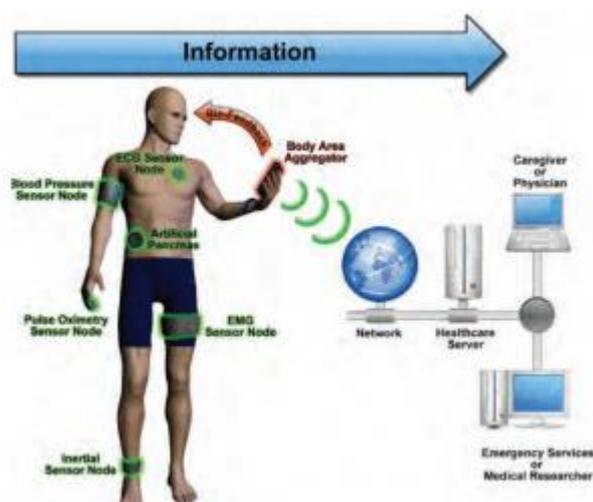


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Multi – Sensor Network Untuk Sistem Monitoring Kesehatan*

Multi Sensor Network (MSN) merupakan adaptasi dari Wireless Sensor Network, namun MSN menggunakan lebih dari satu sensor yang saling terhubung didalam satu jaringan. Wireless Sensor Network (WSN) merupakan teknologi pemantauan yang terdiri atas node sensor yang tersebar dan di koordinasikan menggunakan sebuah sistem jaringan nirkabel. Setiap node memiliki kemampuan untuk pengolahan data (mikrokontroler, CPU atau chip DSP), memiliki memori (program, data, memori flash), RF transceiver, sistem catu daya (baterai atau sel surya), dan melibatkan satu atau lebih sensor serta aktuator. Sistem WSN memiliki tingkat efesiensi lebih tinggi dibandingkan dengan sistem jaringan berbasis kabel dari segi biaya, fleksibilitas dan reliabilitas serta diprediksi akan menggantikan teknologi hybrid (berbasis kabel dan nirkabel) dalam beberapa tahun mendatang[16] .



Gambar 2.1. WSN Untuk *Monitoring Kesehatan*[15]

Teknologi WSN dapat diterapkan di berbagai bidang yang memerlukan pemantauan data. WSN sudah mulai digunakan pada banyak bidang. WSN digunakan pada bidang kesehatan, perumahan, keamanan. WSN juga mulai populer digunakan pada bidang kesehatan. WSN digunakan sebagai pemantau parameter kesehatan seorang pasien yang dapat dilakukan oleh pasien maupun petugas kesehatan agar dapat melakukan perawatan dan pemantauan rutin.

Pada penelitian oleh G.Virone[17], teknologi WSN digunakan untuk monitoring kesehatan dengan menggunakan MicaZ. Parameter kesehatan yang dimonitor pada penelitian tersebut yaitu detak jantung dan suhu tubuh menggunakan *pulse-oxymetry* dan EKG.

## **2.2.Sistem Multi Sensor Untuk Monitoring**

Multi Sensor merupakan penggunaan lebih dari satu channel sensor dalam kegiatannya. Penggunaan saluran sensor secara bersamaan akan meningkatkan bandwidth interaksi antara manusia dan komputer. Hal ini juga akan membuat interaksi manusia-komputer menjadi seperti interaksi antara manusia dan lingkungannya.

Ada lima sensor input yang dimiliki manusia yaitu berkenaan dengan penglihatan (*visual*), merupakan sensor yang paling utama digunakan dalam komunikasi. Suara (*sound*) digunakan terbatas pada beberapa interface. Misal, suara "*beep*" digunakan sebagai "*warning*". Pendengaran (*hearing*), digunakan dalam kehidupan sehari-hari sehingga perluasan aplikasi ke interface dapat bermanfaat. Rasa (*taste*) dan bau (*smell*) merupakan sensor yang paling sedikit digunakan. Kedua sensor ini lebih digunakan untuk komunikasi. Karena hanya ada sedikit cara mengimplementasikan device yang dapat me-generate keduanya, maka kedua sensor ini tidak dikembangkan. Berikut contoh penggunaan multi sensor sebagai sistem monitoring :

**Tabel 2.1. Contoh Penggunaan Sistem Multi Sensor**

Sistem Multi Sensor	Jenis Sensor	Fungsi Sensor
Monitoring Lingkungan	- SHT 11 - TGS4160	- Suhu - Gas CO2
Monitoring Lalu Lintas	- MPU6050 - Sensor Suara	- Tingkat Kemiringan - Tingkat Kebisingan
Monitoring Volume Air	- HC-SR04 - Flow Meter	- Volume Air - Output Volume
Monitoring Kualitas Udara	- MQ135 - DHT11	- Kontaminan Udara - Suhu Kelembaban
Monitoring Kesehatan	- Pulse Sensor - LM35	- Detak Jantung - Suhu Tubuh

### 2.2.1. Sistem Multi Sensor Untuk Monitoring Kesehatan

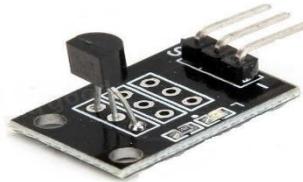
Sensor adalah detektor yang memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti tekanan atau cahaya. Sensor kemudian akan mengkonversi pengukuran menjadi sinyal agar seseorang dapat membaca[20]. Sebagian besar sensor yang digunakan saat ini benar-benar akan dapat berkomunikasi dengan perangkat elektronik yang akan melakukan pengukuran dan perekaman. Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut[21]. Pada penelitian ini akan digunakan 2 buah sensor yaitu pulse sensor untuk detak jantung dan sensor DS18B20 sensor suhu tubuh.

**Tabel 2.2. Sistem Monitoring Kesehatan**

Parameter Yang Diukur	Sensor Yang Digunakan	Lokasi	Konektifitas

Detak Jantung dan Suhu Tubuh	- Pulse Sensor - LM35D	Tangan	ZigBee dan WLAN
Detak Jantung dan Suhu Kulit	- Ag/AgCl Gel - elektroda	Dada	-
Kardiovaskular dan Suhu Kulit	- NTC Mon-A- Therm - Shieldex Silver Plated Nylon yam	Kulit	-
Ritme Circadian dan	- MF51E NTC - Thermistor	Kulit	RF (Tyndall Node)

#### 2.2.1.1. Sensor DSS18B20 Sebagai Sensor Suhu



**Gambar 2.2. Sensor DS18B20**

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah Dallas Semiconductor, lalu dicaplok oleh Maxim Integrated Products). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian  $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ . Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (single wire data bus/1-wire protocol). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data logging dan kontrol berbasis temperatur di luar sana[22].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Salomi dkk[23], sensor DS18B20 merupakan salah satu sensor suhu yang paling akurat. Sensor DS18B20 merupakan

sensor digital yang sangat cocok untuk Raspberry Pi. Pada penelitian ini, sensor DS18B20 akan digunakan sebagai sensor suhu tubuh yang nantinya akan diproses oleh raspberry pi sebagai pemroses utama kemudian data suhu tubuh yang diterima dari sensor DS18B20 akan dikirim pada layar *display*.

### **2.2.1.2.Pulse Sensor Sebagai Sensor Detak Jantung**

*Pulse sensor* pada dasarnya adalah peralatan medis yang berfungsi untuk memantau kondisi denyut jantung manusia. Rangkaian dasar dari sensor ini dibangun dengan menggunakan *phototransistor* dan LED[24]. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan sinar LED. Kulit digunakan sebagai permukaan reflektif untuk sinar LED. Kepadatan darah pada kulit akan mempengaruhi reflektifitas sinar LED. Aksi pemompaan jantung mengakibatkan kepadatan darah meningkat. Pada saat jantung memompa darah, maka darah akan mengalir melalui pembuluh arteri dari yang besar hingga kecil. Volume darah pada darah pada pergelangan tangan bertambah maka intensitas cahaya yang mengenai *phototransistor* akan kecil karena terhalang oleh volume darah, begitu juga sebaliknya. *Output* sinyanya dari *phototransistor* kemudian dikuatkan oleh sebuah *Op-Amp* sehingga dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler.

Sensor ini mampu membaca denyut jantung dengan satuan *beat per minute* (bpm). Tegangan keluaran *pulse sensor* adalah 3.3 volt -5 volt dan pada saat arus 4 ma membutuhkan tegangan 5 volt dan outputnya adalah tegangan analog. Alat ini menggunakan filter dan Op-Amp untuk meningkatkan amplitudo dari pulsa gelombang dan menormalisasi sinyal ke titik referensi.

Sensor pulsa dirancang untuk mengukur *inter beat interval* atau IBI. IBI adalah selang waktu pada denyut jantung dalam mili detik dengan waktu momen sesaat dari jantung berdetak. BPM berasal setiap detak dari rata-rata setiap 10 kali IBI. Jadi, saat mikrokontroler Arduino dihidupkan dan berjalan dengan sensor pulsa yang dihubungkan ke pin analog A0, terus-menerus (setiap 2ms) membaca nilai sensor berdasarkan denyut jantung yang terukur.



**Gambar 2.3. Pulse Sensor**

Gambar 2.4 merupakan bentuk fisik dari *pulse sensor* tampak depan dan belakang. Sensor detak jantung ini memiliki 3 pin yang fungsinya masing-masing seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3. Pin sensor detak jantung ini terdiri dari GND, VCC dan SIGNAL. Pin signal ini akan dimasukkan ke dalam pin analog arduino.

**Tabel 2.3. Fungsi Pin Pulse Sensor**

Pin	Warna	Fungsi
1	Hitam	GND
2	Merah	VCC +3V - +5V
3	Ungu	Signal

Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan sinar LED. Kulit digunakan sebagai permukaan reflektif untuk sinar LED. LED yang digunakan adalah jenis LED *superbright* berwarna hijau yang mampu menembus permukaan kulit. Untuk sensor cahaya digunakan IC APDS 9008 yang sangat sensitif terhadap perubahan cahaya. Untuk menguatkan hasil dari keluaan sensor APDS 9008 digunakan *Op-Amp* MCP601 menggunakan rangkaian *inverting*. Hasil penguatan yang maksimal dibandingkan jenis *Op-Amp* lain. *Output* dari *Op-Amp* berupa sinyal analog kemudian di olah oleh mikrokontroler arduino Pro Mini

sehingga dapat menampilkan sinyal BPM. Catu daya yang digunakan sensor ini sebesar 5 V yang didapatkan dari rangkaian catu daya.

Pada penelitian oleh Vineela[25], pulse sensor digunakan untuk monitoring detak jantung secara real time., data dari detak jantung dikirimkan pada platform IoT yaitu Thingspeak untuk dapat dimonitoring.

### 2.3. Teknologi *Raspberry Pi* Sebagai Unit Pemrosesan Utama

*Raspberry Pi* merupakan sebuah papan yang berukuran sangat kecil yang dapat menjalankan beberapa fungsi program yang dikembangkan oleh *Raspberry Foundation* oleh sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris[18].



**Gambar 2.4. Unit *Raspberry Pi***

Pada penelitian oleh Shreya dan Malavika[18], *raspberry pi* merupakan mikrokontroller yang dapat digunakan untuk berbagai kegiatan monitoring salah satunya adalah monitoring kesehatan. Pada penelitian tersebut[18], dilakukan monitoring kesehatan yaitu detak jantung dan suhu tubuh. Penelitian oleh Surya dkk[19] menjelaskan tentang penggunaan *raspberry pi* yang dikombinasikan dengan modul GSM untuk monitoring detak jantung.

Pada tugas akhir ini juga akan menggunakan *raspberry pi* sebagai pemrosesan utama untuk monitoring kesehatan. Penggunaan *raspberry pi* sebagai

sistem monitoring yaitu dengan dibantu beberapa sensor, raspberry akan melakukan pekerjaan mikrokontroler yang nantinya akan menampilkan data-data pada display android. Data tersebut nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk dianalisa dan akan didapatkan hasil dari monitoring kesehatan kemudian akan di teruskan pada database agar dapat di monitoring secara langsung oleh petugas kesehatan.

### 2.2.1. Sejarah Raspberry Pi

Proyek Raspberry Pi dimulai pada tahun 2006. Mereka berkeinginan untuk merasakan semangat menjadi seorang “pelopor”, seperti yang dirasakan pada tahun 1980, ketika Personal Computer (PC) dengan harga terjangkau tersedia untuk para penggemar komputer. Mereka memiliki kekhawatiran terhadap berkurangnya minat terhadap ilmu komputer dan berpendapat bahwa kurikulum ICT saat ini terlalu berfokus pada membuat *word processing*, *spreadsheet*, dan *database*.

Awalnya mereka berencana untuk membuat komputer berbasis mikrokontroler yang dapat *booting* secara langsung kepada *Python interpreter prompt*. Perangkat yang murah ini diciptakan untuk mempromosikan sebuah generasi baru dalam dunia pemrograman dan pengembangan.

Karena biaya produksi dari sistem yang dapat bekerja dengan kemampuan jaringan, driver, dan lain-lain ke dalam interpreter, maka mereka memutuskan untuk menggunakan sistem operasi Linux yang bersifat fleksibel dan *Open Source*.

Karyawan perusahaan *Broadcom*, Eben Upton serta tokoh-tokoh lainnya seperti Jack Lang, David Braben, Pete Lomas, Profesor Alan Mycoft, dan Dr Robert Mullins mendirikan sebuah badan amal yang disebut “The Raspberry Pi Foundation”. Mereka memiliki gagasan untuk merancang papan *System on Chip* (SoC) yang diisi dengan chip processor *Broadcom ARM11*, lalu dijual dengan harga yang terjangkau, ditujukan untuk para insinyur komputer generasi baru yang tentunya berpotensi besar.

Mulanya, Papan *Prototype* pertama mereka hanyalah sebesar Flashdisk, yang memiliki 1 port USB dan port HDMI. Papan ini juga memiliki slot MicroSD untuk menyimpan OS linux. Papan ini terlalu kecil untuk menambahkan port LAN,

port GPIO, atau output audio, yang artinya papan ini kurang cocok untuk dikembangkan.

Kemudian mereka memutuskan untuk membuat papan sebesar kartu kredit, dan bekerja sama dengan Linux untuk membuat sistem operasi yang memungkinkan untuk berkerja pada processor 700MHz ARM1 176JZF-S.

Desember 2011, Raspberry Pi model Beta mampu memainkan video HD 1080p menggunakan *onboard* Videocore IV GPU. Raspberry Pi model ini memiliki konektor daya tipe micro-usb, yang memungkinkan para pengguna untuk menghidupkan perangkat ini menggunakan charger ponsel biasa.

Bulan Januari 2012, Raspberry Pi Foundation menjual beberapa prototypenya di Ebay. Diumumkan juga sebanyak 10,000 unit komputer Raspberry Pi sedang diproduksi di Cina. Mereka akan dijual melalui komponen industri suplier “RS Components International” dan “Premier Farnell” dengan desain tambahan untuk para *engineer* yang dirancang oleh “Element 14”.

Setelah melalui rintangan-rintangan tersebut, akhirnya Raspberry Pi siap untuk dijual secara *pre-order*. Peluncuran resmi diadakan pada tanggal 29 Februari 2012 pukul 6 Pagi waktu setempat.

Kini Raspberry Pi telah diproduksi dengan berbagai model lainnya, seperti Raspberry Pi 2 model B, dan yang terbaru adalah Raspberry Pi 3 model B yang dirilis pada Februari 2016[20].

### 2.2.2. Kegunaan Raspberry Pi

Beberapa kegunaan raspberry pi antara lain :

#### a. Sebagai Komputer Desktop Mini

Perkembangan Raspberry Pi kini sudah semakin baik dan canggih. Fitur dan penggunaannya pun bisa di manfaatkan layaknya komputer desktop walaupun tetap belum bisa menandingi komputer desktop berbasis CPU Intel. Selain itu, Raspberry Pi ini juga di klaim lebih hemat daya.

**b. Sebagai File Server**

Kita dapat berbagi file film, dokumen, music atau foto-foto lain dimana saja dan kapan saja. Kemampuan dan kelebihan ini membuat Raspberry Pi mampu seolah-olah memiliki fungsi layaknya file server.

**c. Sebagai Download Server**

Dari generasi ke generasi, RasPi saat ini bisa digunakan juga sebagai download server. Dengan Raspberry, penggunaanya bisa melakukan pengontrolan dan pengelolaan file yang di download via web, baik web browser desktop, smartphone ataupun tablet.

**d. Sebagai Access Point**

Device Raspberry yang kita miliki saat ini bisa dijadikan sebagai access point dengan menancapkan adapter Wi-Fi yang kompatibel.

**e. Sebagai Server DNS**

Kita bisa menjadikan server DNS pada Raspberry Pi sebagai pengganti server DNS ISP yang melambat dengan bantuan aplikasi seperti BIND9 atau djbdns.

**f. Sebagai Multimedia Player**

Selain hal-hal diatas, kita bisa memanfaatkan RasPi sebagai media player untuk menonton film, mendengarkan music, melihat foto, menonton youtube atau bermain social media dengan menggunakan TV Lawas kita sebagai monitornya.

### **2.2.3. Spesifikasi Raspberry Pi**

Raspberry pi 3 memiliki spesifikasi sebagai berikut[21].

**1. USB port**

Jumlah USB port pada tipe-tipe Raspberry pi 3 berbeda, Rev.A memiliki 1 buah USB port dan Rev.B memiliki 4 buah USB port.USB port yang difungsikan merupakan USB 2.0.tarikan awal arus maksimumnya merupakan 100mA jangka pendek.

## 2. LAN Port

Pada sebuah Raspberry pi 3 terdapat 1 LAN port yang difungsikan mengakses jaringan.

## 3. CSI Header

Pada bagian belakang LAN port terdapat sebuah CSI header yang terdiri dari 15 pin flat flex dan terhubung pada GPU. CSI header sebagai standar interface serial yang didapat dihubungkan pada suatu kamera CSI-COMPLIANT.

## 4. DSI Header

DSI (Display Serial Interface) secara luas didapat difungsikan modul LCD. Seperti halnya CSI, DSI juga terhubung dengan GPU. Apabila DSI difungsikan dengan tambahan Inter-Integrated Circuit Bus (I2C bus) maka akan memberikan kemampuan touch-interface.

## 5. SD Card Slot

Media penyimpanan pada sebuah Raspberry pi 3 merupakan card. Dimana card tersebut sebagai media penyimpan OS yang akan difungsikan Raspberry pi 3. Jenis-jenis card yang didapat difungsikan SD/MMC/SDIO.

## 6. GPIO Headers

GPIO (General-Purpose Input/Output) merupakan pin generik berjumlah 26 pin. Pada konektor GPIO difungsikan inisial "P1-XX" agar tidak merancukan penggunaannya, "XX" tersebut menandakan letak posisi pin tersebut. Jika melihat bagian bawah PCB pada GPIO header terdapat sebuah label bertuliskan "Pi", itu menandakan pin 1 GPIO atau inisialnya.

### **2.4. Internet of Things Untuk Pengiriman Data**

Menurut Fawzi Behmann dan Kwok Wu : *Internet of Thing* atau IoT adalah sebuah istilah yang dimaksudkan dalam penggunaan internet yang lebih besar , mengadopsi komputasi yang bersifat mobile dan konektivitas kemudian menggabungkannya kedalam kesehari-harian dalam kehidupan kita.

IoT berkaitan dengan DoT ( *Disruption of Things* ) dan sebagai pengantar perubahan atau transformasi penggunaan internet dari sebelumnya *Internet of People* menjadi *Internet of M2M (Maching-to-Machine)*.

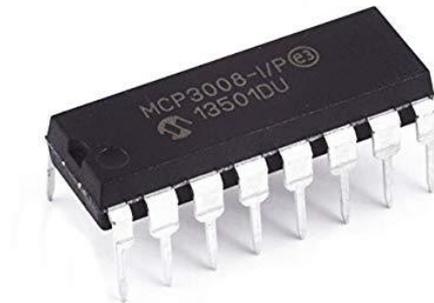
Sedangkan C-IoT adalah singkatan dari *Collaborative Internet Of Thing* adalah sebuah hubungan dari dua point solusi menjadi tiga point secara cerdas, sebagai contohnya adalah iWatch salah satu *smartwatch* tidak hanya memanage kesehatan dan kebugaran tetapi juga dapat menyesuaikan suhu ruangan pada AC mobil.

Pada model C-IoT dalam bentuk sederhanya terdiri dari *Sensing, Gateway,* dan *Services*. Pengindraan (*Sensing*) akan memasukan apa yang di anggap penting, *Gateway* akan menambah kecerdasan dan konektifitas untuk tindakan yang akan di ambil baik tingkatan lokal atau menyampaikan informasinya ke Cloud level, sedangkan *Services* akan menangkap informasi dan mercerna, menganalisa, dan mengembangkan wawasan untuk membantu meningkatkan kualitas hidup atau improve business operation.

Cara Kerja Internet of Things yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

Pada penelitian oleh Pallavi [26], Internet of Things digunakan untuk monitoring ECG menggunakan raspberry pi. Pada penelitian tersebut, sinyal dari sensor ECG akan diproses menggunakan raspberry pi agar mendapat hasil berupa plot.

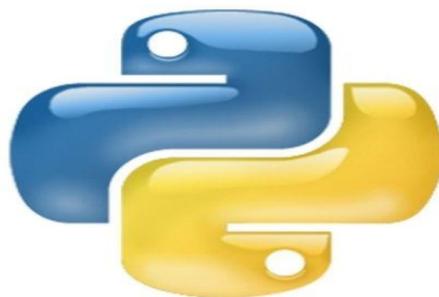
## 2.5. IC MCP3008 Sebagai *Analog To Digital Converter*



MCP3008 ADC adalah salah satu modul konversi dari analog ke digital, mcp3008 tersebut sangat kompatible dengan Raspberry Pi 2 B. dengan menghubungkan Port dari modul konversi dengan port GPIO dari Raspberry Pi sistem operasi raspbian akan mengontrol modul konversi. Port yang merupakan interface penghubung Raspberry Pi dan modul Mcp3008 terdapat pada GPIO Raspberry Pi pin 18, pin 23, pin 24, dan pin 25[27].

Pada penelitian oleh Pallavi [26], MCP3008 digunakan untuk melakukan konversi data analog dari sensor ECG menjadi data digital agar sensor tersebut dapat diproses oleh raspberry pi.

## 2.6. *Python Language Sebagai Bahasa Pemrograman Raspberry Pi*



**Gambar 2.5. Logo Python**

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim

sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif [28].

Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya, namun tidak di batasi pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada python adalah sebagai pemrograman dinamis yang dilengkapi skrip meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa skrip. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembang perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi. Saat ini kode python dapat dijalankan diberbagai platform sistem operasi, beberapa diantaranya adalah Linux, Mac, Windows, Java Virtual Machine, OS/2 dan Amiga.

Pada penelitian oleh Pallavi [26], python digunakan untuk sistem monitoring dengan parameter yang berbeda. Python digunakan untuk memproses program dengan mikrokontroller. Pada tugas akhir ini, python akan digunakan untuk melakukan program pada mikrokontroller *raspberry pi*. Proses pemrograman akan dilakukan pada sistem operasi raspbian.

## 2.6. Perbandingan Penelitian Sebelumnya

**Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Sebelumnya**

No	Display Hardware	Software	Sensor	Penempatan Sensor	Teknik	Deteksi	Ref
1	Komputer	Website	MAX30100, IR Thermometer, Wrist BP module	Pergelangan Tangan	ZigBee GPRS	Tekanan Darah Kadar Oksigen, Detak Jantung, Suhu Tubuh	[8]
2	Komputer, Android	Java	Echocardiograph (ECG)	Pergelangan Tangan	Cloud Prossessing WSN	Detak Jantung, Kadar Oksigen	[9]
3	Android	Java	nRF24AP1		XBee	Detak Jantung	[10]
4	LCD Android Komputer	Java Website	Pulse Sensor	Jari Tangan	Bluetooth	Detak Jantung	[11]
5	Android Komputer	Java Website	Accelerometer, ECG, gyroscope	Pergelangan Tangan	WSN Cloud	Detak Jantung, Kadar Oksigen	[12]
6	Komputer	One System GUI	Phototransistor, Infrared, ADXL Accelerometer, LM35	Pergelangan Tangan, Jari Tangan	XBee	Detak Jantung, Suhu Tubuh	[13]
7	RabbitCore	Hyper Terminal	Pulse Sensor, LM35	Jari Tangan	Bluetooth	Detak Jantung, Suhu Tubuh	[14]

<b>8</b>	Smart Phone Backend Server		MAX30100	Jari Tangan	Cloud Service	Oksigen, Detak Jantung	[15]
<b>9</b>	Komputer Smart Phone	Website	DS18B20, Fitbit	Pergelangan Tangan	SMS Alert	Detak Jantung, Suhu Tubuh	[16]
<b>10</b>	Smart Phone	Java	LM35, Pulse Sensor	Pergelangan Tangan	Bluetooth	Detak Jantung, Suhu Tubuh	[20]
<b>11</b>	Komputer	MGUI	MAX30100	Jari Tangan	MCU Operation	Detak Jantung, Kadar Oksigen	[21]
<b>12</b>	Smart Phone Komputer	Website Java	ECG Sensor PPG Sensor Accelerometer Gyroscope	Lutut,Pergela ngan Tangan, Dada, Jari	ZigBee	Detak Jantung, Gerakan Lutut, Suhu Tubuh, Oksigen	[22]
<b>13</b>	Smart Phone Komputer	IMEC Monitoring System	ECG Sensor	Mata Kaki, Pergelangan Tangan, Dada	Wireless	Detak Jantung, Sensor Gerak, Respiratory	[23]
<b>14</b>	Komputer, Smart Phone	Java Web Server	ECG Sensor	Pergelangan Tangan	Cloud-Assisted	Detak Jantung	[24]
<b>15</b>	Smart Phone Komputer	Web Server	ECG Sensor	Dada, Pergelangan Tangan	Cloud Computing		[25]