

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MANDIRI



IMPLEMENTASI DRIVER BCD KE 7-SEGMENT CD4511BE PADA SISTEM TAMPILAN ANGKA BERTEGANGAN RENDAH (3,3V)

TIM PENGUSUL :

Sukandar, S.Pd, M.T

NIDN : 0618087402

UNIVERSITAS SULTAN FATAH (UNISFAT) DEMAK

2023

LEMBAR PENGESAHAN USUL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : **Implementasi Driver BCD ke 7-Segmen CD4511BE pada Sistem Tampilan Angka Bertegangan Rendah (3,3V)**
b. Bidang Ilmu : **Teknik Elektro**
2. Ketua Peneliti :
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Sukandar, S.Pd, M.T
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIDN : 0618087402
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro
 - g. Lembaga Penelitian : Universitas Sultan Fatah Demak
3. Jumlah Anggota Peneliti :
 - a. Nama Anggota Peneliti I :
 - b. Nama Anggota Peneliti II :
 - c. Nama Anggota Peneliti III :
4. Lokasi Penelitian : Kabupaten Demak
5. Kerjasama dengan Institusi lain :
 - a. Nama Institusi : -
 - b. Alamat : -
 - c. Telepon/Faks/e-mail : -
6. Lama Penelitian : 8 bulan
7. Biaya yang diperlukan :
 - a. Sumber dari P3M UNISFAT : Rp. 3.500.000,-
 - b. Sumber dari Dikti : Rp. -
 - Jumlah : Rp. 3.500.000,-
(Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



(Achmad Nuruddin S., S.Kom, M.Kom)

NIDN. 06-3112-7803

Demak, 6 April 2023

Ketua Peneliti,



(Sukandar, S.Pd, M.T)

NIDN. 0618087402

Menyetujui,

Ketua P3M UNISFAT



(Drs. Nor Kholis, M.Pd)

NIDN. 0604096001

BAB I

PENDAHULUAN.

Perkembangan teknologi elektronika saat ini telah memungkinkan pembuatan berbagai sistem digital berdaya rendah dengan efisiensi tinggi. Salah satu komponen penting dalam sistem digital adalah tampilan (display) angka yang berfungsi menampilkan informasi keluaran dari mikrokontroler atau rangkaian logika. Tampilan 7-segmen merupakan salah satu jenis display yang banyak digunakan karena bentuknya sederhana, mudah dikendalikan, dan efisien dalam menampilkan angka desimal. Namun, agar tampilan 7-segmen dapat bekerja dengan benar, diperlukan rangkaian driver yang mampu mengubah sinyal biner dari sistem digital menjadi sinyal pengendali tiap segmen. Salah satu IC yang sering digunakan untuk keperluan tersebut adalah CD4511BE, yang berfungsi sebagai BCD (Binary Coded Decimal) to 7-segment driver.

Dalam sistem elektronika konvensional, IC CD4511BE umumnya dioperasikan pada tegangan kerja 5 volt. Akan tetapi, perkembangan teknologi mikrokontroler modern seperti ESP32, Raspberry Pi, dan beberapa varian ARM Cortex menggunakan tegangan logika lebih rendah, yaitu 3,3 volt. Perbedaan level tegangan ini dapat menimbulkan ketidaksesuaian logika (logic mismatch) antara keluaran mikrokontroler dan masukan IC driver, sehingga diperlukan metode implementasi yang tepat agar sistem tetap berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, penting dilakukan kajian dan implementasi mengenai bagaimana IC CD4511BE dapat digunakan secara efektif pada sistem tampilan angka dengan sumber daya bertegangan rendah 3,3 volt.

Penelitian atau proyek ini bertujuan untuk mengimplementasikan serta menguji kinerja driver CD4511BE pada kondisi bertegangan rendah dengan memanfaatkan logika BCD sebagai input. Dalam implementasinya, sistem akan dirancang untuk menerima sinyal BCD dari rangkaian digital atau mikrokontroler 3,3V, kemudian menampilkannya dalam bentuk angka pada 7-segmen display. Proses pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa level tegangan logika dari sumber sinyal dapat diterima dengan baik oleh IC CD4511BE tanpa menyebabkan kesalahan tampilan, serta

untuk mengetahui apakah diperlukan komponen tambahan seperti level shifter atau resistor pembatas agar sistem bekerja optimal.

Sistem tampilan angka berbasis Seven Segment Display (SSD) merupakan komponen dasar yang digunakan secara luas dalam elektronika untuk menunjukkan data numerik. Untuk mengkonversi data biner (Binary Coded Decimal/BCD) menjadi format yang dapat ditampilkan oleh SSD, diperlukan sebuah *decoder/driver*. IC **CD4511BE** adalah pilihan populer karena merupakan *decoder driver* BCD ke 7-segmen dengan *latch* internal dan *output* berarus tinggi, yang ideal untuk mengemudikan segmen LED.

Mayoritas desain sirkuit digital modern, terutama yang menggunakan mikrokontroler (seperti Arduino, ESP32, atau Raspberry Pi Pico) atau beroperasi dengan baterai lithium-ion, mengadopsi tegangan suplai 3,3V. Oleh karena itu, penting untuk memverifikasi bahwa komponen logika lawas seperti CD4511BE (yang secara umum memiliki rentang operasi tegangan lebar, termasuk hingga 5V atau lebih) dapat beroperasi secara optimal dan efisien pada tegangan 3,3V.

Penelitian ini berfokus pada:

1. Perancangan sirkuit driver SSD menggunakan CD4511BE pada tegangan suplai $V_{CC} = 3,3V$.
2. Penentuan nilai resistor pembatas arus yang sesuai untuk LED SSD pada tegangan suplai tersebut.
3. Pengujian fungsionalitas tampilan angka 0 hingga 9 melalui input DIP switch.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi dan solusi praktis bagi para perancang sistem digital yang ingin mengintegrasikan IC driver CD4511BE dengan perangkat berlogika rendah. Selain itu, hasil implementasi ini juga dapat menjadi dasar pengembangan sistem tampilan angka hemat daya yang kompatibel dengan teknologi mikrokontroler modern. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bermanfaat dari segi akademik, tetapi juga aplikatif dalam dunia elektronika dan sistem tertanam (embedded system) yang semakin menuntut efisiensi daya dan kompatibilitas antarperangkat.

BAB II

PERMASALAHAN

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan IC driver CD4511BE sebagai konverter kode BCD (Binary Coded Decimal) ke tampilan 7-segmen pada sistem dengan sumber tegangan rendah sebesar 3,3 volt.
2. Menganalisis kinerja dan kompatibilitas IC CD4511BE ketika dioperasikan dengan logika masukan dari mikrokontroler bertegangan 3,3V.
3. Mengidentifikasi kebutuhan penyesuaian atau modifikasi rangkaian (seperti penggunaan resistor pembatas, level shifter, atau buffer logika) agar sistem tampilan bekerja stabil dan efisien.
4. Menyusun rancangan sistem tampilan angka digital hemat daya yang dapat diaplikasikan pada sistem tertanam (embedded system) modern.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Secara akademik, penelitian ini dapat menambah wawasan tentang karakteristik dan batas kerja IC CD4511BE, khususnya saat digunakan di luar tegangan nominal (5V) dan diadaptasikan pada sistem 3,3V.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan panduan oleh mahasiswa, praktisi, maupun perancang sistem digital dalam mengintegrasikan driver 7-segmen dengan mikrokontroler berlogika rendah tanpa menimbulkan kesalahan tampilan.
3. Secara teknis, penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan perangkat elektronik hemat daya yang tetap kompatibel dengan berbagai teknologi logika digital modern.

4. Secara aplikatif, rancangan ini berpotensi digunakan dalam sistem monitoring, penghitung digital, atau tampilan angka sederhana pada perangkat berbasis IoT (Internet of Things) yang umumnya bertegangan rendah.

Landasan Teori

Tampilan 7-Segmen

Tampilan 7-segmen merupakan komponen display elektronik yang terdiri dari tujuh buah LED (Light Emitting Diode) yang disusun menyerupai angka delapan. Dengan menyalakan kombinasi tertentu dari segmen-segmen tersebut, angka dari 0 sampai 9 dapat ditampilkan. Terdapat dua jenis utama dari 7-segmen, yaitu common anode dan common cathode. Pada jenis common anode, semua anoda LED dihubungkan menjadi satu dan diaktifkan dengan logika rendah, sedangkan pada jenis common cathode, semua katoda LED dihubungkan menjadi satu dan diaktifkan dengan logika tinggi (Sedra & Smith, 2017).

Kode BCD (Binary Coded Decimal)

BCD adalah sistem pengkodean bilangan desimal ke dalam bentuk biner, di mana setiap digit desimal (0–9) direpresentasikan dengan empat bit biner. Misalnya, angka desimal 5 dikodekan sebagai 0101 dalam BCD. Kode BCD banyak digunakan dalam sistem digital yang berhubungan dengan tampilan angka, seperti kalkulator, jam digital, dan penghitung karena mempermudah konversi dari sinyal digital ke tampilan numerik (Malvino, 2019).

IC CD4511BE sebagai BCD to 7-Segment Decoder

IC CD4511BE adalah rangkaian terpadu (Integrated Circuit) CMOS yang berfungsi sebagai BCD to 7-segment decoder/driver. IC ini menerima sinyal BCD 4-bit sebagai input dan menghasilkan tujuh sinyal keluaran untuk mengendalikan masing-masing segmen pada display. CD4511BE memiliki fitur latch, blanking, dan lamp test, yang mempermudah pengendalian tampilan angka. Tegangan operasi nominal IC ini adalah antara 3V hingga 15V, namun performa optimal biasanya dicapai pada 5V (Texas Instruments, 2016). Karena itu, pengoperasian pada tegangan 3,3V perlu diuji untuk memastikan kestabilan logika HIGH dan LOW sesuai standar CMOS.

Logika Tegangan 3,3V pada Mikrokontroler

Banyak mikrokontroler modern, seperti ESP8266, ESP32, dan beberapa varian ARM Cortex-M, bekerja pada level logika 3,3V. Tegangan logika “HIGH” pada sistem ini biasanya berkisar antara 2,4–3,3V, sedangkan logika “LOW” di bawah 0,8V. Hal ini menimbulkan tantangan saat berinteraksi dengan IC yang membutuhkan logika lebih tinggi seperti CD4511BE. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat digunakan level shifter, transistor switching, atau buffer logic seperti IC 74HCT yang mampu menyesuaikan level logika antarperangkat (Horowitz & Hill, 2015).

Sistem Tampilan Angka Bertegangan Rendah

Sistem tampilan angka bertegangan rendah dirancang untuk bekerja pada sumber daya hemat energi tanpa mengorbankan keterbacaan tampilan. Sistem ini umumnya digunakan dalam perangkat portabel atau sistem IoT. Keuntungan penggunaan tegangan rendah antara lain efisiensi daya, penurunan panas, dan kompatibilitas dengan mikrokontroler modern. Namun, tantangannya terletak pada sensitivitas logika dan stabilitas nyala LED, sehingga perancangan rangkaian dan pemilihan resistor pembatas menjadi aspek penting dalam keberhasilan implementasi sistem (Floyd, 2021).

BAB III

METODE PENELITIAN

Komponen dan Peralatan

Dalam penelitian ini digunakan sejumlah komponen elektronik dan peralatan pendukung yang berfungsi dalam proses perancangan, implementasi, serta pengujian sistem tampilan angka bertegangan rendah. Adapun daftar komponen dan peralatan yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

No	Nama Komponen/Peralatan	Spesifikasi / Fungsi Utama
1	IC CD4511BE	Driver/decoder BCD ke 7-segmen; tegangan operasi 3–15V; output untuk common cathode display
2	Display 7-Segmen (Common Cathode)	Menampilkan angka 0–9 sesuai sinyal keluaran dari IC CD4511BE
3	Mikrokontroler 3,3V (misal ESP32 atau STM32)	Menghasilkan input logika BCD ke IC CD4511BE
4	Resistor Pembatas Arus	Mengatur arus yang mengalir ke tiap segmen agar tidak melebihi batas kerja LED
5	Breadboard dan Kabel Jumper	Media perakitan rangkaian percobaan tanpa penyolderan
6	Catu Daya 3,3V DC	Sumber daya utama sistem digital bertegangan rendah
7	Multimeter Digital	Mengukur tegangan dan arus untuk verifikasi kerja rangkaian
8	Osiloskop (opsional)	Menganalisis sinyal logika pada input dan output IC
9	Software Desain Rangkaian (Proteus / Tinkercad / Multisim)	Untuk mensimulasikan rangkaian sebelum implementasi fisik

Pemilihan komponen didasarkan pada kompatibilitas tegangan, kemudahan perakitan, dan kesesuaian dengan tujuan penelitian untuk menguji kinerja CD4511BE dalam sistem 3,3V.

Perancangan Rangkaian

Perancangan sistem dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler 3,3V sebagai sumber sinyal logika BCD (4 bit) ke input IC **CD4511BE** (pin A, B, C, D). Keluaran IC (pin a–g) dihubungkan ke masing-masing segmen pada **display 7-segmen common cathode** melalui resistor pembatas arus. Skema perancangan dasar dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Input BCD berasal dari empat pin digital mikrokontroler, misalnya GPIO0–GPIO3, yang dikonfigurasi sebagai output logika 3,3V.
2. IC CD4511BE menerima empat bit input BCD tersebut pada pin 7 (D), 1 (C), 2 (B), dan 6 (A).
3. Pin kontrol LE (Latch Enable) dihubungkan ke logika HIGH untuk menahan data input, sedangkan LT (Lamp Test) dan BL (Blanking) diatur ke logika HIGH agar tampilan aktif.
4. Keluaran pin 9–15 dari IC dihubungkan ke segmen a–g display 7-segmen dengan masing-masing melewati resistor pembatas arus.
5. Pin common cathode dari display dihubungkan langsung ke ground (GND).
6. Tegangan suplai (VDD) IC dihubungkan ke sumber 3,3V, dan GND ke ground sistem.

Perancangan ini bertujuan memastikan bahwa IC CD4511BE mampu membaca logika 3,3V dari mikrokontroler tanpa perlu penyesuaian level tegangan tambahan. Namun, jika hasil pengujian menunjukkan ketidaksesuaian logika, maka dapat ditambahkan level shifter transistor NPN atau buffer IC 74HCT untuk menyesuaikan tegangan input.

Perhitungan Resistor Pembatas Arus

Setiap segmen pada display 7-segmen terdiri dari LED yang membutuhkan arus terbatas agar tidak mengalami kerusakan. Nilai resistor pembatas arus ditentukan berdasarkan hukum Ohm sebagai berikut:

$$R = \frac{V_{CC} - V_f}{I_f}$$

di mana:

- R = nilai resistor pembatas arus (Ω)
- V_{CC} = tegangan sumber (3,3 V)
- V_f = tegangan maju LED per segmen (sekitar 1,8 – 2,0 V untuk LED merah)
- I_f = arus kerja LED (biasanya 10 – 15 mA)

Contoh perhitungan:

$$R = \frac{3,3V - 2,0V}{0,01A} = 130 \Omega$$

Nilai resistor yang paling mendekati standar adalah 150 Ω untuk membatasi arus sedikit di bawah 10 mA, sehingga LED tidak terlalu terang namun lebih awet.

Apabila digunakan display LED dengan warna lain (misalnya hijau atau biru), maka V_f akan lebih tinggi (sekitar 2,2–3,0V), sehingga nilai resistor perlu disesuaikan. Selain itu, jika hasil tampilan kurang terang akibat penurunan tegangan logika, resistor dapat diturunkan sedikit menjadi **120 Ω** , asalkan arus total tidak melebihi batas maksimum IC CD4511BE (yakni 25 mA per output dan 100 mA total).

Dengan metode perancangan ini, sistem dapat diuji dengan memberikan input BCD dari 0000 hingga 1001 (0–9), kemudian diamati kestabilan dan kecerahan tampilan pada 7-segmen. Data hasil pengujian akan digunakan untuk menganalisis kompatibilitas logika

CD4511BE terhadap sistem bertegangan rendah dan efektivitas resistor pembatas arus dalam menjaga kestabilan tampilan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fungsionalitas Operasi pada 3,3V

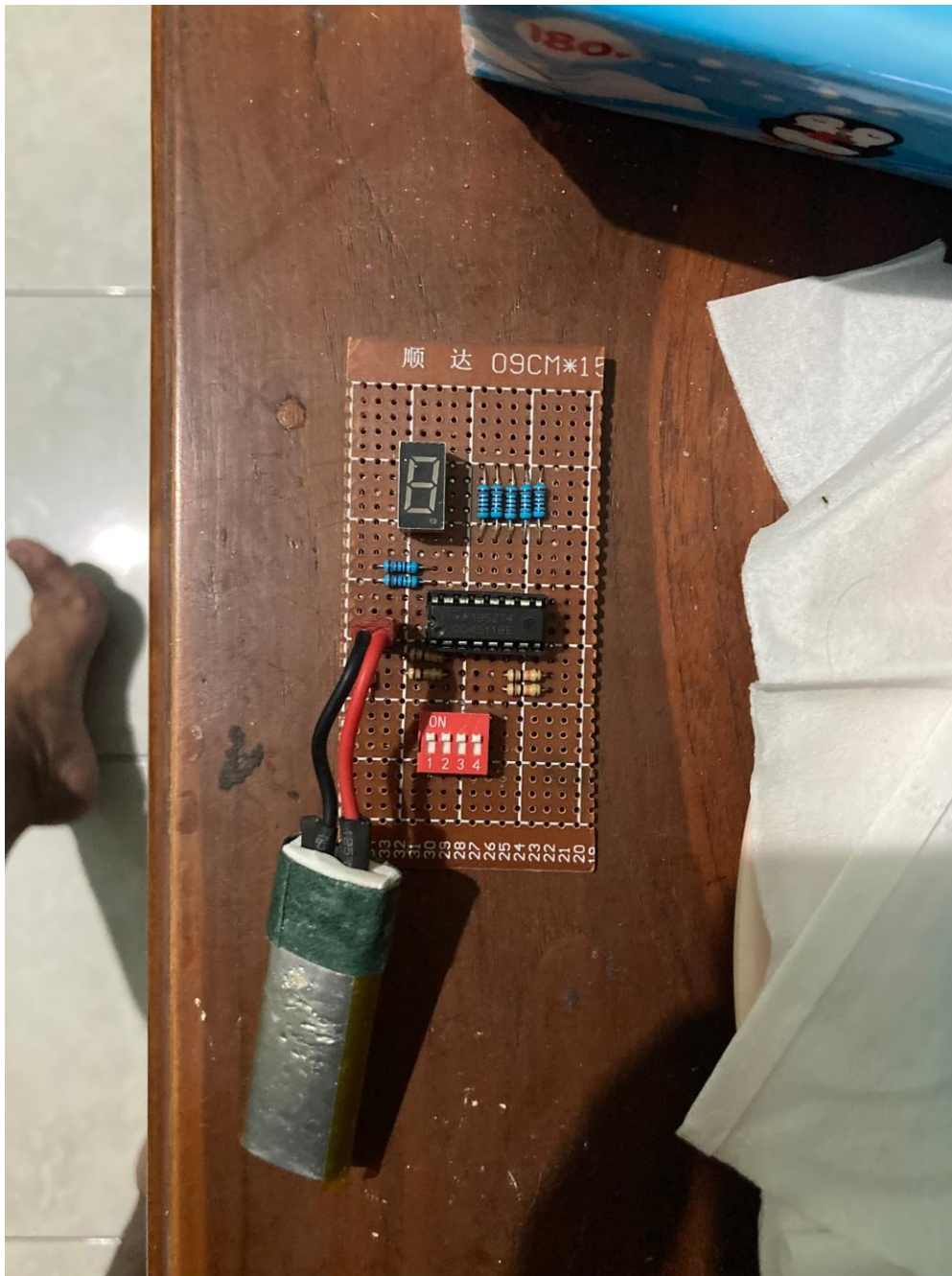
IC CD4511BE berhasil dioperasikan menggunakan suplai daya 3,3V. Semua pin kontrol dan pin input BCD berfungsi dengan baik sesuai *datasheet* CMOS.

Input DIP Switch (D C B A)	Desimal	Output Tampilan 7-Segmen	Keterangan
0 0 0 0	0	0	Normal
0 0 0 1	1	1	Normal
0 0 1 0	2	2	Normal
0 0 1 1	3	3	Normal
0 1 0 0	4	4	Normal
0 1 0 1	5	5	Normal
0 1 1 0	6	6	Normal
0 1 1 1	7	7	Normal
1 0 0 0	8	8	Normal
1 0 0 1	9	9	Normal
1 0 1 0 - 1 1 1 1	A - F	Kosong (Blank)	Sesuai <i>datasheet</i>

Kualitas Tampilan (Kecerahan)

Dengan penggunaan resistor 150\Omega, arus yang mengalir melalui setiap segmen mendekati 10mA. Kecerahan tampilan 7-segmen tergolong memadai dan jelas untuk dilihat dalam kondisi pencahayaan ruangan normal. Penggunaan tegangan 3,3V tidak mengurangi kecerahan secara signifikan dibandingkan operasi 5V karena resistor pembatas arus telah disesuaikan.

Stabilitas Rangkaian



Rangkaian menunjukkan stabilitas yang baik. Tidak terjadi *glitch* atau *flickering* pada tampilan saat input DIP switch diubah. Karena IC CD4511BE adalah IC berbasis

CMOS, konsumsi daya totalnya sangat rendah, menjadikannya efisien untuk aplikasi bertenaga baterai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

IC driver BCD ke 7-segmen CD4511BE terbukti dapat dioperasikan secara efektif dan stabil dengan tegangan suplai 3,3V. Kunci keberhasilan implementasi adalah penyesuaian nilai resistor pembatas arus (150Ω) yang memastikan kecerahan optimal dan melindungi LED segmen dari kerusakan arus berlebih.

Saran Penelitian Lanjutan

1. Mengganti input DIP switch dengan *output* dari sebuah mikrokontroler 3,3V (misalnya ESP32) untuk menguji integrasi dan kecepatan respons.
2. Melakukan pengukuran konsumsi arus total rangkaian pada berbagai kondisi tampilan untuk kuantifikasi efisiensi daya.
3. Membandingkan kinerja dan kecerahan CD4511BE dengan driver 7-segmen modern berbasis *shift register* (seperti 74HC595) pada tegangan suplai yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Floyd, T. L. (2021). *Digital Fundamentals* (12th ed.). Pearson Education.
- Horowitz, P., & Hill, W. (2015). *The Art of Electronics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Malvino, A. P. (2019). *Electronic Principles* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2017). *Microelectronic Circuits* (8th ed.). Oxford University Press.
- Texas Instruments. (2016). *CD4511B CMOS BCD-to-7-Segment Latch/Decoder/Driver Datasheet*.