BAB II

LANDASAN TEORI

Pada Bab II ini akan dibahas tentang teori yang mendukung dalam pembuatan Tugas Akhir yang telah direalisasikan. Materi yang akan dibahas adalah dasar mengenai *Telehomecare*, denyut nadi, suhu tubuh manusia, arduino uno, nodeMCU, *accerelometer*, sensor suhu, *pulseoxymeter, firebase realtime database, website, webserver*.

2.1 Telehomecare

Telehomecare (THC) adalah subbidang dalam *telehealth*. Ini melibatkan pengiriman layanan kesehatan kepada pasien di rumah melalui penggunaan teknologi telekomunikasi, yang memungkinkan interaksi suara, video, dan data yang berhubungan dengan kesehatan[11]. Manajemen perawatan dilakukan dari situs eksternal oleh profesional perawatan kesehatan. Hal ini sering dipertukarkan dengan pemantauan pasien jarak jauh. Namun, *telehomecare* bukan pemantauan ketat pasien karena menggabungkan berbagai pemberian layanan kesehatan melalui pendidikan, dukungan emosional dan sosial, penyebaran informasi, dan bantuan perawatan diri dan saran. Implementasi THC membantu untuk lebih baik mengelola pasien dengan kondisi kesehatan kronis seperti penyakit jantung, COPD, diabetes, dll, dan kurang kunjungan ke layanan perawatan kesehatan primer dapat terjadi. THC meningkatkan aksesibilitas ke layanan perawatan kesehatan terutama karena kebutuhan akan homecare meningkat dengan populasi yang menua[10]. Selain itu, THC dapat membantu menciptakan jaringan layanan antara rumah sakit dan penyedia perawatan primer, sehingga memungkinkan pasien mendapatkan layanan

yang lebih baik. Selain meningkatkan manajemen kondisi kronis dan meningkatkan akses ke perawatan kesehatan, THC diyakini dapat mengurangi biaya perawatan kesehatan[12].

Teknologi THC dirancang untuk memenuhi kebutuhan berbagai pasien. Ada pasien yang membutuhkan pemantauan minimal atau pemantauan yang sangat canggih. Suatu sistem dapat terdiri dari unit kecil dimana satu atau lebih perangkat periferal terhubung. Ini dapat termasuk monitor tekanan darah, skala berat nirkabel atau kabel, glukometer nirkabel, oksimeter pulsa nirkabel, meteran aliran puncak atau stetoskop[10].

Unit THC dapat mengumpulkan data tentang tanda-tanda vital dan informasi kesehatan dari pasien yang memasukkan nilai ke dalam sistem. Ini dilakukan secara manual atau langsung melalui perangkat yang disediakan. Data ditransfer melalui saluran telepon ke server aman yang terletak di pusat data pabrikan. Data tersebut kemudian diunggah ke aplikasi berbasis web yang aman, memungkinkan profesional kesehatan untuk mengakses dan meninjau informasi pasien dari lokasi manapun dengan akses Internet[10].

THC telah menunjukkan dampak yang signifikan pada penerimaan rumah sakit dan kunjungan ruang gawat darurat, serta, kunjungan klinik berjalan. *Ontario Telemedicine Network* (OTN) melakukan program uji coba yang melibatkan lebih dari 800 pasien dengan salah satu dari dua penyakit kronis - Gagal Jantung Kongestif atau COPD. Hasilnya adalah Pengurangan 65% dalam jumlah penerimaan rumah sakit, Penurunan 72% dalam jumlah kunjungan Kamar Darurat dan 95% pengurangan jumlah kunjungan klinik berjalan. THC menawarkan kesempatan untuk mengalihkan pengiriman banyak layanan perawatan kesehatan dari rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya ke rumah pasien, sehingga

mengurangi beban pada sistem perawatan kesehatan dan membuat rumah sakit untuk kasus yang lebih kritis. Sebuah studi baru-baru ini dalam *The Journal of Telemedicine* dan *Telecare*, menunjukkan bahwa sangat sedikit studi yang telah mengevaluasi efektivitas biaya THC, oleh karena itu, lebih banyak penelitian diperlukan untuk menilai nilai THC dalam mengurangi biaya yang terkait dengan manajemen penyakit kronis[13].

2.2 Denyut Nadi

Jantung merupakan salah satu organ tubuh manusia yang "tidak bisa" manusia kendalikan, berdetak sejak sebelum kita lahir. Seringkali merupakan cerminan suasana hati, lebih cepat saat cemas, atau saat sangat bahagia. Denyut jantung juga merupakan gambaran kebugaran manusia. Saat manusia bergerak, otot yang bekerja memerlukan pasokan oksigen untuk mengolah energi yang didapat dari makanan. Udara yang dihirup oleh paru, dihantarkan darah menuju jantung, kemudian oleh jantung dipompakan keseluruh tubuh, terutama pada otot yang bekerja.Otot, terutama anggota gerak tubuh, bisa kita kendalikan. Makin banyak otot yang bekerja, makin banyak kebutuhan oksigen, makin besar kekerapan denyut jantung manusia perlukan. Jadi, secara tak langsung manusia dapat mengendalikan denyut jantung. Sisi baiknya, selain dipergunakan untuk petanda kebugaran, denyut nadi bisa menjadi panduan dosis olahraga.

Tak perlu stetoskop untuk mengukur denyut jantung, cukup hitung denyut nadi pada pergelangan tangan atau arteri di leher, menggunakan jari tangan, dibantu detikan pada arloji. Menghitung nadi pergelangan tangan dilakukan dengan meletakkan jari telunjuk dan jari tengah pada sisi luar tangan, arah terletak ibu jari.

Cari urat pergelangan tangan, kemudian geser sedikit ke arah luar. Tekan ringan, karena bila terlalu kuat akan menghentikan aliran darah, sehingga denyut tak teraba.

Faktor yang mempengaruhi frekuensi denyut jantung:

1. Jenis kelamin
2. Jenis aktifitas
3. Usia
4. Berat badan
5. Keadaan emosi atau psikis

Jumlah denyut nadi yang normal berdasarkan usia seseorang adalah:

1. Bayi baru lahir : 140 kali per menit
2. Umur di bawah umur 1 bulan : 110 kali per menit
3. Umur 1 - 6 bulan : 130 kali per menit
4. Umur 6 - 12 bulan : 115 kali per menit
5. Umur 1 - 2 tahun : 110 kali per menit
6. Umur 2 - 6 tahun : 105 kali per menit
7. Umur 6 - 10 tahun : 95 kali per menit
8. Umur 10 - 14 tahun : 85 kali per menit
9. Umur 14 - 18 tahun : 82 kali per menit
10. Umur di atas 18 tahun : 60 - 100 kali per menit
11. Usia Lanjut : 60 -70 kali per menit

llmu Kedokteran olahraga FKUI-RSCM, mengetahui denyut nadi merupakan dasar untuk melakukan latihan fisik yang benar dan terukur. Dari denyut nadi, dapat diketahui intensitas atau seberapa keras seseorang melakukan latihan. Atau seberapa keras jantungnya bekerja. Secara umum, yang perlu diperhatikan

dalam olahraga adalah frekuensi dan intensitas. Frekuensi adalah berapa kali seminggu seseorang melakukan olahraga. Sedangkan intensitas dilihat dari denyut nadi.

Sebenarnya ada banyak cara untuk mengukur denyut nadi. Salah satu metode yang di-anggap efektif untuk menentukan denyut nadi adalah Formula Karvonen. Menurut metode ini, denyut nadi dapat diukur melalui pem-buluh arteri radialis yang ada di pergelangan tangan atau pembuluh arteri carotis yang ada di leher. Tetapi, yang umum digunakan adalah melalui pergelangan tangan.

Pertama-tama yang perlu diketahui adalah denyut nadi normal. Hasilnya dapat diperoleh dengan menghitung denyut nadi saat bangun pagi, sebelum melakukan aktivitas apapun. Hasil ini juga sering disebut denyut nadi istirahat (*resting heart rate*). Agar diperoleh hasil yang akurat, Sebaiknya pengukuran dilakukan tiga hari berturut-turut. Kemudian, ambil rata-ratanya. "Kalau denyutnya di atas 100, berarti ada sesuatu yang tidak beres. Mungkin sedang demam, sakit tenggorokan, akan haid, atau ada masalah lain." Sebelum berolahraga, sebaiknya juga mengukur denyut nadi. Bila di atas 100, Sebaiknya tidak berolahraga dulu. Kemudian, di tengah latihan inti, diukur lagi. Kalau melebihi *zone* latihan (*li-hat boks*), Sebaiknya mengurangi intensitas latihan. Misalnya, mengurangi kecepatan lari. "Sedangkan bila denyutnya di bawah *zone* latihan, berarti latihan yang lakukan sia-sia, cuma dapat capeknya." Namun, pengukuran saat latihan ini hanya dapat dilakukan pada olahraga.[25]

Tujuan mengetahui jumlah denyut nadi seseorang adalah.

1. Untuk mengetahui kerja jantung
2. Untuk menentukan diagnosa

3. Untuk segera mengetahui adanya kelainan-kelainan pada seseorang

Tempat-tempat menghitung denyut nadi adalah.

1. Ateri radalis : pada pergelangan tangan
2. Arteri temporalis : pada tulang pelipis
3. Arteri caratis : pada leher
4. Arteri femoralis : pada lipatan paha
5. Arteri dorsalis pedis : pada punggung kaki
6. Arteri politela : pada lipatan lutut
7. Arteri bracialis : pada lipatan siku
8. Ictus cordis : pada dinding iga [25]

2.3 Suhu Tubuh Manusia

Suhu tubuh adalah ukuran yang digunakan untuk menyatakan kemampuan tubuh dalam melakukan pengaturan terhadap hawa panas tubuh. Memahami seluk beluk suhu tubuh merupakan hal yang sangat penting, karena respon tubuh terhadap penyakit yang paling umum dimulai dengan terjadinya perubahan pada suhu tubuh, yang tersering adalah demam.

Kebanyakan orang beranggapan bahwa suhu tubuh normal berada pada 37 derajat celcius. Hal ini tidaklah benar sepenuhnya karena suhu normal manusia dapat bervariasi berdasarkan kelompok usia. Berikut rata-rata ukuran suhu tubuh normal berdasarkan kelompol usia.

Suhu normal anak : 36,3 – 37,7 derajat celcius.

Suhu normal bayi : 36,1 – 37,7 derajat celcius.

Suhu normal dewasa : 36,5 – 37,5 derajat celsius.

Kondisi tubuh yang terlalu ekstrim dapat dibagi menjadi dua golongan, yakni hipertermia dan hipotermia.

1. Hipertermia

   Hipertermia atau yang sering diartikan dimana kondisi tubuh memiliki suhu diatas 38,5 derajat Celsius, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan yakni rusaknya organ-organ tubuh manusia terutama bagian otak. Hipertermia lebih disebabkan oleh kondisi suhu lingkungan yang terlalu tinggi. Hipertermia lain halnya dengan demam, demam memiliki kisaran suhu dibawah 38,5 derajat celcius dan tidak menyebabkan kerusakan orak bagi orang dewasa, namun pada bayidan anak kecil perlu sangat diperhatikan karena dapat mempengaruhi sistem syaraf.

2. Hipotermia

   Sama halnya dengan hipertermia, hipotermia juga sering disebabkan oleh adanya kondisi lingkungan yang terlalu ekstrim, umumnya orang yang mengalami kondisi ini adalah mereka yang terjebak di lingkungan alam dengan suhu rendah seperti saat mendaki gunung, tertimbun es, maupun terlalu lama berada dalam air. Saat seseorang mengalami hipotermia ciri tubuh yang mudah dilihat adalah nafas yang terlalu cepat, suhu tubuh rendah dibawah 35 derajat celsius, menggigil. Hipotermia digolongkan menjadi beberapa bagian golongan menurut suhu tubuh:

   Ringan : 33-36 derajat celsius

   Sedang : 30-33 derajat celsius

   Berat :27-20 derajat celsius

   Sangat berat : < 30 derajat Celsius[26]

2.4 Manfaat Accelerometer untuk Aktifitas Fisik

Bagi para orang lanjut usia (lansia), setiap menit beraktivitas fisik berkontribusi menurunkan risiko serangan jantung. Demikian kesimpulan sebuah studi baru yang diterbitkan dalam *Journal of the American Heart Association*. Dengan menggunakan alat ukur accelerometer, tim peneliti mengukur tingkat aktivitas fisik sebanyak 1.170 orang berusia 74-84 tahun yang menjadi bagian dari Lifestyles Interventions and Independence for Elders Study. Semua peserta bermasalah dengan mobilitas, tetapi mampu berjalan 400 meter. Setelah mempertimbangkan sejumlah faktor, seperti usia, tekanan darah, dan kadar kolesterol, tim menujukkan, setiap 25-30 menit yang dihabiskan tanpa gerak tiap hari, risiko serangan jantung atau kematian koroner meningkat 1%. Sebaliknya, setiap 1 menit beraktivitas dapat meningkatkan kolesterol baik (HDL) dan menghilangkan kolesterol buruk (LDL).

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin *input* dari *output digital* dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya[14].



Gambar 2.1 Arduino Uno[14]

Uno berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi *USB-to-serial* yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter *USB-to-serial* berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan *chip* FTDI *driver USB-to-serial*. Nama "Uno" berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian *board* USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk *platform* Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks *board* Arduino. Arduino uno memiliki memori ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM *liberary*)[14].

2.5.1 Daya

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan *plug jack* pusat-positif ukuran 2.1mm konektor power. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin *header* dari konektor POWER. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk *board*

Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12 volt, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Uno.

Pin listrik adalah sebagai berikut:

1. VIN. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
2. 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
3. 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator *on-board*.
4. GND. Ground pin.

2.5.2 Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin *digital* di Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi *pinMode (), digitalWrite (),* dan *digitalRead (),* beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan *memiliki internal pull-up* resistor (secara *default* terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus: *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan *chip Serial* ATmega8U2 *USB-to-TTL*.

1. *Eksternal*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*attachInterrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
2. *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite ()*.
3. *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
4. *LED*: 13. Ada *built-in* ‘led’ terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai ‘high’, ‘led’ *on*, ketika pin bernilai ‘low’, ‘led’ *off*.

Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. *I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL)*. Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
2. *Aref*. Tegangan referensi (0 sampai 5 volt saja) untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference ()*.

   Reset. Bawa baris ini ‘low’ untuk me-reset mikrokontroler.

2.5.3 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran

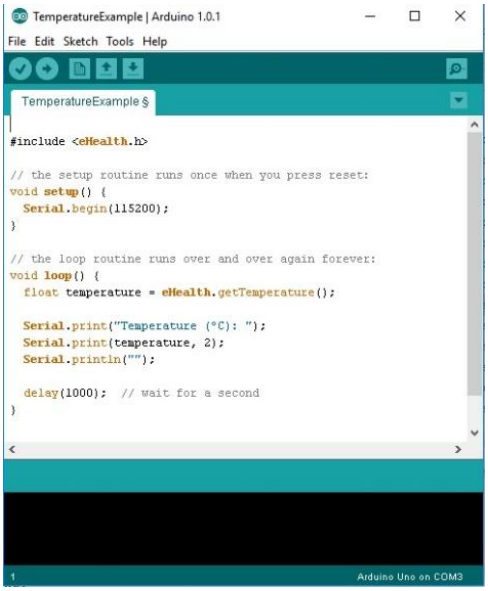
komunikasi serial melalui USB dan sebagai *port virtual com* untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware ’8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip *USB-to-serial* dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah *Software Serial library* memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada *board* Uno’s. ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.5.4 Pemrograman

Arduino adalah sebuah *platform* dari *pshysical computing* yang memiliki sifat *open source* atau alat yang mudah untuk diaplikasikan dengan berbagai sumber. Arduino yang memiliki bentuk seperti papan yang memang dirancang untuk mempermudah pengguna elektronik dalam berbagai hal termasuk dalam mengembangkan dan juga menciptakan sebuat alat eletronik berbasis komputer. *Software* ini juga banyak digunakan oleh para pemula sebagai media untuk menyalurkan ide mereka untuk membuat

sebuat alat elektronik dengan sistem yang mudah. Program arduino berasal dari hardware yang memiliki prosesor Atmel AVR, sedangkan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C.



Gambar 2.2 Arduino *Debug Software*

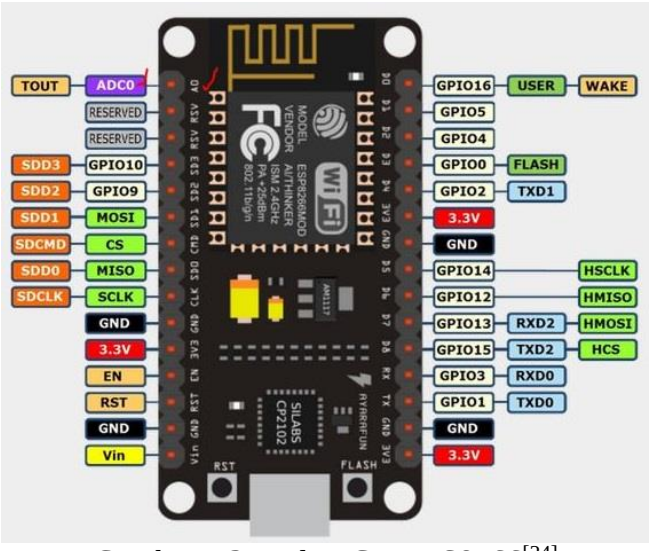
2.6 NodeMCU

NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform* IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Modul ESP8266 dapat dipelajari dari banyak artikel. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan *platform* modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk "*Connected to Internet*".

Spesifikasi yang dimliki oleh NodeMCU sebagai berikut :

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. *Wireless* yang digunakan adalah IEE 802.11b/g/n.
2. 2 tantalum *capasitor* 100 *micro farad* dan 10 *micro farad*.

3. 3.3v LDO regulator.
4. *Blue* led sebagai indikator.
5. Cp2102 usb to UART bridge.
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
8. 3 pin *ground*.
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO 4
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
11. S0 MISO (*Master Input Slave Input*) yaitu jalur data keluar dari *slave* dan masuk ke dalam master.
12. SK yang merupakan SCLK dari master ke *slave* yang berfungsi sebagai *clock*.
13. Pin Vin sebagai masukan tegangan. 14. *Built in* 32-bit MCU.[23]



Gambar 2.3 NodeMCU EPS8266[24]

2.7 *Accelerometer*

Accelerometer adalah sebuah tranduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. Accelerometer juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, mesin, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi di dalam bumi, getaran mesin, jarak yang dinamis, dan kecepatan dengan ataupun tanpa pengaruh gravitasi bumi[15].

2.7.1 Prinsip Kerja *Accelerometer*

Prinsip kerja dari tranduser ini berdasarkan hukum fisika bahwa apabila suatu konduktor digerakkan melalui suatu medan magnet, atau jika suatu medan magnet digerakkan melalui suatu konduktor, maka akan timbul suatu tegangan induksi pada konduktor tersebut. *Accelerometer* yang diletakan di permukaan bumi dapat mendeteksi percepatan 1g (ukuran gravitasi bumi) pada titik vertikalnya, untuk percepatan yang dikarenakan oleh pergerakan *horizontal* maka *accelerometer* akan mengukur percepatannya secara langsung ketika bergerak secara *horizontal.*

Hal ini sesuai dengan tipe dan jenis sensor *Accelerometer* yang digunakan karena setiap jenis sensor berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pembuatnya. Saat ini hamper semua sensor/tranduser *accelerometer* sudah dalam bentuk digital (bukan dengan

sistem mekanik) sehingga cara kerjanya hanya bedasarkan temperatur yang diolah secara digital dalam satu *chip*. Berikut ini adalah gambar bagaimana proses *accelerometer* analog (dengan sistem mekanik maupun digital) bekerja :

1. *Accelerometer* digital yang bekerja berdasarakan temperatur.
2. *Accelerometer* analog yang bekerja berdasarakan sistem mekanik.

2.7.2 Tipe Accelerometer

1. *Capacitive*

   Lempengan metal pada sensor memproduksi sejumlah kapasitansi, perubahan kapasitansi akan mempengaruhi percepatan

2. *Piezoelectric*

   Kristal piezoelectric yang terdapat pada accelerometer jenis ini mengeluarkan tegangan yang selanjutnya dikonversi menjadi percepatan

3. *Piezoresistive*

   Lempengan yang secara resistan akan berubah sesuai dengan perubahan percepatan

4. *Hall effect*

   Percepatan yang dirubah menjadi sinyal elektrik dengan cara mengukur setiap perubahan pergerakan yang terjadi pada daerah yang terinduksi magnet.

5. *Magnetoresistive*

   Perubahan percepatan diketahui berdasarkan resistivitas material karena adanya daerah yang terinduksi magnet

6. *Heat Transfer*

   percepatan dapat diketahui dari lokasi sebuah benda yang dipanaskan dan diukur ketika terjadi percepatan dengan sensor *temperature*.

2.7.3 Terminology Sensor

1. +1g, posisi diam sensor searah dengan arah *vertikal* bumi dan menghadap ke atas)
2. 0g, posisi diam sensor searah dengan arah horizontal bumi
3. +1g, posisi diam sensor searah dengan arah vertikal bumi dan menghadap ke atas
4. Linearitas, selisih maksimum dari kurva antara tegangan yang dihasilkan dan gravitasi dengan garis lurus
5. Linearity=V_(out,0g)-1/2(V_(out,+1g)+V_(out,-1g)) (1)
6. Sensitivitas, ukuran seberapa banyak perubahan yang terjadi pada hasil output sensor berdasarkan perubahan percepatan yang dimasukan. Satuan dari sensitivitas adalah volts/g
7. sensitivity =(V_(out,+1g)+V_(out,-g))/2g (2). [16]

2.8 Sensor Suhu

Sensor Suhu atau *Temperature Sensors* adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu obyek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk output Analog maupun Digital. Sensor Suhu juga merupakan dari keluarga transduser[17].

Ada berbagai jenis sensor suhu yang tersedia dan semuanya memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada penerapan sebenarnya. Sensor suhu terdiri dari dua fisik dasar:

1. Jenis sensor suhu kontak

Jenis sensor suhu ini harus berada dalam kontak fisik dengan objek yang dirasakan dan gunakan konduksi untuk memantau perubahan suhu. Sensor suhu dapat digunakan untuk mendeteksi zat padat, cairan atau gas pada berbagai suhu.

2. Jenis sensor suhu non-kontak

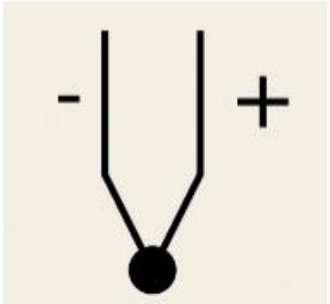
Jenis sensor suhu ini menggunakan konveksi dan radiasi untuk memantau perubahan suhu. Sensor sihi non-kontak dapat digunakan untuk mendeteksi cairan dan gas yang memancarkan energi berseri saat panas naik dan dingin mengendap ke dasar arus konveksi atau mendeteksi energi radiasi yang ditransmisikan dari benda dalam bentuk radiasi infra merah (matahari)[18].

Jenis-jenis Sensor Suhu

1. Termokopel

Termokopel adalah jenis sensor yang paling umum dan sering digunakan dari semua jenis sensor suhu. Termokopel menjadi begitu populer karena kesederhanaan, kemudahan pengunaan dan kecepatan respon terhadap perubahan suhu, terutama karena ukurannya yang kecil. Termokopel juga memiliki rentang suhu terluas diantara semua sensor mulai dari -200 derajat sampai lebih dari 2000 deraja celcius.

Termokopel termasuk jenis sensor *thermoelectric* yang pada dasarnya terdiri dari dua persimpangan logam berbeda, seperti tembaga dan konstantan yang di las secara bersamaan. Salah satu persimpangan disimpan pada suhu konstan yang disebut persimpangan dingin (*cold junction*), sementara bagian logam yang digunakan untuk pengukuran disebut persimpangan panas (*hot junction*). Ketika dua persimpangan berada pada temperatur yang berbeda, tegangan di persimpangan akan mengalir ke bagian yang digunakan untuk mengukur suhu sebagai sensor suhu[19].



Gambar 2.4 Simbol Termokopel[20]

Kelebihan Termokopel: *self powered*, sederhana, murah, bentuk yang beragam, rentang respon suhu yang luas.

Kekurangan termokopel: tidak linier, tegangan output yang rendah, memerlukan tegangan referensi, kurang stabil, kurang sensitive[20].

2. Termostat

Termostat adalah sensor suhu kontak (bersentuhan) yang terdiri dari dua logam yang berbeda seperti nikel, tembaga, tungsten, aluminium dan sebagainya. Kedua logam tersebut terikat bersama membentuk strip logam. Tingkat ekspansi linear yang berbeda dari dua logam berbeda menghasilkan gerakan membungkuk ketika strip dikenakan panas. Strip logam dapat digunakan sebagai saklar listrik atau sebagai saklar kontrol termostatik dan digunakan secara luas untuk mengontrol bagian pemanas air di boiler, tungku, tangki penyimpanan air panas serta sistem pendiniginan di radiator kendaraan[19].



Gambar 2.5 Bentuk sensor thermostat[18]

3. Termistor

Termistor adalah sensor suhu tipe khusus yang mempunyai resistor. Termistor umumnya terbuat dari keramik seperti oksida nikel, mangan atau kobalt yang dilapisi kaca sehingga rawan rusak. Keuntungan menggunakan Termistor adalah kecepatan reaksi sensor dalam menangkap perubahan suhu, akurasi dan pengulangan. Kebanyakan jenis termistor ini memiliki Koefisien Suhu Negatif (NTC) yang nilai resistansinya turun dengan peningkatan suhu dan ada juga yang memiliki Koefisien Suhu Positif (PTC) yang nilai resistansinya naik dengan peningkatan suhu.

Termistor dibuat dari bahan semikonduktor tipe keramik yang dibentuk menjadi cakram yang ditekan kecil atau bola yang tertutup rapat dalam memberikan respon cepat untuk setiap perubahan suhu[20].

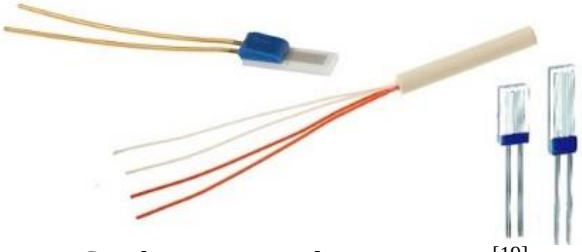


Gambar 2.6 Bentuk sensor termistor[18]

4. Detektor Suhu Resitif atau RTD

Detektor Suhu Resitif adalah sebuah sensor suhu hambatan listrik yang terbuat dari kemurnian logam tinggi seperti aluminium, tembaga atau nikel yang dibuat menjadi kumparan dan menghasilkan hambatan listrik yang kemudian berfungsi sebagai fungsi temperatur suhu. Perangkat ini memiliki lapisan pasta tipis yang diendapkan pada substrat keramik putih.

RTD memiliki koefisien temperatur suhu positif (PTC) namun tidak seperti termistor, output RTD menghasilkan pengukuran suhu yang akurat. Namun, sensor RTD mempunyai sensitivitas thermal yang sangat lemah dimana hanya menghasilkan perubahan output yang kecil. Jenis yang lebih umum dari RTD terbuat dari platinum disebut Platinum Resistance Thermometer atau PRT[19].



Gambar 2.7 Bentuk sensor RTD[19]

2.9 Pulsioximeter

Pulsioximeter adalah teknologi yang digunakan untuk mengukur tingkat oksigen dalam darah dan detak jantung. Pulsioximeter jari dilengkapi dengan teknologi yang dapat mendeteksi perubahan tingkat oksigen dalam darah dengan cepat. Hal ini dapat membantu memberikan informasi yang pengguna butuhkan untuk mengendalikan kondisinya. Pulsioximeter sangat mudah digunakan. Hanya dengan menjepit ujung jari untuk memperoleh pembacaan oksigen darah.

Pulsioximeter disebut juga alat ukur saturasi oksigen bekerja dengan memberikan sinar melaui ujung jari. Sensor yang terpasang akan mendeteksi berapa banyak oksigen dalam darah berdasarkan cara cahaya melewati darah. Pulsioximeter dilengkapi teknologi untuk menghitung bayaknya oksigen. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar oximeter yang memberitahu berapa persen oksigen dalam darah. Pulsioximeter jari juga dapat mengukur denyut nadi.

Pulsioximeter digunakan dalam perawatan primer untuk penyakit pernapasan akut dan kronis. Pulsioximeter berguna untuk pasien dengan COPD(prediksi FEV1<50%) danpada pasien dengan gejala yang semakin memburuk atau pasien yang memiliki tanda-tanda lain dari eksaserbasi akut. Pulsioximeter dapat digunakan oleh pasien di rumah untuk membantu pengawasan dokter. Komplemen pulsioximeter penting dalam penilaian pasien PPOK. Spirometri digunakan untuk mendiagnosis PPOK, sedangkan pulsioximeter menyediakan metode penilaian yang cepat.

Pada penderita asma, pulsioximeter dilengkapi meter aliran puncak untuk menilai tingkat keparahan serangan asma dan respon pengobatan. Pada pasien dengan infeksi pernapasan akut, pulsioksimeter berguna dalam mengevaluasi

keparahan penyakit dan hubungannya dengan kriteria lain. Alat ini juga digunakan dalam membantu menentukan bagaimana perawatan pasien lebih lanjut. Pada pasien dengan PPOK berat, alat skrining untuk megidentifikasi pasien (misalnya, orang-orang dengan SpO2<92%) harus dirujuk dengan penilaian oksigen yang komprehensif. Pada pasien denga PPOK stabil atau pulih dari eksaserbasi di rumah. SpO2 88% atau kurang merupakan ndikasi kuat untuk memulai terapi oksigen dengan jangka panjang. Idealnya keputusan untuk memulai terapi oksigen harus dibuat berdasarkan tekanan oksigen arteri (paO2 <7,3 kPa/55 mm Hg). Peraturan aliran titrasi oksigen pada pasien terapi oksigen jangka panjang bertujuan untuk mempertahankan SpO2 >90% selama semua kegiatan. Penggunaan pulsioksimeter di rumah telah banyak berkembang selama dua puluh tahun terakhir. Hal ini diperkirakan akan terus mengalami pertumbuhan selama sekade berikutnya.

Pemantauan memungkinkan pasien untuk menjadi proaktif dalam perawatan kesehatan mereka sendiri. Pulsioximeter rumah data memberikan data yang objektif untuk memnentukan status kesehatan dan kebutuhan intervensi medis. Pulsioximeter menjadi alat sedehana yang menurunkan kekhawatiran. Pasien dengan kondisi yang lebih parah dan memiliki ketergantungan dengan alat medis seperti ventilator dan sistem pendukung lain cenderung lebih membutuhkan pemantauan terus menerus. Pasien ini perlu menggunakan pulsioximeter untuk melakukan pemantauan terhadap kondisi kesehatannya. Pulsioximeter jari dapat membantu mengelola asma dan COPD dan memonitor denyut jantung serta saturasi oksigen selama olahraga dan berbagai kegiatan yang tinggi energy. Pengukuran oksigen yang akurat dengan oximeter memerlukan aliran darah yang baik melalui jaringan. Ketika jari menjadi dingin, aliran darah akan berkurang dan hasil

pulsioximeter dapat meburuk. Pemanasan pada tangan seperti menggosok tangan secara bersama-sama atau menggunakan air hangat akan meningkatkan aliran darah. Dalam keadaan serangan pernapasan yang parah (misalnya, bronkospasme seperti pada asma atau PPOK) mungkin untuk melihat tingkat oksigen normal dengan penumpukan karbondioksida yang parah.bekerja keras untuk bernapas dapat menyebabkan sejumlah besar karbon dioksida yang diproduksi dan otot-otot pernapasan masalah disertai dengan sesak napas berat dan peningkatan denyut nadi[21].

2.10 Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database adalah database yang di-*host* di cloud. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap klien yang terhubung. Ketika Anda membuat aplikasi lintas-*platform* dengan SDK Android, iOS, dan JavaScript, semua klien akan berbagi sebuah *instance Realtime Database* dan menerima update data terbaru secara otomatis.

2.10.1 Kemampuan utama

Realtime	Sebagai ganti permintaan HTTP biasa, Firebase Realtime Database menggunakan sinkronisasi data—setiap kali data berubah, semua perangkat yang terhubung akan menerima update dalam waktu milidetik. Memberikan pengalaman yang kolaboratif dan imersif tanpa perlu memikirkan kode jaringan.
Offline	Aplikasi Firebase tetap responsif bahkan saat offline karena SDK Firebase Realtime Database menyimpan data

	ke disk. Setelah konektivitas pulih, perangkat klien akan menerima setiap perubahan yang terlewat dan melakukan sinkronisasi dengan status server saat ini.
Dapat Diakses dari Perangkat Klien	Firebase Realtime Database dapat diakses secara langsung dari perangkat seluler atau browser web; server aplikasi tidak diperlukan. Keamanan dan validasi data dapat diakses melalui Aturan Keamanan Firebase Realtime Database yang merupakan kumpulan aturan berbasis ekspresi dan dijalankan ketika data dibaca atau ditulis.
Menskalakan di beberapa database	Dengan Firebase Realtime Database pada paket harga Blaze, Anda dapat mendukung kebutuhan data aplikasi Anda pada skala tertentu dengan membagi data Anda di beberapa instance database di project Firebase yang sama. Menyederhanakan autentikasi dengan Firebase Authentication pada project Anda dan mengautentikasi pengguna di instance database Anda. Mengontrol akses ke data di tiap database dengan Aturan Firebase Realtime Database khusus untuk tiap instance database.

2.10.2 Cara Kerja

Firebase Realtime Database memungkinkan Anda untuk membuat aplikasi kolaboratif dan kaya fitur dengan menyediakan akses yang aman ke database, langsung dari kode sisi klien. Data disimpan di drive lokal. Bahkan saat *offline* sekalipun, peristiwa *realtime* terus berlangsung, sehingga pengguna akhir akan merasakan pengalaman yang responsif. Ketika koneksi perangkat pulih kembali, *Realtime Database* akan menyinkronkan perubahan

data lokal dengan update jarak jauh yang terjadi selama klien offline, sehingga setiap perbedaan akan otomatis digabungkan.

Realtime Database menyediakan bahasa aturan berbasis ekspresi yang fleksibel, atau disebut juga Aturan Keamanan *Firebase Realtime Database*, untuk menentukan metode strukturisasi data dan kapan data dapat dibaca atau ditulis. Ketika diintegrasikan dengan *Firebase Authentication*, developer dapat menentukan siapa yang memiliki akses ke data tertentu dan bagaimana mereka dapat mengaksesnya.

Realtime Database adalah *database* NoSQL, sehingga memiliki pengoptimalan dan fungsionalitas yang berbeda dengan database terkait. API *Realtime Database* dirancang agar hanya mengizinkan operasi yang dapat dijalankan dengan cepat. Hal ini memungkinkan Anda untuk membangun pengalaman realtime yang luar biasa dan dapat melayani jutaan pengguna tanpa mengorbankan kemampuan respons. Oleh karena itu, perlu dipikirkan bagaimana pengguna mengakses data, kemudian buat struktur data sesuai dengan kebutuhan tersebut.

2.10.3 Alur Implementasi

Mengintegrasikan Firebase Realtime Database SDK	Sertakan klien dengan cepat melalui Gradle, CocoaPods, atau skrip.

Membuat Referensi Realtime Database	Referensikan data JSON Anda, seperti "users/user:1234/phone_number", untuk menetapkan data atau berlangganan perubahan data.
Menetapkan Data dan Mendeteksi Perubahan	Gunakan referensi ini untuk menuliskan data atau berlangganan perubahan.
Mengaktifkan Persistensi Offline	Izinkan penulisan data ke disk lokal perangkat agar tetap tersedia saat offline.
Melindungi data	Gunakan Aturan Keamanan Firebase Realtime Database untuk melindungi data Anda.

2.11 Website

Website adalah sebuah halaman yang menyajikan informasi baik dalam bentuk tulisan, gambar, suara, atau video yang diletakkan di dalam sebuah *server/hosting* di mana untuk mengaksesnya diperlukan jaringan internet. *Website* sering juga disebut sebagai *web*, *site,* situs, atau situs *web*. Sebuah *website* agar bisa diakses di internet diperlukan 2 komponen yang harus ada yaitu *Domain* dan *Hosting***.**

Jenis-jenis *website*.

Ada banyak sekali jenis *website* yang bisa dijumpai, di antaranya adalah:

Company profile, toko *online*, blog, *web portal*, *search engine*, dll.

Seiring berkembangnya teknologi internet dan penggunaan internet untuk berbagai kebutuhan, jenis-jenis *website* baru pun terus bermunculan seperti Media Sharing (*Youtube*, *Imageshack*), *Cloud* (*Google Drive, Dropbox*), *Web Application*, dll.[27]

2.12 Bahasa Pemrograman PHP

PHP adalah bahasa pemrograman *script server-side* yang didesain untuk pengembangan web. Selain itu, PHP juga bisa digunakan sebagai bahasa pemrograman umum (wikipedia). PHP di kembangkan pada tahun 1995 oleh Rasmus Lerdorf, dan sekarang dikelola oleh The PHP Group. Situs resmi PHP beralamat di http://www.php.net.

PHP disebut bahasa pemrograman server side karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman *client-side* seperti JavaScript yang diproses pada web *browser* (*client*).

Pada awalnya PHP merupakan singkatan dari *Personal Home Page*. Sesuai dengan namanya, PHP digunakan untuk membuat website pribadi. Dalam beberapa tahun perkembangannya, PHP menjelma menjadi bahasa pemrograman web yang *powerful* dan tidak hanya digunakan untuk membuat halaman web sederhana, tetapi juga website populer yang digunakan oleh jutaan orang seperti wikipedia, wordpress, joomla, dll.

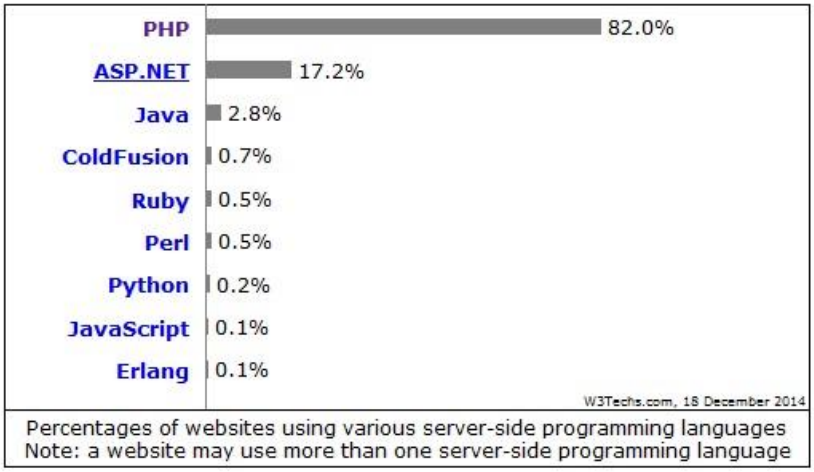
Saat ini PHP adalah singkatan dari PHP: *Hypertext Preprocessor*, sebuah kepanjangan rekursif, yakni permainan kata dimana kepanjangannya terdiri dari singkatan itu sendiri: PHP: *Hypertext Preprocessor*.

PHP dapat digunakan dengan gratis (*free*) dan bersifat Open Source. PHP dirilis dalam lisensi PHP License, sedikit berbeda dengan lisensi GNU *General Public License* (GPL) yang biasa digunakan untuk proyek *Open Source*.

Kemudahan dan kepopuleran PHP sudah menjadi standar bagi programmer web di seluruh dunia. Menurut wikipedia pada februari 2014, sekitar 82% dari web

server di dunia menggunakan PHP. PHP juga menjadi dasar dari *aplikasi CMS (Content Management System)* populer seperti *Joomla, Drupal,* dan *WordPress.* Dikutip dari situs w3techs.com, berikut adalah market share penggunaan bahasa pemrograman *server-side* untuk mayoritas website di seluruh dunia :

Tabel 2.1 Tabel mayoritas website penggunakan PHP



Fungsi PHP dalam pemrograman web.

Untuk membuat halaman web, sebenarnya PHP bukanlah bahasa pemrograman yang wajib digunakan. Kita bisa saja membuat *website* hanya menggunakan HTML saja. Web yang dihasilkan dengan HTML (dan CSS) ini dikenal dengan website statis, dimana konten dan halaman web bersifat tetap.

Sebagai perbandingan, website dinamis yang bisa dibuat menggunakan PHP adalah situs web yang bisa menyesuaikan tampilan konten tergantung situasi. Website dinamis juga bisa menyimpan data ke dalam database, membuat halaman yang berubah-ubah sesuai input dari user, memproses form, dll.

Untuk pembuatan web, kode PHP biasanya di sisipkan kedalam dokumen HTML. Karena fitur inilah PHP disebut juga sebagai *scripting language* atau bahasa pemrograman script.

Sebagai contoh penggunaan PHP, misalkan kita ingin membuat list dari nomor 1 sampai nomor 10. Dengan menggunakan HTML murni, kita bisa membuatnya secara manual seperti kode berikut ini:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Contoh list dengan HTML</title>
<ol>
<li>Nama Mahasiswa ke-1</li>
<li>Nama Mahasiswa ke-2</li>
</ol>
</body>
</html>
```

Halaman HTML tersebut dapat dibuat dengan mudah dengan cara men-*copy-paste* tag <li> sebanyak n kali dan mengubah sedikit angka-angka nomor urut di belakangnya. Namun jika yang kita inginkan adalah menambahkan list tersebut menjadi 100 atau 1000 list, cara *copy-paste* tersebut menjadi tidak efektif.

Jika menggunakan PHP, kita tinggal membuat perulangan **for** sebanyak 1000 kali dengan perintah yang lebih singkat seperti berikut ini:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Contoh list dengan PHP</title>
</head>
<body>
<h2>Daftar Absensi Mahasiswa</h2>
<ol>
```

```
<?php
for ($i= 1; $i <= 1000; $i++)
{
echo "<li>Nama Mahasiswa ke-$i</li>";
}
?>
</ol
</body>
</html>
```

Dengan menggunakan kode baris yang bahkan lebih sedikit, kita dapat membuat list tersebut menjadi 1000 kali, bahkan 100.000 kali dengan hanya mengubah sebuah variabel $i.

PHP tidak hanya dapat melakukan pengulangan tersebut, masih banyak hal lain yang bisa kita lakukan dengan PHP, seperti menginput data ke *database*, menghasilkan gambar, menkonversi halaman text menjadi PDF, management *cookie* dan *session*, dan hal lainnya yang akan kita pelajari di dalam tutorial belajar PHP di dunia ilmu komputer.[22]

2.13 Standar Deviasi

Standar deviasi adalah nilai statistik yang digunakan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, dan seberapa dekat titik data individu ke *mean* – atau rata-rata – nilai sampel. Sebuah standar deviasi dari kumpulan data sama dengan nol menunjukkan bahwa semua nilai-nilai dalam himpunan tersebut adalah sama. Sebuah nilai deviasi yang lebih besar akan memberikan makna bahwa titik data individu jauh dari nilai rata-rata.

Dalam distribusi normal data, juga dikenal sebagai kurva lonceng, sebagian besar data dalam distribusi – sekitar 68% – akan jatuh dalam, kurang atau lebih satu satu standar deviasi dari mean (-σ atau +σ). Sebagai contoh, jika standar deviasi dari

satu kumpulan data adalah 2, maka sebagian besar data pada kumpulan akan berjarak plus atau minus 2 dari rata-rata. Sekitar 95,5% dari data yang terdistribusi normal adalah dalam dua standar deviasi dari mean, dan lebih dari 99% berada dalam jarak 3 standar deviasi dari rata-rata.

Untuk menghitung standar deviasi, ahli statistik pertama-tama menghitung nilai rata-rata dari semua titik data. Rata-rata adalah sama dengan jumlah dari semua nilai dalam kumpulan data dibagi dengan jumlah total titik data. Selanjutnya, penyimpangan setiap titik data dari rata-rata dihitung dengan mengurangkan nilai dari nilai rata-rata. Deviasi setiap titik data akan dikuadratkan, dan dicari penyimpangan kuadrat individu rata-rata. Nilai yang dihasilkan dikenal sebagai varians. Deviasi standar adalah akar kuadrat dari varians.[28]

Penghitungan

Dasar penghitungan varian dan standar deviasi adalah keinginan untuk mengetahui keragaman suatu kelompok data. Salah satu cara untuk mengetahui keragaman dari suatu kelompok data adalah dengan mengurangi setiap nilai data dengan rata-rata kelompok data tersebut, selanjutnya semua hasilnya dijumlahkan. Namun cara seperti itu tidak bisa digunakan karena hasilnya akan selalu menjadi 0.

$$\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x}) = 0$$

Oleh karena itu, solusi agar nilainya tidak menjadi 0 adalah dengan mengkuadratkan setiap pengurangan nilai data dan rata-rata kelompok data tersebut, selanjutnya dilakukan penjumlahan. Hasil penjumlahan kuadrat (*sum of squares*) tersebut akan selalu bernilai positif.

$$\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 > 0$$

Nilai varian diperoleh dari pembagian hasil penjumlahan kuadrat (*sum of squares*) dengan ukuran data (*n*).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Namun begitu, dalam penerapannya, nilai varian tersebut bias untuk menduga varian populasi. Dengan menggunakan rumus tersebut, nilai varian populasi lebih besar dari varian sampel. Oleh karena itu, agar tidak bias dalam menduga varian populasi, maka *n* sebagai pembagi penjumlahan kuadrat (*sum of squares*) diganti dengan *n*-1 (derajat bebas) agar nilai varian sampel mendekati varian populasi. Oleh karena itu rumus varian sampel menjadi:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Nilai varian yang dihasilkan merupakan nilai yang berbentuk kuadrat. Misalkan satuan nilai rata-rata adalah gram, maka nilai varian adalah gram kuadrat. Untuk menyeragamkan nilai satuannya maka varian diakarkuadratkan sehingga hasilnya adalah standar deviasi (simpangan baku).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Untuk mempermudah penghitungan, rumus varian dan standar deviasi (simpangan baku) tersebut bisa diturunkan :

Rumus varian

$$s^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_1)^2}{n(n-1)}$$

Rumus standar deviasi (simpangan baku)

$$s = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_1)^2}{n(n-1)}}$$

Keterangan:

*s*2 = varian

s = standar deviasi (simpangan baku)

xi = nilai *x* ke-*i*

$\bar{x}$ = rata-rata

n = ukuran sampel[29]