

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Internet of Things (IoT)*

IoT (*Internet of Thing*) adalah kemampuan berbagai device yang bisa saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga, bisa dikatakan bahwa IoT (*Internet of Things*) yaitu ketika kita menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet. Namun, IoT (*Internet of Thing*) tidak hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tapi juga bagaimana berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain. Internet menjadi sebuah penghubung antara sesama mesin secara otomatis. Selain itu juga adanya user yang bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat penggunaan teknologi IoT (*Internet of Thing*) yaitu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. Bisa dilihat pada **Gambar 2.1.**



Gambar 2. 1 Aliran Informasi dengan IoT

2.2 Cairan Intravena (infus)

Infus merupakan metode pemberian cairan dan obat yang dilakukan dengan cara memasukkan selang kecil yang disebut intravena (IV) ke dalam pembuluh darah di area tangan. Fungsi cairan infus adalah untuk memasok obat ke dalam tubuh agar dapat membantu mempercepat penyerapan obat ke dalam aliran darah, sehingga obat akan bekerja lebih optimal untuk mengatasi kondisi pasien.

Pemasangan infus yang berlaku untuk pasien berdasarkan kondisi-kondisi tertentu, seperti kekurangan cairan (dehidrasi), keracunan makanan atau minuman, infeksi akut, peradangan kronis, gangguan imunitas, serangan jantung, stroke, kemoterapi, gejala efek samping penggunaan obat tertentu. Pemberian ataupun pemasangan infus tidak hanya terbatas pada kondisi di atas. Bisa saja ada beberapa kondisi lain yang tidak disebutkan namun membutuhkan perawatan intervena. Berdasarkan kondisi-kondisi tersebut, pemberian obat melalui mulut tidak dimungkinkan karena obat yang diberikan melalui mulut membutuhkan waktu yang cukup lama hingga bisa diserap oleh darah. Itulah yang menjadi sebab penggunaan cairan infus menjadi solusi agar penyerapan obat berlangsung cepat dan optimal serta pasien lebih cepat ditangani sebelum kondisinya memburuk.

2.3. *Infusion Set*

Infusion set atau infus set merupakan salah satu alat yang memiliki peranan penting dalam terapi intravena. Infus set digunakan sebagai penyalur antara cairan infus yang ada di dalam botol menuju Kateter IV yang akan dimasukkan ke dalam pembuluh darah vena. Infus set memiliki beberapa jenis salah satunya yaitu infus set makro atau mikro seperti pada **Gambar 2.2**. Dimana perbedaan dari keduanya, infus set makro untuk dewasa dan infus set mikro untuk anak-anak.



Gambar 2. 2 infus

set

Faktor Tetes (FT) ditentukan dari jenis set infus yang digunakan, terdapat

dua jenis infus set yang biasa digunakan yaitu infus set mikro dan infus set makro. Infus set mikro digunakan untuk pasien anak – anak dan bayi, namun ada juga pasien dewasa yang menggunakan infus set mikro seperti pada pasien gagal ginjal kronis. Lalu infus set makro digunakan untuk pasien dewasa, namun ada juga pasien anak – anak yang menggunakan infus set makro untuk terapi hidrasi. Dari 2 macam infus set tersebut memberikan perbedaan pada faktor tetes yang dihasilkan, faktor tetes untuk infus set makro adalah 20 tetes untuk 1 ml, bisa di kalkulasi bahwa satu tetes adalah 0,05 ml, sedangkan faktor tetes untuk infus set mikro adalah 60 tetes untuk 1ml sehingga satu tetes adalah 0,01665 ml. Dari keterangan tersebut dapat dihitung mengenai banyaknya cairan infus dalam waktu tertentu.

Infus set terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

1. *Spike cup* adalah penutup penetrate needle infus atau transfusi set yang berfungsi menjaga kesterilan needle infus. Bisa dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2.3 *Spike Cup*

Cara kerja *spike cup* adalah sebagai berikut:

- Desain penutup: *Spike cup* memiliki penutup yang khusus dirancang dengan lapisan paling atas yang menutupi area jarum suntik atau kateter. Lapisan ini biasanya terbuat dari bahan yang dapat ditusuk dengan mudah oleh jarum, seperti karet atau bahan penetrasi lainnya.
- Menembus penutup: Untuk menggunakan *spike cup*, operator medis akan mengambil jarum suntik atau kateter steril dan menuntun ujungnya ke bagian atas penutup. Dengan menerapkan tekanan yang sesuai, jarum akan menembus lapisan atas penutup dengan mudah, membuka akses ke cairan didalam wadah.
- Aliran cairan: Setelah jarum menembus penutup, aliran cairan medis akan mengalir melalui jarum dan masuk ke dalam jarum suntik atau kateter. Dalam

situasi medis yang tepat, jarum kemudian akan digunakan untuk mengambil atau menyuntikkan cairan dari atau ke dalam wadah tersebut.

- Penutup kedap udara: Setelah penggunaan, spike cup biasanya dirancang untuk tetap kedap udara. Hal ini mencegah kontaminasi dari lingkungan luar dan memastikan kualitas dan keamanan cairan yang ada di dalam wadah tersebut.

2. *Spike/Penetrate Needle* Infuse adalah jarum infus/transfusi set yang berfungsi sebagai pembolong botol infus dan juga sebagai penghubung pertama cairan infus. Bisa dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Penetrate Needle*

Berikut adalah cara kerja dari Spike/Penetrate Needle Infuse :

- Pembolong Botol Infus:
 - Spike bagian atas jarum infus atau transfusi set dirancang khusus untuk menembus penutup botol infus atau wadah yang berisi cairan medis.
 - Jarum spike memiliki ujung yang tajam dan kuat, yang memungkinkannya menembus bahan penutup botol, seperti karet atau bahan penetrasi lainnya, dengan mudah.
 - Setelah jarum spike menembus penutup botol, cairan infus dapat mengalir ke dalam sistem infus melalui selang yang terhubung dengan jarum.
 - Penghubung Awal Cairan Infus:
 - Setelah jarum spike berhasil menembus penutup botol, ujung jarum yang lainnya terhubung dengan selang atau saluran infus.
 - Selang infus ini akan mengalirkan cairan infus dari botol infus ke sistem intravena pasien.
 - Cairan infus akan mengalir melalui jarum dan selanjutnya masuk ke dalam vena pasien, memberikan cairan medis dan obat-obatan yang diperlukan.
3. *Air Vented* adalah lubang kecil pada spike yang berfungsi penyetabil udara *drip*

chamber dan juga berfungsi sebagai ventilasi ketika memberikan terapi infusan vial. Bisa dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Air Vented*

Berikut adalah cara kerja *air vented* pada infus:

- Penempatan Jarum Infus: Jarum infus atau kateter dimasukkan ke dalam pembuluh darah atau vena pasien. Jarum infus ini biasanya dilengkapi dengan selang infus yang terhubung ke tas atau botol cairan medis yang akan diinfuskan.
- Mekanisme *Air Vented*: Pada *air vented* infus, terdapat jalur atau lubang tambahan (biasanya berupa filter atau mekanisme khusus) yang memungkinkan udara yang ada dalam sistem infus keluar dari tas atau botol cairan. Hal ini mencegah udara masuk ke dalam tubuh pasien selama proses infus.
- Mengisi Tas atau Botol Cairan: Cairan medis dimasukkan ke dalam tas atau botol infus yang terhubung ke jarum infus.
- Mengeluarkan Udara: Sebelum memulai infus, tenaga medis akan memastikan udara dalam sistem infus dikeluarkan sepenuhnya melalui mekanisme *air vented*. Ini dilakukan untuk menghindari masuknya udara ke dalam tubuh pasien saat infus dimulai.
- Memulai Infus: Setelah udara dihilangkan sepenuhnya, infus dimulai dengan membiarkan cairan mengalir melalui jarum infus ke dalam pembuluh darah pasien.
- Pemantauan Infus: Selama proses infus, tenaga medis akan terus memantau aliran cairan dan respon pasien untuk memastikan bahwa infus berjalan dengan lancar dan tanpa masalah.

4. *Drip Chamber* adalah ruang tetes yang berfungsi untuk mencegah terjadinya emboli

udara. Bisa dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 *Drip Chamber*

Berikut adalah cara kerja *drip chamber* :

- Penempatan *Drip Chamber*: *Drip chamber* terletak di antara selang infus dan jarum infus atau kateter yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah pasien. *Drip chamber* memiliki bentuk silinder transparan dengan dua konektor, satu untuk selang masukan dan satu untuk selang keluar.
 - Pengisian *Drip Chamber*: Sebelum memulai infus, *drip chamber* diisi dengan cairan infus melalui selang masukan. Cairan ini akan mengisi ruang dalam *drip chamber* dan menetes ke bawah dalam jumlah yang terukur melalui selang keluar.
 - Menghitung Tetesan Cairan: Cairan dalam *drip chamber* mengalir keluar melalui selang keluar dalam bentuk tetesan yang terukur. Jumlah tetesan yang keluar dalam satu menit (*drop per minute/DPM*) adalah salah satu cara untuk mengukur laju aliran infus.
 - Mengatur Laju Aliran: *Drip chamber* memungkinkan petugas medis untuk mengatur laju aliran infus dengan memperhatikan jumlah tetesan per menit. Pengaturan ini dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan medis pasien.
5. *Solution Filter* adalah pengubung *drip chamber* dengan tube yang berfungsi untuk mencegah partikel, udara, bekuan darah tranfusi dan mencegah masuknya bakteri dari cairan infus ke sistem vena. Bisa dilihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 *Solution Filter*

Berikut adalah cara kerja *solution filter* :

- Penempatan *Solution Filter*: *Solution filter* biasanya terletak di tengah-tengah selang infus yang menghubungkan antara tas atau botol infus dengan jarum infus atau kateter yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah pasien.
- Fungsi Penyaringan: Ketika cairan infus mengalir melalui *solution filter*, filter ini bertindak sebagai penyaring, menahan partikel-partikel besar seperti debu, serpihan plastik, atau partikel lainnya yang mungkin ada dalam larutan infus.
- Pembersihan Larutan: *Solution filter* membantu membersihkan larutan infus dari kontaminan atau partikel yang dapat menyebabkan risiko kesehatan bagi pasien jika masuk ke dalam tubuhnya. Dengan menghilangkan partikel-partikel tersebut, *solution filter* membantu memastikan cairan infus yang aman dan steril.

6. *Roller clamp* set adalah bagian infus set yang menempel pada tube berfungsi untuk menghentikan dan mengalirkan cairan infusan atau darah. Bisa dilihat pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8 *Roller clamp*

Berikut adalah cara kerja *roller clamp* set:

- Lokasi *Roller Clamp*: *Roller clamp* biasanya terletak pada bagian tengah selang infus, antara tas atau botol infus dengan jarum infus atau kateter yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah pasien.
- Desain *Roller Clamp*: *Roller clamp* terdiri dari klip melingkar yang dapat digulung atau digulirkan di sepanjang selang infus. Saat digulung atau digulirkan, *roller clamp* akan menghimpit selang infus, mengurangi ukuran lubang dan memperlambat aliran cairan. Ketika digulung atau digulirkan

kembali, roller clamp akan mengurangi tekanan pada selang infus, memperbesar ukuran lubang, dan meningkatkan aliran cairan.

- **Pengaturan Aliran Cairan:** Untuk mengatur aliran cairan, petugas medis akan memindahkan klip *roller clamp* ke posisi yang sesuai di sepanjang selang infus. Jika ingin mengurangi aliran, klip roller clamp akan digulung untuk menyempitkan lubang selang. Jika ingin meningkatkan aliran, klip *roller clamp* akan digulirkan kembali untuk memperbesar lubang selang.
- **Pemantauan Infus:** Selama proses infus, petugas medis akan terus memantau aliran cairan dan memastikan bahwa kecepatan aliran yang diatur dengan roller clamp set sesuai dengan rencana perawatan dan resep medis.
- **Penghentian Infus:** Jika infus perlu dihentikan, *roller clamp* dapat digulung sepenuhnya untuk menghentikan aliran cairan ke pembuluh darah pasien.

7. *Tube* adalah selang/pipa infus yang berfungsi sebagai sarana mengalirnya cairan atau darah dari infusan yang akan menuju vena. Bisa dilihat pada **Gambar 2.9**.



Gambar 2.9 *Tube*

Berikut adalah cara kerja tube pada infus:

- **Penempatan *Tube*:** *Tube* pada infus dihubungkan pada salah satu ujungnya dengan tas atau botol infus yang berisi cairan medis, dan ujung lainnya dihubungkan dengan jarum infus atau kateter yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah pasien.
- **Mengalirkan Cairan:** Cairan medis dari tas atau botol infus mengalir melalui *tube* menuju jarum infus atau kateter. *Tube* ini memastikan bahwa aliran cairan berjalan lancar dan terkendali saat menuju pembuluh darah pasien.
- **Memastikan Sterilitas:** *Tube* pada infus harus selalu steril dan bebas dari kontaminasi sebelum digunakan. Hal ini penting untuk mencegah infeksi dan memastikan keamanan pasien.

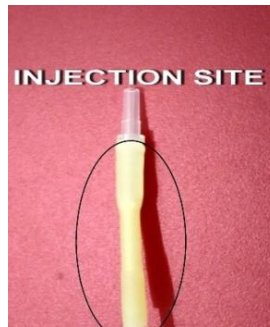
8. *Y Injection Connector* adalah bagian tube infus yang berfungsi sebagai tempat penyuntikan obat intravena. Bisa dilihat pada **Gambar 2.10**.



Gambar 2.10 *Y Injection*

Berikut adalah cara kerja *Y Injection Connector* pada infus:

- **Menghubungkan Jalur Infus Tambahan:** *Y Injection Connector* memiliki dua lengan yang dapat digunakan untuk menyambungkan jalur infus tambahan. Salah satu lengan akan terhubung dengan selang infus utama, dan lengan lainnya akan terhubung dengan selang infus tambahan yang berisi obat atau cairan tambahan.
 - **Menyuntikkan Cairan Tambahan:** Setelah jalur infus tambahan terhubung melalui *Y Injection Connector*, penyuntikan obat atau cairan tambahan dapat dilakukan dengan hati-hati melalui jalur infus tambahan. Ini memungkinkan obat atau cairan tambahan mengalir masuk ke dalam jalur utama tanpa mengganggu aliran infus utama.
 - **Pemantauan:** Selama proses penyuntikan obat atau cairan tambahan, petugas medis akan memantau pasien dengan cermat untuk memastikan bahwa obat atau cairan tambahan diberikan dengan benar dan sesuai dengan rencana perawatan.
9. *Injection Site* adalah bagian infus berbahan karet elastis yang berfungsi sebagai tempat penusukan jarum suntik untuk pemberian obat intra vena. Bisa dilihat pada **Gambar 2.11**.



Gambar 2.11 *Injection Site*

Berikut adalah cara kerja *Injection Site* pada infus:

- Memasang *Injection Site*: *Injection Site* biasanya terletak di antara tas atau botol infus dan jarum infus atau kateter yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah pasien. *Injection Site* ini akan menghubungkan jalur infus tambahan yang akan digunakan untuk penyuntikan.
- Menyuntikkan Cairan Tambahan: Setelah *Injection Site* terpasang dengan benar, penyuntikan obat atau cairan tambahan dapat dilakukan dengan hati-hati melalui jalur infus tambahan. *Injection Site* ini berfungsi sebagai titik penyuntikan yang aman dan efisien untuk menggabungkan cairan tambahan ke dalam jalur utama.
- Menutup *Injection Site*: Setelah penyuntikan selesai, *Injection Site* harus ditutup dengan aman untuk mencegah kontaminasi atau kebocoran. Ini dilakukan dengan cara memastikan klep atau mekanisme pada *Injection Site* kembali menutup rapat setelah penyuntikan selesai.

2.4 Cara Menghitung Jumlah Tetes Cairan Infus

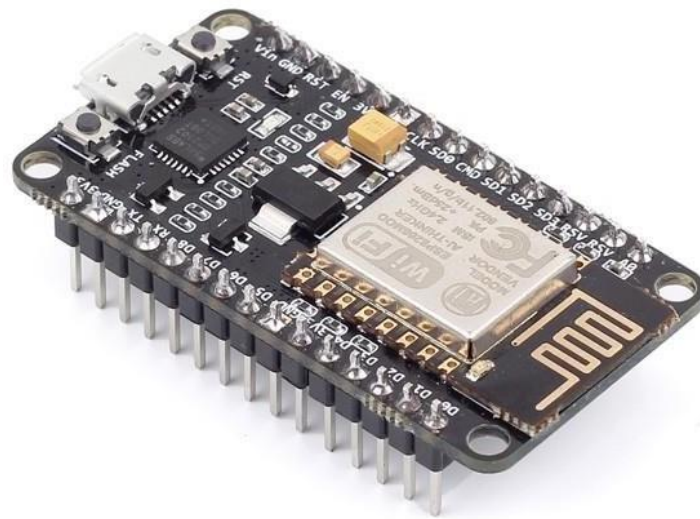
Sebelum mengetahui rumus dasar cara menghitung tetesan cairan infus, ada istilah yang perlu diketahui yaitu faktor tetes. Faktor tetes adalah jumlah tetesan infus per 1 ml. Setiap infus set memiliki faktor tetes yang berbeda-beda. Untuk faktor tetes dewasa biasanya dibutuhkan 20 Tetes Per Menit (TPM), sedangkan untuk faktor tetes anak dibutuhkan 60 TPM dengan menggunakan cairan 500 ml. Berikut rumus menghitung jumlah tetes cairan infus yang dibutuhkan oleh pasien

$$\frac{\text{Jumlah cairan infus x faktor tetes}}{\text{Tetes yang ditentukan x jam}}$$

Untuk mengetahui kecepatan tetes infus biasanya perawat menghitung jumlah tetesan selama 60 detik untuk mendapatkan kecepatan dalam satuan tetes/menit.

2.5. NodeMCU ESP8266

Mikrokontroler adalah suatu komponen elektronika yang semua atau sebagian besar komponennya dikemas dalam satu chip IC, biasa disebut mikrokomputer chip tunggal, yaitu memori dan pemrograman input dan output. Mikrokontroler dapat diperintahkan untuk melakukan perhitungan, menerima masukan dan menghasilkan keluaran. Mikrokontroler berisi inti prosesor, memori dan pemrograman I/O. Salah mikrokontroler ini adalah nodeMCU, platform iot open source. Terdiri dari hardware berupa sistem-on-chip (SoC) ESP8266-12 yang diproduksi oleh Espressif Sistem, dan firmware yang menggunakan Bahasa pemrograman scripiting lua. Istilah nodeMCU sebenarnya mengacu pada *firm ware* yang digunakan daripada *hardware development kit*. nodeMCU mirip dengan board Arduinonya ESP8266. nodeMCU menggabungkan ESP8266 menjadi papan kompak dengan berbagai fungsi seperti mikrokontroler, akses ke wifi dan chip komunikasi USB to Serial, sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data mikro USB. Bentuk NodeMCU bisa dilihat pada **Gambar 2.12**



Gambar 2. 12. NodeMCU ESP8266

Keterangan

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 1. Tegangan input 3.3 – 5V | 6. Kecepatan 40/26/24 MHz |
| 2. GPIO 13 Pin | 7. Wifi IEEE 802.11 b/g/n |
| 3. Kanal PWM 10 Kanal | 8. Frekuensi 2.4 GHz – 22.5 GHz |
| 4. 10 bit ADC pin 1 pin | 9. USB Port Micro USB |
| 5. Memory 4 MB | 10. USB ke serial converter CH340G |

Penggunaan nodeMCU lebih menguntungkan dari segi biaya maupun efisiensi tempat, karena nodeMCU yang ukurannya kecil, lebih praktis dan harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan Arduino uno. Arduino uno sendiri merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang banyak diminati dan memiliki Bahasa pemrograman C++ sama seperti nodeMCU, namun Arduino uno belum memiliki modul wifi dan belum berbasis IoT. Untuk dapat menggunakan wifi Arduino uno, memerlukan perangkat tambahan perangkat berupa wifi ethernet shield. nodeMCU merupakan salah satu produk yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk dapat menggunakan aplikasi Arduino IDE, sehingga Bahasa pemrograman yang digunakan sama dengan board Arduino pada umumnya.

2.5.1 Sejarah NodeMCU

Menurut T.T. Saputro (2017) NodeMCU diciptakan berdekatan dengan rilis ESP8266 pada 30 Desember 2013, Espressif System selaku pembuat ESP8266 memulai produksi Esp8266 yang merupakan SoC Eifi yang terintegrasi dengan Processor Tensilica Ctensa LX106. Sedangkan NodeMCU dimulai pada 13 Oktober 2014 saat Hong meng-upload file pertama NodeMCU firmware ke dalam Github. Dua bulan kemudian project tersebut dikembangkan ke platform perangkat kerang ketika Huang R. meng-upload file dari Board Esp8266, yang diberi nama devkit v.0.9. Pada bulan yang sama, Pustaka client MQTT di integrasikan dan Contiki ke dalam platform SOC Esp8266 dan di ubah menjadi project NodeMCU yang membuatnya mendukung protocol IoT MQRR melalui LUA. Pemutakhiran penting berikutnya terjadi pada 30 Januari 2015 ketika Devsaurus mem-porting u8glib ke project NodeMCU yang memungkinkan NodeMCU terus berkembang hingga BGA. Kemudian, Project NodeMCU terus berkembang hingga kini berkat komunitas open-source dibaliknya, pada musim panas 2016 NodeMCU sudah tersiri dari memiliki 40 modul fungsionalitas yang bisa digunakan sesuai kebutuhan developer.

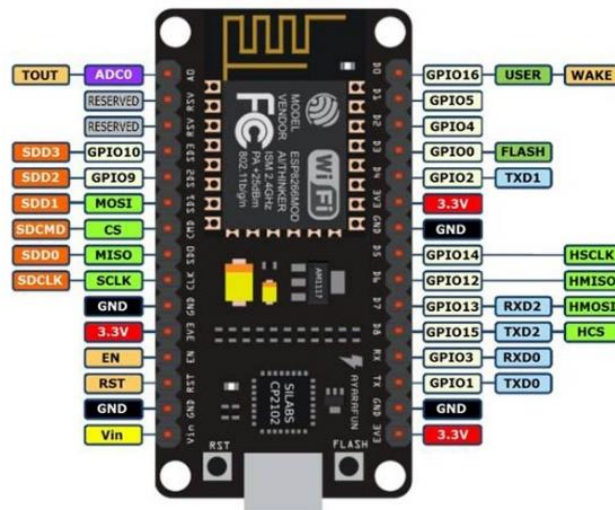
2.5.2 Spesifikasi NodeMCU

Spesifikasi yang dimiliki OLEH NodeMCU sebagai berikut:

1. Board ini berbasis ESP8266 serial Wifi SoC (Single on Chip) dengan on board USB to TTL Wireless yang digunakan adalah IEEE 802. 11 b/g/n.
2. 2 tantalum kapasitor 100 micro fatad dan 10 micro farad.
3. 3.3v LDO regulator.
4. Blue led sebagai indikator.
5. Cp2102 usb to UART bridge.
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang didalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel,
8. dan pin RX TX
9. 3 pin ground.

10. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
11. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
12. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
13. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
14. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
15. Built in 32-bit MCU

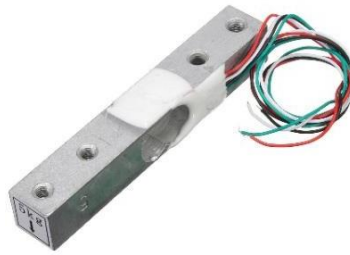
Bisa dilihat pada **Gambar 2.13** adalah pin nodeMCU ESP2866.



Gambar 2.13 Pin nodeMCU ESP8266

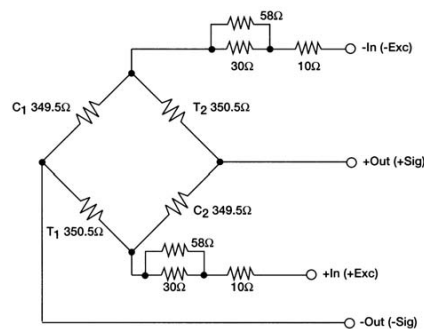
2.6 Sensor Load cell

Loadcell adalah sebuah sensor yang bekerja sebagai pengubah dari berat suatu benda menjadi listrik, perubahan ini terjadi karena adanya hambatan pada *strain gauge*. Terdapat 4 pola tegangan pada satu load cell. Sensor ini memiliki nilai konduktivitas yang berbanding lurus dengan gaya/beban yang diterima dan bersifat resistif. Jika load cell tidak dibebani, maka resistansinya akan sama di setia sisinya, namun saat load cell dibebani, nilai resistansinya akan tidak seimbang. Proses ini digunakan untuk mengukur berat suatu barang. Pada **Gambar 2.14** adalah sensor *load cell*.



Gambar 2. 14 Sensor Load Cell

Load cell adalah sensor yang mengukur berbagai tekanan yang menyebabkan perubahan resistansi dan diubah menjadi energi listrik, yang nantinya dapat diukur dengan pengukur regangan. Sensor terdiri dari selembur kertas tipis, seperti kertas logam, dibentuk menjadi benang halus. Karena sangat sensitif, sensor ini mampu membaca perubahan gaya mekanik

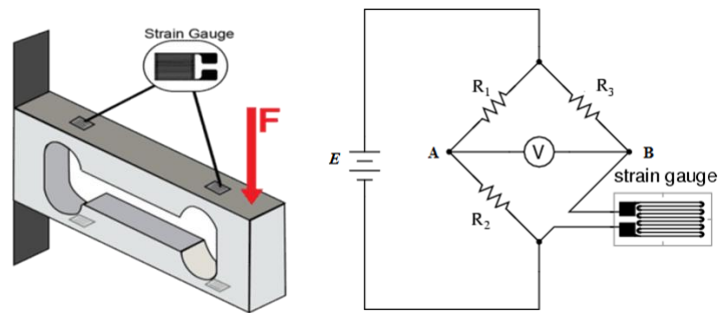


Gambar 2.15 Gambar Rangkaian Sederhana *Loadcell*

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor Load cell

Spesifikasi	Fitur
Beban maksimum	1000 gram (1kg)
Rentang suhu operasional	-20 ~ +65°C
Tegangan masukan maksimum	10 VDC
Ukuran Modul	60 12,8 x 12,8 mm, berat: 23 gram

Pada sensor *load cell* terdapat *strain gauge* yaitu komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tekanan. *Strain gauge* dikonfigurasi menjadi rangkaian jembatan *wheatstone*. Jembatan *wheatstone* terdiri dari empat buah resistor yang dirangkai seri dan paralel. Sensor *load cell* terdapat *strain gauge* yang dikonfigurasi seperti rangkaian jembatan *wheatstone*.

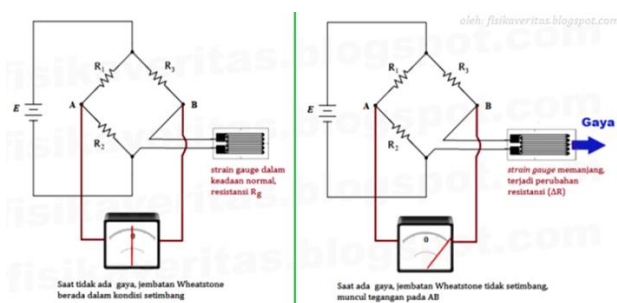


Gambar 2.16 (a) *Strain Gauge* pada sensor *Load Cell*; (b) *Strain Gauge* disusun dalam Jembatan *Wheatstone*

Pada **Gambar 2.15** strain gauge berbentuk foil logam atau kawat logam yang bersifat insulatif (isolasi) yang ditempel pada sensor load cell yang dapat mengukur tekanan dari hasil pembebanan.

2.6.1 Prinsip Kerja Sensor *Load Cell*

Prinsip Kerja Sensor Berat (*Load Cell*), selama proses penimbangan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada load cell yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini di konversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *load cell*.



Gambar 2.17 Foil Strain Gauge (a) merenggang (b)merapat

Pada gambar 2.16 jika tekanan pada sensor load cell berubah terkena beban, maka foil atau kawat strain gauge akan merenggang dan resistansinya akan bertambah, sedangkan jika foil atau kawat *strain gauge* merapat, maka resistansinya akan berkurang. Pada umumnya berat beban maksimal sensor ada bermacam-macam dari 1 kg sampai 500 ton. Tegangan luaran (V_{out}) sensor *load cell* adalah milivolt (mV).

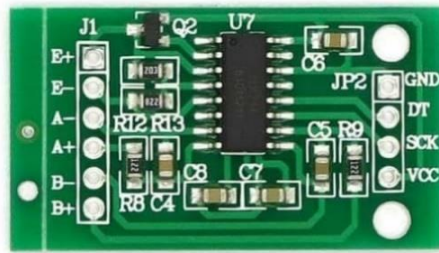
Pada Gambar 2.16 (a) nilai $R = 350\text{ K}\Omega$, arus yang mengalir pada R_1 dan $R_3 =$ arus yang mengalir di R_2 dan R_4 , hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang.

Pada Gambar 2.16 (b) Jika rangkaian jembatan *Wheatstone* diberi beban, maka nilai R_1, R_2, R_3, R_4 pada rangkaian akan berubah. Sehingga membuat sensor *load cell* tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi output nya.

Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi R_1 dan R_4 akan naik sedangkan nilai resistansi R_2 dan R_3 akan turun saat diberi beban. Sensor *load cell* membutuhkan sumber tegangan $V (+)$ dan $V (-)$ untuk bekerja. Sumber tegangan *load cell* sebesar 5 – 12 VDC.

2.7 Modul HX711

HX711 merupakan modul timbangan dengan prinsip kerjanya menguatkan perubahan tegangan yang terukur pada sensor *load cell* dan mengkonversinya ke dalam besaran listrik melalui rangkaian. HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC). Data yang dikirim dari *load cell* yang awalnya berupa sinyal analog menjadi sinyal digital, pada DOUT dan SCK mendapat data dari *load cell* yang mengubah menjadi sinyal analog menjadi dalam bentuk analog pulsa. Pengambilan data dari modul HX711 menggunakan komunikasi 2 data yaitu data dan clock, disaat data/dout low maka dilakukan pengambilan data ke mikrokontroler sbagai data digital berat yang sudah dikonversi, sebaliknya bila bernilai high maka tidak terjadi pengambilan data. Bisa dilihat pada **Gambar 2.18** adalah bentuk dari modul HX711.



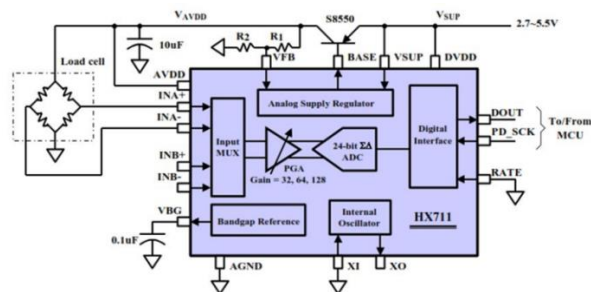
Gambar 2.18 Modul HX711

Adapun pembagian port pada sensor load cell pada alat ini adalah sebagai berikut:

1. Kabel Merah dihubungkan dengan port E+ modul HX711.
2. Kabel Hitam dihubungkan dengan port E- modul HX711.
3. Kabel Hijau dihubungkan dengan port A- modul HX711.
4. Kabel Putih dihubungkan dengan port A+ modul HX711.

Adapun pembagian port pada sensor load cell pada alat ini adalah sebagai berikut:

1. Port GND dihubungkan dengan port GND NodeMCU.
2. Port DT dihubungkan dengan port A0 NodeMCU.
3. Port SCK dihubungkan dengan port A1 NodeMCU.
4. Port VCC dihubungkan dengan port VCC NodeMCU.



Gambar 2.19 Blok diagram HX711

Modul amplifier memiliki komponen utama berupa IC HX711 yang didalamnya ditunjukkan dalam bentuk blok diagram pada **Gambar 2.18**. Sinyal analog yang dihasilkan oleh *strain gauge* load cell akan masuk menuju input multiplexer (Input MUX). Terdapat dua channel yang dapat digunakan sebagai input multiplexer yaitu channel A (INA+ dan INA-) atau B (INB+ dan INB-). Menggunakan channel A. Multiplexer akan mengukur perbedaan tegangan atau selisih antara INA+ dan INA- yang dihasilkan oleh load cell. Keluaran dari multiplexer akan dikuatkan oleh *Programmable Gain Amplifier* (PGA) dengan

penguatan 128 atau 64 untuk channel A dan penguatan 32 untuk channel B. Setelah dikuatkan oleh PGA, sinyal akan di konversi oleh *Analog-Digital Converter* (ADC) menjadi sinyal digital paralel. Dari ADC akan diproses oleh *Digital Interface* dimana data digital paralel tersebut diubah menjadi data digital serial. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroller melalui TTL232.

2.7.1 Tegangan keluaran Load Cell

$$V_o = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) - \left(\frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) \times V_S$$

Keterangan:

1. V_o = tegangan keluaran load cell.
2. R_1, R_2, R_3, R_4 = Resistansi
3. V_s = Tegangan input
4. $1 \Omega = 1000 K\Omega$
5. $1 v = 1000 Mv$

2.7.2 Tegangan keluaran HX711

$$\text{Out digital/ADC} = \frac{V_o \times \text{Gain}}{\text{full scale voltage}} \times \text{ADC_range}$$

Keterangan:

1. Out digital/ADC = output digital.
2. V_o = tegangan keluaran load cell.
3. Gain = memiliki 3 nilai penguat gain yaitu 32,64,128.
4. Full scale input voltage = tegangan full yang masuk ke hx711.
5. ADC_range = rentang nilai yang dimiliki adc dari 24 bit.

2.7.3 Berat beban

$$\text{Berat} = \frac{\text{out digital}}{\text{ADC_range}} \times \text{cell_range}$$

Keterangan:

1. ADC_range = rentang nilai yang dimiliki adc 224 - 1 dari 24 bit.
2. Cell_range = peringkat maksimum load cell. Jika digunakan Load cell 1kg, jadi 1kg = gram jadi 1kg x 1000 = 1000 gram.

2.8 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Pada **Gambar 2.20** adalah bentuk fisik dari motor servo.



Gambar 2.20 Motor Servo

Motor servo sendiri terbagi menjadi tiga komponen utama, yaitu:

- Motor
- Sistem kontrol
- Potensiometer

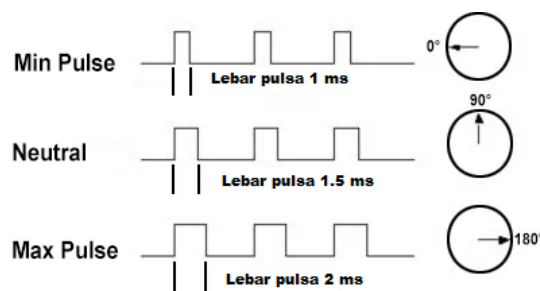
Motor tersebut memiliki fungsi sebagai penggerak roda gigi agar bisa memutar potensiometer dan poros output-nya secara bersamaan. Fungsi potensiometer atau yang biasa disebut encoder yaitu sebagai sensor atau memberikan sinyal balik ke sistem kontrol sehingga dapat menentukan posisi target. Komponen potensiometer pada motor servo biasanya digunakan dalam mengaplikasikan mainan seperti mobil remote kontrol. Sedangkan untuk encoder pengaplikasiannya pada motor servo ada pada industri-industri

Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Servo

Spesifikasi	Fitur
Berat	55g
Dimensi	$\pm 40.7 \times 19.7 \times 42.9$ mm
Torsi Stall	8.5 kgf x cm (4.8V), 10kgf x cm (6V)
Rotasi angle	120deg. (+ - 60 dari pusat)
Kecepatan Rotasi	0,2 s / 60° (4.8 V), 0.16 s / 60° (6 V)
Tegangan	4,8 V hingga 7,2 V

2.8.1 Prinsip kerja motor servo

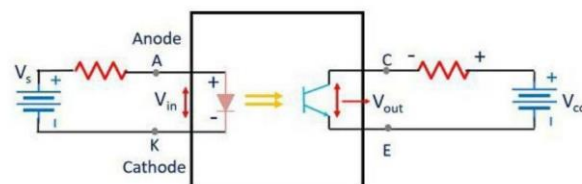
Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation* / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

**Gambar 2. 21** Pulse Wide Modulation (PWM) Motor Servo

Berdasarkan **Gambar 2.21** dapat dijelaskan bahwa, ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.9 Sensor Optocoupler

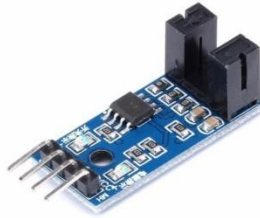
Optocoupler adalah kombinasi LED dan Photodiode yang dikemas dalam satu paket. Seperti yang dapat kita lihat pada **Gambar 2.22**, ketika tegangan tinggi muncul di sisi input Optocoupler, arus mulai mengalir melalui LED. Karena arus listrik, LED ini akan memancarkan cahaya. Cahaya yang dipancarkan ini ketika mengenai phototransistor menyebabkan arus mengalir melaluinya. Arus yang mengalir melalui phototransistor berbanding lurus dengan tegangan input yang diberikan. Resistansi input yang ditempatkan di awal rangkaian akan mengurangi jumlah arus yang mengalir melalui LED jika nilainya dinaikkan. Intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED akan sama dengan arus yang mengalir melalui phototransistor. Ini berarti cahaya intensitas rendah yang dipancarkan oleh LED akan menyebabkan arus level rendah mengalir melalui phototransistor. Jadi tegangan yang berubah dihasilkan melintasi terminal kolektor-emitor dari transistor. Pada **Gambar 2.22** adalah gambar dari sensor optocoupler.



Gambar 2. 22 Rangkaian Sensor Optocoupler

Masing-masing bagian Optocoupler (Transmitter dan Receiver) tidak memiliki hubungan konduktif rangkaian secara langsung tetapi dibuat sedemikian rupa dalam satu kemasan komponen.

1. Transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah yang cahaya tidak terlihat oleh mata telanjang. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak.
2. Receiver dibangun dari sebuah phototransistor yaitu suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Spektrum infra merah yang merupakan sumber cahaya menghasilkan energi panas yang lebih besar dari cahaya tampak.



Gambar 2.23 sensor optocoupler

Prinsip kerja dari optocoupler adalah :

- Jika antara phototransistor dan LED terhalang maka phototransistor tersebut akan off sehingga keluaran dari kolektor akan berlogika high.
- Sebaliknya jika antara Phototransistor dan LED tidak terhalang maka phototransistor tersebut akan on sehingga keluarannya akan berlogika low. Dipasaran, optocoupler tersedia dengan tipe 4N25/4N35 dan mempunyai tegangan isolasi 7500 volt dengan kemampuan maksimal LED dialiri arus maju sebesar 3A.