

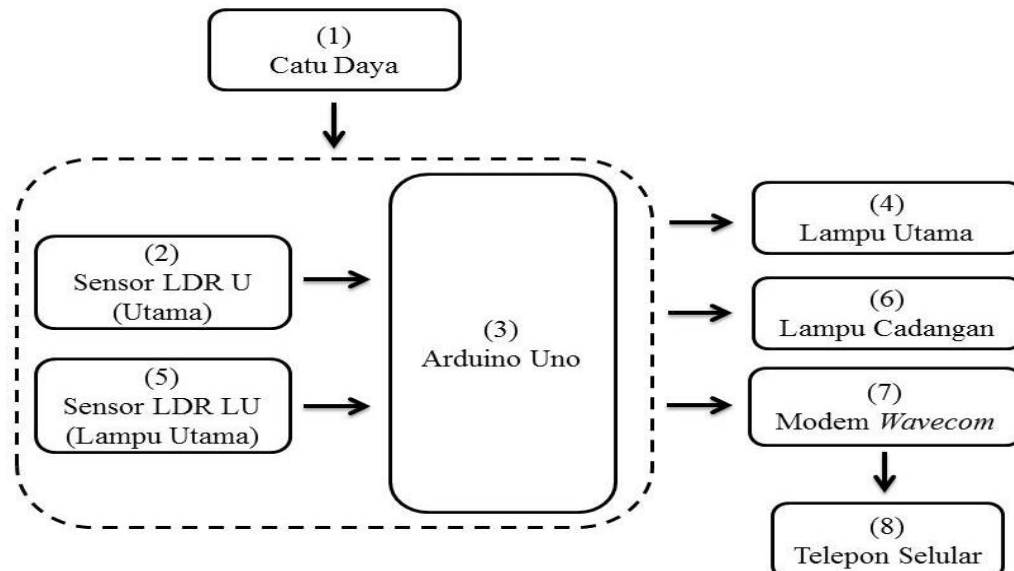
BAB III

PERANCANGAN SISTEM DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab III, membahas tentang rangkaian perencanaan dan pembuatan rancang bangun sistem pemantau lampu penerangan jalan berbasis arduino uno menggunakan *report sms*. Perancangan dimulai dari pembuatan perangkat keras (*Hardware*) kemudian perancangan perangkat lunak (*Software*). Pembuatan perangkat keras pada sistem pemantau lampu penerangan jalan menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai pemicu sistem yang akan bekerja secara otomatis, perancangan lampu utama dan lampu cadangan menggunakan *driver relay*, serta perancangan komunikasi serial sehingga *Handphone* dapat memperoleh informasi pantauan lampu dari jarak jauh. Sedangkan untuk perangkat lunak meliputi bahasa pemrograman Arduino UNO, pemrograman *AT Command* sehingga alat dapat mengirimkan *report* pesan berupa *Short Message Service* (SMS) ke *Handphone* petugas pemantau lampu dan salah satu warga setempat disekitar lokasi pemantauan lampu penerangan jalan.

3.1. PERANGKAT KERAS

Diagram blok sistem pemantau lampu penerangan jalan secara keseluruhan seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem pada perancangan alat dalam Tugas Akhir ini secara keseluruhan terbagi menjadi dua bagian penting yang dapat dilihat pada gambar 3.1.

Blok diagram tersebut pada bagian pertama menjelaskan *power supply* sebagai sumber suplai tegangan utama yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Pada bagian kedua, masukan sistem terdiri dari 2 blok sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yaitu LDR U, dan LDR LU sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya. Sensor LDR U atau sensor LDR Utama sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya matahari (siang dan malam), dan sensor LDR LU atau sensor LDR lampu utama sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya pada lampu utama. Pada bagian ini Arduino Uno bertindak sebagai pengendali mikro sistem kerja alat. Pada bagian keluaran yang terdiri dari lampu utama dan lampu cadangan dengan tegangan keluaran AC sebagai catuan lampu yang dinyalakan dengan bantuan relay akibat sensor LDR yang bekerja. Output lainnya antara lain modem *wavecom* sebagai media pengirim pesan SMS (*Short Message Service*) yang dikirimkan ke *Handphone* sebagai media penerima pesan.

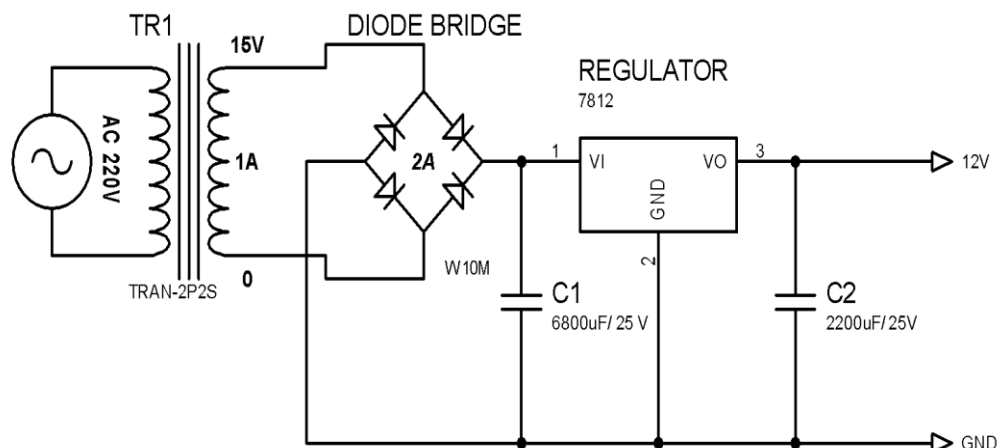
3.1.1. Perancangan Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini menggunakan catu daya yang merupakan rangkaian adaptor buatan sendiri dengan keluaran tegangan 12V. Catu daya pada sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut digunakan sebagai tegangan untuk mencatu keseluruhan rangkaian. Rangkaian catu daya tersebut menggunakan jenis transformator non CT (*Center Tap*) untuk menurunkan tegangan listrik bolak-balik (AC 110-220) menjadi tegangan listrik rendah sesuai dengan kebutuhan.

Dalam Tugas Akhir ini menggunakan catu daya dengan keluaran tegangan sebesar 15V dan dioda *bridge* W10M sebagai jembatan penyearah untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik AC menjadi tegangan DC. Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari *power supply* / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan *Alternating Current* (AC) menjadi tegangan *Direct Current* (DC). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigursikan secara *forward* bias. Dalam sebuah *power supply* tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan *transformator stepdown*. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang

pada suatu *power supply* yaitu, penurun tegangan (*transformer*), penyearah gelombang / *rectifier* (dioda) dan *filter* (kapasitor)

Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda menggunakan *transformator non-CT*. Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda dimulai pada saat *output transformator* memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output transformator* memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward* bias dan D1, D2 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini menjadi tegangan DC. Rangkaian catu daya tersebut seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

Didalam rangkaian catu daya tersebut menggunakan 2 kapasitor dengan perbandingan antara input dan output sebesar 3:1 yaitu 6800uF dan 2200uF diketahui dari *datasheet* rangkaian IC regulator yang di *by pass* ke *ground* untuk menyaring tegangan atau mengurangi faktor *ripple* hasil penyearah serta menggunakan regulator L7812CV untuk menstabilkan tegangan dengan menghasilkan besar tegangan 12V. Kapasitor yang

digunakan dalam rangkaian catu daya tersebut menggunakan kapasitor dengan nilai tegangan maksimum yang dapat disaring yaitu mencapai 25V.

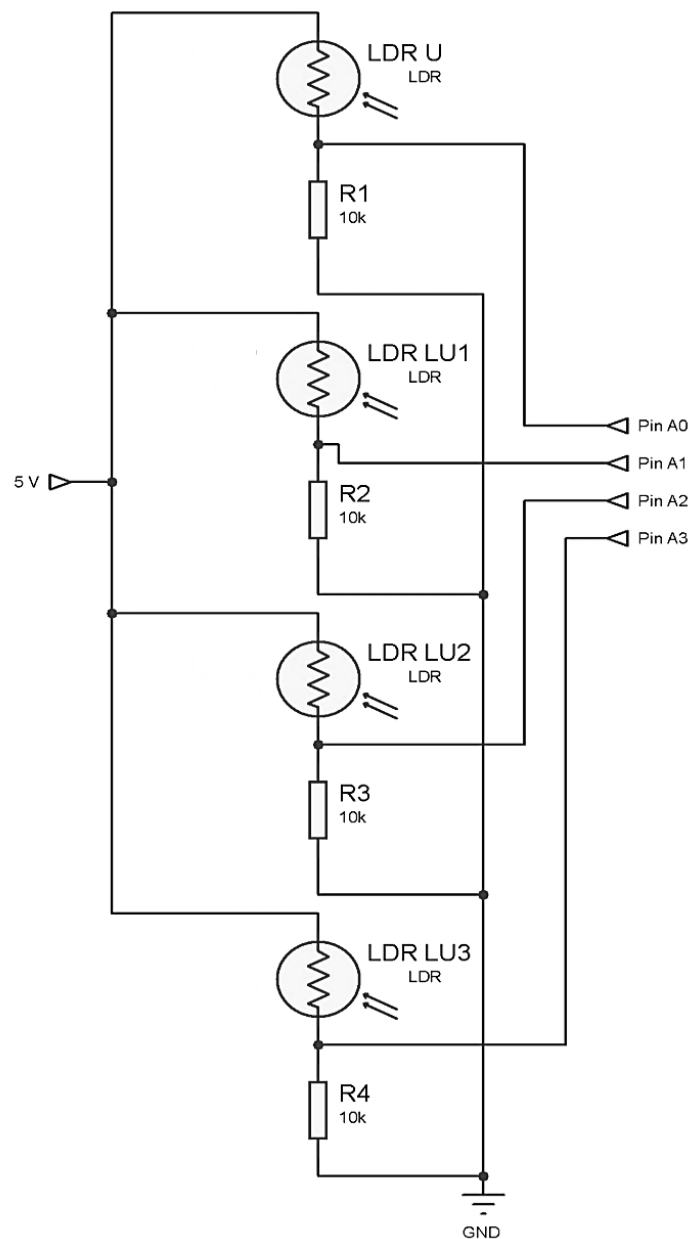
Pada rangkaian catu daya pada gambar 3.2 dibagi menjadi dua output tegangan 12V. Tegangan 12V tersebut digunakan untuk mencatu arduino uno dan relay. Tegangan masukan pada arduino menggunakan 12V karena untuk menghindari ketidakstabilan pada *board* arduino dengan tegangan input/output yang kurang dari 5V.

3.1.2. Perancangan Rangkaian Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR)

Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) pada sistem pemantau lampu penerangan jalan ini dirancang untuk pemicu bekerjanya fungsi penghidupan lampu dan indikator pengiriman *Short Message Service* (SMS). Sensor LDR tersebut dibagi menjadi dua blok bagian yaitu blok sensor primer dan blok sensor sekunder. Sensor primer sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya matahari (siang dan malam), dan sensor sekunder sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya pada lampu.

Didalam rangkaian sensor LDR pada sistem pemantau lampu penerangan jalan menggunakan 4 buah sensor yaitu 1 sensor untuk menghidupkan semua lampu utama dan 3 buah sensor yang masing-masing diletakan pada setiap lampu utama yang bertujuan untuk memantau lampu utama dan sebagai input untuk menyalakan lampu cadangan apabila kondisi lampu utama mati. Didalam rangkaian sensor LDR posisinya di *by pass* terhadap *ground* dengan sebuah resistor terhubung seri sehingga jika sensor LDR mendapat cahaya dengan intensitas yang tinggi, maka nilai resistansi dalam LDR akan bernilai kecil, sehingga sebagian besar tegangan akan muncul pada resistor seri dan adapun dalam kondisi gelap, LDR akan memiliki nilai resistansi yang besar, sehingga tegangan pada resistor seri akan menurun.

Sensor LDR U atau sensor utama dihubungkan ke pin analog A0 sedangkan sensor LDR LU atau sensor pendeteksi lampu utama dihubungkan masing-masing ke pin analog yaitu pin A1, A2, dan A3 karena dalam sistem tersebut menggunakan 3 lampu utama sehingga membutuhkan 3 sensor LDR seperti terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor LDR

Output dari sensor LDR ini kemudian di konversi menggunakan ADC (*Analog to Digital Converters*) untuk nilai tegangan yang di terima oleh sensor LDR tersebut dan bekerja pada tegangan 5V. Sensor LDR akan mengontrol intensitas cahaya yang diterima kemudian akan mengirimkan tegangan ke arduino untuk dikonversikan menjadi data digital melalui ADC. Standarnya, Arduino menggunakan tegangan referensi (V_{REF}) sebesar 5 Volt dengan resolusi ADC 10 bit. Resolusi merupakan jumlah bit *biner* yang diperlukan untuk menampilkan hasil

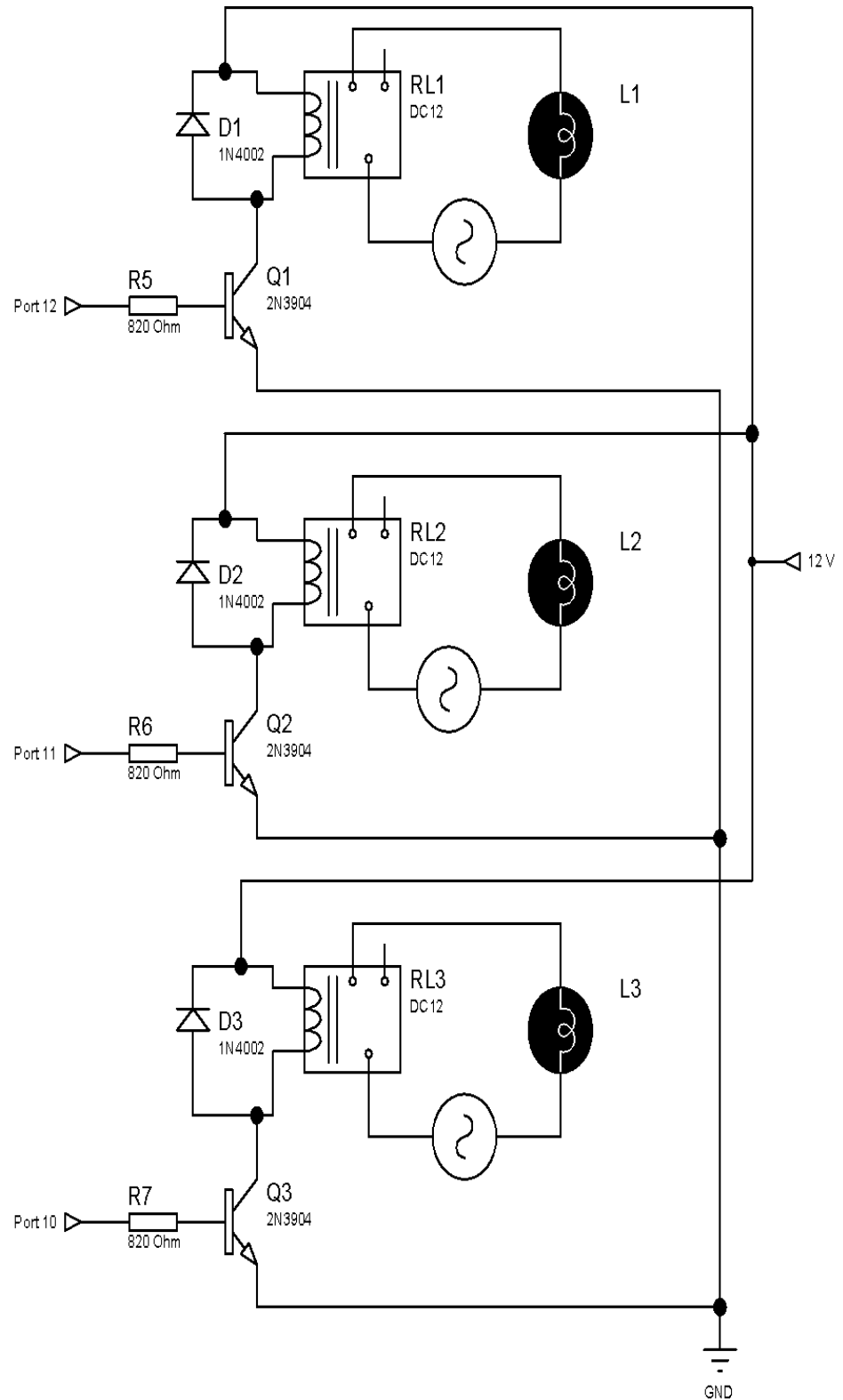
keluaran digital dari konversi. Sehingga rentang tegangan 0 – 5 Volt akan diwakili oleh nilai 0 hingga 1023 (2^{10}). Rentang tegangan tersebut dapat dihitung yaitu dengan persamaan $5V / 1024 = 0,0048828125 V = 4,88$ mV. Dengan demikian setiap kenaikan satu bit di dalam Arduino setara dengan 4,88 mV. Data hasil ADC tersebut akan dijadikan parameter pendeteksian intensitas cahaya tersebut. Data tersebut akan dicocokkan dalam arduino dengan database yang sudah terprogram dalam pengendali mikro tersebut.

Didalam perancangan Tugas Akhir ini sensor LDR dirancang sebagai *input* dari arduino dan hasil pembacaan sensor yaitu nilai tegangan yang dikonversikan menjadi data digital melalui ADC dari intensitas cahaya yang diterima. Ketika kondisi gelap dengan nilai pembacaan ADC dari arduino kurang dari 380 biner atau setara dengan 1,86 V digunakan sebagai indikator untuk mengaktifkan relay. Apabila pada sensor LDR U atau sensor utama mendeteksi nilai konversi tegangan kurang dari 380 biner maka arduino akan mengirimkan sinyal ke *relay* untuk mengaktifkan lampu utama sedangkan pada sensor LDR LU atau sensor pada lampu utama mendeteksi nilai konversi tegangan kurang dari 380 *biner* maka arduino akan mengirimkan sinyal ke *relay* untuk menyalakan lampu cadangan dan juga arduino akan mengirimkan perintah ke modem *wavecom* untuk mengirimkan sms ke dua *user* penerima yaitu ke petugas pemantau dan ke satu warga sekitar lokasi lampu penerangan.

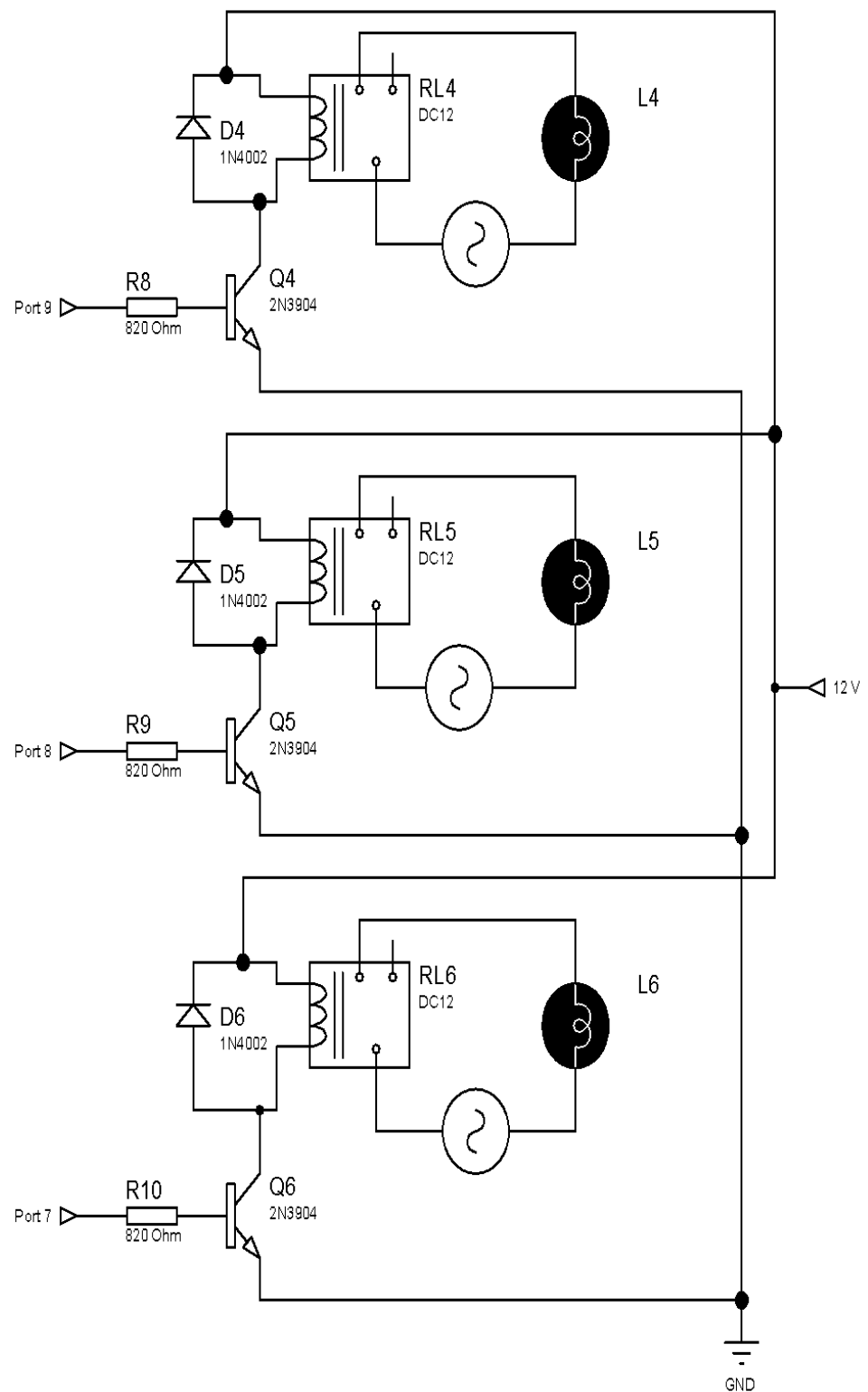
3.1.3. Perancangan Rangkaian *Driver* Relay Lampu

Lampu yang digunakan dalam sistem ini merupakan salah satu jenis dari lampu pijar. Cahaya lampu pijar dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini, energi listrik diubah menjadi panas dan cahaya. Dalam hal ini lampu pijar digunakan sebagai media penerangan untuk menerangi jalan tersebut. Pada sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut dalam menyalakan lampu secara otomatis menggunakan bantuan dari relay dan transistor sebagai media pensaklaran apabila mendapatkan inputan dari arduino. Perancangan rangkaian *driver*

relay lampu terbagi menjadi dua bagian penting yaitu lampu utama dan lampu cadangan seperti terlihat pada gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3.4 Rangkaian *Driver* Relay Lampu Utama



Gambar 3.5 Rangkaian *Driver* Relay Lampu Cadangan

Dalam hal ini mode pensaklaran dilakukan oleh transistor dan relay pada rangkaian *driver* tersebut. Transistor sebagai saklar di *design* dengan kaki *emitor* di *by pass* dengan *ground* dan kaki *collector* menuju ke relay.

Transistor sebagai *driver* relay juga harus diperhitungkan nilai arus pada kaki basisnya, karena transistor mempunyai titik saturasi sehingga perhitungan arus pada kaki basis ditentukan dengan menambahkan resistor pada kaki basis dengan persamaan:

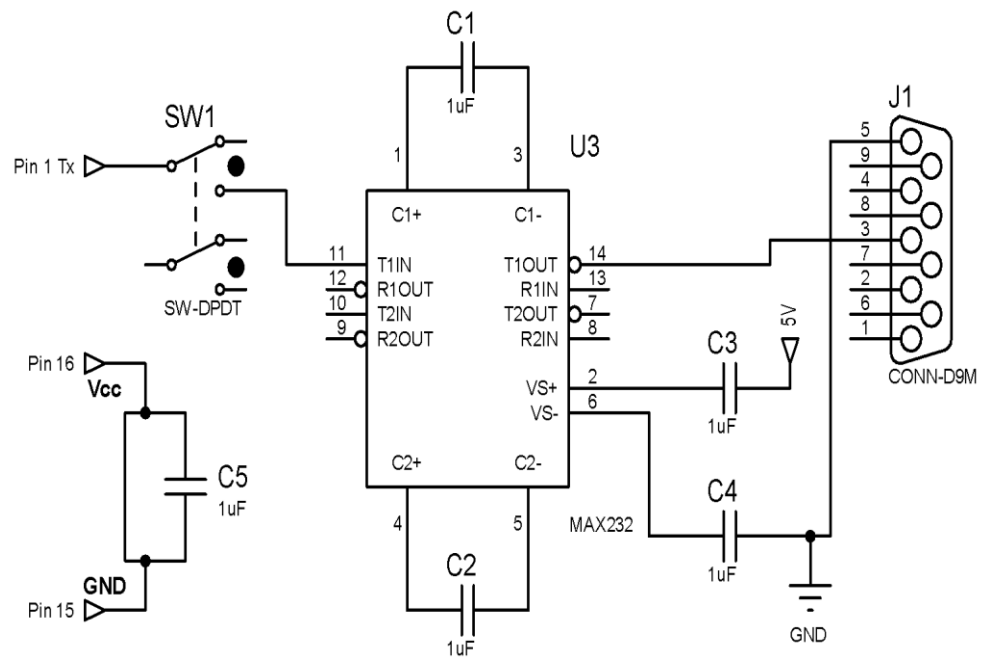
$$\begin{aligned} V_s &= I_B \times R + V_{BE} \dots\dots\dots(3.1) \\ 5 \text{ V} &= 5 \text{ mA} \times R + 0,95 \text{ V} \\ 4,05 &= 5 \text{ mA} \times R \\ R &= 4,05 / 5 \text{ mA} \\ &= 810 \Omega \end{aligned}$$

Nilai arus yang melewati kaki basis ditentukan dengan melihat karakteristik dari transistor 2N3904 pada kondisi saturasi. Pada kondisi saturasi arus basis terletak pada 5 mA dan tegangan basis emitter 0,95V. Selain itu, pada rangkaian *driver* relay juga diletakkan diode 1N4002 untuk memisahkan arus yang akan masuk ke kaki *collector* dan juga untuk mengamankan tegangan yang akan kembali ke Arduino untuk mencegah terjadinya lonjakan pada relay. *Driver* relay akan bekerja jika pin 12, 11, dan 10 pada lampu utama dan pin 9, 8, dan 7 pada lampu cadangan bernilai *high* “1” dan akan mati ketika *logic low* “0”. Beban lampu pada konfigurasi relay ini ditempatkan pada kondisi NO (*Normally Open*) yang akan bekerja jika terjadi induksi *magnetic* pada kumparan relay. Dalam Tugas Akhir ini lampu utama berperan penting sebagai media penerangan utama dan lampu cadangan hanya berperan untuk menggantikan sementara apabila lampu utama tidak menyala.

3.1.4. Perancangan Rangkaian *Driver* Modem *Wavecom*

Perancangan rangkaian *driver* modem *wavecom* adalah rangkaian yang akan mengatur komunikasi dari Arduino ke modem *wavecom* dengan media *interface* kabel RS232. Modem akan meneruskan perintah sms (*short message service*) dari Arduino Uno ke *Handphone* yang terlebih dahulu melewati *driver* IC MAX 232. IC MAX 232 ini memiliki fungsi sebagai pengkonversi tegangan dari kedua perangkat yang tidak sama antara tegangan pada Arduino Uno dan tegangan pada modem *wavecom*, dikarenakan tegangan pada Arduino Uno berkisar antara 0 sampai 5 volt

sedangkan tegangan pada modem *wavecom* adalah sebesar -15 sampai +15 Volt, dengan perbedaan tegangan tersebut maka dibutuhkan sebuah IC yang berfungsi untuk meng-*converter* kedua tegangan pada modem dan arduino menjadi tegangan yang sama. Gambar 3.6 merupakan rangkaian *driver* modem *wavecom*.

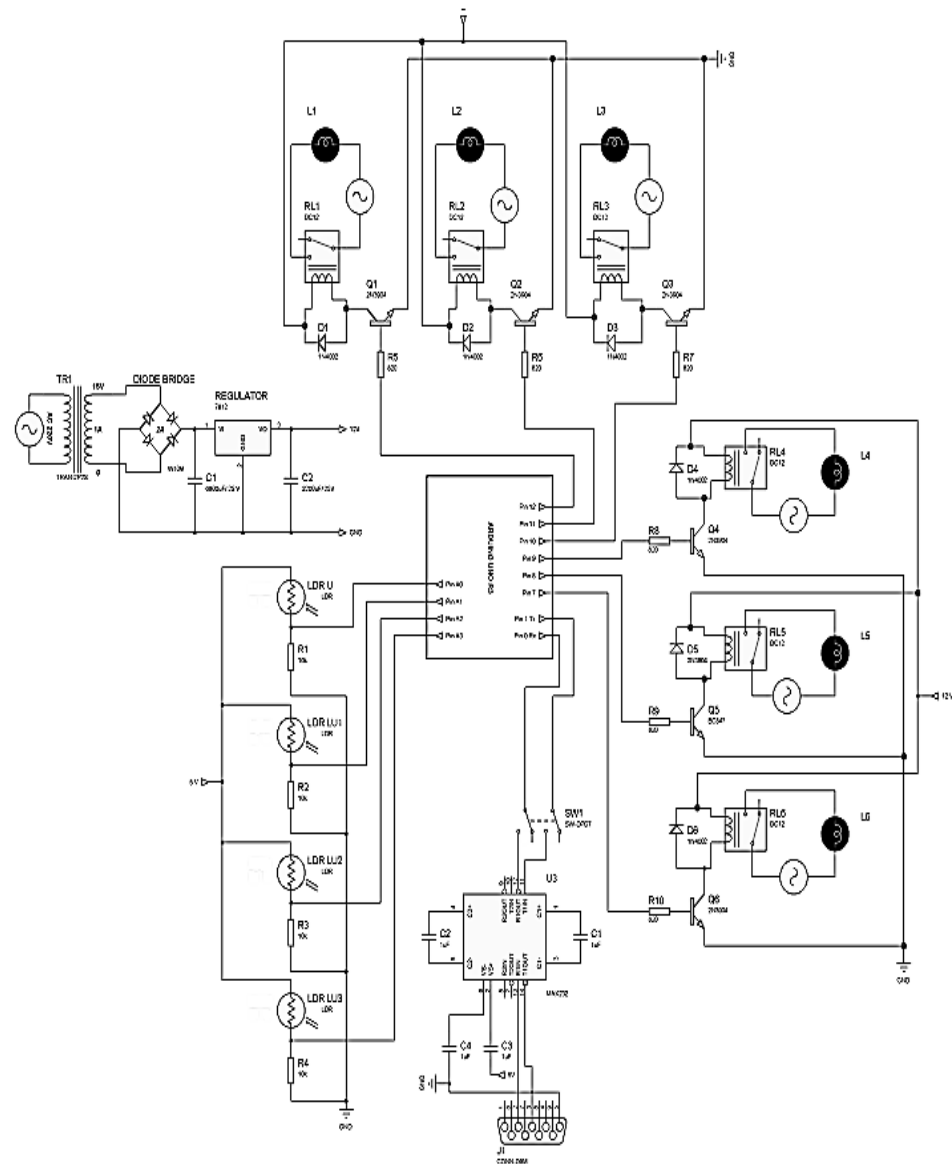


Gambar 3.6 Rangkaian *Driver* Modem *Wavecom*

Pada gambar 3.6 merupakan rangkaian konfigurasi komunikasi serial antara pengendali mikro Arduino Uno dengan modem. *Interface* yang digunakan sebagai penghubung antara IC MAX232 dengan Arduino Uno menggunakan media kabel RS232 *female to male*. Komunikasi serial tersebut hanya memerlukan dua buah pin dari arduino, kedua pin yang digunakan adalah pin 0 dan pin 1. Penggunaan kedua pin ini dikarenakan pin 1 secara *default* memiliki fungsi sebagai Tx *output* informasi, pin ini akan meneruskan pesan dari pengendali mikro yang dikirimkan ke modem melalui IC MAX232, sedangkan pin 0 sebagai Rx *input* informasi, pin ini akan meneruskan pesan dari modem ke pengendali mikro Arduino Uno digunakan untuk menerima pesan yang akan diteruskan dari modem ke pengendali mikro melalui IC MAX232. Dalam sistem pemantau lampu ini hanya menggunakan pin Tx karena pada sistem ini hanya mengirimkan sms berupa *report* pemberitahuan ke *user* penerima.

3.1.5. Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

Didalam Tugas Akhir ini pengendali mikro digunakan untuk mengontrol seluruh sistem pemantau lampu. Pengendali mikro arduino uno ini merupakan bagian paling penting dalam perangkat *hardware* sistem pemantau lampu penerangan jalan karena bagian paling vital untuk sistem operasi pengolahan data. Mikro pengendali arduino uno didasarkan dengan bahasa pemrograman processing dengan melibatkan beberapa library yang tersedia. Arduino juga harus ditentukan terlebih dahulu konfigurasi pinnya pada rangkaian sistem tersebut seperti terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

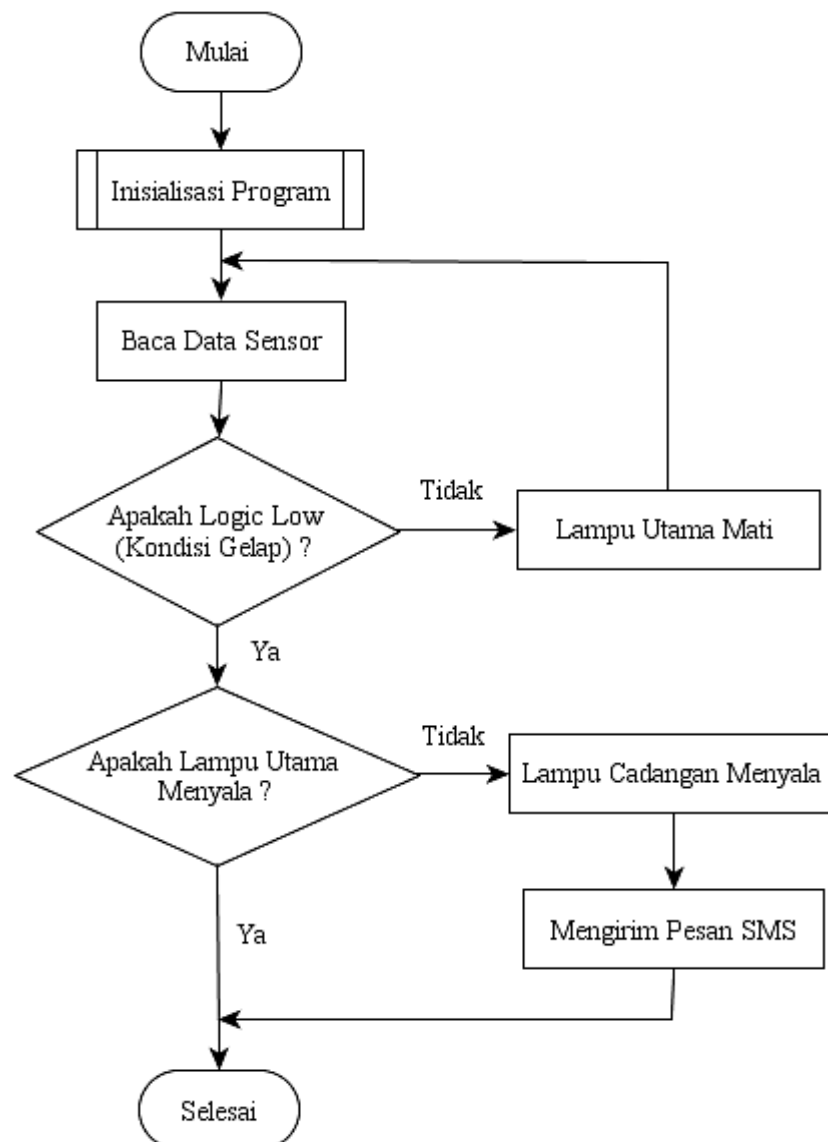
Pada gambar 3.7 dapat dilihat bahwa dalam sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut terdapat beberapa blok rangkaian didalam keseluruhan sistem. Blok pertama adalah rangkaian catu daya dengan keluaran tegangan 12V, rangkaian tersebut digunakan untuk mencatu sistem diantaranya mencatu arduino dan digunakan untuk mencatu relay. Blok kedua adalah rangkaian sensor yang digunakan sebagai pemicu berjalannya sistem tersebut. Kemudian blok rangkaian *driver relay* untuk lampu, didalam blok lampu terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian rangkaian lampu utama dan bagian rangkaian lampu cadangan. Pada rangkaian lampu utama digunakan sebagai lampu penerangan utama pada sistem sedangkan pada rangkaian lampu cadangan digunakan sebagai lampu cadangan menggantikan sementara lampu utama yang tidak menyala. Dan blok terakhir adalah rangkaian *driver* modem *wavecom* yang digunakan sebagai media transmisi pengiriman data dari arduino menuju ke modem untuk pengkonversi tegangan. Modem *wavecom* digunakan untuk media komunikasi pengiriman sms pada sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut.

Didalam sistem pemantaun lampu, catu daya sebagai pusat pencatu tegangan dari arduino dan relay untuk menjalankan sistem tersebut. Kemudian sensor LDR bertindak sebagai pemicu berjalannya sistem yang terdiri dari 4 sensor LDR yaitu diantaranya 1 sensor LDR Utama dan 3 sensor LDR Lampu Utama. Sensor LDR Utama digunakan sebagai pemicu untuk menyalakan lampu utama dan pada masing-masing lampu utama terdapat satu sensor untuk mendeteksi lampu utama yang nantinya digunakan sebagai pemicu untuk menyalakan lampu cadangan dan mengirimkan sms. Dan Arduino bertindak sebagai pusat pengendali yang menjalankan beberapa fungsi. Untuk fungsi menyalakan lampu utama digunakan pin 12, 11, dan 10 dengan pemicu sensor LDR U pada pin analog A0. Dan untuk fungsi menyalakan lampu cadangan masing-masing menggunakan pin 9, 8, dan 7 dengan pemicu masukan dari sensor LDR LU1 pada pin analog A1 untuk lampu cadangan 1, sensor LDR LU2 pada pin A2 untuk lampu cadangan 2, dan sensor LDR LU3 pada pin A3 untuk

lampu cadangan 3. Sedangkan untuk pin 0 dan pin 1 sebagai komunikasi serial dari modem *wavecom*.

3.2. PERANGKAT LUNAK

Dalam pembuatan sistem pemantau lampu penerangan jalan ini menggunakan beberapa perintah untuk memantau lampu, seperti perintah untuk mengkonversikan ADC pada sensor LDR untuk menyalakan lampu utama dan menyalakan lampu cadangan serta mengirimkan pesan sms. Perintah-perintah tersebut diprogram menggunakan pemrograman arduino sebagai media pengendali untuk menjalankan sistem tersebut. Gambar 3.8 merupakan gambar *flowchart* alur kerja sistem secara keseluruhan.



Gambar 3.8 *Flowchart* Keseluruhan Sistem

Berdasarkan *flowchart* pada gambar 3.8 maka dapat dilihat struktur kerja dari keseluruhan untuk menjalankan sistem pemantau lampu tersebut. Perintah yang pertama adalah perintah untuk menyalakan lampu utama atas inputan sensor LDR. Alur kerja dari pemrograman lampu utama tersebut sensor LDR akan membaca kondisi siang, malam, gelap dan mendung yang kemudian data tersebut digunakan sebagai inputan untuk memberikan perintah menyalakan lampu utama tersebut.

Perintah kedua adalah perintah untuk mendeteksi lampu apabila ketika lampu utama mati maka akan menyalakan lampu cadangan dengan menggunakan sensor LDR disetiap lampu untuk mendeteksi lampu utama tersebut. Perintah yang ketiga adalah perintah untuk mengirimkan pesan apabila lampu yang dideteksi tidak menyala. Ketiga perintah tersebut berjalan secara bersamaan pada sistem lampu penerangan jalan tersebut.

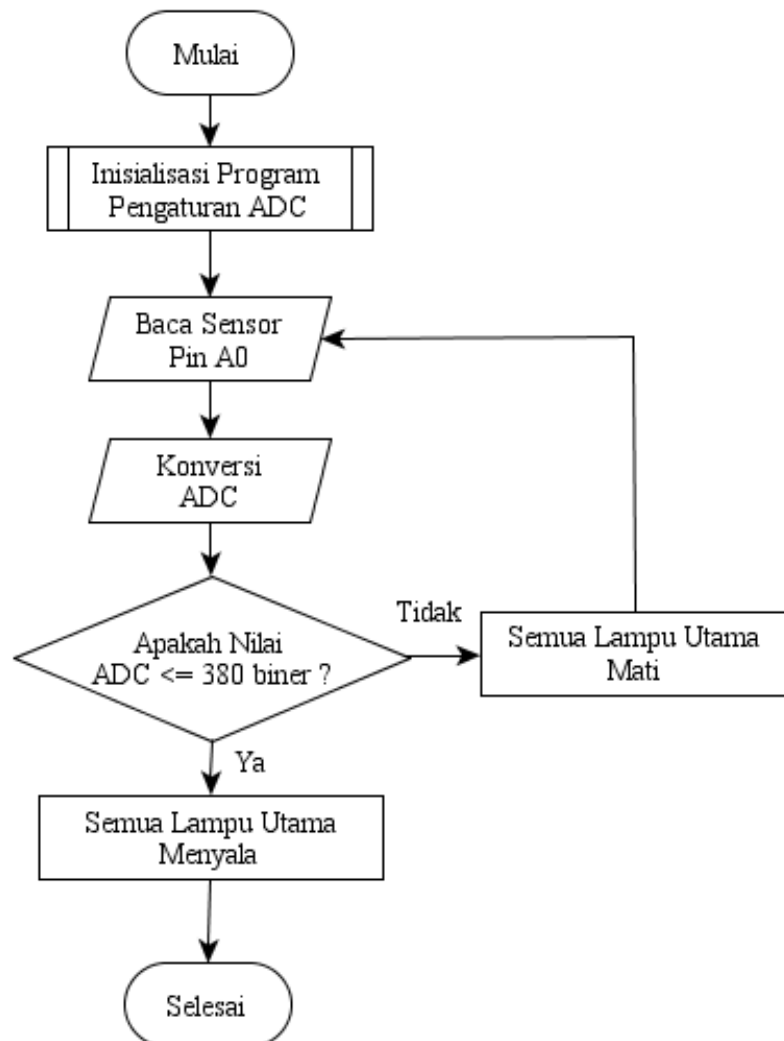
3.2.1. *Flowchart* Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR)

Flowchart sensor LDR ini merupakan diagram kerja dari pembacaan sensor LDR terhadap intensitas cahaya untuk memberikan output yang diharapkan. Dalam sistem pemantau lampu ini terdapat dua blok bagian yaitu *Flowchart* sensor LDR utama dan *Flowchart* sensor LDR lampu utama.

3.2.1.1. *Flowchart* Sensor LDR Utama

Flowchart sensor LDR utama ini merupakan diagram kerja dari pembacaan sensor LDR terhadap intensitas cahaya untuk mendeteksi siang, malam, gelap, dan mendung sebagai inputan untuk mengaktifkan lampu utama. Mulai merupakan diawalinya program, kemudian melakukan inisialisasi program *setting* ADC. Selanjutnya pembacaan pin analog untuk sensor LDR utama yakni pin A0. Kemudian mengkonversi hasil pembacaan sensor dengan resolusi 10 bit pada arduino dengan tegangan referensi 5V. Hasil konversi tegangan yang diterima oleh arduino dari pin analog tersebut menjadi data digital. Pengkonversian data dari analog menjadi data digital ini menggunakan fungsi ADC (*Analog to Digital Converter*) yang

ada pada arduino. Untuk gambar *flowchart* kerja sensor LDR utama yang dimaksud seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Flowchart* Sensor LDR Utama

Dalam sistem pemantau lampu penerangan jalan ini menggunakan nilai ADC kurang dari sama dengan 380 biner untuk menyalakan lampu utama tersebut. Ketika nilai ADC kurang dari 380 biner maka arduino akan memberikan perintah pin 12, 11, dan 10 dengan *logic* 1 untuk menyalakan ketiga lampu utama. Sensor LDR bekerja dengan cara memberikan nilai tegangan yang dikonversikan menjadi data digital dari hasil pembacaan sensor tersebut. Dengan standar ADC yang dimiliki oleh arduino dengan tegangan referensi 5V dengan resolusi 10

bit maka tegangan tersebut dikonversikan dengan ADC menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Index ADC} &= V_{\text{REF}} / \text{BIT} \dots\dots\dots (3.2) \\ &= 5\text{V} / 1024 \\ &= 4,88 \text{ mV} \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diketahui bahwa nilai tegangan setiap kenaikan 1 bit biner setara dengan 4,88 mV, maka nilai tegangan dari 380 bit :

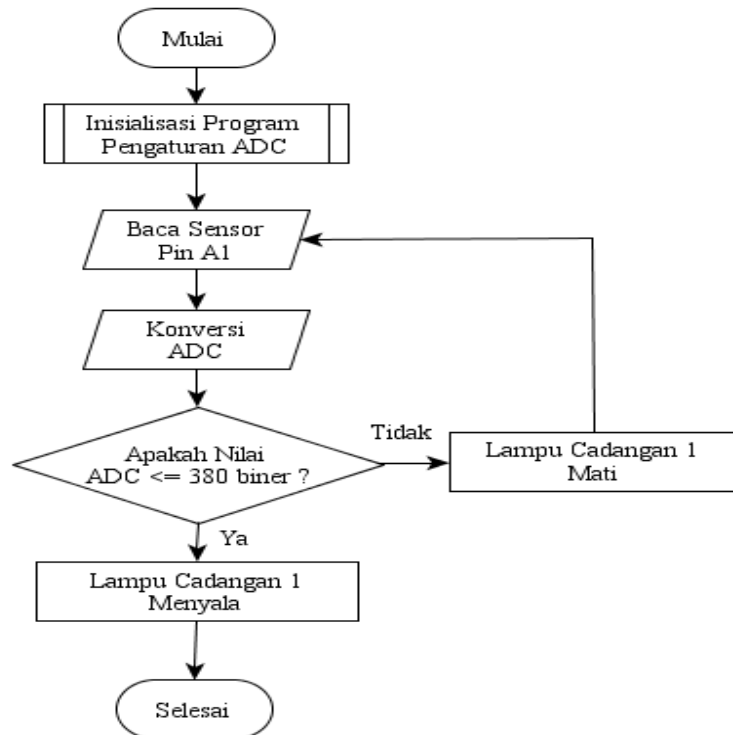
$$\begin{aligned} V_{\text{in}} &= \text{ADC} \times V_{\text{REF}} / 1024 \dots\dots\dots (3.3) \\ &= 380 \times 4,88 \text{ mV} / 1024 \\ &= 1,86 \text{ V} \end{aligned}$$

Nilai tegangan tersebut dalam satuan volt, karena tegangan 5V dibagi dengan nilai ADC dengan resolusi 10 bit (1024) sehingga dalam kenaikan 1 bit biner setara dengan 4,88 mV. Nilai ADC 380 *biner* dalam sistem tersebut setara dengan 1,86V yang digunakan sebagai inputan untuk menyalakan lampu tersebut.

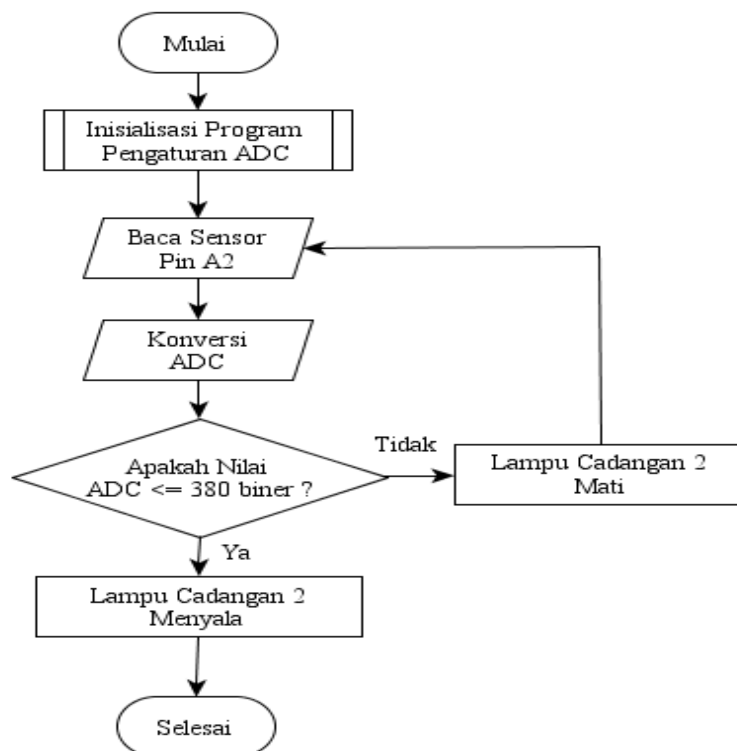
3.2.1.2. *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama

Dalam sistem pemantau lampu ini sensor LDR terbagi menjadi tiga bagian penting yaitu setiap masing-masing lampu utama terdapat 1 sensor untuk mendeteksi menyala atau tidaknya lampu utama dari intensitas cahaya yang ada pada setiap lampu digunakan sebagai inputan ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan tersebut. Masing-masing sensor tersebut masuk dalam pin analog arduino yaitu pin A1, A2, dan A3. Sistem pemantau lampu penerangan jalan ini menggunakan nilai ADC kurang dari 380 bit biner untuk menyalakan masing-masing lampu cadangan tersebut. Ketika nilai ADC kurang dari 380 biner maka arduino akan memberikan perintah pin 9, 8, dan 7 dengan *logic* 1 untuk menyalakan lampu cadangan. Lampu cadangan tersebut hanya aktif ketika sensor LDR pada lampu utama tersebut mendeteksi. Untuk *flowchart*

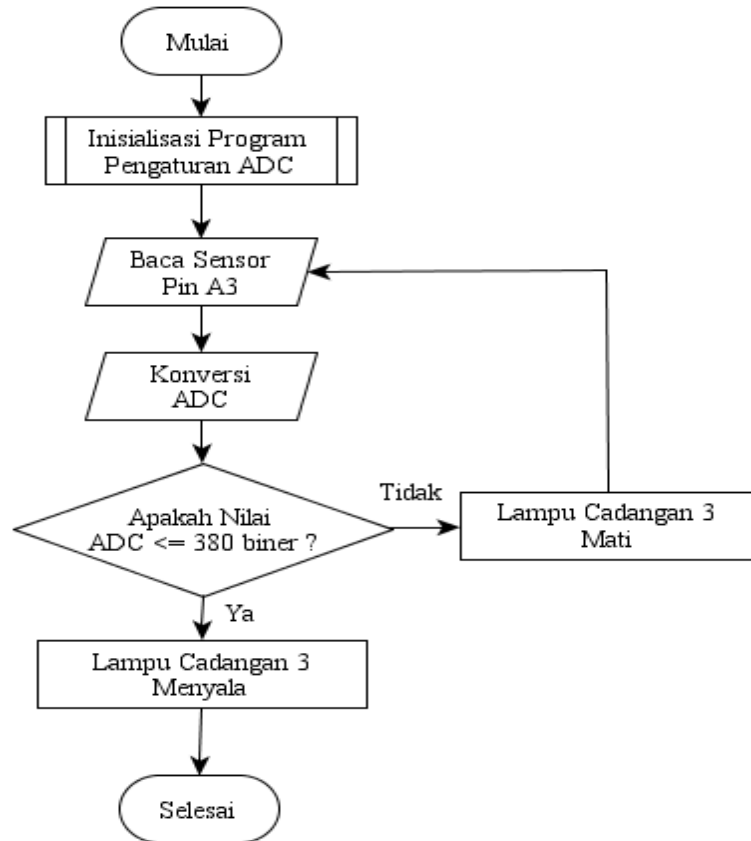
kerja sensor LDR yaitu pada lampu utama 1, lampu utama 2, dan lampu utama 3 yang dimaksud seperti pada gambar 3.10, gambar 3.11, dan gambar 3.12.



Gambar 3.10 *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama 1



Gambar 3.11 *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama 2

Gambar 3.12 *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama 3

Pada gambar 3.10, 3.11, dan 3.12 merupakan *flowchart* kerja dari masing-masing sensor yang terdapat pada setiap lampu utama. *Flowchart* sensor pada gambar 3.10 dapat dilihat bahwa ketika sensor pada pin A1 mendapatkan nilai tegangan yang dikonversikan kedalam ADC dengan nilai kurang dari 380 biner maka akan memberikan input ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan 1 sedangkan *flowchart* sensor pada gambar 3.11 dapat dilihat bahwa ketika sensor pada pin A2 mendapatkan nilai nilai tegangan yang dikonversikan kedalam ADC dengan nilai kurang dari 380 biner maka akan memberikan input ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan 2, dan pada *flowchart* sensor pada gambar 3.12 dapat dilihat bahwa ketika sensor pada pin A3 mendapatkan nilai nilai tegangan yang dikonversikan kedalam ADC dengan nilai kurang dari 380 biner maka akan memberikan input ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan 3.

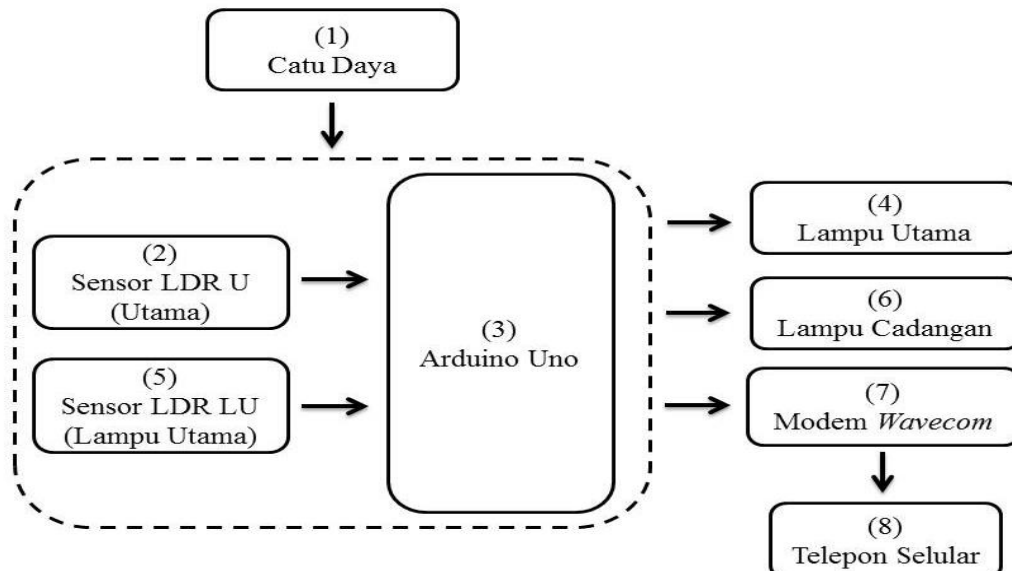
BAB III

PERANCANGAN SISTEM DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab III, membahas tentang rangkaian perencanaan dan pembuatan rancang bangun sistem pemantau lampu penerangan jalan berbasis arduino uno menggunakan *report sms*. Perancangan dimulai dari pembuatan perangkat keras (*Hardware*) kemudian perancangan perangkat lunak (*Software*). Pembuatan perangkat keras pada sistem pemantau lampu penerangan jalan menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai pemicu sistem yang akan bekerja secara otomatis, perancangan lampu utama dan lampu cadangan menggunakan *driver relay*, serta perancangan komunikasi serial sehingga *Handphone* dapat memperoleh informasi pantauan lampu dari jarak jauh. Sedangkan untuk perangkat lunak meliputi bahasa pemrograman Arduino UNO, pemrograman *AT Command* sehingga alat dapat mengirimkan *report* pesan berupa *Short Message Service* (SMS) ke *Handphone* petugas pemantau lampu dan salah satu warga setempat disekitar lokasi pemantauan lampu penerangan jalan.

3.3. PERANGKAT KERAS

Diagram blok sistem pemantau lampu penerangan jalan secara keseluruhan seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem pada perancangan alat dalam Tugas Akhir ini secara keseluruhan terbagi menjadi dua bagian penting yang dapat dilihat pada gambar 3.1.

Blok diagram tersebut pada bagian pertama menjelaskan *power supply* sebagai sumber suplai tegangan utama yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Pada bagian kedua, masukan sistem terdiri dari 2 blok sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yaitu LDR U, dan LDR LU sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya. Sensor LDR U atau sensor LDR Utama sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya matahari (siang dan malam), dan sensor LDR LU atau sensor LDR lampu utama sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya pada lampu utama. Pada bagian ini Arduino Uno bertindak sebagai pengendali mikro sistem kerja alat. Pada bagian keluaran yang terdiri dari lampu utama dan lampu cadangan dengan tegangan keluaran AC sebagai catuan lampu yang dinyalakan dengan bantuan relay akibat sensor LDR yang bekerja. Output lainnya antara lain modem *wavecom* sebagai media pengirim pesan SMS (*Short Message Service*) yang dikirimkan ke *Handphone* sebagai media penerima pesan.

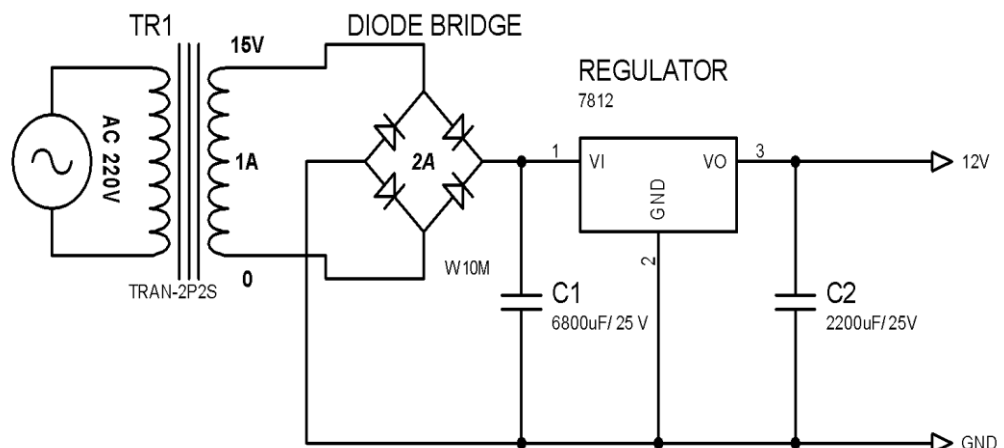
3.1.6. Perancangan Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini menggunakan catu daya yang merupakan rangkaian adaptor buatan sendiri dengan keluaran tegangan 12V. Catu daya pada sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut digunakan sebagai tegangan untuk mencatu keseluruhan rangkaian. Rangkaian catu daya tersebut menggunakan jenis transformator non CT (*Center Tap*) untuk menurunkan tegangan listrik bolak-balik (AC 110-220) menjadi tegangan listrik rendah sesuai dengan kebutuhan.

Dalam Tugas Akhir ini menggunakan catu daya dengan keluaran tegangan sebesar 15V dan dioda *bridge* W10M sebagai jembatan penyearah untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik AC menjadi tegangan DC. Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari *power supply* / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan *Alternating Current* (AC) menjadi tegangan *Direct Current* (DC). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigursikan secara *forward* bias. Dalam sebuah *power supply* tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan *transformator stepdown*. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang

pada suatu *power supply* yaitu, penurun tegangan (*transformer*), penyearah gelombang / *rectifier* (dioda) dan *filter* (kapasitor)

Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda menggunakan *transformator non-CT*. Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda dimulai pada saat *output transformator* memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output transformator* memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward* bias dan D1, D2 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini menjadi tegangan DC. Rangkaian catu daya tersebut seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*)

Didalam rangkaian catu daya tersebut menggunakan 2 kapasitor dengan perbandingan antara input dan output sebesar 3:1 yaitu 6800uF dan 2200uF diketahui dari *datasheet* rangkaian IC regulator yang di *by pass* ke *ground* untuk menyaring tegangan atau mengurangi faktor *ripple* hasil penyearah serta menggunakan regulator L7812CV untuk menstabilkan tegangan dengan menghasilkan besar tegangan 12V. Kapasitor yang

digunakan dalam rangkaian catu daya tersebut menggunakan kapasitor dengan nilai tegangan maksimum yang dapat disaring yaitu mencapai 25V.

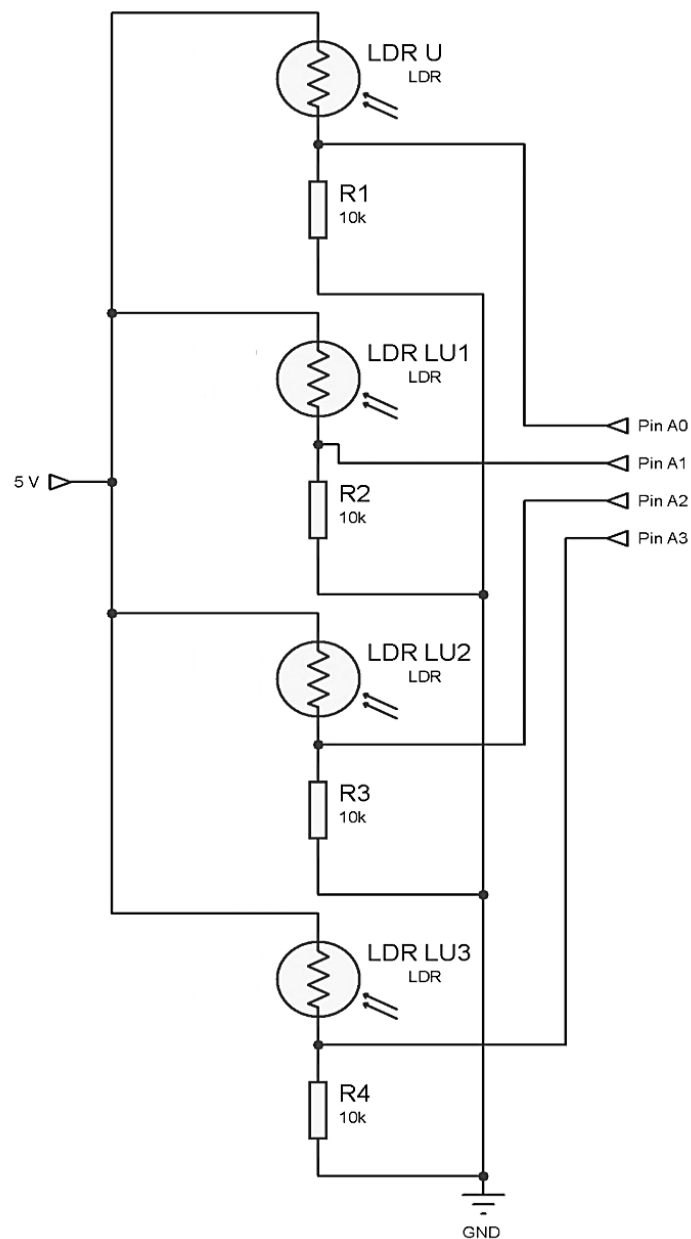
Pada rangkaian catu daya pada gambar 3.2 dibagi menjadi dua output tegangan 12V. Tegangan 12V tersebut digunakan untuk mencatu arduino uno dan relay. Tegangan masukan pada arduino menggunakan 12V karena untuk menghindari ketidakstabilan pada *board* arduino dengan tegangan input/output yang kurang dari 5V.

3.1.7. Perancangan Rangkaian Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR)

Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) pada sistem pemantau lampu penerangan jalan ini dirancang untuk pemicu bekerjanya fungsi penghidupan lampu dan indikator pengiriman *Short Message Service* (SMS). Sensor LDR tersebut dibagi menjadi dua blok bagian yaitu blok sensor primer dan blok sensor sekunder. Sensor primer sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya matahari (siang dan malam), dan sensor sekunder sebagai indikator pendeteksi intensitas cahaya pada lampu.

Didalam rangkaian sensor LDR pada sistem pemantau lampu penerangan jalan menggunakan 4 buah sensor yaitu 1 sensor untuk menghidupkan semua lampu utama dan 3 buah sensor yang masing-masing diletakan pada setiap lampu utama yang bertujuan untuk memantau lampu utama dan sebagai input untuk menyalakan lampu cadangan apabila kondisi lampu utama mati. Didalam rangkaian sensor LDR posisinya di *by pass* terhadap *ground* dengan sebuah resistor terhubung seri sehingga jika sensor LDR mendapat cahaya dengan intensitas yang tinggi, maka nilai resistansi dalam LDR akan bernilai kecil, sehingga sebagian besar tegangan akan muncul pada resistor seri dan adapun dalam kondisi gelap, LDR akan memiliki nilai resistansi yang besar, sehingga tegangan pada resistor seri akan menurun.

Sensor LDR U atau sensor utama dihubungkan ke pin analog A0 sedangkan sensor LDR LU atau sensor pendeteksi lampu utama dihubungkan masing-masing ke pin analog yaitu pin A1, A2, dan A3 karena dalam sistem tersebut menggunakan 3 lampu utama sehingga membutuhkan 3 sensor LDR seperti terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor LDR

Output dari sensor LDR ini kemudian di konversi menggunakan ADC (*Analog to Digital Converters*) untuk nilai tegangan yang di terima oleh sensor LDR tersebut dan bekerja pada tegangan 5V. Sensor LDR akan mengontrol intensitas cahaya yang diterima kemudian akan mengirimkan tegangan ke arduino untuk dikonversikan menjadi data digital melalui ADC. Standarnya, Arduino menggunakan tegangan referensi (V_{REF}) sebesar 5 Volt dengan resolusi ADC 10 bit. Resolusi merupakan jumlah bit *biner* yang diperlukan untuk menampilkan hasil

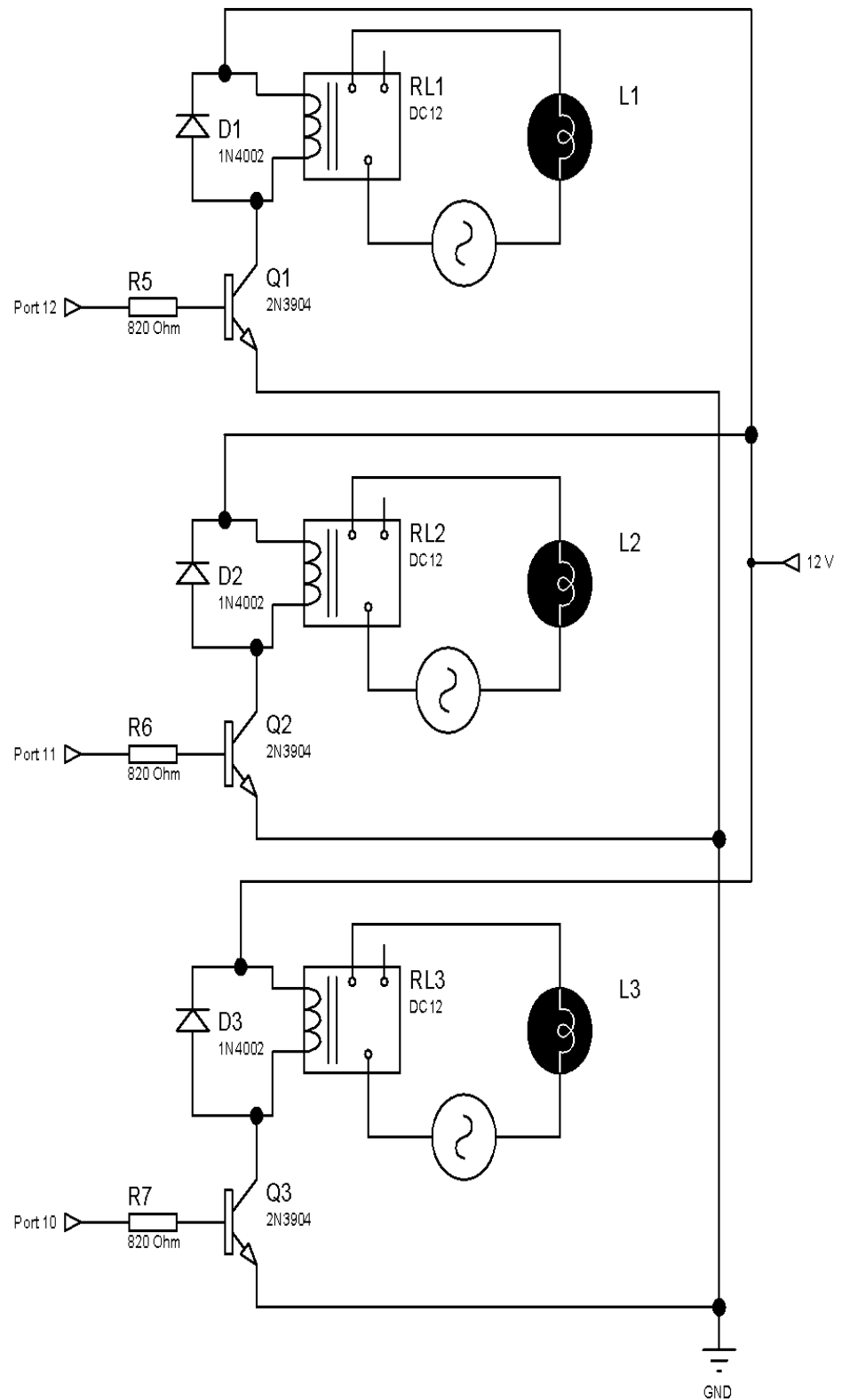
keluaran digital dari konversi. Sehingga rentang tegangan 0 – 5 Volt akan diwakili oleh nilai 0 hingga 1023 (2^{10}). Rentang tegangan tersebut dapat dihitung yaitu dengan persamaan $5V / 1024 = 0,0048828125 V = 4,88$ mV. Dengan demikian setiap kenaikan satu bit di dalam Arduino setara dengan 4,88 mV. Data hasil ADC tersebut akan dijadikan parameter pendeteksian intensitas cahaya tersebut. Data tersebut akan dicocokkan dalam arduino dengan database yang sudah terprogram dalam pengendali mikro tersebut.

Didalam perancangan Tugas Akhir ini sensor LDR dirancang sebagai *input* dari arduino dan hasil pembacaan sensor yaitu nilai tegangan yang dikonversikan menjadi data digital melalui ADC dari intensitas cahaya yang diterima. Ketika kondisi gelap dengan nilai pembacaan ADC dari arduino kurang dari 380 biner atau setara dengan 1,86 V digunakan sebagai indikator untuk mengaktifkan relay. Apabila pada sensor LDR U atau sensor utama mendeteksi nilai konversi tegangan kurang dari 380 biner maka arduino akan mengirimkan sinyal ke *relay* untuk mengaktifkan lampu utama sedangkan pada sensor LDR LU atau sensor pada lampu utama mendeteksi nilai konversi tegangan kurang dari 380 *biner* maka arduino akan mengirimkan sinyal ke *relay* untuk menyalakan lampu cadangan dan juga arduino akan mengirimkan perintah ke modem *wavecom* untuk mengirimkan sms ke dua *user* penerima yaitu ke petugas pemantau dan ke satu warga sekitar lokasi lampu penerangan.

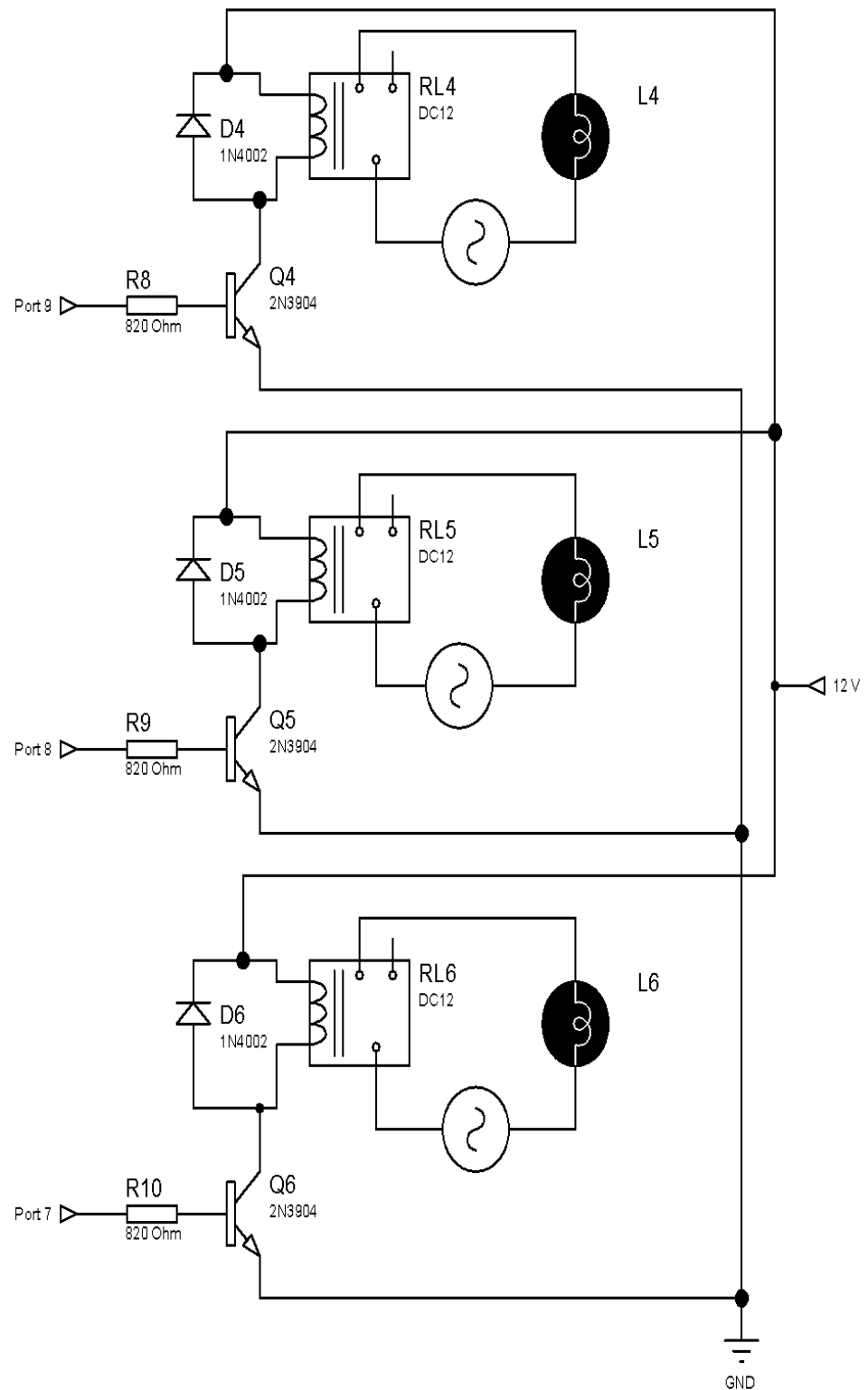
3.1.8. Perancangan Rangkaian *Driver* Relay Lampu

Lampu yang digunakan dalam sistem ini merupakan salah satu jenis dari lampu pijar. Cahaya lampu pijar dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini, energi listrik diubah menjadi panas dan cahaya. Dalam hal ini lampu pijar digunakan sebagai media penerangan untuk menerangi jalan tersebut. Pada sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut dalam menyalakan lampu secara otomatis menggunakan bantuan dari relay dan transistor sebagai media pensaklaran apabila mendapatkan inputan dari arduino. Perancangan rangkaian *driver*

relay lampu terbagi menjadi dua bagian penting yaitu lampu utama dan lampu cadangan seperti terlihat pada gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3.4 Rangkaian *Driver* Relay Lampu Utama



Gambar 3.5 Rangkaian *Driver* Relay Lampu Cadangan

Dalam hal ini mode pensaklaran dilakukan oleh transistor dan relay pada rangkaian *driver* tersebut. Transistor sebagai saklar di *design* dengan kaki *emitor* di *by pass* dengan *ground* dan kaki *collector* menuju ke relay.

Transistor sebagai *driver* relay juga harus diperhitungkan nilai arus pada kaki basisnya, karena transistor mempunyai titik saturasi sehingga perhitungan arus pada kaki basis ditentukan dengan menambahkan resistor pada kaki basis dengan persamaan:

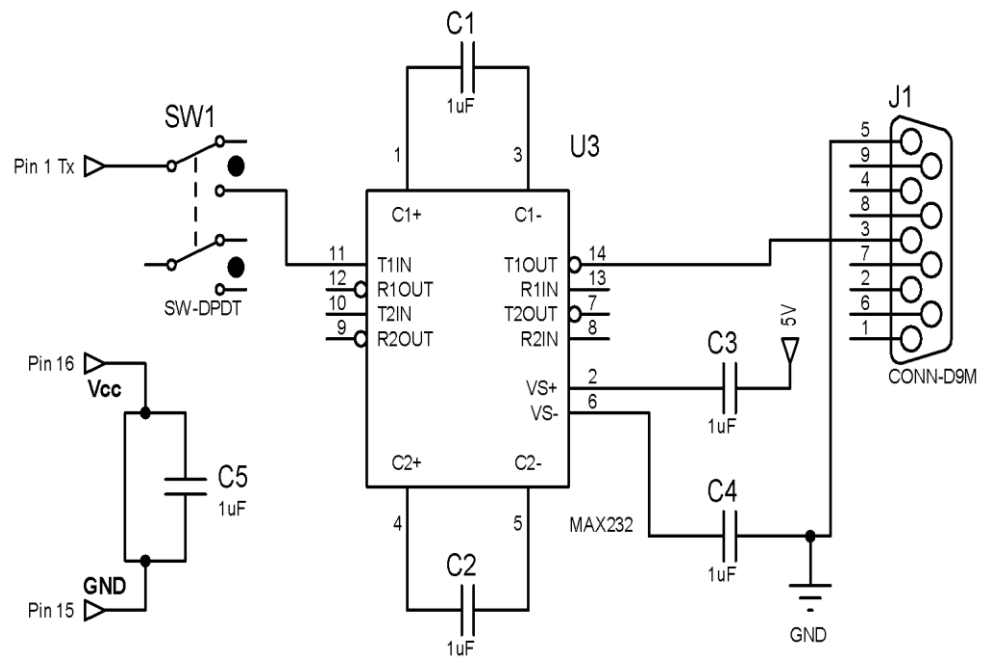
$$\begin{aligned} V_s &= I_B \times R + V_{BE} \dots\dots\dots(3.1) \\ 5 \text{ V} &= 5 \text{ mA} \times R + 0,95 \text{ V} \\ 4,05 &= 5 \text{ mA} \times R \\ R &= 4,05 / 5 \text{ mA} \\ &= 810 \Omega \end{aligned}$$

Nilai arus yang melewati kaki basis ditentukan dengan melihat karakteristik dari transistor 2N3904 pada kondisi saturasi. Pada kondisi saturasi arus basis terletak pada 5 mA dan tegangan basis emitter 0,95V. Selain itu, pada rangkaian *driver* relay juga diletakkan diode 1N4002 untuk memisahkan arus yang akan masuk ke kaki *collector* dan juga untuk mengamankan tegangan yang akan kembali ke Arduino untuk mencegah terjadinya lonjakan pada relay. *Driver* relay akan bekerja jika pin 12, 11, dan 10 pada lampu utama dan pin 9, 8, dan 7 pada lampu cadangan bernilai *high* “1” dan akan mati ketika *logic low* “0”. Beban lampu pada konfigurasi relay ini ditempatkan pada kondisi NO (*Normally Open*) yang akan bekerja jika terjadi induksi *magnetic* pada kumparan relay. Dalam Tugas Akhir ini lampu utama berperan penting sebagai media penerangan utama dan lampu cadangan hanya berperan untuk menggantikan sementara apabila lampu utama tidak menyala.

3.1.9. Perancangan Rangkaian *Driver* Modem *Wavecom*

Perancangan rangkaian *driver* modem *wavecom* adalah rangkaian yang akan mengatur komunikasi dari Arduino ke modem *wavecom* dengan media *interface* kabel RS232. Modem akan meneruskan perintah sms (*short message service*) dari Arduino Uno ke *Handphone* yang terlebih dahulu melewati *driver* IC MAX 232. IC MAX 232 ini memiliki fungsi sebagai pengkonversi tegangan dari kedua perangkat yang tidak sama antara tegangan pada Arduino Uno dan tegangan pada modem *wavecom*, dikarenakan tegangan pada Arduino Uno berkisar antara 0 sampai 5 volt

sedangkan tegangan pada modem *wavecom* adalah sebesar -15 sampai +15 Volt, dengan perbedaan tegangan tersebut maka dibutuhkan sebuah IC yang berfungsi untuk meng-*converter* kedua tegangan pada modem dan arduino menjadi tegangan yang sama. Gambar 3.6 merupakan rangkaian *driver* modem *wavecom*.

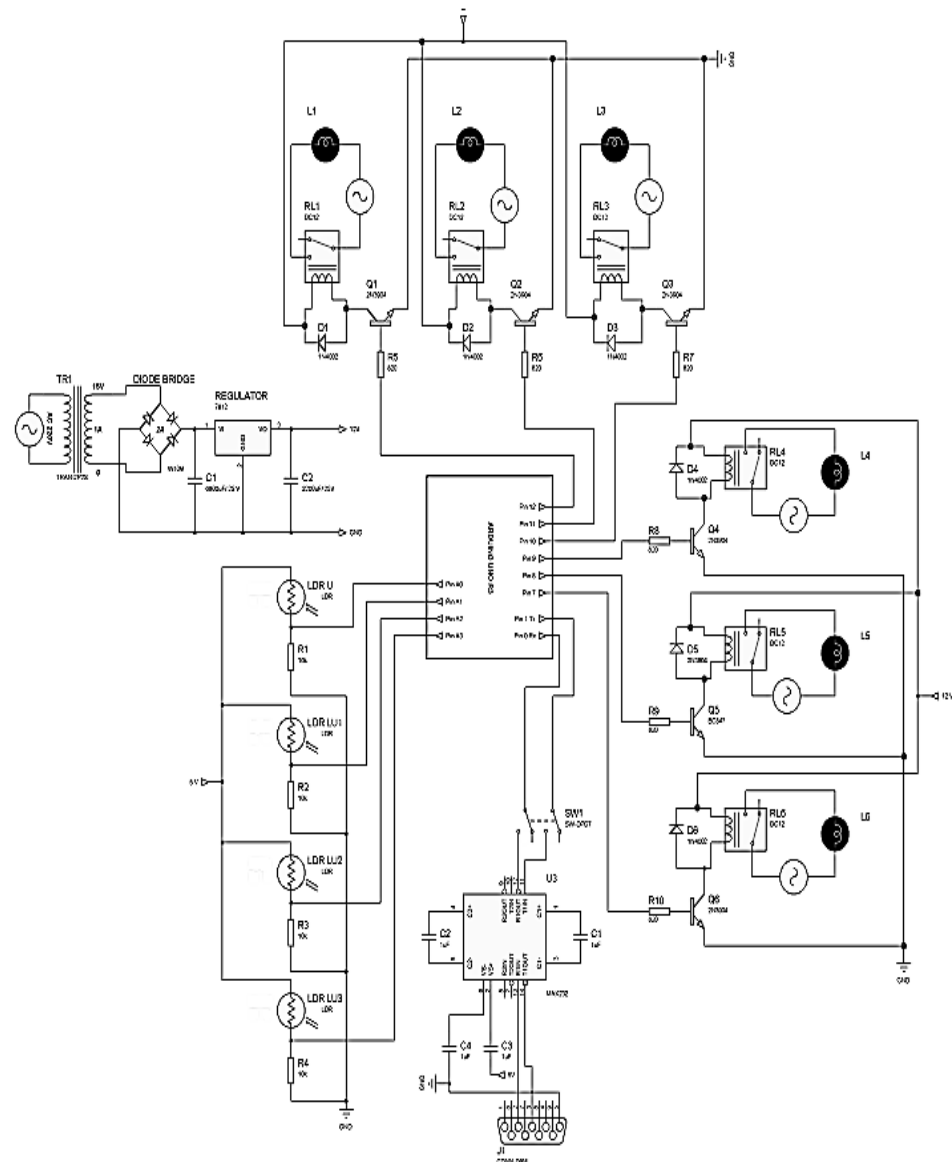


Gambar 3.6 Rangkaian *Driver* Modem *Wavecom*

Pada gambar 3.6 merupakan rangkaian konfigurasi komunikasi serial antara pengendali mikro Arduino Uno dengan modem. *Interface* yang digunakan sebagai penghubung antara IC MAX232 dengan Arduino Uno menggunakan media kabel RS232 *female to male*. Komunikasi serial tersebut hanya memerlukan dua buah pin dari arduino, kedua pin yang digunakan adalah pin 0 dan pin 1. Penggunaan kedua pin ini dikarenakan pin 1 secara *default* memiliki fungsi sebagai Tx *output* informasi, pin ini akan meneruskan pesan dari pengendali mikro yang dikirimkan ke modem melalui IC MAX232, sedangkan pin 0 sebagai Rx *input* informasi, pin ini akan meneruskan pesan dari modem ke pengendali mikro Arduino Uno digunakan untuk menerima pesan yang akan diteruskan dari modem ke pengendali mikro melalui IC MAX232. Dalam sistem pemantau lampu ini hanya menggunakan pin Tx karena pada sistem ini hanya mengirimkan sms berupa *report* pemberitahuan ke *user* penerima.

3.1.10. Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

Didalam Tugas Akhir ini pengendali mikro digunakan untuk mengontrol seluruh sistem pemantau lampu. Pengendali mikro arduino uno ini merupakan bagian paling penting dalam perangkat *hardware* sistem pemantau lampu penerangan jalan karena bagian paling vital untuk sistem operasi pengolahan data. Mikro pengendali arduino uno didasarkan dengan bahasa pemrograman processing dengan melibatkan beberapa library yang tersedia. Arduino juga harus ditentukan terlebih dahulu konfigurasi pinnya pada rangkaian sistem tersebut seperti terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

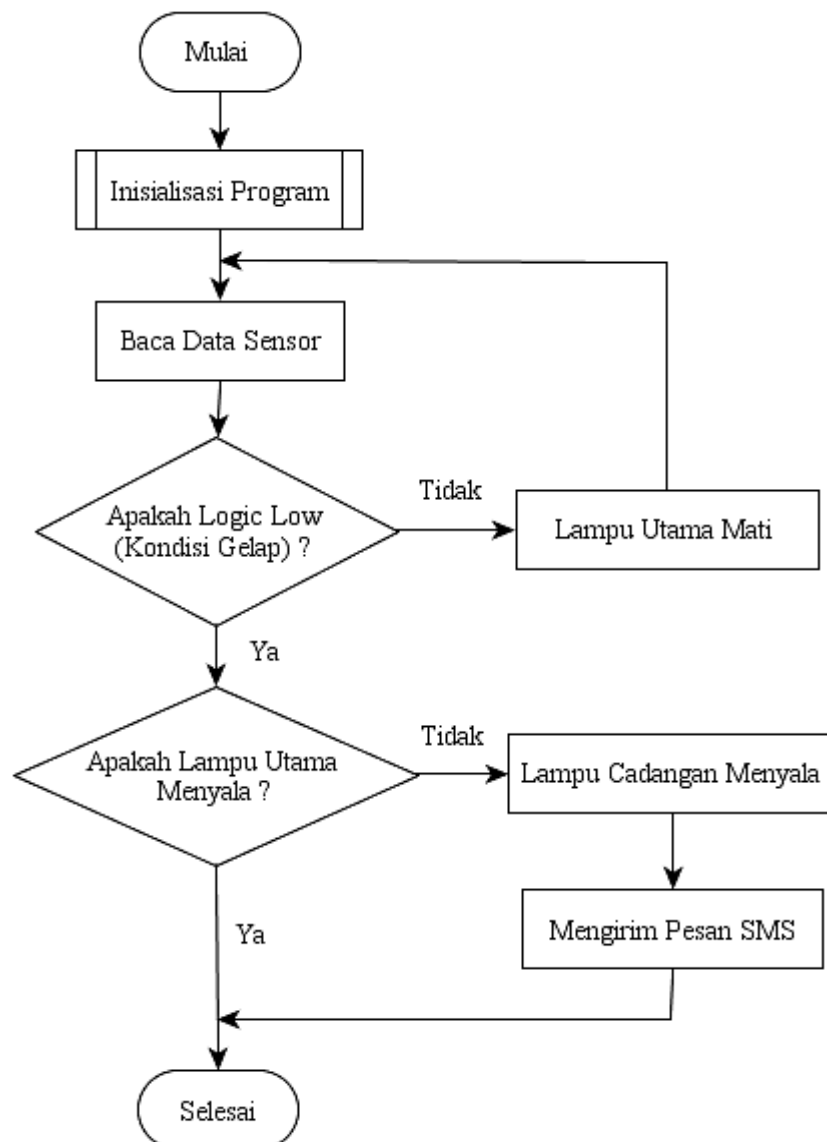
Pada gambar 3.7 dapat dilihat bahwa dalam sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut terdapat beberapa blok rangkaian didalam keseluruhan sistem. Blok pertama adalah rangkaian catu daya dengan keluaran tegangan 12V, rangkaian tersebut digunakan untuk mencatu sistem diantaranya mencatu arduino dan digunakan untuk mencatu relay. Blok kedua adalah rangkaian sensor yang digunakan sebagai pemicu berjalannya sistem tersebut. Kemudian blok rangkaian *driver relay* untuk lampu, didalam blok lampu terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian rangkaian lampu utama dan bagian rangkaian lampu cadangan. Pada rangkaian lampu utama digunakan sebagai lampu penerangan utama pada sistem sedangkan pada rangkaian lampu cadangan digunakan sebagai lampu cadangan menggantikan sementara lampu utama yang tidak menyala. Dan blok terakhir adalah rangkaian *driver* modem *wavecom* yang digunakan sebagai media transmisi pengiriman data dari arduino menuju ke modem untuk pengkonversi tegangan. Modem *wavecom* digunakan untuk media komunikasi pengiriman sms pada sistem pemantau lampu penerangan jalan tersebut.

Didalam sistem pemantaun lampu, catu daya sebagai pusat pencatu tegangan dari arduino dan relay untuk menjalankan sistem tersebut. Kemudian sensor LDR bertindak sebagai pemicu berjalannya sistem yang terdiri dari 4 sensor LDR yaitu diantaranya 1 sensor LDR Utama dan 3 sensor LDR Lampu Utama. Sensor LDR Utama digunakan sebagai pemicu untuk menyalakan lampu utama dan pada masing-masing lampu utama terdapat satu sensor untuk mendeteksi lampu utama yang nantinya digunakan sebagai pemicu untuk menyalakan lampu cadangan dan mengirimkan sms. Dan Arduino bertindak sebagai pusat pengendali yang menjalankan beberapa fungsi. Untuk fungsi menyalakan lampu utama digunakan pin 12, 11, dan 10 dengan pemicu sensor LDR U pada pin analog A0. Dan untuk fungsi menyalakan lampu cadangan masing-masing menggunakan pin 9, 8, dan 7 dengan pemicu masukan dari sensor LDR LU1 pada pin analog A1 untuk lampu cadangan 1, sensor LDR LU2 pada pin A2 untuk lampu cadangan 2, dan sensor LDR LU3 pada pin A3 untuk

lampu cadangan 3. Sedangkan untuk pin 0 dan pin 1 sebagai komunikasi serial dari modem *wavecom*.

3.4. PERANGKAT LUNAK

Dalam pembuatan sistem pemantau lampu penerangan jalan ini menggunakan beberapa perintah untuk memantau lampu, seperti perintah untuk mengkonversikan ADC pada sensor LDR untuk menyalakan lampu utama dan menyalakan lampu cadangan serta mengirimkan pesan sms. Perintah-perintah tersebut diprogram menggunakan pemrograman arduino sebagai media pengendali untuk menjalankan sistem tersebut. Gambar 3.8 merupakan gambar *flowchart* alur kerja sistem secara keseluruhan.



Gambar 3.8 *Flowchart* Keseluruhan Sistem

Berdasarkan *flowchart* pada gambar 3.8 maka dapat dilihat struktur kerja dari keseluruhan untuk menjalankan sistem pemantau lampu tersebut. Perintah yang pertama adalah perintah untuk menyalakan lampu utama atas inputan sensor LDR. Alur kerja dari pemrograman lampu utama tersebut sensor LDR akan membaca kondisi siang, malam, gelap dan mendung yang kemudian data tersebut digunakan sebagai inputan untuk memberikan perintah menyalakan lampu utama tersebut.

Perintah kedua adalah perintah untuk mendeteksi lampu apabila ketika lampu utama mati maka akan menyalakan lampu cadangan dengan menggunakan sensor LDR disetiap lampu untuk mendeteksi lampu utama tersebut. Perintah yang ketiga adalah perintah untuk mengirimkan pesan apabila lampu yang dideteksi tidak menyala. Ketiga perintah tersebut berjalan secara bersamaan pada sistem lampu penerangan jalan tersebut.

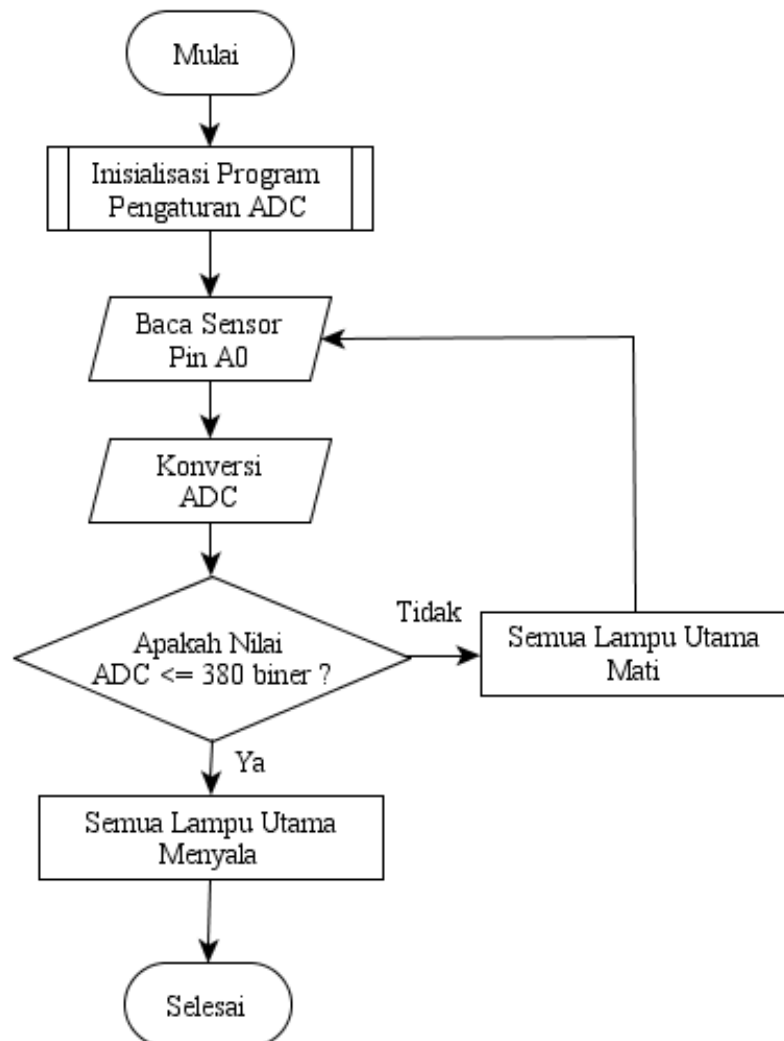
3.2.2. *Flowchart* Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR)

Flowchart sensor LDR ini merupakan diagram kerja dari pembacaan sensor LDR terhadap intensitas cahaya untuk memberikan output yang diharapkan. Dalam sistem pemantau lampu ini terdapat dua blok bagian yaitu *Flowchart* sensor LDR utama dan *Flowchart* sensor LDR lampu utama.

3.2.1.3. *Flowchart* Sensor LDR Utama

Flowchart sensor LDR utama ini merupakan diagram kerja dari pembacaan sensor LDR terhadap intensitas cahaya untuk mendeteksi siang, malam, gelap, dan mendung sebagai inputan untuk mengaktifkan lampu utama. Mulai merupakan diawalinya program, kemudian melakukan inisialisasi program *setting* ADC. Selanjutnya pembacaan pin analog untuk sensor LDR utama yakni pin A0. Kemudian mengkonversi hasil pembacaan sensor dengan resolusi 10 bit pada arduino dengan tegangan referensi 5V. Hasil konversi tegangan yang diterima oleh arduino dari pin analog tersebut menjadi data digital. Pengkonversian data dari analog menjadi data digital ini menggunakan fungsi ADC (*Analog to Digital Converter*) yang

ada pada arduino. Untuk gambar *flowchart* kerja sensor LDR utama yang dimaksud seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Flowchart* Sensor LDR Utama

Dalam sistem pemantau lampu penerangan jalan ini menggunakan nilai ADC kurang dari sama dengan 380 biner untuk menyalakan lampu utama tersebut. Ketika nilai ADC kurang dari 380 biner maka arduino akan memberikan perintah pin 12, 11, dan 10 dengan *logic* 1 untuk menyalakan ketiga lampu utama. Sensor LDR bekerja dengan cara memberikan nilai tegangan yang dikonversikan menjadi data digital dari hasil pembacaan sensor tersebut. Dengan standar ADC yang dimiliki oleh arduino dengan tegangan referensi 5V dengan resolusi 10

bit maka tegangan tersebut dikonversikan dengan ADC menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Index ADC} &= V_{\text{REF}} / \text{BIT} \dots\dots\dots (3.2) \\ &= 5\text{V} / 1024 \\ &= 4,88 \text{ mV} \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diketahui bahwa nilai tegangan setiap kenaikan 1 bit biner setara dengan 4,88 mV, maka nilai tegangan dari 380 bit :

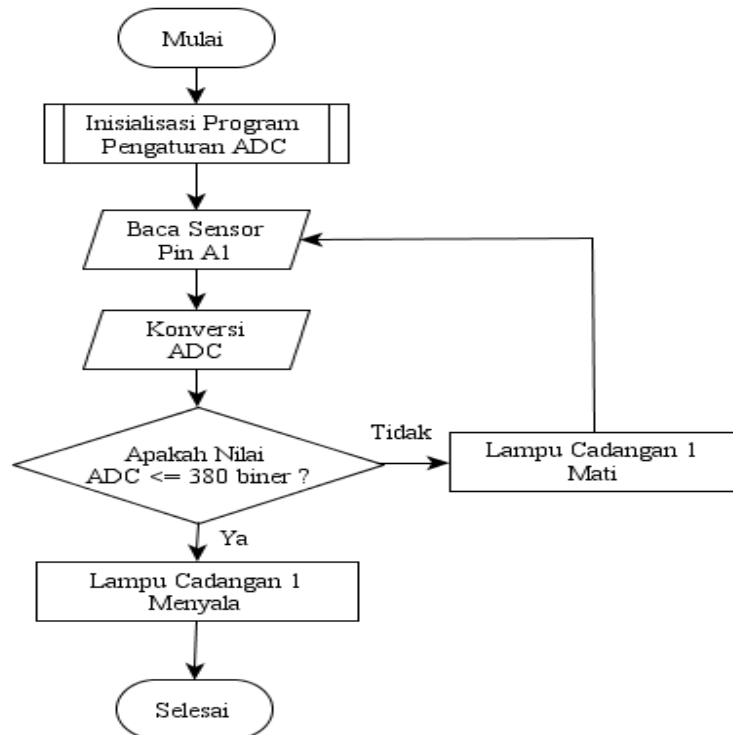
$$\begin{aligned} V_{\text{in}} &= \text{ADC} \times V_{\text{REF}} / 1024 \dots\dots\dots (3.3) \\ &= 380 \times 4,88 \text{ mV} / 1024 \\ &= 1,86 \text{ V} \end{aligned}$$

Nilai tegangan tersebut dalam satuan volt, karena tegangan 5V dibagi dengan nilai ADC dengan resolusi 10 bit (1024) sehingga dalam kenaikan 1 bit biner setara dengan 4,88 mV. Nilai ADC 380 *biner* dalam sistem tersebut setara dengan 1,86V yang digunakan sebagai inputan untuk menyalakan lampu tersebut.

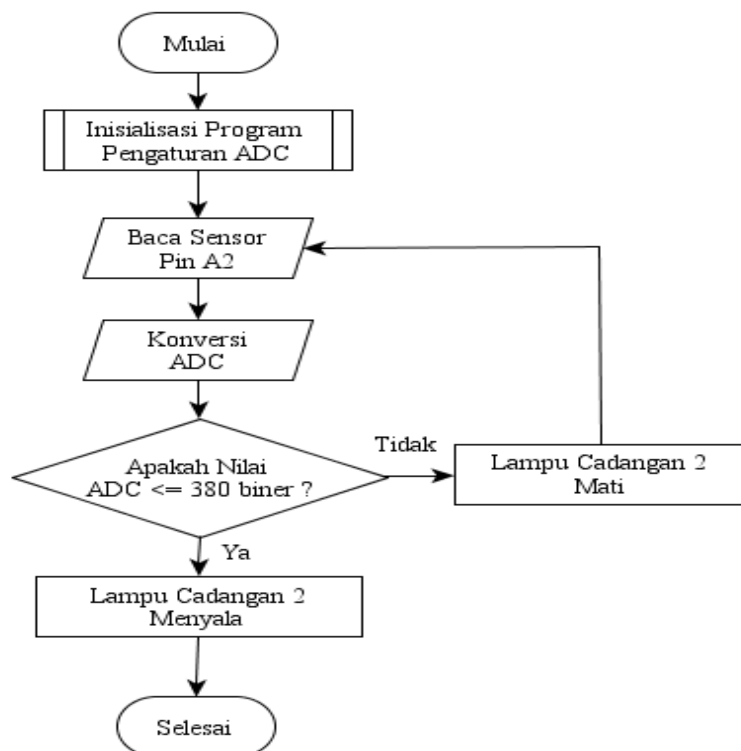
3.2.1.4. **Flowchart Sensor LDR Lampu Utama**

Dalam sistem pemantau lampu ini sensor LDR terbagi menjadi tiga bagian penting yaitu setiap masing-masing lampu utama terdapat 1 sensor untuk mendeteksi menyala atau tidaknya lampu utama dari intensitas cahaya yang ada pada setiap lampu digunakan sebagai inputan ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan tersebut. Masing-masing sensor tersebut masuk dalam pin analog arduino yaitu pin A1, A2, dan A3. Sistem pemantau lampu penerangan jalan ini menggunakan nilai ADC kurang dari 380 bit biner untuk menyalakan masing-masing lampu cadangan tersebut. Ketika nilai ADC kurang dari 380 biner maka arduino akan memberikan perintah pin 9, 8, dan 7 dengan *logic* 1 untuk menyalakan lampu cadangan. Lampu cadangan tersebut hanya aktif ketika sensor LDR pada lampu utama tersebut mendeteksi. Untuk *flowchart*

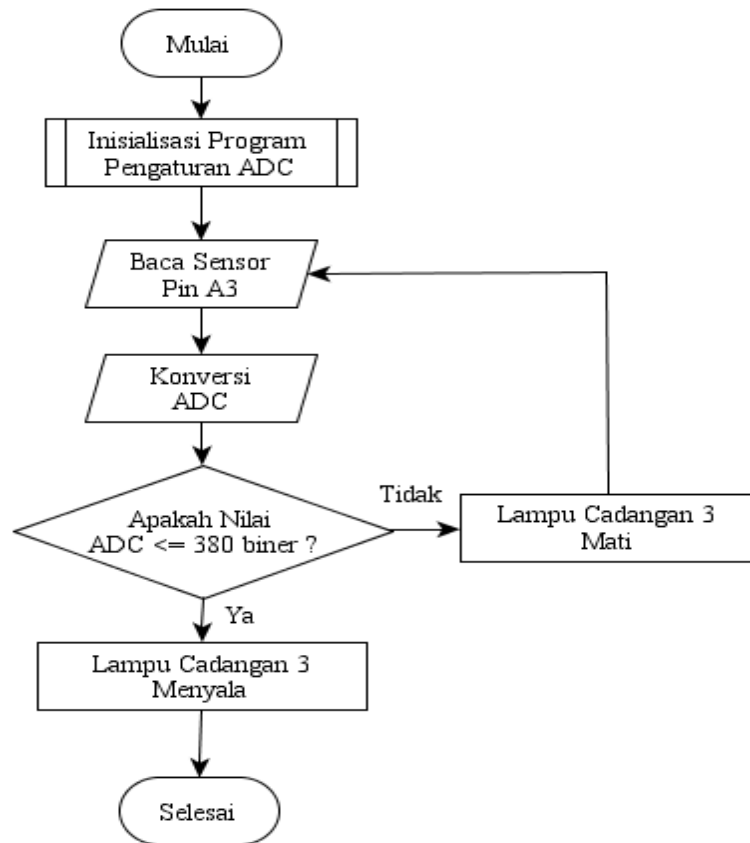
kerja sensor LDR yaitu pada lampu utama 1, lampu utama 2, dan lampu utama 3 yang dimaksud seperti pada gambar 3.10, gambar 3.11, dan gambar 3.12.



Gambar 3.10 *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama 1



Gambar 3.11 *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama 2

Gambar 3.12 *Flowchart* Sensor LDR Lampu Utama 3

Pada gambar 3.10, 3.11, dan 3.12 merupakan *flowchart* kerja dari masing-masing sensor yang terdapat pada setiap lampu utama. *Flowchart* sensor pada gambar 3.10 dapat dilihat bahwa ketika sensor pada pin A1 mendapatkan nilai tegangan yang dikonversikan kedalam ADC dengan nilai kurang dari 380 biner maka akan memberikan input ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan 1 sedangkan *flowchart* sensor pada gambar 3.11 dapat dilihat bahwa ketika sensor pada pin A2 mendapatkan nilai nilai tegangan yang dikonversikan kedalam ADC dengan nilai kurang dari 380 biner maka akan memberikan input ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan 2, dan pada *flowchart* sensor pada gambar 3.12 dapat dilihat bahwa ketika sensor pada pin A3 mendapatkan nilai nilai tegangan yang dikonversikan kedalam ADC dengan nilai kurang dari 380 biner maka akan memberikan input ke arduino untuk menyalakan lampu cadangan 3.

