rumusan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang kursi goyang piezoelektrik tersebut?
2. Bagaimana hasil analisa dari energi yang dihasilkan kursi goyang piezoelektrik pada variasi berat badan manusia?

1.2. Tujuan Penelitian

- Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:
1. Mengetahui rancangan kursi goyang piezoelektrik.
 2. Mengetahui analisis energi yang dihasilkan kursi goyang piezoelektrik pada variasi berat badan manusia.

II. LANDASAN TEORI

A. Energi Listrik

energi listrik yang dihasilkan piezoelektrik saat diberi tekanan adalah sinyal implus yang tidak dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, sehingga diperlukan ada komponen lain atau sistem yang dapat menyimpan energi yang dihasilkan piezoelektrik tersebut.

B. Pengertian Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah ukuran beda potensial antara dua titik dalam rangkaian kelistrikan, dapat pula tegangan diartikan sebagai jumlah energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik dari satu lokasi ke lokasi lain. Satuan dari tegangan adalah Volt atau Voltage yang dilambangkan dengan huruf "V". Volt adalah standar satuan listrik yang digunakan untuk menunjukkan nilai tegangan dalam rangkain listrik.

Rumus Tegangan Listrik:

$$V = \frac{P}{I}$$

Keterangan: I = arus (*ampere*)

P = daya (*watt*)

C. Pengertian Arus Listrik

Arus listrik adalah kecepatan aliran muatan listrik yang melalui suatu penghantar dalam waktu tertentu. Arus listrik dinyatakan dalam satuan Ampere yang dilambangkan dengan huruf "A". Ampere adalah satuan listrik yang digunakan untuk menunjukkan nilai arus yang mengalir dalam rangkaian listrik. Nilai ampere diketahui dengan alat amperemeter, multimeter, atau tang ampere. Selain MCB, satuan ampere juga ada pada spesifikasi peralatan elektronik seperti kipas angin, pompa air, kulkas, setrika, dan tv.

Rumus Arus Listrik :

$$I = \frac{P}{V}$$

Keterangan: V = tegangan (*volt*)

P = daya (*watt*)

D. Pengertian Daya Listrik

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi suatu rangkaian listrik atau perangkat elektronik. Daya listrik dinyatakan dalam satuan Watt yang dilambangkan dengan huruf "W". Watt adalah satuan listrik yang digunakan untuk menunjukkan nilai daya/kekuatan/kapasitas suatu perangkat listrik.

Rumus Daya Listrik :

$$P = V \times I$$

Keterangan:

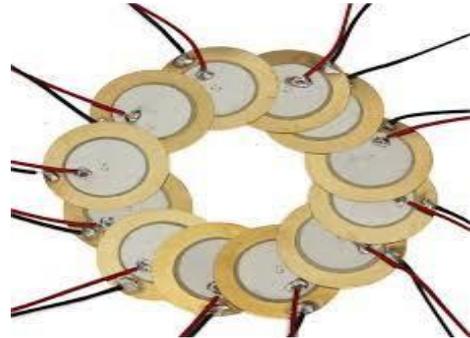
V = tegangan (*volt*)

I = arus listrik (*ampere*)

E. Piezoelektrik

Piezoelektrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik atau sebaliknya berdasarkan efek piezoelektrik. Piezoelektrik merupakan sistem yang terdiri dari bahan material tertentu yang akan menghasilkan tegangan listrik akibat tekanan atau kekuatan

mekanik yang diberikan pada kedua bidang



Gambar 1. Piezoelektrik

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Waktu Pelaksanaan Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, yang dimulai dari sejak 12 Desember 2022 s/d 8 Mei 2023. Alamat dusun IX desa bandar setia

B. Alat Dan Bahan

1. Solder
2. Kawat Timah
3. Tang Potong
4. Pisau
5. Penggaris
6. Multimeter
7. Gergaji
8. Palu
9. Timbangan Badan
10. Kayu
11. Triplek 12 mili
12. Pipa duck
13. Paku
14. Lem
15. Kursi Goyang
16. Piezoelektrik ukuran 35 mm 6 x 4 = 24 keping
17. Dioda
18. Kapasitor
19. Buzzer
20. Push Bottom
21. Kabel Jumper
22. Project box
23. Baterai Lithium
24. Lampu Led

C. Metodologi penelitian

Metode penelitian yang di gunakan dalam pembuatan bangku dengan memanfaatkan berat badan manusia berbasis piezoelektrik adalah metode eksperimen

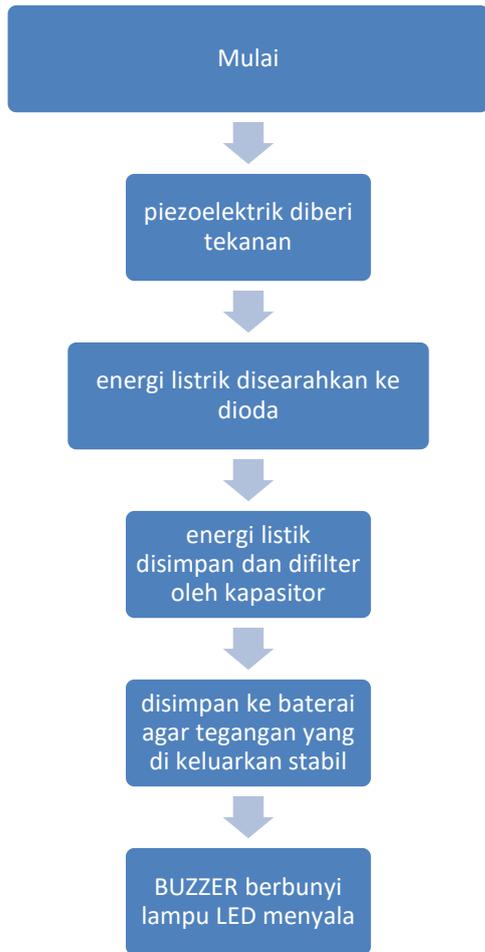
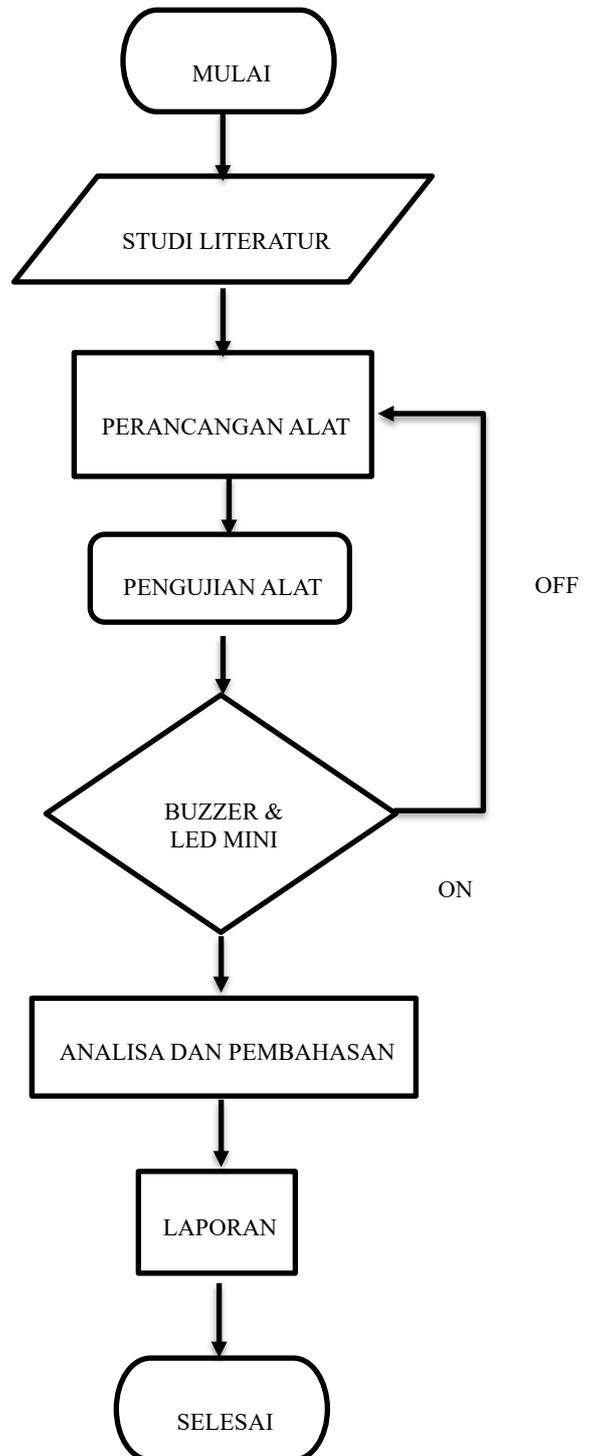
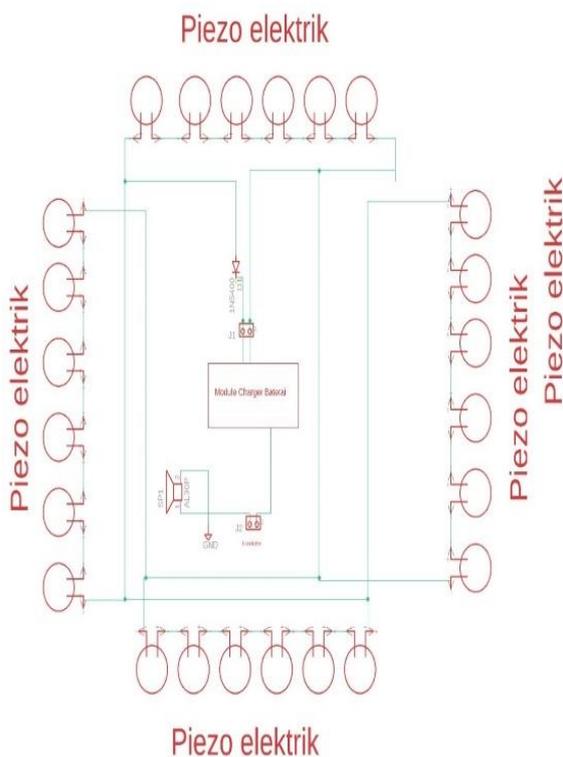


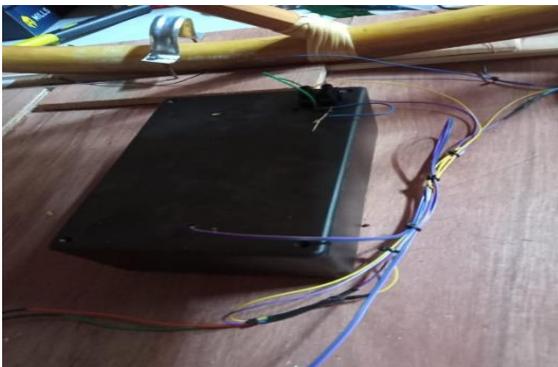
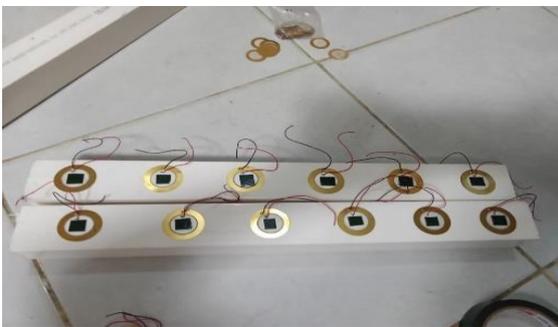
Diagram Alir
Adapun Diagram Alir dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :



D. Skematik Diagram Kursi Goyang Piezoelectric



E. Gambar Dan Penjelasan Alat



Keterangan:

1. No 1 Terdapat Triplek Dengan panjang 100 cm lebar 45 cm sebagai lapisan agar piezoelektrik tidak pecah.
2. No 2 Terdapat lapisan pipa duck ukuran 35 cm yang dilapisi karton diatasnya agar bangku tersebut ketika digoyang tidak bergeser.
3. No 3,4,5, dan 6 terdapat 24 buah piezoelektrik yang disusun secara seri maupun paralel dalam 1 susunan terdapat 6 buah piezoelektrik
4. No 7 Terdapat Box Project yang didalamnya terdapat, baterai, dioda, kapasitor dan kabel.
5. No 8 terdapat *buzzer* dan *push button*.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Piezoelektrik Menggunakan Permanent Energi

Bangku goyang piezoelektrik penghasil listrik yang dibuat terdapat 24 buah keeping piezoelektrik yang terhubung secara seri maupun paralel serta dilapisi dengan karton. Pengujian dilakukan dengan alat multimeter. Pengujian dilakukan dengan cara menggoyangkan bangku tersebut, dengan berat badan yang bervariasi untuk mendapatkan data yang bervariasi dan lebih detail. Pengujian tegangan piezoelektrik yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah seperti pada table 4.1

Tabel 4. 1 Hasil pengujian tegangan piezoelektrik

No.	berat badan (kg)	tegangan (volt)
1	45	2,05
2	55	2,45
3	58	2,78
4	67	2,98
5	88	3,03

Tabel diatas Menunjukkan tegangan yang dihasilkan rancang bangun bangku piezoelektrik pada rangkaian seri dan paralel. Data diatas merupakan pengujian rangkaian pada goyangan badan manusia ketika di atas bangku tersebut yang dimana berasal dari 5 berat badan manusia yang berbeda. Pengujian pertama pada alat tersebut dengan berat badan 45 kg didapatkan tegangan sebesar 2,05 volt. Pengujian kedua menggunakan berat badan 55 kg yang dimana didapatkan tegangan sebesar 2,45 volt. Pengujian ketiga menggunakan berat 58 kg didapatkan tegangan sebesar 2,78 volt. Pengujian keempat menggunakan berat badan 67 kg yang didapatkan tegangan sebesar 2,98 volt. Pengujian kelima menggunakan berat badan 88 kg didapatkan tegangan sebesar 3,03 volt.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian rangkaian tersebut, maka dapat dianalisa tegan rata-rata rangkaian piezoelektrik tanpa permanen energi dengan persamaan.

$$V = \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5}{n}$$

Maka diperoleh

$$V = \frac{2,05 + 2,45 + 2,78 + 2,98 + 3,03}{5}$$

$$V = \frac{13,29}{5}$$

$V = 2,65$ Volt

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai tegangan rata-rata rangkaian piezoelektrik tanpa permanen energi yaitu sebesar 3,37 volt. Data yang didapatkan pada rangkaian piezoelektrik tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu besar. Walaupun ada beberapa data yang mengalami penurunan tegangan keluaran namun tidak menunjukkan perbedaan yang begitu besar. Hasil data pengujian yang didapat pada table 4.1 diatas dapat dilihat dari gambar grafik berikut.



Gambar 4. 1 Antara Berat Badan Dengan Tegangan Yang Dihasilkan

Dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik pada setiap perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini. Tegangan yang dihasilkan bervariasi dari yang tertinggi hingga yang terendah. Tegangan yang tertinggi dicapai pada berat badan 88 kg dengan nilai 3,03 volt, sedangkan tegangan yang terendah dicapai pada berat badan 45 kg dengan nilai sebesar 2,05 volt.

Pengujian selanjutnya menggunakan kapasitor sebagai beban dan penyimpanan energi listrik dengan nilai 1000 uf. Pengujian dilakukan dengan menggoyangkan bangku tersebut dengan berat badan yang bervariasi. dari pengujian yang dilakukan tersebut diperoleh data hasil pengujian bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf seperti yang tertera pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf

No.	berat badan (kg)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)
1	45	2,05	0,098
2	55	2,45	0,095
3	58	2,78	0,092
4	67	2,98	0,085
5	88	3,03	0,078

Tabel 4.2 menunjukkan arus dan tegangan yang dikeluarkan yang dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf, untuk berat badan 45 kg menghasilkan arus sebesar 0,098 mA dan tegangan sebesar 2,05 volt. Pada pengujian berat badan 55 kg menghasilkan arus sebesar 0,095 mA dan tegangan sebesar 2,45 volt. Berikutnya dengan berat badan 58 kg menghasilkan arus sebesar 0,092 mA dan tegangan sebesar 2,78 volt. Selanjutnya dengan berat badan 67 kg menghasilkan arus 0,085 mA dan tegangan sebesar 2,98 volt. Pengujian berikutnya dengan berat badan 88 kg menghasilkan arus 0,078 mA dengan nilai tegangan 3,03 volt.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian diatas, maka dapat dianalisa daya yang dihasilkan pada bangku goyang piezoelektrik yang menggunakan beban kapasitor 1000 uf dengan persamaan.

$$P = V \times I$$

Dimana:

$$P = \text{daya (W)}$$

$$V = \text{tegangan (V)}$$

$$I = \text{arus (A)}$$

Berikut ini merupakan analisa daya yang dihasilkan bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf:

1. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 45 kg, arus sebesar 0,098 mA dan tegangan 2,05 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,05 \times 0,098$$

$$P = 0,2009 \text{ W}$$

2. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 55 kg, arus sebesar 0,095 mA dan tegangan 2,45 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,45 \times 0,095$$

$$P = 0,23275 \text{ W}$$

3. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 58 kg, arus sebesar 0,092 mA dan tegangan 2,78 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,78 \times 0,092$$

$$P = 0,25576 \text{ W}$$

4. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 67 kg, arus sebesar 0,085mA dan tegangan 2,98 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 2,98 \times 0,085$$

$$P = 0,2533 \text{ W}$$

5. Perhitungan daya bangku goyang piezoelektrik dengan berat badan sebesar 88 kg, arus sebesar 0,078 mA dan tegangan 3,03 volt, maka diperoleh:

$$P = V \times I$$

$$P = 3,03 \times 0,078$$

$$P = 0,23634 \text{ W}$$

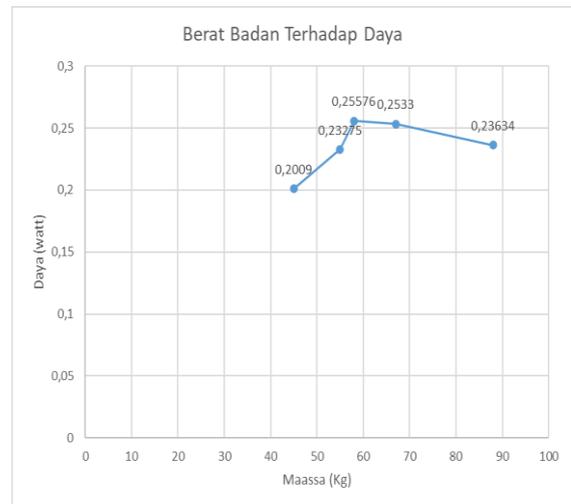
Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh data hasil analisa pada bangku goyang piezoelektrik yang menggunakan beban kapasitor 1000 uf seperti yang tertera pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian daya piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf

No.	berat badan (kg)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya(watt)
1	45	2,05	0,098	0,2009
2	55	2,45	0,095	0,23275
3	58	2,78	0,092	0,25576
4	67	2,98	0,085	0,2533
5	88	3,03	0,078	0,23634

Dari hasil yang diperoleh pada tabel 4.3 dapat dilihat daya yang dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik dengan kapasitor 1000 uf, untuk berat badan 45 kg menghasilkan daya sebesar 0,2009 watt. Pada pengujian berat badan 55 kg menghasilkan daya sebesar 0,23275 watt. Selanjutnya pada pengujian berat badan 58 kg menghasilkan daya sebesar 0,25576 watt. Pada saat berat badan 67 kg menghasilkan daya sebesar 0,2533 watt. Pengujian selanjutnya pada berat badan 88 kg menghasilkan daya sebesar 0,23634 watt.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.3 diperoleh hubungan grafik antara berat badan dengan daya yang dihasilkan seperti pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 antara berat badan dengan daya yang dihasilkan

Gambar kurva grafik diatas menunjukkan perbedaan daya yang dihasilkan oleh bangku goyang piezoelektrik pada setiap perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini. Daya yang dihasilkan bervariasi dari yang tertinggi sampai terendah. Daya tertinggi dicapai pada pengujian berat badan 58 kg dengan nilai sebesar 0,25576 watt, sedangkan nilai terendah dicapai pada pengujian berat badan 45 kg dengan nilai sebesar 0,2009 watt.

V. PENUTUP

A.Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Besar tegangan keluaran yang diperoleh dipengaruhi oleh berat badan manusia. Semakin kencang tekanan yang diberikan pada piezoelektrik maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar. Tegangan rata-rata yang dihasilkan bangku goyang piezoelektrik 2,65 volt.
2. Piezoelektrik digunakan sebagai penghasil tenaga listrik dalam skala kecil dan juga sebagai transduser. Piezoelektrik memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu salah satunya dapat membangkitkan daya sendiri karena prinsipnya sebagai penghasil energy yang memanfaatkan dari energi mekanik. Akan tetapi kekurangan yang dimiliki dari sensor piezoelektrik adalah bahan material yang mudah rusak serta tidak dapat beroperasi untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan daya dengan skala besar.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh saran sebagai berikut:

1. Bila ada penelitian lanjutan, penulis berharap ada penyempurnaan perangkat dengan menambah kapasitor menjadi lebih besar agar sumber energi yang dihasilkan lebih stabil dan efisien .
2. Perlunya desain rancang bangun bangku goyang listrik piezoelektrik didesain lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widodo, F. H., Kirom, M. R., & Qurthobi, A. (2017). Perancangan Sistem Dan Monitoring Sumber Arus Listrik Dari Lantai Piezoelectric Untuk Pengisian Baterai. *E-Proceeding of Engineering*, 4(1), 795–802.
- [2] Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). 済無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [3] Sunard, A., & Gamayel, A. (2019). Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 49. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2914>
- [4] Sidiq, A., Syahrillah, G. R. F., & Isra, M. . (2021). Studi Experimental Pemanfaatan Speed Bumper (Polisi Tidur) Menjadi Energi Listrik Menggunakan Piezoelektrik. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2). <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v6i2.6055>
- [5] Sebagai, K., & Energi, S. (2022). *Laporan tugas akhir pemanfaatan piezoelectric disk menggunakan langkah kaki sebagai sumber energi listrik.*
- [6] Riska Ekawita , Rahmat Awaludin Salam , Nolla Kusumawardani, E. Y. (2021). Pengujian Konfigurasi Piezoelektrik Penghasil Tegangan Listrik Dari Energi Mekanik. *Journal Online of Physics*, 6(2), 1–6. <https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/12921>
- [7] Ratih, R. M., Yasyak, M. I., Nugroha, H., & Fadlillah, U. (2019). Powerbank Piezoelektrik menggunakan Tekanan Tangan. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 20(1), 47–51. <https://doi.org/10.23917/emitor.v20i1.8597>
- [7] Rahman, D. R., Basith, M. K. I., Darmawan, T. R., & Mujiyanti, S. F. (2022). Rsv-P (Road Speed Bump’S Vibration Power Plant): Pemanfaatan Speed Bump Sebagai Media Konversi Getaran Jalan Menjadi Energi Listrik Alternatif Ebt Berbasis Iot. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 3(1), 1–16.
- [8] Putra, T. H., Fatkhurrohman, M., & Darmawan, I. A. (2023). Miniatur Jembatan Penyebrangan Menggunakan Sensor Piezoelektrik sebagai Penghasil Listrik. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(5), 3160–3167. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i5.1717>
- [9] Pratama, L. P., Herdiyansyah, R. A., & Manfaluthy, M. (2022). Rancang Bangun Prototipe Pemanen Energi Getaran pada Speed Bump Menggunakan Transducer Piezoelectric. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 3(2), 39–48. <https://doi.org/10.18196/mt.v3i2.14126>
- [10] PRASETYO, M. A. (2017). Rancang Bangun Sensor Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Listrik Dengan Memanfaatkan Gaya Tekan. *Universitas*