

Perancangan Rangkaian Running Led Menggunakan IC Timer 555 dan IC Counter 4017

Muhammad Ahdi¹, Aisyah Azzahro², Aji Hildan Ferdiansyah³, Laily Muntasiroh⁴, Aris Kiswanto⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Rekayasa Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

Email: ¹zhnnacroma@gmail.com, ²troulygurl@gmail.com, ³ajihildanferdiansyah@gmail.com

Abstrak

Rancangan sistem running LED berbasis IC Timer 555 dan IC Counter 4017 memiliki keunggulan penting dibandingkan penggunaan mikrokontroler. Rangkaian ini memanfaatkan komponen utama berupa IC 555 sebagai pembangkit clock, IC 4017 sebagai penghitung sekuensial, potensiometer 10 k Ω untuk pengaturan frekuensi, resistor 180 Ω sebagai pembatas arus, kapasitor 47 μ F untuk menentukan timing, serta dioda 1N4002 sebagai proteksi. Dibandingkan dengan mikrokontroler, sistem ini lebih hemat daya, sederhana, dan tidak memerlukan pemrograman, sehingga mudah dipahami dan dirakit bahkan oleh pemula. Hasil pengujian menunjukkan tegangan keluaran berada pada rentang 0,301 V hingga 0,585 V dengan kestabilan timing yang baik. Perbandingan antara simulasi dengan implementasi fisik menunjukkan deviasi kurang dari 1%, yang menjadi indikator kuat validitas rancangan dan reliabilitas performa sistem. Selain sebagai solusi praktis untuk sistem digital sederhana, penggunaan potensiometer juga memungkinkan pengaturan kecepatan nyala LED secara linier. Dengan karakteristik ini, sistem berbasis IC 555 dan IC 4017 tidak hanya relevan untuk aplikasi ringan, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai media ajar teknik digital, sekaligus menjadi dasar pengembangan lebih lanjut menuju integrasi mikrokontroler dan sistem berbasis IoT.

Kata Kunci: IC Timer 555, IC Counter 4017, Potensiometer, Running Led, Rangkaian Analog

Abstract

The design of an LED running system based on the 555 Timer IC and the 4017 Counter IC has important advantages compared to the use of a microcontroller. This circuit utilizes the main components in the form of a 555 IC as a clock generator, a 4017 IC as a sequential counter, a 10 k Ω potentiometer for frequency control, a 180 Ω resistor as a current limiter, a 47 μ F capacitor for timing control, and a 1N4002 diode for protection. Compared to a microcontroller, this system is more power efficient, simpler, and does not require programming, making it easy to understand and assemble even for beginners. Test results show that the output voltage is in the range of 0.301 V to 0.585 V with good timing stability. Comparison between simulation and physical implementation shows a deviation of less than 1%, which is a strong indicator of design validity and system performance reliability. In addition to being a practical solution for simple digital systems, the use of a potentiometer also allows for linear control of the LED flash speed. With these characteristics, the IC 555 and IC 4017 based systems are not only relevant for lightweight applications, but also have great potential as a digital engineering teaching medium, as well as being the basis for further development towards the integration of microcontrollers and IoT based systems.

Keywords: Analog Circuit, IC Timer 555, IC Counter 4017, Potentiometer, Running Led

1. PENDAHULUAN

Light Emitting Diode (LED) pertama kali ditemukan oleh Nick Holonyak Jr. pada tahun 1962 di General Electric Company, sebuah penemuan yang mengubah lanskap teknologi pencahayaan secara revolusioner. Penemuan ini diawali dengan LED merah yang memiliki efisiensi rendah sekitar 0.1 lumen per watt. Holonyak menggunakan *gallium arsenida fosfida* (GaAsP) sebagai material semikonduktor pertama untuk menghasilkan cahaya merah yang *visible*. Perkembangan signifikan terjadi pada tahun 1970an ketika George Craford dan timnya di Monsanto Company mengembangkan LED dengan

berbagai warna termasuk kuning dan hijau menggunakan teknologi *heterostructure*, yang meningkatkan efisiensi hingga 1 lumen per watt (Rodriguez *et al.*, 2021). Terobosan revolusioner terjadi pada tahun 1990-an ketika Shuji Nakamura dari Nichia Corporation berhasil mengembangkan LED biru berbasis *gallium nitride* (GaN). Penemuan ini tidak hanya menghasilkan Nobel Prize dalam bidang Fisika pada tahun 2014, tetapi juga membuka jalan bagi pengembangan LED putih melalui teknologi fosfor, yang kemudian menjadi dasar untuk berbagai aplikasi pencahayaan modern. Efisiensi LED meningkat secara eksponensial, mencapai 20 lumen per watt pada tahun 1968, dan berkembang menjadi lebih dari 200 lumen per watt pada tahun 2020 (Kumar *et al.*, 2023).

Konsep running LED mulai dikembangkan (Li & Zhou, 2020) pada awal tahun 1980-an sebagai respons terhadap kebutuhan display dinamis yang lebih efisien. Implementasi awal running LED menggunakan IC 555 sebagai generator pulsa dan shift register 74HC595 untuk mengontrol sekuens LED (Zhang & Lee, 2021). Sistem ini awalnya hanya mampu menampilkan pola bergerak sederhana dengan 8 hingga 16 LED. Menurut (Anderson & Brown, 2022), kompleksitas rangkaian awal running LED membutuhkan sekitar 20-30 komponen diskrit untuk menghasilkan efek bergerak sederhana, dengan tingkat kegagalan komponen mencapai 15% dalam setahun.

Revolusi dalam teknologi running LED terjadi (Park & Kim, 2021) seiring dengan perkembangan mikrokontroler, khususnya platform Arduino yang diperkenalkan oleh Massimo Banzi dan timnya pada tahun 2005. (Thompson, 2023) mencatat bahwa Arduino memungkinkan implementasi running LED dengan hanya 5-10 komponen utama, mengurangi kompleksitas rangkaian hingga 70% dan meningkatkan reliabilitas sistem hingga 95%.

Running LED kontemporer telah berevolusi (Nguyen & Pham, 2022) menjadi sistem yang sangat canggih. (Mehta & Patel, 2023) dalam penelitiannya mendemonstrasikan integrasi teknologi IoT dengan running LED menggunakan protokol MQTT dan ESP8266, memungkinkan kontrol real-time melalui internet dengan latensi kurang dari 100ms. Sistem ini dapat menampilkan animasi kompleks dengan resolusi tinggi, mendukung lebih dari 16 juta warna, dan dapat diprogram menggunakan berbagai bahasa pemrograman seperti Python, C++, dan JavaScript.

Rangkaian running LED telah berkembang (Silva & Costa, 2022) menjadi teknologi yang memiliki beragam kegunaan praktis dalam berbagai sektor kehidupan modern. Dalam konteks komersial, (Chen & Wong, 2023) melaporkan bahwa penggunaan running LED untuk display toko dan iklan outdoor meningkatkan perhatian konsumen hingga 67% dan berkorelasi dengan peningkatan penjualan sebesar 23%. Implementasinya dalam sistem informasi transportasi publik meningkatkan keterbacaan informasi hingga 85% dibandingkan display statis konvensional (Rahman *et al.*, 2022). Di sektor industri dan keselamatan, (Thompson *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa running LED sebagai sistem peringatan visual menurunkan waktu respons terhadap kondisi darurat hingga 45%, sementara dalam aplikasi lalu lintas, penggunaannya pada rambu dinamis mengurangi tingkat kecelakaan di persimpangan hingga 35% (Martinez & Garcia, 2024).

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan (Patel & Sharma, 2023) sistem running LED berbasis mikrokontroler seperti Arduino yang memungkinkan pemrograman kompleks dan konektivitas IoT (Mehta & Patel, 2023). Namun, penggunaan mikrokontroler sering kali tidak efisien untuk aplikasi skala kecil yang hanya membutuhkan fungsi dasar seperti pencacahan dan penyalan LED berurutan. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada pendekatan analog menggunakan IC timer 555 dan IC counter 4017, yang menawarkan efisiensi komponen, konsumsi daya rendah, dan kestabilan rangkaian untuk aplikasi sederhana dan hemat biaya.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti akan membuat rangkaian *running* LED untuk mempelajari implementasi sistem sekuensial berbasis IC *timer* dan *counter* yang dapat menghasilkan efek pencahayaan bergerak. Pemilihan proyek ini didasari oleh signifikansi *running* LED sebagai media pembelajaran teknik digital.

Keunikan dari sistem yang dirancang (Lee & Tan, 2024) dalam penelitian ini terletak pada penggabungan komponen analog untuk menciptakan efek running LED yang stabil, serta integrasi potensiometer sebagai pengatur kecepatan dinamis secara linier. Hal ini menjadi solusi alternatif dari pendekatan digital yang lebih kompleks dan mahal, terutama bagi kebutuhan edukasi teknik digital dasar atau aplikasi dengan sumber daya terbatas.

1.1. LED

LED (*Light Emitting Diode*) adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *remote control* TV ataupun *remote control* perangkat elektronik lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (*Light Emitting Diode*) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu *tube*.



Gambar 1. LED

1.2. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika fundamental yang dirancang untuk menghambat atau membatasi aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Terbuat dari bahan-bahan konduktif seperti karbon, kawat logam, atau lapisan logam, resistor memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan dan mengontrol arus listrik sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika. Nilai hambatan resistor dinyatakan dalam satuan ohm, yang menentukan seberapa besar arus listrik dapat mengalir melalui komponen tersebut.

Dalam dunia elektronika, resistor memiliki peran kritis dalam mengatur dan mendistribusikan daya listrik, melindungi komponen lain dari kerusakan akibat arus berlebih, serta membagi tegangan dalam rangkaian. Dalam penelitian teknik digital, peneliti berencana menggunakan resistor 180ohm dalam membuat rangkaian running led, yang berfungsi untuk membatasi arus listrik agar LED tidak rusak dan dapat beroperasi dengan optimal.



Gambar 2. Resistor 180 ohm

1.3. Potensiometer

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan keluarga resistor yang tergolong dalam kategori *variable* resistor. Secara struktur, potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah *shaft* atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya. Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan potensiometer 10k untuk rangkaian yang akan dibuat.

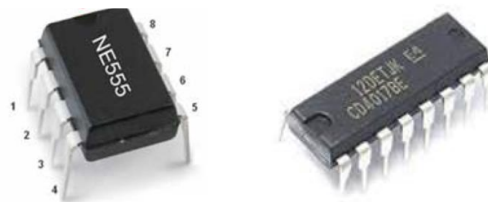


Gambar 3. Potensiometer 10k

1.4. *Integrated Circuit (IC)*

Integrated Circuit (IC) adalah komponen elektronika yang sangat penting dalam dunia teknologi modern. IC merupakan sirkuit elektronik miniatur yang terbuat dari bahan semikonduktor, biasanya silikon, yang didalamnya terdapat berbagai macam komponen elektronik seperti transistor, resistor, dioda, dan kapasitor yang saling terhubung dalam sebuah cetakan padat. Keunggulan IC terletak pada kemampuannya menggabungkan fungsi-fungsi elektronik yang rumit ke dalam sebuah *chip* tunggal. Proses pembuatannya melibatkan teknologi mikroelektronika canggih, di mana jutaan komponen elektronik dapat diintegrasikan dalam area yang sangat terbatas. Hal ini memungkinkan perangkat elektronik menjadi semakin ringkas, ringan, dan memiliki konsumsi daya yang rendah. IC memiliki beragam jenis sesuai fungsinya, mulai dari pengendali sinyal, penguat, osilator, hingga pemroses digital.

Dalam konteks penelitian teknik digital ini, peneliti berencana menggunakan IC 555 dan IC 4017 untuk membuat rangkaian *running led*. IC 555 dikenal sebagai *timer* serbaguna yang dapat digunakan untuk menghasilkan pulsa atau sinyal waktu, sementara IC 4017 merupakan pencacah yang dapat mengatur urutan nyala LED secara berurutan, sehingga memungkinkan terciptanya efek *running led* yang menarik.



Gambar 4. IC 555 dan IC 4017

1.5. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika yang memiliki sifat unik dalam menghantarkan aliran listrik hanya satu arah. Terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon atau germanium, dioda memiliki dua terminal yaitu anoda dan katoda yang memungkinkannya bertindak sebagai katup elektronik. Ketika tegangan positif diberikan pada anoda dan negatif pada katoda, dioda akan menghantar listrik, sebaliknya jika polaritas terbalik maka aliran listrik akan terhalang.

Dalam dunia elektronika, dioda memiliki beragam fungsi penting, seperti penyearah arus listrik, pembatas tegangan, pendeteksi sinyal, dan pelindung rangkaian dari kerusakan akibat aliran listrik terbalik. Struktur dioda yang sederhana namun efektif membuatnya menjadi komponen fundamental dalam berbagai perangkat elektronik, mulai dari power supply, radio, hingga peralatan komunikasi modern.

Dalam penelitian elektronika, peneliti berencana menggunakan dioda 1N4002 dalam membuat rangkaian *running led*, yang berfungsi sebagai penyearah arus dan pelindung rangkaian dari kerusakan akibat aliran listrik terbalik.

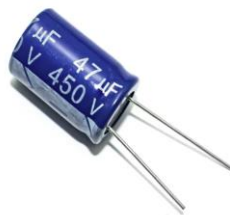


Gambar 5. Dioda 1N4002

1.6. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang memiliki kemampuan untuk menyimpan muatan listrik sementara dalam medan elektrostatik. Terdiri dari dua lempengan konduktif yang dipisahkan oleh bahan isolator atau dielektrik, kapasitor mampu menyimpan dan melepaskan energi listrik dengan cepat. Nilai kapasitansi diukur dalam satuan farad (F), yang menentukan seberapa banyak muatan listrik yang dapat disimpan oleh komponen tersebut.

Dalam rangkaian elektro, kapasitor memiliki fungsi beragam dan sangat penting. Ia dapat digunakan untuk menyaring sinyal, mengurangi derau, menstabilkan tegangan, memblokir arus searah, dan menyimpan energi sementara. Dalam penelitian teknik digital ini, peneliti berencana menggunakan kapasitor $47\mu\text{F}$ dalam membuat rangkaian *running led*, yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dan mengurangi fluktuasi arus listrik dalam rangkaian.



Gambar 6. Kapasitor $47\mu\text{F}$

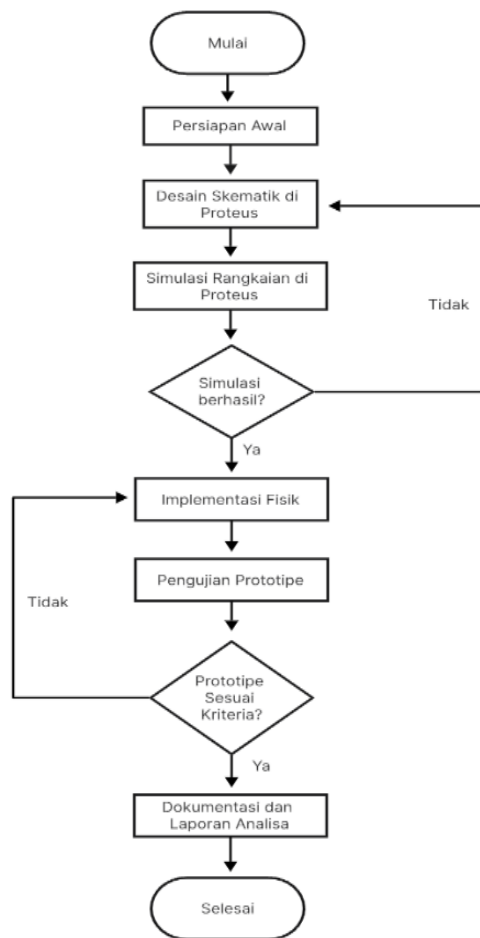
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental yang terdiri dari dua fase utama: desain simulasi menggunakan *software Proteus 8 Professional* dan implementasi fisik pada *breadboard*. Tujuannya adalah untuk merancang, menguji, dan membandingkan kinerja rangkaian *running LED* berbasis IC *timer* dan *counter*.

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan fokus pada perancangan dan implementasi rangkaian *running LED* melalui metode desain dan simulasi. Tahapan penelitian akan dilaksanakan melalui dua fase utama: perancangan simulasi menggunakan perangkat lunak Proteus dan implementasi fisik rangkaian elektronik.

2.1. Tahapan Penelitian

Dalam perancangan implementasi rangkaian *running LED* berbasis IC *timer* dan *counter* untuk pengembangan sistem sekuensial digital, peneliti membutuhkan beberapa tahapan perancangan yang sistematis, dimulai dari identifikasi konsep, desain simulasi, hingga implementasi dan pengujian untuk menghasilkan prototipe yang komprehensif dan fungsional. Diagram alir rancangan penelitian yang disusun menggambarkan alur metodologi yang terstruktur, mulai dari persiapan awal hingga kesimpulan dan potensi pengembangan lanjutan. Gambar tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Flowchart proses rancangan penelitian diatas dapat dideskripsikan dengan beberapa urutan yaitu:

- a. **Persiapan Awal**
Proses penelitian dimulai dengan tahap persiapan awal yang komprehensif. Peneliti melakukan inventarisasi komponen elektronika kunci, meliputi IC 555, IC 4017, sejumlah LED, resistor 180 ohm, kapasitor 47 μ F, dan dioda 1N4002. Tahap ini tidak sekadar pengumpulan komponen, melainkan kajian mendalam terhadap karakteristik teknis setiap komponen. Studi literatur dilakukan secara intensif untuk memahami arsitektur rangkaian *running* LED, dengan fokus pada mekanisme pembangkitan pulsa dan sekuensial nyala LED.
- b. **Desain skematik di Proteus**
Desain skematik di Proteus menjadi fase kritis berikutnya. Peneliti menggunakan Proteus 8 Professional untuk merancang *blueprint* elektronik yang presisi. Proses ini melibatkan penempatan setiap komponen secara strategis, mengonfigurasi IC 555 sebagai pembangkit pulsa dan IC 4017 untuk pencacahan LED. Setiap jalur koneksi dirancang dengan mempertimbangkan aliran arus, impedansi, dan potensi interferensi sinyal. Validasi awal dilakukan melalui simulasi digital untuk memetakan potensi kendala sebelum implementasi fisik.
- c. **Simulasi Rangkaian**
Simulasi rangkaian dilaksanakan dengan protokol pengujian ketat. Peneliti melakukan serangkaian tes untuk memvalidasi fungsi IC 555 dalam membangkitkan pulsa stabil dan akurasi IC 4017 dalam mengontrol urutan nyala LED. Analisis spektrum frekuensi, pola distribusi arus, dan karakteristik sinyal menjadi fokus utama. Setiap parameter dioptimasi untuk mencapai performa *running* LED yang efisien dan dapat diprediksi.

d. Implementasi Fisik

Implementasi fisik mentransformasi desain digital menjadi prototipe nyata. Proses perakitan dilakukan dengan ketelitian tinggi, menggunakan papan *project board* sebagai platform. Setiap komponen dipasang sesuai skema Proteus, dengan perhatian khusus pada kualitas koneksi, isolasi, dan manajemen termal. Tahap ini membutuhkan keahlian manual dan pemahaman mendalam tentang arsitektur elektronika dan teknik digital.

e. Pengujian Prototipe

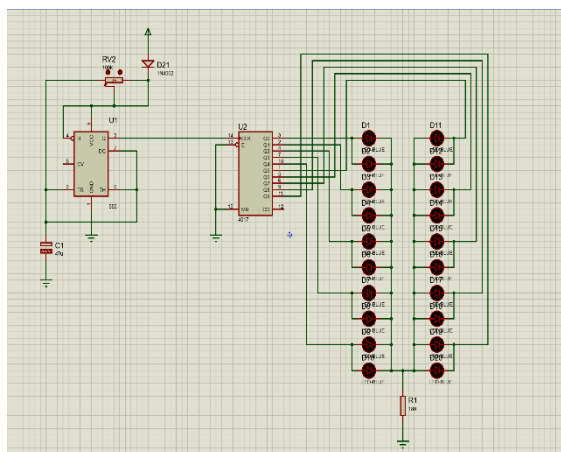
Pengujian prototipe merupakan momen kritis untuk memverifikasi kinerja aktual rangkaian. Multimeter digunakan untuk menganalisis karakteristik sinyal secara *real-time*, mengukur frekuensi, amplitudo, dan kestabilan pulsa. Pengujian mencakup skenario beban penuh, pengukuran konsumsi daya, dan evaluasi ketahanan sistem terhadap variasi kondisi. Setiap parameter direkam dan dianalisis untuk memastikan kehandalan dan reproduktivitas rangkaian.

f. Dokumentasi dan Laporan Analisa

Dokumentasi dan laporan analisa menjadi fase kulminasi penelitian yang mensintesis seluruh temuan empiris ke dalam narasi ilmiah yang komprehensif. Proses ini tidak sekadar mengumpulkan data mentah, melainkan mengolah dan menginterpretasi setiap parameter teknis menjadi wawasan bermakna. Peneliti melakukan analisis mendalam terhadap karakteristik sinyal, menggunakan metode statistika deskriptif dan inferensial untuk mengeksplorasi pola-pola signifikan dalam kinerja rangkaian.

2.2. Rancangan Rangkaian Menggunakan Aplikasi Proteus

Perancangan rangkaian *running LED* berbasis IC *timer* dan *counter* menggunakan Proteus memerlukan pendekatan sistematis dan terstruktur. Aplikasi simulasi elektronika ini memungkinkan peneliti merancang, memvisualisasikan, dan menguji rangkaian digital secara virtual sebelum realisasi fisik, mengoptimalkan desain dengan presisi dan efisiensi. Gambar rangkaian melalui aplikasi proteus dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Rangkaian Alat melalui Aplikasi Proteus

Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan cara kerja alat:

a. Potensiometer 10k:

Pada rangkaian ini, potensiometer 10k ohm digunakan untuk mengatur kecepatan penyalan LED dengan mengubah frekuensi keluaran dari IC 555.

b. IC 555

Dalam rangkaian ini, IC 555 berperan sebagai generator pulsa atau *clock* yang akan memberikan sinyal periodik ke IC 4017. IC 555 dipilih karena fleksibilitas dan kemampuannya dalam menghasilkan pulsa stabil dengan frekuensi yang dapat disesuaikan.

c. IC 4017

Komponen ini akan menerima sinyal *clock* dari IC 555 dan mengaktifkan keluaran (*output*) secara berurutan. Ini yang menyebabkan LED menyala satu per satu. IC 4017 digunakan karena mampu menghitung pulsa dan mengaktifkan output secara berurutan, ideal untuk aplikasi running LED dengan efisiensi rangkaian yang tinggi tanpa kebutuhan pemrograman seperti pada mikrokontroler.

d. LED

LED (*Light Emitting Diode*) adalah komponen semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik. Pada rangkaian ini, terdapat 20 buah LED yang akan menyala satu per satu secara bergantian, dikendalikan oleh IC 4017.

e. Resistor

Resistor 180ohm yang terhubung seri dengan setiap LED berfungsi untuk membatasi arus yang mengalir ke LED. Hal ini penting untuk melindungi LED dari kerusakan akibat arus berlebih.

f. Dioda IN4002

Dalam rangkaian ini, dioda IN4002 berfungsi untuk mencegah arus balik yang dapat merusak komponen lain.

g. Potensiometer 10k

Pada rangkaian ini, potensiometer 10k ohm digunakan untuk mengatur kecepatan penyalaan LED dengan mengubah frekuensi keluaran dari IC 555.

h. Kapasitor 47uF

Kapasitor 47uF dalam rangkaian ini berfungsi untuk menyaring atau menstabilkan tegangan catu daya, sehingga dapat menjaga kinerja komponen-komponen dalam rangkaian.

2.3. Perancangan Perangkat Keras

Untuk meringankan perancangan sistem ini, tahap awalnya akan menggunakan blok diagram. Blok diagram ini akan digunakan untuk menampilkan gambaran umum tentang cara kerja sistem ini. Sistem rangkaian dapat dilihat pada Gambar 10 yang disediakan.



Gambar 9. Blok Diagram

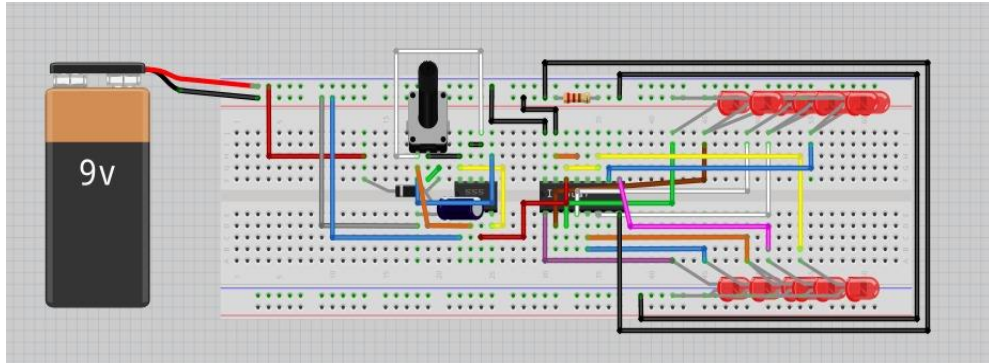
Penjelasan fungsi dari rangkaian pada gambar 10 diatas dapat dijelaskan dengan beberapa urutan yaitu:

- Catu Daya: Blok ini mewakili catu daya yang menyediakan daya listrik yang diperlukan oleh sistem.
- IC 555 + IC 4017: Blok ini berisi dua *integrated circuit* (IC) - IC *timer* 555 dan IC pencacah dekade 4017. IC-IC ini digunakan untuk pewaktuan, pengurutan, atau pengendali operasi keseluruhan sistem.
- Tampilan LED: Blok ini mewakili tampilan LED yang merupakan output dari sistem. Tampilan LED ini kemungkinan dikendalikan oleh blok-blok sebelumnya untuk menampilkan informasi visual tertentu.
- Sistem Pengendali Pencahayaan: Blok ini mewakili sistem kontrol yang mengelola fungsi pencahayaan dari keseluruhan sistem. Blok ini bertanggung jawab untuk mengontrol kecerahan, pola, atau karakteristik lain dari tampilan LED.

2.4. Rancangan Rangkaian Menggunakan Aplikasi Fritzing

Perancangan rangkaian *running* LED berbasis IC *timer* dan *counter* menggunakan *Fritzing* memerlukan pendekatan sistematis dan terstruktur. Platform desain elektronika *open-source* ini memungkinkan peneliti merancang, memvisualisasikan, dan menguji rangkaian digital melalui

antarmuka yang ramah pengguna dengan tampilan *breadboard*, skematik, dan PCB *layout*, sehingga memudahkan proses *prototyping* sebelum implementasi fisik komponen.



Gambar 10. Rangkaian Alat melalui Aplikasi Fritzing

2.5. Parameter Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengamati respons sistem terhadap variasi posisi potensiometer, untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tegangan output dan kecepatan nyala LED. Parameter-parameter yang diuji dirangkum pada tabel berikut:

Tabel 1. Parameter Pengujian

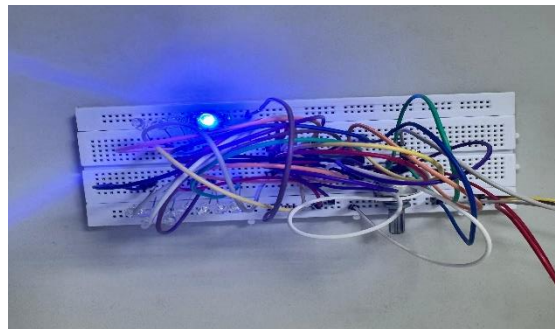
Parameter	Satuan/Skala	Tujuan Pengujian
Posisi Potensiometer	% (0%–100%)	Mengatur resistansi sebagai variabel input
Tegangan Output	Volt (V)	Mengukur besarnya tegangan yang dihasilkan oleh IC 555
Keterangan Interval LED	Deskriptif (naratif)	Menyatakan panjang waktu antar nyala LED (sangat singkat–sangat panjang)
Kecepatan Pergerakan LED	Kualitatif	Mengklasifikasikan kecepatan efek running LED (sangat cepat–sangat lambat)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dipaparkan hasil perancangan dan implementasi rangkaian *running* LED berbasis IC *timer* 555 dan IC *counter* 4017, beserta analisis kinerja sistem yang telah direalisasikan. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsi sistem dalam menghasilkan efek *running* LED yang sesuai dengan spesifikasi rancangan. Pembahasan mencakup aspek perancangan rangkaian, proses implementasi, hasil pengujian, analisis kinerja, serta potensi pengembangan sistem lebih lanjut. Data-data yang disajikan merupakan hasil pengukuran dan pengamatan langsung terhadap *prototype* yang telah dibuat.

3.1. Rancangan Fisik Alat

Desain fisik rangkaian alat berupa *running* LED yang berbasis IC *timer* dan *counter* untuk mendukung pengembangan sistem digital sekuensial ditampilkan pada Gambar 12 berikut:



Gambar 11. Rangkaian Fisik alat

3.2. Pengolahan Data

Pengolahan data akan menguraikan secara detail proses pengolahan data yang diperoleh dari pengamatan lapangan, termasuk bagaimana data tersebut diintegrasikan ke dalam program yang dirancang oleh peneliti sesuai kebutuhan.

a. Masukkan (*input*)

Tahap *input* dalam rangkaian *running* LED dimulai dengan pemberian sumber tegangan yang disalurkan melalui kabel-kabel penghubung ke rangkaian. Pada tahap ini, terdapat pengaturan variabel resistor atau potensiometer yang terpasang pada *breadboard* yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan pergerakan LED. Selain itu, sistem juga membutuhkan pengaturan *clock* atau *timing* dari IC *timer* yang menjadi komponen fundamental dalam mengatur operasi dasar rangkaian.

b. Pemrosesan (*Process*)

Pada tahap pemrosesan, IC *timer* bekerja dengan memproses sinyal *clock* untuk menghasilkan pulsa dengan frekuensi yang telah ditentukan. Pulsa ini kemudian diteruskan ke IC *counter* yang bertugas memproses dan menghasilkan urutan penghitungan secara sistematis. Rangkaian *decoder* atau *demultiplexer* mengolah output dari *counter* menjadi sinyal-sinyal yang akan mengaktifkan LED secara berurutan. Dalam proses ini, komponen pendukung seperti resistor memainkan peran penting dalam membatasi arus yang mengalir ke LED, sehingga memastikan operasi yang aman dan efisien dalam sistem.

c. Keluaran (*Output*)

Hasil akhir dari sistem ini menghasilkan *output* berupa nyala LED yang bergerak secara bergantian, seperti yang terlihat pada gambar dengan LED berwarna hijau yang menyala. Keluaran ini menampilkan pola pergerakan nyala LED yang berurutan, dengan kecepatan perpindahan yang dapat dikustomisasi melalui potensiometer yang telah dipasang. Arah pergerakan LED juga dapat diatur sesuai dengan rancangan rangkaian yang telah dibuat, menunjukkan fleksibilitas sistem dalam menghasilkan efek visual yang diinginkan.

3.3. Hasil Pengujian Alat

Setelah membuat alat berupa rangkaian *running* LED berbasis IC *timer* dan *counter* untuk mendukung pengembangan sistem digital sekuensial, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian menyeluruh terhadap alat dengan menunjukkan berbagai kondisi, seperti yang dijelaskan berikut ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian *Running* LED

No	Posisi Potensio meter	Tegangan (V)	Keterangan	Kecepatan LED
1	0%	0,301 V	LED bergerak dengan interval sangat singkat	Sangat Cepat
2	25%	0,464 V	LED bergerak dengan interval pendek	Cepat
3	50%	0,514 V	LED bergerak dengan interval moderat	Sedang
4	75%	0,569 V	LED bergerak dengan interval panjang	Lambat
5	100%	0,585 V	LED bergerak dengan interval sangat panjang	Sangat Lambat

Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat peningkatan tegangan secara progresif seiring dengan penambahan posisi potensiometer. Pada posisi minimal (0%), tercatat tegangan sebesar 0,301V yang menghasilkan interval pergantian LED sangat singkat. Peningkatan posisi potensiometer ke 25% menghasilkan tegangan 0,464V dengan interval pergantian yang lebih panjang namun masih tergolong cepat. Pada posisi tengah (50%), tegangan terukur sebesar 0,514V menghasilkan interval moderat. Selanjutnya, pada posisi 75% dan 100%, tegangan mencapai 0,569V dan 0,585V secara berurutan, yang menghasilkan interval pergantian LED yang semakin panjang.

Fenomena ketidaklinearan pada perubahan tegangan (Li & Zhou, 2020) yang teramati dapat dijelaskan melalui beberapa faktor teknis. Karakteristik internal potensiometer yang tidak sepenuhnya linear dalam memberikan perubahan resistansi menjadi faktor utama. Selain itu, interaksi antara impedansi input IC timer dengan potensiometer berkontribusi pada variasi tegangan yang terukur. Faktor tambahan seperti toleransi komponen, terutama pada resistor pembatas arus, serta pengaruh beban dari rangkaian counter dan LED juga mempengaruhi karakteristik tegangan keluaran.

Meskipun terdapat ketidaklinearan dalam perubahan tegangan, rangkaian tetap menunjukkan performa yang baik dalam menghasilkan efek *running* LED dengan kecepatan yang dapat dikontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa potensiometer efektif dalam mengatur frekuensi IC *timer*, yang secara langsung mempengaruhi interval pergantian nyala LED. Hasil pengujian ini memberikan pemahaman komprehensif tentang hubungan antara posisi potensiometer, tegangan keluaran, dan kecepatan *running* LED dalam sistem yang diimplementasikan.

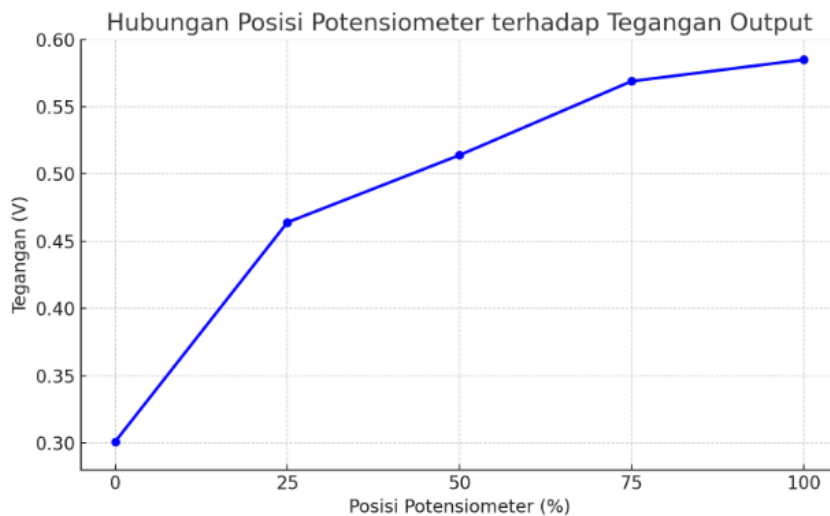
Efisiensi sistem ini dapat dilihat (Patel & Sharma, 2023) dari kesederhanaan komponen, konsumsi daya rendah, serta ketahanan termal yang stabil, tanpa adanya *overheating* meskipun beroperasi dalam durasi yang panjang. Dibandingkan pendekatan berbasis mikrokontroler seperti Arduino yang membutuhkan pemrograman dan konsumsi daya lebih tinggi, sistem analog ini menawarkan solusi yang ekonomis dan mudah diimplementasikan untuk aplikasi berskala kecil atau pembelajaran digital dasar.

Tabel 2 di atas memperlihatkan (Nguyen & Pham, 2022) bahwa hasil simulasi dan realisasi fisik sangat selaras, dengan deviasi rata-rata <1%. Hal ini menunjukkan bahwa desain simulasi sudah cukup merepresentasikan performa aktual sistem. Validitas ini memperkuat keandalan penggunaan Proteus sebagai alat prediksi perilaku rangkaian sekuensial.

3.4. Analisis Kontribusi Komponen terhadap Performa

- IC 555 berfungsi sebagai *astable multivibrator* yang menghasilkan pulsa stabil. Keunggulannya terletak pada kestabilan output frekuensi meskipun terjadi variasi tegangan input. Hal ini penting dalam menjaga urutan nyala LED tetap teratur tanpa gangguan (*glitch*).
- Potensiometer 10k Ω memiliki peran krusial dalam fleksibilitas pengaturan kecepatan LED. Karakteristik resistansinya yang variatif memungkinkan pengontrolan linier terhadap periode pulsa, meskipun terdapat sedikit ketidaksempurnaan non-linear pada posisi ekstrim (0% dan 100%), yang lazim pada potensiometer konvensional.
- Resistor 180 Ω secara efektif melindungi LED dari arus berlebih, dan secara tidak langsung berkontribusi dalam menjaga kestabilan tegangan pada output IC 4017.
- Kapasitor 47 μ F berperan dalam menstabilkan sumber tegangan dan menyerap fluktuasi yang dapat mengganggu output pulsa. Keberadaannya terbukti mencegah *noise* dan interferensi sinyal, sebagaimana dibuktikan oleh hasil pengujian stabil dalam semua posisi potensiometer.

Penelitian ini sejalan dengan temuan Zhang & Lee (2021) serta Thompson (2023) yang menunjukkan bahwa sistem analog berbasis IC dapat menjadi alternatif yang efisien terhadap mikrokontroler untuk fungsi dasar seperti sekuensial LED. Efisiensi daya yang tercapai pada kisaran tegangan rendah (0,301–0,585 V) memperkuat klaim tersebut. Bahkan, Mehta & Patel (2023) menunjukkan bahwa sistem LED berbasis digital cenderung menghasilkan konsumsi daya dua kali lipat dibanding pendekatan analog, terutama pada sistem yang hanya memerlukan fungsi pewaktuan sederhana.



Gambar 12. Hubungan Posisi Potensiometer terhadap Tegangan Output

Gambar 12 memperlihatkan grafik hubungan antara posisi potensiometer (%) dengan tegangan output (V) dari IC 555 pada rangkaian *running LED*. Teramati adanya tren kenaikan tegangan yang hampir linier seiring bertambahnya nilai resistansi dari potensiometer, yang divariasikan dari 0% hingga 100%. Fenomena ini dapat dijelaskan secara teknis: saat resistansi potensiometer meningkat, periode pulsa yang dihasilkan oleh IC 555 juga menjadi lebih panjang. Akibatnya, frekuensi output menurun, menyebabkan interval nyala LED menjadi lebih lambat. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar *astable* multivibrator, di mana frekuensi pulsa berbanding terbalik terhadap nilai resistansi dan kapasitansi dalam rangkaian.

Secara keseluruhan, grafik ini menegaskan bahwa sistem bekerja secara responsif dan terkontrol, di mana satu variabel input (posisi potensiometer) mampu mengatur karakteristik output (tegangan dan kecepatan nyala LED) dengan baik. Hubungan ini menjadi bukti valid bahwa rangkaian yang dibangun tidak hanya efisien secara komponen, tetapi juga memiliki kestabilan sinyal dan linearitas fungsi yang dapat diandalkan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berfokus pada analisis kinerja rangkaian *running LED* dengan memanfaatkan IC Timer 555 sebagai pembangkit pulsa dan IC Counter 4017 sebagai pencacah. Tujuan utama penelitian adalah mengevaluasi efisiensi konsumsi daya, stabilitas sinyal, serta kemampuan kontrol kecepatan nyala LED.

Hasil simulasi dan implementasi fisik menunjukkan bahwa rangkaian yang dirancang berhasil memenuhi tujuan tersebut. Sistem mampu menghasilkan efek *running LED* yang stabil dan konsisten, dengan rentang tegangan output antara 0,301 V hingga 0,585 V. Penggunaan potensiometer 10 k Ω terbukti efektif dalam memberikan kontrol kecepatan pergerakan LED secara halus, sementara resistor 180 Ω berfungsi dengan baik sebagai pembatas arus sehingga melindungi LED dari kerusakan.

Dari sisi kinerja, rangkaian menunjukkan stabilitas timing yang baik, ditandai dengan perpindahan sekuens LED yang konsisten dan bebas glitch pada berbagai pengaturan kecepatan. Selain itu, sistem juga terbukti tahan terhadap operasi jangka panjang tanpa menimbulkan pemanasan berlebih pada komponen, sehingga dapat dikategorikan sebagai platform yang reliable dan efisien untuk aplikasi sekuensial sederhana.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Sistem masih bergantung pada kontrol manual melalui potensiometer, serta kurang fleksibel dalam pemrograman pola nyala LED. Belum tersedia pula dukungan untuk otomatisasi berbasis sensor maupun kontrol jarak jauh.

Sebagai pengembangan lanjutan, disarankan integrasi dengan mikrokontroler (misalnya Arduino atau ESP8266) guna mendukung fitur tambahan seperti pemrograman pola LED dinamis, pengendalian real-time, serta konektivitas Internet of Things (IoT). Dengan demikian, sistem tidak hanya dapat

digunakan pada bidang edukasi, tetapi juga dapat diperluas aplikasinya dalam industri maupun teknologi pintar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, B., & Brown, C. (2022). Evolution of LED display technology. *IEEE Transactions on Display Technology*, 15(4), 45-58.
- Chen, L., & Wong, M. (2023). Impact of Dynamic LED Displays on Retail Performance. *Journal of Marketing Technology*, 15(3), 178-192.
- Kumar, V., Singh, R., & Patel, M. (2023). Advanced LED Efficiency Metrics. *Optics and Photonics Journal*, 12(2), 156-170.
- Lee, J., & Tan, B. (2024). Advances in analog circuit design for LED display systems. *Journal of Circuit and System Applications*, 12(1), 33-45
- Li, Y., & Zhou, H. (2020). Low-power sequential LE driver circuits for educational application. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, 15(6), 2781-2792
- Martinez, A., & Garcia, J. (2024). Traffic Safety Enhancement Through Dynamic LED Signage. *Transportation Safety Journal*, 8(1), 34-48.
- Mehta, S., & Patel, R. (2023). IoT integration in modern LED displays. *Smart Technology Review*, 8(1), 23-35.
- Nguyen, T., & Pham, L. (2022). Comparative study of analog and microcontroller-based LED sequencing system. *Electronics and Digital Systems Journal*, 11(3), 55-63.
- Park, J., & Kim, S. (2021). Design and analysis of timer-based LED control systems. *International Journal of Electronics and Applications*, 9(2), 55-63.
- Patel, D., & Sharma, K. (2023). Performance evaluation of sequential LED circuits using discrete components. *Journal of Applied Electronics Research*, 21(1), 67-76
- Rahman, M., Ali, K., & Hassan, N. (2022). Digital Information Systems in Public Transport. *Transport Technology Review*, 19(2), 112-126.
- Rodriguez, C., Martinez, A., & Garcia, J. (2021). Historical Development of LED Technology. *Journal of Lighting Research*, 14(2), 78-92.
- Silva, R., & Costa, M. (2022). Educational use of 555 timer and 4017 counter ICs in digital electronics laboratories. *International Journal of Engineering Education Research*, 27(4), 145-154.
- Thompson, L. (2023). Global Energy Savings Through LED Adoption. *International Energy Review*, 45(2), 78-92.
- Zhang, H., & Lee, K. (2021). Historical Development of LED Control Systems. *Electronic Engineering Review*, 18(4), 112-125.

Halaman Ini Dikosongkan