Modul Praktikum Jaringan Komunikasi PJK - 05

**Protokol Pengiriman Data berbasis Mikrokontroler**

# Tujuan:

1. Mengenal dasar komunikasi data asynchronous berbasis mikrokontroler
2. Mengenal UART dan MODBUS pada mikrokontroler

# Kompetensi Dasar:

1. Komunikasi data
2. Pemrograman komputer
3. Pengolahan Sinyal
4. Sistem Digital
5. Rangkaian listrik dan elektronika

# Dasar Teori

## UART (Universal Asynchronous Receiver - Transmitter)

UART adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan bit-bit paralel data dan bit-bit serial. UART biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau *port serial* perangkat *peripheral*. *Device* yang memiliki interface UART dapat terhubung langsung pada pin modul RF[5]. Dalam pengiriman data, *clock* antara pengirim dan penerima harus sama karena paket data dikirim tiap bit mengandalkan *clock* tersebut. Inilah salah satu keuntungan model *asynchronous* dalam pengiriman data karena dengan hanya satu kabel transmisi maka data dapat dikirimkan. UART merupakan antarmuka yang digunakan untuk komunikasi serial, seperti pada RS-232, RS-422, RS-485 [6].

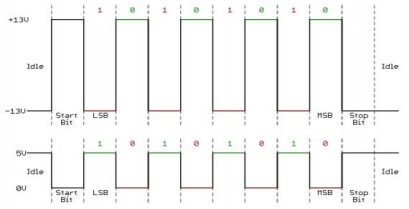
Komponen UART dapat dikonfigurasikan untuk *Full Duplex* (dua arah bersamaan), *Half Duplex* (dua arah bergantian), *Simplex* (hanya pengiriman atau penerimaan). Pada PSOC UART dapat dikonfigurasikan pada baudrate dari 110 sampai dengan 921600 bps dengan penyangga RX dan TX dari 4 sampai 65535[7].

Kebanyakan mikrokontroler saat ini telah membuat UART yang bisa digunakan untuk menerima dan mengirim data secara serial, metode ini biasanya disebut sebagai TTL serial (*transistor - transistor logic*). Komunikasi serial pada TTL selalu menggunakan batasan tegangan 0V dan Vcc yang biasanya sebesar 5V atau 3,3 V. Logika HIGH (‘1’) direpresentasikan oleh Vcc, sedangkan logika LOW (‘0’) direpresentasikan oleh 0V [8].

UART dapat dengan mudah dikonfigurasikan dengan memilih *baudrate, parity, bit data*, dan angka pada *start bits*. Pada konfigurasi RS232 biasanya disebut dengan “8N1” yang merupakan singkatan dari delapan *data bit*, tanpa *parity*, dan memiliki 1 *stop bit*, hal ini merupakan konfigurasi default pada komponen UART[7].

*Port serial* pada komputer mengikuti standar telekomunikasi RS-232 (*Recommended Standard* 232). Sinyal dari RS-232 sama dengan sinyal serial mikrokontroler apabila sinyal tersebut ditransmisikan pada satu bit dalam satu waktu, dengan *baudrate* tertentu dan dengan atau tanpa *parity* maupun *stop bits*. Pada Standar RS-232 maka *logic* HIGH (‘1’) direpresentasikan oleh tegangan negatif (-3V sampai – 25 V) dan logic LOW direpresentasikan dengan tegangan positif (3V sampai 25V). Kebanyakan PCs (*personal communication system*) memiliki sinyal dari -13 V sampai 13 V [8].

Karena mempunyai rentang tegangan yang lebar maka sinyal RS232 membuat data yang dikirim tahan terhadap derau, gangguan, dan degradasi, sehingga dapat dikatakan bahwa sinyal RS-232 dapat melakukan komunikasi pada jarak yang jauh dibanding dengan serial TTL [8].



Gambar 1.1. Pengiriman sinyal TTL dan RS-232.

## MODBUS

### Pendahuluan

Modbus adalah protokol komunikasi serial yang dipublikasikan oleh Modicon pada tahun 1979 untuk diaplikasikan ke dalam programmable logic controller (PLC). Modbus terletak pada level 7 dari model OSI (OSI Layer). Modbus sudah menjadi standar protokol yang umum digunakan untuk menghubungkan peralatan elektronik industri. Terdapat beberapa alasan protokol ini banyak digunakan, yaitu:

1. Modbus dipublikasikan secara terbuka dan bebas royalti.
2. Mudah digunakan dan dipelihara
3. Memindahkan data bit atau word tanpa banyak membatasi vendor.

A diagram of a modem

Description automatically generated

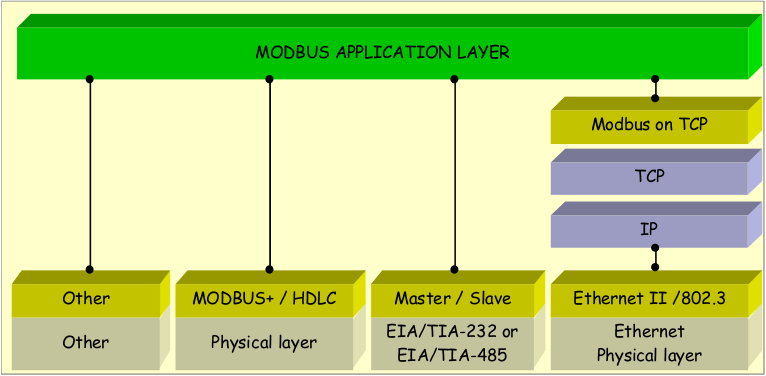
Gambar 1.2. Ilustrasi Protokol Komunikasi Modbus

Modbus digunakan untuk komunikasi antar banyak perangkat dalam satu jaringan. Modbus banyak digunakan untuk menghubungkan komputer pemantau dengan remote terminal unit (RTU) pada sistem supervisory control and data aquisition (SCADA).

### Jenis-jenis Modbus

Terdapat beberapa jenis versi Modbus, antara lain:

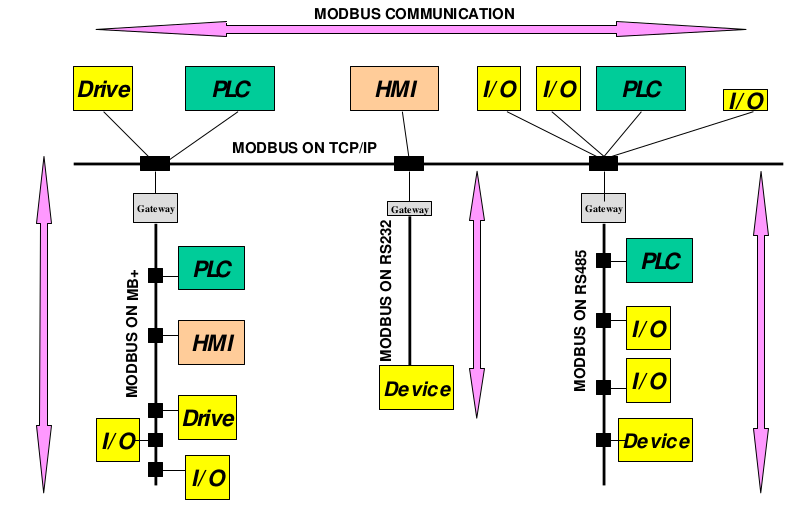
1. Modbus RTU: Varian Modbus yang ringkas dan digunakan pada komunikasi serial. Format RTU dilengkapi dengan mekanisme cyclic redundancy error (CRC) untuk memastikan keandalan data. Modbus RTU merupakan implementasi protokol Modbus yang paling umum digunakan. Setiap frame data dipisahkan dengan periode idle (silent).
2. Modbus ASCII: Digunakan pada komunikasi serial dengan memanfaatkan karakter ASCII. Format ASCII menggunakan mekanisme longitudinal redundancy check (LRC). Setiap data frame data Modbus ASCII diawali dengan titik dua (“:”) dan baris baru yang mengikuti (CR/LF).
3. Modbus TCP/IP atau Modbus TCP merupakan Modbus yang digunakan pada jaringan TCP/IP. Komunitas internet dapat mengakses Modbus di Port sistem 502 pada TCP/IP.



Gambar 1.3. Lapisan Penggunaan Modbus

### Arsitektur Jaringan Modbus

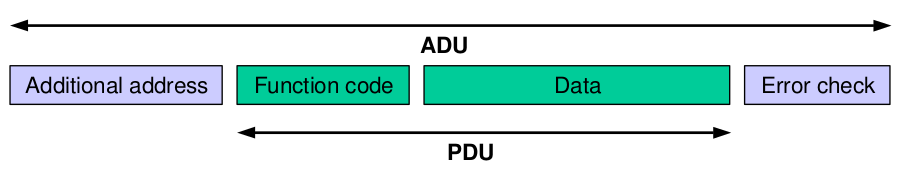
Setiap jenis perangkat, baik itu PLC, HMI, Control Panel, Driver, Motion Control, Perangkat I/O, dapat menggunakan protokol Modbus untuk memulai sebuah komunikasi jarak jauh. Komunikasi yang sama dapat dilakukan juga pada jalur serial sama seperti jaringan ethernet TCP/IP. Perangkat Gateway memungkinkan komunikasi antar beberapa tipe bus atau jaringan menggunakan protokol Modbus.



Gambar 1.4. Arsitektur Komunikasi Modbus

### Gambaran Protokol

Modbus adalah protokol *request* / *reply* dan menawarkan layanan yang ditentukan oleh kode fungsi. Kode fungsi Modbus merupakan unsur *request* / *reply* PDU Modbus. Protokol Modbus mendefinisikan sebuah protokol data unit (PDU) independen pada lapisan komunikasi. Pemetaan protkol Modbus pada bus yang spesifik atau jaringan dapat mengenalkan beberapa penambahan isian data pada sebuah Application Data Unit (ADU).



Gambar 1.5. Gambaran umum protokol Modbus

Application Data Unit (ADU) dari sebuah Modbus protokol dibangun oleh klien yang menginisiasi sebuah transaksi data. Fungsi tersebut mengindikasikan ke server jenis aksi yang akan dilakukan. Kemudian protokol Modbus membangun format yang telah diminta oleh klien.

Sebagian besar peralatan Modbus menggunakan port serial RS-485. Konsep dasar komunikasi Modbus terdiri master dan slave. Peralatan yang bertindak sebagai slave akan terus idle kecuali mendapat perintah dari master. Setiap Peralatan yang dihubungkan (slave) harus memiliki alamat unik. Sebuah perintah Modbus dilengkapi dengan alamat tujuan perintah tersebut. Hanya alamat tujuan yang akan memproses perintah, meskipun peralatan yang lain mungkin menerima perintah tersebut. Setiap perintah modbus memiliki informasi pemeriksaan kesalahan untuk memastikan data diterima tanpa kerusakan. Perintah dasar Modbus RTU dapat memerintahkan peralatan untuk mengubah nilai registernya, mengendalikan dan membaca port I/O, serta memerintahkan peralatan untuk mengirimkan kembali nilai yang ada pada registernya.

### Cara kerja Modbus

Modbus serial adalah komunikasi serial yang menggunakan protokol Modbus. Pada komunikasi serial, pengiriman data besarnya adalah 8 byte atau 8 frame data dalam 1x pengiriman.

[byte0] [byte1] [byte2] [byte3] [byte4] [byte5] [byte6] [byte7]

Besarnya nilai data dalam 1 framenya adalah 2^8 = 256 (0-255). maka nilai terbesarnya adalah 256. jika kita mengirimkan ASCII misalkan huruf “A” maka nilai yang digunakan sesuai ASCII table adalah 65. Pada Modbus frame-frame tersebut diisi dengan kesepakatan tertentu. Modbus frame untuk request dari master ke slave adalah sebagai berikut,

[address RTU] [Function Code] [Reg] [Reg] [Lenght][Lenght] [CRC1] [CRC2]

Keterangan:

**Address RTU / Slave**: Address dari setiap RTU, jika alamat RTU yang direquest masuk ke RTU sesuai, maka RTU tersebut akan meresponnya dengan memberikan pesan balasan. Byte pertama sebagai alamat *slave* terdiri dari 1 byte (0~255). Namun alamat slave yang dapat diakses hanya 1 hingga 247. Alamat 0 ditujukan untuk perangkat master.

**Function Code**: Byte kedua berupa function code, yaitu perintah fungsi akses data dari master yang harus dilakukan oleh *slave*. Berikut ini adalah jenis-jenis fungsi yang dapat digunakan yaitu,

* 01 *Read Coil Status*
* 02 *Read Input Status*
* 03 *Read Holding Registers*
* 04 *Read Input Registers*
* 05 *Force Single Coil*
* 06 *Force Single Register*
* 07 Read Exception Status
* 08 Diagnostics
* 09 Program 484
* 10 Poll 484
* 11 Fetch Communication Event Counter
* 12 Fetch Communication Event Log
* 13 Program Controller
* 14 Poll Controller
* 15 *Force Multiple Coils*
* 16 *Preset Multiple Registers*
* 17 Report Slave ID
* 18 Program 884 / M84
* 19 Reset Comm. Link
* 20 Read General Reference
* 21 Write General Reference
* 22 Mask Write 4X Register
* 23 Read / Write 4X Registers
* 24 Read FIFO Queue.

Tabel 1.1. Register pada Modbus RTU

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Data | Read 1 Data | Write 1 Data | Write Multiple Data | No. Awal Register |
| Coil | FC01 | FC05 | FC15 | 00001 |
| Input Digital | FC02 |  |  | 10001 |
| Input Register | FC04 |  |  | 30001 |
| Holding Register | FC03 |  |  | 40001 |

**Reg:** merupakan register yang ingin diambil nilainya. Frame ini menggunakan 2 byte data, maka dari itu nilai register sampai 256\*256 namun dibatasi dengan jumlah register yang tersedia.

**Length:** merupakan jumlah register yang ingin direquest. Ini juga menggunakan 2 byte frame seperti register.

**Error Check (CRC1 dan CRC2)**: CRC adalah Cyclic Redundancy Check yaitu sebuah metode untuk pengecekan error. CRC ini menggunakan 2 byte frame juga, untuk menghitung dan mengetahui lebih jelas dapat dilihat di [CRC](https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclic_redundancy_check). Cara kerja CRC secara sederhana adalah menggunakan perhitungan matematika terhadap sebuah bilangan yang disebut dengan Checksum, yang dibuat berdasarkan total bit yang hendak ditransmisikan atau yang hendak disimpan.

### Penyimpanan data pada Modbus

Pada protokol Modbus terdapat 4 jenis akses data dengan panjang masing-masing 16 bit.

Tabel 1.2. *Function Code Modbus*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nama Register | Tipe Objek | Akses | Keterangan |
| Coils | Single Bit | Read-Write | Master bisa membaca maupun menulis data coil |
| Discrete Input | Single Bit | Read Only | Data hanya bisa diubah oleh slave |
| Input Register | 16 bit Word | Read Only | Data hanya bisa diubah oleh slave |
| Holding Register | 16-bit Word | Read-Write | Master bisa membaca dan menulis register |

1. Coil: Register ini merupakan register untuk menyimpan nilai diskrit on atau off. Panjang data setiap register adalah 16 bit. Dimana untuk data yang digunakan untuk mengaktifkan coil (ON) bernilai 0xFF00. Sedangkan untuk menonaktifkan coil (OFF) bernilai 0x0000. Data ini dapat disimpan di register 00000 sampai 09999.
2. Input Relay

Kebalikan dengan coil, input relay digunakan untuk mengetahui status relay apakah sedang dalam kondisi ON atau OFF. Input relay bersifat read only bagi master dan hanya bisa dirubah oleh slave yang bersangkutan. Data tersebut disimpan di register 10001 sampai 19999.

1. *Input Register*

*Input* register digunakan untuk menyimpan data analog dengan range nilai 0 hingga 65535 . Input register bersifat *read only* bagi master. Data ini disimpan di register 30001 sampai 39999

1. Holding Register

Holding register digunakan untuk menyimpan nilai dengan range 0 – 65535. Register ini mempunyai alamat register 40001 sampai 49999.

1. Respon Modbus Exception

Respon exception adalah respon dari slave ketika terjadi keadaan tidak normal / *error*. *Slave* menerima *query*, tetapi *slave* tidak dapat menangani perintah tersebut. *Slave* akan mengirimkan sebuah respon exception. Frame respon jika terjadi kesalahan berbedan dengan frame dalam keadaan normal.

A green rectangular box with black text

Description automatically generated

Gambar 1.6. Perbedaan frame Modbus normal dan saat terjadi exception

Bila terjadi kesalahan pada pengiriman data, maka slave akan mengirimkan informasi kepada master dengan pesan *exception* *frame*. Berikut ini adalah daftar exception code yang terjadi bila terdapat kesalahan dalam pengiriman data:

Tabel 1.3. Exception Code

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Exception Code | Nama Exception | Keterangan |
| 01 | *ILLEGAL FUNCTION* | Function code salah |
| 02 | ILLEGAL DATA ADDRESS | Alamat register salah atau tidak tersedia. |
| 03 | ILLEGAL DATA VALUE | Mengandung nilai data yang tidak diizinkan slave. |
| 04 | SLAVE DEVICE FAILURE | Slave gagal melaksanakan perintah master |
| 05 | ACKNOWLEDGMENT | Pemberitahuan ke master bahwa pelaksanaan perintah akan memakan waktu yang lama, sehingga mengalami time out. |
| 06 | SLAVE DEVICE BUSY | Slave sedang sibuk |

### Modbus Message Respon

Pesan respon dari slave ke RTU memiliki sedikit perbedaan dengan request. Untuk pesan Modbus dari slave memiliki frame yang menyesuaikan jumlah data yang dikirimkan dimana setiap 1 data menggunaka 2 byte frame. susunan nya adalah:

[RTU Address] [Function Code] [2\*panjang data] [data] [data][data…] [data…] [CRC1] [CRC2]

### Komunikasi RS-485

RS485 adalah adalah teknik komunikasi data serial yang dikembangkan di tahun 1983 di mana teknik ini, komunikasi data dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 km. Komunikasi RS485 dapat digunakan untuk komunikasi multidrop yaitu berhubungan secara one to many dengan jarak yang jauh. Teknik ini dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus hanya dengan menggunakan dua buah kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antar unit yang satu dengan unit lainnya.

A diagram of a person

Description automatically generated

Gambar 1.7. Topologi RS-485

Bus RS485 adalah mode transmisi balanced differential. Bus ini hanya mempunyai dua sinyal, A dan B dengan perbedaan tegangan antara keduanya. Karena line A sebagai referensi terhadap B maka sinyal akan high bila mendapat input low demikian pula sebaliknya. Pada komunikasi RS485, semua peralatan elektronik berada pada posisi penerima hingga salah satu memerlukan untuk mengirimkan data, maka peralatan tersebut akan berpindah ke mode pengirim, mengirimkan data dan kembali ke mode penerima. Setiap kali peralatan elektronik tersebut hendak mengirimkan data, maka terlebih dahulu harus diperiksa, apakah jalur yang akan digunakan sebagai media pengiriman data tersebut tidak sibuk. Apabila jalur masih sibuk, maka peralatan tersebut harus menunggu hingga jalur sepi.

Agar data yang dikirimkan hanya sampai ke peralatan elektronik yang dituju, misalkan ke salah satu Slave, maka terlebih dahulu pengiriman tersebut diawali dengan Slave ID dan dilanjutkan dengan data yang dikirimkan. Peralatan elektronik yang lain akan menerima data tersebut, namun bila data yang diterima tidak mempunyai ID yang sama dengan Slave ID yang dikirimkan, maka peralatan tersebut harus menolak atau mengabaikan data tersebut. Namun bila Slave ID yang dikirimkan sesuai dengan ID dari peralatan elektronik yang menerima, maka data selanjutnya akan diambil untuk diproses lebih lanjut.

# Langkah Percobaan

## UART

Buatlah rangkaian yang menggunakan Arduino dan PSoC seperti pada gambar blok diagram dibawah dengan menghubungkan TX dan RX pada perangkat 1 dan 2 secara bersilangan.

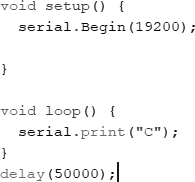
A black arrows pointing to a red brick wall

Description automatically generated

Gambar 2.1. Blok Diagram Komunikasi UART

### Percobaan 1: Komunikasi UART antar Arduino

1. Unduh Arduino IDE versi 1.8.18 pada tautan berikut ini, [Previous IDE Releases | Arduino](https://www.arduino.cc/en/software/OldSoftwareReleases).
2. Buka Arduino IDE
3. Buat program untuk pengiriman data protokol komunikasi UART menggunakan Arduino seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Contoh kode program untuk pengiriman data UART menggunakan Arduino

1. Buat program untuk penerimaan data protokol komunikasi UART menggunakan Arduino seperti Gambar 2.3.

A screen shot of a computer code

Description automatically generated

Gambar 2.3. Contoh kode program penerimaan data UART menggunakan Arduino

1. Verify program untuk memastikan program yang dibuat sudah tepat atau belum. Jika sudah, tekan *build* untuk memasukkan program yang dibuat ke Arduino.
2. Jalankan percobaan untuk 2 karakter, karakter yang digunakan sesuai kesepakatan dengan masing-masing asisten praktikum.
3. Variasikan Baudrate seperti pada tabel percobaan.
4. Catat hasil yang didapatkan pada tabel percobaan.

### Percobaan 2: Komunikasi UART antar PSoC

1. Buka PSoC Creator
2. Masuk ke bagian TopDesign.cysch.
3. Masukkan komponen UART yang didapatkan dari Component Catalog, seperti

A diagram of a graph

Description automatically generated

Gambar 2.4. Blok Komponen komunikasi UART antar PSoC

1. Atur konfigurasi blok UART PSoC 1 seperti Gambar 2.4.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Gambar 2.5. Pengaturan blok UART PSoC 1

1. Atur konfigurasi blok UART PSoC 2 seperti Gambar 2.5.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Gambar 2.6. Pengaturan blok UART PSoC 2

1. Buat kode program seperti Gambar 2.7.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Gambar 2.7. Contoh kode program PSoC protokol komunikasi UART

1. Atur ports P12[0] sebagai pin Tx dan P12[1] sebagai Rx
2. Konfigurasi port Rx dan Tx yang tersambung dengan laptop adalah P12[6] dan P12[7].
3. Variasikan baudrate PSoC 1 dan PSoC 2 seperti tabel percobaan.
4. Amati hasil yang didapatkan pada PSoC 2 yang terhubung pada komputer 2 (dua)

### Percobaan 3: Data Frame protokol komunikasi UART menggunakan Arduino

1. Buka Arduino IDE
2. Buat program untuk pengiriman data protokol komunikasi UART menggunakan Arduino seperti pada Gambar 2.2.
3. Sambungkan pin Tx Arduino pada osilloskop.
4. Verify program untuk memastikan program yang dibuat sudah tepat atau belum. Jika sudah, tekan *build* untuk memasukkan program yang dibuat ke Arduino.
5. Jalankan percobaan untuk 2 karakter, karakter yang digunakan sesuai kesepakatan dengan masing-masing asisten praktikum.
6. Variasikan stop-bit dan parity-bit seperti pada tabel percobaan
7. Amati data frame yang tertampil di osiloskop.

### Percobaan 4: Data Frame protokol komunikasi UART menggunakan PSoC

1. Buka PSoC Creator
2. Masuk ke bagian TopDesign.cysch.
3. Masukkan komponen UART yang didapat dari Component Catalog.
4. Atur konfigurasi blok UART seperti Gambar 2.8.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Gambar 2.8. Konfigurasi Blok UART di PSoC

1. Buat kode program pada main.c PSoC Creator seperti Gambar 2.5.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

Gambar 2.9. Contoh kode program PSoC untuk komunikasi UART

1. Konfigurasi ports PSoC yang terhubung komputer adalah P12[6] sebagai Rx dan P12[7] sebagai Tx.
2. *Clean and build* lalu unggah program ke masing-masing modul PSoC
3. Variasikan *stop-bit* dan *parity-bit* sesuai tabel percobaan 3 (tiga).
4. Amati data frame menggunakan osiloskop dengan menghubungkan pin Tx PSoC dengan probe osiloskop.

### Percobaan 5: Komunikasi UART antar Board, Arduino sebagai Transmitter dan PSoC sebagai Receiver

1. Buka Arduino IDE
2. Buat program Arduino seperti pada Gambar 2.10.

A screen shot of a computer code

Description automatically generated

Gambar 2.10. Kode program Arduino komunikasi UART antar Board

1. Buat kode program PSoC seperti pada Gambar 2.9
2. Sambungkan pin Tx Arduino dengan Rx PSoC dan pin Rx Arduino dengan Tx PSoC
3. Konfigurasi ports PSoC yang tersambung dengan Arduino adalah P12[0] untuk Rx dan P12[1] untuk Tx
4. Masukkan karakter dari program python ke dalam program Arduino dan PSoC seperti pada Gambar 2.11.

A screen shot of a computer program

Description automatically generated

Gambar 2.11. Contoh program python untuk komunikasi UART

1. Buat program python untuk baca data dari serial / UART, contohnya adalah seperti Gambar 2.12.

A screen shot of a computer program

Description automatically generated

Gambar 2.12. Contoh program python untuk baca dan simpan data, secara lokal, serial / UART.

1. Jalankan seluruh kode program
2. Variasikan percobaan sesuai tabel percobaan
3. Amati karakter yang ditampilkan dari serial monitor 1 dan 2.

### Percobaan 6: Interface Modbus using Arduino

1. Buka Arduino IDE
2. Buat kode program Modbus *Master* pada Arduino 1.
3. Buat kode program Modbus *Slave* pada Arduino 2.
4. Verify dan build kedua kode program pada masing-masing arduino
5. Variasikan percobaan sesuai dengan tabel percobaan
6. Amati dan catat hasil data yang terbaca pada Master di serial monitor Arduino IDE.

# Tabel Percobaan

## Percobaan 1 dan 2: Protokol Komunikasi Antar Arduino dan PSoC

Tabel 3.1. Hasil Percobaan Variasi *Baudrate*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Mikrokontroler | Karakter yang dikirim | Baudrate Pengirim | Baudrate Penerima | Karakter yang diterima |
| Arduino | (Pertama) | 4800 | 4800 |  |
| 115200 | 115200 |  |
| 115200 | 4800 |  |
| 9600 | 19200 |  |
| PSoC | (Kedua) | 4800 | 4800 |  |
| 19200 | 19200 |  |
| 115200 | 4800 |  |
| 9600 | 19200 |  |
| Kesimpulan |  | | | |

## Percobaan 3 : Data Frame Protokol Komunikasi UART menggunakan Arduino

Tabel 3.2. Percobaan Data Frame menggunakan Arduino

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mikrokontroler** | **Karakter yang dikirim** | **Stop-bit** | | **Parity** | | | **Kombinasi biner 8 bit** | **Nomor ASCII** |
| **1** | **2** | **Odd** | **Even** | **None** |
| Arduino | (Pertama) | v |  |  |  | v |  |  |
| v |  | v |  |  |  |  |
| v |  |  | v |  |  |  |
|  | v |  |  | v |  |  |
| (Kedua) | v |  |  |  | v |  |  |
| v |  | v |  |  |  |  |
| v |  |  | v |  |  |  |
|  | v |  |  | v |  |  |
| **Kesimpulan** |  | | | | | | |  |

## Percobaan 4: Data Frame Protokol Komunikasi UART menggunakan PSoC

Tabel 3.3. Percobaan Data Frame UART menggunakan PSoC

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mikrokontroler** | **Karakter yang dikirim** | **Stop-bit** | | **Parity** | | | **Kombinasi Biner 8 bit** | **No ASCII** |
| **1** | **2** | **Odd** | **Even** | **None** |
| PSoC | (Pertama) | v |  |  |  | v |  |  |
| v |  | v |  |  |  |  |
| v |  |  | v |  |  |  |
|  | v |  |  | v |  |  |
| (Kedua) | v |  |  |  | v |  |  |
| v |  | v |  |  |  |  |
| v |  |  | v |  |  |  |
|  | v |  |  | v |  |  |
| **Kesimpulan** |  | | | | | | |  |

**Jangan lupa** foto data frame hasil percobaan Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

## Percobaan 5: Komunikasi UART antara Arduino dan PSoC

Tabel 3.4. Percobaan Komunikasi UART antar Board

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Mikrokontroler Transmitter | Karakter yang dikirim | Baudrate | Mikrokontroler Receiver | Karakter yang diterima |
| Arduino | A |  | PSoC |  |
| 3.65 |  |  |
| PSoC | C |  | Arduino |  |
| &#; |  |  |
| **Kesimpulan** |  | | | |

## Percobaan 6: Interface Modbus using Arduino

Tabel 3.5. Percobaan uji coba Modbus menggunakan Arduino

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Address Slave | Data yang dikirim | Jarak antar board | Address Master | Data yang terkirim |
| 0x40001 |  | 2 meter | 0x40009 |  |
| 0x40002 |  | 0x40003 |  |
| 0x40003 |  | 0x40003 |  |
| 0x40004 |  | 1 meter | 0x40004 |  |
|  | 2 meter |  |
|  | 4 meter |  |