

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab dasar teori ini akan membahas mengenai teori yang terkait dengan topik pembahasan dan komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem E-Laundry terintegrasi menggunakan sistem RFID.

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada bagian tinjauan pustaka berisi beberapa referensi mengenai perancangan sistem *e-Laundry* yang terintegrasi menggunakan sistem RFID untuk kebutuhan pembuatan tugas akhir. Berikut adalah hasil tinjauan pustaka yang disajikan pada **tabel 2.1**

Tabel 2. 1 Jurnal Penelitiann Terdahulu

Judul Penelitian	Penulis / Tahun	Keterangan
<i>Analisis Manajemen Laundry di Rumah Sakit Umum Daerah Arifin Achmad</i>	A. Cahya (2019)	Studi tentang efisiensi pengelolaan linen di RSUD Arifin Achmad, termasuk kendala ruang, pelabelan linen, dan pencatatan stok manual.
<i>Analisis Manajemen Pengelolaan Linen di Instalasi Laundry RS Permata Hati Duri</i>	Reni Adrianti et al. (2021)	Studi tentang kendala manajemen Laundry di RS Permata Hati, seperti kurangnya SDM, keterlambatan distribusi, dan minimnya pelabelan linen.
<i>Sistem Informasi Linen Management Berbasis RFID Menggunakan RESTful Web Service</i>	Dina Oktavia et al. (2020)	Mengembangkan sistem berbasis RFID dan RESTful API untuk pengelolaan linen di perusahaan , termasuk aplikasi mobile dan web untuk integrasi.

<i>An Analysis on Clock Speeds in Raspberry Pi Pico and Arduino Uno</i>	Madhavan Thothadri (2021)	Membandingkan performa clock <i>Raspberry Pi Pico</i> dan <i>Arduino Uno</i> dalam aplikasi mikrokontroler berbasis visualisasi algoritma.
---	---------------------------	--

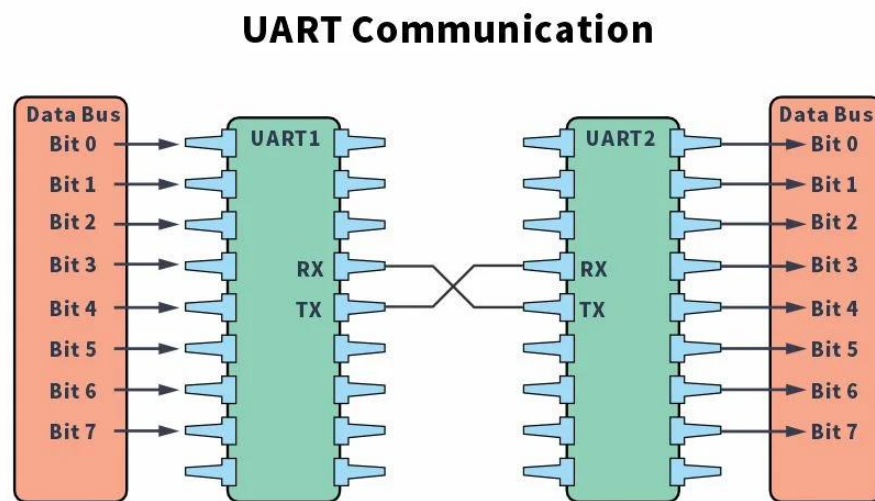
2.2. Sistem E-Laundry Rumah Sakit

Sistem *E-Laundry* terintegrasi RFID menggunakan sistem yang mengintegrasikan antara perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari label tag RFID dan scanner RFID sebagai media pembacaan dan media yang dibaca, dan menggunakan LED P10 sebagai media interpretasi hasil bacaan dan informasi yang terinstalasi pada *gate custom*. *Gate custom* akan dibuat dalam bentuk gerbang RFID dengan dimensi tinggi disesuaikan pada pintu pada ruang *Laundry* rumah sakit. Label tag RFID berfungsi sebagai pemberi sinyal *feedback* pada *scanner* RFID sehingga terbaca sebagai sinyal khusus UHF yang unik. Setiap label RFID memiliki *feedback* yang berbeda-beda sehingga pada *scanner* memiliki pembacaan yang berbeda pada setiap label yang dibaca. Dengan demikian proses pembacaan bisa dilakukan untuk setiap label RFID. *Scanner* RFID yang telah melakukan proses pembacaan, dapat menjalankan fungsinya sebagai *data write* dan *data read*. Data Pembacaan ini nantinya akan dikirimkan ke penyimpanan data berbasis *cloud* melalui perangkat keras yakni mikrokontroler *raspberry pi pico*, yang terhubung ke *cloud database*, dan akan diinterpretasikan pada LED P10 sebagai media informasi pengguna secara fisik.

Pada perangkat lunak nantinya akan disediakan *database cloud* sebagai penyimpanan data dari masing-masing ID pada linen. Data linen ini nantinya akan dibuatkan master data berupa master data linen dan master data ruangan sehingga linen akan terbagi sesuai dengan kebutuhan. Data dari masing-masing ID ini akan ditampilkan dalam bentuk *interface* khusus berupa *front end website* yang bisa digunakan oleh penggunannya mulai dari menentukan

master linen, master ruangan, master *user*. Pada tahap selanjutnya, masing-masing ID Linen ini bisa digunakan untuk menghitung pengulangan proses *Laundry* pada masing-masing linen dan dapat melacak posisi terakhir dari masing-masing linen berdasarkan proses log aktivitas yang telah dilewati linen

2.3. Komunikasi Sistem



Gambar 2. 1. Komunikasi UART

Komunikasi UART (*Universal Asincrhounus Receiver Transmitter*) adalah komunikasi serial yang memungkinkan modul dapat berkomunikasi dan saling mengirimkan data tanpa harus dikonfigurasi secara manual [6]. Komunikasi UART ini dapat dimungkinkan dikarenakan terdapat chip yang dapat memproses komunikasi. Chip tambahan ini bertindak sebagai perantara atau pengontrol yang menangani kerumitan protokol komunikasi *wireless*, inisialisasi, dan driver. Pin yang dapat digunakan pin RX (*Receiver*) dan TX (*Transmitter*) sehingga komunikasi UART dapat terjadi. Komunikasi serial antara modul RFID Reader UHF dan mikrokontroler diatur menggunakan protokol UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) dengan kecepatan transmisi (*baud rate*) sebesar **115.200 bps** (*bits per second*). Pemilihan angka 115.200 bps ini mengacu pada standar spesifikasi teknis

modul *reader* UHF (seperti seri Electron EL-UHF-RC) untuk memastikan *throughput* data yang optimal.

Penggunaan *baud rate* yang lebih rendah (misalnya 9600 bps) pada sistem UHF berpotensi menyebabkan antrean data (*latency*), mengingat *reader* UHF mampu mendeteksi puluhan *tag* dalam waktu kurang dari satu detik. Sinkronisasi *baud rate* yang tepat antara *transmitter* (RFID) dan *receiver* (Mikrokontroler) krusial untuk mencegah *framing error* atau penerimaan karakter sampah (*garbage data*).

2.4. Penerapan Pemrosesan Logika Pembacaan pada Mikrokontroler

Dalam pengembangan sistem *embedded* yang kompleks seperti *E-Laundry*, manajemen beban kerja (*workload management*) pada mikrokontroler memegang peranan vital untuk menjamin akurasi data dan stabilitas antarmuka. Penerapan logika pembacaan pada sistem ini mencakup tiga aspek teknis utama: arsitektur pemrosesan terdistribusi, sinkronisasi kecepatan komunikasi data (*baud rate*), dan algoritma penanganan redundansi data (*anti-duplication logic*).

Sistem ini memisahkan fungsi logika sensor dan fungsi tampilan (*display*) ke dalam dua unit mikrokontroler yang berbeda (Raspberry Pi Pico dan ESP32). Pemisahan ini didasarkan pada karakteristik modul LED Matrix P10 yang memerlukan proses *scanning* dan *refresh rate* tinggi secara konstan (umumnya menggunakan *timer interrupt*).

Jika proses pembacaan sensor RFID yang bersifat *asynchronous* dan proses koneksi Wi-Fi yang bersifat *blocking* digabungkan dengan pengendalian P10 dalam satu mikrokontroler tunggal, terdapat risiko tinggi terjadinya *jitter* (tampilan berkedip) atau *buffer overflow* (data sensor terlewat). Oleh karena itu, Raspberry Pi Pico difungsikan sebagai *Master Node* untuk menangani akuisisi data UART berkecepatan tinggi, sementara ESP32 difungsikan sebagai *Slave Node* yang khusus menangani visualisasi dan komunikasi jaringan.

Salah satu karakteristik utama teknologi RFID UHF adalah kemampuannya melakukan pembacaan berulang (*multi-read*) terhadap satu *tag* yang sama selama *tag* tersebut berada dalam jangkauan antena. Tanpa penanganan logika yang tepat, satu linen yang melintas dapat terhitung sebagai ratusan data masuk, yang menyebabkan ketidakakuratan inventaris.

Untuk mengatasi hal ini, diterapkan algoritma penyaringan (*filtering*) pada level *firmware* mikrokontroler dengan mekanisme sebagai berikut:

1. Saat sesi *scanning* dimulai, sistem membuat wadah penyimpanan sementara (*temporary buffer*) di memori RAM.
2. Setiap kali kode EPC (*Electronic Product Code*) diterima dari *reader*, mikrokontroler membandingkan kode tersebut dengan data yang sudah ada di *buffer*.
3. Jika ID sudah ada di dalam *buffer*, data tersebut akan diabaikan (*discarded*).
4. Jika ID belum ada, data akan disimpan ke *buffer*, dihitung sebagai "1", dan diteruskan ke *database*.

Pendekatan ini memastikan prinsip *idempotency*, di mana pembacaan berulang kali terhadap objek yang sama tidak akan mengubah hasil akhir jumlah penghitungan.

2.5. Komponen Penyusun Sistem E-Laundry Rumah Sakit

Berikut adalah komponen penyusun dari sistem *E-Laundry* rumah sakit berbasis sistem RFID.

2.4.1. RFID Scanner



Gambar 2.2 RFID Scanner

RFID Scanner seri Electron EL-UHF-RC4-2 adalah RFID scanner yang digunakan untuk membaca tag RFID UHF. Jarak baca dari RFID scanner ini mencapai 4 meter dan memiliki pembacaan yang efektif. RFID ini merupakan jenis RFID Fixed UHF Reader jarak menengah (midde range) dengan antenna 6 dBi Circular yang dilengkapi RSSI (Received Signal Strength Indicator) yang memiliki baudrate default sebesar 115.200 Bd. untuk indikator kekuatan sinyal masing-masing tag terhadap reader dengan kemampuan . RFID scanner ini memiliki peran krusial untuk bisa mendeteksi tag RFID UHF. RFID Scanner ini memiliki kemampuan komunikasi STD dengan standar tegangan RS232 dengan Logika '1' bisa berkisar antara -3V hingga -15V, dan logika '0' antara +3V hingga +15V. Dengan demikian dibutuhkan sebuah *converter* khusus untuk dapat menggunakan EL-UHF-RC4-2 pada mikrokontroler untuk melindungi dan dapat mengkonversi logika didalam komunikasi menggunakan RS232 yang memiliki logika terbalik dan tegangan tinggi.

Berikut adalah spesifikasi yang didapatkan berdasarkan *datasheet* dari RFID Scanner seri Electron EL-UHF-RC4-2 yang ditunjukkan pada **tabel 2.2**

Tabel 2.2 Spesifikasi RFID Scanner

Fitur/Spesifikasi	Keterangan
Interface	Serial/Serial + TCP/IP
Jarak baca maksimal (tergantung tag)	4 meter
Antenna	6 dBi Circular
Ukuran & berat reader	128 x 128 x 43mm (0.75kg)
Ukuran dengan kemasan	297 x 297 x 80mm (1.4kg)
Power supply	9 ~ 24V DC
Operating temperature	-10 ~ 55°C
Storage temperature	-20 ~ 75°C
Frequency	UHF (860 ~ 960 MHz)
Protocol	ISO18000-6C (EPC Gen2)
Power	0 ~ 30 dBm
Work mode	Active, Answer, Trigger mode
Relay	Manual & Automatic Relay
Inventory filter mode	Password, Mask, Password / Mask, Password & Mask
Inventory memory bank	EPC, TID, User

2.4.2. *Tag* RFID UHF



Gambar 2.3 Tag RFID UHF

Tag RFID UHF yang akan digunakan adalah *tag* RFID UHF yang memiliki ketahanan khusus untuk industri *Laundry*. Tag RFID UHF ini berbentuk kain yang dirancang khusus untuk dapat dijahit pada pakaian dan kain tanpa mengubah fungsi atau kenyamanan kain linen. *Tag* ini

memiliki dimensi 70x15 mm dengan bobot ringan hanya 0.6 gram, yang memungkinkan penerapan tanpa mempengaruhi struktur kain. Jarak baca dari *tag* UHF ini berada pada rentang 3-5 meter dengan kemampuan tahan cuci hingga 200 kali. *Tag* ini dirancang untuk tahan terhadap tekanan air hingga 60 bar dan bahan kimia seperti *deterjen*, pelembut, pemutih, serta alkali. Selain itu, *tag* RFID ini mampu bertahan dalam proses sterilisasi pada suhu hingga 125°C selama 15-20 menit, pengeringan hingga suhu 90°C selama 15 menit atau 160°C selama 30 detik, serta penyetrikaan hingga suhu 200°C selama 10 detik dengan pelapis kain *press*.

Agar pembacaan pada RFID terhindar dari pembacaan 2 kali, maka diterapkan metode algoritma anti-redudansi dengan penerapan fungsi `sent_data = set()` untuk inisialisasi RFID bahwa RFID sudah ada didalamnya. Lalu penerapan fungsi `payload = { "batch": [rfid.replace(" ", "") for rfid in sent_data]` saat pemanggilan data agar data yang terkirim tidak redudansi dengan data yang sudah ada

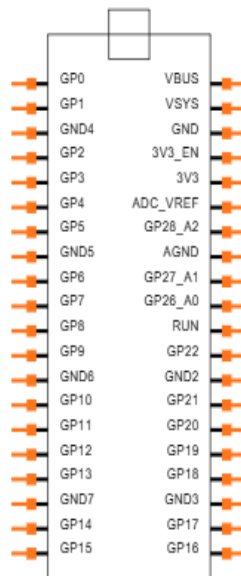
2.4.3. *Raspberry Pi Pico*



Gambar 2. 4 *Raspberry Pi Pico*

Raspberry Pi Pico adalah mikrokontroler yang digunakan sebagai sistem kontrol yang dihubungkan pada RFID *scanner*. *Raspberry Pi Pico* adalah seri mikrokontroller terkecil yang dimiliki oleh *Raspberry Pi* dengan daya kecil, portabilitas tinggi, dan memiliki harga yang terjangkau. *Raspberry Pi* ini memiliki protokol TTL dalam komunikasinya.

Berikut adalah spesifikasi dan skematis yang ditujukan pada **tabel 2.3** dan **gambar 2.5**



Gambar 2. 5. *Schematics Raspberry Pi Pico*

Tabel 2. 3 Spesifikasi *Raspberry Pi Pico*

Fitur/Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	RP2040, dirancang oleh <i>Raspberry Pi</i> (UK)
Prosesor	Dual-core Arm Cortex M0+, clock hingga 133 MHz
Memori	264KB SRAM, 2MB flash on-board
Antarmuka USB	USB 1.1 dengan dukungan perangkat & host
Mode Daya Rendah	Sleep & dormant modes
Pemrograman	Drag-and-drop via USB mass storage
GPIO	26 × multi-function GPIO pins
Antarmuka Komunikasi	2 × SPI, 2 × I2C, 2 × UART
Konversi Analog	3 × 12-bit ADC
PWM	16 × kanal PWM yang dapat dikontrol
Waktu & Timer	Akurat, tersedia on-chip
Sensor Suhu	Terintegrasi pada chip
Percepatan Floating-Point	Pustaka percepatan floating-point di dalam chip
PIO (Programmable I/O)	8 × state machines untuk dukungan periferan kustom

2.4.4. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang umum digunakan dalam penerapan sistem *Internet of Things*. ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki modul chip WiFi sehingga mudah untuk diintegrasikan sebagai sistem IoT [7]. ESP32 dapat digunakan dalam berbagai aplikasi IoT, yakni sebagai pengelola data, menginterpretasikan *input* dan *output*, komunikasi analog dan digital, dan termasuk komunikasi menggunakan WiFi. Dengan demikian ESP32 dapat digunakan untuk berbagai macam fungsi pengelolaan data dan membantu proses dalam membuat teknologi *interface* fisik seperti *running text* dan media *prompter* dikarenakan ukurannya yang relatif kecil dan mudah diaplikasikan ke berbagai media *input*. Berikut adalah detail gambar fisik dan spesifikasi teknis mengacu pada **Gambar 2.6** dan **Tabel 2.4**.

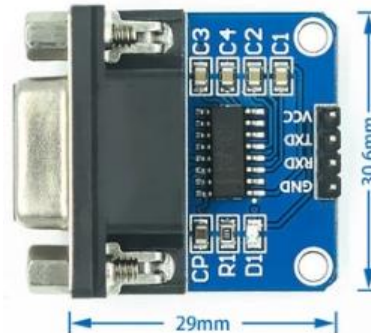


Gambar 2.6. ESP32

Tabel 2.4. Spesifikasi Teknis ESP32

Fitur/Spesifikasi	Keterangan
Prosesor (CPU)	• Xtensa® single-/dual-core 32-bit LX6 microprocessor
Memori	• Kecepatan hingga 240 MHz • CoreMark® score: 1079.96 (Dual Core) • 448 KB ROM • 520 KB SRAM • 16 KB SRAM di RTC
Konektivitas Wi-Fi	• Mendukung QSPI untuk flash/SRAM eksternal • 802.11 b/g/n • Kecepatan hingga 150 Mbps (802.11n) • Mendukung mode Station, SoftAP, dan Promiscuous • Antena diversity
Konektivitas Bluetooth	• Bluetooth v4.2 BR/EDR dan Bluetooth Low Energy (LE) • Daya pancar +9 dBm • Sensitivitas penerima NZIF -94 dBm (LE)
Antarmuka Periferal	• Mendukung CVSD dan SBC audio codec • 34 GPIO yang dapat diprogram • 12-bit SAR ADC (hingga 18 kanal) • 2 × 8-bit DAC • 10 × Touch Sensor (Sensor Sentuh) • 4 × SPI, 2 × I2S, 2 × I2C, 3 × UART • 1 × Host (SD/eMMC/SDIO), 1 × Slave (SDIO/SPI) • Ethernet MAC dengan dukungan IEEE 1588 • TWAI® (kompatibel dengan CAN 2.0) • Motor PWM & LED PWM (hingga 16 kanal)

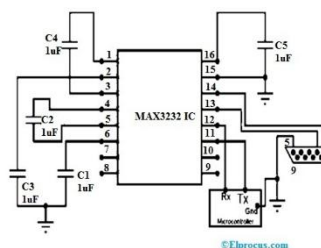
2.4.5. Module Max 3232



Gambar 2. 7 Max 3232

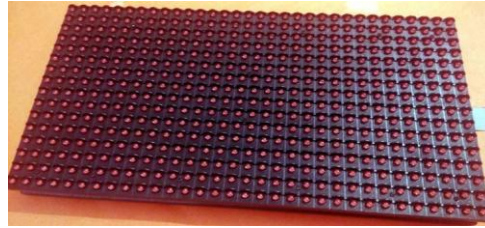
Modul Max 3232 adalah komponen yang dapat mengonversi protokol komunikasi dari komunikasi (STD) ke komunikasi protokol TTL. Modul Max 3232 ini menyesuaikan tegangan, *pinout*, dan koneksi yang sesuai untuk RFID *scanner* dan *Raspberry Pi Pico*. Modul Max 3232 digunakan untuk mengubah level tegangan TTL/CMOS dari *Raspberry Pi Pico* menjadi tegangan RS-232 dan sebaliknya dengan menyediakan konektor DB9 atau DB25 untuk media komunikasinya sehingga MAX 3232 juga digunakan sebagai pelindung dari tegangan tinggi yang dapat merusak *pin*.

Berikut adalah gambar skema dari modul Max3232 ditujukan pada **gambar 2.8**.



Gambar 2. 8 *schematic* Modul Max3232

2.4.6. LED Matrix P10



Gambar 2.9. Modul LED Matrix P10

LED Matrix P10 berukuran 16x32 cm adalah modul yang terdiri dari lampu LED matriks berbasis baris dan kolom. LED Matrix P10 sangat umum digunakan sebagai media informasi seperti *running text* dan sejenisnya. Modul LED Matrix P10 dapat disusun dalam bentuk seri atau paralel bergantung pada kebutuhan. LED ini dapat dioperasikan dengan catu daya yang dimiliki oleh perangkat mikrokontroler atau suplai daya 5V. Berdasarkan prinsip *dynamic scanning* (pemindaian dinamis), di mana mikrokontroler pengendali harus mengaktifkan baris-baris LED secara bergantian dengan frekuensi tinggi—umumnya memerlukan *refresh rate* di atas 100 Hz (*persistence of vision*). metode ini dapat membebani kerja prosesor (*CPU load*) secara intensif dan bersifat *time-critical*; mikrokontroler wajib mengirimkan sinyal data (*clocking*) secara kontinu tanpa jeda. Apabila siklus *refresh* ini terinterupsi oleh proses lain yang bersifat *blocking* (seperti sinkronisasi data Wi-Fi atau enkripsi SSL) walau hanya dalam orde mili detik, maka tampilan pada panel P10 akan mengalami kedipan (*flickering*), berbayang (*ghosting*), atau penurunan intensitas cahaya yang mengganggu kinerja informasi. [8]

2.4.7. LCD Display 16x2 dan Modul I2C



Gambar 2. 10 LCD 16x2 dengan I2C

LCD 16x2 dilengkapi dengan modul I2C agar dapat dihubungkan pada sebuah mikrokontroller, seperti Arduino Uno, ESP32 ataupun *Raspberry Pi Pico*. LCD ini menampilkan masing-masing 16 karakter untuk 2 baris dengan pengaturan intensitas cahaya yang dapat disesuaikan. LCD ini memiliki dimensi fisik 80mm x 36mm x 12.5mm, serta area tampilan sebesar 64.5mm x 16.0mm dengan sistem operasional pada voltase 5.0V atau 3.3V, sehingga dapat digunakan untuk mikrokontroler *Raspberry Pi Pico* yang digunakan.

2.4.8. *Power Supply 5V DC*



Gambar 2. 11. *Power Supply 5V 20A*

Power supply 5V DC digunakan untuk mengoperasikan LED Matrix P10 yang digunakan. Mengacu pada *datasheet* Modul memiliki

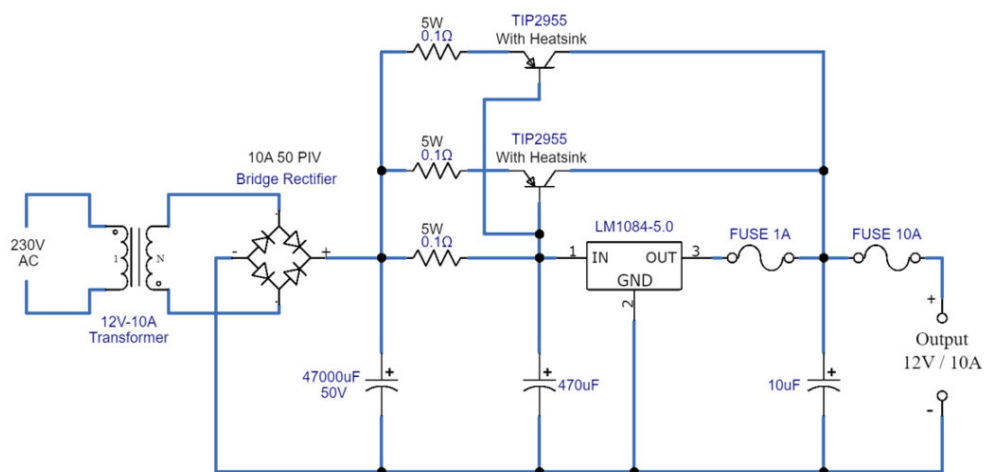
kebutuhan 5V DC. penggunaan *power supply* 20A adalah salah satu pilihan yang bisa digunakan.

2.4.9. *Power Adaptor* 12V

Adaptor 12V digunakan untuk memberikan suplai energi pada RFID Scanner. *Power adaptor* yang digunakan menyesuaikan pada DC Input yang ada pada spesifikasi RFID Scanner. Berikut adalah *power adaptor* 12 V yang ditunjukkan pada **Gambar 2.13** dan **Gambar 2.14**



Gambar 2. 13 Skema Elektrik pada RFID Scanner



Gambar 2. 12 Schematic Adaptor 12V