BAB II

TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori dan komponen penunjang yang akan digunakan dalam perancangan " Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Teknologi *Windbelt* Berbasis Mikrokontroler".

2.1 Listrik

Listrik adalah daya atau kekuatan yang ditimbulkan oleh adanya pergesekan atau melalui proses kimia, dapat digunakan untuk menghasilkan panas atau cahaya atau untuk menjalankan mesin. Menurut ilmu fisika, listrik merupakan suatu gejala yang diakibatkan oleh adanya atau gerak dari muatan-muatan (elektron-elektron atau ion-ion) yang menimbulkan gaya listrik. Dengan kata lain, listrik adalah aliran elektron-elektron dari atom ke atom pada sebuah penghantar. Atau menurut pengertian lainnya, listrik adalah sumber energi yang disalurkan melalui kabel. Listrik memungkinkan terjadinya banyak fenomena fisika yang dikenal luas, seperti petir, medan listrik, dan arus listrik. Listrik biasa digunakan di dalam segala aspek kehidupan. Listrik dibedakan menjadi dua yaitu listrik statis dan listrik dinamis :

1. Listrik statis

   Listrik statis adalah listrik yang tidak mengalir dan perpindahan arusnya terbatas.Listrik statis mempelajari sifat – sifat muatan listrik.Pada listrik statis, aliran perpindahan elektron terjadi karena digosokan atau di gesekan.Parameter untuk mengukur listrik statis cukup sulit, karena tidak mudah mengukur arus, tegangan, daya, dan hambatan misalnya pada penggaris plastik yang menarik sobekan-sobekan kertas.

2. Listrik dinamis

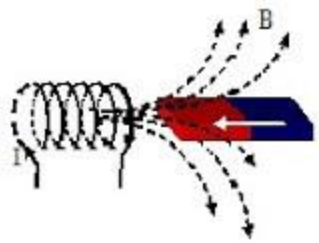
   Listrik dinamis lebih banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Listrik dinamis adalah listrik yang mengalir, yang disebabkan oleh sumber arus listrik yang menghasilkan beda potensial (tinggi ke rendah).

Pada listrik dinamis, tejadi perpindahan elektron secara berlanjut yang dihantarkan oleh bahan konduktor. Parameter untuk mengukur listrik dinamis yaitu dengan alat ukur baku.

2.2 Gaya Gerak Listrik

Gaya gerak listrik merupakan beda potensial yang terukur antara kutub-kutub sel (misalnya batu baterai) yang terukur ketika sumber tidak mengalirkan listrik. Gaya Gerak Listrik biasa disingkat dengan GGL, diberi lambang E dengan satuan volt (J/C). Nilai GGL juga menunjukkan kemampuan sebuah sumber untuk memindahkan 1 C muatan dari kutub satu ke kutub lainnya. Gaya Gerak Listrik merupakan nilai beda potensial yang terukur ketika sumber belum mengalirkan listrik atau saklar belum dihubungkan. Beda potensial yang terukur ketika sumber sudah mengalirkan arus listrik (saklar sudah terhubung) disebut tegangan jepit.

Gaya gerak listrik induksi adalah timbulnya gaya gerak listrik di dalam kumparan yang mencakup sejumlah fluks garis gaya medan magnetik, bilamana banyaknya fluks garis gaya itu divariasi. Dengan kata lain, akan timbul gaya gerak listrik di dalam kumparan apabila kumparan itu berada di dalam medan magnetik yang kuat medannya berubah-ubah terhadap waktu.



Gambar 2.1 Arah arus induksi

Besarnya gaya gerak listrik induksi dapat dihitung dengan rumus :

$$E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \; atau \; E = -N \frac{\Delta(B.A)}{\Delta t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.1)$$

Keterangan :

E = Besarnya GGL Induksi (Volt)

$\Delta\Phi$ = Perubahan Fluks Magnet (Weber)

B = Induksi Magnet (Tesla)

A = Luas daerah (m^2)

Δt = Lamanya waktu (s)

Sedangkan untuk mencari fluks magnet dapat dihitung dengan rumus :

$$\Phi = B.A\ Cos\ \alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.2)$$

$atau$

jika B sejajar dengan kumparan, $\alpha = 0°$ maka :

$$\Phi = B.A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.3)$$

Keterangan :

Φ = Fluks Magnet (Weber / Tesla.$meter^2$)

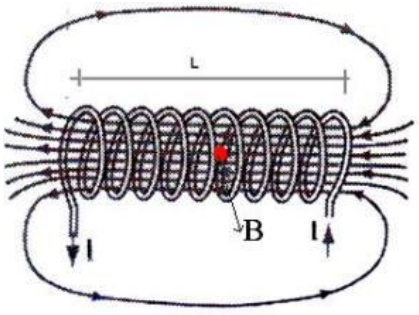
B = Induksi Magnet (Tesla)

A = Luas daerah (m^2)

α = Sudut antara B dan garis normal

Kumparan yang digunakan berbentuk solenoida, maka rumus yang digunakan untuk mencari induksi magnetik yaitu sebagai berikut :

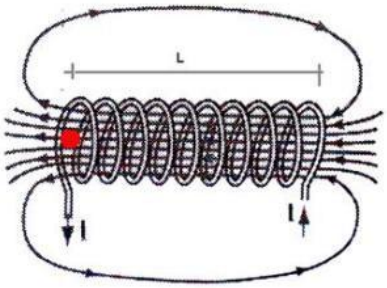
- Jika induksi magnetik berada di tengah-tengah solenoida



Gambar 2.2 Induksi magnetik pada tengah-tengah solenoida

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.4)$$

- Jika induksi magnetik berada di salah satu ujung solenoida



Gambar 2.3 Induksi magnetik pada salah satu ujung solenioda

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2L} \quad \text{..... (2.5)}$$

Keterangan :

B : Induksi Magnet (Tesla)

μ_0 : Permeabilitas ruang hampa (4π x 10^{-7} Wb/A.m)

I : Arus pada solenoida (A)

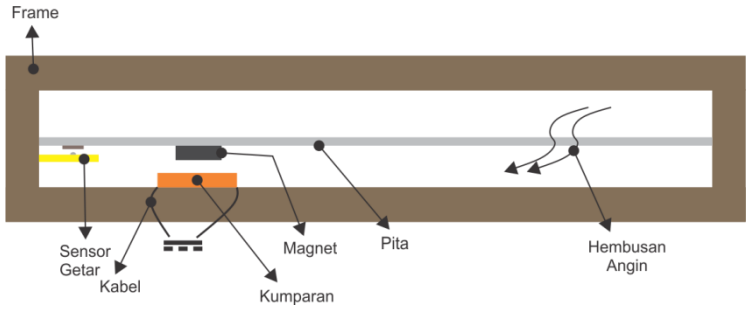
L : Panjang solenoida (m)

N : Banyaknya lilitan

2.3 Perangkat Keras

2.3.1 Windbelt

Windbelt adalah suatu perangkat untuk mengubah tenaga angin menjadi listrik. Windbelt memanfaatkan gerakan membran atau pita yang dihasilkan oleh efek getaran aeroelastik untuk menggerakkan magnet menjauhi dan mendekati kumparan sehingga menginduksi arus dalam kawat yang membentuk kumparan[3].

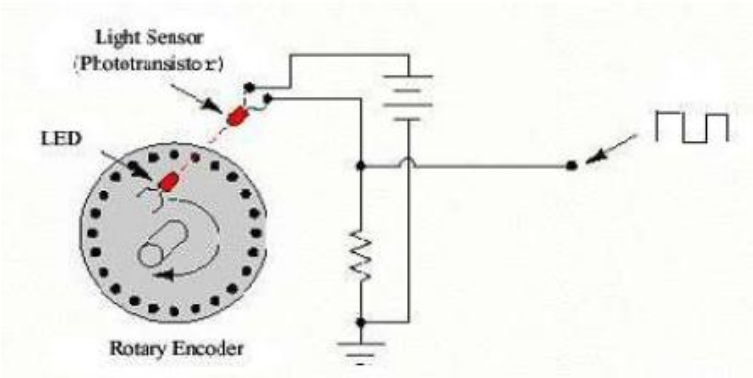


Gambar 2.4 Penampang Windbelt

Dari gambar di atas, ketika ada angin yang berhembus ke arah pita, maka pita tersebut akan bergetar. Dari getaran pita tersebut magnet pun akan ikut bergerak mendekati menjauhi kumparan. Ketika magnet bergerak mendekati menjauhi kumparan, maka akan menimbulkan arus induksi di dalam kumparan dimana ketika ada penghantar di ujung kumparan akan menghasilkan arus, arus yang dihasilkan adalah arus searah atau *Direct Current (DC).*

2.3.2 Sensor Rotary Encoder

Rotary encoder adalah alat elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. Rotary encoder umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh rotary encoder untuk diteruskan ke rangkaian kendali.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Rotary Encoder

Prinsip kerja dari sensor ini adalah saat rangkaian sumber cahaya diberi VCC 5 Volt dan menghasilkan cahaya, cahaya masuk pada phototransistor tidak terhalangi maka akan menghasilkan tegangan 5V dan begitu juga sebaliknya saat terhalangi maka akan menghasilkan tegangan 0V[4].

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mencari kecepatan angin[5] :

$$RPM = \frac{Jumlah\ celah\ per\ putaran\ x\ 60}{Banyak\ celah} \quad \text{.....} \quad (2.6)$$

$$Kecepatan\ Angin = RPM\ \left(\frac{2\pi r}{60}\right) \quad \text{..... (2.7)}$$

Keterangan :

RPM (*Rotation Per Minute*) : Banyak putaran per menit

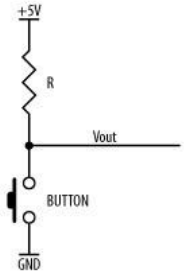
Banyak celah : Banyaknya celah dalam piringan

r : jari-jari piringan (m)

Kecepatan Angin : Kecepatan angin yang dideteksi (m/s)

2.3.3 Deteksi Getaran

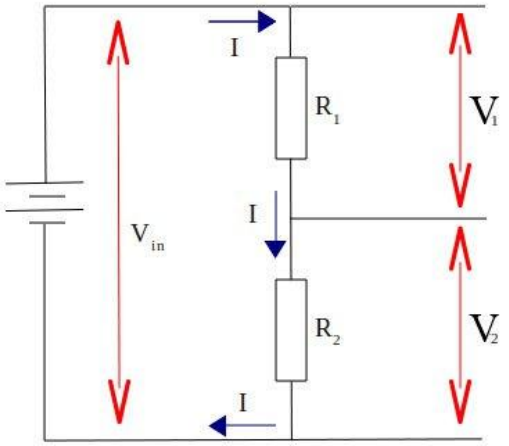
Teknik rangkaian pull-up resistor digunakan untuk menghitung jumlah getaran yang terjadi pada saat pita tertiup oleh angin. Pull-up resistor adalah rangkaian resistor dimana resistor ditempatkan diantara sumber tegangan dan input sinyal. Jika saklar berada pada kondisi terbuka maka Vout akan menghasilkan logika "HIGH" karena tidak ada arus yang mengalir ke resistor, sedangkan jika saklar berada pada kondisi tertutup maka Vout akan menghasilkan logika "LOW" karena ada arus yang mengalir ke resistor menuju ground.



Gambar 2.6 Rangkaian Pull-Up resistor

2.3.4 Pengukur Tegangan Output

Pembagi tegangan merupakan suatu rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi pembagi tegangan adalah untuk membagi tegangan input menjadi satu atau beberapa tegangan output yang diperlukan oleh komponen lainnya didalam rangkaian[1].



Gambar 2.7 Rangkaian Pembagi Tegangan

Pada contoh rangkaian di atas, tegangan input Vin dibagi menjadi dua buah tegangan yaitu tegangan V_1 dan tegangan V_2. Berdasarkan hukum ohm dapat diketahui bahwa :

$$V_1 = I \; x \; R_1 \quad \rightarrow I = \frac{V_1}{R_1} \qquad \text{(2.8)}$$

$$V_2 = I \; x \; R_2 \quad \rightarrow I = \frac{V_2}{R_2} \qquad \text{(2.9)}$$

$$I = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} \qquad \text{(2.10)}$$

Dari ketiga rumus diatas dapat diperoleh rumus mencari V_2 tanpa menghitung kuat arus lebih dulu menjadi :

$$I = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} \qquad \text{(2.11)}$$

$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} \quad \rightarrow \quad V_1 = V_{in} \; x \; \frac{R_1}{R_1 + R_2} \qquad \text{(2.12)}$$

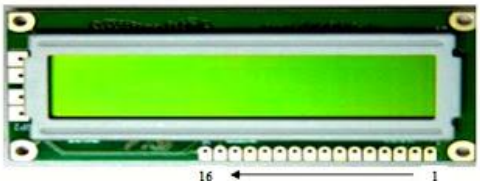
Tegangan V_2 dapat dicari dengan cara yang sama, yaitu :

$$I = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} \qquad \text{(2.13)}$$

$$\frac{V_2}{R_2} = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} \quad \rightarrow \quad V_2 = V_{in} \; x \; \frac{R_2}{R_1 + R_2} \qquad \text{(2.14)}$$

2.3.5 LCD 16x2

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangakaian tambahan. Adapun bentuk fisik LCD 16x2 seperti pada dibawah ini.



Gambar 2.8 Bentuk Fisik LCD 16x2

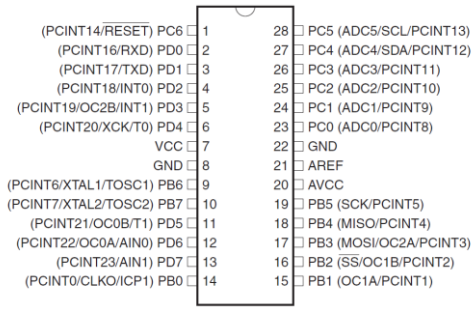
Modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas backlighting memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka lcd 16 x 2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler.

Tabel 2.1. Tabel Konfigurasi Pin LCD 16x2

PIN	SIMBOL	NILAI	FUNGSI
1	Vss	–	*Power supply* 0 volt (ground)
2	Vdd/Vcc	–	*Power supply* Vcc
3	Vee	–	Seting kontras
4	RS	0/1	0: intruksi input / 1: data input
5	R/W	0/1	0: tulis ke LCD / 1: membaca dari LCD
6	E	0–>1	Mengaktifkan sinyal
7	DB0	0/1	Data pin 0
8	DB1	0/1	Data pin 1
9	DB2	0/1	Data pin 2
10	DB3	0/1	Data pin 3
11	DB4	0/1	Data pin 4
12	DB5	0/1	Data pin 5
13	DB6	0/1	Data pin 6
14	DB7	0/1	Data pin 7
15	VB+	–	Power 5 Volt (Vcc) Lampu latar (jika ada)
16	VB-	–	Power 0 Volt (ground) Lampu latar (jika ada)

2.3.6 ATMega328P-PU

Atmega328P-PU adalah sebuah *single chip* mikrokontroler yang dibuat oleh Atmel dan termasuk dalam seri megaAVR. Mikrokontroler berbasis Atmel 8-bit AVR berarsitektur RISC digabungkan 32 KB ISP Flash memory dengan kemampuan baca-tulis-sementara, 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM, 23 *general purpose* I / O baris, 32 *general purpose* register, tiga *timer* / *counter* yang fleksibel dengan *compare* mode, internal dan eksternal interupsi, serial programmable USART, antarmuka 2-wire serial byte-oriented, SPI port serial, 6-channel 10-bit A / D converter (8-saluran dalam paket TQFP dan QFN / MLF) , programmable watchdog timer dengan internal osilator, dan pilihan lima software mode penghematan daya. Perangkat membutuhkan supply tegangan antara 1,8 - 5,5 volt. Perangkat mencapai throughput mendekati 1 MIPS per MHz.



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATMega328P-PU

Berikut merupakan fungsi dari pin-pin Atmega328P-PU :

1. VCC : Tegangan supply
2. GND : Ground
3. Port B (PB7-0) : merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output.
4. Port C (PC5-0) : merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital dengan internal pull-up resistor.
5. PC6 : digunakan sebagai reset input jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, jika RSTDISBL Fuse diprogram maka digunakan sebagai pin input/output.
6. Port D (PD7-0) : merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output.
7. AV_{cc} : merupakan pin supply tegangan untuk konverter A/D, PC3-0dan ADC7-6. Harus disambungkan ke V_{cc} secara eksternal, meski ADC tidak

digunakan. Jika ADC digunakan, harus disambungkan ke V_{cc} melalui sebuah low-pass filter. PC6-4 menggunakan tegangan supply digital.

8. AREF : merupakan tegangan analog reference untuk konverter A/D.
9. ADC7-6 (Hanya paket TQFP dan QFN/MLF) : dalam paket TQFP dan QFN/MLF, ADC7-6 melayani sebagai analog input untuk konverter A/D. pin-pin ini diberi tegangan dari analog supply dan melayani 10-bit kanal ADC.

2.4 Perangkat Lunak

Perangkat yang digunakan yaitu Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan aplikasi *cross-platform* yang ditulis pada bahasa Java, dan berasal dari kata IDE untuk bahasa pengolahan pemrograman dan proyek *Wiring*, dirancang untuk memperkenalkan pemrograman untuk pembuat program dan pendatang baru lainnya agar terbiasa dengan pengembangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini termasuk editor kode dengan fitur seperti *syntax highlighting*, *brace matching*, dan *indentation automatic* dan juga mampu meng-*compile* dan meng-*upload* program ke *board* dengan satu klik. Sebuah program atau kode yang ditulis untuk Arduino disebut "Sketch".

IDE Arduino terdiri dari:

- Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
- Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
- Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.

Perangkat lunak ini mendukung bahasa C / C++. Pengguna hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat program agar dapat dieksekusi yaitu :

- Setup () : fungsi yang berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak arduino dihidupkan
- Loop () : fungsi yang akan terus dieksekusi berulang-ulang selama arduino dihidupkan.