

# Alat Pereduksi Lonjakan *Starting* Alat Listrik Pada Rumah Tangga Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega8 dan *Opto-Triac*

Andri Nugroho<sup>1</sup>, Aripriharta<sup>1\*</sup>, Slamet Wibawanto<sup>1</sup>, Mohamad Rodhi Faiz<sup>1</sup>, Ilham Faidzin<sup>1</sup>, Suhiro Wongso Susilo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang  
Jl. Semarang 5 Malang 65145 Jawa Timur Indonesia  
E-mail: [aripriharta.ft@um.ac.id](mailto:aripriharta.ft@um.ac.id)

Naskah Masuk: 16 Juni 2023; Diterima: 20 Maret 2025; Terbit: 31 Maret 2025

## ABSTRAK

**Abstrak** - Pada saat peralatan listrik dihidupkan, terjadi lonjakan arus yang sering melebihi arus nominal, terutama pada perangkat dengan komponen semikonduktor seperti transistor yang rentan terhadap tegangan transien. Lonjakan arus ini dapat merusak komponen elektronik dan memperpendek masa pakainya. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan alat pereduksi arus transien menggunakan mikrokontroler ATmega8 dan *opto-triac* MOC3041, yang berfungsi mengatur aliran tegangan 220 volt secara aman ke beban. *Opto-triac* memastikan proses *switching* dilakukan dengan aman untuk mencegah lonjakan arus yang merusak. Pengujian dilakukan pada lemari es "LG" dengan daya 343 watt, dan hasilnya menunjukkan bahwa alat ini mampu mengurangi arus transien hingga 31,52 %. Sebelum alat digunakan, arus transien rata-rata tercatat 1,84 ampere, dan setelah pemasangan alat, arus menurun menjadi 1,26 ampere. Penurunan ini membuktikan bahwa alat pereduksi arus transien efektif dalam menekan lonjakan arus yang terjadi saat penyalaan awal peralatan. Alat ini dirancang untuk penggunaan di rumah tangga dengan daya 900 VA, tegangan AC 220 volt, dan frekuensi 50 Hz, serta dilengkapi dengan proteksi terhadap arus lebih dan tegangan lebih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini dapat mengurangi risiko kerusakan komponen elektronik akibat lonjakan arus, serta meningkatkan umur pakai dan keandalan peralatan listrik rumah tangga.

**Kata kunci:** Arus Transien, *Opto-triac*, *Triac*

## ABSTRACT

**Abstract** - When electrical appliances are turned on, there are current surges that often exceed the nominal current, especially in devices with semiconductor components such as transistors that are susceptible to transient voltages. These surges can damage electronic components and shorten their lifespan. To solve this problem, a transient current reduction device using an ATmega8 microcontroller and MOC3041 *opto-triac* was developed, which functions to safely regulate the flow of 220Vac voltage to the load. The *opto-triac* ensures the switching process is done safely to prevent damaging current surges. Tests were conducted on an "LG" refrigerator with a power of 343 Watts, and the results showed that this device was able to reduce the transient current by 31.52%. Before the appliance was used, the average transient current was recorded at 1.84 amperes, and after the installation of the appliance, the current decreased to 1.26 amperes. This decrease proves that the transient current reduction device is effective in suppressing the current surge that occurs during the initial startup of the equipment. This device is designed for household use with 900VA power, 220 Volt AC voltage, and 50 Hz frequency, and is equipped with protection against overcurrent and overvoltage. The results show that this device can reduce the risk of damage to electronic components due to surges, and increase the service life and reliability of household electrical equipment.

**Keywords:** Transient Current, *Opto-triac*, *Triac*

Copyright © 2025 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

## 1. PENDAHULUAN

Arus transien adalah fenomena yang merujuk pada perubahan cepat dalam arus listrik yang terjadi ketika suatu rangkaian mengalami perubahan kondisi secara mendadak. Fenomena ini dapat terjadi dalam berbagai situasi, seperti saat menyalakan atau mematikan peralatan listrik, saat terjadi lonjakan listrik akibat petir, atau ketika terjadi perubahan beban listrik secara tiba-tiba pada suatu sistem. Dalam banyak kasus,

arus transien ini berlangsung dalam waktu yang sangat singkat, namun dapat memiliki dampak signifikan terhadap peralatan dan jaringan listrik [1].

Studi mengenai arus transien sangat penting dalam perancangan dan pengelolaan sistem kelistrikan untuk memastikan keandalan dan keamanan operasionalnya. Ketika arus transien terjadi, perubahan cepat pada tegangan dan arus dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik, degradasi komponen elektronik, dan bahkan meningkatkan risiko kebakaran. Selain itu, dalam sistem tenaga besar, arus transien dapat menyebabkan gangguan pada keseluruhan jaringan, mengakibatkan pemadaman listrik atau kerusakan yang lebih luas.

Arus transien biasanya terjadi saat beban elektronik yang terhubung ke sistem kelistrikan dihidupkan, di mana arus yang mengalir ke alat tersebut pada saat *start-up* sering kali lebih besar dari arus nominal yang dibutuhkan dalam kondisi normal atau tunak. Misalnya, peralatan rumah tangga yang memiliki beban induktif atau kapasitif, seperti motor listrik atau perangkat elektronik berbasis transistor, rentan terhadap lonjakan arus saat dinyalakan. Tegangan transien yang dihasilkan dari *switching* beban reaktif dalam sistem AC (arus bolak-balik) juga dapat merusak komponen sensitif seperti transistor dan rangkaian gabungan dalam perangkat elektronik [2].

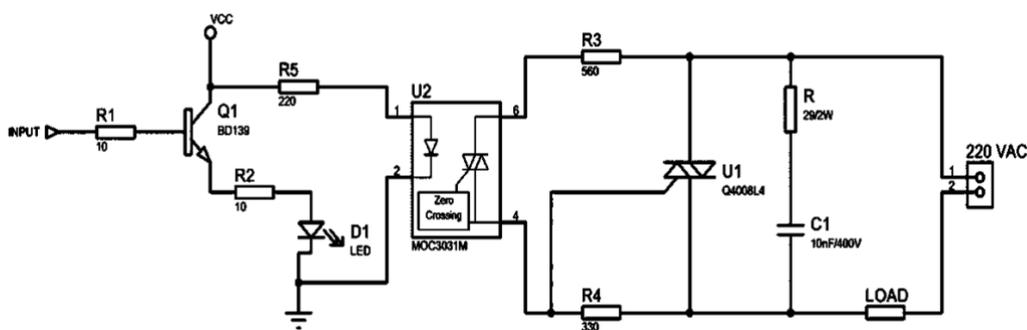
Untuk meredam efek negatif dari arus transien, berbagai teknik proteksi telah dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan *zero crossing detector*. Detektor penyilangan nol bekerja dengan cara mendeteksi titik saat gelombang arus AC melewati titik nol. Pada titik ini, arus yang mengalir pada sirkuit berada pada nilai minimum, sehingga jika kontak beban terjadi pada titik ini, lonjakan arus transien dapat diminimalkan. Dengan demikian, teknologi ini dapat diterapkan pada peralatan rumah tangga dan skala industri untuk mengurangi lonjakan arus pada saat beban dinyalakan, terutama pada saat beban puncak, yang dapat memperpanjang umur perangkat dan meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan [3].

Implementasi teknik seperti *zero crossing detection* diharapkan dapat menjadi solusi praktis untuk mengurangi risiko kerusakan akibat arus transien, baik pada peralatan rumah tangga maupun sistem kelistrikan yang lebih besar. Ini sangat relevan dalam lingkungan rumah tangga dan industri yang menggunakan berbagai perangkat elektronik dengan beban reaktif tinggi, yang rentan terhadap efek negatif dari lonjakan arus.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Solid State Relay

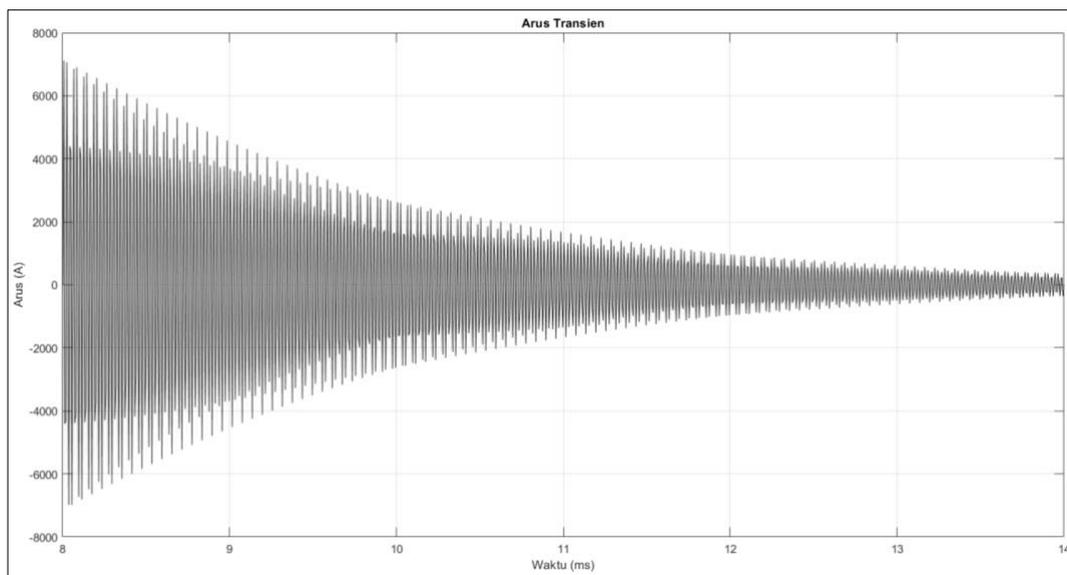
*Solid State Relay* (SSR) adalah perangkat *switching* elektronik yang menggunakan kombinasi *optocoupler* dan TRIAC untuk mengontrol arus listrik dengan isolasi penuh antara *input* dan *output*. *Optocoupler* terdiri dari LED yang memancarkan cahaya saat diberi arus, yang kemudian diterima oleh photodiode untuk mengaktifkan TRIAC, memungkinkan arus mengalir melalui beban. Tidak adanya komponen mekanis dalam SSR memberikan keunggulan berupa daya tahan lebih tinggi, kecepatan *switching* yang lebih cepat, dan pengurangan risiko percikan listrik, menjadikannya ideal untuk aplikasi industri yang memerlukan kontrol daya yang andal dan efisien [4].



Gambar 1. Solid state relay

### 2.2. Gejala Peralihan/Transien

Perubahan mendadak pada tegangan, arus, atau keduanya yang terjadi dalam waktu sangat singkat, sering kali dalam rentang mikrodetik, dikenal sebagai karakteristik transisi atau transien. Fenomena ini menggambarkan kondisi ketidakstabilan yang sementara sebelum sistem kembali ke keadaan tunak. Gambar 2 menunjukkan contoh dari fenomena tersebut. Transien dapat disebabkan oleh faktor eksternal, seperti gangguan lingkungan atau kelistrikan, termasuk petir atau gangguan jaringan, maupun oleh faktor internal sistem, seperti proses pensaklaran yang melibatkan *switching* beban atau peralatan. Transien ini perlu dikelola dengan baik untuk mencegah kerusakan pada peralatan listrik atau gangguan sistem yang lebih luas [5].



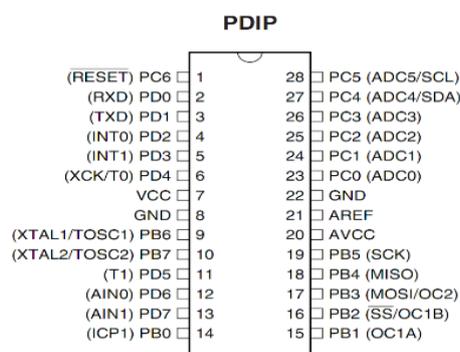
Gambar 2. Arus transien

### 2.3. Mikrokontroler ATmega8

Pada penelitian ini, mikrokontroler ATmega8 digunakan sebagai pengendali utama sistem. ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel yang dikenal karena kinerja tinggi dan efisiensi energinya, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi *embedded*. Mikrokontroler ini berbasis arsitektur AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*) yang memiliki sejumlah fitur lengkap, termasuk 32 register tujuan umum yang memungkinkan pemrosesan data lebih cepat dan efisien. Beberapa model AVR seperti ATmega8 juga dilengkapi dengan ADC (*Analog-to-Digital Converter*) internal dan PWM (*Pulse Width Modulation*) internal, yang memungkinkan pengendalian presisi dalam aplikasi yang melibatkan sensor dan aktuator, seperti kontrol motor, pencahayaan, atau pemrosesan sinyal analog.

Selain itu, AVR juga memiliki *system-on-chip programmable flash* yang dapat memprogram memori program berulang kali ke dalam sistem menggunakan link serial *SPI Flash* program 8K Byte yang cukup besar, SRAM internal 1KByte dan memori EEPROM 512-bit pada ATmega8 yang dapat diprogram selama operasi. ATmega8 memiliki gateway komunikasi SPI standar dan komunikasi serial USART. Selain itu, ATmega8 memiliki 3 kanal PWM dan 3 kanal *timer/counter* (2 8-bit dan 1 16-bit).

ATmega8 dipilih sebagai pengendali utama dalam penelitian ini karena memiliki berbagai keunggulan yang mencakup performa tinggi dan hemat daya, serta fitur-fitur yang lengkap. Kecepatan akses maksimum ATmega8 adalah 16 MHz. Dengan adanya fitur-fitur tersebut, ATmega8 menjadi pilihan tepat dalam mengontrol sistem pada penelitian ini. Selain itu, ATmega8 juga mampu menangani tugas-tugas yang berat dalam sistem pengendalian, dan dapat digunakan pada berbagai aplikasi dalam skala kecil dan menengah. Dengan menggunakan ATmega8 sebagai pengendali utama sistem yang dikembangkan menjadi lebih efisien dan handal. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8 terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi pin mikrokontroler

**2.4. TRIAC**

*TRIAC* memiliki struktur dan fungsi khusus yang berbeda dari komponen elektronik lainnya. Dalam pengoperasiannya, *TRIAC* mampu mengatur aliran arus pada rangkaian AC dengan mudah. Hal ini terjadi karena *TRIAC* memiliki kemampuan untuk mengatur fasa tegangan bolak-balik secara efektif.

Dalam hal simbol dan struktur dasar, *TRIAC* memiliki simbol yang khas seperti gambar yang ditunjukkan pada Gambar 4(a). Selain itu, struktur dasar dari *TRIAC* juga terdiri dari dua thyristor yang saling terhubung, seperti pada Gambar 4(b). Dengan adanya struktur seperti itu, *TRIAC* mampu mengatur aliran arus pada dua arah sekaligus, yaitu positif dan negatif.

Gambar 5 menunjukkan rangkaian ekuivalen dari *TRIAC* yang terdiri dari dua thyristor. Hal ini menunjukkan bahwa *triac* memang terdiri dari dua thyristor yang dihubungkan secara khusus. Rangkaian ekuivalen tersebut memungkinkan *TRIAC* untuk mengatur fasa tegangan bolak-balik secara akurat dan efisien.

Penggunaan *triac* sangat bermanfaat dalam aplikasi elektronik yang membutuhkan pengaturan fasa tegangan bolak-balik. Misalnya, pada lampu pijar atau kipas angin yang menggunakan AC sebagai sumber daya, *TRIAC* dapat digunakan untuk mengatur intensitas cahaya atau kecepatan kipas. Penggunaan *TRIAC* juga memungkinkan peralatan elektronik untuk bekerja secara efisien dan tahan lama.

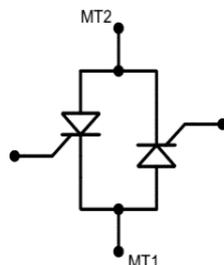
Namun, penggunaan *TRIAC* memerlukan perhatian khusus, terutama terkait dengan aspek keselamatan. Hal ini karena *TRIAC* beroperasi pada tegangan tinggi, yang berpotensi membahayakan pengguna jika tidak ditangani dengan benar. Oleh sebab itu, sangat penting untuk berhati-hati saat memasang atau mengganti *TRIAC* pada perangkat elektronik agar risiko bahaya dapat diminimalkan.

Dalam industri elektronik, *TRIAC* banyak digunakan pada aplikasi pengatur daya (*power control*). Misalnya, pada sistem pengendalian motor atau sistem pemanas pada peralatan rumah tangga. *TRIAC* juga sering digunakan pada aplikasi AC dimana pengaturan kecepatan motor diperlukan.

Secara keseluruhan, *TRIAC* merupakan komponen elektronik yang sangat berguna untuk mengatur fasa tegangan bolak-balik. Dengan struktur dan fungsi khususnya, *TRIAC* mampu mengatur aliran arus secara akurat dan efisien. Namun, penggunaan *TRIAC* membutuhkan perhatian khusus terutama dalam hal keamanan, sehingga penanganannya harus dilakukan dengan hati-hati.



Gambar 4. (a) Simbol *TRIAC* (b) Struktur dasar *TRIAC*

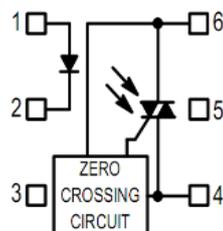


Gambar 5. Rangkaian ekuivalen *TRIAC* dengan 2 thyristor

Tujuan dari tripping atau pemicuan (*triggering*) adalah agar *triac* mampu mengalirkan arus listrik sekaligus mengatur besaran tegangan yang dikeluarkan. Sedangkan tujuan *switching* adalah untuk memaksa *triac* berada dalam keadaan *non-conducting* [7].

**2.5. Opto-Triac**

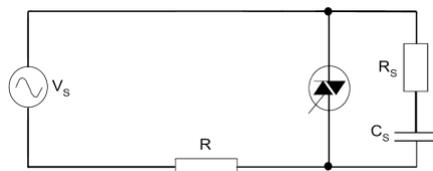
Untuk menggantikan relay mekanis, *opto-triac* jenis MOC3041 digunakan sebagai saklar AC pada suatu rangkaian. Dalam optotriac-coupler tersebut terdapat *Zero Crossing Detector* yang berfungsi untuk memicu *triac* pada saat terjadi perpindahan dari siklus positif ke siklus negatif atau sebaliknya, pada saat tegangan nol dari sumber AC. *Opto-triac* ini mampu mengendalikan fasa tegangan bolak-balik dengan menggunakan prinsip opto-isolasi, sehingga memberikan keunggulan dalam hal kecepatan, efisiensi, dan keandalan dibandingkan dengan relay mekanis. Skema *Opto-Triac* yang menunjukkan cara kerja dan koneksi rangkaian ini dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Skema *Opto-TRIAC* MOC3041

**2.6. Rangkaian Snubber**

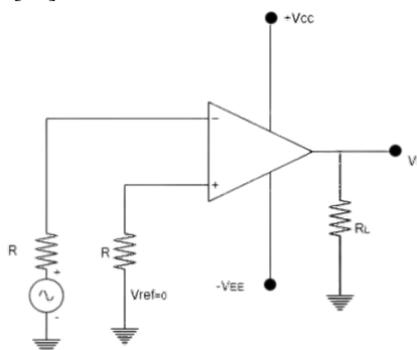
Rangkaian *snubber* (Gambar 7) dapat ditempatkan di berbagai tempat pada sirkuit tergantung pada kebutuhan. Misalnya, rangkaian *snubber* dapat ditempatkan pada beban atau pada sumber daya. Selain itu, penggunaan rangkaian *snubber* juga dapat meningkatkan umur pakai dari komponen karena melindungi komponen dari kerusakan akibat perubahan tegangan dan arus yang tiba-tiba. Dalam hal ini, rangkaian *snubber* sangat berguna untuk meningkatkan kinerja dan keandalan sistem elektronik secara keseluruhan [9].



Gambar 7. Rangkaian *snubber*

**2.7. Zero Crossing Detector**

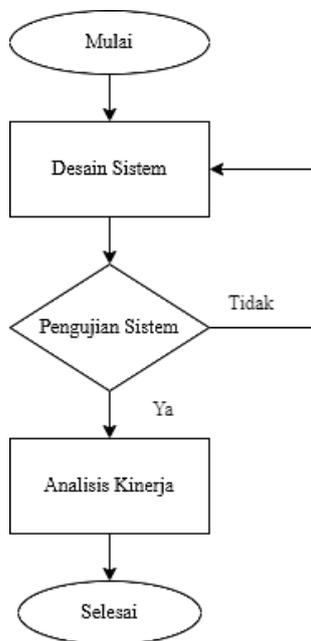
*Zero Crossing Detector* adalah suatu rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi titik persilangan nol (*Zero Crossing*) pada gelombang sinus AC, dapat dilihat pada Gambar 8. Titik persilangan nol yang terdeteksi adalah perpindahan dari arus listrik positif menuju negatif dan sebaliknya, sehingga pada rangkaian *Zero Crossing Detector* digunakan penyearah gelombang penuh. Titik persilangan nol ini dijadikan acuan untuk menentukan awal pemberian waktu tunda untuk mengendalikan pemucuan triac. Dengan demikian, *Zero Crossing Detector* sangat penting dalam sistem pengendalian daya AC dan banyak digunakan pada rangkaian seperti pengendali lampu, motor, dan alat-alat listrik lainnya [10].



Gambar 8. *Zero crossing detector*

### 3. METODE PENELITIAN

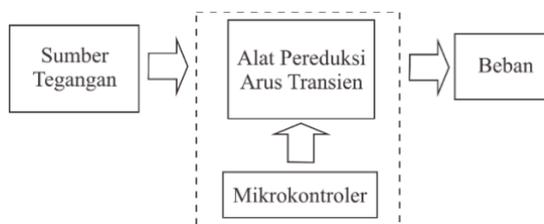
Berikut adalah blok diagram yang digunakan dalam metode penelitian ini, yang mencakup tahapan-tahapan penting dalam pengujian dan evaluasi sistem: Gambar 9 merupakan blok diagram yang digunakan dalam metode penelitian yang digunakan.



Gambar 9. Flowchart metode penelitian

#### 3.1. Desain Sistem

Terdiri dari beberapa blok diagram meliputi: (1) Sumber Tegangan, (2) Alat Pereduksi Arus Transien, (3) Kendali Mikrokontroler, (4) Beban. Gambar 10. menunjukkan blok diagram sistem.



Gambar 10. Blok diagram keseluruhan sistem

- Sumber Tegangan:** menggunakan sumber tegangan yang biasanya digunakan di perumahan-perumahan dari PLN yaitu 220 VAC dengan frekuensi 50Hz.
- Alat Pereduksi Arus Transien:** mendapat tegangan AC melalui TRIAC, lalu mendapat picu dari Mikrokontroler ATmega8 ke MOC3041 yang terdapat *zero crossing* di dalamnya.
- Mikrokontroler:** memberi picuan atau *trigger* ke MOC 3041 untuk memberikan gate ke TRIAC agar bekerja.
- Beban:** menggunakan beban-beban yang biasa digunakan di perumahan-perumahan, bisa beban resistif, kapasitif, dan induktif.

#### 3.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dirancang untuk memastikan bahwa perubahan arus dan tegangan dapat terbaca dengan benar. Sistem ini menggunakan osiloskop sebagai alat ukur utama untuk memantau fluktuasi arus dan tegangan yang terjadi selama proses *switching* pada beban yang digunakan. Osiloskop digunakan untuk memvisualisasikan bentuk gelombang arus dan tegangan secara langsung, memungkinkan identifikasi potensi lonjakan arus transien serta perubahan yang terjadi pada jaringan listrik. Hasil pengukuran dari osiloskop dianalisis untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan untuk mengidentifikasi potensi risiko yang mungkin muncul selama operasi.

**3.3. Analisis Kinerja**

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat pereduksi arus transien, terutama dalam kondisi operasi yang menyerupai situasi nyata di lingkungan rumah tangga. Proses pengujian melibatkan simulasi lonjakan arus yang terjadi saat beban dinyalakan. Alat ukur seperti osiloskop digunakan untuk memantau perubahan tegangan dan arus, serta mengukur waktu respon sistem dalam mereduksi lonjakan transien. Efektivitas alat ini diukur berdasarkan kemampuannya untuk mengurangi arus puncak secara signifikan serta menjaga tegangan tetap stabil selama pengoperasian. Data hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan sistem konvensional tanpa peredam arus, untuk menunjukkan keunggulan alat yang dirancang dalam penelitian ini.

Pada perancangan dan konstruksi “Alat Pereduksi Lonjakan *Starting* Alat Listrik Pada Rumah Tangga Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega8 dan *Opto-Triac*”, prinsip kerjanya adalah memberikan keluaran logika 0 dari mikrokontroler ATmega8 ke pin 2 MOC3041 yang bertegangan 5V pada pin 1 dari MOC3041 akan menyala sebagai respons kemudian fotodiode persimpangan nol akan dirasakan olehnya. Ketika tegangan input menjadi nol, ia mulai melakukan trik optik. Gerbang triac akan menyala dan tegangan 220VAC akan mengalir, namun terjadi delay karena tegangan mulai mengalir ke beban saat siklus berada pada titik nol dan cara ini memastikan beban menyala dengan lancar. dan komponen elektronik lainnya dari kerusakan yang disebabkan oleh tegangan lebih awal.

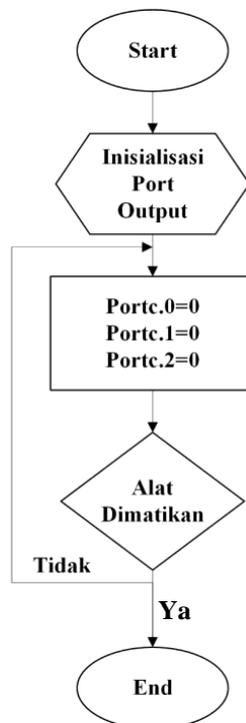
**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Perhitungan Desain Tiap Komponen Mikrokontroler ATmega8**

Rangkaian IC mikrokontroler ini biasa disebut rangkaian Minimum Sistem. Rangkaian Minimum Sistem ini terdapat oscillator atau biasa disebut crystal sebesar 12.00000 MHz dan dua buah kapasitor 33pF juga rangkaian untuk me-reset terdiri dari resistor 10kohm, satu buah kapasitor elektrolit 1uF, dan *tag switch* guna tombol reset-nya. Pada IC Mikrokontroler ATmega8 ini terdapat 23 *port* I/O, tetapi tidak semua *port* yang digunakan dalam perancangan alat ini.

Tabel 1. Penjelasan *Port* I/O yang digunakan

<i>Output</i> ( <i>Port C</i> )
Port C.0 (MOC 3041)
Port C.1 (MOC 3041)
Port C.2 (MOC 3041)



Gambar 10. *Flowchart* program alat

**4.2. TRIAC**

Acuan pada *triac* yang digunakan ialah ampere dengan rumus (1)

$$P = V \times I \tag{1}$$

jadi  $900VA = 220V \times I$ , maka  $I = 900VA/220V$  yaitu sekitar 4 Ampere. Untuk agar lebih aman maka diambil nilai ampere yang lebih tinggi daripada nilai perhitungan yaitu sebesar 6 ampere yaitu BTA 06 yang pemucuan gatenya tidak terlalu sensitif.

**4.3. Opto-Triac**

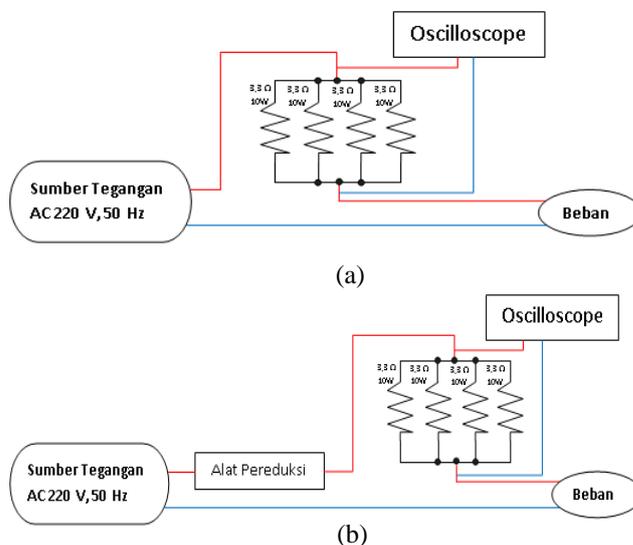
Karena perangkat ini menggunakan catu daya PLN 220 volt, karena pemutusan sambungan langsung ke pengontrol melalui *Opto-Triac*, MOC 3041 beroperasi dengan level arus bolak-balik antara 200-400 V AC. untuk 2,3 dan hingga 200 mA.

**4.4. Prosedur Pengujian Sebelum Menggunakan Alat**

Sebelum menggunakan alat pereduksi arus transien ini terlebih dahulu mengambil data gelombang saat terjadi lonjakan beban, data yang diambil disini ialah gelombang karena untuk mengetahui bagaimana gambaran gelombang lonjakan beban itu terjadi. Dapat dilihat pada Gambar 11(a).

**4.5. Prosedur Pengujian Setelah Menggunakan Alat**

Pengujian yang diambil ialah data gelombang saat *starting* alat sehingga muncul hasil gelombang yang diinginkan. Rangkaian pengujian dapat dilihat pada Gambar 11(b).



Gambar 11. Prosedur pengujian

**4.6. Hasil**

Dari hasil pengambilan data gelombang sebelum menggunakan alat disusun menggunakan tabel dengan  $volt/div = 100\text{ mV}$  dan  $time/div = 50\text{ ms}$  pada resistor  $0,8\ \Omega$ .

Tabel 2. Rata-rata arus *transien* sebelum menggunakan alat

Percobaan Ke-	Tegangan (V)	Waktu (ms)	Arus (A)
Ke-1	0,38	20	0,47
Ke-2	0,26	20	0,32
Ke-3	0,32	20	0,40
Ke-4	0,12	20	0,15
Ke-5	0,40	20	0,50
<b>Jumlah</b>	1,48	100	1,84
<b>Rata-rata</b>	0,27	20	0,37

Tabel 3. Rata-rata arus *transien* dengan menggunakan alat

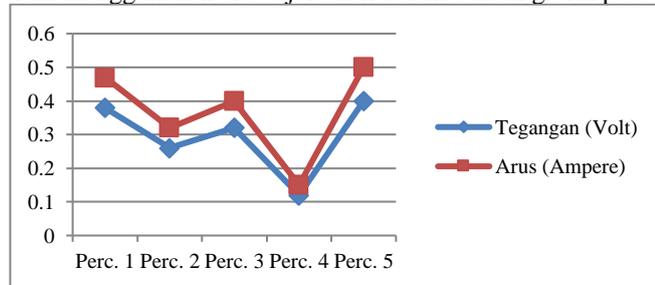
Percobaan Ke-	Tegangan (V)	Waktu (ms)	Arus (A)
Ke-1	0,22	20	0,27
Ke-2	0,14	20	0,17
Ke-3	0,20	20	0,25
Ke-4	0,16	20	0,2
Ke-5	0,30	20	0,37
<b>Jumlah</b>	1,02	100	1,26
<b>Rata-rata</b>	0,20	20	0,25

**4.7. Pembahasan**

Berdasarkan tabel di atas, arus transien yang diukur pada resistor 0,8 Ω dengan pengaturan volt/div sebesar 100 mV dan time/div sebesar 50 ms. Jumlah dan rata-rata dari hasil percobaan ke-1 hingga ke-5 dihitung menggunakan metode perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah arus}}{5} = \frac{1,84}{5} = 0,368 \tag{2}$$

Data pengujian sebelum menggunakan alat dijelaskan dalam bentuk grafik pada gambar 12:

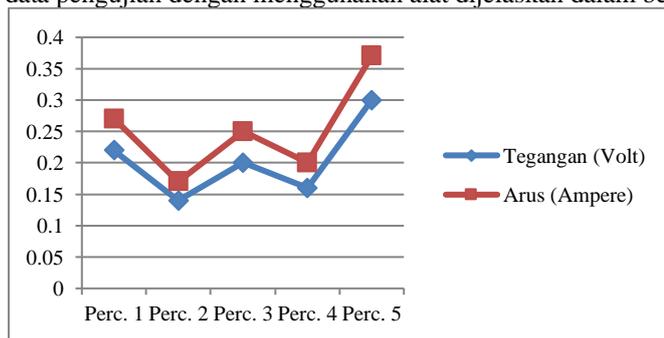


Gambar 12. Grafik rata-rata tegangan dan arus menggunakan alat

Dengan merata-rata arus transien yang terjadi berdasarkan perhitungan

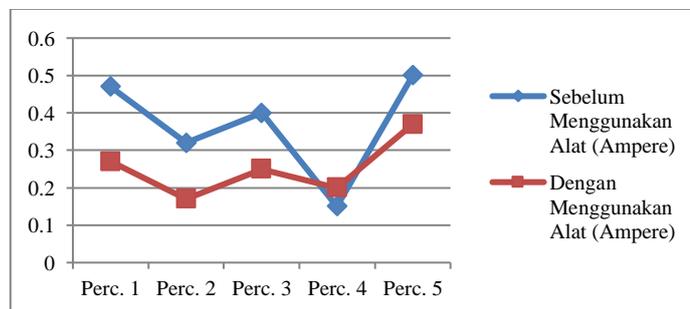
$$\frac{\text{Jumlah arus}}{5} = \frac{1,26}{5} = 0,252 \text{ ampere} \tag{3}$$

dan agar lebih jelas data pengujian dengan menggunakan alat dijelaskan dalam bentuk gambar 13:



Gambar 13. Grafik Rata-rata tegangan dan arus transien dengan menggunakan alat

Bentuk grafik arus transien sebelum menggunakan alat pereduksi dan setelah menggunakan alat pereduksi ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 14 berikut:



Gambar 14. Perbandingan grafik rata-rata arus transien

Sesuai data pengujian sebelum dan dengan menggunakan alat pereduksi sesuai perhitungan, alat pereduksi tidak bisa sepenuhnya secara sempurna meredam lonjakan arus transien jika di persentase hasilnya dapat dilihat pada persamaan (4).

$$\frac{(1,84-1,26)}{1,84} \times 100 \% = 31,52 \% \tag{4}$$

sehingga jika alat pereduksi dipasang pada lemari es LG 2 pintu dengan daya 343 Watt bisa mengurangi lonjakan sekitar 31,52 % dengan pengurangan arus transien sebesar 1,26 ampere.

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian pada lemari es "LG" dengan daya 343 Watt, alat pereduksi arus transien yang telah dirancang terbukti cocok untuk penggunaan di rumah tangga dengan daya 900 VA, tegangan AC 220 volt, dan frekuensi 50 Hz. Alat ini perlu dipasang sebelum peralatan elektronik yang akan dioperasikan. Berdasarkan hasil analisis, sebelum penggunaan alat pereduksi, rata-rata arus transien yang terjadi adalah 1,84 ampere. Namun, setelah alat pereduksi digunakan, arus transien berkurang menjadi 1,26 ampere, yang menunjukkan pengurangan lonjakan arus sebesar 31,52 % dibandingkan sebelum alat tersebut dipasang.

Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan penambahan menggunakan sensor arus agar bisa mendeteksi arus transien yang terjadi saat *starting* beban. Lalu bisa juga menambahkan indikator LCD agar bisa menampilkan arus yang terdeteksi oleh sensor arus. Dan yang terpenting menyempurnakan alat agar bisa menghilangkan arus transien yang terjadi.

## REFERENSI

- [1] J.C. Obi, A.O. Amuda, and A.O. Nwaokolo, 2020 "Design and Development of a Transient Current Reduction Device for Household Scale Electricity Network," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 10, no. 2, pp. 1329-1335.
- [2] Z. Yang, B. Gao, Z. Cao, and J. Fang, "Grid-Impedance-Based Transient Current Control for Offshore Wind Turbines under Low-Voltage Fault," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 12, no. 5, 2024.
- [3] M. Haryanti, A. Nugroho, B. Yulianti, and Y. Dewanto, "Transfer Function and Transient Response Analysis of Active Inrush Current Limiting Circuit on P-MOSFET with Equivalent RLC Series Circuit Load of Inverter," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 6, no. 3, pp. 293-300, 2024.
- [4] M. Fernández, X. Perpiñà, M. Vellvehi, X. Jordà, T. Cabeza, and S. Llorente, "Analysis of solid state relay solutions based on different semiconductor technologies," *2017 19th Eur. Conf. Power Electron. Appl. EPE 2017 ECCE Eur.*, vol. 2019-Janua, pp. 1-9, 2019.
- [5] Al-Asadi A., N. Al-Saati A., and Al-Hattami A., 2020 "Design and Implementation of a Transient Current Limiter for Household Appliances," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 10, no. 2, pp. 1336-1341.
- [6] J. D. Babatunde, "Microcontroller-Based Temperature Controlled Dc Fan Using Atmega328," *Eng. Technol. J.*, vol. 07, no. 06, 2022.
- [7] A. H. Alshatti, "Theory of SCR & TRIAC Operation and Some of Its Applications," *Int. J. Eng. Res. Appl. www.ijera.com*, vol. 13, no. 1, pp. 19-25, 2023.
- [8] A. H. Okilly, N. Kim, J. Lee, Y. Kang, and J. Baek, "Development of a Smart Static Transfer Switch Based on a Triac Semiconductor for AC Power Switching Control," *Energies*, vol. 16, no. 1, 2023.
- [9] *Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 3, no. 7, pp. 14728-14735.
- [10] A. Blinov, I. Verbytskyi, D. Peftitsis, and D. Vinnikov, "Regenerative Passive Snubber Circuit for High-Frequency Link Converters," *IEEE J. Emerg. Sel. Top. Ind. Electron.*, vol. 3, no. 2, pp. 252-257, 2021.
- [11] N.K. Sharma and A. Bhardwaj, 2018 "A Simple and Efficient Zero-Crossing Detector Using Operational Amplifiers for Low-Power Applications," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 67, no. 3, pp. 660-667.
- [12] G. B. Lo Piparo, R. Pomponi, T. Kisielewicz, C. Mazzetti, A. Rousseau, and V. Crevenat, "Performance Evaluation of a Coordinated Surge Protective Devices System," *Proc. - 2020 IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2020 IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. IEEEIC / I CPS Eur. 2020*, vol. 3, 2020.
- [13] T. E. Tsovilis, "Critical Insight into Performance Requirements and Test Methods for Surge Protective Devices Connected to Low-Voltage Power Systems," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 36, no. 5, pp. 3055-3064, 2021.
- [14] M. A. Siddiqui, H. Ahmed, M. B. Javed, and U. Shahid, "Numerical analysis and parametric optimization of surge protection devices in a long up-pumping water pipeline," *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 33, no. 1, pp. 367-376, 2019.
- [15] J. Liu et al., "Light-induced control of protein destruction by opto-PROTAC," *Sci. Adv.*, vol. 6, no. 8, pp. 1-12, 2020, doi: 10.1126/sciadv.aay5154.
- [16] B. Ji et al., "Flexible and stretchable opto-electric neural interface for low-noise electrocorticogram recordings and neuromodulation in vivo," *Biosens. Bioelectron.*, vol. 153, no. December 2019, p. 112009, 2020.
- [17] P. Urien, "Innovative ATMEGA8 Microcontroller Static Authentication Based on SRAM PUF," *2020 IEEE 17th Annu. Consum. Commun. Netw. Conf. CCNC 2020*, pp. 1-2, 2020.
- [18] V. Radulović and S. Mujović, "Coordination of surge protective devices in low voltage AC power installations," *SN Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [19] H. C. Lin, H. C. Zo, and B. R. He, "Advanced fast large current electronic breaker using integration of surge current suppression and current divider sensing methods," *J. Sensors*, vol. 2019, 2019.
- [20] F. Zheng, Y. Li, G. Xuan, Z. Li, and L. Zhu, "Characteristics of positive surges in a rectangular channel," *Water (Switzerland)*, vol. 10, no. 10, 2018.