

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian PLTMH

Mikro hidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah yang memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu serta instalasi. Pembangkit listrik kecil yang dapat menggunakan tenaga air pada saluran irigasi dan sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*, dalam m) dan jumlah debit airnya (m^3/detik) (Haryani et al., 2015).

Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

2.1.1 Klasifikasi PLTMH

1. Berdasarkan *head*
 - *Head* tinggi : $H > 100$ m biasanya digunakan turbin *pelton*
 - *Head* menengah : $30 \text{ m} < H < 100 \text{ m}$ biasanya digunakan turbin *cross-flow*
 - *Head* rendah : $2 \text{ m} < H < 30 \text{ m}$ biasanya digunakan turbin *propeller*
2. Berdasarkan kapasitas
 - PLTA piko : $< 500 \text{ W}$
 - PLTA mikro : $0,5\text{-}100 \text{ kW}$
 - PLTA mini : $100\text{-}1000 \text{ kW}$
 - PLTA kecil : $1\text{-}10 \text{ mW}$
 - PLTA skala penuh : $> 10 \text{ mW}$
3. Berdasarkan Jenis Desain
 - Run-Of The-River

Bentuk yang paling sederhana dalam konteks PLTA mikro dan mini. Desain ini tidak memanfaatkan bendungan untuk mengarahkan air ke bangunan penyalur, melainkan mengubah lajur aliran air menuju turbin melalui pipa atau penstock.

- Sistem Penyimpanan

Dalam penggunaan sistem ini. Air ini akan disimpan terlebih dahulu dalam jangka waktu tertentu (beberapa jam atau dalam beberapa bulan) dan akan digunakan untuk menghasilkan energi ketika dibutuhkan. (Dalam pengertiannya air dimasukkan dalam wadah sehingga dalam kurun waktu tertentu, volume air yang mula-mula sedikit akan meningkat.

Dengan bertambah besarnya volume air yang tersimpan akan menambah besarnya energi air.

- Sistem Pompa Penyimpan

Ketika terjadi kebutuhan listrik yang rendah atau kelebihan kebutuhan listrik secara tiba-tiba, maka pompa secara otomatis akan mengisi penuh tangki penyimpanan. Namun, apabila terjadi lonjakan kebutuhan listrik yang tinggi, maka tangki akan segera dikosongkan menuju turbin untuk memenuhi kebutuhan produksi yang mencukupi.

PLTMH umumnya merupakan pembangkit listrik jenis *run of river* dimana *head* diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai tersebut selanjutnya mengalirkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Air dialirkan ke *power house* (rumah pembangkit) yang biasanya dibangun dipinggir sungai. Air akan memutar sudu turbin/kincir air (*runner*), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

Biasanya PLTMH dibangun berdasarkan adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*. Mikro hidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan terjemahan bebasnya yaitu "energi putih". Sebab instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan perkembangan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi

dari pengaruh perbedaan ketinggian dengan daerah tertentu (tempat instalasi yang akan dibangun) akan dapat diubah menjadi energi listrik.

Secara teknis, PLTMH memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin). Di rumah instalasi, air tersebut akan menumbuk turbin dimana turbin akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Dari generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik, sebelum dialirkan ke rumah-rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses PLTMH mengubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik.

Peningkatan kebutuhan suplai daya ke daerah-daerah pedesaan di sejumlah negara, sebagian untuk mendukung industri-industri dan sebagian untuk menyediakan penerangan di malam hari. Kemampuan pemerintah yang terhalang oleh biaya yang tinggi untuk perluasan jaringan listrik, membuat PLTMH memberikan sebuah alternatif ekonomi ke dalam jaringan. Hal ini dikarenakan skema PLTMH yang mandiri dapat menghemat dari jaringan transmisi, karena skema perluasan jaringan tersebut biasanya memerlukan biaya peralatan dan pegawai yang mahal.

Potensi sumber daya air yang melimpah di Indonesia karena banyak terdapatnya hutan hujan tropis, membuat kita harus bisa mengembangkan potensi ini, karena air adalah sebagai sumber energi yang dapat terbarukan dan alami. Bila hal ini dapat terus dieksplorasi, konversi air menjadi energi listrik sangat menguntungkan bagi negeri ini. Di Indonesia banyak terdapat PLTMH dan waduk untuk menampung air, sekarang bagaimana kita dapat mengembangkan PLTMH menjadi lebih baik lagi dan lebih efisien.

Keuntungan penggunaan PLTMH sebagai pembangkit listrik, (Sarayar, 2017) antara lain:

- a. Biaya operasional relatif murah karena berasal dari energi terbarukan sehingga penggunaan turbin sangat menguntungkan untuk

penggunaan dalam waktu yang lama

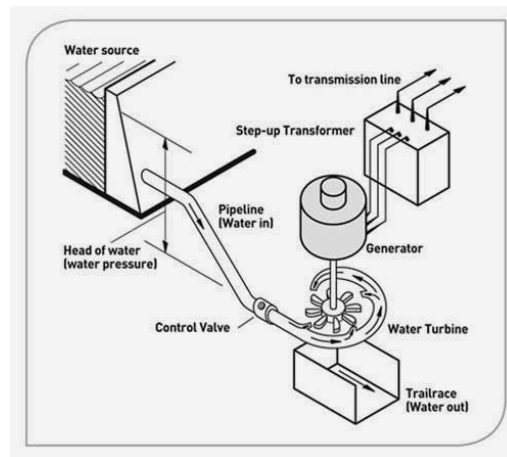
- b. Turbin–turbin pada PLTMH dapat dioperasikan atau dihentikan pengoperasiannya setiap saat
- c. Dengan perawatan yang baik, turbin dapat beroperasi dalam waktu yang cukup lama
- d. Sumber energi yang digunakan adalah energi air sehingga tidak mengakibatkan pencemaran udara dan air

Kekurangan dari penggunaan PLTMH adalah, antara lain:

- a. Masa persiapan suatu proyek PLTMH pada umumnya memakan waktu yang cukup lama sehingga untuk pembuatan memerlukan biaya yang cukup besar
- b. Sumber energi yang digunakan (air) sangat dipengaruhi oleh iklim atau curah hujan.
- c. Pada umumnya dalam sebuah PLTMH terdapat beberapa komponen-komponen besar di antaranya yaitu:
 - Dam/bendungan pengalihan dan *intake*. Dam pengalih berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai ke dalam sebuah bak pengendap.
 - Bak pengendap. Bak pengendap digunakan untuk memindahkan partikel-partikel pasir dari air. Fungsi dari bak pengendap adalah sangat penting untuk melindungi komponen-komponen berikutnya dari dampak pasir.
 - Saluran pembawa. Saluran pembawa mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan.
 - Pipa pesat (*penstock*). *Penstock* dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air, dikenal sebagai sebuah turbin
 - Turbin. Turbin berfungsi mengkonversi energi potensial dan energi kinetik dari air menjadi energi mekanik
 - Generator. Generator berfungsi mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Dimana pemilihan generator disesuaikan

dengan daya yang dihasilkan turbin atau sumber daya air yang digunakan.

Secara umum skema PLTMH yang umum digunakan yaitu ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Skema PLTMH (Sukamta & Kusmantoro, 2018)

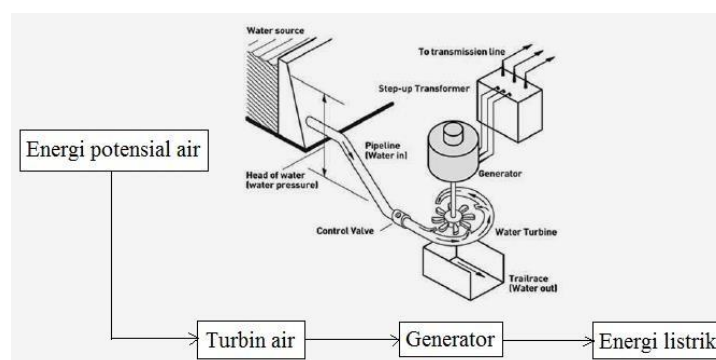
Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi PLTMH yang cukup tinggi namun dalam pemanfaatannya belum maksimal, sehingga kebutuhan energi masih didominasi oleh energi dengan bahan bakar minyak. Tabel 2 menjelaskan perbandingan kapasitas terpasang PLTMH dengan kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik nasional.

Tabel 2.1 Kapasitas Terpasang Pembangkit Tenaga Listrik Nasional

NO.	Tahun	PLTMH Terpasang (MW)	Jumlah Total Pembangkit Yang Terpasang (MW)
1	2008	0,69	31.462,54
2	2009	0,69	31.958,93
3	2010	0,69	33.983,30
4	2011	5,93	39.898,97
5	2012	6,71	45.253,47

2.2 Prinsip PLTMH

PLTMH menggunakan potensi daya yang dimiliki air untuk menghasilkan listrik. Potensi daya yang dimiliki air dipengaruhi oleh debit dan tinggi jatuh air (*head* potensial). Biasanya PLTMH menggunakan debit dan tinggi jatuh air pada aliran sungai, air terjun dan saluran irigasi. Air yang bergerak (karena perbedaan ketinggian) akan menggerakkan turbin air dan memutar poros turbin. Poros turbin yang berputar juga akan memutar poros pada generator dan menghasilkan listrik.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja PLTMH (Hanggara & Irvani, 2017)

Potensi daya air pada PLTMH merupakan sejumlah daya yang dimiliki air dengan pengaruh besarnya debit dan tinggi jatuh air (*head* potensial). Besarnya debit air yang melewati berbanding lurus terhadap daya yang dihasilkan. Begitu juga dengan tinggi jatuh air, tekanan yang dihasilkan air terhadap sudu turbin akan besar bila tinggi jatuhnya besar. Hubungan potensi daya air terhadap debit dan tinggi jatuh air dapat dilihat pada persamaan berikut (Sukamta, 2016):

$$P_a = g \cdot \rho \cdot Q \cdot H \quad (2.1)$$

Dimana:

P_a = Potensi daya air (Watt)

g = Percepatan gravitasi

$(9,81 \text{ m/s}^2)$ ρ = Densitas air pada suhu T

(kg/m^3) Q = Debit air (m^3/s)

H = Tinggi jatuh air (m)

Potensi daya air tersebut akan berkurang setelah melewati turbin dan generator yang diformulasikan sebagai berikut (Sukamta, 2013):

$$P_a = g \cdot \rho \cdot Q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_g \quad (2.2)$$

Dimana:

η_t = efisiensi kincir (0,8 – 0,95)

η_g = efisiensi generator (0,8 – 0,95)

2.3 Klasifikasi Turbin Air

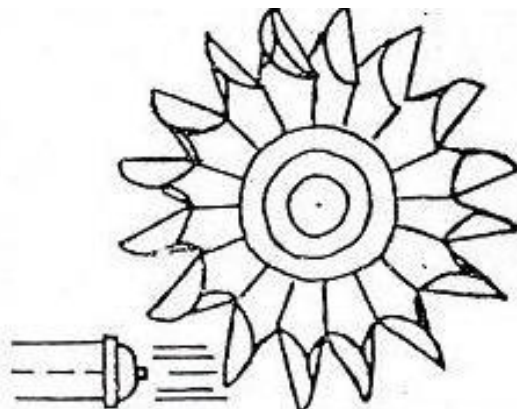
Dengan kemajuan ilmu mekanika fluida dan hidrolika serta memperhatikan sumber energi air yang cukup banyak tersedia di pedesaan akhirnya timbullah perencanaan-perencanaan turbin yang divariasikan terhadap tinggi jatuh air dan debit air yang tersedia. Dari itu maka masalah turbin air menjadi masalah yang menarik dan menjadi objek penelitian untuk mencari sistim, bentuk dan ukuran yang tepat dalam usaha mendapatkan efisiensi turbin yang maksimum. Pada uraian berikut akan dijelaskan pengklasifikasian turbin air berdasarkan beberapa kriteria.

2.3.1 Berdasarkan Model Aliran Air Masuk Runner

Berdasarkan model aliran air masuk *runner*, maka turbin air dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu :

a. Turbin AliranTangensial

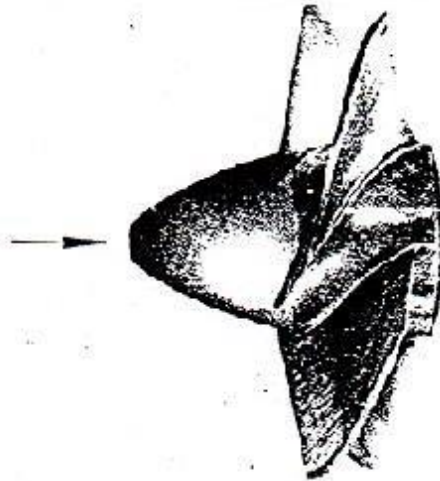
Pada kelompok turbin ini posisi air masuk *runner* dengan arah tangensial atau tegak lurus dengan poros runner mengakibatkan *runner* berputar, contohnya *Turbin Pelton* dan *Turbin Cross-Flow*.



Gambar 2.3 Turbin Aliran Tangensial (Yani et al., 2018)

b. Turbin Aliran Aksial

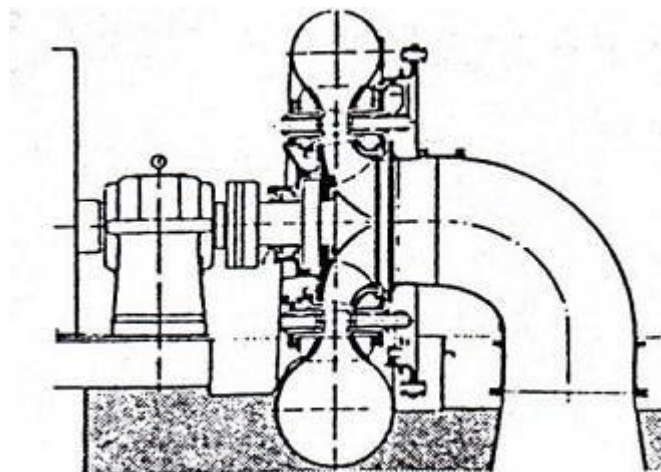
Pada turbin ini air masuk *runner* dan keluar *runner* sejajar dengan poros *runner*, *Turbin Kaplan* atau *Propeller* adalah salah satu contoh dari tipe turbin ini.



Gambar 2.4 Model Turbin Aliran Aksial (Sudadiyo et al., 2017)

c. Turbin Aliran Aksial -Radial

Pada turbin ini air masuk ke dalam *runner* secara radial dan keluar *runner* secara aksial sejajar dengan poros. *Turbin Francis* adalah termasuk dari jenis turbin ini.



Gambar 2.5 Model Turbin Aliran Aksial- Radial (Suryani et al., 2016)

2.3.2 Berdasarkan Perubahan Momentum Fluida Kerjanya

Dalam hal ini turbin air dapat dibagi atas dua tipe yaitu :

1) Turbin Impuls.

Semua energi potensial air pada turbin ini diubah menjadi menjadi energi kinetis sebelum air masuk/menyentuh sudu-sudu *runner* oleh alat pengubah yang disebut nozel. Yang termasuk jenis turbin ini antara lain *Turbin Pelton* dan *Turbin Cross-Flow*.

2) Turbin Reaksi.

Pada turbin reaksi, seluruh energi potensial dari air diubah menjadi energi kinetis pada saat air melewati lengkungan sudu-sudu pengarah, dengan demikian putaran *runner* disebabkan oleh perubahan momentum oleh air. Yang termasuk jenis turbin reaksi diantaranya *Turbin Francis*, *Turbin Kaplan* dan *Turbin Propeller*.

2.3.3 Berdasarkan Kecepatan Spesifik (ns)

Yang dimaksud dengan kecepatan spesifik dari suatu turbin ialah kecepatan putaran *runner* yang dapat dihasilkan daya efektif 1 BHP untuk setiap tinggi jatuh 1 meter atau dengan rumus dapat ditulis:

$$n_s = \frac{n \cdot \sqrt{P}}{H^{5/4}} \quad (2.3)$$

diketahui :

n_s = kecepatan spesifik turbin

n = Kecepatan putaran turbin (rpm) H_{efs} = tinggi jatuh efektif (m)

P_e = daya turbin efektif (HP)

Setiap turbin air memiliki nilai kecepatan spesifik masing-masing, tabel 3 menjelaskan batasan kecepatan spesifik untuk beberapa turbin konvensional.

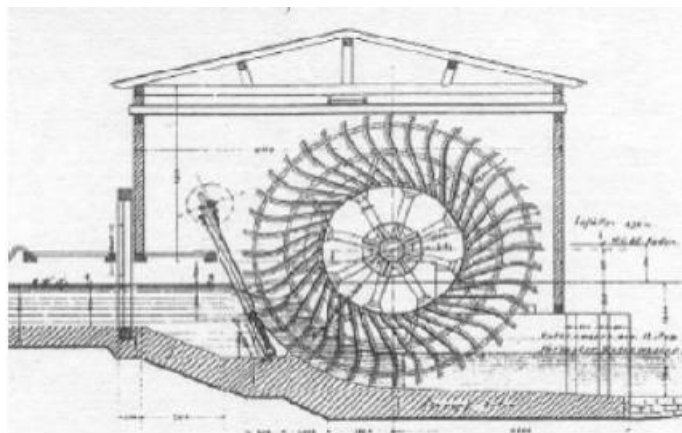
Tabel 2.2 Kecepatan Spesifik Turbin Konvensional

No	Jenis Turbin	Kecepatan Spesifik
1.	<i>Pelton</i> dan kincir air	10 - 35
2.	<i>Francis</i>	60 - 300
3.	<i>Cross-Flow</i>	70 - 80
4.	<i>Kaplan</i> dan <i>propeller</i>	300- 1000

2.3.4 Berdasarkan Aliran Arah Tembak Fluida

1. *Undershot*

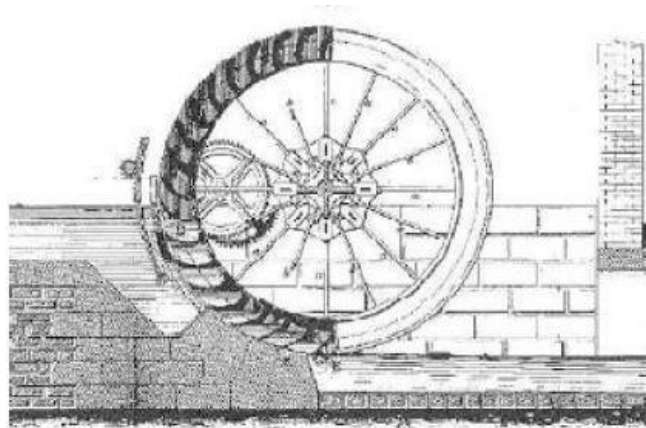
Turbin air tipe *undershot* adalah tipe turbin air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian bawah turbin. Roda turbin berputar hanya karena tumbukan air yang berbentuk percikan air pada sudu roda, berbentuk lurus searah radial. *Head* potensial dari air mula-mula diubah menjadi *head* kecepatan, sebelum air menumbuk sudu turbin.



Gambar 2.6 Turbin *Undershot* (Fernando, 2017)

2. *Breastshot*

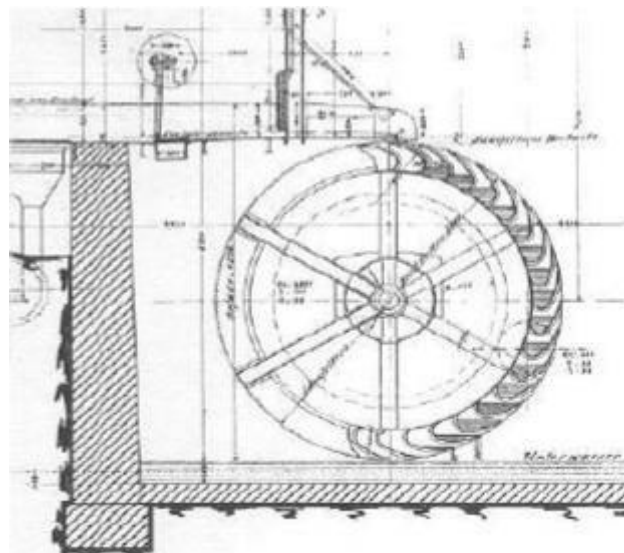
Turbin air tipe *breastshot* merupakan perpaduan antara turbin *overshot* dan *undershot* dilihat dari energi yang diterimanya. Turbin air *breastshot* juga memerlukan beda tinggi dengan pancaran air. Jarak tinggi jatuhnya tidak melebihi diameter turbin, arah aliran air yang menggerakkan turbin air disekitar sumbu poros dari turbin air (Budi, 2013).



Gambar 2.7 Turbin *Breastshot* (Fadli & Musa, 2018)

3. *Overshot*

Turbin air tipe *overshot* adalah tipe turbin yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian atas turbin dan karena gaya berat air turbin berputar. Turbin air *overshot* memerlukan beda tinggi dengan pancaran air. Turbin air *overshot* adalah turbin air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis turbin lain (Budi, 2013).



Gambar 2.8 Turbin *Overshot* (Jatmiko, 2017)

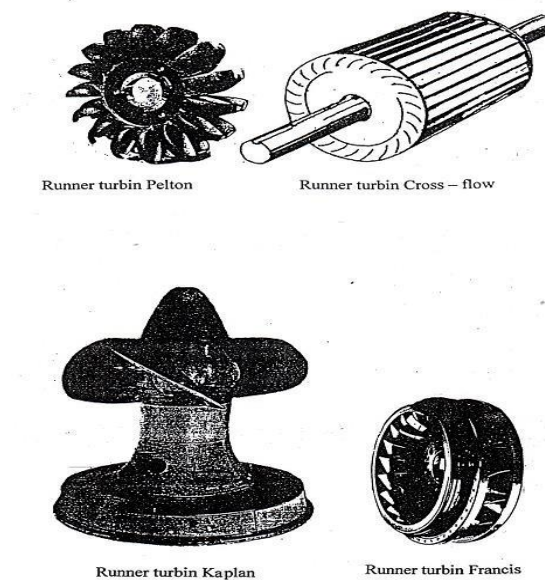
2.3.5 Berdasarkan Head dan Debit

Dalam hal ini pengoperasian turbin air disesuaikan dengan potensi *head* dan debit yang ada yaitu :

- a. *Head* yang rendah yaitu dibawah 40 meter tetapi debit air yang besar, maka Turbin *Kaplan* atau *propeller* cocok digunakan untuk kondisi seperti ini.

- b. *Head* yang sedang antara 30 sampai 200 meter dan debit relatif cukup, maka untuk kondisi seperti ini digunakan Turbin *Francis* atau *Cross-Flow*.
- c. *Head* yang tinggi yakni di atas 200 meter dan debit sedang, maka gunakanlah turbin impuls jenis *Pelton*.

Gambar 2.9 menjelaskan bentuk konstruksi empat macam runner turbin konvensional.



Gambar 2.9 Empat Macam *Runner* Turbin Konvensional (Bagar et al., 2015)

2.3.6 Bilangan Reynold

Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran itu dinamakan laminar, transisi atau turbulen.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\mu}$$

Dimana:

V = kecepatan fluida yang mengalir (m/det)

D = diameter dalam pipa (m)

ρ = masa jenis fluida (kg/m³)

μ = viskositas dinamik fluida (kg/m.det)

ν = viskositas kinematik fluida (m² /det)

2.3.7 Debit Aliran Air

Debit aliran dipergunakan untuk menghitung kecepatan aliran pada masing-masing pipa eksperimen dimana rumus debit aliran dapat di cari dengan menggunakan persamaan Bernoulli.

$$Q = V \cdot A$$

Dimana $A = \frac{1}{4} \pi D^2$

$$V = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi D^2}$$

Dimana:

Q = debit aliran (m³ /det)

V = kecepatan aliran (m/det)

t = waktu (det)

A = luas penampang (m²)

2.3.8 Faktor Gesekan

Rumus Darcy-Weisbach, merupakan dasar menghitung head turun untuk aliran fluida dalam pipa-pipa dan saluran-saluran. Persamaannya adalah:

$$= f \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

2.4 Pompa

Pompa adalah jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui pipa dari satu tempat ke tempat lain. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu pompa mejadi energi kinetik dan tekanan pada fluida.

Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan per satuan waktu (kapasitas) dan energi angkat (*head*) dari pompa.

a. Kapasitas(Q)

Merupakan volum fluida yang dapat dialirkan persatuan waktu. Dalam pengujian ini pengukuran dari kapasitas dilakukan dengan menggunakan venturimeter. Satuan dari kapasitas (Q) adalah m^3/s , liter/s, atau ft^3/s .

b. Putaran(n)

Yang dimaksud dengan putaran disini adalah putaran poros (impeler) pompa, dinyatakan dalam satuan rpm. Putaran diukur dengan menggunakan tachometer.

c. Torsi(T)

Torsi didapatkan dari pengukuran gaya dengan menggunakan dinamometer, kemudian hasilnya dikalikan dengan lengan pengukur momen (L). Satuan dari torsi adalah N.m.

d. Daya (P)

Daya dibagi menjadi dua macam, yaitu daya poros yang merupakan daya dari motor listrik, serta daya air yang dihasilkan oleh pompa. Satuan daya adalah Watt.

e. Efisiensi

Merupakan perbandingan antara daya air yang dihasilkan dari pompa, dengan daya poros dari motor listrik.

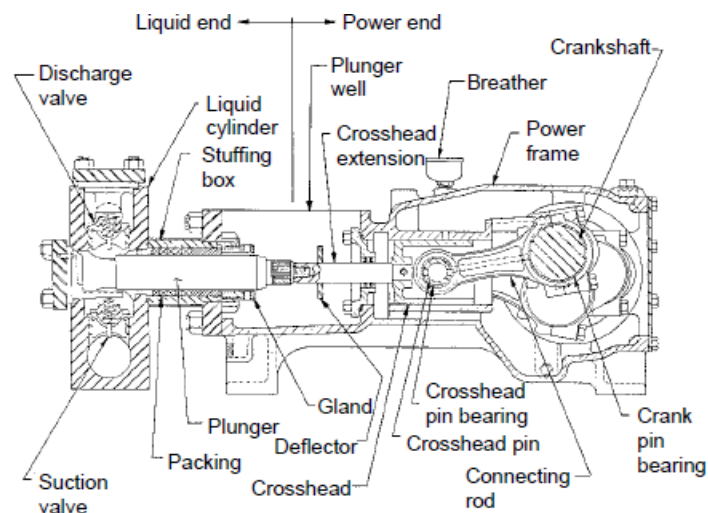
2.5 Klasifikasi Pompa

2.5.1 Positive Displacement Pump

Merupakan pompa yang menghasilkan kapasitas yang *intermittent*, karena fluida ditekan di dalam elemen-elemen pompa dengan volume tertentu. Ketika fluida masuk, langsung dipindahkan ke sisi buang sehingga tidak ada kebocoran (aliran balik) dari sisi buang ke sisi masuk. Kapasitas dari pompa ini kurang lebih berbanding lurus dengan jumlah putaran atau banyaknya gerak bolak-balik pada tiap satuan waktu dari poros atau engkol yang menggerakkan. Pompa jenis ini menghasilkan *head* yang tinggi dengan kapasitas rendah. Pompa ini dibagi lagi menjadi:

1. *Reciprocating Pump* (pompa torak)

Pada pompa ini, tekanan dihasilkan oleh gerak bolak-balik translasi dari elemen-elemennya, dengan perantaran *crankshaft*, *camshaft*, dan lain- lainnya. Pompa jenis ini dilengkapi dengan katup masuk dan katup buang yang mengatur aliran fluida keluar atau masuk ruang kerja. Katup-katup ini bekerja secara otomatis dan derajat pembukaannya tergantung pada fluida yang dihasilkan. Tekanan yang dihasilkan sangat tinggi, yaitu lebih dari 10 atm. Kecepatan putar rendah yaitu 250 sampai 500 rpm. Oleh karena itu, dimensinya besar dan sangat berat. Pompa ini banyak dipakai pada pabrik minyak dan industri kimia untuk memompa cairan kental, dan untuk pompa air ketel pada PLTU. Skema pompa torak ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Skema pompa torak (IMA Djoni, 2016)

2. Rotary Pump

Tekanan yang dihasilkan dari pompa ini adalah akibat gerak putar dari elemen-elemennya atau gerak gabungan berputar. Prinsip kerjanya adalah fluida yang masuk ditekan oleh elemen-elemen yang memindahkannya ke sisi buang kemudian menekannya ke pipa tekan. Karena tidak memiliki katup-katup, maka pompa ini dapat bekerja terbalik, sebagai pompa maupun sebagai motor. Pompa ini bekerja pada putaran yang tinggi sampai dengan 5000 rpm atau lebih. Karena keuntungan tersebut, pompa ini banyak dipakai untuk pompa pelumas dan pada *hydraulic power transmission*. Jenis pompa ini diantaranya adalah pompa roda gigi dan pompa sentrifugal.

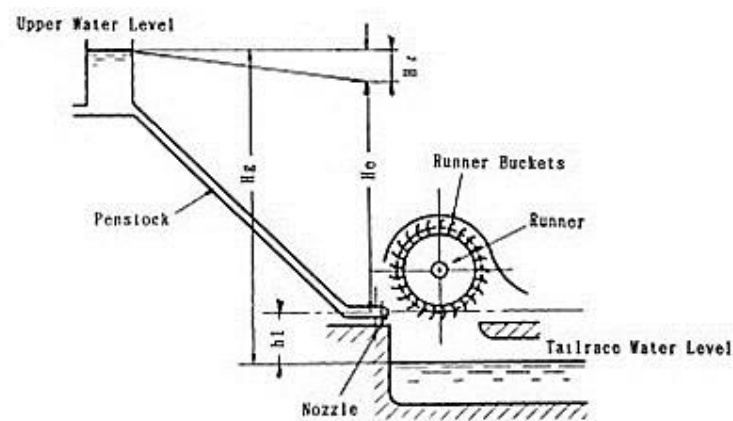
2.5.2 Dynamic Pump

Merupakan pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Untuk merubah kenaikan tekanan, tidak harus mengubah volume aliran fluida. Dalam pompa ini terjadi perubahan energi, dari energi mekanik menjadi energi kinetik, kemudian menjadi energi potensial. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan suatu impeler yang berputar dengan kecepatan tinggi. Yang termasuk di dalam jenis pompa ini adalah pompa aksial dan pompasentrifugal.

2.6 Head

Head didefinisikan sebagai energi per satuan berat fluida. Satuan dari *head* (H) adalah meter atau feet fluida. Menurut persamaan Bernoulli, terdapat tiga macam *head* dari sistem instalasi aliran, yaitu *head* tekanan, *head* kecepatan, dan *head* potensial sebagai berikut:

- Head* tekanan adalah perbedaan *head* yang disebabkan perbedaan tekanan statis (*head* tekanan) fluida pada sisi tekan dan sisiisap.
- Head* kecepatan adalah perbedaan antara *head* kecepatan zat cair pada sisi tekan dengan *head* kecepatan zat cair pada sisiisap.
- Head* potensial/elevasi adalah perbedaan ketinggian antara fluida pada sisi tekan dengan ketinggian fluida pada sisiisap.



Gambar 2.11 *Head* Potensial Pada PLTMH (Rafli & Hazwi, 2015)

2.7 Generator

Generator digunakan sebagai alat untuk merubah energi putar mekanis menjadi energi listrik melalui adanya medan magnet yang diputar melalui rotor dan akan menimbulkan medan magnet yang timbul di sisi stator. Medan magnet yang terjadi di stator dengan pola-pola tertentu akan menimbulkan arus listrik yang mengalir di kumparan stator yang dialirkan melalui saluran transmisi sebagai arus listrik. Semakin besar putaran generator maka semakin besar energi listrik yang didapat dan semakin besar energi kinetis yang diperlukan untuk memutarnya. Beban yang terpasang merupakan beban listrik yang digunakan sebagai media penerangan (Jasa, dkk,2010).

Generator merupakan salah satu mesin listrik, untuk mengubah energi gerak atau mekanik menjadi energi listrik. Generator terdiri atas dua bagian utama yaitu kumparan jangkar dan kumparan medan yang ditempatkan pada stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang diam sedangkan rotot merupakan bagian yang bergerak. (Nurhadi, dkk 2013).

Generator merupakan piranti atau peralatan listrik yang dapat digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, dapat berupa generator arus searah (generator DC) maupun generator arus bolak-balik (Alternator). Motor merupakan piranti atau peralatan listrik yang dapat dipergunakan untuk mengubah energy listrik menjadi energi mekanis, juga dapat berupa motor arus searah maupun motor arus bolak balik (Wahab, 2009).

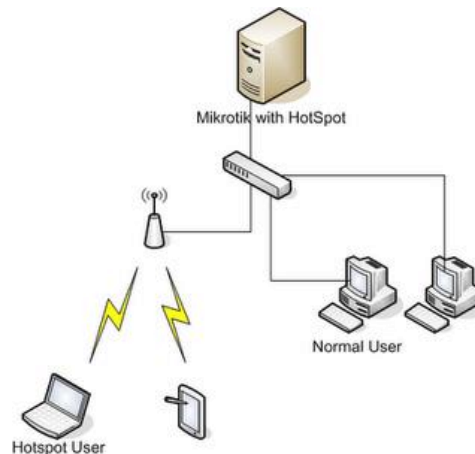
Dalam bentuknya yang sederhana sebuah generator listrik terdiri dari atas magnet dan kumpaaran. Bilamana terdapat suatu gerakan antra kedua komponen diatas, garis- garis gaya magnet memotong belitan-belitan kumparan dan suatu gerak gaya listrik (ggl) akan dibangkitkan. Sebuah generator listrik atau alternator modern atas suatu sistim elektro magnet dan suatu almatuur yang terdiri atas sejumlah kumparan dari konduktor berisolasi yang diletakkan dalam alur (slot) inti besiberlaminasi.

2.8 Internet

Internet adalah singkatan dari Interconnected Networking yang apabila diartikan dalam Bahasa Indonesia berarti rangkaian komputer yang terhubung di dalam beberapa rangkaian jaringan. Internet merupakan salah satu hasil dari kecanggihan dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi buatan manusia. Rahmadi (2016) dalam modul pembelajaran internet mengatakan bahwa internet merupakan sebuah sebutan untuk sekumpulan jaringan komputer yang dapat menghubungkan berbagai situs akademik, pemerintahan, komersial, organisasi, hingga perorangan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa internet mampu untuk menyediakan akses untuk layanan telekomunikasi dan berbagai sumber daya informasi untuk jutaan pemakaiannya yang tersebar di seluruh dunia. Internet memiliki berbagai macam layanan-layanan internet meliputi komunikasi secara langsung seperti email dan juga chatting, diskusi seperti Usenet News, email dan juga milis serta sumber daya informasi yang terdistribusi (*World Wide Web*, *Gopher*), *remote login*, dan lalu lintas file (Telnet, FTP), dan lain-lainnya.

Pengertian internet secara umum (menurut bahasa) adalah kumpulan dari jaringan komputer yang terhubung dan bekerja sebagai suatu sistem. Sedangkan pengertian Internet secara khusus adalah suatu jaringan komputer terbesar di dunia karena menghubungkan seluruh jaringan komputer yang ada di dunia ini. Sedangkan Jaringan adalah cara untuk menghubungkan beberapa komputer sehingga setiap komputer yang ada di dalamnya bisa saling berhubungan dan berbagi sumber daya. Beberapa layanan populer di Internet yang menggunakan protokol di atas, ialah email/surat elektronik, Usenet, Newsgroup, berbagi berkas (File Sharing), WWW (World Wide Web), Gopher, akses sesi (Session Access), WAIS, finger, IRC, MUD, dan MUSH. Di antara semua ini, email/surat elektronik dan World Wide Web lebih kerap digunakan, dan lebih banyak servis yang dibangun berdasarkannya, seperti milis (Mailing List) dan Weblog. Internet memungkinkan adanya servis terkini (Real-time service), seperti web radio, dan webcast, yang dapat diakses di seluruh dunia. Selain itu melalui Internet dimungkinkan untuk berkomunikasi secara langsung antara dua pengguna atau lebih melalui program pengirim pesan instan seperti Camfrog, Pidgin (Gaim),

Trilian, Kopete, Yahoo! Messenger, MSN Messenger dan Windows Live Messenger. “Internet tidak membatasi diri untuk setiap definisi tertentu. Namun secara umum internet dapat didefinisikan sebagai kabel atau nirkabel yang saling berkomunikasi yang bertujuan untuk mengirimkan informasi”.



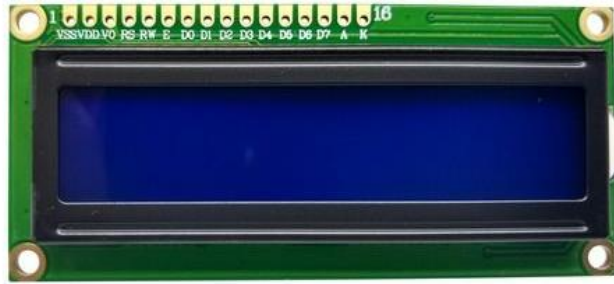
Gambar 2.12 Topologi Internet (Rahmawati, 2019)

2.9 LCD 16x2

Penggunaan I2C dengan LCD bertujuan untuk memperingkas pin yang digunakan dalam menampilkan data yang digunakan sehingga tidak banyak menggunakan pin pada LCD sehingga lebih efisien dalam penggunaan pin data. Penggunaan I2C bekerja dengan prinsip pengiriman data secara *serial* kemudian dikonversi menjadi *parallel* terhadap LCD yang digunakan.

2.9.1 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau *display* elektronik adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai perangkat *output* yang dapat menampilkan data berupa karakter huruf, angka, karakter maupun grafik. (Akbar, 2018), LCD (*Liquid Crystal Display*) dengan teknologi CMOS logic dengan prinsip kerja memantulkan cahaya disekelilingnya terhadap *front-lit* atau mengirimkan cahaya dari *back-lit*. Lapisannyaterbuat dari campuran bahan organik diantara lapisan kaca bening dengan elektroda transfaran indium oksida yang membentuk tampilan dot matrik dan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan) molekul organik dan silindris akan menyesuaikan elektroda dari dot matrik, ditunjukan pada 2.13.

Gambar 2.13 LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4

Spesifikasi LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4 ditunjukkan seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Spesifikasi LCD 20x4

No	Spesifikasi	LCD 20x4
1	Tegangan operasi	3,3-5 Volt
2	Jumlah karakter	16 karakter x 2 Baris
3	Dimensi	98 mm x 60 mm x 13,6 mm
4	Ukuran Titik	0,55 mm x 0,55 mm
5	Backlight type	LED
6	LCD type	STN Positive
7	Driver	HD 44780

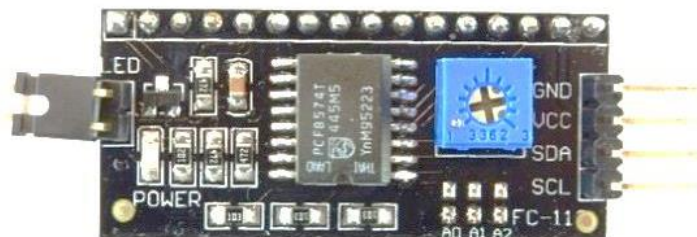
Untuk mengetahui lebih jelas data untuk wiring LCD 16x2 ditunjukkan pada Data Pin LCD 16x2.

Tabel 2.4 Data Pin LCD 16x2

Data Pin LCD 16x2	
Pin No	Keterangan
1	VSS / GND
2	VCC
3	V0
4	RS
5	R/W
6	E
7-14	DB0-DB7
15	LED +
16	LED -

2.9.2 I2C (Inter Integrated Circuit)

Inter Integrated Circuit atau yang lebih dikenal dengan I2C merupakan standard komunikasi *serial* dua arah dengan menggunakan dua saluran untuk komunikasi data sebagai pengontrolan data. Secara garis besar sistem I2C terdiri dari dua saluran yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolannya.(Akbar, 2018) Dapat difungsikan sebagai *master* atau *slave*. *Master* adalah perangkat yang memulai transfer data dan membangkitkan sinyal *clock* sedangkan *slave* adalah perangkat yang telah diberikan alamat oleh *master*. I2C singkatan dari *InterIntegratedCircuit*, adalah sebuah protokol untuk komunikasi serial antar IC, dan sering disebut juga *Two Wire Interface* (TWI). Bus yang digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan *deviceperiferal* seperti memori, sensor suhu dan I/O *expander* ditunjukkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 I2C LCD HD8574T

Spesifikasi I2C(*Inter Integrated Circuit*)HD8574T ditunjukkan seperti pada tabel 2.6.

Tabel 2.5 Spesifikasi I2C LCD

No	Spesifikasi	I2C (Inter Integrated Circuit)
1	Tegangan operasi	3,3-5 Volt
2	Komunikasi	I2C bus interface SDA, SCL.
3	Chip	HD8574T
4	I2C address	Default 0x27, Range 0x20 to 0x27

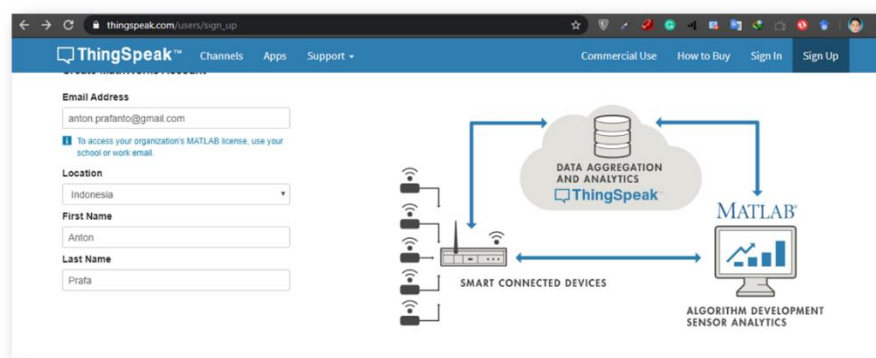
Untuk mengetahui lebih jelas data untuk wiring I2C LCD HD8574T ditunjukkan seperti pada tabel 2.7.

Tabel 2.6 I2C LCD HD8574T

Data Pin I2C LCD HD8574T	
Pin No	Keterangan
1	GND
2	VCC
3	SDA
4	SCL

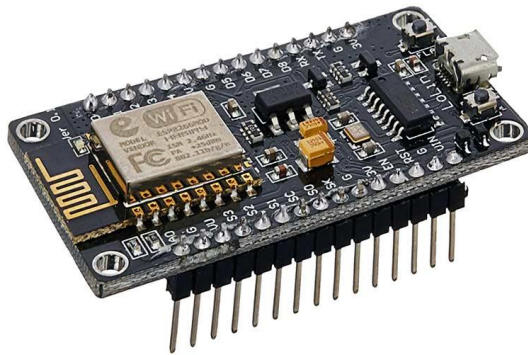
2.10 Web Thingspeak

(sari, 2016) ThingSpeak adalah sebuah wadah open source berbentuk website yang menyediakan layanan untuk kebutuhan IoT dan dapat menerima data menggunakan protocol HTTP melalui internet. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi sensor logging, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan update status . ThingSpeak awalnya diluncurkan oleh ioBridge pada tahun 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi IOT. ThingSpeak telah terintegrasi dukungan dari numerik komputasi perangkat lunak MATLAB dari *MathWorks*. Memungkinkan ThingSpeak pengguna untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan Matlab tanpa memerlukan pembelian lisensi Matlab dari *MathWorks*. ThingSpeak memiliki hubungan dekat dengan *Math Works*, Inc. Bahkan, semua dokumentasi ThingSpeak dimasukkan ke situs dokumentasi matlab yang MathWorks dan bahkan memungkinkan terdaftar *MathWorks* akun pengguna login sebagai valid di situs *ThingSpeak*. Persyaratan layanan dan kebijakan privasi dari ThingSpeak.com adalah antara pengguna setuju dan Math Works, Inc.

Gambar 2.15Tampilan *Thingspeak*(Sorongan et al., 2018)

2.11 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System.



Gambar 2.16 Node MCU ESP8266

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah *me-package* ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Karena sumber utama dari NodeMCU adalah ESP8266 khususnya seri ESP-12 yang termasuk ESP-12E. Maka fitur – fitur yang dimiliki oleh NodeMCU akan lebih kurang serupa dengan ESP-12 (Nur Yogi, 2017). Beberapa fitur yang tersedia antara lain:

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 Wire 5. ADC

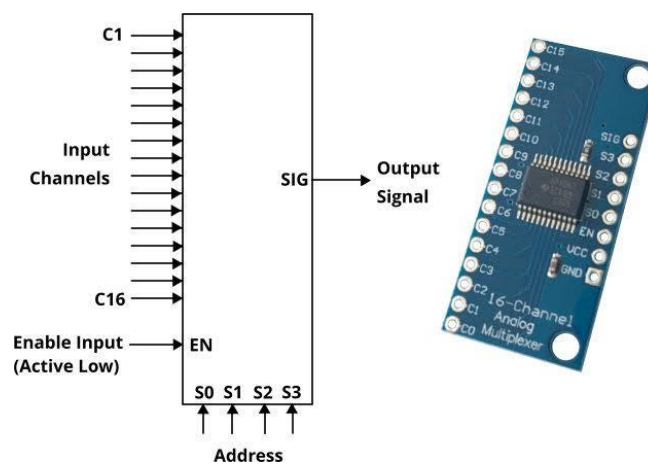


Gambar 2.17 Mapping Pin Nodemcu V3 Lolin

2.12 Multiplexer

Multiplexer adalah rangkaian yang berfungsi untuk penambahan *port* IO pada NodeMCU, karena sedikitnya *port* IO pada NodeMCU, maka dibutuhkan *Multiplexer* sebagai penambahan *port*. *Multiplexer* berarti rangkaian logika yang menerima beberapa input data digital dan menyeleksi salah satu dari input tersebut pada saat tertentu, untuk dikeluarkan pada sisi output.

Seleksi data-data input dilakukan oleh selector line, yang juga merupakan input dari multiplexer tersebut. Blok diagram sebuah multiplexer ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.18 Multiplexer

2.13 Water Flow Sensor YF S201

Sensor aliran air ini terbuat dari plastik dimana didalamnya terdapat rotor dan sensor hall effect. Saat mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran ini akan sesuai dengan besarnya aliran air. Sensor berbasis hall effect ini dapat digunakan untuk mendeteksi aliran air hingga 30 liter/menit (1.800 L/hour), dapat digunakan dalam pengendalian aliran air pada sistem distribusi air, sistem pendinginan berbasis air, dan aplikasi lainnya yang membutuhkan pengecekan terhadap debit air.

Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena hall effect. Hall effect ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada divais hall effect yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi divais tersebut disebut potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui divais.

Ketika mengukur aliran bahan yang mempunyai tekanan, aliran volumetrik tidak terlalu berarti, kecuali kepadatan adalah konstan. Ketika kecepatan (volumetric aliran) dari cairan mampat diukur, factor gelembung udara akan menyebabkan kesalahan, karena itu, udara dan gas harus dipindahkan sebelum mencapai fluida meter. Tidak semua fluida yang berpindah dinamakan fluida bergerak. Yang dimaksud fluida bergerak adalah jika fluida tersebut bergerak lurus terhadap sekitar. Aliran fluida dikatakan aliran garis lurus apabila aliran fluida yang mengalir mengikuti suatu garis (lurus melengkung) yang jelas ujung pangkalnya. Aliran garis lurus juga disebut aliran berlapis atau aliran laminar (laminar flow).



Gambar 2.19 *Waterflow Sensor* (Pratama, 2017)

Fitur:

- Debit air yang dapat diukur: 1 - 30 Ltr / menit
- Maksimum tekanan air: 2 MPa
- Tekanan hidrostatik / Hydrostatic Pressure: $\leq 1,75$ MPa
- Catu daya antara 4,5 Volt hingga 18 Volt DC
- Arus: 15 mA (pada Vcc = 5V)
- Kapasitas beban: kurang dari 10 mA (pada Vcc = 5V)
- Maksimum suhu air (water temperature usage): 80°C
- Rentang Kelembaban saat beroperasi: 35% - 90% RH (no frost)
- Duty Cycle: 50% $\pm$ 10%
- Periode signal (output rise / fall time): 0.04 μ s / 0.18 μ s
- Diameter penampang sambungan: 0,5 inch (1,25 cm)
- Amplitudo: Low $\leq 0,5$ V, High $\geq 4,6$ Volt
- Kekuatan elektrik (electric strength): 1250 V / menit
- Hambatan insulasi: ≥ 100 M Ω
- Material: PVC
- Tipe sensor hall effect
- Akurasi $\pm$ 10%
- Berat sensor 43g