

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Alat sistem pengaman kendaraan ini sebelumnya telah banyak dibuat, tetapi hasil yang didapatkan berbeda-beda. Berikut beberapa percobaan yang telah dilakukan.

Joyner R. Oroh (2014) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari”. Alat ini menggunakan mikrokontroler dan menggunakan sensor sidik jari sebagai alat untuk mengakses sistemnya. Hasil yang didapat pada alat ini adalah sensor akan mendeteksi sidik jari yang akan digunakan untuk menghidupkan kelistrikan sepeda motor, menghidupkan mesin sepeda motor, serta mematikan kelistrikan sepeda motor. pada alat ini juga terdapat alarm yang akan bekerja jika sidik jari yang terdeteksi oleh sensor adalah sidik jari yang tidak sesuai dengan sidik jari yang ada di database.

Beman Suharjo, dkk dengan judul “Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Sistem Sidik Jari”. Alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega8535, sensor sidik jari dan *keypad* untuk mengaktifkan kelistrikan sepeda motor. hasil yang didapat adalah sistem kelistrikan pada sepeda motor akan diaktifkan dengan sidik jari, pada alat ini juga terdapat *keypad* yang digunakan untuk memasukan sandi sebagai akses selain sidik jari.

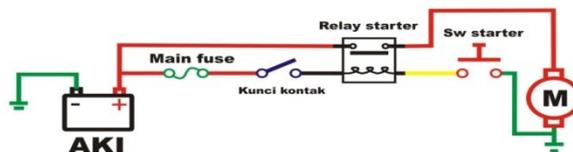
Ilamsyah, dkk dengan judul “Alat pengaman Kendaraan Motor dengan Biometrik Arduino Berbasis Arduino untuk Mencegah Curanmor”. Alat ini menggunakan *board* mikrokontroler arduino uno dan sensor sidik jari. Hasil yang didapat adalah kelistrikan pada sepeda motor akan diaktifkan dengan sidik jari, dimana sidik jari tersebut sudah terekam atau sudah tersimpan di database sensor sidik jari.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Kelistrikan Sepeda Motor

Sistem kelistrikan hampir ada pada semua jenis kendaraan, karena sistem kelistrikan merupakan suatu komponen yang penting dalam sebuah kendaraan. Peran sistem kelistrikan pada sepeda motor sangat penting, karena energi listrik digunakan untuk proses pembakaran, dimana dari proses pembakaran tersebut akan timbul suatu energi yang digunakan untuk menggerakkan mesin. Selain untuk proses pembakaran sistem kelistrikan pada sepeda motor juga di gunakan untuk sistem penerangan, sistem pengisian, sistem *start* dan kendali pada sepeda motor.

Proses kerja suatu kendaraan akan bekerja dengan baik jika sistem kelistrikan pada kendaraan tersebut bekerja secara optimal. Sebagai contoh pada sistem *starter*, sistem *starter* merupakan bagian dari kendaraan yang berfungsi untuk memberikan putaran awal pada mesin. Dengan menekan saklar *starter*, motor *starter* akan berputar atau aktif untuk memberikan putaran awal pada mesin kendaraan. Energi listrik yang digunakan untuk mengaktifkan motor *starter* berasal dari batrai atau aki pada kendaraan tersebut. Dari sistem *starter* tersebut dapat dikatakan sistem kelistrikan dapat berjalan optimal jika proses pengaktifan motor *starter* berjalan dengan baik. Untuk menyuplai energi listrik ke beban-beban yang ada pada sepeda motor selain dari batrai atau aki juga terdapat sistem pembangkit energi listrik. Gambaran sederhana dari sistem kelistrikan sepeda motor dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema kelistrikan starter sepeda motor

Sumber <https://coretan85.blogspot.co.id/2016/10/cara-kerja-elektrik-starter-pada-sepeda.html>

Gambar diatas merupakan skema sederhana dari sistem kelistrikan pada sepeda motor, dimana terdapat aki sebagai sumber energi listrik, kunci kontak sebagai saklar untuk mengaktifkan sistem dan motor *starter* sebagai beban dari sistem kelistrikan pada sepeda motor.

Sumber energi listrik pada sepeda motor berasal dari dua komponen yaitu batrai dan generator. Batrai merupakan sumber energi listrik pada sepeda motor yang digunakan sebagai penyedia arus listrik. Namun pada sepeda motor, batrai tidak bertugas sebagai penyuplai arus yang utama. Yang mengemban tugas utama sebagai penyedia arus listrik adalah generator, sementara batrai bertugas sebagai sumber energi pada saat proses awal yaitu, sebagai sumber arus untuk motor starter. Generator bertugas sebagai pembangkit energi listrik yang sumbernya berasal dari putaran mesin. Tegangan dari generator akan diatur oleh regulator sebelum digunakan untuk pengisian batrai dan menyuplai beban-beban pada sepeda motor.



Gambar 2.2 Batrai sepeda motor vixion NVL

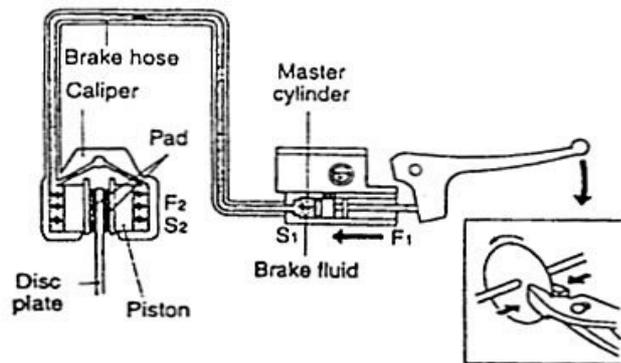
Spesifikasi:

- Tegangan : 12 VDC
- Kapasitas : 3 Ah

#### 2.2.2. Sistem Pengereman Sepeda Motor

Sistem rem pada sepeda motor dirancang untuk mengontrol kecepatan/laju (menurangi/memperlambat kecepatan dan menghentikan laju) sepeda motor. prinsip kerja rem adalah gesekan antara dua buah benda yaitu antara piringan cakram dengan kanvas rem (*brake pad*). Terdapat dua tipe rem pada sepeda motor yaitu rem tromol (*drum brak*) dan rem cakram (*disc brake*). Pada rem cakram

pada umumnya terdiri atas cakram (*disc rotor*) yang terbuat dari besi yang berputar dengan roda, bahan gesek (*disk pad*) yang menjepit dan mencengkram cakram, serta kaliper rem yang berfungsi untuk menekan dan mendorong bahan gesek sehingga diperoleh daya pengereman. Daya pengereman dihasilkan oleh adanya gesekan antara kanvas rem dan cakram.



Gambar 2.3 Cara kerja rem cakram

Sumber : <http://totalotomotif.com/rem-cakram-disk-brake/>

Master silinder merupakan salah satu komponen dari sistem rem yang berfungsi menaikkan tekanan minyak rem, dimana minyak tersebut akan menggerakkan piston dan terjadi pengereman. Cara kerjanya adalah tekanan dari pedal akan diubah menjadi tekanan hidrolik yang kemudian digunakan untuk menekan piston pada kapiler, gerakan piston tersebut akan menjepit piringan cakram.

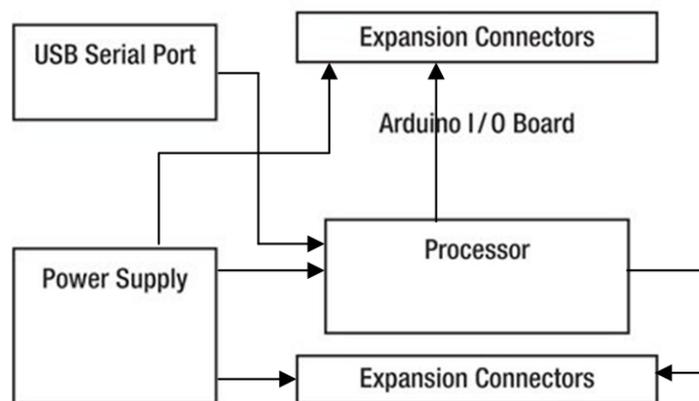


Gambar 2.4 Master silinder sepeda motor

### 2.2.3. Arduino

Arduino adalah *platform* pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *open-source hardware* dan *software* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Namun arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. *Platform* arduino terdiri dari *arduino board*, *shield*, bahasa pemrograman arduino dan *arduino development environment*, *arduino board* biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram *arduino board* yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada gambar 2.4

*Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas *arduino board* untuk menambah kemampuan dari *arduino board*. Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada *arduino board*. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++.

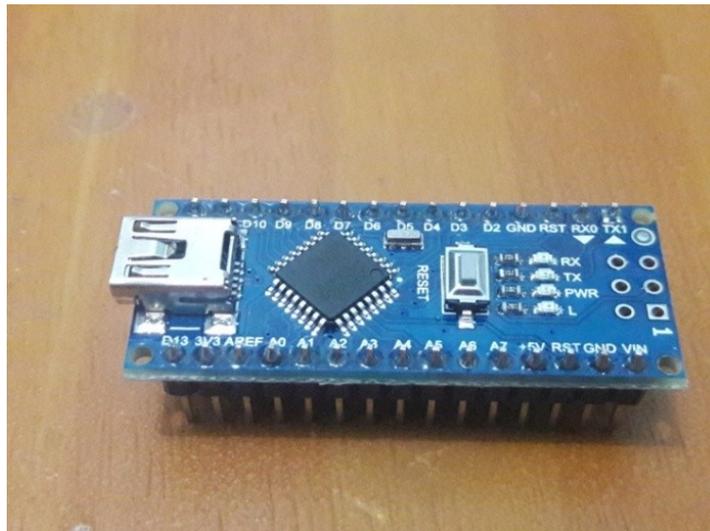


Gambar 2.5 Blok diagram arduino board

*Arduino development environment* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. *Arduino development environment* juga digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di-*compile* ke memori program *arduino board*.

### 2.2.3.1. Arduino Nano

Arduino Nano merupakan *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328P, *board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 Mhz *osilator* Kristal, koneksi USB, tombol reset. Pin-pin yang ada pada arduino ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler.



Gambar 2.6 *Board* Arduino Nano



Gambar 2.7 Kabel USB *Board* Arduino Nano

Spesifikasi Arduino Nano :

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	7V – 12V (rekomendasi)
Digital I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Analog input	8 buah
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Memori Flash	32 KB
SRAM	2 KB
Spesifikasi	Keterangan
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	45 mm x 18 mm
Berat	5 g

1) Catu Daya

*Board* Arduino Nano dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau *power supply eksternal*. Pemilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis

*External power supply* dapat diperoleh dari adaptor AC-DC melalui *port* DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di *board*. *Board* dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 7V hingga 12V. Namun ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *overheat* yang pada akhirnya bisa merusak pcb. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V.

Beberapa pin power pada Arduino Nano :

- **GND**. Ini adalah *ground* atau negatif.

- **Vin.** Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan *power* langsung ke *board* Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V
- **Pin 5V.** Ini adalah pin *output* dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
- **3V3.** Ini adalah pin *output* dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator
- **IOREF.** Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V

## 2) Memori

ATmega328 ini memiliki 32KB dengan 0,5KB digunakan untuk *loading file*. *Memory* ini juga memiliki 2KB dari SRAM dan 1KB dari EEPROM.

## 3) Input & Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Nano dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Dengan beroperasi di 5 volt, setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50k ohm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial.
- Eksternal interupsi : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.
- PWM: 3,5,6,9,10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan fungsi `analogWrite()`.
- SPI: 10(SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.

- LED : 13 ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika kondisi pin *HIGH*, LED menyala, ketika kondisi pin *LOW*, maka off.
- Arduino Nano memiliki 8 input analog, diberi label A0 sampai A7, masing-masing menyediakan resolusi 10 bit. Secara *default* sistem mengukur dari 0 sampai 5volt, namun bisa juga menggunakan pin REF dengan menggunakan fungsi `analogReference()`.
- Pin Analog A6 dan A7 tidak bisa dijadikan sebagai pin digital, hanya sebagai analog. Beberapa pin lainnya pada board ini adalah:
- I2C : Pin A4 (SDA) dan A5 (SCL). Pin ini mendukung komunikasi I2C (TWI) dengan menggunakan Wire Library.
- AREF. Sebagai referensi tegangan untuk input analog.
- Reset. Hubungkan ke *LOW* untuk melakukan reset terhadap mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk dihubungkan dengan switch yang dijadikan tombol reset.

#### 4) Komunikasi

Arduino Nano memiliki beberapa fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan komputer, arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah chip FTDI yang terdapat pada *board* berfungsi menerjemahkan bentuk komunikasi ini melalui USB dan akan tampil sebagai *virtual port* di komputer.

Pada *Software* Arduino (IDE) terdapat serial monitor yang memudahkan data berupa teks untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Lampu led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip FTDI USB to Serial dengan kabel USB ke komputer. Untuk menggunakan komunikasi serial dari digital pin, menggunakan *Software Serial library*.

*Chip* ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam Arduino Software (IDE) sudah termasuk Wire Library untuk

memudahkan penggunaan bus I2C. Untuk menggunakan komunikasi SPI, menggunakan SPI library.

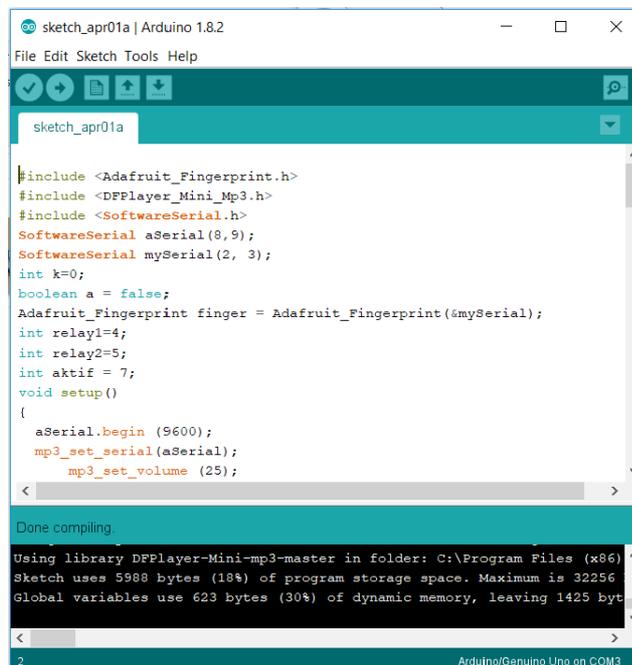
## 5) Programming

Arduino Nano dapat diprogram dengan perangkat lunak arduino. Pilih arduino Nano dari *tool* kemudian sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan.

Pin ATmega328 pada arduino Nano memiliki *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* program baru, untuk itu tidak perlu menggunakan *programmer hardware* eksternal.

### 2.2.3.2. Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Lingkungan *open-sorce* arduino dapat digunakan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke *board* arduino yang berjalan pada windows, mac OS X, dan Linux.



```
sketch_apr01a | Arduino 1.8.2
File Edit Sketch Tools Help
sketch_apr01a
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial aSerial(8,9);
SoftwareSerial mySerial(2, 3);
int k=0;
boolean a = false;
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
int relay1=4;
int relay2=5;
int aktif = 7;
void setup()
{
  aSerial.begin (9600);
  mp3_set_serial(aSerial);
  mp3_set_volume (25);
}
Done compiling.
Using library DFPlayer-Mini-mp3-master in folder: C:\Program Files (x86)
Sketch uses 5988 bytes (18%) of program storage space. Maximum is 32256
Global variables use 623 bytes (30%) of dynamic memory, leaving 1425 byt
2 Arduino/Genuino Uno on COM3
```

Gambar 2.8 Tampilan *framework* arduino Nano

## 2.2.4. Biometrika

Biometrika berasal dari kata bios yang berarti kehidupan dan metron yang berarti ukuran. Biometrika merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk mengenali seseorang secara unik. Teknologi biometrika merupakan sebuah teknologi baru yang memiliki fungsi utama untuk mengenali manusia melalui keadaan fisik atau perilaku unik yang ada pada seseorang seperti sidik jari, mata, wajah, suara dan lainnya. Teknologi ini dirasa lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan kata sandi (*password*) ataupun kartu sebagai alat otentikasi atau identifikasi. Keunggulan dari teknologi biometrika adalah sebagai berikut:

- Biometrika tidak mudah hilang (seperti sidik jari) atau lupa (seperti kata sandi), kecuali karena trauma.
- Biometrika sulit untuk ditiru atau dipindah tangankan ke pihak lain.
- Dengan biometrika, orang yang bersangkutan harus ada ditempat jika dilakukan identifikasi.

#### 2.2.4.1. Jenis biometrika

Setiap organ tubuh seseorang bersifat unik, tidak ada satu orangpun yang memiliki bagian tubuh yang sama dengan orang lain. Beberapa hal yang sudah dikembangkan menjadi suatu alat biometrika yaitu:

##### 1) Biometrika statis atau biometrika *fisiologis*

Biometrika *fisiologis* adalah jenis biometrika yang dikembangkan berdasarkan *fisiologis* atau fisik seseorang. Berikut ini merupakan contoh biometrika *fisiologis*:

- Sidik jari (*fingerprint*)
- Ukuran jari (*finger geometry*)
- Ukuran tangan (*hand geometry*)
- Wajah (*face recognition*)
- Iris mata
- Retina mata
- Telinga
- Vena tangan

- Bau badan
- DNA
- Panas wajah
- Sidik telapak tangan

2) Biometrika dinamis atau biometrika perilaku

Berikut merupakan contoh dari biometrika perilaku:

- Suara (*voice recognition*)
- Tanda tangan (*signature recognition*)
- Cara mengetik (*typing recognition*)
- Gaya berjalan (*gait*)

Dari beberapa contoh alat biometrika diatas, beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memilih alat biometrika adalah:

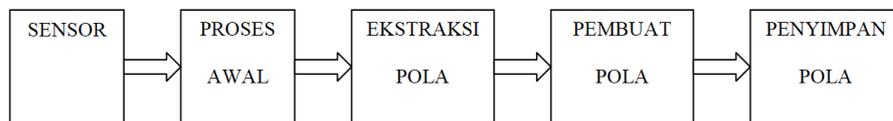
- 1) Universalitas, yaitu seberapa jauh sifat biometrika tersebut dimiliki oleh setiap orang. Contohnya sidik jari dimiliki setiap orang, terkecuali orang yang tidak normal.
- 2) Keunikan, yaitu seberapa jauh sifat biometrika dapat membedakan seseorang dengan orang yang lain. Contohnya sidik jari setiap orang berbeda-beda.
- 3) Permanen, yaitu seberapa jauh sifat biometrika bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh usia seseorang. Contohnya sidik jari manusia tidak akan berubah karena bertambahnya usia, perubahan sidik jari dapat terjadi karena terjadi kerusakan pada sidik jari seseorang.
- 4) Kolektabilitas, yaitu seberapa jauh sifat biometrika mudah diperoleh atau diukur dari seseorang. Contohnya sidik jari seseorang mudah di scan.
- 5) Kinerja, yaitu seberapa jauh alat biometrika dapat bekerja secara teliti dan cepat. Contohnya sensor sidik jari dapat bekerja dengan andal dan cepat.
- 6) Akseptabilitas, yaitu seberapa jauh alat biometrika dapat diterima oleh masyarakat. Contohnya masyarakat tidak keberatan jika sidik jarinya di scan.
- 7) *Circumvention*, yaitu seberapa jauh alat biometrika sulit untuk ditipu atau dikecoh. Contohnya peralatan sidik jari tidak mudah untuk dikecoh oleh seseorang yang berniat tidak baik.

#### 2.2.4.2. Cara Kerja Sistem Biometrika

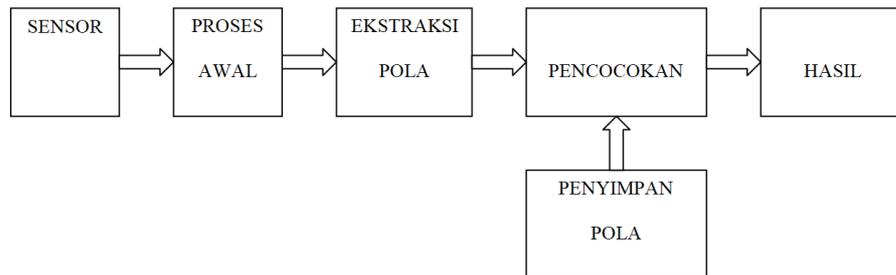
Sistem kerja biometrika terdiri dari dua proses, yaitu:

- 1) Proses pendaftaran (*enrollment*). Dalam proses ini data objek disimpan dalam database, misalnya rekaman sidik jari.
- 2) Proses pemindaian (*scanning*). Dalam proses ini data hasil pemindaian di cocokkan dengan data yang ada pada database.

Cara kerja *enrollment* dan *scanning* dapat dilihat pada gambar 2.8 dan 2.9:



Gambar 2.9 Proses *enrollment* sensor sidik jari



Gambar 2.10 Proses *scanning* sensor sidik jari

Keterangan:

- 1) Sensor : alat pembaca objek
- 2) Pemroses awal : pemindahan dari citra ke bentuk digital
- 3) Penggali fitur : mengolah objek dari hasil pembacaan menggunakan fitur-fitur tertentu
- 4) Pembangkit pola : menyusun pola-pola sesuai dengan metode biometrika yang dipakai
- 5) Penyimpan pola : penyimpanan pola-pola hasil pendaftaran ke database
- 6) Pencocokan : pencocokan antara hasil pembacaan dengan yang ada di database.

#### 2.2.4.3. Pengukuran Kinerja Alat Biometrika

Parameter-parameter untuk mengukur kinerja dari alat biometrika adalah sebagai berikut:

- 1) *False Accept Rate* (FAR) atau *False Match Rate* (FMR), yaitu peluang alat identifikasi untuk menyatakan sah terhadap data yang sebenarnya tidak sah. Dalam kasus ini seseorang yang tidak sah atau belum terdaftar dinyatakan orang yang sah oleh sistem, yang sebenarnya data orang tersebut tidak sesuai dengan data yang ada di dalam database. Dalam bahasa ilmu statistik, FAR termasuk kelompok kesalahan identifikasi tipe II, yaitu kesalahan menganggap benar sesuatu yang sesungguhnya salah.
- 2) *False Eject Rate* (FRR) atau *False Nonmatch Rate* (FNMR), yaitu peluang alat identifikasi untuk menyatakan tidak sah terhadap data yang sebenarnya sah. Dalam kasus ini, seseorang yang sebenarnya sah atau telah terdaftar dinyatakan sebagai orang yang tidak sah oleh sistem, yang sebenarnya data orang tersebut telah terdaftar. Dalam bahasa ilmu statistika, FRR termasuk kelompok kesalahan tipe I, yaitu kesalahan menganggap salah atas sesuatu yang sebenarnya benar. Kesalahan tipe I dinilai lebih ringan jika dibandingkan dengan kesalahan tipe II.
- 3) *Receiver Operating Characteristic* (ROC), merupakan tingkat kepekaan alat, yang mana dipengaruhi oleh FAR dan FRR.
- 4) *Equal Error Rate* (EER), merupakan tingkat persentase yang menunjukkan bilangan FAR dan FRR sama.
- 5) *Failure to Enroll rate* (FTE atau FER), merupakan tingkat persentase orang gagal mendaftar (enroll) ke sistem
- 6) *Failure to Capture Rate* (FTC), merupakan tingkat presentase orang gagal terdeteksi oleh sistem.
- 7) *Template Capacity*, merupakan jumlah maksimum orang yang dapat tersimpan pada alat sebagai data.

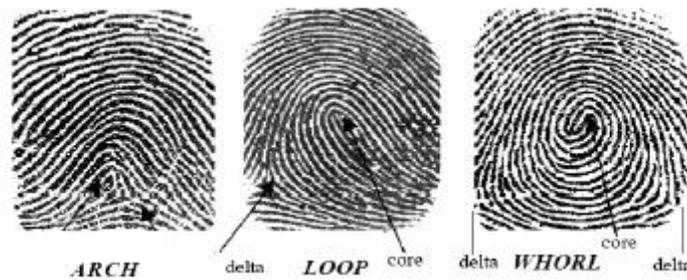
Parameter terpenting dari sistem biometrika adalah FAR, FRR dan EER. Dalam sistem biometrika, digunakan skor untuk menyatakan kemiripan antara objek yang dipindai dengan data yang ada di database. Semakin tinggi

nilai skor, semakin tinggi pula tingkat kemiripannya. Tingkat skor yang dinyatakan sebagai batas minimal kemiripan disebut ambang atau *threshold*. Apabila tingkat kemiripan suatu objek yang dipindai dengan yang ada di *database* melebihi ambang yang telah ditetapkan, maka dapat dinyatakan bahwa objek yang dipindai adalah sama dengan yang ada di *database*. Alat biometrika yang baik adalah alat biometrika yang memiliki nilai FAR dan FRR yang kecil.

#### 2.2.4.4. Sidik Jari

Sidik jari adalah garis-garis menonjol yang terdapat pada kulit di ujung jari. Fungsi sidik jari adalah untuk memberi gaya gesek agar ketika memegang suatu benda dapat lebih erat. Sidik jari yang dimiliki oleh seseorang memiliki pola yang unik dan tidak dapat diwariskan, tidak ada satupun sidik jari seseorang yang sama dengan orang lain, dari sinilah sidik jari digunakan untuk melakukan identifikasi. Pola sidik jari dibentuk waktu embrio, dan tidak akan pernah berubah seumur hidup. Perubahan pola pada sidik jari hanya terjadi akibat trauma, missal akibat penyakit, luka-luka, terbakar atau faktor lain. Sistem biometrika sidik jari digunakan sebagai sistem autentifikasi karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mudah untuk diterapkan. Terdapat macam-macam pola utama sidik jari, yaitu:

- *Loop*
- *Arch*
- *Whorl*
- *Tented Arch*
- *Double Loop*
- *Central Pocket Loop*
- *Accidental*
- *Composite*
- *Lateral Pocket Loop*



Gambar 2.11 Pola sidik jari

Sumber: <http://pintar-biologi.blogspot.co.id/2015/04/pola-pembentukan-sidik-jari.html>

1) *Minutiae*

*Minutiae* merupakan pola berbentuk alur pada kulit ujung jari setiap seseorang yang unik. Kombinasi alur-alur yang unik pada kulit ujung jari seseorang tersebut yang dinamakan *minutiae*. *Minutiae* inilah yang diubah atau dikonversikan ke bentuk biner dan diolah untuk pencocokan pola.

Tabel 2.2 *Minutiae*

Bentuk	Nama	Keterangan
	<i>Ridge</i>	Mempunyai ketagasan jarak dari awal sampai akhir
	<i>Evading Ends</i>	Dua <i>ridge</i> sejajar dan berpisah diujung
	<i>Bifurcation</i>	Dua <i>ridge</i> berasal dari satu garis
	<i>Hook</i>	<i>Ridge</i> mencabang
	<i>Fork</i>	Dua <i>ridge</i> yang terhubung
	<i>Dot</i>	Sebuah titik yang terpisah dari <i>ridge</i> lain
	<i>Eye Island</i>	<i>Ridge</i> bercabang dan bergabung lagi
	<i>Enclosed Ridge</i>	Ada <i>ridge Dot</i> didalam <i>Eye Island</i>
	<i>Enclosed Loop</i>	<i>Ridge</i> yang berpasangan membentuk pola <i>loop</i>
	<i>Specialties</i>	<i>Ridge</i> yang membentuk pola tanda Tanya

2) Teknik Pembacaan Sidik Jari

Pembacaan pola sidik jari dilakukan dengan menggunakan sensor sidik jari. Hasil pembacaan sensor ketika proses pendaftaran kemudian disimpan dalam bentuk digital kedalam *database*. Rekaman sidik jari dari pendaftaran

tersebut diproses dan dibuatkan daftar pola fitur sidik jari yang unik. Pola-pola sidik jari yang unik inilah yang disebut *minutiae*, dan pola *minutiae* inilah yang digunakan untuk mencocokkan sidik jari seseorang. Terdapat 4 cara pembacaan sidik jari, yaitu:

- *Optis*

Dengan cara ini, pola sidik jari direkam menggunakan alat perekam yang berupa kamera digital. Sidik jari diletakan disebuah permukaan sentuh, dimana dibawah permukaan sentuh tersebut terdapat pemancar cahaya yang menerangi permukaan jari. Hasil pantula cahaya tersebut kemudia ditangkap oleh alat penerima yang selanjutnya akan disimpan kedalam database. Proses pembacaan sidik jari akan terganggu jika permukaan sentuhnya kotor atau terdapat goresan. Pembacaan juga tergantung pada kulaitas kulit tangan, jika permukaan kulit tangan kotor atau terluka, maka kualitas hasil pembacaan akan terpengaruh. Meskipun demikian metode ini tidak membutuhkan biaya yang mahal dan mudah dilakukan.

- *Ultrasonic*

Dengan metode ini, digunakan suara dengan frekuensi yang sangat tinggi untuk menembus lapisan epidermal kulit. Selanjutnya, pantulan suara tersebut di terima oleh *receiver* dan disusun membentuk pola dari sidik jari yang dibaca. Dengan metode ini, permukaan sentuh dan tangan yang kotor tidak mempengaruhi hasil pembacaan sidik jari.

- *Kapasitans*

Denga metode ini, digunakan cara pengukuran *kapasitans* untuk membentuk pola sidik jari. Permukaan sentuh digunakan sebagai lempeng kapasitor dan kulit jari sebagai lempeng kapasitor lainnya. Karena pada sidik jari terdapat pola-pola alur punggung (*ridge*) dan lembah, maka kapasitansinya berbeda beda. Dari kapasitansi tersebut di gunakan untuk membuat pola-pola yang kemudian disimpan di *database*. Dalam metode ini karena adanya listrik statis yang ada pada tangan, maka hasil pembacaan akan terganggu.

- *Thermal*

Dengan metode ini, digunakan perbedaan suhu antara alur punggung dan lembah untuk mengetahui pola sidik jari yang terbaca. Proses pembacaan harus dilakukan secara singkat, karena jika terlalu lama maka suhunya akan sama.

Identifikasi sidik jari merupakan proses pencocokan antara pola sidik jari yang ada didalam database dengan pola sidik jari yang terbaca. Teknik identifikasi sidik jari dua jenis, yaitu:

- *Pattern based* atau *image based*

Metode ini digunakan untuk mencocokkan pola sidik jari yang ada di *database* dengan pola sidik jari yang terbaca. Dengan metode ini, citra harus diatur pada arah yang sama. Setelah itu dicari titik tengah sidik jarinya, ukuran dan tipe polanya.

- *Minutiae based*

Dengan metode ini dilakukan perbandingan beberapa aspek minutiae (seperti *ridge ending*, *short ridge*, dll) yang diambil dari pola sidik jari yang ada di dalam *database* dan pola sidik jari yang terbaca. Biasanya akan diperoleh sekitar 10-100 titik minutiae. Diperlukan 7-20 titik minutiae agar pencocokan berhasil.

### 3) Contoh peralatan

*Fingerprint identification modul ZFM60XSA* merupakan sebuah modul sensor sidik jari yang berfungsi untuk membaca sidik jari. Modul ini dapat digunakan untuk mendaftarkan sidik jari sekaligus mencocokkan sidik jari yang ada di dalam *database* dengan sidik jari yang terbaca. Sidik jari yang terdaftar akan tersimpan di memori pada modul ini, jadi tidak memerlukan sebuah komputer untuk menyimpan data dari hasil pendaftaran. Modul ini memiliki komunikasi serial, sehingga dapat dikomunikasikan dengan mikrokontroler. Modul ini dapat menyimpan sidik jari sampai dengan 1000 sidik jari. Tabel 2.3 merupakan spesifikasi dari sensor sidik jari:

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor sidik jari

Spesifikasi	Keterangan
<i>Power</i>	DC 3.8V-7.0V
<i>Interface</i>	UART(TTL <i>logical level</i> )
<i>Working current</i>	<i>Typical</i> : □65mA, <i>Peak</i> : □95mA
<i>Matching Mode</i>	1:1 and 1:N
<i>Baud rate</i>	(9600*N)bps, N=1□12 ( <i>default</i> N=6□
<i>Character file size</i>	256 bytes
<i>Image acquiring time</i>	<1s
<i>Template size</i>	512 bytes
<i>Storage capacity</i>	1000
<i>Security level</i>	5 (1, 2, 3, 4, 5( <i>highest</i> ))
<i>FAR</i>	<0.001%
<i>FRR</i>	<1.0%
<i>Average searching time</i>	< 1s (1:500)
<i>Window dimension</i>	14.5mm*19.4mm
<i>Working environment</i>	<i>Temp</i> : -20°C- +60°C
	RH: 40%-85%
<i>Storage environment</i>	<i>Temp</i> : -40°C- +85°C
	RH: <85%
<i>Outline Dimention</i>	54*20*20.5mm

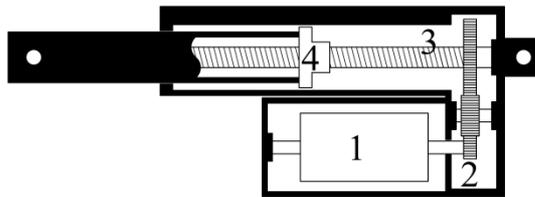


Gambar 2.12 Sensor sidik jari yang digunakan

#### 2.2.5. Aktuator Linier

Aktuator linier adalah sebuah peralatan mekanik untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah sistem. Aktuator linier memanfaatkan gerakan melingkar dari motor dc yang dikonversikan menjadi gerakan dalam garis lurus. Berbeda dengan aktuator hidrolik yang memanfaatkan minyak atau udara bertekanan untuk menghasilkan gerakan dalam garis lurus, aktuator linier memanfaatkan gerakan melingkar dari motor dc. Aktuator linier biasanya digunakan dibidang industri, robotik dan bidang lain di mana gerakan linier diperlukan.

Cara kerja dari aktuator linier adalah putaran motor dc digunakan untuk menggerakkan *lead screw* yang dihubungkan oleh *gearbox*, *lead screw* yang berputar terhubung dengan *lead screw nut*, sehingga terjadi gerakan maju. *Gearbox* yang terpasang berfungsi untuk mereduksi putaran dari motor dc yang tadinya berputar cepat menjadi lambat, selain untuk mereduksi putaran dari motor dc *gearbox* yang terpasang juga berfungsi untuk meningkatkan torsi atau tenaga, sehingga aktuator nantinya memiliki torsi yang lebih besar. *Lead screw* terhubung dengan *lead screw nut*, dimana *lead screw* berputar dan *lead screw nut* diam. Jika *lead screw* berputar maka akan menggerakkan *lead screw nut*, gerakan *lead screw nut* inilah yang merupakan gerakan linier atau gerakan lurus maju mundur. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.13 Gambaran aktuator linier

Keterangan:

- 1) Motor dc
- 2) *Gearbox*
- 3) *lead screw*
- 4) *lead screw nut*

Bagian lain dari aktuator linier adalah *limit switch*, dimana *limit switch* merupakan saklar pembatas yang berfungsi untuk membatasi gerakan dari aktuator linier. *Limit switch* bertugas untuk memutus arus listrik yang menyuplai motor agar aktuator linier tidak bergerak terlalu maju atau terlalu mundur.

Gambar 2.13 merupakan contoh produk dari aktuator linier:



Gambar 2.14 Aktuator linier yang digunakan

Spesifikasi:

- Tegangan input : 12 VDC
- *Load* : 100 N
- Kecepatan : 90 MM/S
- *Stroke length* : 50 MM

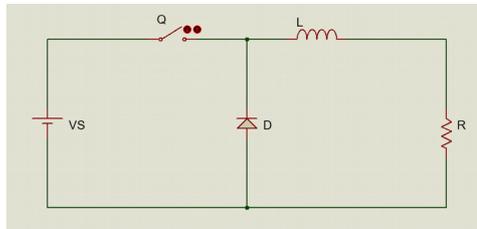
#### 2.2.6. Konverter DC ke DC

konverter dc ke dc adalah peralatan yang menghasilkan arus atau tegangan dc dari sumber tegangan dc. Konverter dc ke dc dapat berupa menaikkan tegangan dc ke dc atau menurunkan tegangan dc ke dc. Peralatan yang menggunakan prinsip konverter dc adalah *charger handphone* pada kendaraan, *charger handphone* pada mobil mengambil catu daya dari aki dengan tegangan sebesar 12 V, sedangkan tegangan yang di butuhkan oleh *handphone* adalah 5 V, sehingga rangkaian konverter dc ini berfungsi untuk menurunkan tegangan dc 12 V menjadi 5 V sesuai dengan tegangan yang di butuhkan *handphone*.

Terdapat 3 jenis konverter dc ke dc yaitu:

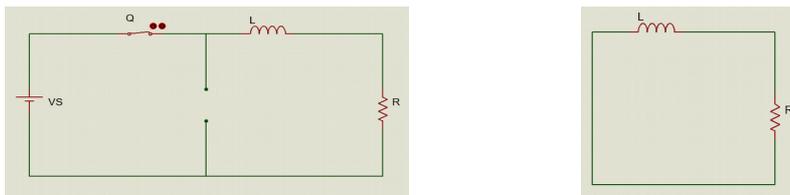
- 1) Konverter *buck* ( $V_{out}$  lebih Kecil dari  $V_{in}$ )
- 2) Konverter *boost* ( $V_{out}$  lebih besar dari  $V_{in}$ )
- 3) Konverter *boost buck* ( $V_{out}$  lebih kecil atau lebih besar, bahkan sama dengan  $V_{in}$ )

Konverter *buck* merupakan konverter dc yang menghasilkan tegangan rata-rata output ( $V_{out}$ ) lebih rendah dari tegangan rata-rata input ( $V_{in}$ ). Diagram rangkaian konverter *buck* ditunjukkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.15 Rangkaian konverter *buck*

Cara kerjanya adalah pada saat saklar Q terhubung, dalam hal ini pada  $t=0$  hingga  $t=t_1$ . Arus akan mengalir dari Vs melalui induktor L dan beban R, harga arus dimulai dari 0 perlahan naik hingga maksimum.



a) Saat Q terhubung

b) Saat Q terputus

Gambar 2.16 rangkaian ekivalen saat saklar Q terhubung dan terputus

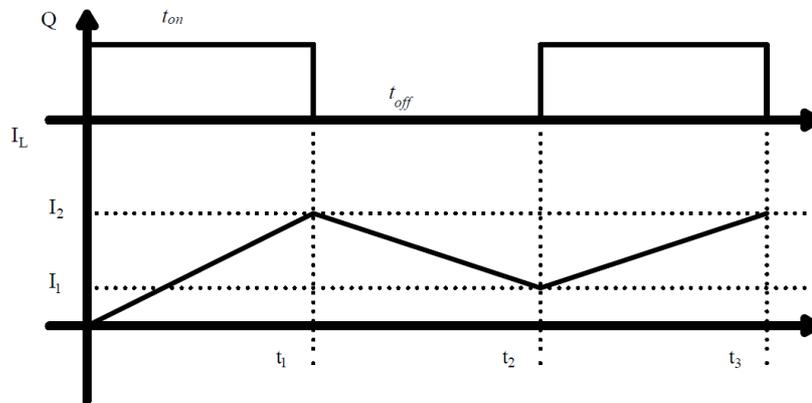
Saat saklar Q terputus, yaitu pada  $t=t_1$  hingga saklar di nyalakan pada periode berikutnya *diode freewheeling* D akan konduksi karena adanya pengosongan aliran arus dari induktor. Karena arus yang mengalir adalah pengosongan arus induktor, dan induktor bersifat induktif murni (tidak ada resistansi) maka arus akan membentuk kurva menurun yang linier. Penurunan arus akan berlanjut sampai 0 atau sampai saklar Q terhubung kembali pada siklus berikutnya.

Jika resistansi pada induktor adalah 0 (induktif murni), maka arus yang mengalir akan naik secara linier, dari 0 ke  $I_2$  pada waktu  $t=0$  ke  $t=t_1$ . Demikian juga pada saat saklar Q terputus, arus yang mengalir akan turun secara linier dari  $I_2$  ke  $I_1$  dalam waktu dari  $T_1$  ke  $T_2$ . Pada kondisi tunak, arus akan naik dan turun pada rentang  $I_1$  dan  $I_2$ .

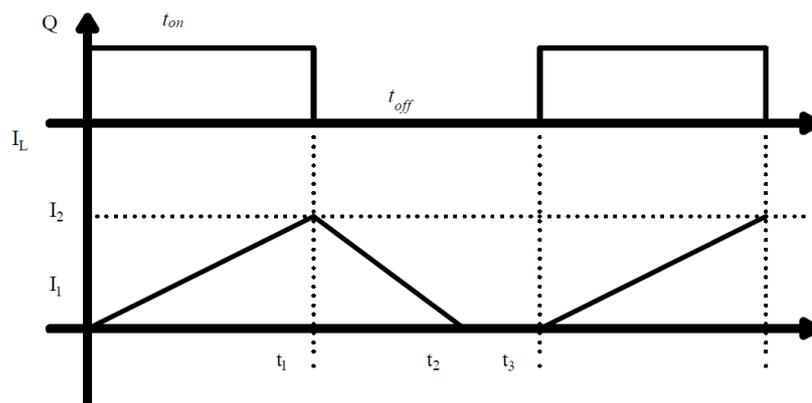
Ada dua mode arus yang mengalir yaitu:

- 1) Mode arus kontinu atau *Continuous Current Mode* (CCM)

2) Mode arus diskontinu atau *Discontinuous Current Mode* (DCM)



Gambar 2.17 Bentuk kurva arus induktor saat saklar terhubung dan padam pada mode CCM



Gambar 2.18 Bentuk kurva arus induktor saat saklar terhubung dan padam pada mode DCM

Suatu konverter *buck* bekerja pada mode *kontinu* (CCM) apabila arus induktor pada saat pengisian dan pengosongan mengalir secara kontinyu, tidak ada arus yang bernilai 0. Sedangkan pada mode *diskontinu* (DCM) apabila arus induktor pada saat pengisian dan pengosongan terdapat arus yang bernilai 0. Pada mode CCM bentuk gelombang arus induktor tidak terputus pada saat saklar Q terhubung atau terputus, sedangkan pada mode DCM bentuk gelombang arus induktor terputus pada saat saklar Q terhubung atau terputus. Perbedaan mode CCM dan DCM adalah pada mode CCM arus induktor tidak mencapai 0 pada saat saklar terputus sampai saklar terhubung kembali, sedangkan pada mode DCM

arus induktor mencapai 0 pada saat saklar terputus sampai saklar terhubung kembali.

Penurunan arus yang tajam dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu:

- 1) Nilai induktor,  $L$
- 2) Nilai beban,  $R$
- 3) Nilai switching frekuensi,  $f$

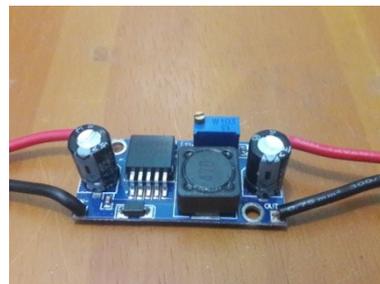
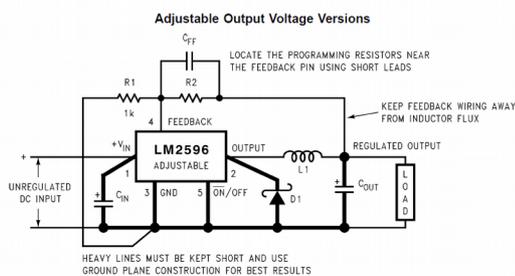
Agar kualitas tegangan yang didapatkan menjadi lebih baik, maka perlu dipasang sebuah kapasitor yang diparalel dengan beban  $R$ .

### 2.2.6.1. Lm 2596

Lm 2596 adalah sebuah IC regulator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dc dengan teknik *switching*, arus yang dapat mengalir mencapai 3 A. terdapat dua varian tegangan outputnya yaitu *fixed voltage output* yang tegangannya sudah tetap dan *adjustabel* yang tegangan outputnya dapat diatur. Berikut merupakan spesifikasi dari Lm 2596.

Spesifikasi:

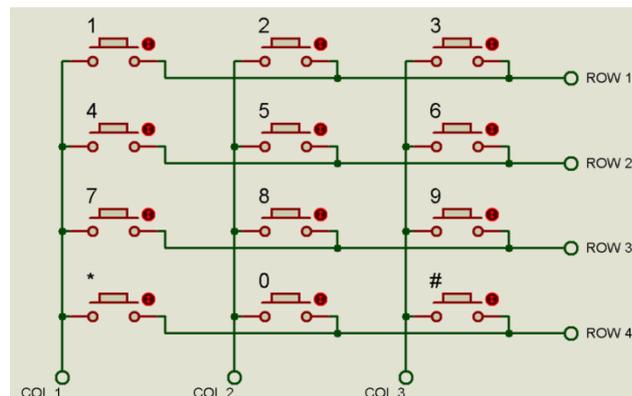
- Tegangan Output : 3,3 V, 5 V, 12 V dan *adjustabel* (1,2 V – 37 V)
- Arus Maksimum : 3 A
- Tegangan Input Maksimum : 40 V
- Frekuensi *Switching* : 150 KHz
- Deviasi tegangan :  $\pm 4\%$
- Arus *standby* : 80  $\mu\text{A}$



Gambar 2.19 Rangkaian dan contoh modul Im 2596

### 2.2.7. Keypad

*Keypad* adalah suatu alat elektronika yang memungkinkan suatu sistem untuk dapat berinteraksi dengan manusia, *keypad* merupakan kumpulan beberapa *button* yang di susun secara matrik. *Keypad* berfungsi sebagai *interface* antara perangkat elektronik dengan manusia, dengan *keypad* manusia dapat memberi perintah kepada mesin untuk melakukan sesuatu dengan menekan *keypad* tersebut. Terdapat beberapa macam *keypad matrik* contohnya adalah *keypad matrik 3x4* dan *4x4*. Susunan *keypad matrik* ini berfungsi untuk menghemat *port* mikrokontroler, matrik 3x4 memiliki jumlah tombol sebanyak 12 dan membutuhkan 7 *port* untuk dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Kontruksi untuk matrik 3x4 untuk mikrokontroler dapat dibuat seperti pada gambar 2.19.



Gambar 2.20 Konstruksi *keypad matrik 3x4*

Konstruksi *keypad matrik 3x4* pada gambar 2.19 terdiri atas 3 kolom dan 4 baris dengan *keypad* berupa saklar *push button* yang disusun disetiap persilangan kolom dan barisnya. Terdapat 12 saklar *push button* dengan konfigurasi 3 kolom dan 4 baris. Sisi kolom dari *keypad* matrik ditandai dengan COL 1, COL 2 dan COL 3 kemudian untuk sisi baris ditandai dengan ROW 1, ROW 2, ROW 3 dan ROW 4. *Input output* dari *keypad* matrik ini dapat disesuaikan, dapat dikonfigurasi kolom sebagai *input* dan baris sebagai *output* atau kolom sebagai *output* dan baris sebagai *input*.

### 2.2.7.1. Proses *scanning matrik keypad 3x4*

Untuk membaca penekanan tombol pada *matrik 3x4* dilakukan dengan proses *scanning* untuk mikrokontroler. Proses *scanning* dilakukan secara bertahap kolom demi kolom atau baris demi baris, dari kolom 1 ke kolom 3 atau baris 1 ke baris 4. Program untuk *keypad matrik 3x4* pada intinya sama, misal kita asumsikan ketika *keypad* aktif bernilai *LOW* dan dihubungkan ke port mikrokontroler dengan jalur kolom adalah *input* dan baris adalah *output* maka proses *scanning matrik keypad 3x4* seperti pada gambar 2.19 adalah sebagai berikut.

- Mikrokontroler mengirimkan logika *LOW* pada kolom 1 (COL 1) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain (011) kemudian membaca data baris. Ketika tombol 1 ditekan maka data baris 1 (ROW 1) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan adalah 4 maka baris 2 (ROW 2) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1011, atau tombol yang ditekan adalah 7 maka baris 3 (ROW 3) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1101, atau tombol yang ditekan adalah \* maka baris 4 (ROW 4) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1110.
- Mikrokontroler mengirimkan logika *LOW* pada kolom 2 (COL 2) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain (101) kemudian membaca data baris. Ketika tombol 2 ditekan maka data baris 1 (ROW 1) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan adalah 5 maka baris 2 (ROW 2) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1011, atau tombol yang ditekan adalah 8 maka baris 3 (ROW 3) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1101, atau tombol yang ditekan adalah 0 maka baris 4 (ROW 4) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1110.
- Mikrokontroler mengirimkan logika *LOW* pada kolom 3 (COL 3) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain (110) kemudian membaca data baris. Ketika tombol 3 ditekan maka data baris 1 (ROW 1) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan adalah 6 maka baris 2 (ROW 2) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah

1011, atau tombol yang ditekan adalah 9 maka baris 3 (ROW 3) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1101, atau tombol yang ditekan adalah # maka baris 4 (ROW 4) akan bernilai *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 1110.

Dari proses scanning diatas akan didapatkan data dari tiap-tiap tombol sebagai berikut.

Tabel 2.4 *output keypad* dari karakter yang ditekan

Karakte r	Data
1	011 0111
2	101 0111
3	110 0111
4	011 1011
5	101 1011
6	110 1011
7	011 1101
8	101 1101
9	110 1101
*	011 1110
0	101 1110
#	011 1110

Data port mikrokontroler, misalkan pada 3 = 110 0111 data 110 merupakan data yang dikirimkan dan 0111 merupakan data hasil pembacaan penekanan tombol *keypad* 3 pada matrik 3x4.

#### 2.2.8. LCD

Lcd merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data berupa karakter atau grafik. Lcd digunakan diberbagai bidang elektronik misalkan komputer, televisi, kalkulator, dll. Jenis lcd

bermacam-macam, contoh lcd yang sering digunakan untuk menampilkan data dari mikrokontroler adalah lcd 16x2.



Gambar 2.20 Lcd 16x2 yang digunakan

Tabel 2.5 Konfigurasi pin

Pi n	Keterangan
1	Ground (0V)
2	VCC
3	Pengatur kontras
4	“RS” <i>Instruction/Register Select</i>
5	“R/W” <i>Read/Write LCD Registers</i>
6	“EN” <i>Enable</i>
7	DB 0
8	DB 1
9	DB 2
10	DB 3
11	DB 4
12	DB 5
13	DB 6
14	DB 7
15	<i>Backlight VCC</i>
16	<i>Backlight Ground</i>

Spesifikasi :

- Tegangan input : 3 V / 5 V
- Arus : 1.2 mA (MAX : 3 mA)

Dalam sebuah modul lcd terdapat mikrokontroler yang berfungsi untuk mengendalikan tampilan karakter lcd. Mikrokonteroler pada suatu modul lcd dilengkapi dengan memori dan register.

Memori yang digunakan adalah:

- DDRAM merupakan tempat karakter disimpan
- CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter
- CGROM merupakan memori untuk menyimpan pola karakter dasar yang sudah ditentukan dari pabrikan

Register kontrol yang terdapat dalam suatu lcd adalah:

- Register perintah yaitu register yang berisi perintah dari mikrokontroler pada saat proses penulisan data .
- Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data DDRAM.

#### 2.2.8.1.Cara kerja lcd

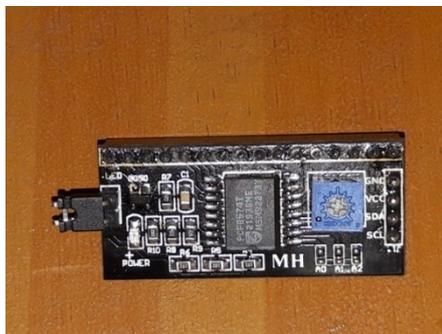
Data yang dikirim dari mikrokontroler berupa data 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan maka pin yang digunkan adalah DB4 sampai dengan DB7. Seperti yang terlihat di deskripsi, *interface* lcd merupakan sebuah *parallel bus*, hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam penulisan maupun pembacaan data LCD. Kode ASCII yang akan ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim secara 4-bit atau 8-bit. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 *nibble* data yang dikirim agar data sepenuhnya 8-bit (pertama 4-bit MSB kemudian 4-bit LSB). Jalur EN digunakan untuk mengetahui bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirimkan data EN harus diset pada kondisi *HIGH* dan kemudian mereset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan set kembali ke “1” setelah beberapa saat. Ketika jalur RS berada dalam kondisi “0”, data yang dikirimkan oleh mikrokontroler dianggap sebagai perintah atau interuksi khusus (seperti bersihkan layar atau atur posisi *cursor* dll). Ketika RS berada dalam kondisi “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan di tampilkan dilayar.

Mode 8-bit setidaknya membutuhkan 11 pin I/O dari mikrokontroler. Dimana 3 pin untuk kontrol dan 8 pin untuk data, sedangkan pada mode 4-bit membutuhkan 7 pin mikrokontroler dimana 3 pin untuk kontrol dan 4 pin untuk data. 8-bit digunakan jika kecepatan yang diutamakan dan 4 bit digunakan untuk menghemat port mikrokontroler.

#### 2.2.8.2. Penggunaan lcd dengan dua kabel

Normalnya modul lcd menggunakan komunikasi secara *parallel* baik dari jalur kontrol dan datanya. Namun, dengan menggunakan jalur *parallel* akan memakan banyak pin mikrokontroler. Untuk menghemat penggunaan pin mikrokontroler digunakan modul I2C LCD yang hanya menggunakan 2 pin mikrokontroler saja. IIC atau I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan 2 saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Jadi fungsi modul I2C LCD ini adalah mengubah data parallel menjadi data serial sehingga hanya menggunakan dua jalur kabel saja.



Gambar 2.22 I2C LCD Untuk menghubungkan lcd dengan mikrokontroler

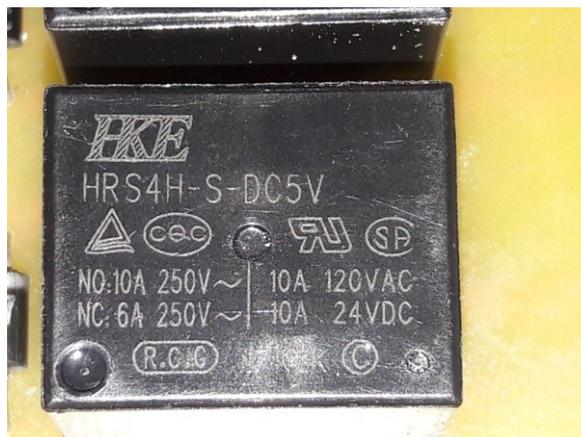
Konfigurasi pin:

- SCL : *Serial Clock*
- SDA : *Serial Data*
- VCC : +5V
- GND : 0V

#### 2.2.9. Relay

*Relay* merupakan salah satu komponen elektronik berupa saklar yang bekerja secara elektronis atau dioperasikan dengan menggunakan listrik. *Relay* juga bisa disebut rangkaian elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar. Fungsi *relay* pada umumnya adalah untuk mengandaikan rankaian elektronik daya besar dengan menggunakan daya yang kecil. Sebagai contoh sebuah *relay* digunakan untuk menghantarkan arus listrik yang bertegangan 220 VAC hanya dengan menggunakan tegangan 5 VDC. Jenis *relay* bermacam macam dibedakan dari jumlah pin, tegangan kerja, kapasitas dan cara kerjanya.

Prinsip kerja *relay* yaitu berdasarkan pada gaya elektromagnetik. Cara kerjanya adalah saat *coil* mendapatkan energi listrik maka akan timbul gaya elektromagnetik, gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (*armature*) sehingga akan menghubungkan atau memutus 2 titik kontak.



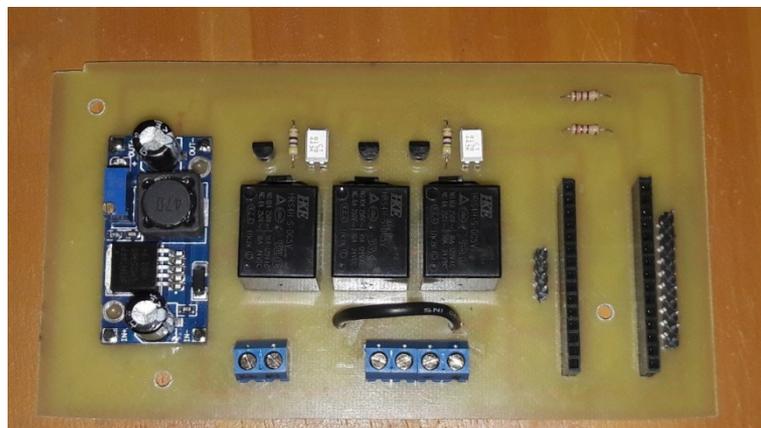
Gambar 2.23 *Relay* 5V dengan arus 10 A

Pada umumnya terdapat 2 kondisi pada *relay*:

- NC (normally close) : *relay* dapat mengalirkan arus listrik pada kondisi awal (belum aktif) dan akan memutus arus listrik ketika *coil relay* mendapat arus listrik (*relay* aktif)
- NO (normally open) : *relay* tidak dapat mengalirkan arus listrik pada kondisi awal (belum aktif) dan akan mengalirkan arus listrik ketika *coil relay* mendapat arus listrik (*relay* aktif)

*Relay* juga berfungsi untuk menjalankan fungsi logika dari sebuah mikrokontroler untuk mengontrol suatu sistem. Untuk dapat berhubungan dengan

mikrokontroler *relay* memerlukan komponen lain seperti resistor, optocoupler, transistor, dan dioda karena arus pada pin I/O mikrokontroler terbatas sehingga jika langsung dihubungkan dengan *relay* maka arus listrik dari pin I/O mikrokontroler tidak dapat memenuhi arus listrik yang dibutuhkan *relay*. Selain itu komponen komponen tersebut juga berfungsi untuk mengamankan mikrokontroler dari *relay*, contohnya adalah optocoupler yang berfungsi untuk memisahkan mikrokontroler dengan *relay* menggunakan cahaya. Biasanya *relay* yang digunakan sebagai output dari mikrokontroler sudah berbentuk modul *relay*. Berikut ini merupakan contoh rangkaian modul *relay*.



Gambar 2.24 Rangkaian *relay*, konverter dan konektor untuk arduino nano

### 2.2.9.1. Resistor

Resistor adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi arus listrik pada suatu rangkaian elektronika. Satuan nilai resistansi dari resistor adalah Ohm dan dilambangkan dengan ( $\Omega$ ). Selain nilai toleransi resistor juga memiliki nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Nilai resistansi berbanding terbalik dengan I dan V, sehingga semakin besar nilai resistansi maka semakin kecil arus yang mengalir pada suatu rangkaian. Terdapat berbagai macam resistor seperti resistor kawat, resistor arang, resistor *variable*, dll. Fungsi resistor pada rangkaian *relay* diatas adalah untuk membatasi arus listrik yang mengalir menuju optocoupler dan transistor.



Gambar 2.25 Resistor yang digunakan untuk rangkaian

#### 2.2.9.2. Optocoupler

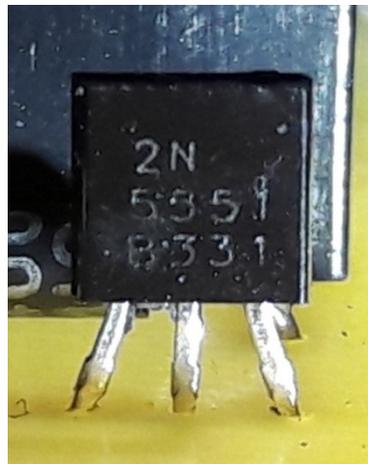
Optocoupler atau biasa disebut dengan *opto-isolator* adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai Penghubung berdasarkan cahaya optik. Pada dasarnya optocoupler terdiri atas 2 bagian yaitu bagian *transmitter* yang mengirim cahaya dan *receiver* yang berfungsi untuk menerima cahaya. Terdapat beberapa jenis optocoupler dan yang paling sering ditemukan adalah kombinasi led dan phototransistor. Cara kerja dari optocoupler adalah led akan mengirimkan cahaya inframerah dan cahaya tersebut akan diterima oleh kompoen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (phototransistor). Ketika phototransistor (basis) mendapat cahaya dari led maka phototransistor dapat mengalirkan arus listrik dari kolektor ke emitor. Pada rangkaian *relay* diatas fungsi optocouper adalah untuk memisahkan mikrokontroler dan *relay* secara optis.



Gambar 2.26 Optocoupler PC817 yang digunakan untuk rangkaian

### 2.2.9.3. Transistor

Transistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai penguat, sebagai switching (pemutus atau penghubung), penstabil tegangan dan fungsi lainnya. Prinsip kerja transistor seperti kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET). Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan kolektor (C). arus basis yang kecil dapat mengatur arus yang besar pada emitor. Pada rangkaian *relay* diatas transistor berfungsi sebagai penguat arus dari mikrokontroler.

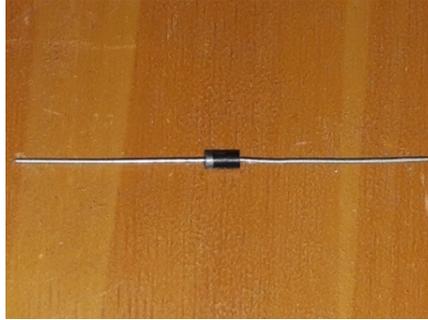


Gambar 2.27 Tansistor NPN 2N5551 yang digunakan untuk rangkaian

### 2.2.9.4. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan berfungsi untuk menghantarkan arus listrik pada satu arah dan menghambat arus listrik pada arah sebaliknya. Oleh karena itu dioda sering digunakan sebagai penyearah dalam suatu rangkaian elektronika, selain itu dioda juga berfungsi sebagai pengaman. Dioda mempunyai 2 elektroda (terminal) yaitu anoda (+) dan katoda (-), arus listrik akan mengalir anoda ke katoda dan tidak dapat mengalir dari katoda ke anoda. Terdapat beberapa macam jenis dioda berdasarkan fungsinya seperti diode penyearah, diode zener, diode LED dan yang lainnya. Pada rangkaian *relay* diatas diode berfungsi untuk mencegah terjadinya arus balik pada rangkaian yang bisa merusak *relay*. Arus balik listrik ini berasal

dari induksi medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan *relay* saat arus listrik yang melewati kumparan *relay* diputuskan.



Gambar 2.28 Dioda IN4001 yang digunakan untuk rangkaian