

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pemberian cairan intravena (IVF) adalah memasukkan sejumlah cairan ke dalam tubuh melalui jarum ke dalam pembuluh darah (vena) untuk menggantikan cairan atau nutrisi yang hilang dalam tubuh. Untuk meminimalisir keterlambatan yang terjadi, penting untuk memperhatikan ketepatan waktu pergantian tabung cairan infus. Masalah yang sering terjadi adalah keterlambatan pergantian tabung cairan infus. Penyebab keterlambatan pergantian tabung cairan infus seringkali disebabkan oleh waktu dan tenaga perawat. Permasalahan yang timbul akibat keterlambatan pergantian tabung cairan infus dapat menimbulkan komplikasi, misalnya darah pasien dapat tersedot kembali ke dalam pembuluh darah dan menggumpal di dalam selang infus, sehingga akan menghambat aliran keluar cairan infus dan akan mengakibatkan flebitis. Flebitis merupakan inflamasi atau peradangan vena yang disebabkan oleh iritasi kimia maupun mekanik. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO) Tahun 2016 menyatakan bahwa angka kejadian flebitis di beberapa negara yang berkembang seperti Filipina (10,1%), Taiwan (13,8%), Nigeria (17,5%), Indonesia (9,80%), Iran (14,2%) dan Malaysia (12,7%). Sementara itu data dari Depkes RI Tahun 2020 menyatakan bahwa angka kejadian flebitis mencapai 0,51% sesuai dari standar RSB 2020-2024 yang ditetapkan sebesar $\leq 5\%$. Oleh karena itu diperlukan ketersediaan informasi pergantian tabung cairan infus secara *real-time* untuk meningkatkan efektivitas pengobatan dan mengurangi risiko kesalahan pengobatan serta keterlambatan dalam pergantian tabung cairan infus.

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka

Peneliti	Parameter			
	Mikroprocessor	Sensor	Variable Pengukuran	Komunikasi
[6]	Arduino Uno	Sensor Ketinggian HY-SRF05	Ketinggian Cairan Infus	I2C
[7]	Nodemcu ESP 8266	<i>LoadCell</i>	Tetes dan Berat Infus	<i>WIFI</i>
[8]	Arduino Mega 2560	Photodiode Dan Laser Dioda Sebagai Sensor Tetesan	Tetes Infus	<i>WIFI</i>
[9]	NodeMCU ESP8266	<i>LoadCell</i>	Berat Infus	<i>WIFI</i>
[10]	Arduino Uno Atmega328	<i>NonContact Liquid Level Sensor dan Water Flow Sensor</i>	Ketinggian Air galon	<i>WIFI</i>
Adelia Theresia C, 2024	Nodemcu ESP 32	<i>Non-Contcat Liquid Level Sensor</i>	Ketinggian Cairan Infus	<i>WIFI</i>

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Implementasi

Implementasi adalah proses menerapkan sebuah gagasan, konsep, kebijakan, atau inovasi ke dalam tindakan praktis yang menghasilkan perubahan

positif dalam hal pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap. Selain itu, implementasi mencakup pelaksanaan atau penerapan sesuatu. Implementasi juga dapat diartikan sebagai kegiatan saling beradaptasi satu sama lain. Definisi-definisi tersebut menunjukkan bahwa implementasi akan menghasilkan operasi, tindakan dan mekanisme [11].

2.2.2 Sistem Monitoring

Sistem adalah hubungan antara berbagai prosedur dalam suatu sistem atau proses yang berkumpul untuk melaksanakan kegiatan tertentu guna mencapai tujuan tertentu. Sedangkan monitoring merupakan sebuah aktivitas untuk mengawasi dan mengevaluasi kinerja atau kemajuan suatu proses atau sistem dengan mengumpulkan data relevan, meninjau hasil-hasilnya, membuat laporan, dan mengambil tindakan yang diperlukan berdasarkan informasi yang diperoleh. Umumnya, monitoring digunakan untuk mengevaluasi kinerja dengan membandingkannya terhadap target yang telah ditentukan. Monitoring bertujuan memastikan bahwa proses berjalan sesuai rencana, yang mencerminkan manajemen kinerja. Monitoring menyediakan informasi tentang kelangsungan proses yang sedang berlangsung, membantu menetapkan langkah perbaikan berkelanjutan.

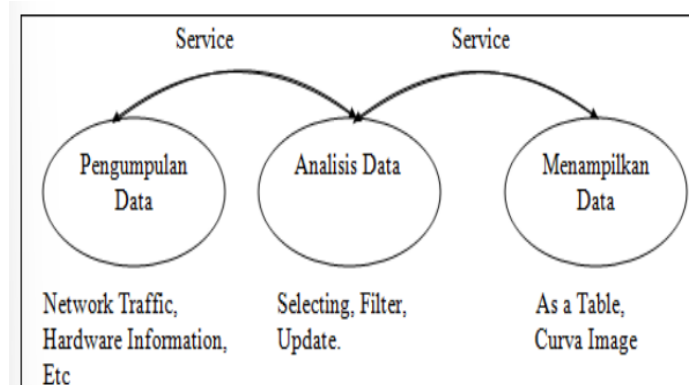
Sistem monitoring memperhatikan secara khusus setiap tahap atau kegiatan yang terjadi dalam proses tersebut, seperti pengawasan terhadap proses pemesanan barang kepada supplier yang dilakukan oleh departemen pembelian (*purchasing*). *Output* dari setiap proses atau kegiatan menjadi indikator dalam monitoring. Pelaku proses sendiri atau *self monitoring* dan berbagai pihak yang memiliki sebuah kepentingan dalam proses serta atasan ataupun supervisor termasuk dalam cangkupan monitoring. Dalam pelaksanaan sistem monitoring, digunakan berbagai alat bantu untuk mendukung proses tersebut. seperti observasi/*interview* langsung, dokumentasi, maupun aplikasi visual .

Monitoring secara umum memiliki dua fungsi dasar yang saling berkaitan, yaitu monitoring kepatuhan (*compliance monitoring*) dan monitoring kinerja (*performance monitoring*). Monitoring kepatuhan memastikan segala sesuatu berjalan sesuai rencana, sedangkan monitoring kinerja memeriksa apakah organisasi mencapai tujuannya. Hasil pemantauan biasanya dilaporkan dalam

laporan kemajuan, yang membantu memahami cara kerja proses dan menjadikannya lebih baik.

Maka dari itu, sistem monitoring dapat diartikan sebagai proses untuk mengumpulkan data real-time dari berbagai sumber. Secara garis besar, tahapan dalam sistem monitoring terbagi menjadi tiga proses utama yaitu aktivitas mengumpulkan informasi atau data dengan sumber yang relevan dari sistem yang dipantau, proses menganalisis data yang telah dikumpulkan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi atau kinerja sistem yang dimonitor dan proses menampilkan hasil dari analisa data tersebut.

Jadi dapat disimpulkan sistem monitoring ketinggian cairan infus merupakan metode yang digunakan dalam praktek medis untuk memantau dan mengatur aliran cairan infus ke pasien. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk memastikan bahwa pasien menerima jumlah cairan yang sesuai untuk mengidentifikasi potensi masalah seperti infus yang hampir habis atau tersumbat.



Gambar 2. 1 Tahapan Sistem Monitoring [12].

2.2.2.1 Efektivitas Sistem Monitoring

Jika sistem monitoring dirancang dan dilakukan secara efektif, maka akan memberikan dampak yang positif. Berikut kriteria sistem monitoring yang efektif:

1. Ramah pengguna dan mudah digunakan (*User Friendly*).
2. Mengutamakan indikator utama.

3. Perencanaan teknis yang teliti.
4. Prosedur pengumpulan dan analisa data.

2.2.2.2 Tujuan Sistem Monitoring

Sistem monitoring juga mempunyai beberapa tujuan yang ditinjau dari berbagai macam segi seperti segi objek dan subjek yang akan dipantau, serta hasil dari proses monitoringnya. Terdapat beberapa tujuan sistem monitoring. Adapun beberapa tujuan dari sistem monitoring yaitu:

1. Mengikuti sebuah panduan yang sudah ditetapkan. Jadi proses akan dijalankan sepanjang jalur yang telah ditentukan.
2. Memberikan kemungkinan keakuratan data yang tinggi bagi peserta pemantauan.
3. Identifikasi dengan cepat hasil proses yang tidak diinginkan (tanpa menunggu proses selesai).
4. Mengembangkan motivasi dan kebiasaan positif karyawan.

2.2.2.3 Bentuk-Bentuk Sistem Monitoring

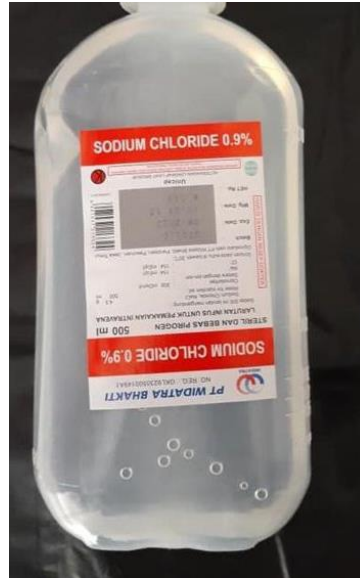
Sistem monitoring dapat dilakukan dengan menyiapkan berbagai cara. Tidak ada cara khusus yang diikuti setiap orang, sehingga setiap orang dapat menemukan caranya sendiri dengan menggabungkan metode yang berbeda. Cara menyiapkan sistem pemantauan bergantung pada kebutuhan organisasi dan situasi yang dihadapi. Hal ini mencakup hal-hal seperti apa yang ingin dicapai organisasi, seberapa besar perusahaan, dan jenis pekerjaan yang mereka lakukan. Mengemukakan tujuh bentuk aktivitas dari sistem monitoring, yaitu:

1. Mengobservasi proses kerja misalnya dengan melakukan kunjungan ke tempat kerja, memonitor kantor, rantai produksi dan aktivitas karyawan yang sedang bekerja.
2. Studi dokumentasi pelaporan termasuk mengkaji ringkasan kinerja dan laporan kemajuan yang telah disiapkan.
3. Menyimak data kinerja di layar komputer.

4. Memeriksa sampel kualitas proses kerja.
5. Melaksanakan pertemuan diskusi pengembangan individu dan kelompok.
6. Menyelenggarakan survei pelanggan/konsumen untuk menilai kepuasan terhadap produk atau layanan yang disediakan organisasi.
7. Melakukan riset pasar untuk mengevaluasi kebutuhan konsumen sebagai dasar untuk perbaikan dan inovasi selanjutnya [12].

2.2.3 Cairan Infus

Cairan infus adalah sebuah metode penyuntikan cairan infus yang dilakukan secara terus-menerus melalui pembuluh darah pasien dalam periode waktu yang ditentukan. Infus melibatkan pemasangan jarum atau kanula ke dalam pembuluh vena untuk mengalirkan cairan atau obat ke dalam tubuh melalui pembuluh darah tersebut. Infus juga didefinisikan sebagai proses penggunaan alat infus untuk memasukkan cairan (seperti obat atau makanan) ke dalam pembuluh darah secara bertahap. Prosedur ini penting dalam keadaan kehilangan cairan besar, dehidrasi, dan syok yang memerlukan pemahaman mendalam tentang keseimbangan cairan, elektrolit, serta asam basa untuk keberhasilan terapi dan keselamatan transportasi. Jenis cairan infus yang umum digunakan antara lain normal salin, ringer laktat, dan dekstrosa, yang berperan dalam menggantikan cairan selama diare, memulihkan elektrolit yang hilang, serta menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit ekstraseluler. Pada penelitian ini, penulis menggunakan cairan infus 0,9 % NaCl 500 ml.



Gambar 2. 2 Cairan Infus [13].

2.2.4 Terapi Intravena (Infus)

Pemberian cairan infus dilakukan menggunakan satu set infus yang nantinya akan dimasukan sebuah cairan atau obat ke dalam pembuluh darah vena dalam jumlah dan waktu tertentu. Teknik yang digunakan adalah menusukan vena transkutan dengan menggunakan stilet kaku, seperti angiokateter atau jarum. Terapi infus adalah sebuah metode yang efektif untuk memberikan cairan, elektrolit, nutrisi, dan obat melalui pembuluh darah atau intravaskular. Proses ini melibatkan kateterisasi vena untuk membuat jalur vena yang digunakan untuk pemberian cairan, darah, obat, dan suntikan berulang. Terapi intravena bertujuan untuk menyediakan atau menggantikan cairan tubuh yang mengandung air, elektrolit, vitamin, protein, lemak, dan kalori yang tidak dapat diserap dengan efektif melalui manajemen oral, meningkatkan keseimbangan asam-basa, menambah volume darah, menyediakan akses untuk memasukkan obat ke dalam tubuh, memantau tekanan vena sentral, dan memberikan nutrisi bahkan ketika saluran pencernaan sedang tidak aktif [13].

2.2.5 *Non-Contact Liquid Level Sensor*

Non-Contact Liquid Level Sensor adalah adalah suatu alat yang digunakan untuk memberikan tanda bahwa ketinggian air telah mencapai ketinggian tertentu atau sensor yang digunakan sebagai pendekteksi tingkat kapasitansi dari suatu

objek atau bahan. Penggunaan nilai tegangan yang dihasilkan oleh setiap *output* dari rangkaian pengukuran untuk menentukan tinggi atau level air yang terkandung di wadah. Untuk mendeteksi adanya air, sensor ini memanfaatkan sifat kapasitif. Cara kerja sensor dalam implementasi untuk mengukur ketinggian cairan infus yaitu berdasarkan perubahan kapasitansi, sensor tersebut dapat ditempelkan di luar tabung cairan infus. Sensor ini menggunakan prinsip bahwa kapasitansi akan berubah saat cairan mendekatnya. Kapasitansi sensor, yang merupakan kemampuan sensor untuk menyimpan muatan listrik, akan berubah ketika permukaan pelat-pelat kapasitor di sensor mendekati cairan infus. Cairan infus memiliki sifat dielektrik tertentu yang akan mempengaruhi kapasitansi sensor saat mendekat. Saat tingkat cairan dalam tabung infus naik atau turun, jarak antara sensor dengan permukaan cairan akan berubah. Perubahan ini akan mempengaruhi kapasitansi sensor secara proporsional. Misalnya, saat tinggi cairan infus naik, kapasitansi sensor akan meningkat karena jarak antara sensor dengan permukaan cairan menjadi lebih dekat. Peningkatan kapasitansi ini dapat diukur secara elektronik dan diubah menjadi informasi ketinggian cairan infus. Dengan demikian, sensor ini dapat digunakan dalam sistem monitoring untuk mengukur ketinggian cairan infus secara akurat dan *real-time*, membantu tenaga medis untuk mengelola dan memantau kondisi pasien dengan lebih efektif. Sensor ini biasanya memiliki *output* yang dapat berupa sinyal analog atau digital, tergantung pada jenis sensor dan modelnya. *Output* analog akan memberikan nilai yang berubah seiring dengan perubahan kapasitansi, yang dapat diinterpretasikan sebagai tingkat deteksi objek. *Output* digital akan berubah menjadi “1” atau “0” tergantung pada ambang batas tertentu yang telah ditentukan. Ini bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau ketiadaan objek atau bahan tertentu. Sensor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti deteksi level cairan, pengukuran tingkat bahan dalam silo atau tangki, deteksi objek yang mendekati atau melewati suatu area, dll [14]. Pada penelitian ini menggunakan XKC-Y25 NPN *non-contact liquid level sensor* karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan sensor ketinggian cairan yang lain. Misalnya sensor ultrasonik, memiliki kelemahan rentan terhadap gangguan dari objek lain dalam permukaan yang reflektif. Kemudian sensor resistif memiliki kelemahan harus terkena cairan infus untuk menentukan level cairan infus dan akan

rentan terhadap korosi. Sedangkan sensor optik memiliki kelemahan rentan terhadap perubahan optik dalam tabung. Maka dari itu penelitian ini menggunakan XKC-Y25 NPN *non-contact liquid level sensor*. Salah satu kelebihan sensor ini adalah dapat digunakan tanpa menyentuh atau terkontaminasi langsung dengan cairan infus dan dapat memberikan pembacaan yang akurat dalam mengukur sebuah ketinggian cairan. Untuk spesifikasi data *sheet* sebagai berikut :

1. Model: XKC-Y25-NPN
2. *Output*: NPN
3. *Input Voltage (InVCC)*: DC 5~24V
4. *Current*: 5mA
5. *Output Voltage (high level)*: InVCC
6. *Output Voltage (low level)*: 0V
7. *Output Current*: 1~100mA
8. *Response Time*: 500mS
9. *Operating Temperature*: 0~105°C
10. *Induction Thickness (sensitivity)*: 0~13 mm
11. *Communication*: RS485
12. *Humidity*: 5% ~ 100%
13. Material: ABS
14. *Ingress Protection*: IP67



Gambar 2. 3 XKC-Y25 NPN *Non-Contact Liquid Level Sensor* [14].

2.2.6 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) didefinisikan sebagai penghubung anantara manusia dengan *gadget* dan perangkat dengan memanfaatkan jaringan internet untuk melakukan sebuah perintah dan dapat membantu kehidupan manusia dengan sebuah sensor dan juga kecerdasan sintetik. IoT memungkinkan berbagai perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain secara otomatis, mengumpulkan berbagai data, yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan memperbaiki kualitas hidup. Kevin Ashton merupakan orang yang pertama kali mengenalkan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada tahun 1999. IoT memiliki konsep yang terdiri dari 2 komponen penting yaitu konektivitas jaringan dan “*Things*”. Prinsip kerja Iot adalah setiap objek yang terhubung dengan internet dapat diakses dimana saja dan kapan saja. IoT berkembang disetiap bidang, salah satu contohnya pada bidang kesehatan. Di Bidang kesehatan IoT sangat berperan penting untuk meningkatkan efisiensi biaya dalam pelayanan kesehatan terutama pada daerah yang terpencil. Selain itu, satndar privasi dan keamanan pasien juga harus dipertimbangkan dalam IoT. Dalam bidang kesehatan, penerapan teknologi inovatif berbasis internet dilihat dari aspek peraturan, struktur, produk, dan peningkatan kebugaran dan kesejahteraan manusia dengan adanya layanan kesehatan. Penerapan teknologi ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan kesejahteraan masyarakat yang belum terpenuhi dengan menciptakan metode tanya jawab baru yang berfokus pada populasi rentan. Tujuan utamanya adalah untuk

meningkatkan performa, efisiensi, kualitas terbaik, keberlanjutan, keamanan, dan/atau keterjangkauan. Inovasi dalam bidang kebugaran dapat berfokus pada pencegahan, promosi, pengobatan, rehabilitasi, dan/atau bantuan. Terdapat sensor nirkabel yang digunakan untuk memonitor kondisi kebugaran pasien. Kegiatan dilakukan dengan pemantauan jarak jauh dengan menghubungkan perangkat ke internet. Informasi dapat diakses dengan aman jika sensor ini menggunakan sensor dengan keamanan kriptografi. Contoh lain penerapan IoT di bidang kesehatan adalah *CT scan, Rontgen, MRI (Magnetic Resonance Imaging)* [14].

2.2.7 Aplikasi Blynk

Blynk adalah platform yang dirancang untuk mengontrol berbagai jenis perangkat seperti *Arduino, Raspberry Pi, Wemos*, dan modul serupa melalui internet menggunakan aplikasi *Blynk* yang tersedia untuk *iOS* dan *Android*. Aplikasi ini sangat mudah digunakan, bahkan bagi pemula, karena memiliki antarmuka yang intuitif dan fitur drag and drop yang memudahkan pengguna untuk membuat kontrol aplikasi dengan cepat. *Blynk* tidak terbatas pada modul atau papan tertentu, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengendalikan berbagai perangkat secara jarak jauh selama terhubung dengan internet. Hal ini mencerminkan konsep utama dari IoT (*Internet of Things*), di mana perangkat dapat terhubung dan dikendalikan secara online untuk berbagai aplikasi dan tujuan [15].



Gambar 2. 4 Blynk [15].

2.2.8 Phlebitis

Phlebitis adalah peradangan pada pembuluh darah vena yang disebabkan oleh iritasi kimia atau mekanik akibat penggunaan obat infus. Kondisi ini ditandai dengan adanya infeksi pada dinding vena, nyeri berwarna ungu, dan pembengkakan

di sekitar bekas tusukan. Pengetahuan dan sikap perawat yang tidak memadai, tidak terjaganya standar aseptik, serta penggunaan kanula yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko phlebitis. Dampaknya termasuk rasa nyeri yang meningkat pada pasien, kebutuhan untuk mengganti kateter, dan peningkatan risiko infeksi, yang semuanya dapat memperpanjang masa perawatan di rumah sakit.

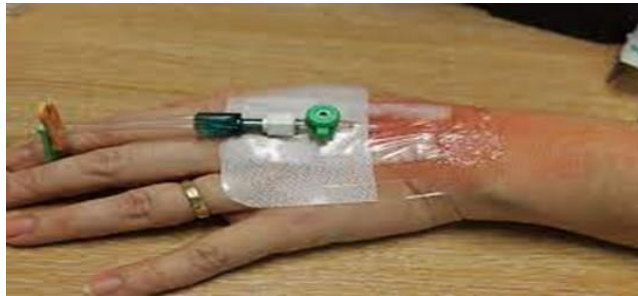
Menurut laporan WHO tahun 2017, dari 55 rumah sakit di 14 negara yang mewakili 4 kawasan (Eropa, Timur Tengah, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat), sekitar 8,7% pasien rumah sakit mengalami phlebitis, yang setara dengan sekitar 1,4 juta orang di seluruh dunia. Tingkat phlebitis paling tinggi tercatat di rumah sakit di Timur Tengah dan Asia Tenggara dengan angka mencapai 11,8%, sementara di Eropa dan Pasifik Barat prevalensinya masing-masing adalah 7,7%.

Di Indonesia, data dari Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI) tahun 2016 menunjukkan bahwa prevalensi phlebitis di rumah sakit pemerintah mencapai 50,11%, atau sekitar 2,5 juta orang. Di rumah sakit swasta, prevalensinya adalah 32,70% dari 1,6 juta orang. Penelitian yang dilakukan oleh Infection Prevention and Control Nurse (IPCN) pada tahun 2013 di Rumah Sakit Awal Bros Pekanbaru menemukan 435 kasus phlebitis dari 15.705 pasien yang diinfus (sekitar 2,76%), dan pada tahun 2014 terdapat 381 kasus dari 5.656 pasien yang diinfus (sekitar 6,7%). Di Sulawesi Tenggara, prevalensi phlebitis pada tahun 2015 adalah 3,17% dari 1.585 pasien, dan pada tahun 2016 mengalami penurunan menjadi 0,20%.

Data dari Pokja Pencegahan dan Pengendalian Infeksi (PPI) Badan Layanan Umum Daerah Rumah Sakit Konawe Selatan menunjukkan bahwa jumlah kasus phlebitis pada tahun 2017 mencapai 116 kasus (17,7% dari 654 pasien yang diinfus), meningkat menjadi 122 kasus (18,3% dari 667 pasien yang diinfus) pada tahun 2018. Pada tahun 2019, dari bulan Januari hingga Mei, terdapat 21 kasus phlebitis dari 819 pasien yang dirawat.

Peningkatan kejadian phlebitis sering kali disebabkan oleh kurangnya pemahaman dan keterampilan perawat dalam menjalankan prosedur infus sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP). Salah satu alasan mengapa perawat tidak menjalankan prosedur infus dengan benar adalah tingginya beban kerja dan

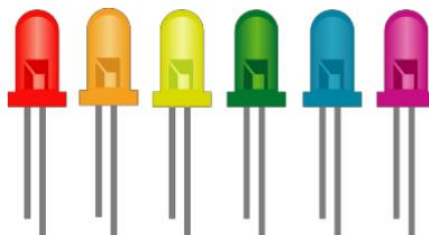
banyaknya pasien yang harus dilayani, sehingga perhatian terhadap detail tindakan perawatan menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, perawat perlu memiliki pemahaman yang mendalam dan keterampilan yang memadai terkait penanganan dan pencegahan phlebitis. Hal ini diperlukan agar mereka dapat mengurangi risiko phlebitis serta memberikan perawatan yang efektif dan aman bagi pasien yang mengalami kondisi tersebut [16].



Gambar 2. 5 Phlebitis [16].

2.2.9 LED (*Light Emitting Diode*)

Dioda pemancar cahaya, atau LED adalah sebuah komponen elektronik yang memancarkan cahaya monokromatik ketika diberi tegangan maju. LED merupakan bagian dari keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dihasilkan oleh LED bergantung pada jenis bahan semikonduktor yang digunakan [17]. Pada penelitian ini, penulis menggunakan led berwarna merah dan kuning sebagai *output*.



Gambar 2. 6 LED [17].

2.2.10 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis layar elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS. Cahaya yang dipantulkan oleh LCD berasal dari cahaya sekitar dari lampu depan atau cahaya dari lampu belakang yang terintegrasi. Fungsi

dari LCD adalah untuk menampilkan informasi berupa karakter, huruf, angka, atau gambar. LCD terdiri dari struktur berupa lapisan organik yang terjepit antara dua lapisan kaca dengan elektroda indium oksida transparan yang membentuk tampilan tujuh segmen dan lapisan elektroda di kaca belakang. Molekul-molekul organik yang memiliki bentuk seperti silinder panjang akan mengatur posisi mereka sehingga sejajar dengan medan listrik yang dihasilkan oleh elektroda. Ketika tegangan diterapkan pada elektroda, medan listrik tersebut mempengaruhi orientasi molekul-molekul ini, membuat mereka bergerak atau berputar untuk menyelaraskan diri dengan medan tersebut. Hal ini mengubah sifat optik dari lapisan molekul tersebut, yang pada gilirannya mempengaruhi bagaimana cahaya melewati atau dipantulkan oleh layar LCD, memungkinkan tampilan informasi visual. Lapisan dalam LCD dilengkapi dengan dua filter polarizer, satu di depan yang mempolarisasi cahaya secara vertikal dan satu di belakang yang mempolarisasi cahaya secara horizontal, serta lapisan reflektor. Ketika cahaya melewati lapisan ini, polarizer vertikal di depan mengarahkan cahaya dalam satu arah. Di belakang, polarizer horizontal mengarahkan cahaya ke arah yang berbeda, dan reflektor memantulkan kembali cahaya tersebut. Molekul-molekul di dalam layar LCD menyelaraskan diri ketika tegangan diterapkan, mengubah orientasi cahaya yang melewatinya. Ketika molekul-molekul ini terselaraskan, mereka memblokir cahaya dari melewati lapisan tersebut dengan benar. Akibatnya, area yang terselaraskan ini tidak memancarkan cahaya, membuat segmen tersebut tampak gelap. Pola gelap ini membentuk karakter atau informasi yang ingin ditampilkan pada layar [18]. Pada penelitian ini menggunakan LCD I2C dimana memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Jenis LCM: Karakter
2. Menampilkan 2 baris x 16 karakter
3. Tegangan 5v DC
4. Dimensi module 80mm x 35mm x 11mm
5. Luas area 64.5mm x 16mm
6. Fitur IIC / I2C 4 kabel



Gambar 2. 7 LCD I2C [18].

2.2.11 Buzzer

Buzzer dalam konteks ini bisa disebut sebagai "bel". Buzzer kecil terdiri dari elemen getas yang terbuat dari pelat tipis buzzer (diafragma) dan pelat logam tebal (piezoelektrik). Ketika tegangan diterapkan pada kedua pelat, elektron dan proton mengalir dari satu pelat ke pelat lainnya. Ini menyebabkan gaya mekanik dan gaya spasial digantikan oleh muatan listrik. Ketika daya dialirkan ke bel, pelat 1 dan pelat 2 menjadi bermuatan, menimbulkan perbedaan potensial antara kedua pelat. Perbedaan potensial ini menyebabkan pelat 1 bergerak (berosilasi) bersentuhan dengan pelat 2. Terdapat rongga udara antara pelat 1 dan pelat 2, dan ketika terjadi getaran, timbul suara berfrekuensi tinggi. Proses getaran pelat 1 dan 2 terjadi sangat cepat sehingga jarak antar nada tidak terdengar [19]. Pada penelitian ini menggunakan 1 buah buzzer sebagai *output* atau tanda peringatan. Berikut spesifikasi dari buzzer:

1. *Operation voltage* : 3 - 24V
2. DC Model: SFM-27
3. *Color* : White
4. *Size* : 30 x 15mm (diameter x height)
5. *Cylinder diameter*:30mm
6. *Mounting holes distance* : 40mm
7. *Mounting hole diameter*:3mm

8. *Rated current* < 30mA
9. *Sound output* > 88 - 95 dB
10. *Resonant frequency* : 3000 +/- 500 Hz
11. *Operating temp* : -20C s/d +60C
12. *Storage temp* : -20C s/d + 70C



Gambar 2. 8 Buzzer [19].

2.2.12 NodeMCU ESP 32

Mikrokontroler ESP32 diproduksi oleh perusahaan *Espressif Systems* yang berbasis di Shanghai, China. Salah satu keunggulan ESP32 adalah sudah dilengkapi dengan *WiFi* dan *Bluetooth*, sehingga sangat memudahkan pembuatan sistem IoT yang memerlukan konektivitas nirkabel. Modul ini juga dapat diterapkan untuk aplikasi lain seperti sistem pengendalian, pemantauan, dan lain-lain. ESP32 memiliki fitur *deep sleep* yang mematikan modul saat tidak digunakan untuk menghemat daya. ESP32 adalah mikrokontroler yang menawarkan manfaat signifikan dalam hal biaya dan efisiensi energi. *Chip* ini memiliki modul WiFi bawaan yang memungkinkan konektivitas jaringan tanpa memerlukan komponen tambahan. Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan Bluetooth yang mendukung mode ganda (*dual-mode*) dan dirancang untuk menghemat daya, memberikan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi yang memerlukan komunikasi nirkabel. NodeMCU ESP32 juga merupakan sebuah *platform prototipe* kompak yang dapat dengan mudah diprogram menggunakan Arduino IDE atau *Python* [20]. ESP 32 digunakan sebagai mikrokontroler pada penelitian ini karena memiliki kelebihan yang lebih unggul

dibandingkan ESP 8266. Pada ESP 32 memiliki prosesor *dual-core* memungkinkan untuk kinerja yang lebih cepat dan lebih efisien dalam menangani aplikasi yang kompleks, sedangkan ESP 8266 hanya memiliki prosesor *single-core* yang dapat menjalankan banyak tugas secara bersamaan dengan respon yang cepat saja. Untuk penyimpanan, ESP 32 memiliki kapasitas memori yang memberikan ruang lebih besar dibandingkan dengan ESP 8266. Lalu pada fitur Bluetooth dan Wifi, ESP 32 memiliki keunggulan lebih dibandingkan dengan ESP 8266 yang memungkinkan koneksi dan komunikasi serta penggunaan Iot dapat lebih stabil. Spesifikasi data *sheet* pada NodeMcu ESP 32 yaitu:

1. Tegangan input 5V
2. Tegangan operasi 5V
3. ADC pin 18 buah
4. DAC pin 2 buah
5. *Flash Memory* 128 KB
6. SRAM 320 KB
7. *Clock Speed* 240 MHz
8. Berat 25 gr
9. PXL 58,6 x 29 mm
10. Komunikasi *Wifi, Bluetooth, I2C, SPI, Serial*

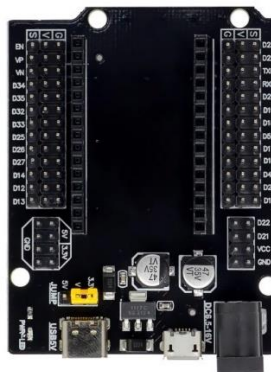


Gambar 2. 9 NodeMCU ESP 32 [20].

2.2.13 ESP32 Shield

ESP32 *Shield* ialah semacam papan sirkuit yang dirancang untuk memfasilitasi penggunaan mikrokontroler ESP32, yang dapat memberikan kemudahan dalam pengkodean serta penyelesaian kasus pada sirkuit. Dengan memakai ESP32 *Shield* bisa memanjangkan pin *out* pada ESP32 dan di lengkapi dengan Pin *Header* buat 5V, 3,3V, serta *Groundsensor* ultrasonik [21]. Untuk spesifikasi yaitu sebagai berikut :

1. *Base for ESP32 DOIT V1*
2. *Expantion I/O*
3. *Expantion Power Vcc/GND*
4. *Input Power : Type-C, Micro USB, Jack DC*
5. Dimensi : P4 x L2 x T1cm



Gambar 2. 10 ESP32 *Shield* [21].

2.2.14 *Switching Power Supply*

Switching power supply atau catu daya *switching* adalah perangkat elektronik yang dapat mengubah arus listrik dari sumber tegangan AC (arus bolak-balik), seperti yang diberikan oleh jaringan listrik umum (PLN), menjadi tegangan DC (arus searah) yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik. Proses konversi ini dilakukan dengan menggunakan teknologi *switching* atau sakelar elektronik yang efisien. Catu daya ini berfungsi menyediakan daya yang stabil dan efisien bagi perangkat elektronik seperti komputer, perangkat telekomunikasi, dan perangkat elektronik lainnya yang memerlukan tegangan DC untuk beroperasi. Dibandingkan

dengan trafo linier, catu daya *switching* cenderung lebih ringkas, lebih efisien secara energi, dan dapat menghasilkan lebih banyak daya dalam ukuran yang lebih kecil.. Perangkat elektronik kini membutuhkan efisiensi dan teknologi yang lebih tinggi untuk memanfaatkan energi listrik secara maksimal. Inilah sebabnya mengapa banyak orang menggunakan catu daya *SMPS*. Perangkat elektronik di rumah menjadi beban utama pasokan listrik. Amplifier adalah perangkat elektronik di rumah tangga yang menggunakan banyak energi listrik untuk beroperasi. Amplifier bertanggung jawab untuk menguatkan sinyal audio, yang sering kali memerlukan daya yang cukup besar tergantung pada kekuatan output dan penggunaannya. Penggunaan energi listrik yang besar ini membuat amplifier menjadi salah satu peralatan yang penting untuk diperhitungkan dalam konsumsi energi di rumah.. Amplifier mempunyai catu daya yang memerlukan daya dalam jumlah besar. Secara umum, catu daya *switching* yang umum digunakan tidak hanya memiliki penurunan tegangan yang tinggi tetapi juga memiliki efisiensi yang rendah karena kurangnya rangkaian koreksi faktor daya (*PFC*), sehingga menghasilkan faktor daya yang rendah pada input daya daripada *output* [22]. Pada penelitian ini menggunakan *switching power supply* dengan tipe 3A murni 12 V dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. *AC Input: 220V +/- 15%*
2. *DC Output: 12V ~ 3A (36 Watt max)*
3. *100% Rated Capacity*
4. *Over Capacity Protection*
5. *Include AC cord*
6. *Ferit protector*
7. *Weight : 175g*
8. *Tipe Connector 5,5mm*



Gambar 2. 11 *Switching power supply* [22].