

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini, akan membahas tentang kajian pustaka yang merupakan merujuk pada hasil penelitian sebelumnya terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, dan bagian dasar teori pendukung terkait dengan informasi tentang masalah penelitian.

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pasien dari Jarak Jauh Berbasis LoRa sudah dilakukan oleh beberapa pihak, diantaranya adalah Yoga Kholilul Akbar P.S, M. Abdullah Anshori, dan Abdul Rasyid. Pada tahun 2021 dengan judul penelitian “Smartstrap Accessories untuk Monitoring Kondisi Pasien Covid-19 saat Karantina Mandiri Berbasis Internet of Thing”, pada penelitian ini, membahas tentang pembuatan alat aksesoris sederhana yang digunakan untuk monitoring kondisi pasien yang terinfeksi Covid-19 saat melakukan karantina, serta bentuk upaya untuk menerapkan social distancing. Pada penelitian alat ini dilengkapi dengan sensor suhu MLX90614 dan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah, sehingga kondisi pasien juga dapat dimonitor oleh tenaga kesehatan. Namun kekurangan dari penelitian ini yaitu kesalahan akurasi pengukuran sensor masih tinggi dibanding dengan standar alat ukur komersial, dari hasil pengujian pada sensor MAX30100 dapat diketahui bahwa nilai SpO2 cenderung lebih akurat dibandingkan dengan nilai *heart rate* [3].

Penelitian Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pasien dari Jarak Jauh Berbasis LoRa sudah dilakukan oleh beberapa pihak, diantaranya adalah Trie Maya Kadarina. Pada tahun 2018 dengan judul penelitian “*Portable Medical Device* untuk Aplikasi Pelayanan Kesehatan Ibu dan Anak Berbasis IoT”. Membahas tentang pelayanan tenaga kesehatan dengan teknologi *Internet of Things* mengharuskan dokter dan tenaga kesehatan melakukan pemantauan jarak jauh secara *real time* dan pendeteksian dini terhadap kondisi darurat untuk segera ditangani. Sistem ini diharapkan dapat membantu menurunkan angka kematian ibu dan anak yang masih cukup tinggi di Indonesia. Dalam penelitian ini sebuah *portable medical device* yang berguna untuk mengambil, mengolah, merekam dan menganalisa data vital pasien yaitu nilai denyut jantung dan kadar saturasi oksigen

dalam darah (SpO₂). Kemudian data tersebut dikirim ke *cloud* untuk dianalisis lebih lanjut oleh dokter spesialis melalui *mobile device* atau paramedis di fasilitas kesehatan (puskesmas/klinik atau rumah sakit). Namun kekurangan dari penelitian ini yaitu tidak ada modul sensor suhu tubuh, suhu tubuh sangat berpengaruh untuk diagnosis suatu penyakit dan juga tidak ada *input* nomor identitas pasien agar data pasien tidak tertukar dengan pasien yang lain [4].

Penelitian Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pasien dari Jarak Jauh Berbasis LoRa sudah dilakukan oleh beberapa pihak, diantaranya adalah Ahmad Aris Habibi. Pada tahun 2017 dengan judul “Pemantauan Vital Sign untuk Pusat Kesehatan Masyarakat Menggunakan Single Boards Computer dan Mikrokontroler”. Dalam penelitian ini membahas tentang kondisi pasien yang dirawat di puskesmas yang harus dipantau oleh tenaga medis secara berkala. Kondisi pasien ditentukan dari hasil analisa data tanda vital. Tanda vital pasien terlihat hanya ketika alat pemantau dalam keadaan bekerja. Data yang telah terekam tidak dapat diakses kembali oleh tenaga kesehatan. Akibatnya dokter hanya dapat menganalisa pasien pada saat itu. Selain itu, terkadang dokter tidak berada di tempat saat ada laporan. Sehingga dibutuhkan sistem pemantauan yang dapat menyimpan data ke *cloud storage* guna laporan vital *sign*. Vital *sign* monitoring ini diaplikasikan pada puskesmas yang membuka layanan rawat inap. Namun penelitian ini tidak berlaku jika puskesmas berada didaerah tertinggal yang tidak memiliki akses internet, maka dari itu penelitian ini dapat menambahkan teknologi yang bisa mengirim data tanda vital tanpa harus menggunakan koneksi internet [5].

Penelitian Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pasien dari Jarak Jauh Berbasis LoRa sudah dilakukan oleh beberapa pihak, diantaranya adalah Tan Suryani Sollu , Alamsyah , Muhammad Bachtiar , Ardi Amir, Benyamin Bontong. Pada tahun 2018 dengan judul penelitian “Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Menggunakan Arduino” penelitian ini membahas tentang pemeriksaan tanda vital detak jantung dan suhu tubuh yang dilayani petugas medis menggunakan alat elektrokardiogram dan termometer. Alat ini terdapat kelemahan, percobaan berulang-ulang dan membutuhkan nilai yang akurat. Metode ini menjadi masalah, seperti menghabiskan waktu tenaga medis dalam mendiagnosis suatu penyakit, dan sebagainya. Penelitian ini menggunakan sensor AD8232 yang berfungsi mengecek

detak jantung dan sensor DS18B20 sebagai sensor pendeteksi suhu tubuh. Namun kekurangan dari penelitian ini yaitu pada pengukuran data yang tidak akurat disebabkan oleh pengaruh peletakan sensor yang tidak tepat, penggunaan sensor AD8232 yang tidak efisien dengan cara menempelkan *lead* atau alat penerima implus listrik jantung pada bagian tubuh dan penggunaan sensor DS18B20 yang tidak terlalu tepat untuk pengukuran suhu tubuh [7].

Penelitian Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pasien dari Jarak Jauh Berbasis LoRa sudah dilakukan oleh beberapa pihak, diantaranya adalah Rini Puji Astutik, dan Rendy Fadjar Bakti. Pada tahun 2020 dengan judul penelitian “Sistem Monitoring Detak Jantung Berbasis LoRa”. Pada penelitian ini membahas tentang membuat *prototype* perangkat sistem monitoring kesehatan pasien dengan menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis LoRa. Kesehatan dalam penelitian ini difokuskan pada monitoring detak jantung pasien sehingga jika terjadi keanehan pada detak jantung dapat diketahui secara otomatis waktu sebenarnya. Kekurangan dari penelitian ini adalah sistem monitoring penelitian ini hanya menggunakan tanda vital detak jantung saja, tidak menggunakan tanda vital seperti suhu tubuh dan oksigen dalam darah [8].

Penelitian Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pasien dari Jarak Jauh Berbasis LoRa sudah dilakukan oleh beberapa pihak, diantaranya adalah Sevia Indah Purnama, Irmayatul Hikmah, Mas Aly Afandi dan Elsa Sri Mulyani. Pada tahun 2021 dengan judul penelitian “Optimasi Pembacaan Suhu Kamera Termal Menggunakan Regresi Linear”. Pada penelitian ini membahas tentang Salah satu gejala seseorang terkena penyakit Covid-19 adalah demam. Pengecekan suhu tubuh sebelum memasuki area yang padat seperti sekolah, kantor, toko, dan rumah sakit menjadi protokol wajib yang harus dilakukan. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengecek suhu tubuh adalah kamera termal. Kamera termal memiliki kekurangan yaitu kesalahan pembacaan suhu yang tinggi. Hal ini disebabkan kamera termal yang digunakan memiliki resolusi yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan nilai kesalahan pembacaan suhu pada kamera termal dengan metode regresi linier. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode regresi linier mampu menurunkan tingkat kesalahan pembacaan suhu [9].

Tabel 2.1 Perbandingan Referensi Jurnal

No	Tahun	Judul Penelitian	Jenis Mikrokontroler	Sistem Monitoring
1	2018	Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Menggunakan Arduino	Arduino Uno	<i>On site</i> menggunakan LCD
2	2021	Smartstrap <i>Accessories</i> Untuk Monitoring Kondisi Pasien COVID-19 Saat Karantina Mandiri Berbasis <i>Internet Of Thing</i>	Nodemcu ESP 32	Remote meenggunakan internet berbasis <i>website</i>
3	2020	Sistem Monitoring Detak Jantung Berbasis LoRa	Arduino Uno	<i>Remote</i> melalui LoRa berbasis aplikasi android
4	2018	<i>Portable Medical Device</i> untuk Aplikasi Pelayanan Kesehatan Ibu dan Anak Berbasis IoT	Arduino Uno	<i>Remote</i> menggunakan internet berbasis <i>mobile device</i>
5	2017	Pemantauan <i>Vital Sign</i> Untuk Pusat Kesehatan Masyarakat Menggunakan <i>Single Boards Computer</i> dan Mikrokontroler	ATMega328	<i>Remote</i> menggunakan internet berbasis <i>website</i>
6	2021	Optimasi Pembacaan Suhu Kamera Termal Menggunakan Regresi Linear	Arduino Uno	<i>On site</i> menggunakan LCD

Dari penelitian sebelumnya, terlihat perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya. Pada penelitian ini ditambahkan keypad sebagai memasukkan nomor identitas pasien, mengganti sensor detak jantung serta oksigen dalam darah dengan sensor MAX30102 dan sistem ini menggunakan sensor MLX90614 yaitu sensor suhu tubuh yang tidak perlu kontak langsung terhadap benda yang diukur. Pada sistem monitoring ini menggunakan koneksi jarak jauh yaitu menggunakan LoRa dan pengujian akurasi sensor suhu menggunakan metode regresi linear.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Tanda-tanda Vital

Salah satu fungsi dasar perawatan dalam mengkaji status kesehatan pasien adalah pemeriksaan tanda-tanda vital. Tanda-tanda vital menjawab pertanyaan dasar mengenai status kesehatan pasien. Beberapa hal yang harus diketahui dalam pengukuran tanda vital adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai normal dari masing-masing tanda vital. Hal ini berguna untuk membandingkan kenyataan yang didapatkan dengan nilai normalnya guna mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan penemuan hasil tanda vital tersebut. Perlu diketahui bahwa untuk umur tertentu mempunyai nilai normal yang berbeda (tanda vital anak dengan orang dewasa berbeda).
2. Mengetahui jenis penyakit dan pengobatan yang sedang dilakukan, karena hal ini dapat mempengaruhi nilai tanda vital tersebut.
3. Mengontrol faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi nilai dari tanda vital tersebut.
4. Frekuensi pengambilan tanda-tanda vital tergantung kondisi dan keadaan pasien.
5. Meyakinkan apakah alat yang digunakan dalam keadaan baik dan sesuai. Hal ini berguna agar dapat menghasilkan nilai tanda vital yang akurat.
6. Melaporkan jika didapatkan hasil yang abnormal, mengingat bahwa tanda vital menggambarkan kondisi organ penting tubuh.

Adapun parameter pengukuran Tanda-tanda vital pasien, yaitu:

a. Pengukuran Suhu Tubuh

Suhu Tubuh adalah derajat panas yang dipertahankan oleh tubuh dan diatur oleh hipotalamus dengan menyeimbangkan antara panas yang dihasilkan dan panas yang dilepaskan. Dalam kondisi normal, pusat panas mengatur suhu tubuh dengan mempertahankan panas tubuh dalam rentang 35,9-37,4 °C. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu tubuh adalah sebagai berikut:

1. Usia

Baik usia yang sangat muda maupun sangat tua, umumnya lebih sensitif terhadap perubahan suhu lingkungan. Suhu tubuh bayi dan anak-anak respon lebih cepat, baik terhadap suhu udara panas maupun dingin, dan hal ini memerlukan pengawasan dari adanya perubahan yang berbahaya.

2. Jenis Kelamin

Wanita cenderung mengalami fluktuasi suhu tubuh dibandingkan pria. Hal ini kemungkinan adanya perubahan hormon pada wanita, seperti

peningkatan sekresi progesterone saat ovulasi yang dapat meningkatkan suhu tubuh sebesar 0,3-0,6°C.

3. Stres

Tubuh berespons terhadap stres fisik dan emosional sebagai suatu ancaman. Hasilnya adalah terjadi peningkatan metabolisme yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu tubuh.

4. Temperatur Lingkungan

Sebagian besar dari individu berespons terhadap perubahan lingkungan dengan menggunakan pakaian, baik saat panas ataupun dingin. Bagaimanapun, ketika terpapar terhadap dingin yang sangat ekstrem tanpa penggunaan pakaian sebagai pelindung, maka pelepasan panas dapat meningkat menjadi hipotermia (suhu tubuh rendah). Begitu pula, bila terpapar panas selama periode jangka waktu yang lama, kemungkinan terjadi hipertermia (suhu tubuh meningkat). Penyebab, efek, serta perawatan dari hipotermia dan hipertermia dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Penyebab dan efek dari hipotermia dan hipertermia

	Hipotermia	Hipertermia
Suhu	Kurang dari 35 °C	Lebih dari normal
Penyebab	<ul style="list-style-type: none"> • Terpapar dengan suhu dingin berkepanjangan (atmosfer atau perendaman). • Usia Lanjut • Faktor-faktor Kontribusi <ol style="list-style-type: none"> 1. Alkoholik akut 2. Penyakit Kardiovaskular 3. Penyakit cerebrovascular 4. Malnutrisi 5. Hipotiroid 	<ul style="list-style-type: none"> • Terpapar dengan suhu panas yang berkepanjangan • Usia Lanjut • Penyakit Kardiovaskular • Obat-obatan yang meningkatkan tonus otot • Meninggalkan bayi atau anak-anak dalam mobil tertutup pada saat suhu udara panas • Kerusakan <i>spinal cord</i> atau otak
Efek	<ul style="list-style-type: none"> • Menggigil hebat • Peningkatan denyut jantung • Napas dalam 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Heat camps</i> diikuti dengan pergerakan berlebihan. • <i>Heat syncope</i>, terjadi penurunan kesadaran secara

	<ul style="list-style-type: none"> • Kekakuan otot • Penurunan tekanan darah • Koordinasi buruk • Bicara kacau • Kulit Biru • Pupil dilatasi • Lemah, nadi ireguler • Kesadaran menurun • Kematian 	<p>tiba-tiba diikuti penurunan tekanan darah dan kulit basah/lembap dingin.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Heat exhaustion</i>: haus, lelah, mual, delirium, kulit lembap, nadi cepat, suhu lebih dari 37,8 °C • <i>Heatstroke</i>: suhu lebih dari 40°C, tidak berkeringat, mual, pusing, penglihatan kabur, kejang, koma, kematian
Perawatan	<ul style="list-style-type: none"> • Penghangatan (tergantung tingkat gangguan hipotermia, dapat menggunakan selimut, pemberian air hangat, direndam dalam air hangat • Perbaikan tanda vital • Pencegahan komplikasi 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Heat camps</i>: Minum cairan yang mengandung garam dan tempatkan pasien di tempat yang dingin. • <i>Heat syncope</i>: Penggantian cairan (minum atau intravena) dan tempatkan pasien ditempat dingin • <i>Heat exhaustion</i>: penggantian cairan dan garam dan tempatkan pasien ditempat dingin • <i>Heatstroke</i>: turunkan suhu dingin secara cepat dengan merendam pasien dalam air dingin ataupun pemberian <i>icepack</i>

b. Pengukuran Nadi

Nadi adalah gelombang yang diakibatkan oleh adanya perubahan pelebaran dan penyempitan dari pembuluh darah arteri akibat kontraksi ventrikel melawan dinding aorta. Tekanan nadi adalah tekanan yang ditimbulkan oleh perbedaan sistolik dan diastolic. Banyaknya darah yang mendesak keluar dari ventrikel kiri pada setiap kontraksi disebut volume sekuncup. Denyut nadi dipengaruhi oleh saraf simpatik (untuk meningkatkan) dan saraf parasimpatik (untuk menurunkan). Rata-rata jumlah darah pada setiap kontraksi adalah 70 ml pada orang dewasa. Curah jantung adalah jumlah darah yang dikeluarkan oleh jantung per menit. Volume ini digambarkan dengan menggunakan rumusan:

$$\text{Curah Jantung} = \text{volume sekuncup} \times \text{frekuensi nadi} \quad (2.1)$$

Dengan volume sekuncup 70 ml dan frekuensi nadi 72 kali per menit, maka curah jantung sekitar 5.000 ml. Banyak faktor yang memengaruhi irama dan

volume jantung. Bagaimanapun, tubuh mencoba untuk mempertahankan pemasukan darah secukupnya ke sel dalam setiap. Komponen dari nadi yang umumnya dikaji adalah frekuensi, irama, dan amplitudo. Nadi merupakan tanda vital yang melibatkan sistem kardiovaskular. Oleh karena itu, apabila mengkaji keadaan nadi, hal ini sama dengan mengkaji keadaan integritas sistem kardiovaskular. Secara normal frekuensi pada nadi sesuai dengan irama pada jantung. Frekuensi nadi berbeda berdasarkan tingkatan usia. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Frekuensi nadi normal Setiap Usia Pasien

Usia	Minimal (BPM)	Maksimal (BPM)
Baru Lahir	100	180
1 bulan – 1 tahun	80	160
1 tahun – 3 tahun	80	130
3 tahun – 6 tahun	80	120
6 tahun – 12 tahun	65	100
12 tahun – 18 tahun	60	90
19 tahun- 69 tahun	60	100
➤ 70 tahun	60	100

c. Pengukuran Pernapasan

Bernapas merupakan cara tubuh untuk menghirup oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. Bernapas juga membantu menjaga keseimbangan asam-basa dalam jangka pendek. Dalam kondisi normal, pernapasan pada orang dewasa yang sehat adalah 16-20 kali/menit. Frekuensi pernapasan pada bayi dan anak-anak lebih cepat. Ada hubungan yang konsisten antara frekuensi nadi dengan frekuensi pernapasan pada orang sehat, di mana perbandingannya adalah dalam 1 kali pernapasan akan terdapat 4 kali denyut jantung. Selama sakit, frekuensi pernapasan akan bervariasi. Pada saat terjadi peningkatan suhu tubuh, frekuensi pernapasan akan meningkat sebagai respons terhadap laju metabolisme. Pengkajian yang harus dilakukan sebelum melakukan pemeriksaan pernapasan adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji faktor adanya gangguan pernapasan, seperti: demam, nyeri, penyakit pada dinding atau otot paru-paru, serta cedera kepala yang disertai kerusakan pada batang otak.
2. Mengkaji tentang gejala gangguan pernapasan kuku, bibir, membran mukosa biru, lemas, penurunan kesadaran, nyeri saat bernapas.
3. Mengkaji faktor-faktor yang secara normal mempengaruhi pernapasan, seperti: umur, kecepatan bernapas, aktivitas, dan merokok.

d. Pengukuran Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tenaga yang digunakan darah untuk melawan dinding pembuluh. Tekanan maksimum darah yang digunakan pada dinding arteri ketika ventrikel kiri pada jantung mendorong darah melalui katup aorta ke dalam aorta selama systole. Tekanan tertinggi tersebut dinamakan tekanan sistolik. Pada orang dewasa sehat normalnya adalah 120 mmHg. Ketika jantung istirahat di antara denyutan (diastole), maka tekanan akan menurun. Tekanan terendah pada dinding arteri pada saat ini disebut tekanan diastolic. Pada orang dewasa normal adalah 80 mmHg. Sangat penting mengetahui tekanan darah normal seseorang karena adanya perbedaan tekanan darah pada seseorang karena adanya perbedaan tekanan darah pada setiap individu. Peningkatan atau penurunan 20-30 mmHg pada tekanan darah seseorang adalah bermakna, bahkan walaupun itu masih dalam rentang normal. Tabel 2.4 merupakan rata-rata tekanan darah dalam batas normal dan hipertensi.

Tabel 2.4 Tekanan darah dan hipertensi berdasarkan tingkatan usia

Usia	Rata-rata Tekanan Darah Normal	Perkiraan Hipertensi
Baru Lahir	40 mmHg sistolik	Tidak dapat ditentukan
1 bulan	85/54 mmHg	Tidak dapat ditentukan
1 Tahun	95/65 mmHg	$\geq 110/75$ mmHg
6 tahun	105/65 mmHg	$\geq 120/80$ mmHg
10 tahun – 13 tahun	110/65 mmHg	$\geq 125/85$ mmHg
14 tahun – 17 tahun	120/80 mmHg	$\geq 135/90$ mmHg
18 tahun ke atas	120/80 mmHg	$\geq 140/90$ mmHg

Faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan darah pada orang sehat diantaranya adalah berikut

1. Usia seseorang, tekanan darah akan rendah pada saat lahir, meningkat pada masa remaja, dan sedikit menurun pada masa tua. Pada usia dewasa akan terjadi penurunan elastisitas arteri sehingga dapat meningkatkan resistensi perifer dan selanjutnya meningkatkan tekanan darah.
2. Wanita biasanya mempunyai tekanan darah yang lebih rendah daripada pria pada usia yang sama.
3. Tekanan darah meningkat setelah makan.
4. Tekanan darah biasanya tinggi pada orang-orang yang gemuk dibandingkan dengan orang yang kurus
5. Emosi, seperti marah, takut, atau gembira yang berlebihan, secara umum menyebabkan tekanan darah meningkat.
6. Tekanan darah seseorang cenderung menjadi rendah ketika dalam posisi *prone* (tengkurap) atau *supine* (telentang) dibandingkan dalam posisi duduk atau berdiri.
7. Fluktuasi normal terjadi sepanjang hari. Tekanan darah umumnya rendah pada pagi hari. Kemudian akan meningkat sekitar 5-10 mmHg pada sore hari menjelang malam dan selanjutnya akan turun kembali pada saat tidur.
8. Tekanan darah sistolik meningkat selama periode latihan dan aktifitas yang kuat atau berat.

Oleh karena banyaknya faktor yang mempengaruhi tekanan darah, maka pengukuran darah tidak terlalu bermakna apabila hanya dilakukan satu kali pengukuran. The America Heart Association merekomendasikan pembacaan sebanyak 2 hingga 3 kali sebelum memutuskan seseorang tersebut mengalami tekanan darah tinggi. Pengukuran sebaiknya diambil setelah pasien istirahat sekitar 5 menit dan tidak sedang mengonsumsi kafein ataupun merokok dalam jangka waktu 30 menit sebelum diukur [10].

2.2.2 Nodemcu ESP32

Nodemcu ESP32 merupakan mikrokontroler dikembangkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266 dan juga memiliki modul W-Fi dan juga modul Bluetooth. ESP32 dirancang untuk aplikasi seluler, dapat digunakan dalam elektronik, dan *Internet-of-Things (IoT)*, ini fitur semua karakteristik canggih dari chip berdaya rendah. ESP32 terdapat 34 pin GPIO yang dikategorikan menjadi *Digital Only*, *analog enabled*, *capacitive touch enabled* dan lain-lainnya.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32 [11]

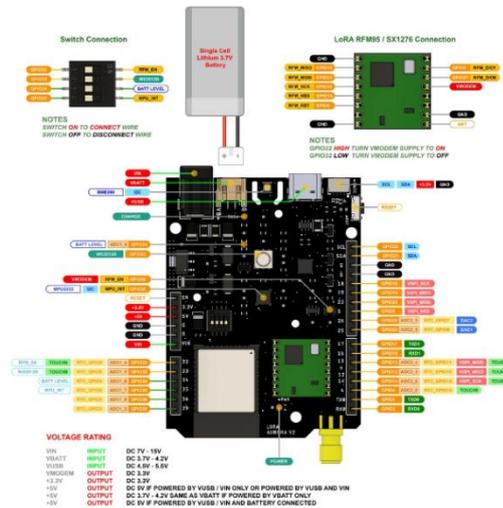
Tabel 2.5 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

Spesifikasi	ESP32
MCU	Xtensa Dual-core 32-bit LX60 600 DMIIPS
Wi-Fi	Yes, HT40
Bluetooth	Bluetooth 4.2 <i>and below</i>
<i>Typical Frequency</i>	160 Mhz
SRAM	512 kBytes
Flash	SPI
GPIO	36
<i>Hardware / Software PWM</i>	1 / 16 Channels
SPI/I2C/I2S/UART	4/2/2/2
ADC	12-bit
CAN	1
Ethernet MAC Interface	1
<i>Touch Sensor</i>	Yes
<i>Temperature Sensor</i>	Yes
<i>Working Temperature</i>	-40°C – 125 °C

2.2.3 ESP32 Cosmic Id

Cosmic LoRa Aurora adalah *Board* mikrokontroler yang dilengkapi dengan ESP32 yang digabung dengan modul *chip* LoRa. Papan dev Cosmic LoRa Aurora memiliki tiga *input* sumber daya - USB, Baterai LiPo, DC Jack - yang dapat

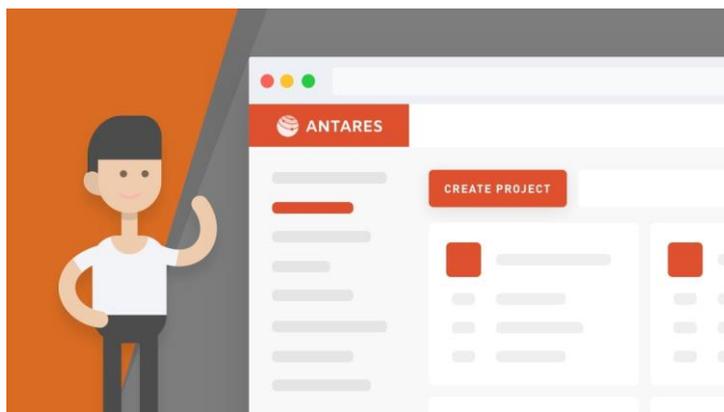
menjalankan secara bersamaan. *Board* ini memiliki *Smart Power Switching*, yang secara otomatis dapat memprioritaskan USB, LiPo dan DC Jack. Jadi dapat mengisidaya LiPo saat menjalankan papan melalui USB atau DC Jack bertenaga Surya. Secara *default*, ESP32 telah disertakan dengan Wi-Fi dan *Bluetooth Low Energy*. Konektivitas itu bahkan diperluas dengan kehadiran modul LoRa memiliki reputasi yang baik untuk konsumsi daya rendah.



Gambar 2.2 ESP32 LoRa Cosmic Id [12]

2.2.4 Platform Antares

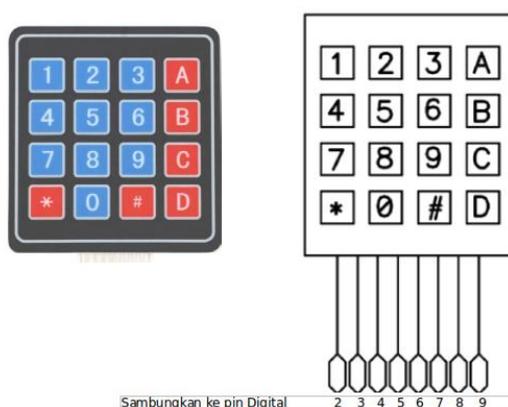
Telkom membuat *platform* digital yang bisa digunakan oleh berbagai perusahaan dan bisnis. Salah satunya adalah *platform* Antares. Antares merupakan merek dagang *Internet of Things* (IoT) di bawah PT Telkom Indonesia Tbk. Antares memiliki dua pilar inti, yaitu *Platform* IoT, dan konektivitas IoT. Antares terdapat beberapa fitur yaitu *device management* sampai data *storage* yang memudahkan para pengembang dalam menyalurkan idenya tentang *Internet of Things*. Adapun beberapa kelebihan dari Antares yaitu tidak perlu lagi mengurus *server* karena API sudah disediakan Antares, keamanan yang baik, dan juga database di dalam Indonesia.



Gambar 2.3 Ilustrasi Tampilan Antares Telkom [13]

2.2.5 Keypad 4 x 4

Keypad 4x4 merupakan sebuah perangkat tombol yang terdiri dari simbol, angka, dan huruf alfabet, keypad 4x4 berfungsi sebagai alat komunikasi manusia dan mikrokontroler. Keypad 4x4 terdiri dari 4 pin baris dan 4 pin kolom, terdapat 8 pin sebagai cara untuk berinteraksi dengan 16 tombol berupa saklar *push button* yang diletakkan pada setiap persilangan baris dan kolom. Fitur dan spesifikasi dari keypad ini yaitu antarmuka yang mudah, dilengkapi perekat, desain yang tipis, tegangan maksimum setiap segmen yaitu 24v dan arus maksimum setiap segmen yaitu 30mA [14].



Gambar 2.4 Keypad 4x4

Tabel 2.6 Spesifikasi Keypad 4x4

Spesifikasi	Keypad 4x4
Tombol Numerik	0-9
Tombol Angka	A-D
Spesial karakter	* dan #
Dimensi	2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm).

2.2.6 *Liquid Crystal Display (LCD) I2C*

LCD I2C merupakan alat yang berguna untuk menampilkan karakter, sehingga dapat dilihat melalui tampilan layar kristal dengan penyesuaian kontrol kontras. LCD 16x2 I2C memiliki 16 nomor pin, dimana masing-masing pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya. LCD 16x2 ini beroperasi pada *power supply* +5V, tetapi juga dapat beroperasi pada *power supply* +3V. Koneksi sirkuit *driver* LCD yang kompleks. Keuntungan signifikansi nyata dari modul LCD Serial I2C ini yaitu menyederhanakan koneksi sirkuit, menyimpan beberapa pin I/O di papan Arduino [15].



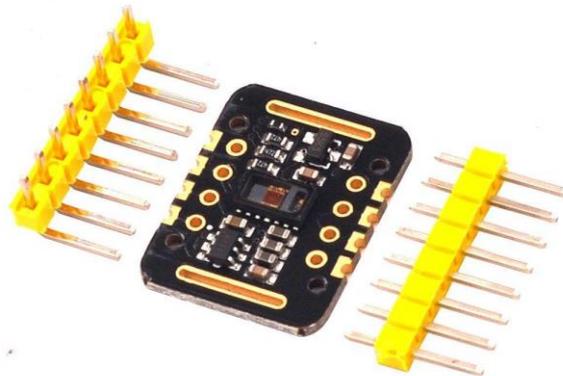
Gambar 2.5 LCD 1602 I2C

Tabel 2.7 Spesifikasi LCD 1602

Spesifikasi	Keterangan
GND	Catu daya 0 Vdc
VCC	Catu daya positif
CONSTRATE	Untuk kontras tulisan LCD
<i>Register Select</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>High</i> : untuk mengirim data• <i>Low</i> : untuk mengirim instruksi
Read/Write	<ul style="list-style-type: none">• <i>High</i> : mengirim data• <i>Low</i> : mengirim instruksi• Disambungkan dengan <i>LOW</i> untuk pengiriman data ke layar
<i>ENABLE</i>	Untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai <i>LOW</i> , LCD tidak dapat diakses
<i>Backlight +</i>	Disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar
<i>Backlight -</i>	Disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar
D0 – D7	Data bus 0 – 7

2.2.7 Sensor MAX30102

Sensor MAX30102 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kondisi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah. MAX30102 terdapat LED internal, fotodetektor, elemen optik, dan elektronik dengan noise rendah dengan penolakan cahaya *ambient*. MAX30102 beroperasi pada catu daya 1.8V tunggal dan catu daya 3.3V terpisah untuk LED internal. Komunikasi dilakukan melalui standar yang kompatibel dengan antarmuka I2C. Sensor ini terdiri dari sepasang Dioda pemancar cahaya yang memancarkan cahaya merah monokromatik pada panjang gelombang 660 nm dan cahaya inframerah pada panjang gelombang 940 nm. Panjang gelombang ini secara khusus dipilih karena pada panjang gelombang ini hemoglobin teroksigenasi dan terdeoksigenasi memiliki penyerapan yang berbeda. Ada dua bagian pada sensor, dioda pemancar dan photoreceiver. Saat fotodiode memancarkan cahaya, dan menempatkan jari dengan pas pada sensor. Cahaya yang dipancarkan diserap oleh darah beroksigen dan sisa cahaya dipantulkan melalui jari, kemudian diproses dan dibaca melalui mikrokontroler.



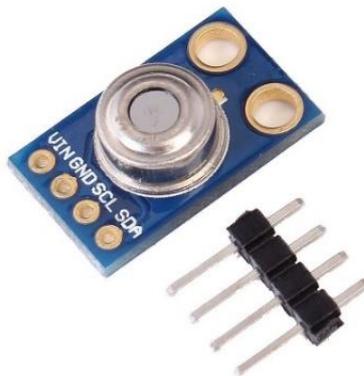
Gambar 2.6 Sensor MAX30102

Tabel 2.8 Spesifikasi sensor MAX30102 [16]

Pin	Definisi Pin
VIN	<i>Power input 1.8V – 5.5 V</i>
SCL	IIC-SCL
SDA	IIC-SDA
INT	MAX30102 INT
IRD	MAX30102 IR_DRW
RD	MAX30102_R_DRV
GND	GROUND

2.2.8 Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 merupakan sensor suhu yang menggunakan radiasi gelombang inframerah yang dimana pengukuran suhu tidak perlu kontak secara langsung terhadap benda yang diukur. Cara kerja dari sensor MLX90614 ini adalah menyerap sinar inframerah yang dipancarkan suatu benda dan didesain untuk mendeteksi energi radiasi inframerah dan mengubah radiasi inframerah menjadi skala *temperature*. Sensor MLX90614 memiliki dua *output* yaitu suhu ruangan dan suhu *object*.



Gambar 2.7 Sensor MLX90614

Tabel 2.9 Spesifikasi Sensor MLX90614 [17]

Spesifikasi	MLX90614
<i>Power Supply</i>	5v
Model	GY-906
Sensor	MLX90614
<i>Operating Temperature</i>	40°C-125°C
<i>Temperature Sensing Range</i>	70°C-380°C
<i>Measurement Resolution (PWM Output)</i>	0.14°C
<i>Measurement Resolution (TWI Output)</i>	0.02°C
<i>Colour</i>	<i>Blue</i>
<i>Material</i>	<i>Immersion Gold PCB</i>
<i>Weight</i>	3g

2.2.9 Regresi Linear

Analisis regresi adalah analisis yang dilakukan pada suatu hubungan dari variable tak bebas (*dependent variable*) dan variabel bebas (*Independent variable*). Dua variabel tersebut adalah variabel dependen (yy) atau disebut juga dengan

variabel respon dan variabel independen (x) atau disebut juga dengan variabel prediktor atau variabel penjelas. Manfaat dari hasil analisis regresi linear yaitu untuk membuat keputusan apakah naik dan menurunnya variabel *dependen* dapat dilakukan melalui peningkatan variabel *independen* atau tidak. Persamaan umum metode regresi linear sederhana yang digunakan adalah:

$$y' = a + b(x) \quad (2.2)$$

Keterangan:

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

y = Variabel *dependen* (Variabel tak bebas)

x = Variabel *independen* (Variabel bebas)

Selain itu, nilai a dan b dapat dicari dengan rumus berikut: [18]

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad (2.3)$$

$$b = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad (2.4)$$

2.2.10 Long Range (LoRa)

LoRa, yang merupakan singkatan dari "Long Range", adalah sistem komunikasi nirkabel jarak jauh, teknik modulasi *spread spectrum* yang berasal dari teknologi *chirp spread spectrum* (CSS). LoRa Semtech adalah *platform* nirkabel berdaya rendah jarak jauh yang telah menjadi *platform* nirkabel *de facto* Internet of Things (IoT). Perangkat dan jaringan LoRa seperti LoRaWAN memungkinkan aplikasi IoT pintar yang memecahkan beberapa tantangan terbesar yang dihadapi planet kita: manajemen energi, pengurangan sumber daya alam, pengendalian polusi, efisiensi infrastruktur, dan pencegahan bencana. Perangkat LoRa Semtech telah mengumpulkan beberapa ratus kasus penggunaan yang diketahui untuk kota pintar, rumah dan bangunan, komunitas, pengukuran, rantai pasokan dan logistik, pertanian, dan banyak lagi. Dengan ratusan juta perangkat yang terhubung ke

jaringan di lebih dari 100 negara dan terus berkembang, LoRa menciptakan planet yang lebih cerdas [19].

2.2.11 Parameter Pengujian LoRa

Adapun parameter pengujian dari LoRa, yaitu:

a. *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*

RSSI merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal. Semakin jauh jarak pancar, sinyal yang diterima akan semakin lemah dan pengiriman data akan semakin lama. Semakin mendekati 0, maka sinyal lebih baik. RSSI diukur dalam dBm dan merupakan nilai negatif, nilai RSSI minimum adalah -120 dBm. Nilai RSSI LoRa yang khas adalah jika nilai RSSI -30 dBm, maka sinyal RSSI dikategorikan sinyal kuat, dan jika nilai RSSI -120 dBm, maka sinyal tersebut dikategorikan sinyal lemah. [20].

$$RSSI(dBm) = TxPower(dBm) + TxGain(dBi) - FSPL + RxGain(dBi) \quad (2.5)$$

$$FSPL(dB) = 20Log_{10}(d) + 20 Log_{10}(f) + k \quad (2.6)$$

Keterangan:

Tx Power = Daya pancar pada antena pengirim (dBm)

Tx Gain = Gain pada antena pengirim (dBi)

Rx Gain = Gain pada antena penerima (dBi)

FSPL (Free Space Path Loss) = Daya yang hilang diruang bebas (dB)

d = Jarak antara pengirim dan penerima (km)

f = Frekuensi (MHz)

k = Konstanta

b. *Signal to Noise Ratio (SNR)*

Signal to Noise Ratio (SNR) didefinisikan sebagai rasio antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya derau (*noise*), dan secara luas digunakan sebagai standar ukuran kualitas sinyal untuk sistem komunikasi. Suatu sinyal informasi sebagai media komunikasi akan mengalami banyak gangguan oleh derau (*noise*), sehingga dapat merusak sinyal informasi itu. Sinyal yang mengalami

gangguan ini mengalami penurunan kualitasnya. Kualitas sinyal ini dapat ditentukan nilai dari nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang diukur dalam satuan desibel (dB). Nilai LoRa SNR yang khas adalah antara: -20dB dan +10dB [21].

$$SNR (dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right) \quad (2.7)$$

Keterangan:

S = Daya sinyal (dB)

N = Daya noise (dB)

c. Packet Loss

Packet Loss adalah hilangnya paket yang dikirim saat mengirim data antara penyedia layanan dengan pengguna tujuan, *packet loss* dapat disebabkan oleh paket yang rusak, jalur jaringan penuh (*router buffer overflow*), dan kegagalan kemacetan pada jaringan . Rumus dari *Packet Loss* yaitu: [22]

$$Packet Loss = \frac{Data\ packet\ sent - Data\ packet\ received}{Data\ packet\ sent} \times 100\% \quad (2.5)$$

Tabel 2.10 Packet Loss Standar Tiphon

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss (%)</i>	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	24	1