

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian tugas akhir ini terdapat beberapa referensi yang mendasari untuk dilakukan penelitian ini antara lain:

1. *Alat Ukur Karakteristik Kurva Bipolar Junction Transistor Berbasis Personal Computer pada tahun 2015, oleh Handoko, dkk., pada tahun 2015*, jurnal tersebut data tegangan yang diperoleh menggunakan konversi data analog ke digital sebesar 8bit melalui mikrokontroler ATmega 8535 dan komunikasi data ke computer masih menggunakan UART serial RS232 sehingga kecepatan data masih terlalu lambat.
2. *Perancangan Perangkat Keras Alat Uji Bipolar Junction Transistor Berbasis Mikrokontroler oleh Dedi, dkk., pada tahun 2019*, jurnal tersebut digunakan untuk menguji karakteristik transistor menggunakan Arduino nano yang dihasilkan beberapa nilai parameter data. Namun pada penelitian tersebut tidak dibuat grafik karakteristik karena tidak menggunakan antarmuka komputer.

Sehingga dengan melalui beberapa referensi tersebut akan dibuat sebuah penelitian pada tugas akhir ini yaitu tentang alat uji karakteristik transistor secara otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 dan antarmuka delphi melalui jaringan WiFi, serta akan ditambahkan beberapa peripheral lain seperti ADC eksternal ADS1115 dengan resolusi 16bit dan DAC eksternal MCP4725 dengan resolusi 12bit untuk memperoleh data dengan akurasi yang cukup tinggi.

2.2 Karakteristik Transistor

Transistor adalah komponen semikonduktor yang digunakan untuk menguatkan sinyal atau sebagai saklar dalam rangkaian elektronik. Transistor umumnya memiliki tiga terminal: Basis (B), Kolektor (C), dan Emitor (E). Ada dua jenis transistor yang paling umum digunakan, yaitu Transistor Bipolar Junction (BJT) dan Transistor Efek Medan (FET). Pada umumnya, alat uji karakteristik transistor secara otomatis lebih sering digunakan untuk menguji BJT karena karakteristik arus-tegangan (I-V) pada transistor jenis ini lebih kompleks dan membutuhkan pengujian yang lebih mendetail.

Beberapa karakteristik transistor yang umumnya diuji meliputi:

- 1) Karakteristik Arus-Tegangan Basis-Emitor (V_{BE}): Menunjukkan hubungan antara arus basis dan tegangan basis-emitor.
- 2) Karakteristik Arus-Tegangan Kolektor-Emitor (V_{CE}): Menunjukkan hubungan antara tegangan kolektor-emitor dan arus kolektor yang mengalir pada transistor.
- 3) Penguatan Arus (β atau h_{FE}): Merupakan rasio antara arus kolektor dan arus basis, yang menunjukkan kemampuan transistor dalam menguatkan sinyal.

2.3 Metode Pengujian Karakteristik Transistor

Pengujian karakteristik transistor dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus pada terminal-terminal transistor pada berbagai kondisi. Proses ini melibatkan pengukuran dua hal utama:

- 1) Karakteristik I-V (Arus-Tegangan): Pengujian ini dilakukan dengan mengubah tegangan pada basis atau kolektor dan mengukur arus yang mengalir pada transistor. Dengan cara ini, diperoleh kurva karakteristik yang menunjukkan bagaimana transistor merespon perubahan tegangan pada kondisi tertentu.

- 2) Kurva Transfer: Menunjukkan hubungan antara arus kolektor dengan arus basis, yang digunakan untuk menentukan nilai penguatan transistor.

2.4 Prinsip Kerja Alat Uji Karakteristik Transistor Secara Otomatis

Alat uji karakteristik transistor otomatis umumnya terdiri dari beberapa komponen utama:

- 1) Sumber Tegangan Variabel: Untuk memberikan tegangan yang dapat diatur pada terminal basis atau kolektor transistor sesuai dengan kebutuhan pengujian.
- 2) Sistem Pengukuran Arus dan Tegangan: Menggunakan alat pengukur seperti ammeter dan voltmeter digital yang terhubung dengan mikrokontroler atau komputer untuk merekam arus dan tegangan secara otomatis.
- 3) Mikrokontroler atau Sistem Pengendali: Mengatur jalannya pengujian dengan mengontrol sumber tegangan, melakukan pembacaan data, dan memproses hasil pengujian.
- 4) Antarmuka Pengguna: Untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat uji, menampilkan hasil pengujian, serta menyimpan data dalam bentuk digital.
- 5) Modul Analisis dan Visualisasi: Alat ini dapat menampilkan grafik karakteristik transistor, seperti kurva I-V dan karakteristik penguatan (β), untuk analisis lebih lanjut.

2.5 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems. Mikrokontroler ini sangat populer dalam dunia embedded systems dan Internet of Things (IoT) karena menawarkan performa tinggi, konektivitas nirkabel yang kuat, dan kemampuan multifungsi dalam paket yang terjangkau. Berikut adalah gambaran umum tentang ESP32:

1. Spesifikasi Utama

- 1) Core: Dual-core Xtensa LX6 dengan frekuensi hingga 240 MHz.
- 2) RAM: 520 KB SRAM.
- 3) Flash: Bervariasi, biasanya 4 MB SPI flash pada modul seperti ESP32-WROOM.
- 4) Konektivitas:
 - a) Wi-Fi (802.11 b/g/n).
 - b) Bluetooth v4.2 dan BLE (Bluetooth Low Energy).
- 5) GPIO: Hingga 34 pin GPIO dengan fungsi multifungsi.
- 6) Periferal:
 - a) ADC (Analog to Digital Converter) hingga 18 kanal.
 - b) DAC (Digital to Analog Converter) hingga 2 kanal.
 - c) PWM, I2C, SPI, UART, CAN, I2S.
 - d) Sensor sentuh kapasitif bawaan.
 - e) RTC (Real-Time Clock).
- 7) Keamanan: Enkripsi AES, RSA, SHA, dan pengaman bootloader.

2. Fitur Utama

- 1) Konektivitas Ganda: Kombinasi Wi-Fi dan Bluetooth membuat ESP32 ideal untuk aplikasi IoT.
- 2) Efisiensi Energi:
 - a) Mode deep sleep dengan konsumsi daya sangat rendah (hanya beberapa mikroampere).
 - b) Cocok untuk aplikasi baterai.

- 3) Dukungan RTOS: Dapat menggunakan FreeRTOS atau Micropython untuk multitasking.
- 4) Kemampuan Edge Computing: Memungkinkan pemrosesan data lokal tanpa perlu mengirimnya ke server.

3. Ekosistem Pengembangan

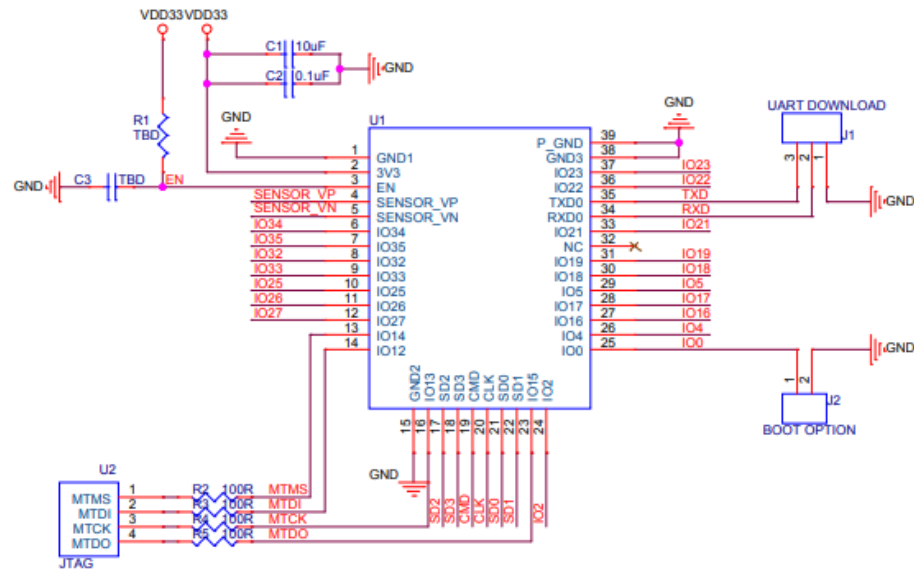
- 1) SDK: Espressif menyediakan ESP-IDF (IoT Development Framework) untuk pengembangan aplikasi tingkat lanjut.
- 2) Bahasa Pemrograman: Mendukung C, C++, MicroPython, dan Arduino IDE.
- 3) Board Populer:
 - a) ESP32-WROOM.
 - b) ESP32-WROVER (dengan tambahan PSRAM untuk aplikasi intensif memori).
 - c) Modul lainnya seperti ESP32-S2 dan ESP32-C3 untuk aplikasi spesifik.
- 4) Kompatibilitas: Mendukung integrasi dengan platform IoT seperti AWS IoT, Google Cloud IoT, dan platform open-source seperti Node-RED.

4. Aplikasi Utama

- 1) Internet of Things (IoT): Sensor pintar, perangkat rumah pintar, pengendali jarak jauh.
- 2) Jaringan Nirkabel: Repeater Wi-Fi, modul BLE.
- 3) Sistem Terintegrasi: Kamera pintar, pemantauan energi, robotika.
- 4) Prototipe dan Hobi: Digunakan luas oleh maker untuk proyek DIY.

5. Kelebihan ESP32

- 1) Fungsionalitas Lengkap: Semua fitur dalam satu chip.
- 2) Komunitas yang Aktif: Banyak sumber daya, forum, dan tutorial online.
- 3) Biaya Rendah: Cocok untuk proyek skala kecil hingga industri.

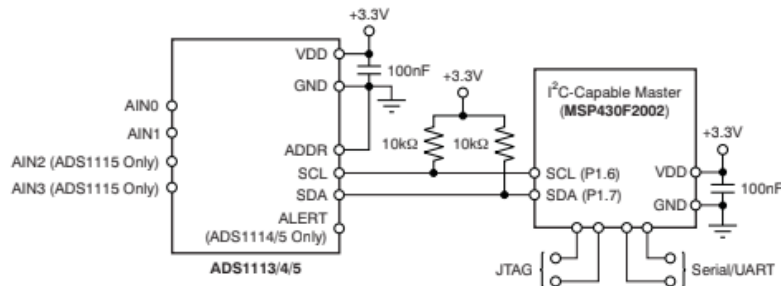


Gambar 2.1 Rangkaian Mikrokontroler ESP32

2.6 Modul ADS1115

ADS1115 adalah komponen yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan analog ke data digital (ADC) presisi dengan resolusi 16 bit yang ditawarkan dalam paket QFN - 10 yang sangat kecil dan tanpa timah atau paket MSOP - 10. ADS1115 dirancang dengan mempertimbangkan presisi, daya, dan kemudahan implementasi. ADS1115 memiliki referensi dan osilator onboard. Data ditransfer melalui Antarmuka serial Kompatibel I2C; empat Alamat Budak I2C dapat dipilih. ADS1115 beroperasi dari catu daya tunggal mulai dari 2,0 V hingga 5,5 V.

ADS1115 dapat melakukan konversi dengan kecepatan hingga 860 sampel per detik (SPS). PGA onboard tersedia pada ADS1115 yang menawarkan rentang input dari suplai hingga serendah $\pm 256\text{mV}$, yang memungkinkan sinyal besar dan kecil diukur dengan resolusi tinggi. ADS1115 juga dilengkapi dengan multiplexer input (MUX) yang menyediakan dua input diferensial atau empat input tunggal.

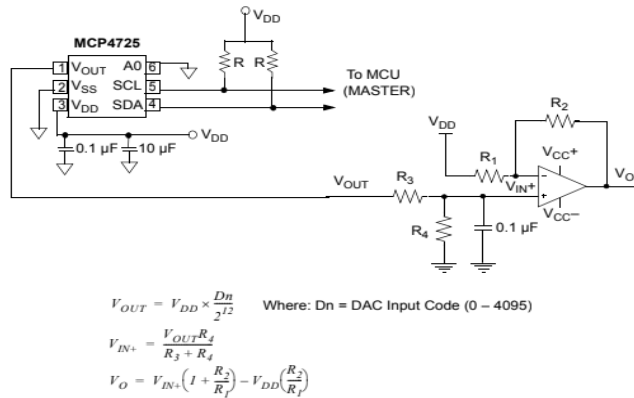


Gambar 2.2 Konfigurasi Perangkat Keras Dasar

2.7 Modul DAC MCP4725

MCP4725 adalah modul konversi data digital menjadi tegangan analog dengan resolusi 12bit dengan daya rendah, akurasi tinggi, tunggal saluran, dan memori non-volatile (EEPROM). Penguat output presisi on-board-nya memungkinkannya mencapai ayunan output analog rel-ke-rel. Input DAC dan data konfigurasi dapat berupa diprogram ke memori non-volatile (EEPROM) oleh pengguna menggunakan perintah antarmuka I2C. Tidak mudah menguap fitur memori memungkinkan perangkat DAC untuk menahan Kode input DAC selama waktu mati, dan DAC output DAC tersedia segera setelah dinyalakan. Ini Fitur ini sangat berguna ketika perangkat DAC digunakan sebagai perangkat pendukung untuk perangkat lain dalam jaringan.

Perangkat ini menyertakan sirkuit Power-On-Reset (POR) untuk memastikan penyalaan yang andal dan pengisian daya on-board pompa untuk tegangan pemrograman EEPROM. Referensi Referensi DAC digerakkan dari VDD secara langsung. Dalam mode daya mode turun, penguat output dapat dikonfigurasi ke menyajikan resistansi rendah, sedang, atau tinggi yang diketahui beban keluaran. MCP4725 memiliki pemilihan bit alamat A0 eksternal pin. Pin A0 ini dapat diikat ke VDD atau VSS dari pengguna papan aplikasi. MCP4725 memiliki serial I2CTM dua kabel yang kompatibel antarmuka untuk standar (100 kHz), cepat (400 kHz), atau tinggi mode kecepatan (3,4 MHz).



Gambar 2.3 Rangkaian DAC Modul MCP4725

2.8 Modul LCD 4 x 20

Modul LCD 4x20 adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menampilkan tulisan atau display untuk memberikan nilai atau informasi. Pada umumnya penggunaan LCD 4x20 saat ini sudah tidak menggunakan komunikasi data parallel melainkan sudah beralih ke komunikasi data serial sinkron dengan protocol I²C. Sehingga dengan menggunakan protocol I²C pengiriman data bias menjadi lebih cepat dan lebih efisien dalam penggunaan pin data. Karena saat ini sebagian besar mikrokontroler sudah mengurangi jumlah pin untuk meningkatkan performa dengan kapasitas dan kecepatan data yang jauh lebih besar. Oleh sebab itu, modul LCD 4x20 untuk layar penampil data sudah beralih ke protocol data serial I²C. Adapun bentuk kombinasi antara modul LCD 4x20 dan modul konversi serial I²C untuk LCD dapat ditunjukkan pada Gambar berikut ini



Gambar 2.4 LCD 4x20 dengan Komunikasi I²C Tampak Depan dan Belakang

2.9 Power Supply Switching (SMPS)

Switch Mode Power Supply (SMPS) merupakan salah satu power supply yang banyak digunakan saat ini untuk beberapa peralatan modern saat ini. Perangkat ini memiliki dua komponen utama yaitu Power Supply atau catu daya dan Regulator Switching Dimana cara kerja perangkat tersebut menggunakan metode switching (pensaklaran) pada tegangan utama yang masuk kedalam rangkaian SMPS. Tegangan tersebut bersumber pada tegangan PLN 220V AC yang disearahkan menggunakan diode dan kapasitor tegangan tinggi. Kemudian setelah disearahkan tegangan tersebut diosilasikan dengan frekuensi tinggi menggunakan osilator dan transistor FET atau MOSFET sehingga sesuai dengan frekuensi kerja transformator SMPS.

Sehingga SMPS (Switch Mode Power Supply) atau sering disebut sistem PWM (Pulse Width Modulator), akan mengubah tegangan DC dengan penyearahkan AC pada tegangan jala 220 Volt. Tegangan DC volt tinggi ini kemudian disambungkan (switch) ke trafo SMPS di bagian sisi primer. Kemudian di sisi sekunder tegangan diturunkan lalu disearahkan lagi, dan sebelum diberikan sebagai keluaran, dilewatkan tapis frekuensi tinggi dan kapasitor filter sehingga akan keluar tegangan DC sesuai dengan nilai yang dibutuhkan.



Gambar 2.5 Power Supply SMPS