

## PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN ALAT KEJUT ELEKTRONIK

Tawarno<sup>1</sup> Ghoni Musyaha<sup>2</sup>

Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan  
Jl. Raya Pahlawan No. 10 Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan  
Telp. : (0285) 385313, [www.fastikom.umpp.ac.id](http://www.fastikom.umpp.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini berjudul pengembangan dan pemanfaatan alat kejut elektronik untuk pengamanan brankas terhadap tindak kejahatan pencurian. Masalah yang diteliti adalah : apakah model rangkaian pengubah tegangan DC yang dihasilkan dari baterai dikuatkan dan diubah menjadi tegangan AC dapat menghasilkan efek kejut apabila orang jahat menyentuh brankas, orang jahat itu akan tersentak atau shock, sehingga orang jahat yang menyentuhnya akan jera atau takut.

Obyek penelitian ini adalah pengembangan dan uji coba alat kejut elektronik untuk memberikan efek kejut atau shock pada pencuri. Langkah-langkah penelitian terdiri atas : rancangan pengumpulan data, rancangan alat-alat penelitian, rancangan bahan-bahan penelitian, rancangan pelaksanaan penelitian, rancangan pengujian/pengukuran alat, analisis perumusan masalah, dan implementasi alat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktifitas kerja alat pada rangkaian pengubah tegangan DC yang dihasilkan dari baterai dikuatkan dan diubah menjadi tegangan AC dapat menghasilkan tegangan 350 volt dengan frekuensi 20 KHz, yaitu selanjutnya setelah melalui rangkaian pelipat tegangan, tegangan outputnya total sebesar 3, 5 KV dengan frekuensi sebesar 200 KHz.

Penelitian ini memberikan simpulan bahwa langkah-langkah yang dirumuskan, bahwa alat ini dapat digunakan untuk memberikan efek kejut atau shock pada pencuri dengan model pembuatan dan pemanfaatan alat kejut elektronik.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan kemajuan teknologi dewasa ini dan didukung keadaan keamanan di Indonesia sudah sedemikian buruk dan rawannya kejahatan. Dengan padatnya penduduk tersebut, maka tingkat tindak kriminal di negara kita menjadi cukup tinggi. Hal ini dapat kita lihat pada kenyataan bahwa hampir setiap hari kita selalu mendengar berita-berita kriminal baik yang besar maupun yang kecil. Dan pada umumnya kriminal tersebut disebabkan oleh faktor kesenjangan ekonomi atau unsur kesengajaan seseorang untuk mendapatkan harta benda dengan cara yang tidak benar.

Keterpurukan perekonomian Indonesia dan sempitnya lapangan pekerjaan juga menjadi penyebab seseorang memilih hal yang instan yaitu dengan melanggar undang-undang yang berlaku. Salah satu bentuk tindak kriminal itu antara lain pencurian-pencurian yang mana sebagai sasarannya adalah kantor-kantor, walaupun di kantor tersebut telah dipasang alat monitor atau CCTV, alarm anti pencuri. Tetapi tetap saja tindak kejahatan pencurian di kantor sering terjadi.

Dengan fenomena tersebut kami mendapat ide untuk penelitian ini. Sebenarnya tindak kejahatan seperti yang diuraikan di atas tidak perlu terjadi apabila pemerintah khususnya membuka lowongan pekerjaan sebanyak mungkin dan meningkatkan perekonomian

Indonesia, namun untuk penanggulangan kejahatan, pemilik/karyawan kantor harus selalu waspada dan pandai atau kreatif untuk menciptakan sistem pengamanan kantor yang tepat agar tindak pencurian barang-barang berharga/uang dapat dicegah.

Atas hal-hal tersebut di atas peneliti telah mencoba dan berusaha mengembangkan suatu alat yang cukup praktis dan efisien, alat yang berfungsi untuk mengejutkan atau shock pada pelaku tindak kejahatan (pencuri) apabila pencuri tersebut memegang almari/brankas kantor, pencuri akan terkejut atau shock untuk menimbulkan efek jera kepada pelaku. Berdasarkan latar belakang di atas penulis bermaksud untuk mengangkat masalah tersebut dan mengambil judul “Rancang Bangun Alat Pembuat Kejutan Elektronik yang di Implementasikan ke Brankas”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini dirinci sebagai berikut.

1. Bagaimana proses pelaksanaan pembuatan alat.
2. Menguji hasil pelaksanaan pembuatan alat kejut tersebut, yang diharapkan akan menghasilkan kejutan listrik pada output sebesar 10 x lipat atau 1 KV.
3. Mengukur kemampuan alat yang telah dibuat, yaitu efek kejut atau shock yang ditimbulkan oleh alat tersebut dan mengimplementasikan alat.

### 1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dibatasi pada cara membuat alat, cara yang dipilih adalah membuat alat kejutan elektronik. Alasan membuat alat ini adalah alat kejutan elektronik menggunakan baterai (DC) yang outputnya menjadi arus listrik AC sebesar 1KV. Titik berat pembuatan alat kejutan elektronik yang menggunakan transistor D468, dan transformator T1K/0,075A yang menggunakan sistem penguatan dan pengubah tegangan DC – AC Converter.

#### 1.4 Tujuan

- Untuk mengetahui proses pelaksanaan pembuatan alat kejutan elektronik.
- Untuk mengetahui keluaran tegangan yang terjadi pada rangkaian penguatan setelah dipasang catu daya baterai.
- Untuk mengetahui keluaran tegangan dan frekuensi yang terdapat pada rangkaian pengubah tegangan DC – AC Converter.
- Untuk mengetahui keluaran tegangan dan frekuensi yang terdapat pada rangkaian pelipatan tegangan.
- Terwujudnya alat kejutan elektronik.
- Mengimplementasikan alat kejutan elektronik.

## 2. KERANGKA TEORITIK

### 2.1 Arus Listrik Searah (DC)

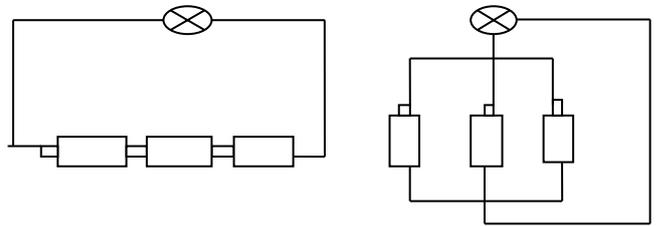
Menurut Dwi Sunar Prasetyono (2011) “Arus listrik searah (DC) adalah merupakan suatu tegangan arus searah yang dihasilkan oleh baterai kering, maupun akumulator”. Dikatakan arus searah karena arus listrik mengalir terus menerus dari kutub negatif ke kutub positif.

Kutub positif dari setiap baterai dibuat dengan menggunakan batang granit yang berbentuk silinder yang dipasang pada posisi tepat ditengah-tengah baterai. Sedangkan bagian yang menonjol keluar ditutup dengan lapisan kuningan yang merupakan bahan penghantar listrik yang bagus. Kemudian pada kutub negatifnya merupakan tabung seng yang menurut bentuk dari baterai yang bersangkutan.

Zat perantara antara kutub positif dengan kutub negatif tersebut, merupakan bahan elektronik dari tersebut, merupakan bahan elektrolit dari baterai kering itu adalah bubuk salmiak yang mampu mengalirkan arus listrik. Kemudian untuk depolaritas dipakai batu kawi yang berfungsi menyerap zat cair yang timbul pada kutub positif setelah terjadi proses kimia. Batu ini dimasukkan dalam sebuah kantong yang mengelilingi batang arang tersebut.

Terdapat dua cara dalam melakukan penyambungan pada sumber arus listrik DC ini, yaitu sambungan cara seri dan sambungan cara paralel. Pada cara penyambungan seri pada baterai arus kering arus total

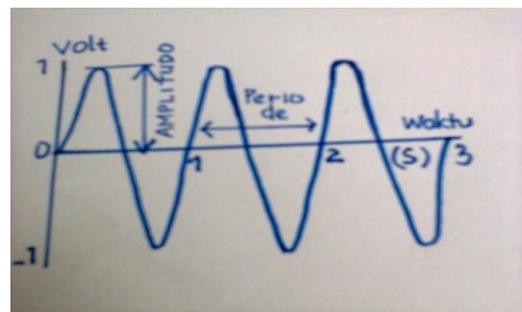
yang didapat jauh lebih besar dari tegangan masing-masing baterai tersebut. Sedangkan pada cara penyambungan paralel, maka jumlah tegangan totalnya sama dengan total pada masing-masing baterai seperti gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1. Sambungan baterai seri dan paralel.

### 2.2 Arus Listrik Bolak-Balik

Sri Teguh Widodo dan Winih Wicaksono (2011) memberikan pengertiannya bahwa arus listrik bolak-balik (alternating current/AC) merupakan arus yang arah dan besarnya setiap saat berubah-ubah secara periodik. Arus bolak-balik ini sering digunakan dalam teknik kelistrikan, seperti untuk penerangan, pemakaian alat-alat rumah tangga, dan industri. Arus bolak-balik mempunyai puncak gelombang bawah. Apabila sebuah gelombang mencapai puncak atas dan puncak bawah, dapat dikatakan telah mencapai satu gelombang penuh. Harga maksimum disebut peak. Harga puncak maksimum atas dan puncak maksimum bawah disebut harga peak to peak (harga dari puncak ke puncak) seperti yang diperlihatkan gambar 2.2 gelombang tegangan AC.



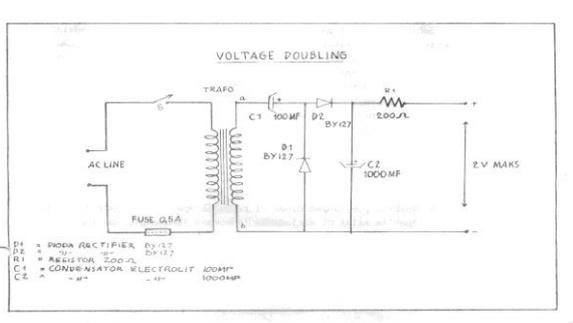
Gambar 2.2. Gelombang tegangan AC

Gelombang yang berawal dari nol dan mencapai puncak positif (atas) dan mencapai puncak negatif (bawah) disebut satu periode (T). Periode merupakan kebalikan dari frekuensi (f) yang dirumuskan sebagai berikut.

$$f = 1/T \text{ atau } T = 1/f \dots \dots \dots (2.1)$$

Sementara itu, harga puncak disebut amplitudo. Amplitudo diartikan simpangan yang paling jauh dari titik keseimbangan pada getaran. Pengertian lain diungkapkan oleh Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Proyek Pembinaan dan Pengadaan Alat Pelajaran Keterampilan Sekolah Menengah Umum-

Jakarta (1984) bahwa Voltage Doubling merupakan rangkaian yang dapat menggandakan, sehingga apabila kita hanya mempunyai trafo daya 6 volt sedangkan kita membutuhkan tegangan lebih besar, yaitu 12 volt, maka dapatlah dimanfaatkan rangkaian voltage doubling ini. Rangkaian ini terdiri dari 1 buah trafo daya, 2 buah diode silikon, 2 buah kondensator elektrolit dan 1 buah resistor. Dari tegangan sekunder, trafo titik b negatif dan titik a positif. Keadaan ini menyebabkan diode mendapat bias maju dan akan mengalirkan arus listrik, aliran ini akan mengadakan pengisian condensator. Jika tegangan pada titik a dan titik b sebesar 6 volt, maka condensator akan terisi penuh sebesar  $1,46 \times 6 \text{ volt} = 8,46 \text{ volt peak to peak}$ . Berikutnya titik a dan titik b negatif, tegangan ini dengan tegangan yang tersambung seri dengan polaritas yang searah. Sehingga besar tegangan yang terdapat pada ujung diode adalah tegangan pada titik a dan titik b ditambah dengan tegangan pada condensator sebesar  $(1,41 \times 6\text{volt}) + 8,46 \text{ volt} = 16,92 \text{ volt}$  seperti pada gambar 2.3 rangkaian voltage doubling



Gambar 2.3. Rangkaian voltage doubling

Menurut Owen Bishop (2002) dalam penjelasannya menyatakan bahwa salah satu penggunaan terpenting dioda didasarkan pada kemampuan dioda untuk menghantarkan arus hanya ke satu arah.

Arus listrik yang diberikan ke rangkaian adalah arus bolak-balik yang dihasilkan oleh sebuah transformator. Dioda tidak menghantarkan arus listrik selama setengah siklus negatif AC.

Dengan membandingkan grafik tegangan input AC dengan tegangan output DC kita dapat mengetahui bahwa :

- Tidak terdapat output selama setengah siklus negatif. Setengah dari daya input terbuang sia-sia.
- Amplitudo output lebih kecil dibandingkan dengan amplitudo input. Hal ini disebabkan oleh timbulnya jatuh tegangan maju pada dioda.

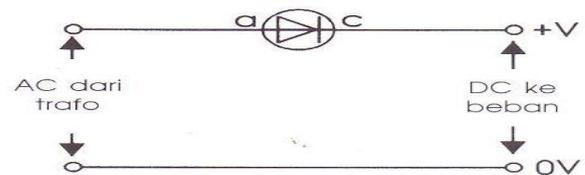
Sebuah rangkaian yang mampu mengkonversikan tegangan AC menjadi DC disebut sebagai rangkaian penyearah (rectifier).

Rangkaian penyearah tetap menghasilkan output selama berlangsungnya kedua siklus setengah gelombang, sehingga rangkaian ini efisien 100%. Rangkaian ini disebut sebagai rangkaian penyearah gelombang penuh. Di dalam tiap-tiap siklus setengah gelombang, arus mengalir melewati dua buah dioda

dan, dengan demikian, amplitudo input dikurangi dua kali jatuh tegangan maju (sekitar 1,4 V).

Sebuah dioda yang diberi bias maju memiliki jatuh tegangan sekitar 0,7 V. Jatuh tegangan ini disebut sebagai jatuh tegangan maju (tegangan pada dioda relatif tetap) pada level yang sangat mendekati 0,7 V.

Salah satu penggunaan dioda terpenting dioda didasarkan pada kemampuan dioda untuk menghantarkan arus hanya ke satu arah. Perhatikan apa yang terjadi pada rangkaian di bawah ini :

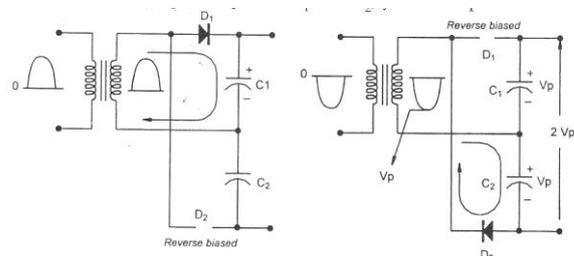


Gambar 2.4. Dioda menghantarkan arus ke satu arah

Zuhail (2004) dioda dapat digunakan sebagai pelipat tegangan terhadap suatu sumber tegangan bolak balik. Contoh rangkaian pelipat ganda gelombang penuh dengan menggunakan dioda yang sekaligus menjelaskan prinsip kerja rangkaian sehingga menghasilkan tegangan ganda gelombang penuh. Dari gambar 2.18, pada siklus positif dari tegangan input trafo (trafo sekunder), dioda  $D_2$  reverse biased, dan dioda  $D_1$  forward biased. Di sini, kapasitor  $C_1$  akan charging sampai mencapai tegangan sekitar  $V_P$  (abaikan tegangan yang terjadi pada dioda  $D_1$ ). Sedangkan kapasitor  $C_2$  masih belum terisi muatan (karena dioda  $D_2$  reversed biased).

Gambar 2.19 dan gambar 2.20 pada siklus negatif dari sumber trafo (trafo sekunder),  $D_2$  forward biased dan  $D_1$  reverse biased. Kapasitor  $C_2$  akan charging sampai mencapai tegangan sekitar  $V_P$ .

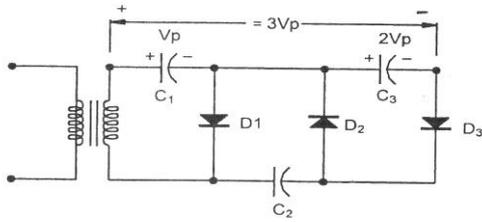
Pada keadaan steady state, tegangan output adalah jumlah dari tegangan yang terjadi pada tegangan yang terjadi pada kapasitor  $C_1$  dan  $C_2$ , yaitu  $= 2V_P$ .



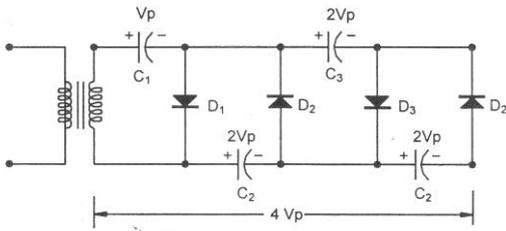
Gambar 2.5. Rangkaian pelipat gelombang

Contoh rangkaian pelipat ganda triple dan pelipat quadruple dapat dilihat pada gambar 2.6 dan 2.7. Berdasarkan penjelasan di atas, maka cara kerja rangkaian pelipat triple dan pelipat quadruple analog dengan pelipat ganda setengah gelombang dan pelipat

ganda gelombang penuh sehingga dapat dianalisis sendiri.



Gambar 2.6. Rangkaian pelipat ganda triple



Gambar 2.7. Rangkaian qua druple

2.3 Rangkaian Tahanan

Sri Teguh Widodo dan Winih Wicaksono (2011) bahwa pada rangkaian seri ada beberapa hal tentang tegangan yang diuraikan sebagai berikut.

- a. Drop tegangan pada tiap tahanan berbeda. Jika besar resistansi sama, drop tegangan tiap tahanan juga sama besarnya.
- b. Jumlah dari ketiga drop tegangan sama dengan tegangan sumber.

Rumus untuk menghitung resistansi ekuivalen dari ketiga tahanan sebagai berikut.

$$\frac{V}{I} = R_1 + R_2 + R_3 \text{ atau } I = V/(R_1 + R_2 + R_3) \dots \dots \dots (2.2)$$

Suatu rangkaian disusun secara paralel jika resistor R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, dan R<sub>3</sub>. Pada rangkaian tahanan paralel ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut.

- a. Drop tegangan pada setiap tahanan sama.
- b. Arus pada setiap tahanan berbeda sesuai hukum Ohm.
- c. Arus total merupakan jumlah dari ketiga arus cabang.

Untuk menghitung resistansi ekuivalen dari susunan tahanan paralel digunakan rumus sebagai berikut.

$$I_t = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \text{ atau } \frac{I_t}{V} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \dots \dots (2.3)$$

2.4 Transistor

H.M. Afif Afandi (1996), menyatakan bahwa sebagaimana sifat transistor yang berada pada rangkaian LC, walaupun arus emitor kolektor jauh lebih besar dibandingkan dengan arus basis, akan tetapi arus tersebut dapat dikemudikan oleh arus emitor basis. Bila arus emitor basis berayun, maka arus yang menuju kolektor berayun pula. Padahal ayunan arus yang menuju basis sesuai dengan ayunan LF. Dengan demikian arus kolektor akan ikut bergetar seirama

getaran LF yang diperoleh dari rangkaian detektor dan memiliki tegangan dan arus yang jauh lebih besar.

Kaki kolektor menuju ke aliran negatif melewati kumparan primer trafo IT 191. Dengan cara ini, LF dari kaki kolektor dapat dioutputkan pada kumparan sekunder trafo IT 191 yang pada kedua ujung kaki tipinya mempunyai fase berbalik satu sama lain.

Setiap rangkaian LC hanya dapat meresonansikan satu frekuensi tertentu saja. Hal ini dikarenakan kondensator dan kumparan kawat trafo mempunyai sifat-sifat khusus terhadap arus yang bergetar/AC/signal. Sifat tersebut yaitu :

- Bila arus yang bergetar lewat kondensator, maka ia akan mendapat perlawanan. Perlawanan tersebut dinamakan reaktansi. Besarnya reaktansi dapat dicari dengan rumus :

$$XC = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \dots \dots \dots (2.4)$$

XC = perlawanan kondensator pada arus AC diberi satuan Ohm.

$$\pi = 3,14$$

f = frekuensi arus AC dinyatakan cycle/s atau Hetz.

C = kondensator diberi satuan Farad.

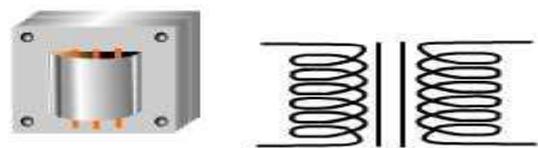
- Demikian juga arus listrik yang bergetar lewat kumparan kawat, maka ia akan mendapat perlawanan. Perlawanan tersebut dinamakan impedansi. Besarnya impedansi dapat dicari dengan rumus :

$$XL = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \dots \dots \dots (2.5)$$

2.5 Transformator

Owen Bishop (2002) menyatakan bahwa sebuah transformator (atau disebut juga trafo) terdiri dari dua buah kumparan yang dililitkan pada sebuah inti. Inti trafo ini dibentuk dari lapisan-lapisan besi.

Kumparan-kumparan yang digunakan pada trafo pada umumnya memiliki jumlah lilitan yang jauh lebih banyak daripada yang diperlihatkan dalam gambar 2.8.



Gambar 2.8. Transformator dan kumparannya

Ketika arus mengalir melewati kumparan primer, akan dihasilkan sebuah medan magnet. Inti besi trafo menyediakan sebuah jalur untuk dilalui oleh garis-garis gaya magnet sehingga hampir semua garis gaya yang terbentuk dapat sampai ke kumparan sekunder. Induksi terjadi hanya ketika terdapat suatu perubahan pada medan magnet. Dengan demikian, sebuah

transformator tidak dapat bekerja dengan arus DC. Ketika arus AC mengalir melewati kumparan primer, dibangkitkanlah sebuah medan magnet bolak-balik. Medan magnet ini akan menginduksi arus bolak-balik pada kumparan sekunder.

Frekuensi dari arus AC yang diinduksikan adalah sama dengan frekuensi arus AC yang menginduksikan.

Amplitudo, apabila  $V_p$  adalah amplitudo tegangan pada kumparan primer, dan  $V_s$  adalah amplitudo tegangan pada kumparan sekunder.

Menyesuaikan persamaan di atas untuk mendapatkan nilai  $V_s$ , menghasilkan persamaan :

$$V_s = V_p \times \frac{\text{jumlah lilitan sekunder}}{\text{jumlah lilitan primer}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

- $V_p$  = Tegangan Primer
- $V_s$  = Tegangan Sekunder
- $I_p$  = Arus Primer
- $I_s$  = Arus Sekunder
- $N_p$  = Jumlah Lilitan Primer
- $N_s$  = Jumlah Lilitan Sekunder

Sesuai dengan fungsi dan kegunaan trafo yang dipakai misalnya trafo step up/down untuk menaikkan dan menurunkan tegangan, trafo adaptor untuk mengubah tegangan dari arus AC ke arus DC, trafo penguat frekuensi menengah (IF trafo), dan lainnya.



Gambar 2.9. Transformator IF

## 2.6 Kapasitansi Kapasitor

Andre Marie Ampere (1775) dalam John B Robertson (1995) memberikan pengertian “aliran listrik (elektron) yang bergerak pada suatu penghantar listrik dengan kecepatan tertentu disebut arus listrik. Timbulnya arus listrik karena terdapat perbedaan potensial pada dua ujung penghantar. “Sedangkan terjadinya beda potensial pada dua tempat penghantar disebabkan karena adanya salah satu ujung penghantar mendapatkan suatu tenaga yang mendorong elektron-elektron untuk berpindah tempat”.

Dalam pernyataannya, bila volume air diukur dengan satuan meter kubik ( $m^3$ ), maka sejumlah elektron diukur dengan satuan Coulomb (C), dengan perincian  $1C = 6.25 \times 10^{18}$  elektron.

Arus listrik hanya akan terjadi dalam rangkaian tertutup. Satuan untuk ukuran arus listrik dinamakan Ampere.

Jika sejumlah listrik dari satu Coulomb (1C) dipindahkan melalui sebuah penampang pad:

tempat dalam suatu rangkaian dalam waktu satu detik, maka besar arus itu kita sebut satu Ampere (1A).

Hubungan antara laju arus ( $I$ ), jumlah muatan listrik ( $Q$ ) dan waktu ( $t$ ) ditulis dengan rumus :

$$Q = I \times t \text{ atau } I = \frac{Q}{t} \dots\dots\dots(2.7)$$

Owen Bishop (2002) menyatakan bahwa sebuah kapasitor yang disambungkan seperti ini ke sebuah sumber daya dengan seketika akan menjadi bermuatan. Tegangan antara kedua platnya adalah sama dengan tegangan sumber daya.

Ketika kapasitor tersebut dilepaskan dari sumber daya, kapasitor tetap mempertahankan muatannya.

Karena lapisan isolator yang ada pada kapasitor, arus tidak dapat mengalir melewati kapasitor. Kapasitor akan tetap bermuatan hingga waktu yang tidak terbatas. Dengan alasan ini, kapasitor sangat berguna untuk menyimpan muatan listrik.

Kemampuan sebuah kapasitor untuk menyimpan muatan listrik disebut sebagai kapasitansi kapasitor, dengan simbol C.

Satuan untuk kapasitansi adalah farad, yang simbolnya adalah F.

Satu farad didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik yang dapat disimpan (dalam satuan coulomb) per satu volt tegangan maka dirumuskan sebagai berikut :

$$C = \frac{Q}{V} \text{ Atau } Q = C \times V \dots\dots\dots(2.8)$$

George Simon Ohm (1854) dalam John B Robertson (1995) memberikan pengertian “hubungan antara arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik dalam suatu rangkaian dinyatakan dalam hukum Ohm”., membuat percobaan tentang listrik, ia menemukan :

1) Bila hambatan tetap, arus dalam setiap rangkaian adalah berbanding langsung dengan tegangan. Bila tegangan bertambah, maka arus pun bertambah. Dan bila tegangan berkurang maka arus pun berkurang.

2) Bila tegangan tetap, maka arus dalam rangkaian menjadi berbanding terbalik terhadap rangkaian itu, Bila hambatan bertambah, maka arus berkurang dan bila hambatan berkurang maka arus bertambah.

Satuan dari hambatan listrik adalah Ohm/(simbol  $\Omega$  dibaca = Omega). Hukum Ohm dapat dinyatakan dalam bentuk rumus, dasar rumusnya dinyatakan sebagai berikut :

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I \times R \dots\dots\dots(2.9)$$

$R$  = menunjukkan banyaknya hambatan listrik.

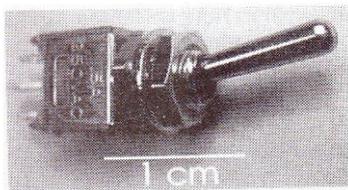
$I$  = menunjukkan banyaknya aliran arus listrik.

$V$  = menunjukkan banyaknya tegangan listrik di dalam rangkaian tertutup.

## 2.7 Saklar (Switch)

Owen Bishop (2002) menyatakan bahwa saklar-saklar digunakan untuk mengontrol aliran arus ke dalam

rangkaian. Arus mengalir ketika kontak-kontak saklar saling bersentuhan. Dalam keadaan seperti ini, saklar dikatakan membuka, sambungan (atau kontak) dilakukan. Arus tidak dapat mengalir ke dalam rangkaian apabila kontak-kontak tidak saling bersentuhan. Dalam keadaan ini saklar dikatakan menutup, atau sambungan (atau kontak) diputuskan. Terdapat beragam jenis saklar, yang digunakan untuk berbagai tujuan berbeda. Dalam topik ini kita hanya akan membahas beberapa diantaranya, yang paling umum digunakan. Saklar toggle ini, adalah bentuk saklar yang paling sederhana, dioperasikan oleh sebuah tuas toggle yang dapat ditekan ke atas atau ke bawah. Menurut konvensinya, posisi ke bawah mengindikasikan keadaan hidup atau menutup, atau disambungkan. Saklar toggle yang ditunjukkan dalam gambar 2.3 memiliki tuas terdapat sebuah alur sekrup (dolly) yang dilengkapi dengan sebuah mur besar. Alur dan mur ini digunakan untuk memasangkan saklar di sebuah panel.



Gambar 2.10. Saklar toggle

2.8 Simbol Elektronika

Setiap komponen elektro memiliki symbol masing-masing, symbol ini di buat dengan tujuan sebagai tanda pengenal komponen dalam penggambaran rangkaian elektro.

Gambar 2.1. Tabel Simbol Komponen Elektro  
Sumber : Elektronika Dasar, 2013

<b>Resistor (Nilai Tetap)</b>		
<b>Variable Resistor</b>		
<b>LDR (Light Depending Resistor)</b>		
<b>Thermistor (NTC / PTC)</b>		
<b>Transistor</b>		
<b>Saklar (Switch)</b>		
<b>IC (Integrated Circuit)</b>		

2.9 Alat Elektronika

Menurut Lilik Hasanah (2008) bahwa alat diciptakan untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan. Ada alat-alat yang sangat sederhana seperti palu, kereta dorong, dan gunting. Manusia telah menggunakan alat-alat seperti ini selama ribuan tahun. Sekarang ini banyak peralatan elektronik yang canggih dan modern berada disekitar kita seperti pesawat terbang, mobil, televisi, telepon seluler, mesin cuci, pendingin ruangan dan komputer. Elektronik adalah salah satu bidang ilmu pengetahuan yang paling cepat berkembang ditandai dengan semakin kecilnya keping elektronik, namun semakin cepat dan bertenaga.

Perlengkapan elektronik bekerja menggunakan elektron-elektron atau listrik. Peralatan seperti pengering rambut, siste pengunci mobil, pengolah makanan, dan oven gelombang mikro biasanya

Nama Komponen	Gambar	Simbol
<b>Dioda Penyearah</b>		
<b>Dioda Zener</b>		
<b>LED (Light Emitting Diode)</b>		
<b>Dioda Foto (Photo Diode)</b>		
<b>SCR (Silicon Control Rectifier)</b>		
<b>Dioda Laser (Laser Diode)</b>		
<b>Kapasitor Biasa (Non-Polaritas)</b>		
<b>Kapasitor Elektrolit (memiliki Polaritas)</b>		
<b>Kapasitor Variabel (Variable Capacitor)</b>		
<b>Induktor (Nilai Tetap)</b>		

mempunyai bagian yang bergerak, seperti motor, elektromagnet, dan gir, yang biasanya dapat kita lihat. Alat-alat tersebut bersifat elektromekanik dan juga digerakkan oleh listrik.

Elektron-elektron di dalam suatu peralatan elektronik mengalir dalam bentuk arus listrik, yang ukurannya sangat kecil. Ukuran kekuatannya mulai dari beberapa volt sampai turun menjadi hanya seperseribuan volt, bahkan hanya sepersekian ampere (satuan arus listrik). Elektron-elektron diatur oleh elektron-elektron lain, berupa denyutan listrik kecil atau juga diatur oleh efek magnetik.

Peralatan elektronik terdiri dari berbagai macam komponen-komponen elektronik yang jumlahnya sangat banyak. Macam-macam komponen elektronik yaitu :

1. Resistor (tahanan) gunanya untuk menahan aliran listrik dan mengurangi tegangan listrik.
2. Kapasitor gunanya untuk menyimpan energi listrik dan muatan listrik.
3. Dioda berguna untuk mengarahkan arus listrik pada satu arah saja.
4. Potensiometer adalah resistor yang diselarasakan untuk mengendalikan, mengukur atau membandingkan tegangan.
5. Transformator adalah alat yang digunakan untuk mengubah tegangan yaitu menaikkan tegangan (transformator up) dan menurunkan tegangan (transformator down).
6. Sel Fotovolta adalah alat untuk mengubah energi cahaya secara langsung menjadi energi listrik.
7. Transistor adalah komponen yang dapat disesuaikan dengan kegunaan yang dapat berupa penguat, tombol atau isolator, yang membuat arus mengalir pada satu arah dan beralih ke arah lain dengan sangat cepat.

IC (integrated circuit)-sirkuit terpadu adalah papan sirkuit yang semua komponen dan sambungannya dibuat pada waktu yang sama, dan semuanya terhubung atau terpadu. Ukurannya sangat kecil, sirkuit ini dapat terdiri atas ribuan komponen. Komponen-komponen seperti tombol, tahanan, kapasitor dan transistor dihubungkan oleh kabel atau jalur logam pada papan.

### 2.10 Pengertian Alat Kejut Elektronik

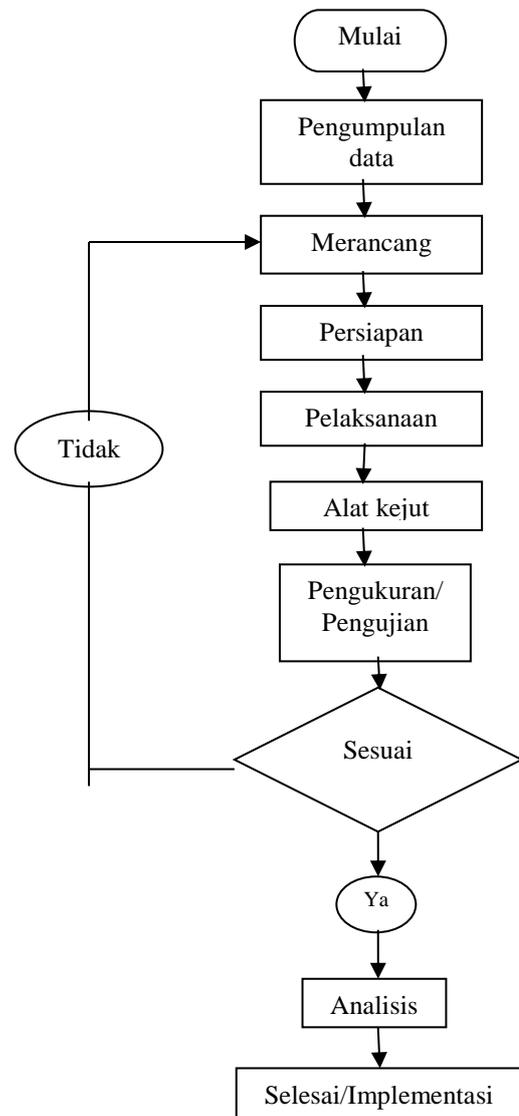
Sebuah rangkaian yang menggunakan sebuah transistor D 468 (Q1) berfungsi sebagai rangkaian oscillator atau rangkaian switching yang mengubah tegangan searah (DC) dari baterai menjadi tegangan arus bolak balik (AC). Sebagai komponen tangki digunakan kapasitor 6,8 pF (C1), resistor 680  $\Omega$  dan sebuah trafo ferit T 1K/0,075A yang juga berfungsi sebagai penggandeng dan pengganda tegangan. Pada prinsipnya keluaran dari trafo sudah berupa tegangan bolak balik dan berfrekuensi tinggi. Alat ini juga menggunakan prinsip pelipat ganda tegangan arus listrik yang disusun menggunakan 10 buah kapasitor Nf/1KV (C2-C11) dan 10 buah diode IN4007 (D1-D10).

### 3. METODELOGI

Penelitian yang akan dilaksanakan terdiri dari pengumpulan data atau teori, perencanaan, persiapan alat dan bahan, pelaksanaan (pemasangan komponen dan penyolderan), pemeriksaan ulang (pengamatan), pengukuran atau pengujian alat, dan analisis.

Untuk mendapat hasil kerja alat yang optimal, sebelum melakukan pengujian dan pengamatan yang lebih lanjut, terlebih dahulu dilakukan beberapa pemeriksaan untuk mengetahui apakah perubahan tegangan sampai pelipat tegangan ini telah siap untuk digunakan. Setelah melakukan pemeriksaan ulang pada alat yang telah dibuat, kemungkinan ada kesalahan pemasangan, hubungan singkat atau lain-lainnya, barulah dapat dilakukan pengujian dan pengukuran. Pengujian dan pengukuran dilaksanakan berdasarkan hasil rancangan yang sudah dibuat.

Desain penelitian yang dilaksanakan terdiri dari beberapa tahapan-tahapan tersebut seperti pada gambar 3.1 diagram alur langkah penelitian berikut.



Gambar 3.1. Diagram alur langkah penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dihasilkan beberapa data pengujian yang berupa tabel hasil pengukuran. Maksud dan tujuan pengukuran adalah untuk membuktikan bahwa alat tersebut mampu menghasilkan tegangan arus listrik yang dikehendaki dimana pada saat alat ini mengubah dan dapat melipat gandakan tegangan arus listrik sehingga bisa memberikan efek kejutan atau shock. Alat ini dengan sistem DC-AC (Converter) dimana tegangan DC yang dihasilkan dari baterai dikuatkan dan dirubah menjadi tegangan AC yang berikutnya sesudah melewati rangkaian pengganda tegangan, tegangan akan berubah sebesar sepuluh kali tegangan yang dihasilkan di rangkaian trafo pada kumparan sekunder.

Data parameter yang diamati, setelah melakukan pengukuran meliputi rangkaian DC-AC Converter (TP1-TP2), rangkaian pengubah tegangan (TP3), dan rangkaian pengganda tegangan (TP4).

##### 4.1 Pengujian TP1 Kaki Kolektor Transistor D 468

Pengujian titik ini bertujuan untuk mengetahui apakah piranti aktif bagian pengubah tegangan DC ke tegangan AC yaitu transistor D468 bekerja sesuai yang diharapkan. Mengamati data pada table 4.1 hasil pengukuran dan foto terlihat bahwa transisitor sudah bekerja sesuai yang diharapkan yaitu timbulnya tegangan yang membentuk sinus (agak cacat) dan ini membuktikan juga bahwa rangkaian tangki RLC juga bekerja karena ada proses *charge and discharge* secara periodis.

Selanjutnya berdasar data tersebut, dapat dihitung parameter gelombang tegangan yang dihasilkan yaitu berapa amplitude, berapa periode dan frekuensi yang dihasilkan sebagai berikut.

- Menghitung besarnya amplitude atau simpangan maksimum berdasar gambar foto, dari garis tengah (sumbu mendatar) ke puncak gelombang ada 1,2 skala, volt/div yang digunakan adalah 5volt dan atenuasi pada penyolok 1x, sehingga diperoleh  $1,2 \times 5 \times 1 = 6$  volt
- Menghitung periode gelombang, dari foto terlihat bahwa dari puncak atas gelombang pertama ke puncak atas gelombang kedua berjarak 2,5 skala, sementara time/div yang digunakan adalah 20  $\mu$ s sehingga besarnya periode  $T = 2,5 \times 20 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5}$  detik
- Menghitung frekuensi yang dihasilkan berdasar periode diatas yaitu  $f = \frac{1}{T}$  sehingga diperoleh nilai  $f = 1/5 \times 10^{-5}$  detik = 20.000 Hz atau  $f = 20$  kHz

##### 4.2 Pengujian input transformator

Pengujian di titik ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tegangan yang diumpankan ke transformator dan mengamati bentuk gelombang pada titik TP2, yang juga merupakan titik output dari rangkaian pengubah tegangan DC ke tegangan AC.

Mengamati data pada table 4.1 hasil pengukuran dan foto terlihat bahwa transisitor sudah bekerja sesuai yang diharapkan yaitu timbulnya tegangan yang membentuk sinus sempurna dan ini membuktikan juga bahwa rangkaian pengubah tegangan DC ke AC bekerja secara sempurna.

Selanjutnya berdasar data pengujian di TP2 tersebut, dapat dihitung parameter gelombang tegangan yang dihasilkan yaitu berapa amplitude, berapa periode dan frekuensi yang dihasilkan sebagai berikut.

- Menghitung besarnya amplitude atau simpangan maksimum berdasar gambar foto, dari garis tengah (sumbu mendatar) ke puncak gelombang ada 1,3 skala, volt/div yang digunakan adalah 5volt dan atenuasi pada penyolok 1x, sehingga diperoleh  $1,3 \times 5 \times 1 = 6,5$  volt
- Menghitung periode gelombang, dari foto terlihat bahwa dari puncak atas gelombang pertama ke puncak atas gelombang kedua berjarak 2,5 skala, sementara time/div yang digunakan adalah 20  $\mu$ s sehingga besarnya periode  $T = 2,5 \times 20 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5}$  detik
- Menghitung frekuensi yang dihasilkan berdasar periode diatas yaitu  $f = \frac{1}{T}$  sehingga diperoleh nilai  $f = 1/5 \times 10^{-5}$  detik = 20.000 Hz atau  $f = 20$  kHz

Jika dibandingkan dengan hasil pengujian dengan titik uji TP1 maka bentuk gelombang yang tadinya sinus tidak sempurna (cacat) menjadi sinus sempurna pada titik uji TP2 karena pengaruh rangkaian L dan C lebih kuat dibanding pengaruh transistor yang berfungsi sebagai piranti switchingnya. Sebagaimana penjelasan di bab 3 bahwa titik uji TP1 adalah pada kaki kolektor dari transistor.

Untuk amplitude tegangan keluaran rangkaian pengubah tegangan DC ke AC atau input transformator (TP2) nampak lebih besar, namun untuk periode tentunya sama dengan TP1 sehingga frekuensinya pun akan sama yaitu sebesar 20 kHz.

##### 4.3 Pengujian output transformator atau input pelipat tegangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter gelombang tegangan yang dihasilkan oleh transformator atau input rangkaian pelipat tegangan. Pengukuran dilakukan di titik uji TP3 dan berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 4.1 terlihat bahwa untuk jarak puncak ke puncak gelombang tegangan adalah sama dengan pengamatan/pengujian sebelumnya sehingga bisa juga dikatakan bahwa frekuensi kerjanya tetap dan stabil.

Amplitude yang dihasilkan oleh output transformator ini jauh sangat besar bila dibandingkan dengan inputnya atau terjadi penguatan tegangan pada sisi skunder transformator. Penguatan atau pelipatan tegangan yang dihasilkan bisa dihitung dengan membandingkan secara langsung tegangan output dengan tegangan input transformator.

Sesuai tabel 4.1 terlihat bahwa amplitude tegangan yang dihasilkan sebesar 8,2 skala, tiap sekala mewakili

5 volt sedangkan atenuasi pada penyolok distel 10x, dengan demikian besarnya tegangan adalah  $V = 7,2 \text{ div} \times 5 \text{ volt/div} \times 10 = 360 \text{ volt}$ . Jika dihitung pelipatan tegangan yang dihasilkan oleh transformator adalah sebesar  $360/6,5 = 55,38$  atau sekitar 56x. Dengan demikian bias juga dikatakan bahwa transformator yang digunakan adalah step-up dengan perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder kira-kira 1 : 56.

#### 4.4 Pengujian rangkaian pelipat tegangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan gelombang tegangan input dan output rangkaian pelipat tegangan yang nantinya digunakan juga untuk membuktikan apakah rangkaian pelipat tegangan dengan menggunakan diode dan kapasitor tersebut bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

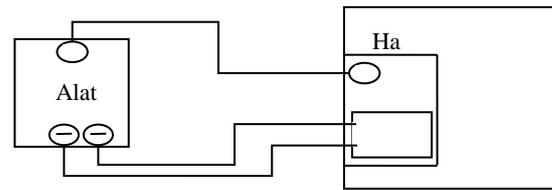
Dari gambar foto di tabel 4.1 pada pengamatan di titik uji TP3 dan TP4 terlihat bentuk gelombang sinus dengan amplitude yang berbeda secara signifikan. Dalam pengujian ini sengaja dipilih menggunakan baterai yang sudah lemah agar tegangan puncak output pelipat tegangan bisa diukur, namun kenyataannya tetap terpotong bagian puncaknya padahal untuk tegangan inputnya sudah nampak lebih rendah jika dibandingkan dengan pengujian terdahulu (menjadi sekitar 150 volt). Untuk tegangan pada titik uji TP4 sulit untuk memperkirakan berapa nilai tegangan sebenarnya namun yang jelas lebih dari 400 volt karena batas maksimal tegangan terukur oleh osiloskop yang digunakan terbatas sampai tegangan tersebut.

Mengamati gambar hasil pengujian dengan sangat tegas bisa dikatakan bahwa rangkaian pelipat tegangan sudah bisa bekerja sesuai yang diharapkan. Secara teori bahwa dengan menggunakan diode dan kapasitor masing-masing 10 buah yang dirangkai seperti pada gambar 3.2 atau gambar 3.6 akan menghasilkan pelipatan tegangan 10x, sehingga jika menggunakan baterai yang masih bagus diperkirakan tegangan output pelipat tegangan akan sebesar 3 kV lebih.

#### 4.5 Implementasi alat

Setelah melakukan pengujian dan pengukuran pada titik uji TP1 sampai dengan TP4 dengan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan maka alat ini siap untuk diimplementasikan. Untuk mengimplementasikan alat kejut ini dibutuhkan saklar push-on ( S1, bisa menggunakan limit switch) yang akan mengaktifkan alat ini jika saklar dalam kondisi ON. Saklar ini diletakkan pada hendel (gagang) penutup brankas yang mana penutup brankas akan terbuka jika hendel digeser ke kanan. Letak atau posisi saklar diatur agar bisa tertekan jika hendel digeser kekanan yang selanjutnya mengakibatkan saklar menjadi ON.

Barankas



Gambar 4.1. Implementasi alat kejut

Brankas yang digunakan harus dari bahan logam dan antara hendel dengan badan brankas tidak saling terhubung secara listrik. Sesuai gambar 3.7, atau gambar 4.1 keluaran rangkaian pelipat tegangan ada 2 terminal, yang pertama disambungkan pada hendel dan yang kedua disambungkan pada badan brankas. Umumnya seseorang yang akan membuka brankas, tangan kiri memegang badan brankas dan tangan kanan dengan ibu jarinya menggeser hendel ke kanan. Namun ada juga seseorang yang akan membuka brankas dengan satu tangan, menggeser hendelnya dengan ibu jari dan tentunya jari yang lain menyentuh badan brankas. Pada saat hendel digeser kekanan, saklar akan ON dan mengaktifkan alat ini yang selanjutnya tubuh seseorang tersebut akan terkena tegangan kejut.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian dan pengukuran mengenai rangkaian kejut dengan sistem rangkaian pengubah tegangan dan rangkaian pelipat tegangan, sehingga dihasilkan beberapa catatan sebagai berikut :

1. Dapat diperoleh amplitudo dan frekuensi pengukuran TP1 di kaki kolektor D 468 adalah amplitudonya sebesar 6 volt dan frekuensinya sebesar 20 kHz.
2. Dapat diperoleh amplitudo dan frekuensi pengukuran TP2 di input transformator adalah amplitudonya sebesar 6,5 volt dan frekuensinya sebesar 20 kHz.
3. Dapat diperoleh amplitudo dan frekuensi pengukuran TP3 di output transformator adalah amplitudonya sebesar 360 volt dan frekuensinya sebesar 20 kHz.
4. Dapat diperoleh amplitudo dan frekuensi pengukuran TP4 di rangkaian pelipat tegangan adalah amplitudonya 3000 volt atau 3 KV dan frekuensinya sebesar 20 kHz.
5. Dapat dibuatnya sebuah alat kejut elektronik dan dapat mengimplementasikan alat kejut elektronik ke brankas.

## Daftar Pustaka

- [1] Aji W. Pahmi, A. K. (2008). *Penggunaan Alat Ukur Listrik*. Bandung: CV ARVINO RAYA.
- [2] Hasanah, L. (2008). *Memahami Sains di Sekitar Rumah*. Bekasi: Mitra Utama.

- [3] Mulyadi, d. (1996). *Desain dan Pembuatan Alat Peraga IPA*. Jakarta: Depdikbud.
- [4] Muslim, S. (2008). *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik*. Semarang: Aneka Ilmu.
- [5] Peni Handayani, T. Y. (2008). *Teknik Pemeliharaan dan Perbaikan Sistem Elektronika*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [6] Pratiknyo, K. (2000). *Pengembangan Alat laboratorium Untuk Mendukung Pelaksanaan Praktikum Elektronika Digital*. Semarang.
- [7] Robertson, J. B. (1995). *Keterampilan Teknik Listrik Praktis*. Bandung: YRAMA WIDYA.
- [8] Sri Teguh Widodo, W. W. (2011). *Listrik Dasar*. Klaten: SAKA MITRA KOMPETENSI.
- [9] Suparmin, S. G. (2013). *Prakarya SMP/ MTs*. Surakarta: MEDIA ATAMA.
- [10] Zuhail, Zhanggischian. (2004). *Prinsip Dasar Elektroteknik*, Jakarta : PT GRAMEDIA PUSTAKA UTAMA.
- [11] Aristo. A, Mujiyanto, Thamrin Husni M. (2006). *Memasang Instalasi Listrik Penerangan Sederhana*, Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama Departemen Pendidikan Nasional.
- [12] Syahputra Andrian. (2009). *Rancang Bangun Pembuat Pakan Ikan Mas Dan Ikan Lele Bentuk Pelet*, Sumatera Utara : Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.