

## ANALISIS PENGGUNAAN *SOFT START* UNTUK MENGURANGI LONJAKAN ARUS AWAL PEMAKAIAN LISTRIK

Fia Zulfa Mumtaza<sup>1)</sup>, Zainul Arifin Imam Supardi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Fisika Universitas Negeri Surabaya, email: [fiamumtaza@mhs.unesa.ac.id](mailto:fiamumtaza@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup> Dosen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: [zainularifin@unesa.ac.id](mailto:zainularifin@unesa.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan melakukan studi perbandingan arus awal (*start current*) pada perangkat elektronik tanpa pemasangan *soft start* serta dengan pemasangan *soft start* serta mengetahui pengaruh resistor penahan arus terhadap harga arus listrik. Metoda penelitian ini yaitu dengan melakukan uji coba rangkaian *soft start* pada beban uji 650 watt. Variabel penelitian ini diantaranya yaitu rangkaian *soft start*, tegangan listrik PLN sebesar 220 volt dan beban uji 650 watt sebagai variabel control. Sementara itu, resistor penahan arus berupa resistor keramik sebagai variabel manipulasi dan variabel responnya berupa nilai kuat arus awal dan tegangan awal yang diukur bersamaan menggunakan multimeter dan tang ampere. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa rangkaian *soft start* yang telah dibuat mampu mengurangi lonjakan arus awal pada beban uji 650 watt. Lonjakan arus yang tercatat tanpa *soft start* yakni 3,40 ampere, sementara ketika *soft start* terpasang arus dapat tereduksi mencapai 50%. Semakin besar nilai hambatan resistor penahan arus, maka arus awal yang tereduksi semakin besar. Resistor 47  $\Omega$  mampu mereduksi arus awal paling besar namun kurang baik bagi beban uji 650 watt karena saat tegangan stabil, nilai yang terukur kurang dari 220 volt. Maka dari itu, hambatan 39  $\Omega$  disarankan untuk beban uji 650 watt karena nilai tegangan saat stabil mencapai 220 volt sesuai kebutuhan beban uji.

**Kata kunci:** *soft start*, *start current*, resistor

### Abstract

This study aims to conduct a comparative study of the start current on electronic devices without the installation of soft start and by installing soft start and to know the effect of current resistors on the value of electric current. The method of this research is by testing the soft start circuit at a 650 watt test load. The variables of this study include the soft start circuit, the electricity voltage of 220 volts and the 650 watt test load as the control variable. Meanwhile, the current resistor is ceramic as a manipulation variable and the response variable is the start current and the start voltage measured together using a multimeter and ampere tang. The results obtained indicate that a soft start circuit that has been made can reduce the start current surge at a 650 watt test load. The current surge recorded without soft start is 3.40 amperes, while when soft start is installed the current can be reduced to 50%. The greater the resistance value of the current resistor, the greater the start current that is reduced. The 47 ohm resistor can reduce the largest initial current but is not good for the 650 watt test load because when the voltage is stable, the measured value is less than 220 volts. Therefore, the 39 ohm resistance is recommended for a 650 watt test load because the voltage value at stable reaches 220 volts according to the test load requirements.

**Keywords:** soft start, start current, resistor

### PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik tertinggi yang terjadi pada alat-alat elektronik terletak pada saat pertama kali alat elektronik tersebut dinyalakan, hal ini disebabkan karena adanya penarikan arus yang sangat tinggi oleh alat listrik saat menyala yang disambungkan langsung ke sumber listrik AC 220 volt. Peristiwa ini dikhawatirkan dapat menyebabkan beberapa komponen pada peralatan elektronik tersebut cepat rusak karena lonjakan arus awal yang tiba-tiba.

Salah satu cara untuk mengurangi dampak lonjakan arus transien pada operasi pensaklaran adalah dengan menggunakan *soft start* (inverter). Prinsip kerja dari *soft start* adalah mereduksi arus *inrush* pada saat pembebanan awal sehingga terhindar dari kegagalan fungsi saklar sebagai pemutus rangkaian (Hakim, 2012). *Soft start*

bekerja melalui proses kenaikan tegangan secara perlahan waktu *start* dan penurunan tegangan juga secara perlahan (Kusumantoro dkk., 2017). Menurut B. Sheeba Rani (2015) *soft start* juga berfungsi untuk menurunkan arus awal, sehingga tidak terjadi “anjlok” pada instalasi listrik saat perangkat elektronik saat pertama kali dihidupkan.

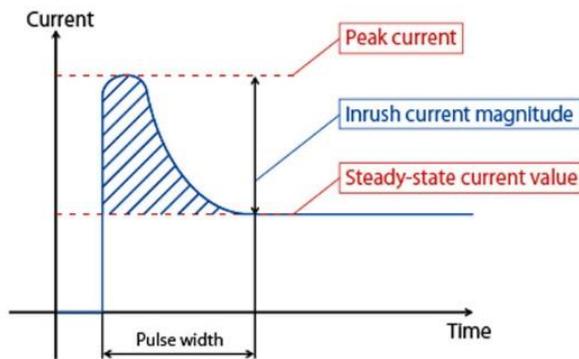
Berbagai penelitian yang telah dilakukan tersebut belum ada yang menggunakan resistor pada rangkaian *soft start* sebagai variabel manipulasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja *soft start*. Resistor yang digunakan ini difungsikan sebagai penahan arus sementara. Oleh karena itu, berdasarkan ilustrasi tersebut maka peneliti merencanakan penelitian mengenai bagaimana pemanfaatan *soft start* jika dipasang pada perangkat elektronik serta melakukan manipulasi *resistor* sebagai penahan arus sementara pada rangkaian *soft start* untuk mengamati pengaruhnya terhadap kinerja *soft start*.

### Arus Inrush (Inrush Current)

Arus *inrush* dapat didefinisikan sebagai besarnya lonjakan arus yang pertama kali muncul pada rangkaian, saat rangkaian terhubung dengan beban. Pada suatu rangkaian listrik ketika saklar ditutup maka terdapat lonjakan arus yang besar. Lonjakan arus yang terjadi sangat singkat, dalam skala mikrodetik sampai milidetik (Adif dkk., 2014).

Timbulnya arus *inrush* pada saat perangkat elektronik dinyalakan merupakan satu fenomena yang terjadi pada sistem tenaga listrik. Arus ini bersifat tiba-tiba dan memiliki nilai beberapa kali dari arus beban penuh normal. Jika tidak ada usaha untuk mengurangi arus tersebut, maka dalam jangka pendek akan menyebabkan penurunan kualitas daya dari sistem tenaga listrik. Sedangkan untuk efek jangka panjang akan memperpendek umur kerja perangkat elektronik yang digunakan, contohnya transformator (Suheta, 2010). Hal ini karena arus *inrush* dapat menyebabkan terjadinya kesalahan operasi pengaman, sehingga dapat mengurangi kualitas daya sistem (Setiadi, 2017).

Arus *inrush* dalam rangkaian listrik bisa dianggap sebagai hal yang diperlukan ataupun tidak diperlukan karena pada setiap penyalaan peralatan listrik pasti terjadi arus *inrush*. Namun, arus *inrush* dianggap berbahaya bagi sistem maupun perangkat elektronik jika nilai puncak arus ini terjadi sangat besar (Febrianto, 2008).



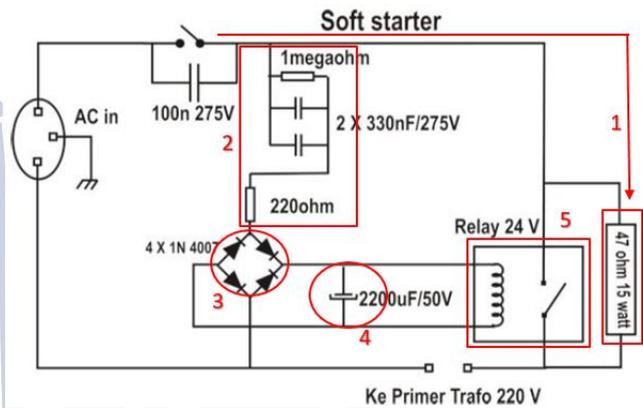
Gambar 1. Inrush Current

Salah satu cara untuk mengurangi dampak lonjakan arus transien pada operasi pensaklaran adalah menggunakan *soft start* (inverter). Rangkaian *soft start* berfungsi mengalirkan tegangan ke beban dengan daya besar secara perlahan (Nurhidayat, 2014). Pada intinya, prinsip kerja dari *soft start* ini yakni mereduksi arus *inrush* pada saat pembebanan awal untuk menghindari kegagalan fungsi saklar sebagai pemutus rangkaian (Hakim, 2012). Penggunaan *soft start* untuk mengurangi lonjakan arus transien memberikan pengaruh dalam penurunan daya listrik awal, sehingga dapat menurunkan biaya penggunaan energi listrik (Basuki, 2012).

### Prinsip Kerja Soft Start

Rangkaian *soft start* memanfaatkan prinsip hukum ohm dimana tegangan berbanding lurus terhadap arus yang mengalir melalui material penghantar (Hayt et al., 2005), dengan kata lain arus berbanding terbalik dengan beban. Sehingga, jika beban dalam suatu rangkaian ditambah, maka arus pada rangkaian tersebut akan berkurang, begitu juga sebaliknya (Nurhidayat, 2014).

Ketika *soft start* disambungkan dengan tegangan PLN maka proses yang terjadi adalah sebagai berikut:

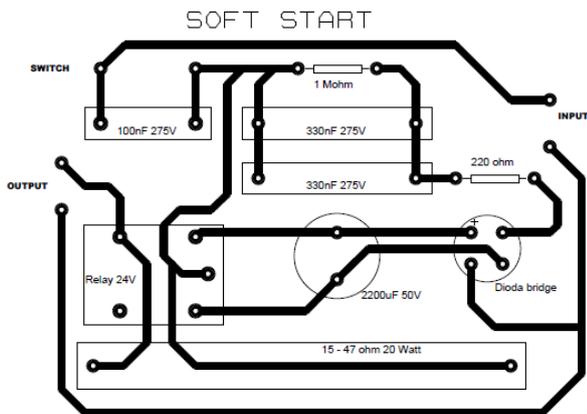


Gambar 2. Proses kinerja soft start

Proses (1) arus listrik pertama kali akan melewati resistor penahan arus sementara, hal ini terjadi karena jalur rangkaian yang lain dipisahkan oleh sakelar otomatis yang belum terhubung sehingga arus tidak dapat mengalir. Tahap ini merupakan proses reduksi dari lonjakan arus awal. Selanjutnya, pada bagian (2) terjadi proses penurunan tegangan AC dari PLN sehingga tegangan yang masuk ke komponen berikutnya tidak terlalu besar dan komponen tidak terbakar. Untuk bagian (3) merupakan pemasangan dioda yang berfungsi sebagai penyearah arus. Kemudian pada bagian (4) merupakan kapasitor yang berfungsi untuk menyimpan tegangan sementara, yang mana tegangan tersebut digunakan untuk menggerakkan coil pada sakelar otomatis (relay). Pada tahap akhir (5) sakelar akan terhubung secara otomatis jika pengisian tegangan pada kapasitor sudah maksimal. Jalur pada sakelar otomatis akan terhubung sehingga dapat dilewati oleh arus.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium yang mempelajari tentang kinerja inverter (*soft start*) guna mengurangi lonjakan arus awal pada pemakaian perangkat elektronik. Berikut merupakan gambar desain rangkaian *soft start*.



Gambar 3. Desain rangkaian *soft start*

Rangkaian *soft start* ini kemudian disambungkan dengan stop kontak dan juga steker sebagai alat tambahan guna mempermudah uji coba *soft start* yang telah dibuat ke beban uji. Beban uji yang digunakan berupa perangkat elektronik dengan daya 650 watt. Sebelum menuju beban uji, dipasang multimeter dan tang ampere untuk mengetahui nilai arus dan tegangan awal secara bersamaan. Proses ini dilakukan selama nilai kuat arus dan tegangan yang terukur kembali stabil atau sudah tidak terdapat lonjakan.



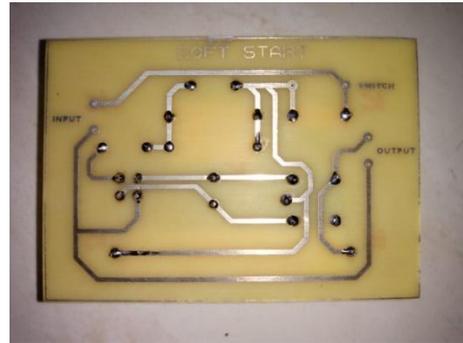
Gambar 4. Diagram alir penelitian

Langkah selanjutnya adalah melakukan manipulasi dengan mengganti resistor sebagai penahan kuat arus sementara (resistor keramik). Setiap nilai resistor dilakukan pengulangan sebanyak lima kali dan selanjutnya dirata-rata. Hasil yang diperoleh ini kemudian dibandingkan antara satu resistor dengan yang lain. Data ini selanjutnya dibandingkan dengan kuat arus dan tegangan awal pada saat perangkat elektronik belum dipasang *soft start*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berikut merupakan hasil dari desain rangkaian *soft start* yang telah dibuat.



Gambar 5. Desain soft start tampak belakang



Gambar 6. Desain soft start tampak depan

Dikarenakan proses perubahan antara lonjakan arus awal hingga arus yang stabil terjadi cukup cepat, hanya berkisar 1 sampai 2 detik saja, maka pengambilan data berupa nilai arus dan tegangan dilakukan dengan merekam video. Setiap rekaman video yang diambil kemudian diolah dan disesuaikan dengan waktu pertama kali switch dinyalakan. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang lebih akurat mengenai bagaimana dan berapa lama proses lonjakan arus awal terjadi serta berapa nilai yang diperoleh.



Gambar 7. Proses pengambilan data dengan aplikasi video editing dengan resistor 20 watt 15  $\Omega$  pada detik ke 0,5 sekon

**Pembahasan**

Berikut perhitungan teoritis untuk menentukan hambatan yang ada pada beban uji dengan daya 650 watt, yaitu:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{650} = \frac{48400}{650} = 74,46 \Omega$$

Berdasarkan dengan nilai yang hambatan yang diperoleh pada beban uji, maka nilai kuat arus secara teoritis diperoleh dengan persamaan:

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

Sehingga berdasarkan persamaan diatas diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan nilai kuat arus awal menurut perhitungan teoritis dengan nilai kuat arus awal yang terukur pada penelitian

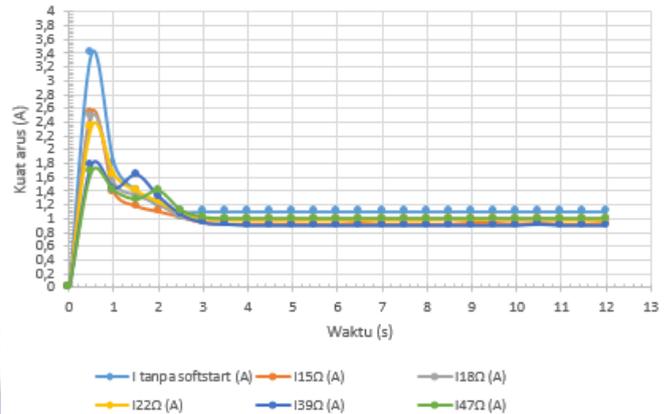
Resistor penahan arus awal	Nilai arus dengan soft start (secara teoritis)	Nilai arus dengan soft start (yang terukur)
15 Ω	2,46 A	2,50 A
18 Ω	2,38 A	2,50 A
22 Ω	2,28 A	2,30 A
39 Ω	1,94 A	1,80 A
47 Ω	1,81 A	1,70 A

Nilai arus yang terukur sebelum *soft start* terpasang secara perhitungan teori yaitu sebesar 2,95 ampere, sementara ketika pengukuran dilakukan tercatat bahwa terjadi lonjakan mencapai 3,40 ampere. Hal ini terbukti bahwa beban uji sebesar 650 watt mengalami lonjakan arus sebesar 0,45 ampere. Beban uji yang digunakan berupa gerinda tangan ini merupakan beban induktif yang jika dinyalakan saat pertama kali pasti terdapat lonjakan arus atau yang dikenal *inrush current*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dilihat bahwa kinerja soft start telah sesuai dengan hipotesa awal, dimana alat ini diharapkan mampu mereduksi lonjakan arus awal (*start current*). Secara perhitungan teoritis dan nilai arus yang terukur pada multimeter diketahui bahwa semakin besar hambatan resistor penahan arus semetara, maka arus awal yang tercatat semakin kecil atau arus yang tereduksi semakin besar. Dari hasil data yang diperoleh, maka diperoleh dua perbandingan kondisi yaitu bagaimana respon perangkat

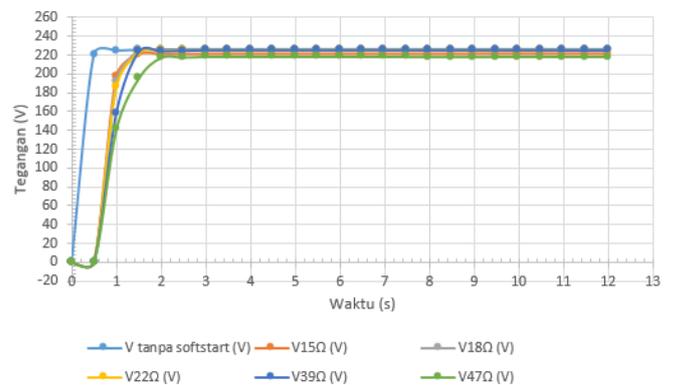
elektronik yang dipasang soft start dan tidak dipasang soft start. Hasil yang diperoleh berupa grafik seperti berikut:

**Grafik Nilai Kuat Arus terhadap Waktu**



**Gambar 8.** Grafik nilai kuat arus terhadap waktu

**Grafik Nilai Tegangan terhadap Waktu**



**Gambar 9.** Grafik nilai tegangan terhadap waktu

Penelitian ini dilakukan dengan memanipulasi nilai resistor keramik sebesar 15Ω, 18Ω, 22Ω, 39Ω dan 47Ω. Dapat dilihat pada grafik, lonjakan arus awal lebih banyak tereduksi pada pemasangan resistor 47Ω, dengan perbedaan nilai antara pemasangan *soft start* dan tanpa pemasangan *soft start* sebesar 1,7 ampere. Jadi, dengan resistor yang nilai resistansinya 47 Ω dapat mereduksi lonjakan arus awal yang cukup besar yakni 50%. Namun, pada resistor ini terlihat bahwa arus stabil yang tercatat setelah detik ke 3 dan seterusnya sebesar 1 ampere, sementara untuk tegangan stabil yang terukur nilainya dibawah 220 volt. Hal ini dapat merusak perangkat elektronik (beban uji) karena tegangan yang diterima tidak maksimal dan tidak sesuai kebutuhan beban uji.

Sementara itu untuk resistor dengan nilai 39 Ω, tercatat bahwa arus stabil sebesar lebih kecil 0,9 ampere dan tegangan stabil sebesar 220 volt. Pada resistor ini beban uji lebih aman jika digunakan dalam dalam jangka waktu lama karena tegangan yang diterima saat stabil tercatat

maksimal dan sesuai kebutuhan beban uji. Namun pada resistor ini, catatan arus lonjakan yang tereduksi tidak sebaik resistor dengan nilai 47  $\Omega$  yaitu hanya sebesar 1,6 ampere saja. Persentase nilai reduksinya sebesar 47,06%. Walaupun demikian, resistor 39  $\Omega$  lebih aman digunakan dibandingkan resistor 47  $\Omega$  karena tidak akan merusak perangkat elektronik (beban uji). Maka dapat diketahui bahwa untuk penelitian dengan beban uji 650 watt lebih baik menggunakan resistor 39  $\Omega$ .

## PENUTUP

### Simpulan

Penelitian yang dilakukan menggunakan beban uji 650 watt dan tegangan sumber 220 volt. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka disimpulkan bahwa :

1. Hasil perbandingan nilai arus listrik awal (start current) pada beban uji (perangkat elektronik) yang terukur berbeda antara tanpa pemasangan soft start dan dengan pemasangan soft start. Beban uji mengalami lonjakan arus awal mencapai 3,40 ampere pada saat dinyalakan, sementara ketika soft start dipasang arus awal dapat tereduksi mencapai 50%.
2. Besarnya nilai resistor penahan arus sementara berpengaruh terhadap nilai arus listrik awal yang terukur. Semakin besar nilai hambatan resistor penahan arus, maka arus yang tereduksi semakin besar. Reduksi arus paling besar terjadi pada pemasangan soft start dengan nilai hambatan 47  $\Omega$ , namun resistor ini dinilai kurang baik bagi beban uji karena saat tegangan stabil, nilai yang terukur kurang dari 220 volt, yang mana kurang dari kebutuhan beban uji dengan daya 650 watt. Namun pada resistor dengan nilai hambatan 39  $\Omega$  dengan kemampuan reduksi arus hanya 47,06%, nilai tegangan saat stabil mencapai 220 volt yang mana sesuai dengan beban uji 650 watt.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan:

1. Untuk beban uji sebesar 650 watt lebih baik menggunakan resistor keramik dengan nilai hambatan 39  $\Omega$ .
2. Jika hendak memperoleh waktu tunda lebih lama maka lebih baik menggunakan kapasitor dengan nilai kapasitansi yang lebih besar agar pengisiannya lebih lama sehingga perubahan yang terjadi lebih mudah untuk diamati, namun diperhatikan pula perubahan yang terjadi pada resistor keramik.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat memvariasikan beban uji dengan daya lebih dari 650 watt sehingga data yang diperoleh lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adif, M., Soemarwanto, dan Dhofir, M. 2014. "Analisis Arus Inrush Saaar Switching Kapasitor Bank di Gardu Induk (GI) Manisrejo Madiun". Hal 1-6.
- B., Sheeba Rani. 2015. "Electronic Soft Starter for Induction Motor". *International Journal of Advances in Engineering*. Hal: 135-140. ISSN: 2394-9260.
- Basuki, B., dan Wibowo, S. B. 2015. "Implementasi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fase sebagai Soft start pada Motor Pompa Air Rumah Tangga". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan SV UGM 2015*. Hal: 74-78.
- Febrianto, Dwi. 2008. *Analisis Karakteristik Arus Inrush pada Operasi Pensaklaran Lampu Hemat Energi*. Skripsi tidak diterbitkan. Jakarta: PPs Universitas Indonesia.
- Hakim, M. L. 2012. *Analisis Pengaruh Pemakaian Slowstart terhadap Karakteristik Arus Inrush pada Pensaklaran Lampu Hemat Energi*. Skripsi tidak diterbitkan. Jember: PPs Universitas Jember.
- Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., dan Durbin, S. M. 2005. *Rangkaian Listrik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kumantoro, A., Indriati, T., dan Ristianito, S. 2017. "Soft Starter untuk Pompa Submersible Satu Fasa dengan Controller PID TK4S-T4SN". *Prosiding SNATIF Ke-4*. Hal: 1-9. ISBN: 978-602-1180-50-1.
- Nurhidayat, R. 2015. *Soft starter*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Setiadi, Yudha Rohman. 2017. *Analisis Karakteristik Arus Inrush pada Trafo 3 Fasa Akibat Pengaruh Residual Fluks*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: PPs Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suheta, T. 2010. "Minimalisasi Arus Inrush pada Transformator Daya 20 KV". *Seminar Nasional Teknoin 2010 Pengembangan Teknologi Industri Berbasis Green Technology*. Hal: 13-17. ISBN: 978-979-96964-7-2.