

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh Decy Nataliana, Nandang Taryana, dan Egi Riandita dengan judul “Alat Monitoring Infus Set pada Pasien Rawat Inap Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535” tahun 2016 dengan menggunakan metode yang untuk mengetahui volume cairan infus dengan cara mendeteksi tetesan yang berada pada *chamber* infus. *Photodiode* dan LED infra merah sebagai sensor cahaya yang mendeteksi tetesan. IC komparator LM339 sebagai pengkondisian sinyal tegangan. Mikrokontroler ATmega 8535 digunakan sebagai pengolah data I/O dari komparator sehingga informasi dari parameter yang dimonitor dapat ditampilkan pada LED dan LCD serta bunyi *buzzer*. Tegangan keluaran sensor infra merah saat mendeteksi tetesan adalah sebesar 1,02 V sedangkan saat tidak mendeteksi tetesan sebesar 180 mV. Parameter yang dapat dideteksi dari alat ini di antaranya adalah jumlah tetesan per menit dengan maksimal jumlah tetes / menit yang dideteksi sebesar 255 tetes, peringatan bila tetesan tidak terdeteksi selama 10 detik dan peringatan bila cairan Infus akan habis ( $\pm 50$  ml). Suara yang dihasilkan *buzzer* masih terdengar jelas dan tidak berbahaya bagi pendengaran perawat berdasarkan nilai ambang batas tingkat kebisingan meskipun keadaan di ruangan perawat dalam kondisi ramai [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Bagus Kokoh S .A, Ir. Anang Thajjono .Mt dan Ir.Era Purwanto M.Eng dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengatur Jumlah

Tetes Infus Pada Pasien dan *Monitoring* Jarak Jauh Dengan PC”, dengan merancang dan membuat alat pengaturan jumlah tetesan infus pada pasien untuk mencatat banyaknya tetesan dan *monitoring* jarak jauh dengan PC. Alat yang dibuat ini menggunakan mikrokontroler ATmega16 yang difungsikan untuk mengatur putaran motor dan dapat melakukan pengiriman data serta *monitoring* jarak jauh. Jumlah tetesan masuk ke input yang melalui *keypad* yang akan dibaca oleh mikrokontroler, kemudian menggerakkan motor servo yang dibangkitkan oleh PWM, motor servo terus bekerja dengan menekan atau mengendurkan selang hingga mencapai *point* yang diinginkan dan menggunakan sensor *photodiode* yang mendeteksi adanya tetesan lalu membandingkan dengan *input* dari *keypad*. Keakuratan dari perhitungan tetesan alat ini mencapai 95% [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Syahrudin dan Hidayat dengan judul “Sistem Pemantauan Infus Pasien Terpusat”, Pada penelitian kali ini penulis merancang dan membuat suatu sistem pemantauan infus pasien terpusat. Sistem dari alat ini menggunakan sensor optoelektronik yang dapat dirancang dan dibuat, pemantauan dari cairan infus pasien dilakukan melalui mikrokontroler melalui komunikasi serial yang ditransmisikan (RS232 dan RS485) ke sebuah komputer yang difungsikan sebagai pusat pemantauan. Manfaat dari sensor optoelektronik ini selain relatif murah dan mudah didapatkan di pasaran sehingga pengembangan sistem instrumentasi masih bisa untuk dikembangkan dan bias mengoptimalkan sistem yang ada. Kelemahan pada sistem ini ada di masalah sensitivitas sensornya yang masih perlu didesain lebih terintegrasi [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Gustadewi Haryuni Premiaswari, Efri Suhartono, Junartha Halomoan dengan judul “Perancangan dan Realisasi Sistem Pendeteksian Infus Pasien Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535” pada tahun 2011. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi jika kantong infus akan habis. Sistem dari alat ini menggunakan sensor berat dengan memanfaatkan limit switch merupakan sensor yang akan bekerja jika pada bagian *actuator* nya tertekan suatu benda dan neraca pegas merupakan timbangan yang menggunakan pegas sebagai alat untuk menentukan masa benda. Sistem kontrol alat ini menggunakan 2 buah mikrokontroler ATmega8535 yang mempunyai 40 pin sebagai rangkaian sensor dan rangkaian penerima. Kelemahan pada sistem ini ada di masalah pada sensor nya yang kurang akurat. Dan menambahkan perhitungan jumlah tetesan air infus [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Nuryanto Muljodipo, Sherwin R.U.A. Sompie, ST., MT, Reynold F. Robot, ST., M.Eng dengan judul “Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien” pada tahun 2015 Rangka utama dari alat ini berupa tiang aluminium, kayu, dan *acrylic*, sumber tegangan dari alat ini berupa rangkaian catu daya yang dihubungkan secara paralel dengan aki 12 volt. Pembacaan dari tetesan cairan infus dan habisnya cairan infus menggunakan LED dan photodiode. Penggerak mekanik otomatis sistem alat ini menggunakan motor servo. Untuk memasukkan jumlah tetesan cairan yang diinginkan menggunakan keypad, apabila habisnya cairan dan tidak terjadinya tetesan maka alarm akan berbunyi. Mikrokontroler AVR ATmega16 berfungsi sebagai pengontrol utama. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk memprogram adalah CodeVision AVR

Evaluation. Dengan menggunakan komponen – komponen di atas alat ini dapat mendeteksi jumlah tetesan cairan infus dengan error tertinggi sebesar 4,54% [11].

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Monitoring**

*Monitoring* adalah sebagai kegiatan pemantauan yang mencakup pengumpulan, pelaporan, tindakan dan peninjauan ulang terhadap informasi dari suatu proses yang sedang di implementasikan [12]. Pada umumnya *monitoring* dapat digunakan untuk *checking* antara target dan kinerja yang telah ditentukan. *Monitoring* dapat ditinjau dari hubungan manajemen kinerja yang merupakan proses dari terintegrasi yang memastikan bahwa sebuah proses dapat berjalan sesuai dengan rencana dan *monitoring* dapat memberikan suatu informasi berlangsung dengan proses untuk menetapkan suatu langkah yang berkesinambungan [13].

Pelaksanaan *monitoring* dilakukan ketika suatu proses sedang berlangsung. Pada level kajian dari sistem *monitoring* yang mengacu pada suatu bagian dalam dari kegiatan [14]. *Monitoring* memiliki dua dasar fungsi yang saling berhubungan, yaitu *performance monitoring* dan *compliance monitoring* [12]. *Performance monitoring* berfungsi untuk mengetahui perkembangan dari organisasi untuk mencapai target yang diharapkan, sedangkan *compliance monitoring* berfungsi untuk memastikan sebuah proses yang diharapkan [13].

### **2.2.2 Infus Pump**

*Infusion pump* adalah salah satu dari alat kesehatan yang berfungsi untuk memasukkan cairan kedalam tubuh pasien dengan cara otomatis, dapat dilihat pada

gambar 2.1. Biasanya infus akan diberikan kepada pasien yang mengalami dehidrasi dan pasien yang sedang melakukan tindakan operasi [15]. Ada berbagai jenis *infus pump*, yang digunakan untuk berbagai keperluan dan dalam berbagai lingkungan.



Gambar 2.1 Infus *Pump* [1]

Pompa infus menanamkan cairan, obat atau nutrisi ke pasien dalam sistem peredaran darah. Hal ini umumnya digunakan *intravena*, *arteri* dan *epidural* infus itu sering digunakan. Pompa infus dapat mengelola cairan dengan cara yang akan *impractically* mahal atau tidak dapat diandalkan jika dilakukan secara manual oleh staf keperawatan. (Misalnya mereka dapat mengelola sedikitnya 0,1 mL per suntikan setiap jam terlalu kecil untuk infus).

### 2.2.3 Infus

Infus adalah proses mengekstraksi unsur-unsur substansi terlarutkan (khususnya obat) atau terapi dengan cara memasukkan cairan ke dalam tubuh. Infus adalah tindakan memasukkan cairan melalui *intravena* yang dilakukan pada pasien untuk memenuhi kebutuhan cairan dan elektrolit serta sebagai tindakan pengobatan dan pemberian makanan. Infus adalah teknik penusukan *vena* melalui transkutan

dengan stilet tajam yang kaku, seperti angiokateter atau dengan jarum yang disambungkan pada spuit, infus dapat dilihat pada gambar 2.2. Infus adalah memasukkan cairan (cairan obat atau makanan) dalam jumlah yang banyak dan waktu yang lama ke dalam vena dengan menggunakan perangkat infus (infus set) secara tetesan. Darah yang membeku (*blood clot*) tersebut dapat beredar ke seluruh tubuh dan dapat menyumbat kapiler darah di paru sehingga menyebabkan emboli di paru (Waitt *et al.*, 2004). Jika berbagai hal tersebut terjadi maka tempat pemasangan infus harus dipindahkan dan dipasang pembuluh darah vena lain, yang tidak menutup kemungkinan dapat menyebabkan timbulnya berbagai komplikasi yang jauh lebih berbahaya akibat pemasangan yang tidak dilakukan dengan benar (Martelli *et al.*, 2000).



Gambar 2.2 Infus [2]

Infus adalah pemberian cairan sejumlah ke dalam tubuh melalui jarum ke dalam pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan cairan yang hilang atau zat-zat makanan dari tubuh [11].

Terapi *intravena* adalah suatu proses pengiriman sejumlah cairan ke dalam tubuh pasien dengan cara menusukkan jarum ke dalam pembuluh *vena* (pembuluh

balik) pasien, yang bertujuan untuk menggantikan zat-zat makanan atau cairan yang hilang dari dalam tubuh. Terapi *intravena* merupakan salah satu teknologi yang paling sering digunakan dalam pelayanan kesehatan di seluruh dunia. Lebih dari 60% pasien yang masuk ke rumah sakit mendapat terapi *intravena* [16]. Tindakan pada terapi *intervenena* adalah penentuan debit tetesan infus yang sangat penting. Tetesan infus harus sesuai dengan jenis larutan atau cairan infus, kebutuhan pasien maupun perangkat infus itu sendiri [17]. Salah satu faktor penyebab tindakan terapi *intervenena* yang tidak sempurna adalah faktor konsistennya dosis atau nilai dari debit tetesan yang disebabkan kelalaian dari perawat [18] dan kelalaian perawat dalam mengenai tugasnya mengganti kantong cairan infus pasien karena ada keterbatasan waktu dan tenaga. Pada hal ini juga dapat menyebabkan timbulnya komplikasi lain antara lain darah dari pasien dapat tersedot naik ke selang infus dan dapat membeku pada selang infus sehingga mengganggu kelancaran aliran cairan infus. Selain itu, jika ada tekanan pada infus tidak stabil, darah yang membeku pada selang infus dapat tersedot kembali masuk ke dalam pembuluh darah. Darah yang membeku (*blood clot*) tersebut dapat beredar ke seluruh tubuh dan dapat menyumbat kapiler darah di paru sehingga menyebabkan emboli di paru [19]. Jika berbagai hal tersebut terjadi maka tempat pemasangan infus infus harus dipindahkan dan dipasang pembuluh darah vena lain, yang tidak menutup kemungkinan dapat menyebabkan timbulnya berbagai komplikasi yang jauh lebih berbahaya akibat pemasangan yang tidak dilakukan dengan benar [20].

Terapi *intravena* dilakukan berdasarkan order dokter dan perawat bertanggung jawab dalam pemeliharaan terapi yang dilakukan. Pemilihan

pemasangan terapi *intravena* didasarkan pada beberapa faktor, yaitu tujuan dan lamanya terapi, diagnosa pasien, usia, riwayat kesehatan dan kondisi vena pasien. Apabila pemberian terapi *intravena* dibutuhkan dan diprogramkan oleh dokter, maka perawat harus mengidentifikasi larutan yang benar, peralatan dan prosedur yang dibutuhkan serta mengatur dan mempertahankan sistem [4].

#### 2.2.4 Menghitung Tetesan Cairan Infus

Terdapat cara perhitungan untuk menentukan tetesan cairan infus berdasarkan umur dari seorang pasien seperti berikut. [21]

1. Dewasa(makro dengan 20 tetes/ml)

$$\text{Tetesan per menit} = \frac{(\text{Jumlah cairan} \times 20)}{(\text{Lama infus} \times 60)}$$

$$\text{Lama infus} = \frac{(\text{Jumlah cairan} \times 20)}{(\text{Jumlah tetesan per menit} \times 60)}$$

2. Anak-anak (mikro dengan 60 tetes/ml)

$$\text{Tetesan per menit} = \frac{(\text{Jumlah cairan} \times 60)}{(\text{Lama infus} \times 60)}$$

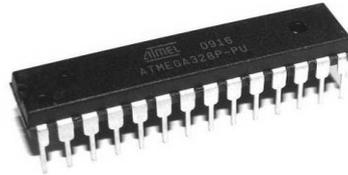
$$\text{Lama infus} = \frac{(\text{Jumlah cairan} \times 60)}{(\text{Jumlah tetesan per menit} \times 60)}$$

Perbedaan perhitungan mikro dan makro ada pada faktor tetesnya, untuk mikro faktor tetes sebesar 60 tetes/ml sedangkan untuk makro faktor tetesnya sebesar 20 tetes/ml.

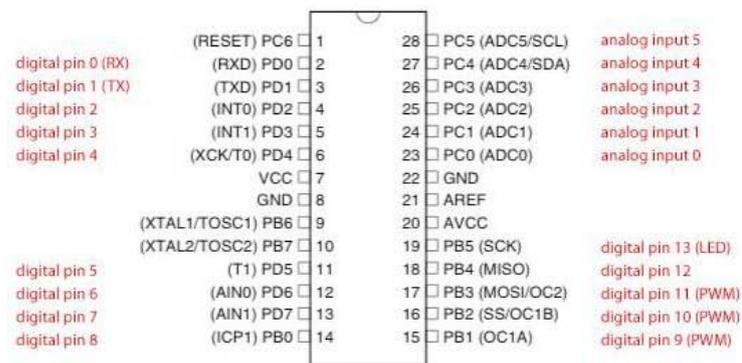
#### 2.2.5 Mikrokontroler ATmega328

ATmega328 adalah sebuah *chip* mikrokontroler yang memiliki pin berjumlah 28 kaki. Pin-pin ATmega328 ini dibagi menjadi 3 bagian (port) yang berlabel Port B, Port C, dan Port D. *Chip* ATmega dapat dilihat pada gambar 2.3.

Berdasarkan Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa mikrokontroler ATmega328 memiliki 28 pin (kaki) dengan penamaan masing-masing memiliki 28 pin (kaki) dengan penamaan masing-masing.



Gambar 2.3 Chip ATmega328 [3]



Gambar 2.4 Pin-Pin ATmega328 [3]

Pin pada mikrokontroler ini sebagai berikut [22].

1. *VCC* untuk tegangan pencatu daya positif.
2. *GND* untuk tegangan pencatu daya negatif.
3. Port B, merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*. Selain itu Port B juga dapat memiliki fungsi alternatif sebagai berikut.
  - a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.

- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
  - c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
  - d. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
  - e. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.
  - f. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.
4. Port C, merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output* digital. Fungsi alternatif PortC antara lain sebagai berikut.
- a. ADC6 *channel* (PC0, PC1, PC2, PC3, PC4, PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah *input* yang berupa tegangan analog menjadi data digital.
  - b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada Port C. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, *accelerometer* *munchuk*.
5. Port D, merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai *input/output*. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif sebagai berikut.

- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

### 2.2.6 Arduino Ethernet Shield

Arduino *Ethernet shield* menghubungkan arduino ke internet [23]. Hanya dengan memasang modul ini ke papan arduino, hubungkan ke jaringan internet dengan kabel RJ45, dapat dilihat pada gambar 2.5. Penggunaan *shield* juga disertai berbagai dokumentasi yang disediakan oleh *manufacturer* secara bebas dan *open source*. Berikut adalah spesifikasi dasar yang dimiliki *ethernet shield*:

1. Membutuhkan papan Arduino

2. Menggunakan tegangan 5V
3. *Ethernet Controller*: W5100 dengan 16K
4. Kecepatan koneksi: 10 / 100Mb
5. Koneksi dengan Arduino pada port SPI

*Shield* memungkinkan papan Arduino untuk terhubung ke internet. Hal ini didasarkan pada *ethernet* chip yang terpasang pada papan *shield*. Wiznet W5100 yang mendukung protokol IP (Internet Protokol) [24]. *Shield* juga mendukung hingga empat koneksi socket simultan. Menggunakan *Library Ethernet* untuk menulis kode yang terhubung ke internet dengan menggunakan *shield*. *Ethernet Shield* memiliki standar RJ-45 yang memiliki slot kartu *micro-SD onboard*, yang juga dapat digunakan menyimpan file untuk komunikasi melalui jaringan.

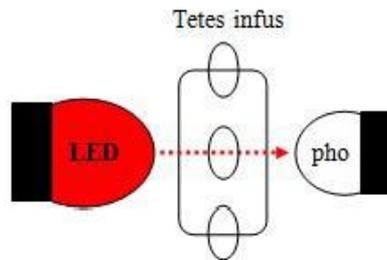


Gambar 2.5 Arduino *Ethernet Shield* [25]

### 2.2.7 Sensor *Photodiode*

Sensor merupakan suatu alat yang dapat menerima input berupa besaran atau sinyal yang kemudian mengubahnya menjadi besaran elektrik. Pada alat pengendali kecepatan tetesan infus ini menggunakan sensor yang terdiri dari LED dan *photodiode*. Gambar 2.6 merupakan mekanisme dari peletakan sensor LED dan

*photodiode* pada infus set. Pada gambar diatas tersebut LED dan *photodiode* dipasang sejajar, fungsi dari komponen LED adalah sebagai *transmitter* dan *photodiode* sebagai *receiver*.



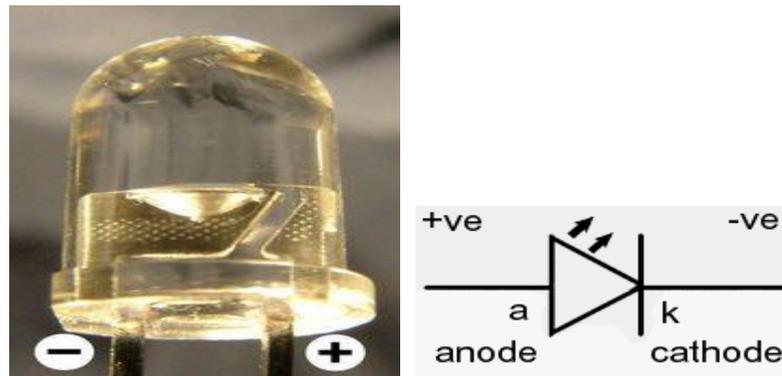
Gambar 2.6 Sensor *Photodiode* [21]

Prinsip kerja dari sensor LED berfungsi untuk memancarkan cahaya, kemudian cahaya yang dihasilkan oleh LED akan diserap oleh *photodiode* yang nantinya keluaran dari *photodiode* akan menghasilkan keluaran berupa tegangan.

### 2.2.8 *Light Emitting Diode (LED)*

*Light Emitting Diode* atau sering disebut dengan LED adalah sebuah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan bahan semikonduktor yang efektif merubah energi listrik menjadi cahaya [23]. Pada gambar 2.7 menunjukkan komponen LED. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya. Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan lampu

pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu *tube*.

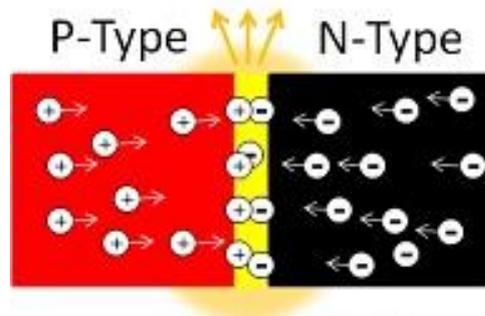


Gambar 2.7 Bentuk fisik dan simbol komponen LED [26]

#### A. Cara Kerja LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya juga hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias *forward*) dari Anoda menuju ke Katoda. LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di *doping* sehingga menciptakan *junction* P dan N, ditunjukkan pada gambar 2.8. Yang dimaksud dengan proses *doping* dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias *forward* yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada *N-Type* material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-*

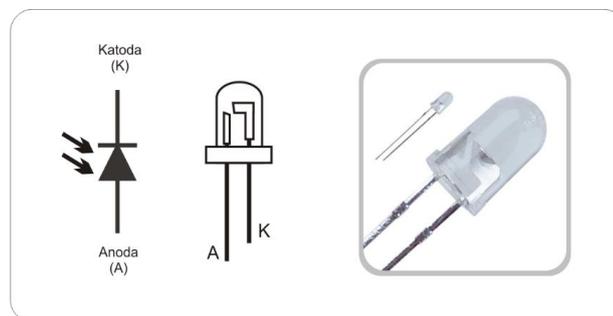
*Type material*). Saat Elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya monokromatik atau satu warna.



Gambar 2.8 Proses cara kerja *Light Emitting Diode* (LED) [26]

### 2.2.9 Photodiode

*Photodiode* adalah jenis dari diode yang memiliki nilai resistansi berubah-ubah, apabila cahaya intensitasnya mengenai *photodiode* berubah-ubah. Pada saat gelap nilai tahanannya sangat besar, sehingga tidak ada arus yang dapat mengalir sebaliknya juga begitu semakin besar intensitas cahayanya mengenai *photodiode*, maka nilai resistansi akan semakin kecil sehingga arus yang mengalir semakin besar. *Photodiode* akan lebih peka terhadap cahaya infra merah dari pada cahaya tampak [27]. Pada gambar 2.9 adalah bentuk fisik dan simbol dari *photodiode*.



Gambar 2.9 Bentuk fisik dan simbol dari *photodiode* [28]

Prinsip kerja dari *photodiode* jika sebuah sambungan-PN dibias maju dan diberikan cahaya padanya maka pertambahan arus sangat kecil sedangkan jika

sambungan PN dibias mundur arus akan bertambah cukup besar. Cahaya yang dikenakan pada *photodiode* akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* di kedua sisi dari sambungan. Ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun *hole* yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada *photodiode*.

#### **2.2.10 Internet Protocol (IP)**

*Internet Protocol* adalah sebuah komunikasi standar yang datanya digunakan oleh komunitas internet dalam melakukan sebuah proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer yang lainnya di dalam suatu jaringan. Prinsip dalam pembagian lapisan pada IP menjadi protokol komunikasi yang datanya fleksibel dan dapat diterapkan dengan mudah di setiap komputer dan antar-muka jaringan. Oleh karena itu sebagian besar isi dari kumpulan protokol ini tidak spesifik terhadap satu komputer atau jaringan tertentu [29].

Sebuah datagram bisa jadi gagal mencapai tujuan karena beberapa hal:

1. *Host* tujuan tidak terhubung ke jaringan
2. Datagram rusak
3. *Router* salah mengarahkan datagram

Protokol level yang lebih tinggi seperti TCP dapat mengkompensasi tipe kegagalan ini. *Internet control message protocol* (ICMP) menyediakan mekanisme pelaporan masalah dan membuat pesan *diagnostic*, misalnya jika datagram tidak

dapat mencapai tujuan atau ketika *gateway* tidak dapat memiliki kapasitas *buffering* untuk melakukan *forward* sebuah datagram.

### 2.2.11 Router

*Router* adalah sebuah perangkat yang mengirimkan paket data atau IP dari satu jaringan ke jaringan lain dengan menggunakan *addressing* dan *protocol* tertentu. *Router-router* yang tergabung dalam sebuah jaringan akan terhubung dalam algoritma *routing* untuk dapat menentukan jalur terbaik yang memalui paket IP. Proses *routing* dapat dilakukan dengan cara *hop by hop*. IP tidak dapat mengetahui seluruh jalur tujuan untuk setiap paketnya. IP hanya *routing* dan menyediakan IP *address* dari *router* yang berikutnya ketika sudah dekat dengan *host* tujuannya [30]. *Router* dapat digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil ke sebuah jaringan yang lebih besar, yang disebut dengan *internetwork*, atau untuk membagi sebuah jaringan besar ke dalam beberapa *subnetwork* untuk meningkatkan kinerja dan juga mempermudah manajemennya. *Router* juga kadang digunakan untuk mengoneksikan dua buah jaringan yang menggunakan media yang berbeda seperti halnya *router wireless*, seperti pada Gambar 2.10 yang pada umumnya selain dapat menghubungkan komputer dengan menggunakan radio, ia juga mendukung penghubungan komputer dengan kabel UTP, atau berbeda arsitektur jaringan, seperti halnya dari *Ethernet* ke Token Ring.



Gambar 2.10 3G *wireless router* TP-Link [31]

### 2.2.12 Teknik Analisis Data

#### 1. Simpangan

Adalah selisih dari rata-rata nilai yang harganya dikehendaki dengan nilai yang diukur. Simpangan (error) dirumuskan sebagai berikut:

$$\boxed{\text{Simpangan} = Y - X} \dots\dots\dots [2-1]$$

Dengan : Y = Rata - rata nilai pembanding

$$X = \text{Rata - rata modul}$$

#### 2. Persentase *Error* (%)

Persentase *Error* digunakan untuk membandingkan selisih antara nilai rata-rata yang dikehendaki dengan nilai rata-rata yang terukur pada data. Untuk mendapatkan error digunakan rumus sebagai berikut :

$$\boxed{\text{Persentase } Error = \frac{Y-X}{Y} \times 100} \dots\dots\dots [2-2]$$

Dengan : Y = Rata - rata nilai pembanding

$$X = \text{Rata - rata modul}$$

#### 3. Rata – rata Pengukuran

Rata-rata atau *mean* merupakan nilai rata-rata dari kumpulan data yang ada dengan cara menambahkan seluruh data dan dibagi dengan banyaknya data.

$$\boxed{\bar{x} = \frac{\sum xn}{n} = \frac{x1 + x2 + x3. . + xn}{n}} \dots\dots\dots [2-3]$$

Dengan :  $\bar{x}$  = Rata-rata

$$\Sigma = \text{Jumlah } x \text{ sebanyak } n$$

$$n = \text{Banyak data}$$