

**STEM PROJECT 2023**

***“CHANGE PRESSURE FORCE TO MAKE EFFICIENT  
ENERGY ESCALATOR”***



**Guru Pembimbing: Fiki Silvia, S.Pd., M.Pd.**

**Disusun Oleh:**

**TIM 1 SMK UNGGUL SAKTI (JAMBI.04.00007)**

- 1. Candani Sari**
- 2. Shaeren Faustine**
- 3. Wilbert Kenneth Chen**

**YAYASAN PENDIDIKAN UNGGUL SAKTI KOTA JAMBI**

**SMK UNGGUL SAKTI KOTA JAMBI**

**2023**

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Listrik .....	3
2.2 Pengertian Listrik Analog .....	3
2.3 Piezoelektrik.....	4
2.4 Prinsip Kerja <i>Piezoelektrik</i> .....	4
2.5 Karakteristik Bahan <i>Piezoelektrik</i> .....	5
2.6 Hukum - Hukum Fisika Yang Berlaku.....	5
2.6.1 Hukum Pascal .....	5
2.6.2 Hukum Newton III.....	6
2.6.3 Hukum Coulomb.....	6
2.6.4 Hukum Lorentz .....	7
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	8
3.2 Metode Penelitian.....	8
3.3 Alat dan Bahan .....	9
3.4 Diagram Pengerjaan .....	14
3.5 Langkah-Langkah Pembuatan Prototipe .....	14
3.5.1 Langkah-langkah pembuatan prototipe Eskalator.....	14
3.5.2 Langkah-langkah merangkai sensor.....	15
3.5.3 Menghubungkan Eskalator dengan sensor.....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian.....	17
4.1.1 Hasil Prototipe.....	17
4.1.2 Revisi Produk.....	17
4.1.3 Penerima manfaat produk .....	18

4.2 Pembahasan .....	19
4.2.1 Hukum Fisika Yang Berlaku pada <i>Change Force Energy To Make Efficient Energy Escalator</i> .....	19
4.2.2 Perhitungan .....	21
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran.....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>24</b>
<b>SKRIP VIDEO PROJECT STEM 2023.....</b>	<b>25</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Penggunaan listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat, baik dalam bidang industri, bidang pendidikan, bidang ekonomi, bidang teknologi, dan bidang-bidang lainnya. Penggunaan listrik yang kian meningkat ini dapat menyebabkan panas yang semakin tinggi. Semakin tinggi emisi karbon yang kita hasilkan, maka akan semakin tinggi dampak negatif yang diberikan terhadap bumi. Salah satu upaya meminimalisir emisi karbon adalah menghemat energi listrik. Namun, kebutuhan manusia yang kian meningkat dan kemajuan teknologi yang semakin tinggi mengakibatkan kebutuhan energi yang semakin besar.

Di Indonesia, Direktur Keuangan PLN Sinthya Roesly mengatakan bahwa pada tahun 2022 lalu pertumbuhan konsumsi listrik nasional mencapai 6,4%. Dia mengatakan bahwa konsumsi listrik pada 2023 ini diperkirakan juga bisa mencapai lebih dari 6%. Pertumbuhan penggunaan listrik yang terjadi pada tahun 2022 lalu didominasi oleh pertumbuhan pada sektor bisnis yang mencapai 12%. Diikuti oleh sektor industri yang bertumbuh hingga 6% dan sektor rumah tangga di bawah 5%. Selain itu, dia menyatakan bahwa peluang penggunaan listrik di sektor rumah tangga pada 2023 akan mencapai pertumbuhan double digit begtu juga di sektor bisnis.

Dengan kemajuan teknologi kebutuhan energi listrik akan terus meningkat, sehingga diperlukan alternatif lain untuk memperoleh energi listrik yang tidak terbarukan untuk dapat dimanfaatkan pada produk tepat guna, salah satu teknologi modern yang sekarang digunakan adalah penggunaan eskalator, eskalator membutuhkan daya listrik yang sangat besar berkisar dari 2 - 50 (kw) dan tegangan berkisar 3000-5000 (V), dengan hal demikian maka timbullah pemikiran oleh tim kami untuk membuat listrik alternatif sebagai pengganti energi listrik agar dapat diaplikasikan untuk menggerakkan eskalator dengan cara menggunakan energi listrik dari rangkaian sensor piezoelektrik. Dimana sensor piezoelektrik akan bekerja dengan merubah sebuah tekanan menjadi sebuah medan listrik. Selanjutnya energi listrik yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik akibat injakan tekanan kaki manusia akan disalurkan ke motor penggerak yang akan menggerakkan eskalator.

Berdasarkan latar belakang tersebut, untuk memenuhi tugas tahap advanced KIHAJAR STEM 2023 ini, kami bermaksud untuk membuat suatu prototipe dengan tema energi dan jejak karbon dengan judul *“Change Pressure Force To Make Efficient Energy Escalator”*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas kami dapat merumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja sensor mengubah gaya tekanan menjadi energi listrik?
2. Bagaimana energi listrik yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik dapat menggerakkan eskalator?
3. Siapa penerima manfaat dari prototipe yang kami buat?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang timbul oleh tim kami, maka tujuan penelitian kami adalah:

1. Menjelaskan cara kerja sensor sebagai pembangkit listrik pada eskalator.
2. Pemanfaatan energi listrik yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik untuk menggerakkan eskalator.
3. Mengembangkan eksplorasi untuk peserta didik di satuan pendidikan SMK agar dapat memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif dan mampu berkomunikasi dalam menyelesaikan masalah atau project berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Math*).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Listrik**

Menurut KBBI, Listrik merupakan energi atau daya yang muncul akibat proses Fisika atau terjadi gesekan. Listrik berasal dari bahasa Inggris “Electric” yang apabila diterjemahkan berarti “Energi”. Listrik merupakan sebuah fenomena Fisika yang berkaitan dengan aliran elektron dan bersumber dari atom. Penyebabnya adalah gesekan atau terjadi suatu proses kimia yang kemudian menghasilkan listrik. Seperti diketahui, di era ini listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer bagi manusia.

Listrik memiliki ragam fungsi dan manfaat dalam kehidupan sehari-hari diantaranya, mengubah listrik menjadi penerangan yang akan membantu manusia dalam menjalankan aktivitas khususnya pada malam hari. Selain itu, alat-alat elektronik yang kita pakai seperti perangkat televisi dan PC dapat menyala apabila disambungkan dengan aliran listrik. Sama halnya dengan laptop, smartphone, dan tablet memerlukan listrik untuk mengisi daya baterai.

#### **2.2 Pengertian Listrik Analog**

Listrik analog adalah jenis listrik yang memiliki nilai tegangan dan arus yang dapat berubah secara kontinu dan dapat memiliki nilai-nilai dalam rentang yang tidak terbatas. Dalam listrik analog, sinyal listrik mewakili data atau informasi dengan cara mengubah amplitudo (tinggi gelombang) atau frekuensi (jumlah gelombang per detik) dari sinyal listrik tersebut.

Sinyal listrik analog dapat mengambil berbagai bentuk, seperti gelombang sinusoidal, gelombang segitiga, atau gelombang kotak, tergantung pada jenis informasi yang ingin diwakili. Misalnya, dalam audio analog, gelombang sinusoidal digunakan untuk merepresentasikan suara. Pada saat informasi atau data disimpan atau ditransmisikan dalam bentuk analog, potensi kerugian kualitas sinyal dapat terjadi karena gangguan atau degradasi sinyal selama perjalanan.

Kelebihan listrik analog adalah kemampuannya untuk merepresentasikan informasi dengan presisi tinggi, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan nilai-nilai kontinu seperti suara dan video. Namun, listrik analog seringkali lebih rentan terhadap gangguan

dan interferensi dibandingkan dengan listrik digital, yang menggunakan representasi diskrit atau digital dalam bentuk 0 dan 1.

Listrik analog telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi sebelum peralihan besar-besaran ke teknologi digital. Namun, seiring dengan kemajuan teknologi, listrik digital lebih umum digunakan karena keunggulan dalam pemrosesan, penyimpanan, dan transmisi data yang lebih andal.

### 2.3 Piezoelektrik

*Piezoelektrik* atau biasa disebut juga dengan efek *piezoelektrik* adalah muatan listrik yang terakumulasi dalam bahan padat tertentu, seperti kristal dan keramik akibat dari *mechanical pressure* (tekanan). *Piezoelektrik* sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, hanya saja kita tidak terlalu sadar akan alat ini. *Piezoelektrik* digunakan untuk mengukur tekanan, percepatan, regangan, dan lain-lain. dan biasa digunakan dalam alat-alat, seperti : mikrofon, jam quartz, pengubah suara menjadi tulisan pada laptop, mesin pembakaran dalam, printer, oscillator elektronik, hingga bisa dijadikan sebagai sumber energi alternatif.

### 2.4 Prinsip Kerja *Piezoelektrik*

Tekanan akan menyebabkan secara pegas secara otomatis memukul kristal *Piezoelektrik* yang berbahan dielektrik. Jadi pada saat memberikan tekanan pada bahan dielektrik, maka akan terbentuk medan listrik.

Ketika medan listrik melewati bagian material, molekul yang dipolarisasi akan segera menyesuaikan dengan medan listriknya, menghasilkan dipole yang ter-induksi molekul dan struktur kristal materi. Penyesuaian molekul ini akan merubah material dimensi. Dan inilah yang disebut efek *piezoelektrik* .

Gaya listrik yang dihasilkan medan listrik dari suatu muatan dan usaha gerak mekanis adalah gaya kekal. Karena energi potensial listrik sifatnya berbanding lurus dengan tegangan, maka akan timbul tegangan ketika ditekan bahan dielektriknya. Semakin besar tekanan atau deformasi yang diterima maka dapat menghasilkan output tegangan yang berubah-ubah. Berikut adalah rumus besar nilai kapasitansinya :

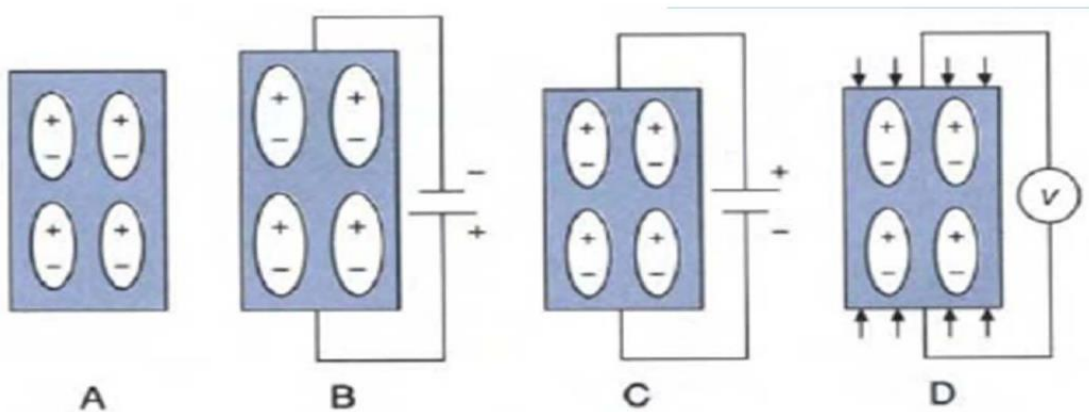
$$C = \epsilon \frac{A}{t}$$

Besar kapasitansi bergantung pada permissitivitas bahan, Luas film PVDF dan ketebalan PVDF .

## 2.5 Karakteristik Bahan *Piezoelektrik*

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 akan mengakibatkan material berubah dimensi. Fenomena ini disebut electrostriction (efek piezoelektrik).

Fenomena efek *piezoelektrik* dapat digambarkan sebagai berikut:



- Sebelum diberi tekanan atau medan listrik.
- Ketika diberi medan listrik, bahan memanjang.
- Diberi medan listrik berlawanan, bahan memendek.
- Ketika diberi tekanan, induksi polarisasi dan tegangan luar terjadi.

## 2.6 Hukum - Hukum Fisika Yang Berlaku

### 2.6.1 Hukum Pascal

Hukum Pascal adalah prinsip dasar yang menggambarkan perilaku tekanan pada alas penampang. Hukum ini ditemukan oleh seorang ilmuwan Prancis bernama Blaise Pascal pada abad ke-17. Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada sebuah alas penampang tertutup akan merambat secara merata ke seluruh bagian alas penampang tersebut, tanpa memandang bentuk atau ukuran alas penampangnya. Dengan kata lain, perubahan tekanan yang terjadi pada alas penampang akan terdistribusi merata di seluruh permukaan alas penampang.

Rumus matematis yang menggambarkan Hukum Pascal adalah:

$$P = \frac{F}{A}$$



Dimana:

- $P$  = Tekanan bahan ( $\text{N/m}^2$ ).
- $F$  = Gaya (N).
- $A$  = Luas Permukaan Di Mana Tekanan Diberikan ( $\text{m}^2$ ).

Pascal menyatakan bahwa tekanan pada dua penampang atau lebih adalah sama, seperti halnya pada eskalator yang memiliki 2 penampang.

$$P_1 = P_2$$

### 2.6.2 Hukum Newton III

Sir Issac Newton tentang pergerakan benda menjelaskan tentang gaya aksi dan reaksi yang dinyatakan pada hukumnya yang ketiga yang berbunyi “Besarnya gaya aksi yang diterima oleh suatu benda akan memiliki nilai yang sama dengan jumlah gaya reaksi yang diberikan benda tetapi arahnya berlawanan.”

Rumus matematis yang menggambarkan Hukum Newton III adalah :

$$F \text{ aksi} = - F \text{ reaksi}$$

F aksi dan F reaksi sangat dipengaruhi oleh besarnya percepatan gravitasi bumi.

### 2.6.3 Hukum Coulomb

Hukum Coulomb adalah hukum fisika yang digunakan untuk menggambarkan gaya elektrostatik (gaya antara benda-benda bermuatan listrik) dan ditemukan oleh ilmuwan Prancis bernama Charles-Augustin de Coulomb pada tahun 1785. Hukum Coulomb menyatakan bahwa gaya elektrostatik antara dua benda bermuatan sebanding dengan perkalian besarnya muatan keduanya dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.

Rumus matematisnya adalah sebagai berikut:

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Dimana:

- $F$  = Gaya Elektrostatis (N)
- $K$  = Konstanta Coulomb ( $8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$ )
- $Q_1$  dan  $Q_2$  = Muatan Kedua Benda (C)

Dengan gaya coulomb yang diberikan antar muatan merupakan gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak.

#### 2.6.4 Hukum Lorentz

Gaya Lorentz adalah gabungan antara gaya magnetik dan gaya elektrik di dalam suatu medan elektromagnetik. Gaya Lorentz bisa timbul karena ada muatan listrik bergerak. Gaya ini juga bisa timbul karena ada arus listrik yang ada di dalam medan magnet.

Bunyi dari Hukum Lorentz adalah sebagai berikut “Jika penghantar berarus diletakkan di bagian dalam medan magnet, maka akan timbul gaya pada penghantar tersebut.” Artinya, jika arus listrik mengalir semakin besar, artinya gaya yang bekerja juga akan semakin besar dan batang penghantar akan bergulir dengan semakin cepat. Jika polaritas sumbu diubah, penghantar akan bergerak ke berlawanan arah dengan gerakan sebelumnya.

Rumus matematis yang menggambarkan Gaya Lorentz adalah :

$$F = B \cdot i \cdot l$$

Dimana:

- $F$  = Gaya Lorentz (N)
- $B$  = Medan Magnet (T)
- $i$  = Kuat Arus Listrik (A)
- $l$  = Kuat Arus Listrik (m)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

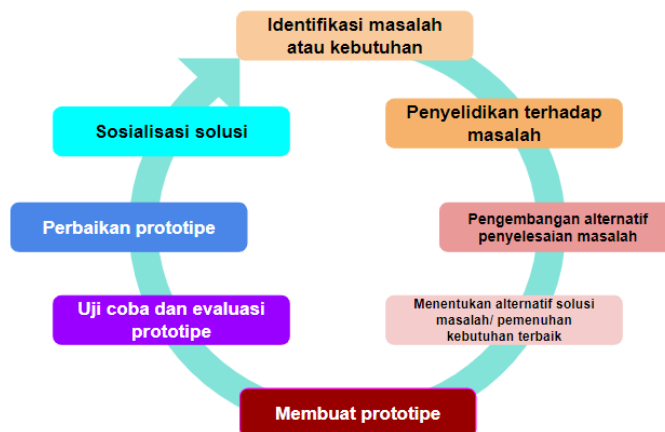
Alternatif yang kami pilih pembuatan *Change Pressure Force To Make Efficient Energy Escalator* dengan piezoelektrik sebagai sensornya. Alasannya adalah untuk mengurangi penggunaan energi listrik sehingga lebih ramah lingkungan dan memperkecil pemanasan global yang terjadi di permukaan bumi.

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dan percobaan adalah SMK Unggul Sakti Kota Jambi. Waktu penelitian yang berlangsung dari tanggal 28 Agustus – 16 September 2023.




#### 3.2 Metode Penelitian


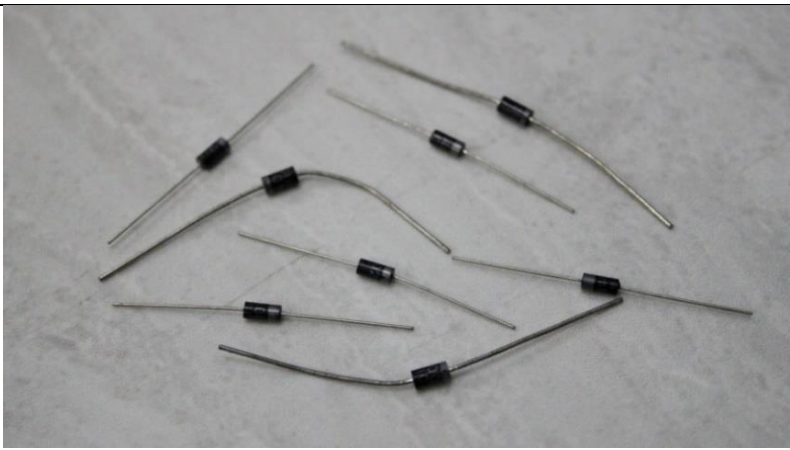


Penelitian ini dilakukan dengan cara percobaan atau *experiment*. Dengan menggunakan tahapan *Engineering Design Process (EDP)*.



### 3.3 Alat dan Bahan

Berikut Alat dan Bahan yang digunakan:

No.	Nama alat dan bahan	Gambar
1.	Isi lem tembak	
2.	Kabel	
3.	Timah	

4.	Solder	
5.	Dioda	
6.	Lem tembak	
7.	Tutup botol	

8.	Motor DC	
9.	Kardus	
10.	Roll tisu	
11.	Lidi	



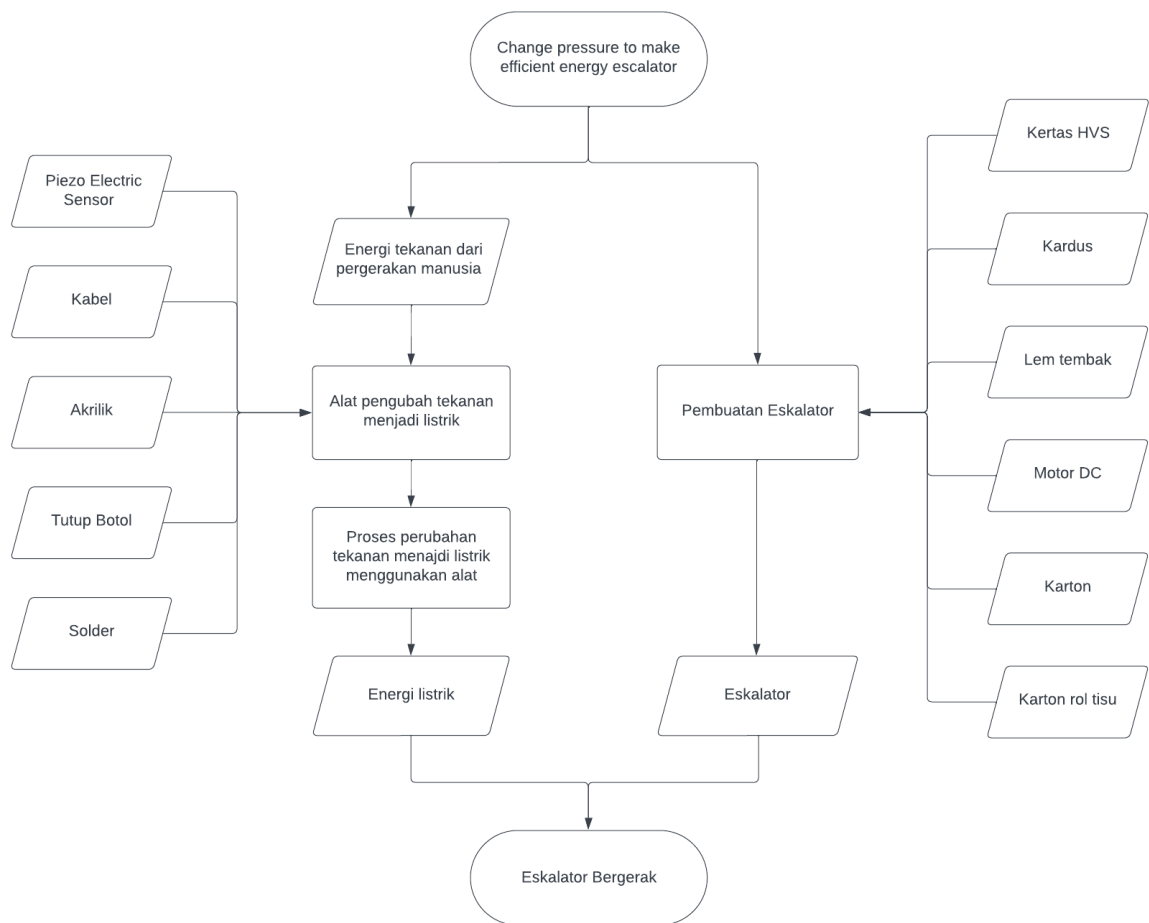
12.	Kapasitor	
13.	Piezo Electric Sensor	
14.	Akrilik	
15.	Kertas HVS	

16.	Karton	
17.	Gunting	



### 3.4 Diagram Pengerjaan

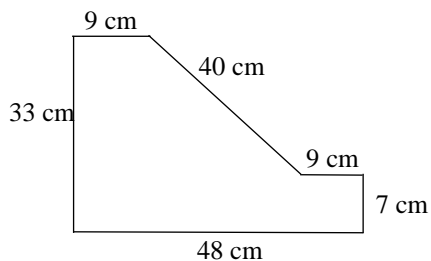
Berikut adalah diagram proses pengerjaan:



### 3.5 Langkah-Langkah Pembuatan Prototipe

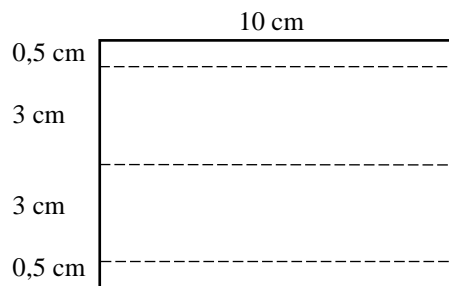
#### 3.5.1 Langkah-langkah pembuatan prototipe Eskalator

1. Memotong kardus menjadi sebuah bagan dengan ukuran yang telah ditentukan seperti gambar sebagai body utama dari eskalator.



2. Membuat 5 potongan kardus persegi panjang dengan ukuran sebagai berikut :
  - 33 cm x 14 cm
  - 14 cm x 9 cm
  - 48 cm x 14 cm

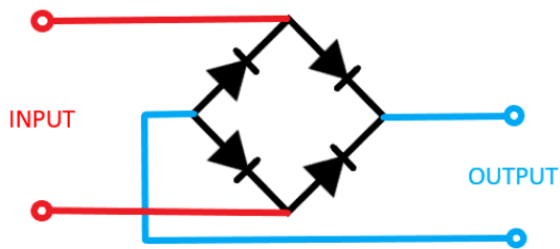
- 7 cm x 14 cm
  - 9 cm x 14 cm.
3. Menyiapkan 2 pasang potongan kardus berbentuk lingkaran dengan diameter 5 cm serta melubangi poros lingkaran dengan menggunakan jangka sebagai roda gear.
  4. Tempelkan kedua roda di bagian samping kiri dan kanan body eskalator secara sejajar.
  5. Hubungkan kedua roda dengan menggunakan lidi sambil diberi lem agar lidi dapat menempel pada roda.
  6. Membuat gerigi roda di setiap roda penghubung.
  7. Rakit body eskalator dengan potongan kardus persegi dilangkah 2 untuk ditempel sebagai alas dan penyanggah eskalator.
  8. Memotong kertas HVS dengan ukuran lebar 10 cm sebagai dasar anak tangga.
  9. Tempelkan anak tangga pada kertas HVS yang dihubungkan ke roda gear sebanyak 40 buah seperti pada gambar berikut.



10. Lipat karton mengikuti garis putus-putus sehingga berbentuk segitiga terbuka.

### 3.5.2 Langkah-langkah merangkai sensor

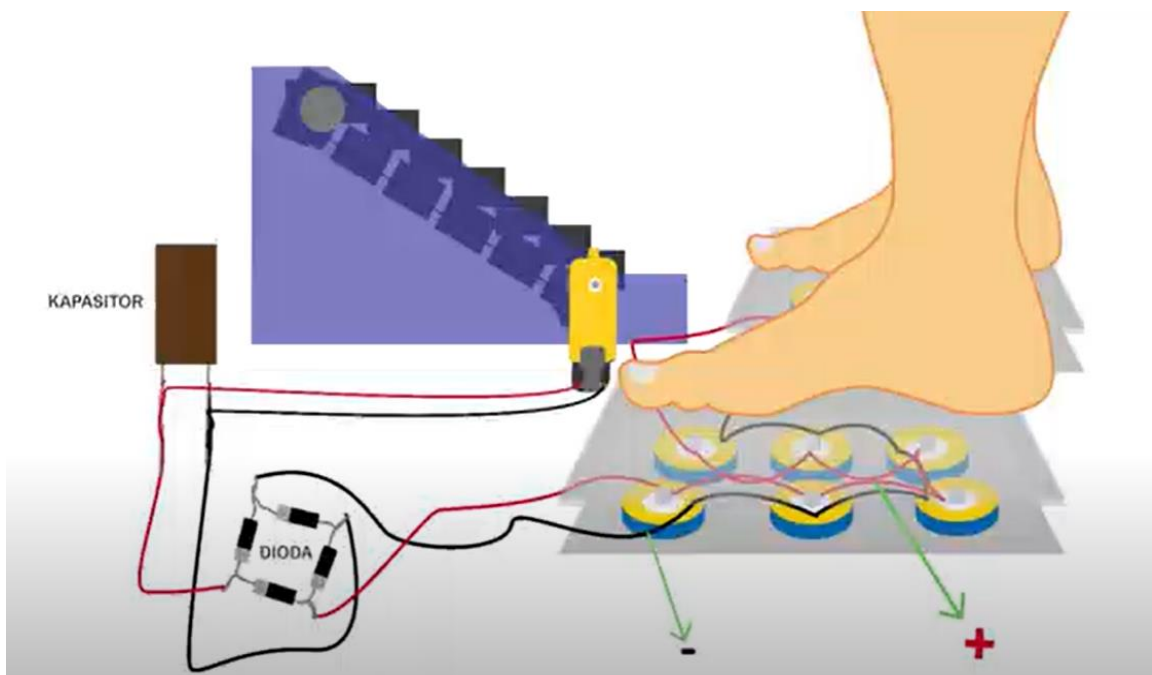
1. Siapkan 12 sensor piezoelektrik yang akan digunakan.
2. Potong kardus 2 buah dengan ukuran 30 cm x 15 cm.
3. Lubangi tutup botol sebanyak jumlah sensor yang digunakan.
4. Letakan sensor diatas tutup botol yang telah dilubangi menggunakan lem tembak.
5. Susun sensor diatas kardus berukuran 15 cm x 30 cm secara paralel.
6. Hubungkan sensor dengan kabel penghubung arus kutub positif dengan cara menyolder kabel pada bagian dalam dari sensor.
7. Lakukan hal yang sama terhadap kutub negatif, namun pada bagian luar dari sensor.
8. Susun dioda sehingga menjadi dioda bridge dengan skema sebagai berikut !



9. Pasangkan kutub positif dan kutub negatif dari sensor ke bagian input dari dioda bridge sesuai dengan skema yang terdapat sebelumnya. Dioda bridge tersebut akan berfungsi untuk memperkuat tegangan listrik yang dihasilkan oleh sensor.
10. Solderlah 2 kabel output yang nantinya berfungsi sebagai output ke kapasitor. Fungsi dari kapasitor sebagai tempat penyimpanan dan menstabilkan tegangan listrik yang dihasilkan.
11. Berikan potongan lem tembak diatas sensor sebagai penyangga antara sensor dan akrilik.
12. Memberikan lapisan penutup berupa akrilik diatas lem tembak.

### 3.5.3 Menghubungkan Eskalator dengan sensor

1. Siapkan 2 kabel untuk dihubungkan ke motor DC dan kapasitor
2. Hubungkan kabel ke pin input yang terdapat pada motor DC dengan cara disolder.
3. Lalu, solder bagian ujung dari kabel sebelumnya pada kapasitor sehingga listrik dapat mengalir dari kapasitor menuju ke motor DC.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

##### **4.1.1 Hasil Prototipe**

Hasil penelitian yang kami lakukan menggambarkan bahwa eskalator yang kami buat berhasil memenuhi kriteria kinerja yang telah ditetapkan. Eskalator ini mampu mengangkat beban sesuai dengan kapasitas yang telah dirancang dan bergerak sesuai dengan arah yang diinginkan. Hasil ini memberikan bukti bahwa eskalator ini memiliki potensi aplikasi yang kuat dalam lingkup penelitian transportasi vertikal dan teknologi motor DC.

Selain itu, kami juga mengetahui bahwa gaya tekanan berupa injakan kaki manusia dapat menghasilkan listrik dengan menggunakan efek piezoelektrik yang terdapat pada sensor piezoelektrik. Tegangan yang dihasilkan dari satu injakan kaki manusia dapat mencapai 3,5v dengan jumlah sensor piezoelektrik sebanyak 6 sensor. Untuk memutar sebuah motor DC diperlukan tegangan listrik sebesar 7v, sehingga jika kita ingin menggerakkan sebuah motor DC, maka diperlukan dua injakan kaki secara bersamaan untuk menginjak sensor sebanyak 12 buah. Namun, tegangan yang dihasilkan tersebut dapat berubah-ubah dikarenakan oleh gaya tekanan yang tidak konstan. Selain gaya tekanan yang tidak konstan, sensitivitas terhadap sensor piezoelektrik pun memiliki pengaruh terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

##### **4.1.2 Revisi Produk**

###### **1. Revisi Pertama**

-Permasalahan : Tegangan listrik yang dihasilkan kurang besar

Selama proses pembuatan prototipe berlangsung kami menemukan sebuah permasalahan dimana tegangan listrik yang dihasilkan oleh sensor tidak cukup besar untuk menggerakkan eskalator secara langsung. Kami pun mencari cara bagaimana untuk memperkuat tegangan listrik yang dihasilkan dari sensor tersebut.

Berdasarkan artikel yang kami temukan, untuk memperkuat sebuah tegangan listrik yang dihasilkan, maka kita perlu menggunakan sebuah dioda yang disusun menjadi sebuah dioda bridge. Dimana nantinya dioda akan berfungsi untuk mengubah arus AC yang dihasilkan oleh sensor menjadi sebuah arus DC.

Setelah kami mengaplikasikan cara tersebut, tegangan listrik yang dihasilkan oleh sensor pun meningkat dari yang tadinya hanya mencapai 1v menjadi 3,5v.

## **2. Revisi Kedua**

-Permasalahan : Tegangan yang dihasilkan tidak stabil

Setelah selesai menghadapi permasalahan yang pertama kami pun menemukan masalah baru. Dimana tegangan listrik yang dihasilkan oleh sensor memiliki hasil yang tidak stabil. Hal ini dipengaruhi oleh gaya tekanan yang tidak konstan. Maka kami memutuskan untuk menggunakan sebuah kapasitor sehingga tegangan listrik yang dihasilkan dapat disimpan ke dalam kapasitor dan tegangan listrik yang dihasilkan dapat lebih stabil dari sebelumnya.

Setelah melakukan beberapa revisi terhadap prototipe, prototipe yang kami buat pun berhasil bekerja sesuai dengan ekspektasi yang kami harapkan. Dimana listrik yang dihasilkan oleh sensor berhasil menggerakkan motor DC yang terhubung pada eskalator.

### **4.1.3 Penerima manfaat produk**

Dari produk yang kami buat, terdapat penerima manfaat yaitu orang-orang yang menggunakan eskalator di tempat umum dan tempat-tempat umum yang menggunakan eskalator. Kami pun telah mewawancarai Direktur Pendidikan SMK Unggul Sakti yaitu Yustinus Vena Handono, S.Pd. Berikut adalah pertanyaan yang kami tanyakan saat wawancara :

1. Apa pendapat bapak mengenai produk kami?

Jawaban: Menurut bapak apa yang kalian kerjakan dan yang kalian risetkan berdasarkan pengalaman yang ada di sekolah kita anak anak, ini menjadi sesuatu yang sangat menarik. Pertama, menarik karena mungkin tidak pernah terpikirkan untuk menciptakan sumber tenaga alternatif atau sumber cara menghemat energi listrik alternatif dengan injakan, orang masih berpikir dengan tenaga angin, tenaga uap, tenaga gelombang, panas surya dan sebagainya. Kalian membuat suatu trobosan yang baru yang berbeda dan kedua brilian karena menurut saya, dimana bumi ini makin banyak manusianya populasinya bertambah, ada banyak kerumunan aktivitas yang

tekanan kakinya pasti menghasilkan banyak energi untuk bisa digunakan sebagai penghemat dan sumber daya alternatif.

2. Apa harapan bapak untuk produk kami?

Jawaban: ada dua harapannya yaitu,

1. Di tindak lanjuti oleh riset-riset lebih lanjut, agar ini bisa berhasil guna di masa yang akan datang.
2. Ide kalian untuk menemukan tenaga alternatif dan hemat energi, ini juga menarik, perhatian para riset khususnya para juri dan kalian bisa pulang membawa juara pada kompetensi KIHAJAR STEM tahun 2023.

Kesimpulan yang didapat dari hasil wawancara diatas adalah prototipe yang kami buat merupakan ide yang cukup brilian karena dapat membuat sebuah alternatif energi listrik yang berasal dari injakan kaki. Beliau mengharapkan prototipe tersebut dapat diaplikasikan di masa yang akan datang dan dapat membawa tim kami menjadi juara di ajang perlombaan KIHAJAR STEM tahun 2023.

## **4.2 Pembahasan**

### **4.2.1 Hukum Fisika Yang Berlaku pada *Change Force Energy To Make Efficient Energy Escalator***

Dari produk yang kami buat yaitu alat pengubah tekanan menjadi listrik, terdapat beberapa hukum fisika yang berlaku, yaitu:

#### **1. Hukum Pascal**

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada sebuah alas penampang tertutup akan merambat secara merata ke seluruh bagian alas penampang tersebut, tanpa memandang bentuk atau ukuran alas penampangnya. Hukum pascal memiliki rumus  $P = F/A$ . Untuk mengaplikasikan hukum pascal terhadap proyek yang kami buat, dimulai dari tekanan yang diberikan oleh injakan kaki manusia diterima oleh sensor dalam bentuk perubahan energi listrik analog sehingga eskalator dapat bergerak. Setiap gaya listrik yang diberikan oleh sensor mengakibatkan setiap muatan saling bertumbukan ke segala arah dalam waktu yang bersamaan sehingga eskalator pun bergerak secara teratur dan bersamaan.

## 2. Hukum Newton III

Hukum Newton III menyatakan bahwa “Besarnya gaya aksi yang diterima oleh suatu benda akan memiliki nilai yang sama dengan jumlah gaya reaksi yang diberikan benda tetapi arahnya berlawanan.” Hukum Newton III memiliki rumus  $F_{\text{reaksi}} = - F_{\text{aksi}}$ . Pengaplikasian proyek yang kami buat pada Hukum Newton III adalah tekanan yang diberikan oleh injakan kaki manusia itu akan sama nilainya dengan gaya listrik analog yang dihasilkan oleh sensor dalam arah yang berlawanan. Dalam hal ini sebagai pemberi aksi adalah tekanan injakan kaki manusia dan sebagai penerima reaksi adalah energi listrik yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik.

## 3. Hukum Coulomb

Hukum Coulomb menyatakan bahwa gaya elektrostatis antara dua benda bermuatan sebanding dengan perkalian besarnya muatan keduanya dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya. Hukum Coulomb memiliki rumus  $F = k \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$ . Pengaplikasian proyek yang kami buat pada Hukum Coulomb adalah energi listrik analog yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik adalah energi listrik statis, dimana besarnya gaya listrik yang dikeluarkan oleh sensor piezoelektrik adalah sebanding dengan besarnya muatan yang bertumbukan terhadap gerakan eskalator. Gaya listrik yang dihasilkan antara kerja sensor dengan eskalator adalah gaya tolak menolak.

## 4. Hukum Lorentz

Bunyi dari Hukum Lorentz adalah sebagai berikut “Jika penghantar berarus diletakkan di bagian dalam medan magnet, maka akan timbul gaya pada penghantar tersebut.” Artinya, jika arus listrik mengalir semakin besar, artinya gaya yang bekerja juga akan semakin besar dan batang penghantar akan bergulir dengan semakin cepat. Jika polaritas sumbu diubah, penghantar akan bergerak ke berlawanan arah dengan gerakan sebelumnya. Hukum Lorentz memiliki rumus  $F = B \cdot i \cdot l$ . Pengaplikasian proyek yang kami buat pada Hukum Lorentz adalah besarnya gaya listrik yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik sebanding dengan kuat arus yang diterima oleh eskalator untuk dapat bergerak.

#### 4.2.2 Perhitungan

Besarnya arus yang diperlukan untuk menggerakkan eskalator yang diberikan injakan pada gaya tekan bermassa 60 kg dapat diperoleh dengan cara berikut ini.

Diketahui:

- Luas penampang (A) = 15 cm x 30 cm = 450 cm<sup>2</sup> = 0,45 m<sup>2</sup>
- Tegangan listrik yang di dapat dari penampang 1 (V<sub>1</sub>) = 3,5 volt
- Tegangan listrik yang di dapat dari penampang 2 (V<sub>2</sub>) = 3,5 volt
- Sehingga, tegangan listrik total (V<sub>t</sub>) = 7 volt
- Massa penguji 1 = 76 kg x ½ = 38 kg
- Massa penguji 2 = 44 kg x ½ = 22 kg
- Massa total penguji = 38 kg + 22 kg = 60 kg

Penyelesaian:

Langkah pertama, kami menentukan besarnya gaya aksi yang diberikan oleh injakan kaki manusia sebagai gaya berat dengan persamaan

$$F \text{ aksi} = m \cdot g$$

$$F \text{ aksi} = m_t \cdot g$$

$$F \text{ aksi} = 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$F \text{ aksi} = 600 \text{ N}$$

F aksi yang diberikan akan diterima oleh sensor sebagai F reaksi, dengan menggunakan persamaan hukum Newton III

Sehingga,  $F_a = - F_r$

$$600 \text{ N} = - 600 \text{ N}$$

Tanda negatif menunjukkan arah gerak yang berlawanan, dimana gaya aksi mengarah ke bawah sebagai gaya berat yang diterima oleh sensor sehingga sensor memberikan gaya reaksi yang mengarah ke atas.

Untuk menentukan besarnya tekanan injakan kaki manusia digunakanlah persamaan pascal dengan rumus

$$P = F_a / A$$

$$P = 600 \text{ N} / 0,45 \text{ m}^2$$

$$P = 1333,33 \text{ N/m}^2$$



Untuk menentukan besarnya arus yang terjadi pada prototipe, digunakanlah persamaan gaya Lorentz

$$F = B \cdot i \cdot l$$

Dengan induksi magnet yang terjadi di dalam prototipe dianggap konstan,  $B_1 = B_2$

Sehingga  $i = F_r / l$

$$i = 600 \text{ N} / 1 \text{ m}$$

$$i = 600 \text{ A}$$

Gaya (F) yang diterima (F reaksi) dan yang diterima oleh sensor = F aksi yang diberikan oleh injakan kaki.

Sehingga daya yang dibutuhkan prototipe adalah sebagai berikut :

$$p = V \times i$$

$$p = 7 \text{ V} \times 600 \text{ A}$$

$$p = 4200 \text{ watt}$$

Jika dibandingkan dengan eskalator sesungguhnya yang membutuhkan energi listrik sebesar 50 kw pada gaya yang sama dibutuhkan sensor piezoelektrik sebagai berikut:

$$P / n = C$$

$$P_1 / n_1 = P_2 / n_2$$

$$4200 / 12 = 50000 / n_2$$

$$n_2 = 143 \text{ sensor piezoelektrik}$$

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian kami adalah:

1. Gaya tekanan berupa injakan kaki manusia dapat diubah menjadi sebuah energi listrik dengan menggunakan efek piezoelektrik pada sensor piezoelektrik.
2. Hukum Fisika yang berlaku pada pembuatan projek ini adalah: Hukum Pascal, Hukum Newton III, Hukum Coulomb, dan Hukum Lorentz
3. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh satu injakan kaki manusia dapat mencapai 3,5v dengan jumlah sesor piezo sebanyak 6 buah.
4. Energi listrik yang dihasilkan dapat menggerakkan sebuah motor pada sebuah eskalator.

#### **5.2 Saran**

Untuk penelitian lebih lanjut, kami memberi saran sebagai berikut:

1. Alat pembangkit listrik dapat dipasangkan alat elektronika yang berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dari dinamo DC.
2. Jumlah sensor piezoelektrik yang digunakan dapat ditambah lebih banyak lagi, jika ingin menghasilkan energi listrik dengan jumlah yang besar.

## DAFTAR PUSTAKA

<https://stellamariscollege.org/listrik/>

<https://ppsdmaparatur.esdm.go.id/berita/jejak-karbon-dalam-kehidupan>

<http://repository.untag-sby.ac.id/1046/3/BAB%20II.pdf>

Firda Dwi Muliawati, CNBC Indonesia. “Bos PLN Blak-blakan Konsumsi Listrik RI Tetap Melejit di 2023.”

<https://www.cnbcindonesia.com/news/20230621191548-4-448107/bos-pln-blak-blakan-konsumsi-listrik-ri-tetap-melejit-di-2023> (21 Juni 2023)

Sampoerna academy. “Hukum Pascal: Arti, Bunyi Hukum, Prinsip, Rumus, dan Contoh.”

<https://www.sampoernaacademy.sch.id/id/hukum-pascal-arti-bunyi-hukum-prinsip-rumus-dan-contoh/> (25 Juli 2022)

<https://www.gramedia.com/literasi/hukum-coulomb/>

## SKRIP VIDEO PROJECT STEM 2023

<b>JUDUL</b>	:	CHANGE PRESSURE FORCE TO MAKE EFFICIENT ENERGY ESCALATOR
<b>TUJUAN PEMBELAJARAN</b>	:	Mengubah gaya tekanan berupa injakan kaki manusia menjadi energi listrik dengan menggunakan sensor yang nantinya diubah menjadi energi kinetik untuk menggerakkan eskalator
<b>FORMAT VIDEO</b>	:	<i>Documentation Demonstration</i>
<b>PENULIS NASKAH</b>	:	Tim 1 (JAMBI.04.00007)
<b>ASAL SEKOLAH</b>	:	SMK UNGGUL SAKTI
<b>GURU PEMBIMBING</b>	:	Fiki Silvia, S.Pd., M.Pd.
<b>DURASI</b>	:	± 10 menit

### **SINOPSIS:**

Video dengan judul Change Pressure Force To Make Efficient Energy Escalator ini membahas mengenai pembuatan alat pemanfaatan gaya tekanan berupa injakan kaki yang diterapkan pada eskalator. Langkah kaki yang biasanya tidak menghasilkan diubah menjadi energi listrik yang dapat digunakan sebagai sumber energi tambahan secara gratis.

<b>NO.</b>	<b>VIDEO</b>	<b>AUDIO</b>	<b>TIME</b>
1.	Bumper in Kihajar STEM 2023	Jingle Kihajar STEM 2023	15s
2.	Anak-anak berbondong-bondong menaiki tangga (zoom pijakan kaki)	Backsound STEM Kihajar 2023	10s

3.	Grafis judul proyek “CHANGE PRESSURE FORCE TO MAKE EFFICIENT ENERGY ESCALATOR” Video tampak keseluruhan produk	Backsound STEM Kihajar 2023	8s
4.	Perkenalan tim di lapangan basket Grafis tulisan TIM JAMBI.04.00007 SMK Unggul Sakti	Backsound instrument Kihajar STEM 2023 “(Wilbert) Hallo Gen Kihajar, ada yang kurang nih! (Semua) Halo Gen Kihajar!, (Shaeren) Perkenalkan kami dari TIM JAMBI.04.00007 dari SMK UNGGUL SAKTI KOTA JAMBI. Saya Shaeren Faustine dari kelas XII Multimedia 1. (Wilbert) Saya Wilbert Kenneth Chen dari kelas XII Teknik Komputer Jaringan. (Candani) Saya Candani Sari dari kelas XI Akuntansi 1. (Wilbert) Pada projek stem kali ini Kami membuat produk dengan tema energi dan jejak karbon berupa eskalator hemat energi. (Candani) Tujuan kami membuat produk ini adalah mengubah gaya tekanan berupa injakan kaki manusia menjadi energi listrik dengan menggunakan sensor yang kemudian akan diubah kembali menjadi energi kinetik untuk menggerakkan eskalator. (Shaeren) Penasaran dengan produk yang kami buat? Yuk tonton terus video ini ya! (Semua) Kihajar... Kita harus belajar!”	10s
5.	Gambar pola EDP 1 (Identifikasi masalah atau kebutuhan)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
6.	Identifikasi masalah	Shaeren: Penggunaan listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat, baik dalam bidang industri, bidang teknologi, dan bidang-bidang lainnya. Penggunaan listrik yang kian meningkat ini dapat menyebabkan pemanasan global akibat dampak penggunaan teknologi canggih yang menghasilkan emisi karbon. Emisi karbon yang dihasilkan ini dapat menyebabkan menipisnya lapisan ozon. Nah, salah satu upaya meminimalisir emisi karbon adalah dengan cara menggunakan energi listrik yang ramah lingkungan.	25s

7.	Gambar pola EDP 2 (Penyelidikan terhadap masalah)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
8.	Penyelidikan terhadap masalah	Candani: Di Indonesia, Direktur Keuangan PLN Sinthya Roesly mengatakan bahwa pada tahun 2022 lalu pertumbuhan konsumsi listrik nasional mencapai 6,4%. Sinthya Roesly mengatakan bahwa konsumsi listrik pada 2023 ini diperkirakan juga akan mencapai lebih dari 6%. Pertumbuhan penggunaan listrik pada tahun 2022 lalu didominasi pada sektor bisnis yang mencapai 12%. Pada sektor industri mencapai 6% dan sektor rumah tangga di bawah 5%. Selain itu, Sinthya Roesly mengatakan bahwa peluang penggunaan listrik pada sektor rumah tangga pada tahun 2023 ini akan mengalami pertumbuhan double digit begitu pula pada sektor bisnis.	25s
9.	Gambar pola EDP 3 (pengembangan alternatif penyelesaian masalah)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
10.	Pengembangan alternatif penyelesaian masalah	Wilbert: Dengan adanya kemajuan teknologi kebutuhan energi listrik akan terus meningkat, sehingga diperlukan alternatif lain untuk memperoleh energi listrik yang tidak terbarukan untuk dapat dimanfaatkan pada produk tepat guna, salah satu teknologi modern yang sekarang digunakan adalah penggunaan eskalator, eskalator membutuhkan daya listrik yang sangat besar berkisar dari 2 - 50 (kw) dan tegangan berkisar 3000-5000 (V).	20s
11.	Gambar pola EDP 4 (Menentukan alternatif solusi masalah/ pemenuhan kebutuhan terbaik)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s

12.	Menentukan alternatif solusi masalah/pemenuhan kebutuhan terbaik	Wilbert: Dengan hal demikian maka timbullah pemikiran oleh tim kami untuk membuat listrik alternatif sebagai pengganti energi listrik agar dapat diaplikasikan untuk menggerakkan eskalator dengan cara menggunakan energi listrik dari rangkaian sensor piezoelektrik.	15s
13.	Gambar pola EDP 5 (membuat prototipe)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
14.	Alat dan bahan yang digunakan	Dubbing penyebutan alat dan bahan yang digunakan	30s
15.	Grafis tulisan proses pembuatan eskalator	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
16.	Proses pembuatan eskalator	Dubbing penjelasan mengenai proses pembuatan alat bersama dengan video pembuatan yang dipercepat	30s
17.	Grafis tulisan proses merangkai sensor	Backsound STEM Kihajar 2023	2s

18.	Proses merangkai sensor	Dubbing penjelasan mengenai proses merangkai sensor bersama dengan video pengerjaan yang dipercepat	40s
19.	Animasi mengenai cara kerja prototipe	Animasi berisi cara kerja dari alat pembangkit listrik yang dijelaskan menggunakan dubbing	30s
20.	Gambar pola EDP 6 (uji coba dan evaluasi prototipe)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
21.	Proses uji coba kerja produk yang telah dibuat	Video berisi uji coba produk	10s
22.	Penjelasan mengenai hukum fisika yang berlaku	Berisi dubbing mengenai hukum fisika yang berlaku pada prototipe yang dibuat	40s
23.	Gambar pola EDP 7 (perbaikan prototipe)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
24.	Perbaikan prototipe	Proses perbaikan prototipe dengan menambahkan dioda bridge dan kapasitor	15s
25.	Gambar pola EDP 8 (sosialisasi solusi)	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
26.	Sosialisasi	Melakukan kegiatan sosialisasi berupa wawancara bersama Direktur Pendidikan Smk Unggul Sakti	35s



27.	Grafis proses pembuatan animasi, editing video, dan penyusunan laporan	Backsound STEM Kihajar 2023	2s
28.	Proses pembuatan animasi, editing video dan penyusunan laporan	Backsound STEM Kihajar 2023	10s
29.	Title credit	Backsound STEM Kihajar 2023	15s
30.	Bumper out Kihajar STEM 2023	Jingle Kihajar STEM 2023	10s