

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *Windmill*.

Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Co: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui (Co : batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik. (Wikipedia, 2015)

2.2 Jenis – Jenis Turbin Angin

Turbin angin memiliki banyak jenis, dan turbin angin sendiri dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan arah sumbunya, yaitu:

A. Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)

Turbin angin sumbu horizontal ialah turbin angin yang memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara. Turbin yang berukuran kecil diarahkan oleh baling-baling angin yang sederhana, sedangkan turbin berukuran besar pada umumnya akan menggunakan sensor angin yang digandeng dengan sebuah motor servo. Kebanyakan turbin angin jenis ini memiliki *gearbox* yang mengubah perputaran kincir yang pelan menjadi lebih cepat sebagai gaya masukan untuk memutar rotor pada generator.

Menara umumnya menghasilkan turbulensi di belakangnya, sehingga turbin harus diarahkan melawan arah angin yang datang padanya. Bilah-bilah turbin

dibuat kaku agar tidak terdorong menuju menara oleh angin berkecepatan tinggi. Adapun kelebihan turbin angin sumbu horizontal adalah:

- Dasar menara yang tinggi memungkinkan akses ke angin yang kuat di tempat yang memiliki besaran angin yang fluktuatif.

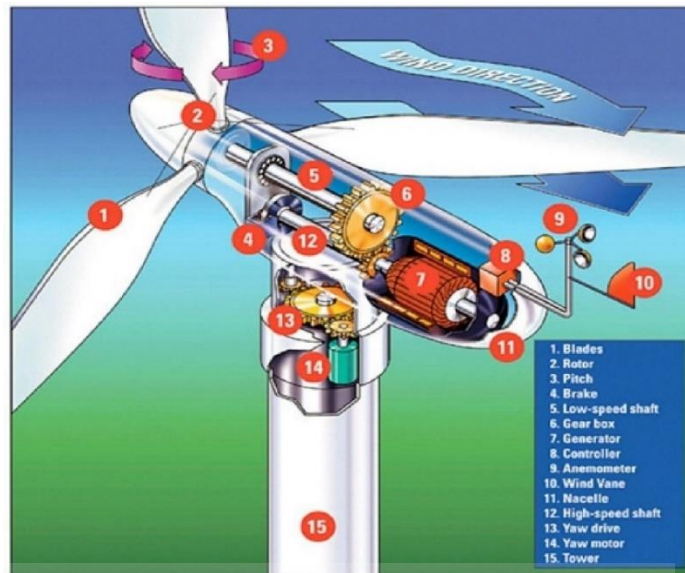
Sedangkan kekurangan dari turbin angin sumbu horizontal adalah:

- Konstruksi menara yang besar dibutuhkan untuk menyangga bilah-bilah yang berat, *gearbox* dan generator.
- Turbin yang tinggi harus diletakkan pada daerah yang aman dari lokasi lintasan pesawat untuk menghindari kecelakaan.
- Ukurannya yang tinggi akan merintangai jangkauan pandangan dan mengganggu estetika pemandangan secara umum.



Gambar 2.1 Turbin Angin sumbu vertikal pada PLTB Sidrap
(Puspa, 2016)

Turbin angin sumbu horizontal terdiri dari beberapa komponen yang dipasang utamanya pada bagian atas dari menara. Dalam menara turbin angin, umumnya hanya terdapat tangga yang digunakan untuk mengakses ruangan nasek pada bagian atas menara. Sedangkan perangkat-perangkat lainnya berada di dalam nasek turbin angin. (Puspa, 2016)



Gambar 2.2 Bagian-bagian Turbin Angin Sumbu Horizontal

(Alat Uji, 2020)

Secara umum, konfigurasi utama turbin angin poros datar terdiri dari; rotor (*blade dan hub*), nase/nacelle, generator, transmisi *gearbox*, kopling dan rem, sistem orientasi (*yaw system*), menara, sistem kontrol dan pondasi, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2. Adapun penjelasan dari masing-masing bagian tersebut adalah:

1. Sudu (*Blade* /Baling-baling)

Rotor turbin angin yang terdiri dari baling-baling/ sudu dan hub merupakan bagian dari turbin angin yang berfungsi menerima energi kinetik dari angin dan merubahnya menjadi energi gerak (mekanik) putar pada poros penggerak. Pada sebuah turbin angin, baling-baling rotor dapat berjumlah 1, 2, 3 atau lebih.

2. Rotor Hub

Hub merupakan bagian dari rotor yang berfungsi menghubungkan sudu dengan shaft (poros) utama.

3. Kontrol *Pitch* Sudu

Salah satu tipe rotor adalah dengan sudu terpasang variabel yang dapat dirubah sudut serangnya dengan mengatur posisi sudut serang sudu terhadap arah angin bertiup. Rotor dengan mekanisme demikian disebut dengan rotor

dengan pitch sudu variabel. Tidak semua turbin angin menggunakan tipe rotor dengan sudut sudu variabel.

4. Rem

Rem berfungsi untuk menghentikan putaran poros rotor yang bertujuan untuk keamanan atau pada saat dilakukan perbaikan.

5. Poros Rotor Putaran Rendah

Poros rotor berfungsi untuk memindahkan daya dari rotor ke generator, dapat secara langsung maupun melalui mekanisme transmisi *gearbox*.

6. *Gearbox*

Pada umumnya transmisi di turbin angin berfungsi untuk memindahkan daya dari rotor ke generator dengan dipercepat putarannya. Hal ini diperlukan karena umumnya putaran rotor berotasi pada putaran rendah, sementara generatornya bekerja pada putaran tinggi.

7. Generator

Generator merupakan komponen terpenting dalam sistem turbin angin, dimana fungsinya adalah merubah energi gerak (mekanik) putar pada poros penggerak menjadi energi listrik. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator dapat berupa *alternating current (AC)* maupun *direct current (DC)* dan tegangan keluarannya dapat dari tegangan rendah (12 volt) atau sampai tegangan 680volt atau lebih.

8. Kontrol Arah

Pada turbin angin yang relatif besar, umumnya sudah menggunakan sistem geleng aktif (*active yawing system*), yang digerakkan oleh motor servo. Kontrol yawing disini berfungsi menerima *input* dari sensor anemometer (mendeteksi kecepatan angin) dan wind direction (mendeteksi perubahan arah angin), dan memberikan komando kepada motor servo untuk membelokkan arah poros turbin angin dan juga memberikan masukan kepada kontrol pitch.

9. Anemometer

Sensor Anemometer berfungsi untuk mendeteksi/mengukur kecepatan angin, sebagai masukan kepada sistem kontrol untuk mengendalikan operasional pada kondisi optimum.

10. Tail Vane

Salah satu sistem orientasi yang pasif (*passive yawing*) adalah menggunakan ekor pengarah. Fungsi dari ekor pengarah (*tail vane*) adalah untuk membelokan posisi rotor terhadap arah datangnya angin.

11. Nasel (*Nacelle*)

Fungsi nasel adalah untuk menempatkan dan melindungi komponen komponen turbin angin, yaitu: generator, *gearbox*, kopling, rem, kontrol, sistem geleng (*yawing system*).

12. Poros Rotor putaran tinggi

Poros rotor putaran tinggi berfungsi untuk memindahkan daya dari *gearbox* ke generator.

13. Roda gigi sistem geleng (*Yaw drive*)

Fungsi *yaw drive* adalah untuk menempatkan komponen turbin angin yang berada diatas menara menghadap optimal terhadap arah angin bertiup mengikuti perubahan arah angin.

14. Motor servo (*Yaw motor*)

Fungsi motor *yaw* adalah untuk menggerakkan *yaw drive* untuk menempatkan komponen turbin angin yang berada diatas menara menghadap optimal terhadap arah angin bertiup mengikuti perubahan arah angin.

15. Menara / *Tower*

Menara merupakan tiang penyangga yang fungsi utamanya adalah untuk menopang rotor, nasel dan semua komponen turbin angin yang berada di atasnya. (Puspa, 2016)

B. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)

Turbin angin sumbu vertikal memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus

diarahkan ke angin agar bekerja secara efektif. Kelebihan ini sangat berguna untuk lokasi penempatan yang arah anginnya bervariasi. Turbin angin jenis ini mampu untuk memanfaatkan angin dari berbagai arah.

Dengan sumbu yang vertikal, generator serta *gearbox* bisa ditempatkan di dekat tanah, sehingga menara tidak perlu menyokong dan lebih mudah untuk diakses ketika akan dilakukan perawatan. Sehingga biaya perawatannya dari sisi ini akan menjadi lebih efisien dan rendah.

Namun demikian, karena sulit untuk dipasang diatas menara, maka turbin angin jenis ini dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan. Dimana hal ini akan menyebabkan kecepatan angin yang akan dimanfaatkan menjadi lebih rendah, sehingga energi angin yang tersedia akan menjadi lebih kecil. Aliran udara yang dekat tanah dan objek yang menghalangi datangnya angin juga dapat menyebabkan permasalahan yang berkaitan dengan getaran, diantaranya kebisingan dan bearing wear yang akan meningkatkan biaya pemeliharaan untuk mengatasi masalah ini dan memungkinkan umur turbin angin yang lebih singkat.

Secara umum, adapun kelebihan dari turbin angin sumbu vertikal adalah:

- Karena bilah rotornya vertikal, maka tidak dibutuhkan mekanisme *yaw*.
- Karena penempatannya yang dekat dengan dasar lokasi penempatannya, maka pemeliharaannya akan menjadi lebih mudah
- Memiliki *tip speed ratio* (perbandingan antara kecepatan putaran dari ujung sebuah bilah dengan laju angin sebenarnya) yang lebih rendah sehingga lebih kecil kemungkinannya rusak di saat angin berhembus kencang

Namun, jenis turbin ini juga memiliki kekurangan, yaitu:

- Umumnya jenis turbin ini hanya memproduksi 50% energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh turbin angin sumbu horizontal
- Kebanyakan turbin jenis ini memiliki torsi awal yang rendah, sehingga membutuhkan dorongan eksternal untuk memulai operasi (Puspa, 2016)

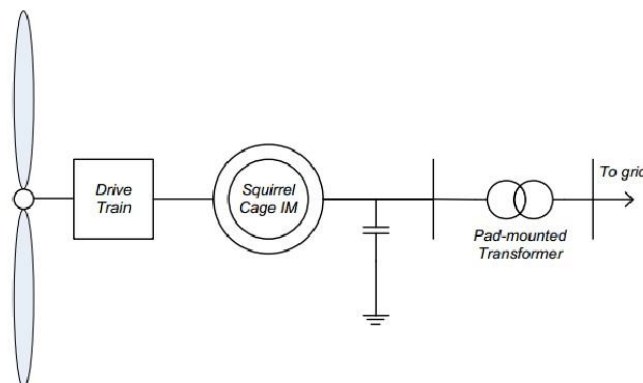


Gambar 2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Angin Jenis Savonius
(Puspa, 2016)

Perbedaan lainnya antara jenis turbin angin adalah dengan membedakan apakah rotor dapat bekerja dengan kecepatan variabel atau terpaku pada kecepatan konstan saja dengan penjelasan sebagai berikut:

a) Fixed-Speed Wind Turbines

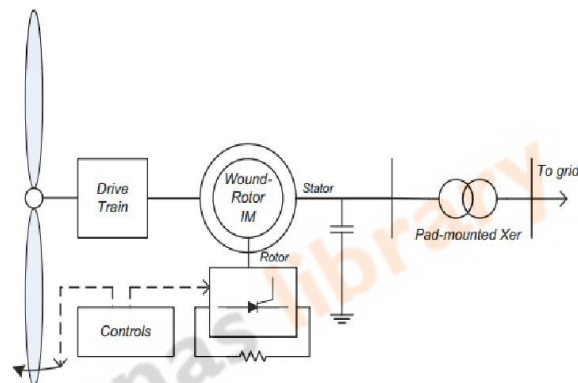
Jenis turbin angin ini adalah yang paling dasar pada operasi turbin angin. Menggunakan hanya sedikit perubahan kecepatan turbin rotor dan menggunakan mesin induksi dengan rotor sangkar yang langsung terhubung ke jaringan listrik. Bantuan daya reaktif eksternal dibutuhkan untuk mengompensasi daya reaktif yang terpakai oleh mesin induksi. Turbin angin jenis ini menggunakan *stall regulation* dan *blade pitch* regulation untuk mengatur daya yang dibangkitkan saat kecepatan angin sedang tinggi.



Gambar 2.4 Skema *Fixed-Speed Wind Turbine*
(Puspa, 2016)

b) *variable-Speed Wind Turbine*

Variable-Speed Wind Turbine didesain untuk bekerja dengan kecepatan rotor yang variatif. Turbin ini umumnya menggunakan blade pitching sebagai pengatur daya keluaran. Kontrol kecepatan dan daya memungkinkan turbin untuk menghasilkan daya keluaran yang lebih besar daripada *Fixed-speed Wind Turbine*. Turbin angin jenis ini menggunakan mesin induksi dengan rotor belitan dengan penambahan konverter AC/DC. Turbin angin jenis ini menggunakan jenis kontrol yang sama dengan *Fixed-speed Wind Turbine*. (Puspa, 2016)



Gambar 2.5 Skema *Variable-Speed Wind Turbine*

(Puspa, 2016)

2.3 Pengukuran

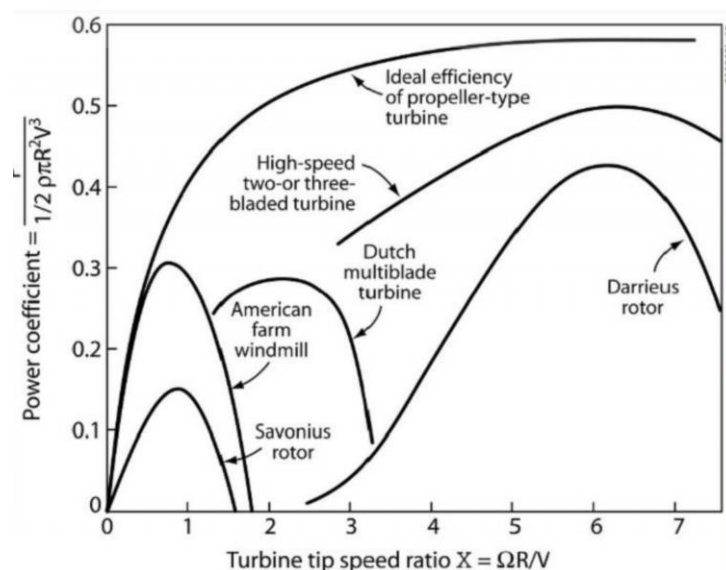
Pengukuran adalah proses membandingkan suatu besaran yang tidak diketahui nilainya dengan cara membandingkan besaran lain yang telah diketahui nilainya. Selain itu mengukur dapat didefinisikan sebagai suatu proses mengaitkan angka secara empirik dan objek pada sifat sifat objek atau kejadian yang di ukur. Serangkaian kegiatan pengukuran bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran dalam bentuk angka. Sehingga pengukuran angka memberikan arti penting bagi manusia untuk menggambarkan bagaimana fenomena alam dalam bentuk kuantitatif atau angka. (Sulistiadji & Pitoyo, 2009)

2.4 TSR (Tip Speed Ratio)

Tip speed ratio adalah perbandingan kecepatan angin dengan kecepatan ujung sudu. *Tip speed ratio* sangat menentukan lebar sudu, semakin tinggi *Tip speed ratio* yang dipilih maka secara teoritis berdasarkan teori momentum elemen sudu C_p akan semakin tinggi dan sudu akan semakin ramping dan tipis.

“*The tip speed ratio (TSR), 2 blades (9-10); 3 blades (6-8); 4+ blades (4-6). The higher the tip speed ratio the higher the turbines rotational speed.*”

Hal utama yang perlu diperhatikan dalam mendesain sebuah turbin adalah kombinasi antara momen putar dan kecepatan putar itu sendiri. Pada tahun 1919, seorang fisikawan Jerman bernama Betz menjelaskan bahwa turbin yang paling ideal di muka bumi hanya mampu mengubah energi angin menjadi energi gerak sebesar 59,3%, dengan asumsi viskositas udara diabaikan. Pada gambar terakhir, dapat dilihat bahwa *power coefficient* (koefisien daya) pada beberapa jenis turbin akan naik seiring dengan naiknya *tip speed ratio* (rasio kecepatan putaran) hingga mencapai puncak sebelum akhirnya akan turun. Dengan demikian dapat kita katakan bahwa kecepatan putar yang lebih tinggi tidak berarti akan menghasilkan energi yang lebih tinggi. Namun yang terpenting adalah menjaga rasio antara perputaran turbin dengan kecepatan angin, agar turbin dapat bekerja secara optimal.



Gambar 2. 6 Perbandingan *Coefficient Power* dengan *Turbine Tip Speed Ratio*

2.5 Alat Ukur

Alat ukur adalah alat untuk mengetahui harga suatu besaran atau suatu variabel. Prinsip kerja harus dipahami agar alat ukur dapat digunakan dengan cermat dan sesuai yang telah direncanakan. Selain itu alat ukur berfungsi untuk mengetahui harga suatu variabel. Bantuan alat ukur diperlukan untuk mentransformasikan informasi tersebut secara kualitatif dan kuantitatif untuk ditanggapi oleh indra manusia. Prinsip kerja alat ukur harus dipahami agar alat ukur dapat digunakan dengan cermat sesuai dengan pemakaian yang telah direncanakan. (Sulistiadji & Pitoyo, 2009)

2.6 Viskositas

Viskositas ialah suatu istilah ilmiah yang menggambarkan suatu resistensi terhadap suatu aliran fluida. Fluida itu dapat menjadi cair atau juga gas, Namun istilah ini lebih sering dihubungkan dengan cairan.

Sebagai contoh, sirup itu mempunyai viskositas lebih tinggi dari pada air: kekuatan lebih diperlukan untuk dapat memindahkan sesendok dengan melalui botol sirup dari dalam botol air disebabkan karena sirup tersebut lebih susah untuk mengalir di sekitar sendok. Resistensi tersebut disebabkan dengan gesekan yang dihasilkan oleh molekul cairan serta juga mempengaruhi baik sejauh mana cairan tersebut akan menentang gerakan obyek dengan melalui itu serta juga tekanan yang dibutuhkan untuk dapat menggerakkan cairan dengan melalui tabung atau juga pipa. Viskositas tersebut dipengaruhi dengan sejumlah faktor, termasuk ukuran serta bentuk molekul, interaksi antara mereka, dan juga suhu.

Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul – molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan – bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi. Pada hukum aliran viskos, Newton menyatakan hubungan antara gaya – gaya mekanika dari suatu aliran viskos sebagai: Geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (s) dengan

kecepatan geser (g) nya konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas. (Kemala, 2018)

2.7 Fluida

Fluida adalah suatu zat yang bisa mengalami perubahan-perubahan bentuknya secara terus-menerus bila terkena tekanan/gaya geser walaupun relatif kecil atau bisa juga dikatakan suatu zat yang mengalir, kata fluida mencakup zat cair, gas, air, dan udara karena zat-zat ini dapat mengalir. Sebaliknya batu dan benda – benda keras (seluruh zat-zat padat tidak dapat dikategorikan sebagai fluida karena zat-zat tersebut tidak bisa mengalir secara *continue*). Fluida juga gugusan yang tersusun atas molekul -molekul dengan jarak pisah yang cukup besar untuk gas dan jarak pisah yang cukup kecil untuk zat cair. Molekul - Molekul tersebut tidak dapat terikat pada suatu sisi, melainkan zat-zat tersebut saling bergerak bebas terhadap satu dengan yang lainnya.

Fluida merupakan salah zat-zat yang bisa mengalir yang mempunyai partikel kecil sampai kasat mata dan mereka dengan mudah untuk bergerak serta berubah-ubah bentuk tanpa pemisahan massa. Ketahanan fluida terhadap perubahan bentuk sangat kecil sehingga fluida dapat dengan mudah mengikuti bentuk ruang.

2.7.1 Jenis Jenis Fluida

Fluida memiliki beberapa macam yang setiap harinya kita jumpai dalam kehidupan. Macam-macam dari fluida tersebut, yaitu:

A. Fluida diam (*Fluida Statis*)

Fluida statis atau fluida diam merupakan jenis fluida yang berada pada kondisi diam dan tidak bergerak. Misalnya air di dalam kolam, air di dalam gelas, air waduk, air laut, air di dalam sumur, dan lain sebagainya. Hukum-hukum dasar fisika yang sangat bermanfaat dapat ditemukan oleh para ilmuwan, hal tersebut berkat dari fluida statis. Hukum- hukum tersebut antara lain; hukum Pascal, hukum Archimedes, hukum Boyle, teori tekanan hidrostatis, dan lain sebagainya.

B. Fluida yang Bergerak (*Fluida Dinamis*)

Fluida dinamis merupakan jenis fluida yang berada dalam kondisi bergerak dan atau dalam kondisi mengalir. Misalnya, aliran air, air terjun, angin, dan lain sebagainya. Energi potensial yang dapat dijadikan sumber energi listrik dapat ditemukan berkat adanya fluida dinamis. Contohnya yaitu PLT angin, PLT air. Fluida dinamis ini dapat direkayasa oleh manusia demi untuk kelangsungan hidupnya dan untuk kesejahteraan bersama. (Kemala, 2018)

2.8 Alat ukur kecepatan

Alat ukur kecepatan atau yang sering disebut *tachometer* adalah alat instrument yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin. Tingkat ketelitian batas ukuran terkecil pada *tachometer* yaitu 0,01 1/min. kata *tachometer* berasal dari kata Yunani tachos yang berarti kecepatan dan metron yang berarti untuk mengukur. (Alat Uji, 2020)



Gambar 2.7 *Tachometer*

(Puspa, 2016)

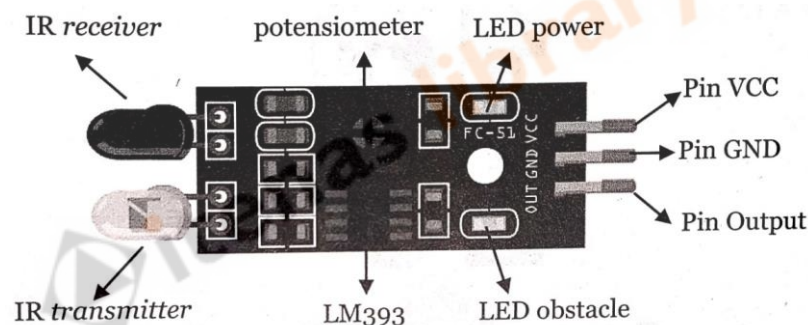
2.9 Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Dalam perancangan alat ukur putaran perlu dilakukan pengkajian tentang teori dasar yang mendukung penelitian ini. Adapun sensor putaran yang dapat digunakan salah satunya adalah Sensor *Infrared* FC-51.

2.9.1 Sensor *infrared* FC-51

Modul sensor *infrared* FC-51 memiliki IR *Transmitter* dan IR *receiver* yang akan mendeteksi keberadaan hambatan didepan modul sensor. IR *Transmitter* adalah bagian yang memancarkan radiasi inframerah, sehingga bisa disebut IR LED. Meskipun IR LED tampak seperti LED Normal pada umumnya, namun radiasi yang dipancarkan oleh IR LED tidak akan terlihat oleh mata manusia. IR *receiver* adalah bagian yang mendeteksi radiasi dari IR *Transmitter*. IR *Transmitter* biasanya berbentuk *photodiode* dan *phototransistor*.

Photodiode infrared berbeda dari *photodiode* normal karena hanya mendeteksi radiasi *infrared* saja. *Output* dari sensor ditentukan berdasarkan intensitas penerimaan yang diterima *photodiode*. Bentuk dan bagian bagian dari modul sensor *infrared* FC-51 ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.8 Modul Sensor *Infrared* FC-51

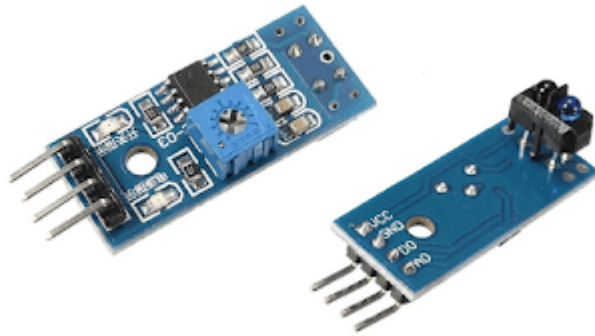
(Wicaksono, 2019)

Pada modul ini terdapat *potensiometer* yang dapat digunakan untuk mengatur jangkauan pendeteksian. Modul ini menggunakan komparator IC LM393. Rangkaian komparator pada modul menggunakan metode inverting dimana ketika tegangan pada pin + lebih besar dari pin - maka *output* akan berayun ke arah V +, tetapi jika tegangan pada pin + lebih kecil dari pin - maka *output* akan berayun ke arah V -. (Wicaksono, 2019)

2.9.2 Sesor TCRT 5000

TCRT5000 adalah salah satu sensor yang sering digunakan untuk sensor robot *Line follower*, keluaran dari sensor ini berupa sinyal analog, sehingga

memungkinkan kita untuk menggunakan transistor untuk pengaplikasiannya. Bentuk fisik dari sensor TCRT5000 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.9 Sensor TCRT 5000

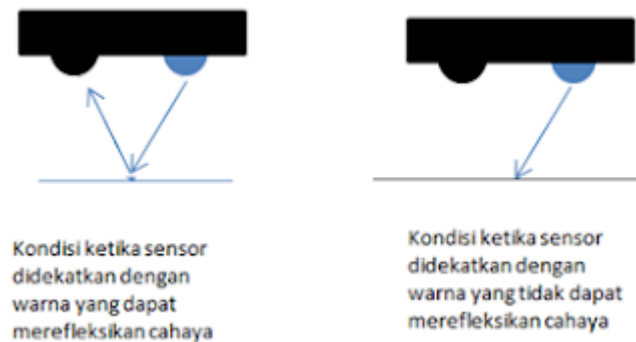
(Malik, 2018)

Jika dilihat dari gambar diatas, kita dapat melihat sebuah *potensio* dibagian belakang sensor, fungsi dari pada *potensio* ini adalah untuk mengatur sensitivitas sensor. TCRT5000 mempunyai 4 pin, yaitu:

- VCC (untuk *input* tegangan positif).
- GND (untuk *input* tegangan negatif).
- DO (*Digital Output*), pin *Output* digital dari sensor TCRT5000.
- AO (*Analog Output*), pin *output* analog dari sensor TCRT5000.

Dalam sensor TCRT5000 terdapat 2 sensor *infrared* yang masing-masing berfungsi sebagai pemancar dan penerima, bentuknya seperti LED kecil, dari gambar diatas dapat dilihat *Infrared* yang berwarna biru berfungsi sebagai pemancar cahaya, dan yang berwarna hitam berfungsi sebagai penerima cahayanya.

Cara kerja dari sensor ini dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Sensor TCRT 5000

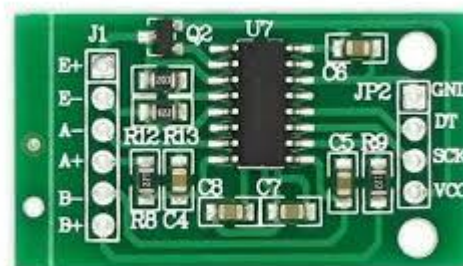
(Malik, 2018)

Dari gambar diatas dapat kita pahami bahwa ketika sensor dihadapkan dengan benda yang dapat merefleksikan cahaya maka cahaya, maka cahaya akan diteruskan kepada sensor *receiver*. Jika sensor dihadapkan dengan benda yang tidak dapat merefleksikan cahaya, maka cahaya *Infrared* tidak akan diteruskan.

Dari hasil percobaan yang dilakukan, keluaran dari sensor akan bernilai high ketika dihadapkan dengan warna yang tidak dapat merefleksikan cahaya, misalnya dengan warna hitam. kemudian pada saat dihadapkan dengan benda/warna yang tidak dapat merefleksikan cahaya keluaran dari sensor bernilai *LOW*. (Malik, 2018)

2.9.3 HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMI CONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dan *industrial control* aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan.



Gambar 2.11 Sensor Berat HX711

(Kurniawan, 2020)

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan komputer/mikrokontroler melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.

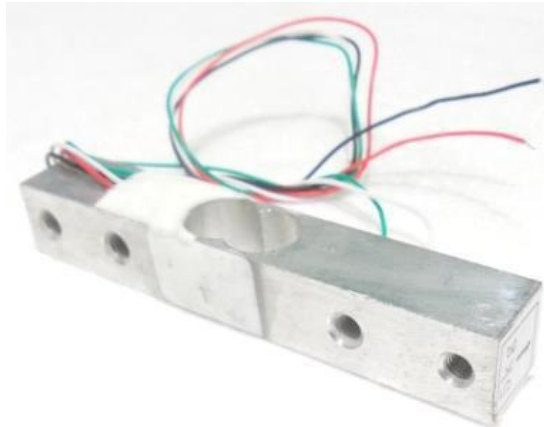
HX711 biasanya digunakan pada bidang *aerospace*, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan.

Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut:

- *Differential input voltage: ± 40 mV (Full-scale differential input voltage ± 40 mV)*
- *Data accuracy: 24bit (24bit A / D converter chip).*
- *Refresh frequency: 80 Hz.*
- *Operating Voltage: 5V DC.*
- *Operating current: < 10 mA (Kurniawan, 2020).*

2.9.4 Load Cell

Sensor *Load Cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *Load Cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan.



Gambar 2.12 Sensor *Load Cell*

(Kurniawan, 2020)

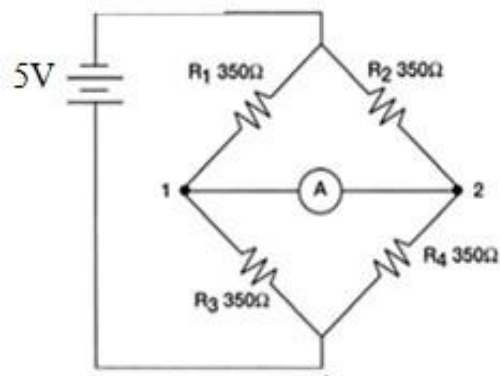
Keterangan gambar:

- Kabel Merah adalah *input* tegangan sensor
- Kabel Hitam adalah *input ground* sensor
- Kabel Hijau adalah *output* positif sensor
- Kabel Putih adalah *output ground* sensor

Sensor *Load Cell* yang digunakan memiliki kapasitas:

1. Kapasitas 10 Kg
2. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC
3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. *Input* atau *output* resistansi rendah 3
5. *Nonlineritas* 0.05%
6. *Range* temperatur kerja -10°C - +50°C

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *Load Cell* yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *Load Cell*. Prinsip kerja *Load Cell* berdasarkan rangkaian Jembatan *WheatstoneI*. (Kurniawan, 2020)

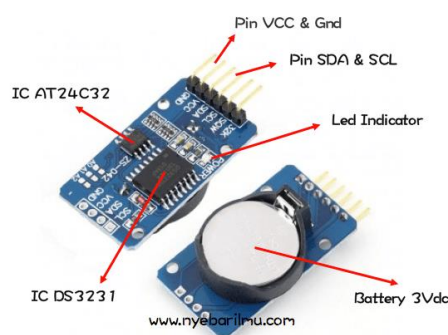


Gambar 2.13 Gambar rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban
(Kurniawan, 2020)

Pada gambar 2.12 nilai $R = 350 \Omega$, arus yang mengalir pada R_1 dan $R_3 =$ arus yang mengalir di R_2 dan R_4 , hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang. (Kurniawan, 2020)

2.9.5 RTC

Real Time Clock / TSR adalah sebuah modul / kit yang berfungsi untuk menjalankan fungsi waktu dan kalender secara *realtime* berbasis DS1307 dengan menggunakan *backup supply* berupa *battery*.



Gambar 2.14 Modul RTC
(Nyebarilmu,2017)

Modul ini dibuat dengan menggunakan PCB berbahan fiber dan juga menggunakan lapisan *mask solder* untuk menjaga agar PCB tidak korosi. Selain itu

Modul ini sebagian besar menggunakan komponen SMD, sehingga modul terlihat *minimalis* dan menarik.

Brikut adalah beberapa fitur dari RTC:

1. *Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year. Compensation Valid Up to 2100.*
2. *56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes.*
3. *I2C Serial Interface.*
4. *Programmable Square-Wave Output Signal.*
5. *Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry.*
6. *Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running.*

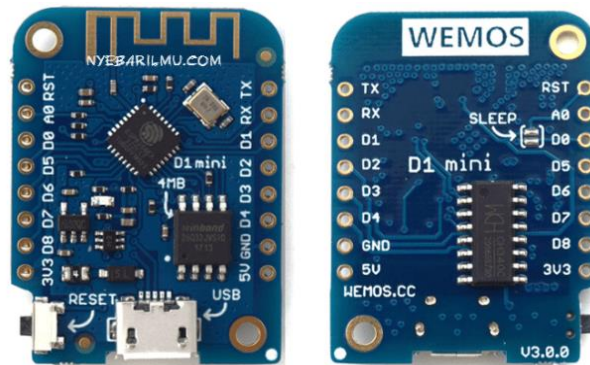
Pada modul ini terdapat 5 pin utama, yaitu sebagai berikut:

1. SCL: *Serial Clock Input* untuk komunikasi data I2C.
2. SDA: *Serial Data Input / Output* untuk komunikasi data I2C.
3. SQW: *Pin output* untuk salah satu dari 4 buah frekuensi gelombang kotak (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz) < jika di-*enable*>).
4. VCC: *Input supply 5V.*
5. GND: *Input supply Ground.* (Nyebarilmu,2017)

2.10 Modul Wifi

WeMos D1 *mini* merupakan modul *development board* yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 yang dimana dapat diprogram menggunakan *software IDE* Arduino seperti halnya dengan NodeMCU.

Salah satu kelebihan dari WeMos D1 *mini* ini dibandingkan dengan modul *development board* berbasis ESP8266 lainnya yaitu adanya *module shield* untuk pendukung *hardware plug and play*.



Gambar 2.15 Modul Wifi Wemos D1 Mini

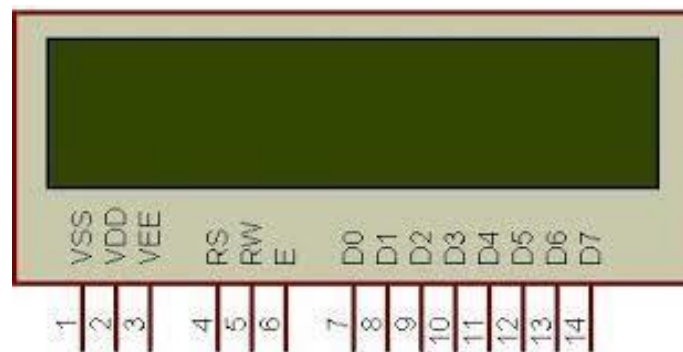
(Nyebarilmu,2018)

Spesifikasi dari Wemos D1 Mini

- Beroperasi pada tegangan operasional 3,3 V.
- Memiliki 11 pin digital IO termasuk didalamnya spesial pin untuk fungsi i2c, one-wire, PWM, SPI, interrupt.
- Memiliki 1 pin analog *input* atau ADC.
- Berbasis *micro* USB untuk fungsi pemrogramannya.
- *Memory flash*: 4Mb.
- Dimensi modul: 34,2 mm x 25,6 mm.
- *Clock speed*: 80MHz.
- Menggunakan IC CH340G untuk komunikasinya. (Nyebarilmu,2018)

2.11 LCD 16x2

LCD (*liquid crystal display*) adalah suatu perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.



Gambar 2.16 skema pin pada LCD 16x2

(Shiddiq, 2018)

Berdasarkan gambar. fungsi *pin* LCD tersebut adalah sebagai berikut:

1. VCC (pin 1).
2. Merupakan sumber tegangan +5V.
3. GND 0V (pin 2).
4. Merupakan sambungan *ground*.
5. VEE (pin 3).
6. Merupakan *input* tegangan Kontras LCD.
7. RS *Register Select* (pin 4).
8. Merupakan register pilihan 0 = Register Perintah, 1 = Register Data.
9. R/W (pin 5).
10. Merupakan *read select*, 1 = *Read*, 0 = *Write*.
11. *Enable Clock* LCD (pin 6).
12. Merupakan masukan logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.
13. D0 – D7 (pin 7 – pin 14) Merupakan Data Bus 1 – 7 ke port.
14. Anoda (pin 15).
15. Merupakan masukan Tegangan positif *backlight*.
16. Katoda (pin 16).
17. Merupakan masukan Tegangan negatif *backlight*.

Displai karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan *Enable* yang digunakan untuk memberitahu LCD bahwa sebuah data sedang dikirimkan. Untuk mengirimkan data ke LCD yang berupa data ASCII yang akan ditampilkan dilayar (tabel 3), maka melalui program EN harus dibuat logika

low “0” dan set pada dua jalur kontrol yaitu RS dan RW. Ketika dua jalur tersebut telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu dan berikutnya di set.

Fungsi dari memori LCD tersebut adalah sebagai pengendali untuk menampilkan karakter dan terdiri dari sebagai berikut:

- DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh, untuk karakter ‘L’ atau 4CH yang ditulis pada alamat 00, karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama pada LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.
- CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk membuat bentuk karakter yang dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Karakter yang disimpan di CGRAM akan hilang apabila tidak ada power supply, karena memori RAM bersifat tidak permanen.
- CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori yang menyimpan karakter-karakter yang sudah permanen ada di dalam LCD, sehingga tidak dapat diubah-ubah lagi bentuknya oleh pengguna. Namun karena ROM bersifat permanen, pola karakter tersebut tidak akan hilang saat tidak ada catuan daya.

Misalnya, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi aktif (*low*) (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi aktif (*high*) “1”, maka program akan melakukan *query* (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu *Get LCD status* (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”.

Pengiriman data ke LCD dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara 4bit dan secara 8 bit. Jika menggunakan jalur 4bit maka yang digunakan adalah DB4 sampai DB7 dan data akan dikirim dua kali yaitu 4bit MSB kemudian 4bit LSB dengan pulsa EN setiap pengirimannya, sedangkan jalur 8bit menggunakan DB0 sampai DB7. Mode 8bit sangat baik digunakan ketika kecepatan merupakan keutamaan dalam sebuah aplikasi tetapi jika menggunakan mode 8bit dibutuhkan

11 pin I/O yaitu 3 pin untuk kontrol, 8 pin data. Berbeda dengan mode 4bit hanya membutuhkan 7 pin yaitu 3 pin kontrol dan 4 pin data. Meskipun mode 8bit lebih cepat dan akurat namun konsumsi daya pada mikrokontroler jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan mode 4 bit.

Setelah data 8bit atau 4bit telah dikirim maka akan dibaca oleh memori LCD sehingga pola karakter yang tersimpan secara permanen di dalam CGROM akan ditampilkan pada layar LCD berupa dot matrik 5 x 7. (Shiddiq, 2018)

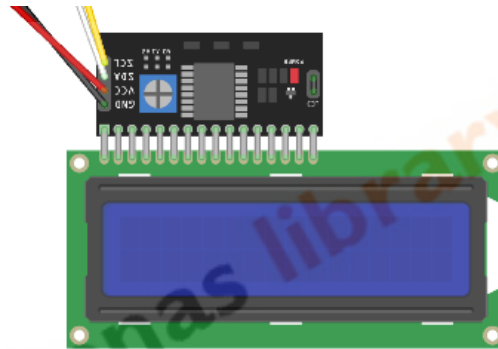
2.12 Modul I2C

I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroller (misal Arduino, Android, komputer, dll). Setidaknya Anda akan membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah kontroller yang 'sibuk' dan harus mengendalikan banyak I/O, menggunakan jalur parallel adalah solusi yang kurang tepat.

Sebagai contoh, sebuah Arduino Uno memiliki pin digital sebanyak 13 buah. Jika Anda gunakan separuhnya untuk mengendalikan LCD berarti Anda hanya punya alternatif sekitar 6 atau 7 pin untuk mengendalikan perangkat yang lain, misalnya motor DC, sensor cahaya, keypad, dan I/O devices lainnya. Nah, sekarang tergantung pada sistem anda, cukup atau tidak jika harus menggunakan 6/7 pin khusus untuk bekerja dengan LCD saja. Jika tidak cukup, Anda dengan mengubah jalur kendali LCD dari parallel ke serial (I2C) menggunakan modul I2C converter, sehingga Anda hanya akan membutuhkan 2 jalur kabel saja (plus satu kabel ground) untuk menghubungi sang LCD. Arduino sendiri sudah mendukung protokol I2C/IIC. Di papan Arduino Uno, port I2C terletak pada pin A4 untuk jalur SDA (Serial Data) dan pin A5 untuk jalur SCL (Serial Clock). Jangan lupa untuk menghubungkan jalur kabel *Ground* antara Arduino dengan perangkat I2C client. Untuk sisi software, Arduino sudah cukup membantu kita bekerja dengan protokol ini melalui library 'Wire.h'. Berikutnya, library ini akan dimanfaatkan untuk

mengkonversi jalur parallel LCD menjadi jalur serial I2C. Anda dapat secara manual melakukannya, tapi jika tidak ingin repot, Anda dapat dengan mudah melakukannya menggunakan *library LiquidCrystal_I2C.h*.

Perlu saya sampaikan bahwa tidak ada (setidaknya belum saya temukan) hardware modul LCD yang mendukung/memiliki port I2C. Dengan demikian, kita akan tetap menggunakan modul LCD biasa (dengan komunikasi data secara parallel), namun akan kita konversi menggunakan modul I2C *converter*. (Ajie, 2016)



Gambar 2.17 Rangkaian Lcd dengan Modul I2C

(Ajie, 2016)

2.13 Reflektor

Reflektor adalah sebuah alat yang memantulkan cahaya, suara atau radiasi elektro-magnetis. Reflektor yang memantulkan cahaya sering disebut pula mata kucing. Sebuah reflektor yang memantulkan cahaya terdiri dari beberapa benda mirip cermin yang ditata menurut beberapa sudut tertentu. Reflektor sendiri biasanya dapat di temukan pada kendaraan besar yang berfungsi sebagai alat pantul cahaya untuk meminimalisir kecelakaan yang dapat disebabkan oleh kurangnya pencahayaan. (Wikipedia, 2020)



Gambar 2.18 Alat Pantul Cahaya

(Samudra, 2019)

2.14 Duralium

Duralium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak dan mudah di dapatkan. Sifat-sifat penting yang dimiliki aluminium sehingga digunakan dalam penelitian ini untuk meluaskan permukaan *Load Cell*:

1. Berat jenisnya ringan ($2,7 \text{ gr/cm}^3$)
2. Tahan korosi, sifat bahan korosi dari aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan aluminium oksida pada permukaan aluminium.
3. Penghantar listrik.
4. Sifat elastisnya yang sangat rendah, hampir tidak dapat diperbaiki baik dengan pemaduan maupun dengan heat treatment. (Mukti, 2019)

2.15 *Micro SD*

Micro SD merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk menyimpan data dalam bentuk *byte*, dimana alat ini biasanya dapat digunakan untuk menyimpan sebuah file, dapat berupa musik, dokumen dan sebagainya. *Micro SD* sendiri terdapat beberapa kapasitas yang berbeda beda, yaitu 2GB, 4GB, 8GB, 16GB, 32 GB dan sebagainya. (Aji, 2019)



Gambar 2.19 *Micro SD* dengan *MicroSD Adapter*
(Aji, 2019)

2.16 Modul *Micro SD Card*

Modul *Micro SD Card* yang di perlihatkan pada gambar 2.10 adalah modul pembaca kartu *Micro SD*, melalui sistem file dan SPI antar muka, MCU untuk melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu *Micro SD*. Perangkat tersebut di arduino IDE, Dilengkapi dengan *Library* Kartu SD Sehingga dapat digunakan secara langsung. Fitur Modul adalah sebagai berikut:

1. Mendukung kartu *Micro SD*, Kartu *Micro SDHC* (kartu kecepatan tinggi).
2. Tingkat konversi papan sirkuit yang antar muka level untuk 5V dan 3,3V.
3. Power supply adalah 4,5V ~ 5,5V, Regulator tegangan 3,3V papan sirkuit.
4. *Micro SD Card* adalah komunikasi antarmuka SPI antar muka Standar.
5. Empat M2 lubang sekrup posisi untuk kemudahan instalasi.



Gambar 2.20 Modul *Micro SD card*
(Malik, 2018)

2.17 Arduino

Arduino adalah sebuah *platform* elektronik yang bersifat *open source* serta mudah digunakan. Hal tersebut ditunjukkan agar siapapun dapat membuat proyek interaktif dengan mudah dan menarik. Berikut ini beberapa alasan mengapa kita memilih Arduino sebagai *platform* elektronik dalam pembuatan proyek:

- a) *Board* Arduino relatif murah dibandingkan dengan *platform* mikrokontroler lain.
- b) Arduino *Software* IDE dapat dijalankan pada sistem operasi windows, macintosh OSX, dan Juga Linux. Kebanyakan Sistem mikrokontroler terbatas untuk dijalankan pada sistem oprasi Widows.
- c) Perangkat lunak Arduino IDE sangat mudah digunakan untuk pemula namun cukup fleksibel untuk pengguna tingkat lanjut.
- d) Perangkat lunak Arduino diterbitkan sebagai *tools open source*. Bahasanya dapat diperluas melalui *library* C++ dan orang – orang yang ingin memahami rincian teknis dapat membuat lompatan dari Arduino ke Bahasa pemrograman AVR C. Kita dapat Menambahkan kode AVR C secara langsung kedalam program Arduino.
- e) Arduino *board* diterbitkan dibawah lisensi *Creative Commons*, sehingga perancangan sirkuit yang berpengalaman dapat membuat modul versi mereka sendiri, memperluasnya dan meningkatkannya. Bahkan, pengguna yang relatif tidak berpengalaman dapat membangun *Board* versi mereka sendiri menggunakan *Breadboard* untuk memahami cara kerjanya dan disisi lain dapat menghemat biaya.

Arduino yang paling sering digunakan adalah Arduino uno, berikut gambar Arduino ditunjukkan pada gambar:



Gambar 2.21 Arduino Uno

(Wicaksono, 2019)

Berdasarkan gambar 2.11 Arduino Uno memiliki 14 pin digital dan 6 pin PWM, 6 pin analog, pinRx dan Tx yang dapat digunakan untuk menghubungkan Arduino UNO dengan dunia luar.

Untuk membuat program pengguna dapat menggunakan *software* Arduino IDE, sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk Simulasi program (*sketch*) yang telah dibuat di Arduino IDE dapat disimulasikan pada beberapa perangkat lunak berikut ini:

1. *Virtual Breadboard*
2. UnoArduSim
3. *Open Source Arduino Simulator*
4. ArduinoSim
5. Simduino
6. Arduino Simulator
7. Emulare

Software Arduino ini cukup mudah digunakan dan dapat diunduh secara gratis pada situs web Arduino (Wicaksono, 2019).

Arduino memiliki banyak pin yang berfungsi untuk menghubungkan arduino dengan sensor sensor atau perangkat hardware lain berikut merupakan penjelasan tentang fungsi pin pin pada arduino:

1. SPI (*Serial Peripheral Interface*)

Fungsi dari SPI adalah untuk sinkronisasi yang digunakan oleh mikrokontroller untuk berkomunikasi dengan satu atau lebih perangkat dengan cepat dalam jarak pendek.

2. SCK (*Serial Clock*)

SCK berfungsi untuk menseting Clock dari master ke slave.

3. MOSI (Master out, Slave In)

MOSI di gunakan pada SPI, dimana data di transfer dari Master Ke *Slave*.

4. MISO (*Master In, Slave Out*)

MISO digunakan pada SPI, dimana data di transfer dari Slave ke master.

5. I2C

Protokol yang menggunakan jalur *clock* (SCL) dengan (SDA) untuk bertukar informasi.

6. SCL

Jalur data yang digunakan oleh I2C untuk mengidentifikasi bahwa data sudah siap di transfer.

7. SDA

Jalur data (dua arah) yang digunakan oleh I2C.

8. ICSP (*in Circuit Serial Programming*)

ICSP digunakan untuk memprogram sebuah mikrokontroler seperti Atmega328 menggunakan jalur USB Atmega16U2. ICSP sendiri menggunakan jalur SPI untuk transfer data.

9. VCC

Jalur *supply* tegangan biasanya +5V.

10. IOREF

Input /Output referensi yang berguna untuk melindungi *board* agar tidak terjadi.

11. Vin

Pin ini berfungsi untuk mensuplai tegangan dari eksternal misal adapter. (jangan mensuplai tegangan dari luar bila board anda sudah mendapatkan supply dari USB)

12. GND

Jalur *Grounding*.

13. USB

Digunakan untuk mentransfer data dari komputer ke board.

14. PWM (*Pulse Width Modulation*)

Pin yang di tandai dengan "~" mendukung Sinyal PWM, PWM sendiri berfungsi untuk mengatur kecepatan motor, atau kecerahan lampu dan lain lain.

15. Analog Pins

A0-A5 merupakan Pin Analog, membaca nilai analog dari 0-1023 Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. Pada *Software Arduino IDE*, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *Upload* program. Berikut gambar dari sketch arduino IDE.



Gambar 2.22 Gambar Software Arduino IDE

(Sina, 2017)

Berikut merupakan Penjelasan beberapa komponen pada software arduino yang sering digunakan:

- *Verify*
berfungsi untuk melakukan checking kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum.
- *Upload*
Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang kamu buat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh mesin alias si Arduino.
- *New*
berfungsi untuk membuat *Sketch* baru

- *Open*

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah kamu buat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar *Upload* ulang ke Arduino.

- *Save*

Berfungsi untuk menyimpan *Sketch* yang telah kamu buat.

1. *Serial Monitor*

Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan *sketch* pada port serialnya. Serial Monitor ini sangat berguna sekali ketika kamu ingin membuat program atau melakukan *debugging* tanpa menggunakan LCD pada Arduino. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan error.

- *New*

Berfungsi untuk membuat membuat *sketch* baru dengan bare *minimum* yang terdiri void setup () dan void loop ().

2. *Uploading*

Merupakan mekanisme untuk mengkopikan file .hex atau file hasil kompilasi kedalam IC mikrokontroler Arduino. Sebelum melakukan *Uploading*, yang perlu kamu pastikan adalah jenis board yang kamu gunakan dan COM Ports dimana keduanya terletak pada menu *Tools -> Board* dan *Tools -> Port*.

3. *Library*

Library / Pustaka merupakan file yang memberikan fungsi ekstra dari *sketch* yang kamu buat, semisal agar Arduino dapat bekerja dengan *hardware* tertentu dan melakukan proses manipulasi data. Untuk menginstal *Library* pihak ketiga alias *Library* bukan dari Arduino, dapat dilakukan dengan Library Manager, Impor file .zip, atau *copy paste* secara manual di folder *library* pada Dokument di platform Windows.

4. *Serial Monitor*

Serial monitor merupakan suatu jendela yang menunjukkan data yang dipertukarkan antara arduino dan komputer selama beroperasi, sehingga kamu bisa menggunakan serial monitor ini untuk menampilkan nilai hasil operasi atau pesan *debugging*. Selain melihat data, kamu juga bisa mengirimkan data ke Arduino melalui serial monitor ini, caranya dengan memasukkan data pada *text box* dan menekan tombol *send* untuk mengirimkan data. Hal penting yang harus kamu perhatikan adalah menyamakan *baudrate* antara serial monitor dengan Arduino *board*. Untuk menggunakan kemampuan komunikasi serial ini, pada Arduino, di bagian fungsi void *setup* (), diawali dengan instruksi *Serial.begin* diikuti dengan nilai *baudrate*.

5. *Preferences*

Preferences mengatur tentang beberapa hal dalam penggunaan Arduino *Software IDE*, seperti ukuran *font*, lokasi dimana menyimpan *sketchbook*, bahasa yang digunakan pada Arduino *Software IDE*, dan masih banyak lagi. Kamu bisa mengatur *preferences* pada menu file yang dapat dijumpai pada platform Windows dan Linux. (Sina, 2017)

2.18 Solidworks

Solidworks adalah sebuah perangkat lunak 3D yang dikembangkan oleh solidworks corporation yang sekarang telah di akuisisi oleh assault system. Solidworks merupakan salah satu 3D CAD yang cukup populer di indonesia, karena dapat melakukan banyak hal yaitu membuat sketsa, menggambar parts, menggambar bending, dan lain lain, keuntungan lain dari solidworks adalah harganya yang cukup murah di bandingkan dengan pesaingnya yang lain, serta mudah digunakan.

Dimana spesifikasi *minimum* yang di sarankan oleh solidworks adalah sebagai berikut:

- System Operasi WIN XP, Vista, Seven.
- Processor Pentium 4, Intel XEON, Intel Core, AMD Athlon, AMD Turion, AMD Phenom. (2,5 GHz atau lebih)

- RAM min 1GB. (Disarankan 2GB)
- VGA Card 256 MB. (Disarankan 512MB atau lebih)

2.19 Rumus – Rumus yang Digunakan

Untuk dapat menghitung Daya yang dapat dibangkitkan oleh turbin angin maka dibutuhkan rumus rumus untuk membantu menemukan daya yang dapat di bangkitkan, yaitu dibutuhkan data dari putaran yang dapat di hasilkan turbin dan juga torsiya. Adapun rumus dari kecepatan sudut adalah:

$$\omega = \frac{2\pi.n}{60} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

ω = Kecepatan sudut ($\frac{Rad}{s}$)

n = Jumlah putaran

Berikut merupakan rumus untuk mencari torsi:

$$T = F \times r \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

F = Gaya (N)

r = Jari - Jari ke *Load Cell* (m)

Rumus untuk mencari daya yang dapat dibangkitkan turbin angin adalah sebagai berikut:

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

T = Torsi (N.m)

P = Daya (W)

ω = Kecepatan sudut ($\frac{Rad}{s}$)

Rumus untuk mencari frekuensi dan perioda untuk menentukan berapa RPM yang di hasilkan turbin angin sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

- f = Frekuensi (Hz)
 T = Periode (s)
 n = Jumlah putaran atau gelombang
 t = Waktu (s)

Rumus untuk mencari tau nilai *Tip speed ratio* dari turbin angin jenis savonius adalah sebagai berikut:

$$TSR = \frac{\omega \times r}{v} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

- TSR = *Tip Speed Ratio*
 ω = Kecepatan sudut ($\frac{Rad}{s}$)
 r = Jari jari sudu turbin (m)
 v = Kecepatan Angin (m/s)

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai dari Luas area sapuan pada turbin angin savonius adalah:

$$A = \rho \times r^2 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

- A = Luas Area Sapuan
 ρ = Masa jening udara
 v = Kecepatan Angin (m/s)

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai Power Coefficient atau CP adalah sebagai berikut:

$$Cp = \frac{P}{\frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times v^3 \times A} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

- Cp = *Coefficient Power*
 A = Luas Area Sapuan
 ρ = Masa jening udara
 v = Kecepatan Angin (m/s)
 P = Daya turbin