

**EL-ZEBRA: SOLUSI INOVATIF DALAM MEWUJUDKAN
KEMANDIRIAN ENERGI LISTRIK DI PELABUHAN DALAM
RANGKA PENINGKATAN KUALITAS PENGELOLAAN SUMBER
DAYA DAN EKONOMI KEMARITIMAN**

OLEH:

**YAFY ELIAN PERMANA
MUSA DHIAULHAQ
YANUAR FAHRIZA HAQQI**



SMA ISLAM SABILILLAH MALANG

Februari 2020

EL-ZEBRA: Solusi Inovatif Dalam Mewujudkan Kemandirian Energi Listrik di Pelabuhan Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Pengelolaan Sumber Daya dan Ekonomi Kemaritiman

Yafy Elian Permana¹, Musa Dhiaulhaq², Yanuar Fahriza Haqqi³

SMA Islam Sabilillah Malang Boarding School

Jl. Terusan Ikan Piranha Atas 135, Kota Malang

Abstrak: Luas perairan Indonesia yang besar menyimpan berbagai macam potensi sebagai kekayaan negara untuk dapat dikelola lebih lanjut dalam rangka peningkatan ekonomi kemaritiman. Kualitas pengelolaan sumber daya kemaritiman menjadi perhatian utama dalam mengintervensi terjadinya peningkatan ekonomi kemaritiman. Pengelolaan sumber daya kemaritiman di sini berpusat kepada pelabuhan perikanan sebagai pusat kegiatan ekonomi masyarakat nelayan di sekitarnya. Pengelolaan sumber daya kemaritiman memiliki salah satu basis pengelolaan utama pada fasilitas *Cold Storage* yang penting dalam rangka menjaga konsistensi kualitas sumber daya maritim dari hasil tangkapan nelayan sebagai ruangan pendingin bagi komoditas produk kemaritiman. Namun, problematika pemerataan listrik yang terjangkau di seluruh pelabuhan perikanan menjadi hambatan dari diaplikasikannya *Cold Storage* secara merata demi kepentingan pemerataan pengelolaan sumber daya kemaritiman di seluruh penjuru pelabuhan perikanan. Selain itu juga, operasional pada *Cold Storage* yang membutuhkan pasokan listrik yang sangat besar membuat enggan beberapa pihak dalam merealisasikan pengaplikasian *Cold Storage* sebagai pengelola komoditas maritim sehingga memunculkan potensi rendahnya kualitas pada komoditas tangkapan nelayan tersebut. EL-ZEBRA di sini hadir sebagai solusi atas kedua masalah tersebut yang menyebabkan hambatan dalam pengaplikasian *Cold Storage*. EL-ZEBRA sebagai pembangkit listrik inovatif di pelabuhan perikanan yang memberikan cukup pasokan listrik bagi operasional *Cold Storage*. EL-ZEBRA memanfaatkan prinsip tekanan dari beban mekanis kendaraan atau manusia yang mengenai EL-ZEBRA lalu akan diubah menjadi energi listrik potensial karena EL-ZEBRA sendiri terdiri atas *piezoelectric*, *Full Wave Rectifier*, *Voltage Multiplier*. Keuntungan dari penggunaan EL-ZEBRA sendiri adalah terletak pada penghematan biaya listrik hingga di atas Rp 10.000.000,- untuk biaya operasional listrik *Cold Storage* per bulan.

Kata Kunci: Pengelolaan sumber daya kemaritiman, *Cold Storage*, EL-ZEBRA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menjadi satu negara di dunia yang dijuluki sebagai negara kepulauan terbesar serta diakui di dunia internasional. Tentu saja apabila kita melihat kembali dalam sudut pandang secara universal, regional Indonesia juga turut serta melibatkan wilayah perairan sebagai teritorial yang menjadi wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Wilayah perairan di Indonesia bersandingan dengan wilayah daratan sebagai keberagaman komponen area nasional yang potensial. Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman, menyatakan rujukan data terbaru pada tahun 2018 mengenai luas wilayah perairan di Indonesia. Data rujukan terbaru menyatakan bahwasanya luas wilayah Indonesia secara keseluruhan adalah 8.300.000 km² yang terdiri atas luas perairan dan daratan Indonesia. Luas perairan Indonesia menurut data rujukan terbaru adalah 6.400.000 km² yang terdiri atas perairan kedalaman dan perairan kepulauan Indonesia seluas 3.110.000 km², laut teritorial Indonesia seluas 290.000 km², dan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 3.000.000 km².

Sumber daya kemaritiman dan potensi ekonomi kemaritiman yang besar menjadi tantangan besar untuk dapat mengoptimalkan pemanfaatan aspek kemaritiman secara maksimal. Pemanfaatan sumber daya dan ekonomi kemaritiman memerlukan berbagai macam faktor penunjang yang dibutuhkan dalam rangka peningkatan kualitas pengelolaan sumber daya dan ekonomi kemaritiman tersebut. Kombinasi antara pengelolaan lahan dan pemanfaatan teknologi bisa menjadi pilihan terbaik untuk meningkatkan daya saing sektor maritim Indonesia melalui adanya pelabuhan (Supiandi Ndi:2018).

Pengelolaan lahan menjadi salah satu faktor terpenting dalam suksesnya penyelenggaraan pengelolaan sumber daya dan ekonomi kemaritiman. Pengelolaan lahan di sini meliputi pemanfaatan pelabuhan sebagai lahan strategis pengembangan ekonomi kemaritiman melalui aksesibilitas pengolahan sumber daya kemaritiman. Pelabuhan menjadi lokasi strategis dalam peningkatan ekonomi sehingga dibutuhkan sistem operasional yang efektif. Faktor pengelolaan lahan pada pelabuhan merupakan sebuah hal yang penting dalam rangka mendukung

adaptasi yang diperlukan sebagai upaya dalam melayani peningkatan frekuensi pengelolaan sumber daya kelautan berupa tangkapan ikan dari para nelayan yang berpengaruh besar terhadap aspek ekonomi bagi masyarakat nelayan. Pengelolaan lahan di sini berupa ketersediaan sarana-sarana atau tempat-tempat pendingin (*Cold Storage*) di sekitar pelabuhan yang diperuntukkan bagi hasil tangkapan ikan para nelayan sebelum nantinya dijual, serta fasilitas penerangan yang diperuntukkan bagi operasional pelabuhan

Kuantitas sumber daya listrik yang mencukupi turut serta dalam memengaruhi efektivitas operasional pelabuhan. *Chairman Supply Chain* Indonesia, Setijadi menyatakan bahwa *Cold Storage* membutuhkan suplai listrik yang besar, salah satu contoh ruang pendingin berkapasitas 200 ton membutuhkan listrik sebesar 142 KVA, sementara itu faktor penunjang untuk mewujudkan suplai listrik yang besar dibutuhkan peningkatan infrastruktur pelabuhan. Peningkatan infrastruktur pelabuhan berupa sumber daya listrik baru bagi pelabuhan sangat dibutuhkan dalam rangka merealisasikan suplai listrik yang besar bagi kebutuhan operasional *Cold Storage*.

Teknologi EL-ZEBRA memiliki kredibilitas yang tinggi terhadap faktor-faktor tersebut. Teknologi EL-ZEBRA sendiri juga berperan penting dalam peningkatan pengelolaan lahan pelabuhan menjadi area strategis sebagai roda perekonomian melalui dibangunnya teknologi ini dan memiliki fungsi sebagai sumber daya listrik baru bagi pelabuhan yang bermanfaat bagi seluruh instalasi pelabuhan, terutama bagi instalasi *Cold Storage* yang sangat penting dalam kegiatan pengelolaan sumber daya kemaritiman serta adanya peningkatan ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah

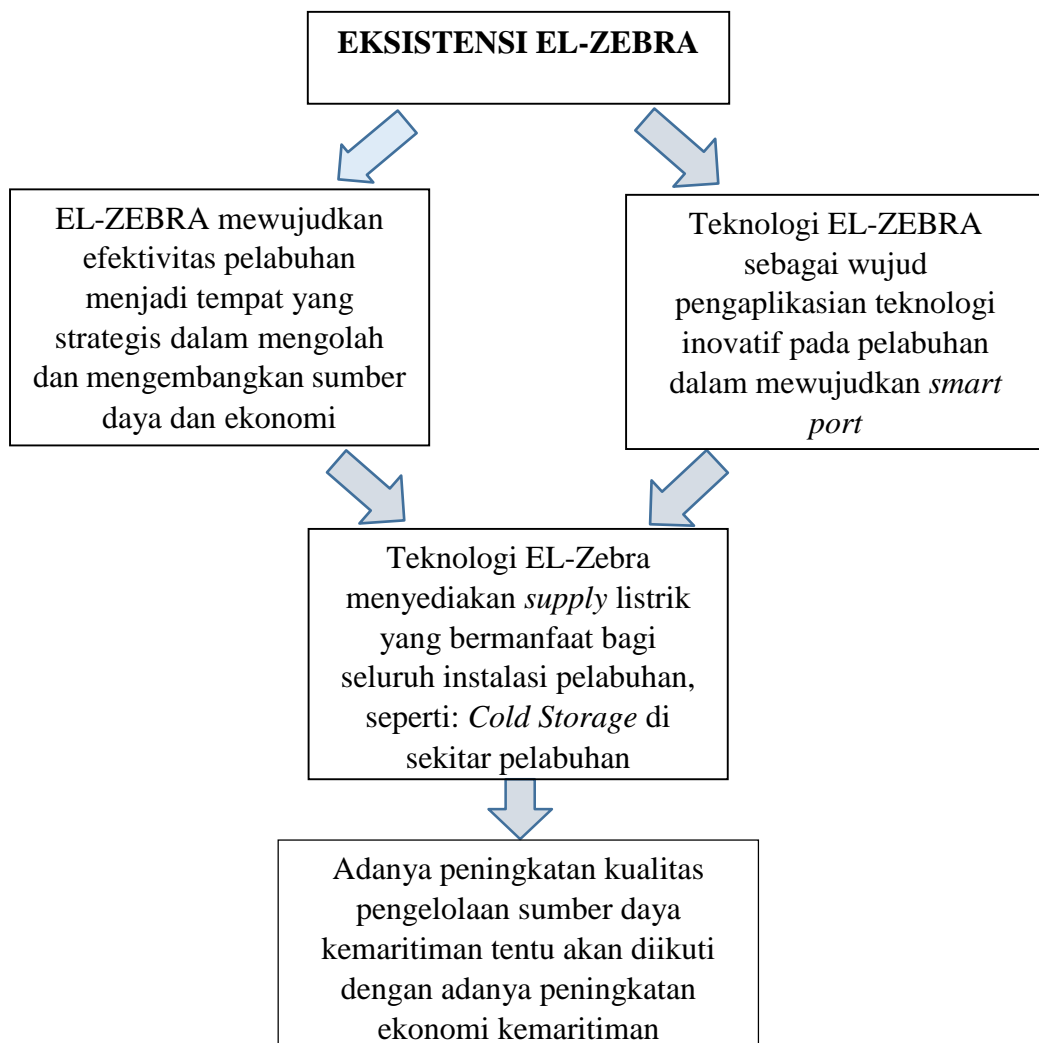
1. Bagaimana problematika operasional *Cold Storage* selama ini di pelabuhan perikanan Indonesia sebagai infrastruktur pengelolaan sumber daya maritim?
2. Bagaimana pengaplikasian EL-ZEBRA pada pelabuhan sehingga strategis untuk dapat digunakan sebagai penunjang peningkatan pengolahan sumber daya kemaritiman?
3. Bagaimana keuntungan dari pengaplikasian EL-ZEBRA dalam rangka peningkatan pengelolaan sumber daya kemaritiman pada pelabuhan?

1.3 Tujuan Penulisan

1. Mendeskripsikan problematika operasional *Cold Storage* selama ini di pelabuhan perikanan Indonesia sebagai infrastruktur pengelolaan sumber daya maritim
2. Mendeskripsikan pengaplikasian EL-ZEBRA pada pelabuhan sehingga strategis untuk dapat digunakan sebagai penunjang peningkatan pengolahan sumber daya kemaritiman
3. Mendeskripsikan efektivitas dari pengaplikasian EL-ZEBRA dalam rangka peningkatan pengelolaan sumber daya kemaritiman pada pelabuhan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Konseptual



2.1.1 Batasan Masalah.

Batasan masalah dari penelitian kali ini ialah terletak pada persyaratan dari beroperasinya teknologi EL-ZEBRA yang bergantung kepada kuantitas kendaraan yang berlalu-lalang saat melintasi EL-ZEBRA *zone* yang turut memengaruhi jumlah *supply* listrik yang dihasilkan untuk mengoperasikan instalasi-instalasi alat-alat berat di pelabuhan yang digunakan dalam mengolah sumber daya kemaritiman.

2.2 Landasan Teori.

2.2.1 Definisi General Pelabuhan

Keputusan Menteri Perhubungan No. KM. 25 Tahun 2002 yang menyebutkan mengenai definisi general pelabuhan. Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan ekonomi yang digunakan sebagai tempat bersandar, berlabuh, naik-turun penumpang, dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan, serta sebagai tempat perpindahan inter antar moda transportasi.

2.2.2 Definisi Cold Storage Secara General

Cold Storage adalah suatu ruangan khusus yang diperuntukkan sebagai tempat menyimpan berbagai macam produk dengan tujuan mempertahankan kesegarannya. *Cold Storage* ini biasanya akan dibangun dengan luas bangunan yang terdapat di lokasi lahan. Menurut jenisnya, ruang pendingin terdiri atas empat ruangan, diantaranya: *chilled room*, *freezer room*, *blast freezer*, dan *blast chiller*. *Chilled room* dan *freezer room* digunakan untuk mengkondisikan produk pada suhu tertentu. *Chilled room* adalah ruangan pendingin dengan temperatur suhu antara 1° hingga 7° celcius. Digunakan sebagai *Thawing room* industry makanan untuk menyimpan sayuran, *fresh food*, buah-buahan, ayam, ikan hingga tahan selama 2 bulan. *Freezer room* memiliki suhu antara -15° hingga -20° celcius guna menyimpan ikan, daging, ayam, sosis, susu, keju, dan bahan-bahan lain membutuhkan temperatur beku. *Blast chiller* sebagai pendinginan cepat setelah

proses memasak dengan temperatur 1° hingga 4° celcius bertujuan menghindari kontaminasi bakteri. *Blast freezer* untuk pendinginan beku daging, ikan, dan udang dengan temperatur 20° hingga 35° celcius.

2.2.3 Tingkat Kebutuhan Listrik *Cold Storage* Bagi Pelabuhan Perikanan

“Pada 18 Mei 2018, PLN menyediakan listrik untuk *Floating Cold Storage* pertama di Indonesia milik PT Perikanan Nusantara (Persero) di Pelabuhan Untia, Makassar, Sulawesi Selatan. Pasokan listrik PLN ke floating cold storage tersebut mencapai 240 kilo Volt Amper (kVA) menggunakan alat Automatic Secionalizing Switch,” kata Executive Vice President Corporate Communication and CSR PLN I Made Suprateka dalam pernyataannya, Rabu (6/3/2019). *Chairman Supply Chain* Indonesia, Setijadi menyatakan bahwa *Cold Storage* membutuhkan suplai listrik yang besar, salah satu contoh ruang pendingin berkapasitas 200 ton membutuhkan listrik sebesar 142 KVA. Dalam beberapa kali pengadaan *Cold Storage*, ruang pendingin tersebut memiliki kebutuhan akan kebutuhan suplai listrik hingga 100-200 kilo Volt Ampere dikarenakan kuantitas isi *Cold Storage* yang bermuatan hingga 200 ton.

2.2.4 Piezoelectric Sebagai Komponen Utama EL-ZEBRA

Sensor *piezoelectric* memiliki sifat atau karakteristik *harvesting energy* yang bersifat mengubah beban mekanis dari kendaraan yang melintasi EL-ZEBRA *zone* menjadi arus listrik AC (*Alternating Current*) yang potensial yang disebabkan dengan adanya sifat piezoelektrisitas yang notabene merupakan suatu fenomena saat sebuah gaya yang diplikasikan ke suatu segmen bahan sehingga menimbulkan muatan listrik pada permukaan segmen tersebut sebagai akibat dari adanya tekanan yang diberikan hingga menimbulkan distribusi listrik pada sel-sel kristal *piezoelectric*. Sensor *piezoelectric* memiliki sifat *reversible* dengan adanya distribusi simetris antara muatan listrik positif dan negative yang terpisah, sehingga secara elektrik bersifat netral. Apabila diterapkan tekanan (*stress*), distribusi simetris akan terganggu sehingga menjadi tidak simetris dan dapat menimbulkan medan listrik di dalamnya (Dickson:2019).

2.2.5 Rangkaian Full Wave Rectifier Sebagai Penyearah Arus Listrik EL-ZEBRA

Sebuah rangkaian yang difungsikan untuk menyearahkan arus tegangan AC (*Alternating Current*) ke DC (*Direct Current*) agar bisa diaplikasikan dan dimanfaatkan ke instalasi-instalasi listrik di pelabuhan. Rangkaian *Full Wave Rectifier* merupakan salah satu rangkaian catu daya atau *power supply* yang mengonversikan arus tegangan AC ke arus tegangan DC. Rangkaian tersebut memiliki diode sebagai komponen utama dikarenakan memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya (Dickson:2019).

2.2.6 Rangkaian Voltage Multiplier Pelipat Tegangan EL-ZEBRA

Rangkaian sederhana yang terbuat dari diode dan kapasitor yang dapat meningkatkan tegangan *input* sebanyak dua, tiga, hingga empat kali dengan membentuk pengganda individu pelipat tahap penuh secara seri untuk menerapkan tegangan DC yang diinginkan pada suatu muatan tanpa membutuhkan transformator *step-up*.

2.2.7 Trafo Sebagai Distributor Listrik EL-ZEBRA Bagi Cold Storage

Trafo adalah alat yang biasa diaplikasikan dalam mengubah tegangan pada arus bolak-balik AC. Prinsip kerja trafo adalah mendistribusikan listrik dari pembangkit listrik ke rumah-rumah masyarakat. Trafo terdiri atas dua bagian, yakni bagian primer dan sekunder. Peran kumparan primer yakni sebagai *input* sedangkan peran sekunder yakni sebagai *output*. Jenis-jenis trafo dapat dibedakan berdasarkan banyaknya kumparan, beda potensial, dan arus listrik.

2.2.8 Tekanan Sebagai Konsep Dasar EL-ZEBRA

Tekanan merupakan besarnya gaya tegak lurus dengan permukaan terhadap objek dibanding dengan luas penampang. Dalam satuan SI dinyatakan dalam Pascal (Pa), sedangkan dalam satuan lain yakni berupa N/m^2 atau $kg(ms^{-2})$. Dirumuskan sebagai berikut

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{Keterangan: P (Tekanan), F (Gaya), A (Luas penampang)}$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

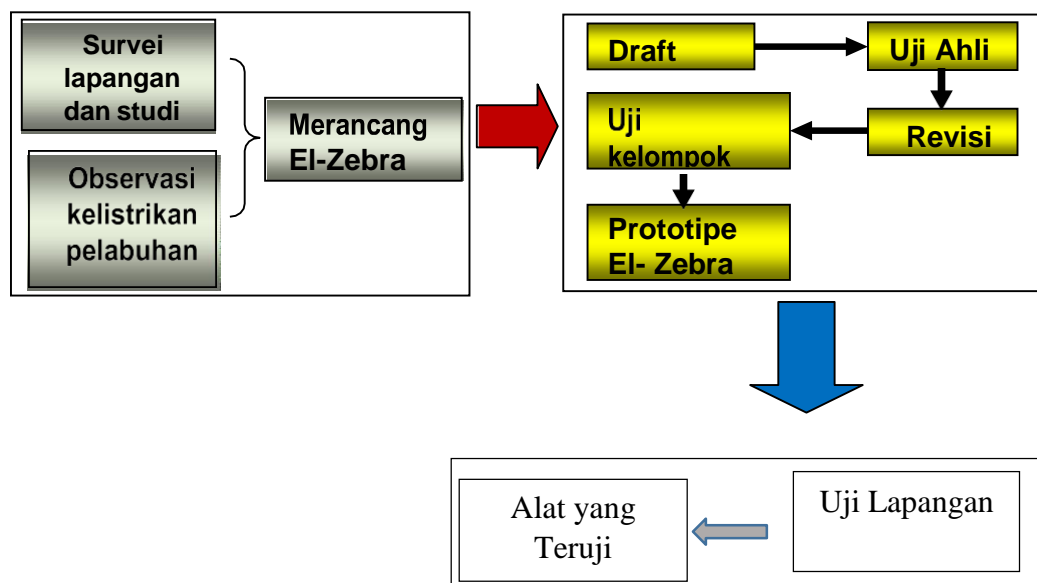
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *research and development* (R&D) yang menitikberatkan pada pengembangan inovasi teknologi. Penelitian ini dilaksanakan dengan tiga tahap, yaitu: (1) studi pendahuluan (*research and information collecting*); (2) pengembangan model yang meliputi *planning, develop preliminary form of product, preliminary field testing, dissemination and implementation*; (3) validasi dan evaluasi pelaksanaan pembelajaran dan pelaporan. Pada penulisan karya tulis ilmiah ini, juga digunakan pendekatan telaah pustaka dengan menambahkan unsur pengembangan dan pembuatan alat. Beberapa buku, artikel, jurnal dan laporan yang relevan dikumpulkan, kemudian disarikan bagian-bagian tertentu yang menunjang gagasan yang diajukan. Bagian- bagian tersebut kemudian dicari keterkaitannya dan disatukan untuk mendapatkan kesimpulan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diambil merupakan data sekunder, yaitu data yang sudah dilaporkan atau didapatkan oleh peneliti sebelumnya. Sedangkan konsep, teori dan informasi diambil dari berbagai bahan bacaan, terutama seperti buku, majalah, jurnal ilmiah, data pokok pemerintah dan media massa yang kebenarannya dapat diterima secara ilmiah

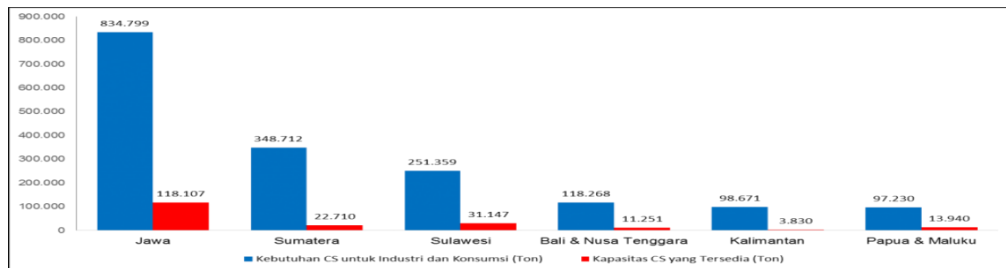
3.3 Alur Penulisan



4. PEMBAHASAN

4.1 Problematika Operasional *Cold Storage* Selama ini di Pelabuhan Perikanan Indonesia Sebagai Infrastruktur Pengelolaan Sumber Daya Maritim

Operasional *Cold Storage* pada pelabuhan perikanan merupakan salah satu bentuk operasionalitas yang paling penting dalam lingkungan pelabuhan perikanan. Prinsip kerja dari *Cold Storage* yakni sebagai tempat penyimpanan (*freezer*) yang memberikan konsistensi terhadap kesegaran, kandungan nutrisi, serta kelayakan terhadap sumber daya maritim yang didapatkan dari hasil tangkapan nelayan dengan kuantitas yang besar hingga menyentuh satuan berat ton. Kebutuhan *Cold Storage* sendiri semakin besar intensitasnya dari waktu ke waktu. Data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan memaparkan data sebagai berikut:



Gambar 1: Kebutuhan dan Ketersediaan *Cold Storage* di Indonesia
Kementerian Kelautan dan Perikanan (2016)

Tingkat kebutuhan *Cold Storage* di Indonesia semakin besar, area Jawa sangat mendominasi disusul beberapa daerah lain di Indonesia. Namun, dalam pengaplikasian *Cold Storage* di Indonesia sendiri masih terjadi beberapa masalah atau hambatan. Beberapa waktu lalu, *Cold Storage* direncanakan akan dibangun di kawasan Indonesia Bagian Timur karena kawasan tersebut merupakan area strategis produsen ikan laut. Menurut Anggota DEN, Tumiran, fasilitas *Cold storage* harus dibangun di Indonesia bagian timur yang menjadi pusat penghasil ikan laut. "Tetapi masalahnya, listrik belum merata. Maka, harus didorong listrik bertumbuh di sana," katanya, dalam keterangan resmi, di Jakarta, Rabu (6/3/2019).

Tumiran menyarankan, ada upaya pengembangan sumber daya listrik, termasuk mempertimbangkan sumber daya lokal. "Kalau bertenaga batubara sulit, karena distribusinya tidak cocok atau terlalu jauh,". Permasalahan utama mengenai operasionalitas *Cold Storage* adalah terletak kepada proses distribusi dan produksi listrik yang tidak merata. Akibatnya, *Cold Storage* tidak mendapatkan cukup *supply* listrik sebagai operasionalitasnya. Salah satu masalah penting dalam pembangunan *cold storage* adalah ketersediaan listrik, terutama di sejumlah wilayah di luar Pulau Jawa. Masalah ketersediaan listrik ini seringkali terjadi karena di wilayah tersebut memang mengalami defisit listrik. Dengan demikian, rencana pembangunan *cold storage* di berbagai wilayah harus didukung oleh kementerian dan instansi yang terkait dalam penyediaan listrik tersebut (Syani 2017:1).

4.2 Pengaplikasian EL-ZEBRA Pada Pelabuhan Sehingga Strategis Untuk Dapat Digunakan Sebagai Penunjang Peningkatan Pengolahan Sumber Daya Kemaritiman

Pengaplikasian EL-ZEBRA di sini diperuntukkan sebagai sumber daya listrik baru terhadap operasional *Cold Storage*. EL-ZEBRA sendiri merupakan sebuah solusi inovatif dalam mewujudkan kemandirian energi di pelabuhan perikanan dalam rangka peningkatan kualitas pengelolaan dan sumber daya kemaritiman. Alat teknologi ini berperan sebagai '*new electricity supplier*' atau inovasi dalam menghasilkan listrik yang akan digunakan sebagai operasional *Cold Storage* yang memerlukan kuantitas suplai listrik yang besar. EL-ZEBRA di sini sebagai jawaban atas masalah pemerataan listrik di pelabuhan-pelabuhan perikanan tertentu yang menyebabkan terjadinya kegagalan pengaplikasian *Cold Storage* dalam beroperasi mengolah sumber daya kemaritiman di lingkungan tersebut.

EL-ZEBRA merupakan pembangkit listrik inovatif di pelabuhan perikanan dengan memanfaatkan tekanan mekanis dari berbagai kendaraan yang berlalu-lalang dan keluar-masuk sebagai penyedia energi listrik untuk operasional *Cold Storage* di pelabuhan. EL-ZEBRA sendiri memiliki beberapa komponen utama, yakni: sensor *piezoelectric*, rangkaian *Voltage Multiplier*, rangkaian *Full Wave Rectifier*, dan trafo.

Energi kinetik berupa tekanan yang mengenai luas penampang tertentu dan mengenai area EL-Zebra yang dipasang di sepanjang jalan pelabuhan memicu sensor *piezoelectric* untuk aktif dan mengonversikan tekanan tersebut menjadi transmisi listrik. Ketika sensor dikenai energi kinetik berupa tekanan, maka akan muncul efek *reversibel* yang pada akhirnya menimbulkan medan listrik. Setelah itu, medan listrik yang telah ada, berada di dalam wujud transmisi listrik. Transmisi listrik didistribusikan dalam rangkaian *Full Wave Rectifier* untuk mengoversikan arus listrik AC (*Alternating Current*) menjadi arus DC (*Direct Current*) untuk dapat didistribusikan dan dimanfaatkan lebih lanjut. Distribusi lanjut menuju rangkaian *Voltage Multiplier* untuk dapat melipatgandakan tegangan arus DC (*Direct Current*). Penempatan rangkaian *Voltage Multiplier* dan rangkaian *Full Wave Rectifier* berada di dalam satu kesatuan dengan EL-ZEBRA. Antar sel EL-ZEBRA memiliki kedua rangkaian tersebut. Daya listrik yang telah dihasilkan oleh EL-ZEBRA dimanfaatkan sebagai pengoperasian *Cold Storage*. Daya listrik yang telah dihasilkan tersebut disalurkan ke trafo untuk dapat didistribusikan ke *Cold Storage*.

4.2.1 Prinsip *Piezoelectric* Sebagai Komponen Utama EL-ZEBRA

Piezoelectric adalah komponen elektronika yang bisa mengubah energi mekanik atau tekanan menjadi energi listrik atau pun sebaliknya. Tegangan yang bisa dihasilkan oleh satu piringan *piezoelectric* ini sekitar 0,3-0,7 volt dalam sekali tekan oleh jari manusia atau tergantung oleh seberapa besar tekanan yang diberikan kepada *piezoelectric*, semakin besar tekanan atau beban maka semakin besar pula listrik yang dihasilkan. Prinsip kerja *piezoelectric* terdiri dari 2 bidang yang berdekatan. Dimana diantara kedua bidang tersebut akan menghasilkan dipole yang terinduksi molekul yang terdiri dari berbagai struktur kristal. Ketika *piezoelectric* menerima tekanan yang disengaja, maka *piezoelectric* akan menghasilkan gaya listrik pada bidang *piezoelectric* tersebut, sehingga akan menghasilkan listrik pada kedua bidang tersebut. Berikut merupakan data voltase yang dihasilkan dari injakan kaki manusia seberta 60-75 kg:

No	Jumlah Voltase (Volt)
1.	34,31
2.	25,12
3.	29,27
4.	24,11
5.	34,78
6.	22,58
7.	27,09
8.	28,90
9.	21,12
10.	38,68

Tabel 1: Data voltase *Piezoelectric* yang dihasilkan dari sekali injakan kaki manusia (60-75kg)

Didapati hasil rata-rata dari penginjakan kaki manusia adalah sebesar 28,596 volt. Apabila dianalisis lebih lanjut mengenai prinsip *piezoelectric* yang apabila mendapati tekanan yang semakin besar, maka semakin besar pula listrik yang dihasilkan. Dapat kita simpulkan apabila kita mengamati beban mekanis kendaraan yang notabene memiliki massa yang lebih besar daripada berat manusia,

tentunya hasil listrik yang akan dihasilkan semakin besar pula. Apabila dikalkulasikan perbandingan voltase yang dihasilkan dari beban manusia serta dari beban kendaraan, maka akan diperoleh dengan menggunakan rumus perbandingan.

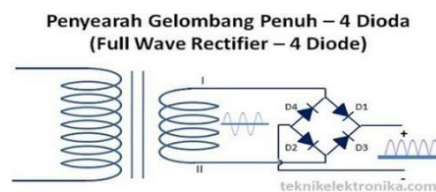
Diketahui bahwasanya berat manusia yang dijadikan uji coba *piezoelectric* di atas memiliki rata-rata berat sebesar 67,5 kg dan dengan rata-rata hasil voltase yang diperoleh sebesar 28,596 volt. Artinya, jika seseorang menginjak *piezoelectric* sekali, maka akan menghasilkan voltase kurang lebih 28,596 volt. Apabila dibandingkan dengan massa kendaraan berupa kendaraan mobil yang rata-rata memiliki beban mekanis sebesar 500 kg, maka akan diperoleh hasil voltase sebesar 211,581 volt dari rumus perbandingan berikut ini:

$$\frac{\text{Beban mobil rata-rata}}{\text{Volt yang dihasilkan}} = \frac{\text{Beban rata-rata manusia}}{\text{Volt yang dihasilkan}}$$

Hal tersebut menjadi indikasi bahwasanya semakin besarnya tekanan yang mengenai *piezoelectric*, semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan. Hanya dengan menggunakan satu mobil, voltase yang didapat berkisar sebesar 211,581 volt, belum termasuk dari kendaraan-kendaraan lain. Semakin banyak kendaraan yang berlalu-lalang, semakin besar pula hasil listrik yang dihasilkan.

4.2.2 Rangkaian Full Wave Rectifier Sebagai Faktor Pendukung

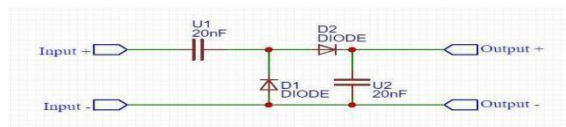
Rangkaian *Full Wave Rectifier* (Penyearah Gelombang) merupakan suatu bagian dari rangkaian *power supply* (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah sinyal AC (*Alternating Current*) menjadi sinyal DC (*Direct Current*). Rangkaian *Rectifier* biasanya menggunakan dioda sebagai komponen utamanya. Hal ini dikarenakan dioda memiliki karakteristik yang hanya bisa melewatkan arus listrik yang searah saja dan menghambat atau memblokir arus listrik yang berlawanan arah. Jika dioda dialiri arus listrik yang tidak searah, maka dioda tersebut hanya akan melewatkan setengah gelombang, sedangkan setengahnya lagi diblokir oleh dioda tersebut.



Gambar 2: Rangkaian Full Wave Rectifier

4.2.3 Prinsip Rangkaian Voltage Multiplier Sebagai Faktor Penunjang

Fungsi dari rangkaian *Voltage Multiplier* adalah sebagai dengan dioda adalah untuk melipat gandakan suatu tegangan input menjadi tegangan output DC (*Direct Current*) yang lebih besar. Penggunaan rangkaian *voltage multiplier* pada sekunder trafo yang relatif kecil dapat diperoleh tegangan searah sebesar dua, tiga, empat atau lebih kali lipat tegangan input. Komponen dasar dari *voltage multiplier* adalah dioda dan kapasitor, dengan konfigurasi setengah gelombang penuh.



Rangkaian *Voltage Multiplier* ini biasanya digunakan pada pembangkit listrik bertegangan tinggi namun dengan arus yang kecil.

Gambar 3: Rangkaian Voltage Multiplier

4.3 Keuntungan Dari Pengaplikasian EL-ZEBRA Dalam Rangka Peningkatan Pengelolaan Sumber Daya Kemaritiman Pada Pelabuhan

Keuntungan dari pengaplikasian EL-ZEBRA sebagai upaya peningkatan pengelolaan sumber daya kemaritiman pada pelabuhan adalah mengacu kepada kemandirian energi listrik yang mulai terbangun. Tingkat efisiensi yang dapat dihasilkan dari kemandirian energi listrik untuk operasional *Cold Storage* sendiri

adalah berdampak positif terhadap penghematan uang operasional listrik. Dengan menganalisa dan mengobservasi rata-rata beban pendinginan setiap harinya berdasarkan rata-rata data ikan yang masuk ke *Cold Storage*. Apabila dikatakan rata-rata beban ikan per bulannya sebesar 853 kg, maka akan didapati beban rata-rata *Cold Storage* pada tahun 2010 berikut ini:

Beban rata – rata perhari pada <i>Cold storage</i> (November 2010) :	Beban rata – rata perhari pada ABF (November 2010):
$Q_{wall} = 0,92 W$	$Q_{wall} = 0,32 kW$
$Q_{atap} = 0,56 W$	$Q_{atap} = 0,09 kW$
$Q_{s.prod} = 0,22 kW$	$Q_{s.prod} = 24,38 kW$
$Q_{L.prod} = 2,69 kW$	$Q_{motor} = 1,38 kW$
$Q_{motor} = 1,38 kW$	$Total Q_{ABF} = 26,18 kW$
$Q_{orang} = 0,11 kW$	
$Total Q_{cold store} = 5,89 kW$	

Gambar 4: Beban Rata-Rata *Cold Storage/ Air Blast Freezer* dalam Sebulan

Dari hasil perhitungan diatas, didapat nilai daya kompresor mekanik (Pkomp.) pada cold storage dan ABF masing – masing adalah sebesar 11,19 kilowatt dan 18,65 kilowatt. Dan karena mesin pendingin tersebut dalam sehari dapat beroperasi sebanyak 24 jam untuk cold storage dan 2 jam untuk ABF, maka jumlah energi listrik yang terpakai pada mesin tersebut dalam satuan kilowatt/jam (E, kWh) sebesar : E cold storage, kWh = 11,19 kW x 24 jam/hari x 30 hari = 8.056 kWh E ABF, kWh = 18,65 kW x 2 jam/hari x 30 hari = 1.119 kWh (Siagian:2010)

Apabila 1 kVA = 0,8 kWh maka dari data di atas, 1.119 kWh x 0,8 = 895,2 kVA. Dengan menganggap biaya listrik per kWh adalah sebesar Rp 1000,- rupiah, maka biaya listrik yang harus dibayarkan untuk pengoperasian dua buah mesin pendingin tersebut selama satu bulan diperkirakan sebesar Rp 9.175.000,- rupiah (Siagian:2010). Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwasanya ada kemungkinan penggunaan listrik *Cold Storage* dalam sehari secara 100% menggunakan hasil listrik dari EL-ZEBRA apabila kita melihat dari prinsip kerja *piezoelectric*. Dihitung tergantung seberapa ramainya kendaraan yang berlalu-lalang di pelabuhan dan mengenai EL-ZEBRA yang dipasang di jalanan pelabuhan. Jika tingkat keramaian dalam sebulan memiliki rata-rata sebesar 75% di pelabuhan, maka dapat diperkirakan estimasi penghematan untuk biaya listrik *Cold Storage* di atas Rp 10.000.000,- sebulan.

5. KESIMPULAN

Problematika sistem pengoperasian *Cold Storage* di Indonesia masih mengalami berbagai macam problematika. Tidak meratanya sumber daya listrik yang terjangkau turut menjadi hambatan dalam mengaplikasikan *Cold Storage* secara merata untuk melayani kebutuhan pengelolaan sumber daya kemaritiman di pelabuhan perikanan. EL-ZEBRA hadir sebagai inovasi teknologi yang memberikan solusi atas tidak meratanya sumber daya listrik tersebut hanya dengan memanfaatkan tekanan mekanis beban kendaraan atau manusia yang berlalu-lalang di area jalan pelabuhan hingga dapat dikonversikan menjadi kebutuhan energi listrik untuk operasional *Cold Storage* di pelabuhan, sehingga pengelolaan sumber daya maritim masih dapat berjalan. Keuntungan dari diaplikasikannya EL-ZEBRA untuk menyuplai listrik bagi *Cold Storage* adalah terletak pada efektivitas suplai listrik secara mandiri serta efisiensi biaya listrik operasional *Cold Storage* yang dapat menghemat pengeluaran biaya listrik hingga di atas Rp 10.000.000,- tergantung seberapa tingginya tingkat keramaian di pelabuhan.

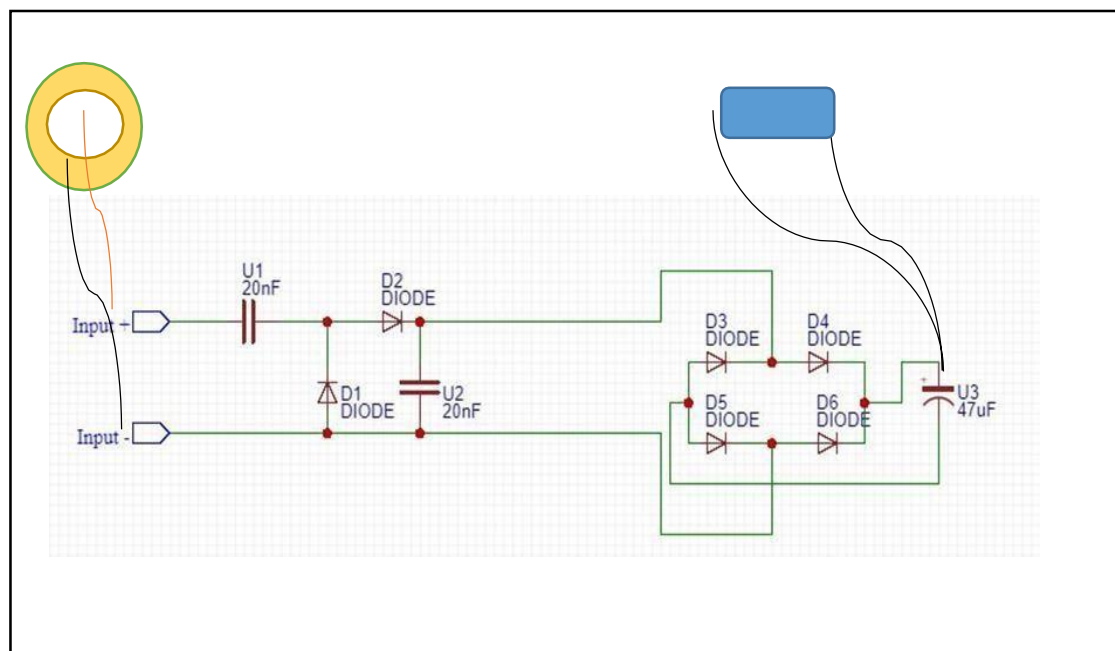
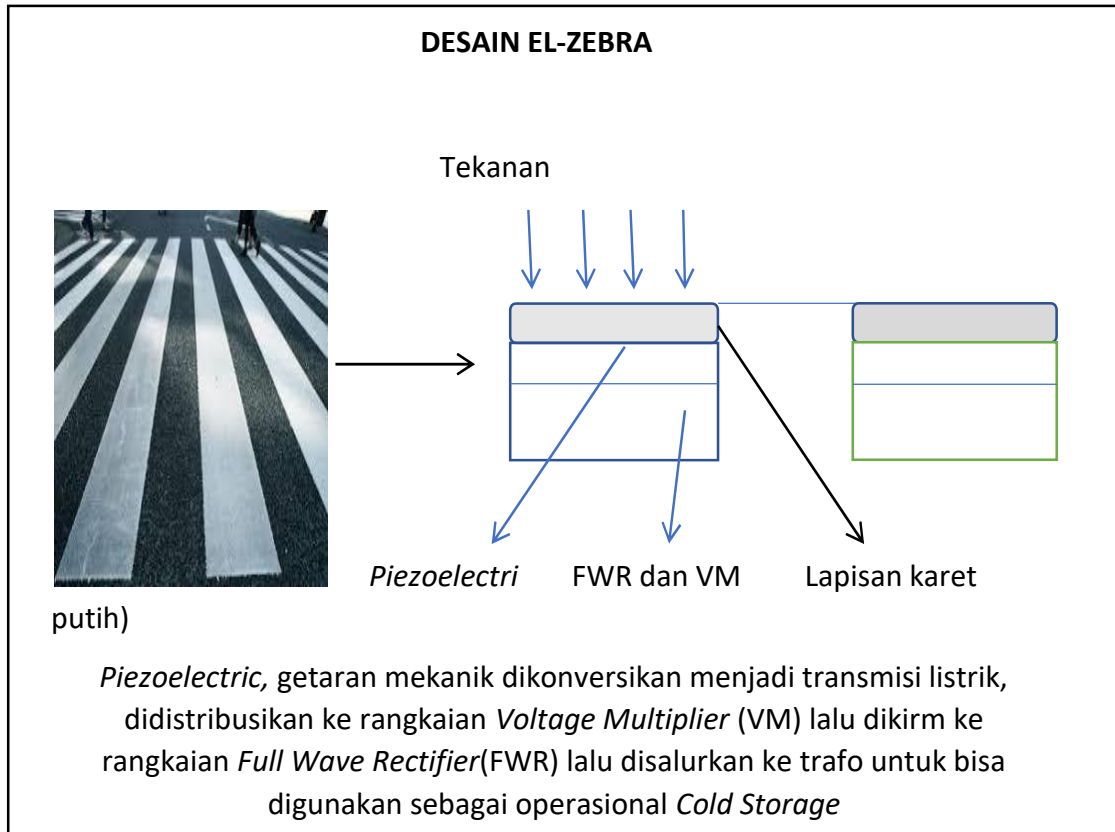
DAFTAR PUSTAKA

- Siagian, S 2017, 'PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN PADA COLD STORAGE UNTUK PENYIMPANAN IKAN TUNA PADA PT. X'. *BINA TEKNIKA*. vol. 13, no.1, hh. 146.
- Ambari, M. 2018. Pemerintah Keluarkan Data Resmi Wilayah Kelautan Indonesia, Apa Saja yang Terbaru?. Situs Berita Lingkungan. Dilihat pada 2 Februari 2020 pukul 09.00, <<https://www.mongabay.co.id/2018/08/27/pemerintah-keluarkan-data-resmi-wilayah-kelautan-indonesia-apa-saja-yang-terbaru/>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Suwadha, D. 2017. Industri Perikanan di Daerah Butuh Listrik Besar Untuk Ruang Pendingin. PT. WARTA KEPRI MEDIA. Dilihat pada 4 Februari 2020 pukul 08.30, <<https://wartakepri.co.id/2017/03/13/industri-perikanan-di-daerah-butuh-listrik-besar-untuk-ruang-pendingin/>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Willy H, Sikumbang. 2017. Operasional Kepelabuhan. Manajemen Transportasi Laut Indonesia. Dilihat pada 5 Februari 2020 pukul 10.15, <<https://sites.google.com/site/vioceofearth/Home/kebijakkan-transportasi/kepelabuhanan>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Sakina. 2019. PLN Alirkan Listrik untuk Cold Storage Perikanan. Kompas.com. Dilihat pada 5 Februari 2020 pukul 10.20, <<https://money.kompas.com/read/2019/03/06/152617526/pln-alirkan-listrik-untuk-cold-storage-perikanan>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Derry. 2018. MENGENAL COLD STORAGE. INDOTARA. Dilihat pada 6 Februari 2020 pukul 11.25, <<https://www.indotara.co.id/mengenal-cold-storage&id=630.html>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Dickson. 2019. Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya. Teknik Elektronika. Dilihat pada 7 Februari 2020 pukul 09.15, <<https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Supiandi, Ndi, 2018. Langkah Strategis Pengembangan Ekonomi Kemaritiman Indonesia. Kompasiana.com. Dilihat pada 6 Februari 2020 pukul 10.25, <<https://www.kompasiana.com/supiandi/5a7ee1a75e137317ac25bfc3/lan-gkah-strategis-pengembangan-ekonomi-maritim-indonesia?page=all#>>. (Disarikan dari berbagai sumber)

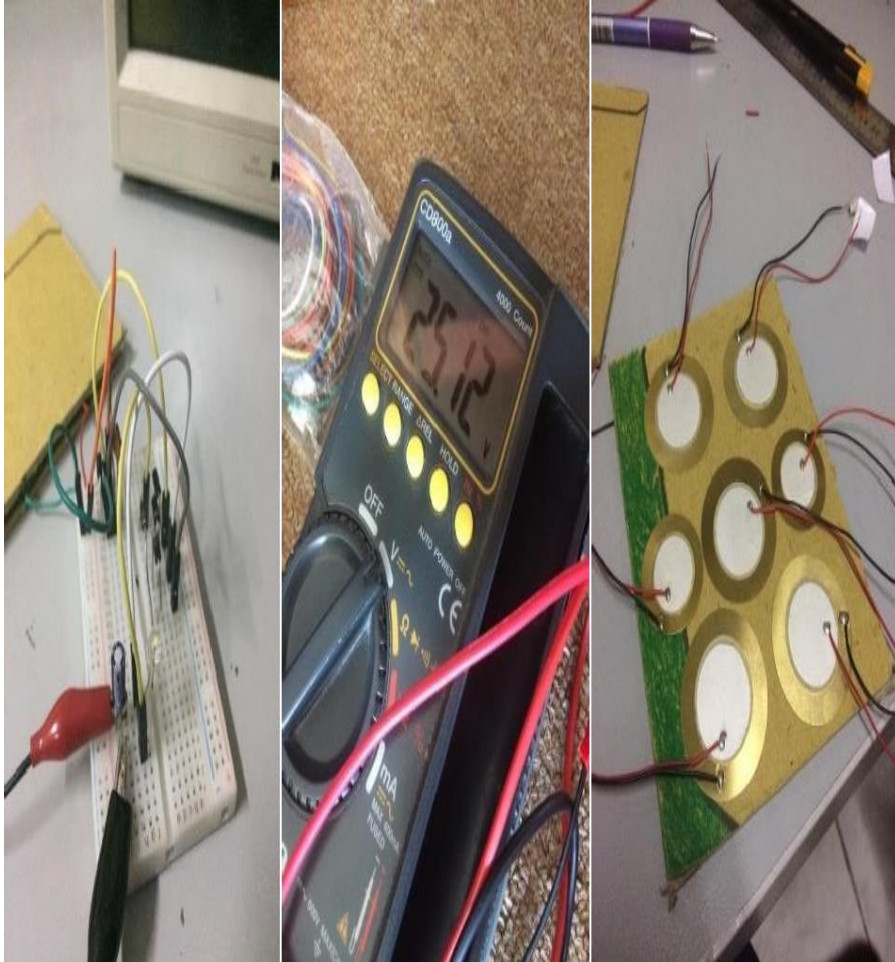
- Dickson. 2019. Pengertian Rectifier (Penyearah Gelombang) dan Jenis-Jenisnya. Teknik Elektronika. Dilihat pada 7 Februari 2020 pukul 08.35, <<https://teknikelektronika.com/pengertian-rectifier-penyearah-gelombang-jenis-rectifier/>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Syani. 2017. Cold Storage Perikanan di Indonesia. Supply Chain Indonesia. Dilihat pada 8 Februari 2020 pukul 09.00, <<https://supplychainindonesia.com/new/cold-storage/>>. (Disarikan dari berbagai sumber)
- Rahman, A. 2017. Pasokan Listrik Jadi Kendala Pembangunan Cold Storage. Bisnis.com. Dilihat pada 7 Februari 2020 pukul 10.00 <<https://ekonomi.bisnis.com/read/20170312/98/636314/pasokan-listrik-jadi-kendala-pembangunan-cold-storage>>. (Disarikan dari berbagai sumber)

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengembangan Pembangkit Listrik EL-ZEBRA



PENGEMBANGAN PROTOTIPE



A

B

C

Keterangan:

- A. Rangkaian Pelipat Tegangan dan Penyearah Gelombang
- B. Tegangan Keluaran Piezoelectric dalam 1 Kali Tekanan
- C. Susunan Rangkaian Piezoelectric dalam 1 Sel

Maket Pelabuhan dengan sistem El Zebra

