

BAB IV

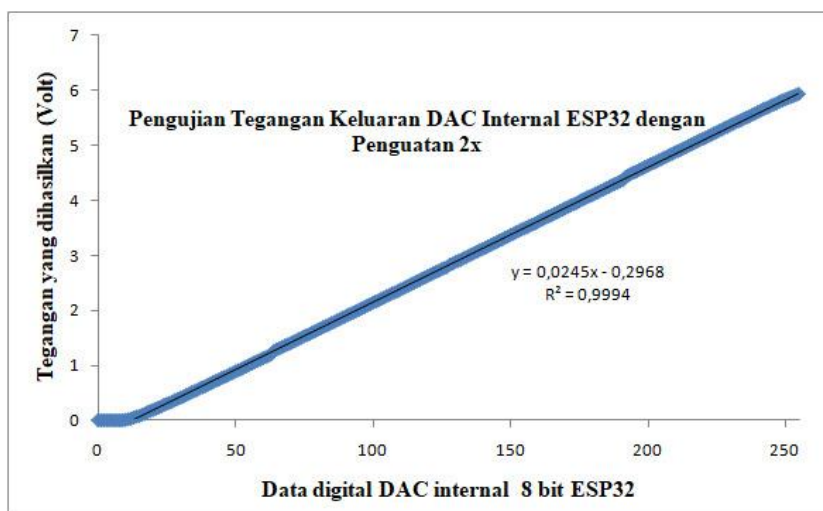
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah rancang bangun alat pada tugas akhir ini selesai keseluruhan, dilakukan pengujian komponen dan sistem untuk mengetahui alat berfungsi dengan baik dan sesuai baik meliputi *software* maupun *hardware*. Pengujian alat meliputi beberapa pengujian diantaranya:

1. Pengujian DAC internal ESP32 dengan Penguatan Gain 2x Untuk Catu Daya Tegangan Bias Basis (V_{bb})
2. Pengujian DAC eksternal MCP4725 dengan Penguatan Gain 2x Untuk Catu Daya Tegangan Kerja Transistor (V_{cc})
3. Pengujian Pembacaan Tegangan Input ADC Eksternal ADS1115 Pada Pin A0 Untuk Mengukur Tegangan Bias Basis (V_{bb})
4. Pengujian Pembacaan Tegangan Input ADC Eksternal ADS1115 Pada Pin A1 Untuk Mengukur Tegangan Basis Emitor (V_{be})
5. Pengujian Pembacaan Tegangan Input ADC Eksternal ADS1115 Pada Pin A2 dan Rangkaian Pembagi Tegangan Untuk Mengukur Tegangan Kolektor Emitor (V_{ce})
6. Pengujian Pembacaan Tegangan ADC Eksternal ADS1115 Pada Pin A3 dan Rangkaian Pembagi Tegangan Untuk Mengukur Tegangan Kerja Rangkaian Transistor (V_{cc})
7. Proses Konversi Perhitungan Tegangan V_{bb} , V_{be} , V_{ce} dan V_{cc} Untuk Menentukan Arus Pada I_b dan I_c
8. Pengujian Komunikasi Data ke Aplikasi Delphi Menggunakan Jaringan WiFi.
9. Pengujian Alat Karakterisasi Transistor NPN Secara Otomatis untuk Menampilkan Nilai dan Grafik Karakterisasi Pada Komputer.

4.1 Pengujian DAC Internal ESP32 dengan Penguatan Gain 2x untuk Catu Daya Tegangan Bias Basis (V_{bb})

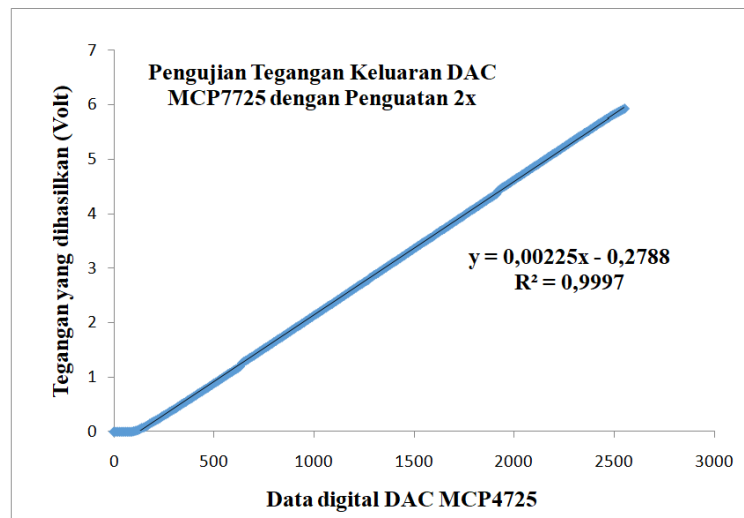
Pengujian DAC internal ESP32 dilakukan untuk mengetahui besar nilai keluaran yang mampu dihasilkan setelah dikuatkan dengan rangkaian penguat op-amp LM358. Penguatan tegangan sebesar 2x dilakukan melalui rangkaian op-amp tak membalik dan dikombinasikan dengan transistor TIP3055 sebagai penguat arusnya sehingga dapat dihasilkan daya yang sesuai untuk tangkai uji. Pada grafik yang ditunjukkan gambar 4.1 menunjukkan nilai maksimum yang mampu dihasilkan oleh rangkaian ini dengan data tegangan maksimum DAC internal sebesar 255 ternyata mampu menghasilkan tegangan analog sebesar 5,94 volt. Penguatan ini sangat penting mengingat tegangan hasil keluaran DAC internal hanya diperoleh sekitar 3,3volt sehingga sangat kurang jika digunakan sebagai suplai tegangan bias basis V_{BB} pada rangkaian uji transistor. Pada gambar tersebut juga ditunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan sesuai data sampel DAC memiliki grafik linier dengan nilai persamaan $y=0,0245x-0,2968$ dan nilai regresi linier $R^2=0,9994$ yang menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik.



Gambar 4.1 Pengujian Data Digital Internal DAC 8bit ESP32

4.2 Pengujian DAC Eksternal MCP4725 dengan Penguatan Gain 2x untuk Catu Daya Tegangan Kerja Transistor (V_{cc})

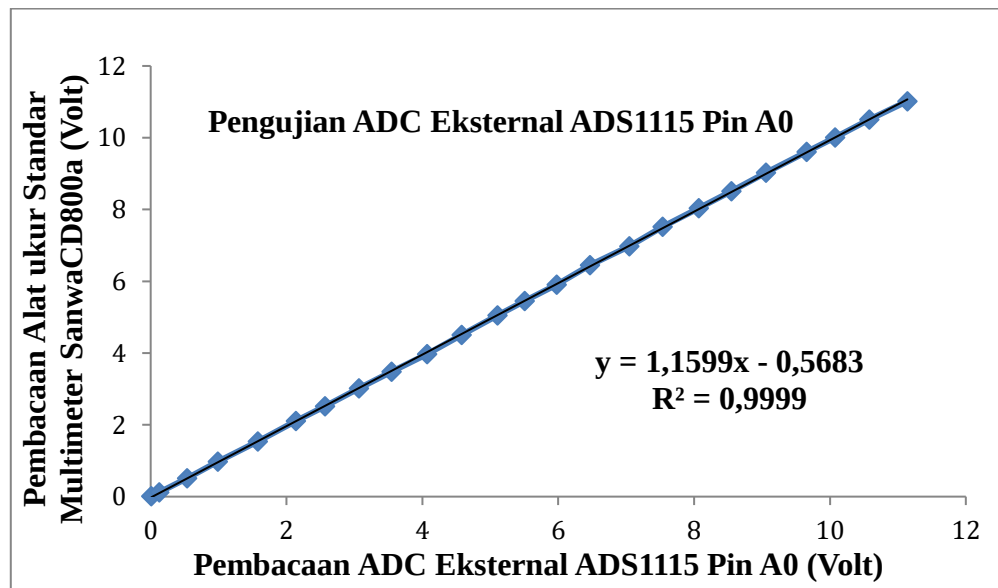
Pengujian DAC eksternal dengan modul MCP4725 dilakukan untuk mengetahui besar nilai keluaran yang mampu dihasilkan setelah dikuatkan dengan rangkaian penguat op-amp LM358. Penguatan tegangan sebesar 2x dilakukan melalui rangkaian op-amp tak membalik dan dikombinasikan dengan transistor TIP3055 sebagai penguat arusnya sehingga dapat dihasilkan daya yang sesuai untuk tangkai uji. Pada grafik yang ditunjukkan gambar 4.2 menunjukkan nilai maksimum yang mampu dihasilkan oleh rangkaian ini dengan data maksimum DAC eksternal 4095 ternyata mampu menghasilkan tegangan analog sebesar 11,08 volt. Penguatan ini sangat penting mengingat tegangan hasil keluaran DAC internal hanya diperoleh sekitar 5 volt saja sehingga sangat kurang jika digunakan sebagai suplai tegangan bias basis V_{cc} pada rangkaian uji transistor. Pada gambar tersebut juga ditunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan sesuai data sampel DAC memiliki grafik linier dengan nilai persamaan $y=0,00225x-0,2788$ dan nilai regresi linier $R^2=0,9997$ yang menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik.



Gambar 4.2 Pengujian Data Digital DAC |Eksternal MCP4725

4.3 Pengujian Pembacaan Tegangan Input ADC Eksternal ADS1115 pada Pin A0 untuk Mengukur Tegangan Bias Basis (V_{bb})

Pengujian ADC Eksternal dengan modul ADS1115 untuk pembacaan nilai tegangan V_{BB} melalui pin A0. Pembacaan ini tidak dilakukan secara langsung melainkan melalui rangkaian resistor pembagi tegangan dengan perbandingan 1:2 hal ini memungkinkan pembacaan nilai sensor dapat membaca nilai tegangan sebesar 12 volt. Karena pembacaan nilai tegangan yang mampu dilakukan oleh ADS1115 hanya maksimal 6,144volt sehingga untuk pembacaan lebih memerlukan rangkaian tambahann seperti pembagi tegangan. Adapun data hasil pembacaan ADS1115 oleh pin A0 ditunjukkan oleh Gambar 4.3 berikut.

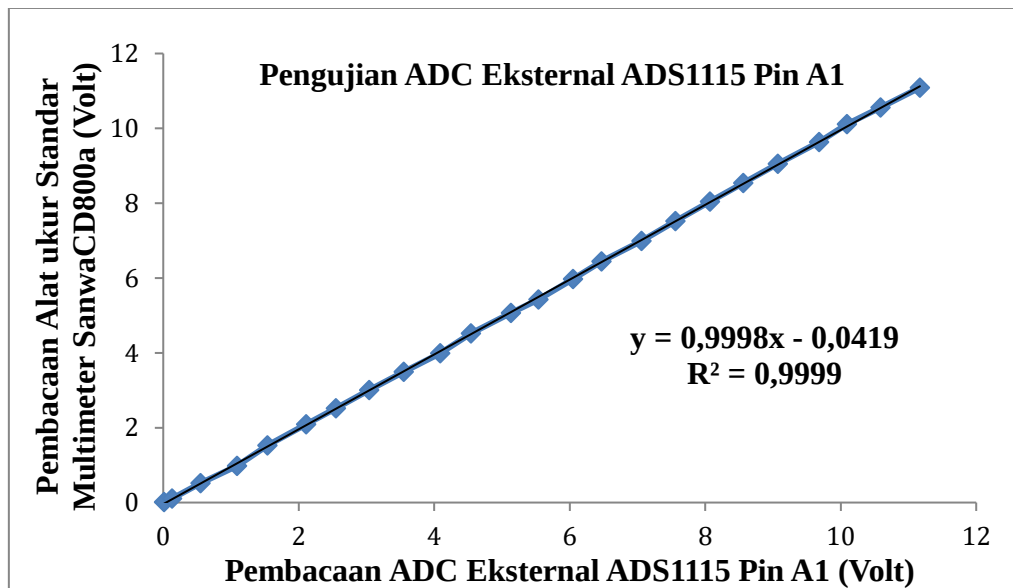


Gambar 4.3 Grafik Uji Pembacaan Nilai Tegangan oleh ADS1115 pada Pin A0

Pada grafik Gambar 4.3 diperoleh suatu grafik linier $y=1,1599x-0,5683$ yang membuktikan bahwa nilai pembacaan tegangan oleh ADS1115 pada pin A0 dan dengan menggunakan pembagi tegangan 1:2 telah menunjukkan akurasi yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi linier pada grafik yaitu $R^2=0,9999$. Sehingga melalui analisa grafik dapat disimpulkan bahwa pengujian telah memenuhi standard karena akurasi tinggi.

4.4 Pengujian Pembacaan Tegangan Input ADC Eksternal ADS1115 pada Pin A1 untuk Mengukur Tegangan Basis Emitor (Vbe)

Pengujian ADC Eksternal dengan modul ADS1115 untuk pembacaan nilai tegangan V_{BE} melalui pin A1. Karena pembacaan nilai tegangan yang mampu dilakukan oleh ADS1115 hanya maksimal 6,144volt sehingga untuk pembacaan lebih memerlukan rangkaian tambahann seperti pembagi tegangan. Adapun data hasil pembacaan ADS1115 oleh pin A1 ditunjukkan oleh Gambar 4.4 berikut.

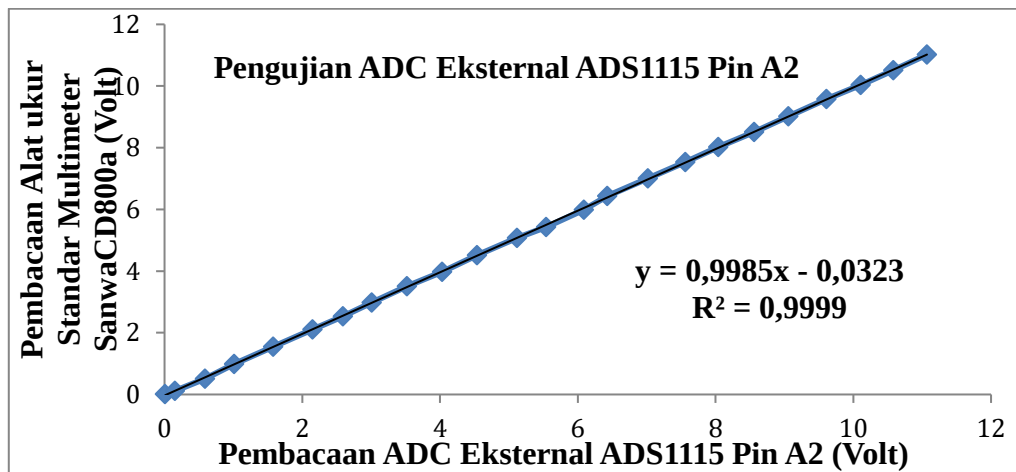


Gambar 4.4 Grafik Uji Pembacaan Nilai Tegangan oleh ADS1115 pada Pin A1

Pada grafik Gambar 4.4 diperoleh suatu grafik linier $y=0,9998x-0,0419$ yang membuktikan bahwa nilai pembacaan tegangan oleh ADS1115 pada pin A1 dan dengan menggunakan pembagi tegangan 1:2 telah menunjukkan akurasi yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi liner pada grafik yaitu $R^2=0,9999$. Sehingga melalui analisa grafik dapat disimpulkan bahwa pengujian telah memenuhi standard karena akurasi tinggi.

4.5 Pengujian Pembacaan Tegangan Input ADC Eksternal ADS1115 pada Pin A2 dan Rangkaian Pembagi Tegangan untuk Mengukur Tegangan Kolektor Emitor (Vce)

Pengujian ADC Eksternal dengan modul ADS1115 untuk pembacaan nilai tegangan V_{CE} melalui pin A2. Pembacaan ini tidak dilakukan secara langsung melainkan melalui rangkaian resistor pembagi tegangan dengan perbandingan 1:2 hal ini memungkinkan pembacaan nilai sensor dapat membaca nilai tegangan sebesar 12 volt. Karena pembacaan nilai tegangan yang mampu dilakukan oleh ADS1115 hanya maksimal 6,144volt sehingga untuk pembacaan lebih memerlukan rangkaian tambahann seperti pembagi tegangan. Adapun data hasil pembacaan ADS1115 oleh pin A2 ditunjukkan oleh Gambar 4.5 berikut.

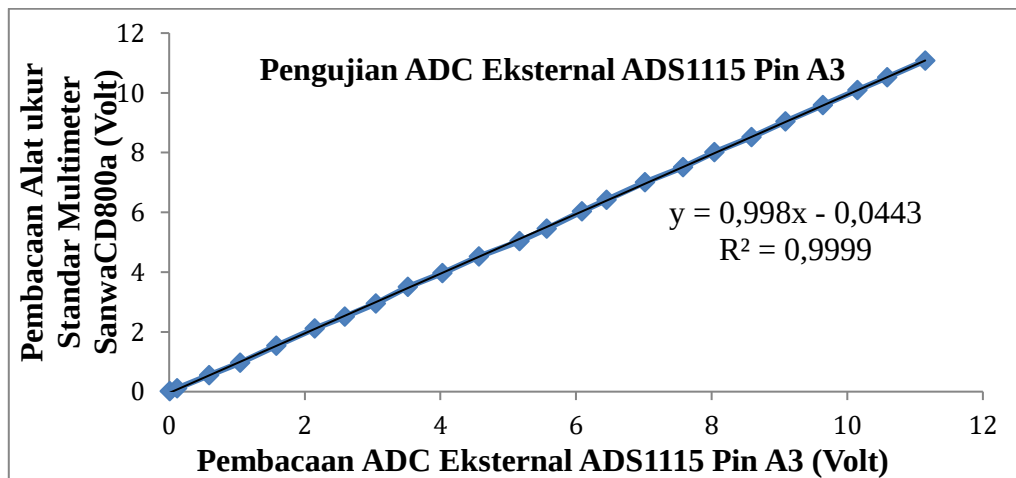


Gambar 4.5 Grafik Uji Pembacaan Nilai Tegangan oleh ADS1115 pada Pin A2

Pada grafik Gambar 4.5 diperoleh suatu grafik linier $y=0,9985x-0,0323$ yang membuktikan bahwa nilai pembacaan tegangan oleh ADS1115 pada pin A2 dan dengan menggunakan pembagi tegangan 1:2 telah menunjukkan akurasi yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi liner pada grafik yaitu $R^2=0,9999$. Sehingga melalui analisa grafik dapat disimpulkan bahwa pengujian telah memenuhi standard karena akurasi tinggi.

4.6 Pengujian Pembacaan Tegangan ADC Eksternal ADS1115 pada Pin A3 dan Rangkaian Pembagi Tegangan untuk Mengukur Tegangan Kerja Rangkaian Transistor (V_{CC})

Pengujian ADC Eksternal dengan modul ADS1115 untuk pembacaan nilai tegangan V_{CC} melalui pin A3. Pembacaan ini tidak dilakukan secara langsung melainkan melalui rangkaian resistor pembagi tegangan dengan perbandingan 1:2 hal ini memungkinkan pembacaan nilai sensor dapat membaca nilai tegangan sebesar 12 volt. Karena pembacaan nilai tegangan yang mampu dilakukan oleh ADS1115 hanya maksimal 6,144volt sehingga untuk pembacaan lebih memerlukan rangkaian tambahann seperti pembagi tegangan. Adapun data hasil pembacaan ADS1115 oleh pin A3 ditunjukkan oleh Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Grafik Uji Pembacaan Nilai Tegangan oleh ADS1115 pada Pin A3

Pada grafik Gambar 4.6 diperoleh suatu grafik linier $y=0,998x-0,0443$ yang membuktikan bahwa nilai pembacaan tegangan oleh ADS1115 pada pin A3 dan dengan menggunakan pembagi tegangan 1:2 telah menunjukkan akurasi yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi linier pada grafik yaitu $R^2=0,9999$. Sehingga melalui analisa grafik dapat disimpulkan bahwa pengujian telah memenuhi standard karena akurasi tinggi.

4.7 Proses Konversi Perhitungan Tegangan V_{BB} , V_{BE} , V_{CE} dan V_{CC} untuk Menentukan Arus Pada I_B dan I_C

Untuk menunjukkan grafik karakterisasi transistor memerlukan data nilai arus basis (I_B) dan arus kolektor (I_C). Namun pada pembuatan alat ini sulit ditemukan sendor yang mampu untuk membaca arus yang memiliki orde uA (mikroAmpere) hingga mA (miliAmpere) dan untuk pemasangan pada rangkaian juga memiliki keterbatasan mengingat ampere meter tersebut juga harus dipasang seri terhadap beban serta tidak boleh bersinggungan langsung terhadap ground atau negatif power supply. Oleh sebab itu, untuk menentukan nilai arus basis (I_B) dan arus kolektor (I_C) apat diperoleh melalui perhitungan dengan memanfaatkan nilai tetapan resistor pada komponen yang digunakan pada rangkaian uji yaitu resistor basis (R_B) sebesar 1 kilo ohm dan resistor kolektor (R_C) sebesar 330ohm yang memanfaatkan data tegangan V_{BB} , V_{BE} , V_{CE} dan V_{CC} yang diperoleh. Sehingga dengan menggunakan nilai tersebut masing-masing komponen data yaitu I_B dan I_C dapat diperoleh melalui perhitungan.

Perhitungan yang pertama adalah mencari nilai arus basis (I_B) maka data yang dibutuhkan antara lain V_{BB} , V_{BE} dan R_B yang kita bisa tuliskan dalam persamaan berikut:

$$V_{BB} = I_B \cdot R_B + V_{BE}$$

$$I_B \cdot R_B = V_{BB} - V_{BE}$$

maka dapat dihitung nilai I_B sebagai berikut:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Perhitungan kedua adalah mencari nilai arus kolektor (I_C) maka data yang dibutuhkan antara lain V_{CC} , V_{CE} dan R_C yang kita bisa tuliskan dalam persamaan berikut:

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$$

$$I_C \cdot R_C = V_{CC} - V_{CE}$$

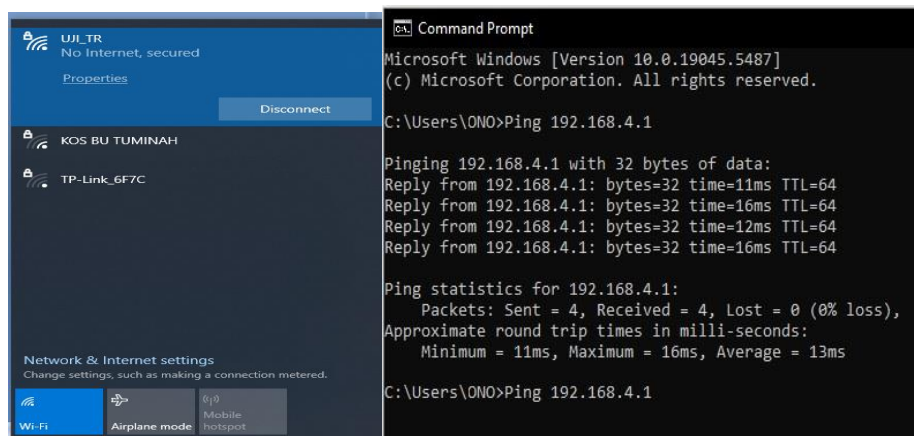
maka dapat dihitung nilai I_C sebagai berikut:

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

Sehingga dengan memasukkan nilai R_B sebesar 1 kilo ohm dan R_C sebesar 330ohm maka nilai I_B dan I_C dapat diperoleh melalui pembacaan tegangan langsung dengan menggunakan data V_{BB} , V_{BE} , V_{CE} dan V_{CC} .

4.8 Pengujian Komunikasi Data ke Aplikasi Delphi Menggunakan Jaringan WiFi.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah peralatan dapat mengirimkan data dengan menggunakan jaringan WiFi. Pada teralatan ini mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai akses point jaringan WiFi yang mampu untuk membuat sebuah jaringan WiFi dengan nama jaringan atau SSID yaitu “UJI_TR” dengan passwordnya adalah “01234567890”. Kemudian komputer dapat melakukan komunikasi dengan jaringan tersebut dan mengisi password seperti yang sudah ditentukan dan melakukan tes jaringan melalui jendela “Command Prompt” pada komputer dengan melakukan tes “Ping 192.168.4.1” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



(a)

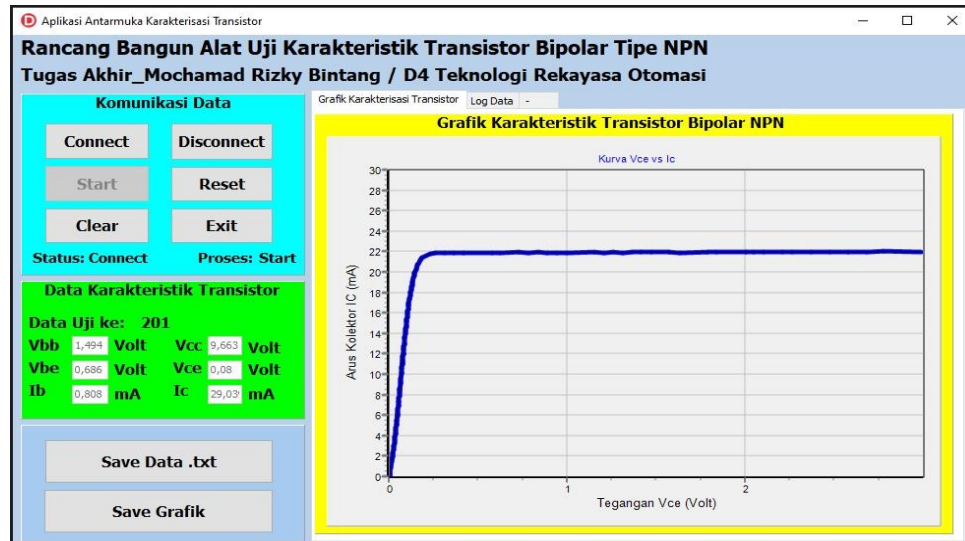
(b)

Gambar 4.7 (a). Nama Jaringan WiFi, (b). Tes Uji Koneksi Jaringan

Pada Gambar 4.7 (b) telah menunjukkan bahwa perangkat telah berhasil berkomunikasi dengan komputer karena telah memberikan balasan hasil ping sesuai alamat yang telah ditentukan yaitu 192.168.4.1. Sehingga komunikasi dengan menggunakan jaringan WiFi antara mikrokontroler ESP32 dan komputer telah berhasil dilakukan.

4.9 Pengujian Alat Karakterisasi Transistor NPN Secara Otomatis untuk Menampilkan Nilai dan Grafik Karakterisasi pada Komputer.

Pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sistem ini sudah dapat bekerja dengan baik. Langkah pertama untuk pengujian ini adalah menyalakan alat sehingga jaringan WiFi yang disediakan oleh ESP32 dapat diakses melalui komputer. Setelah jaringan tersedia dilakukan koneksi melalui WiFi maka aplikasi uji transistor menggunakan Delphi yang telah dibuat dapat dibuka dan dihubungkan dengan menekan tombol 'Connect'. Pastikan bahwa transistor bipolar NPN yang akan dilakukan uji coba karakterisasi telah terpasang yaitu pada terminal basis, kolektor, dan emitor alat. Untuk uji transistor ini menggunakan sampel transistor dengan seri TIP3055 Pada aplikasi Delphi untuk melakukan uji secara otomatis dapat dimulai dengan menekan tombol 'Start' sehingga proses uji akan segera berlangsung dan mendapatkan grafik seperti pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Proses Uji Karakterisasi Transistor Bipolar NPN

Sehingga dengan melakukan uji secara otomatis maka akan mendapatkan hasil grafik uji yang mendekati grafik standar karakterisasi transistor. Untuk data hasil pengujian dapat ditampilkan pada aplikasi dengan menekan tab 'Log Data' seperti pada Gambar 4.9 berikut

No.	Vbb (Volt)	Vbe (Volt)	Ib (mA)	Vcc (Volt)	Vce (Volt)	Ic (mA)
83	1,294	0,672	0,622	8,001	0,786	21,861
84	1,299	0,672	0,627	8,107	0,89	21,871
85	0,964	0,672	0,292	8,215	0,998	21,87
86	0,964	0,672	0,292	8,215	0,998	21,87
87	0,964	0,672	0,292	8,427	1,207	21,881
88	0,964	0,672	0,292	8,535	1,314	21,881
89	1,325	0,672	0,652	8,641	1,41	21,914
90	1,325	0,672	0,652	8,641	1,41	21,914
91	0,964	0,672	0,291	8,857	1,635	21,882
92	0,964	0,672	0,291	8,857	1,635	21,882
93	0,964	0,672	0,292	9,071	1,839	21,916
94	0,964	0,672	0,292	9,071	1,839	21,916
95	0,964	0,672	0,292	9,287	2,048	21,937
96	0,964	0,672	0,292	9,287	2,048	21,937
97	1,365	0,672	0,693	9,5	2,264	21,925
98	0,964	0,672	0,292	9,607	2,366	21,941
99	0,964	0,672	0,292	9,607	2,366	21,941

Gambar 4.9 Data Akuisisi untuk Nilai Pengujian Karakterisasi Transistor