

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

Landasan teori merupakan suatu gambaran atau konsep yang digunakan sebagai pondasi atau akar dalam sebuah penelitian. Bentuk landasan teori berupa pernyataan yang disusun dengan terstruktur sehingga peneliti dapat melakukan penelitiannya dengan sistematis.

2.2 Rancang Bangun

Rancang Bangun adalah merancang suatu sistem agar membuat suatu organisasi atau perusahaan menjadi lebih baik dan berkembang untuk meminimalisir kesalahan yang terjadi. Menurut Pressman (2005) Kata “rancang” merupakan kata sifat dari “perancangan” yakni merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan

2.2.1 Rancang Bangun Sistem

Rancang bangun sistem merupakan kegiatan menterjemahkan hasil analisa kedalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang ada. Menurut Pressman (2012), perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik. Bangun sistem adalah membangun sistem informasi dan komponen yang didasarkan pada spesifikasi desain.

2.3 Kontrol

Sistem kontrol adalah proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau range tertentu. Istilah lain sistem kontrol atau teknik kendali adalah teknik pengaturan, sistem pengendalian, atau sistem pengontrolan (Pakpahan,1988). Sistem kendali

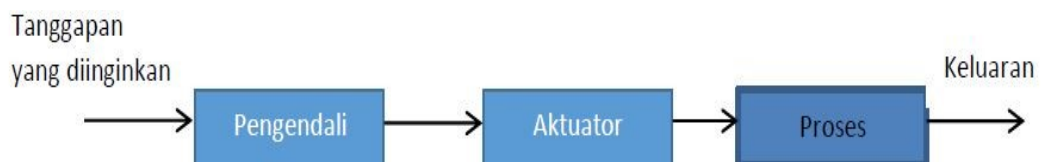
atau sistem kontrol adalah suatu sistem yang menghasilkan nilai tertentu sebagai keluarannya melalui pengendalian ataupun perubahan ketentuan dari masukan sistem. Bentuk dasar dari suatu sistem kendali ada dua jenis, yaitu sistem kontrol terbuka dan sistem kontrol tertutup.

Sebuah sistem kontrol dapat diartikan sebagai susunan beberapa komponen yang membentuk konfigurasi sistem untuk menghasilkan tanggapan yang diinginkan. Suatu komponen atau proses yang dikendalikan dapat digambarkan sebagai kotak dengan masukan dan keluaran.



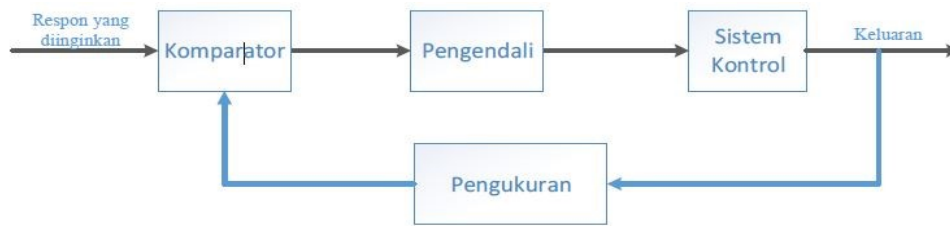
Gambar 2. 1 Proses yang dikendalikan

Relasi masukan-keluaran menyajikan relasi sebab dan efek suatu proses yang lebih pada pemrosesan sinyal masukan untuk mendapatkan peubah sinyal keluaran, yang seringkali masih memerlukan penguatan daya. Sistem kontrol lup terbuka (open loop) menggunakan pengendali dan aktuator untuk menghasilkan tanggapan yang diinginkan, Sistem kontrol lup terbuka menggunakan actuating device (alat penggerak/ aktuator) untuk mengontrol proses secara langsung tanpa menggunakan feedback/ umpan balik.

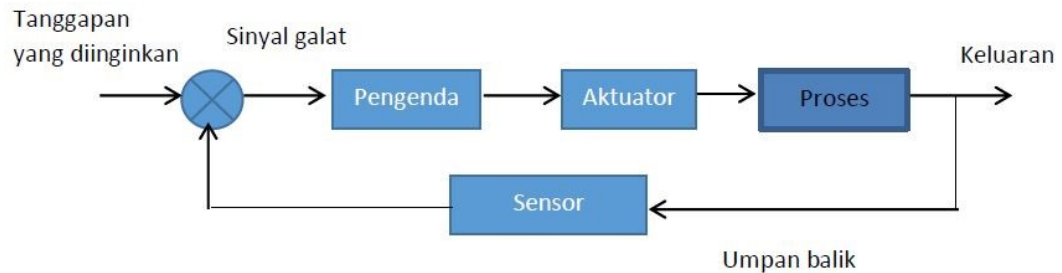


Gambar 2. 2 Kontrol lup terbuka

Berbeda dengan sistem control lup terbuka, sistem kontrol lup tertutup menggunakan pengukuran dari sinyal keluaran dan mengumpan-balikkan sinyal tersebut untuk dikomparasi/dibandingkan dengan masukan yang diinginkan/masukan referensi/masukan perintah



Gambar 2. 3 Sistem Kontrol Lup Tertutup



Gambar 2. 4 Kontrol lup tertutup dengan umpan balik

2.5 Monitoring

Monitoring adalah aktifitas yang ditujukan untuk memberikan informasi tentang sebab dan akibat dari suatu kebijakan yang sedang dilaksanakan atau didefinisikan sebagai siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan (Mercy, 2005). Umumnya, monitoring digunakan dalam checking antara kinerja dan target yang telah ditentukan. Monitoring ditinjau dari hubungan terhadap manajemen kinerja adalah proses terintegrasi untuk memastikan bahwa proses berjalan sesuai rencana (on the track).

Monitoring dapat memberikan informasi keberlangsungan proses untuk menetapkan langkah menuju ke arah perbaikan yang berkesinambungan. Pada pelaksanaannya, monitoring dilakukan ketika suatu proses sedang berlangsung. Level kajian sistem monitoring mengacu pada kegiatan per kegiatan dalam suatu bagian (Wrihatnolo, 2008), misalnya kegiatan pemesanan barang pada supplier oleh bagian purchasing. Indikator yang menjadi acuan monitoring adalah output per proses / per kegiatan. Umumnya, pelaku monitoring merupakan pihak-pihak yang berkepentingan dalam proses, baik pelaku proses (self monitoring) maupun atasan / supervisor pekerja.

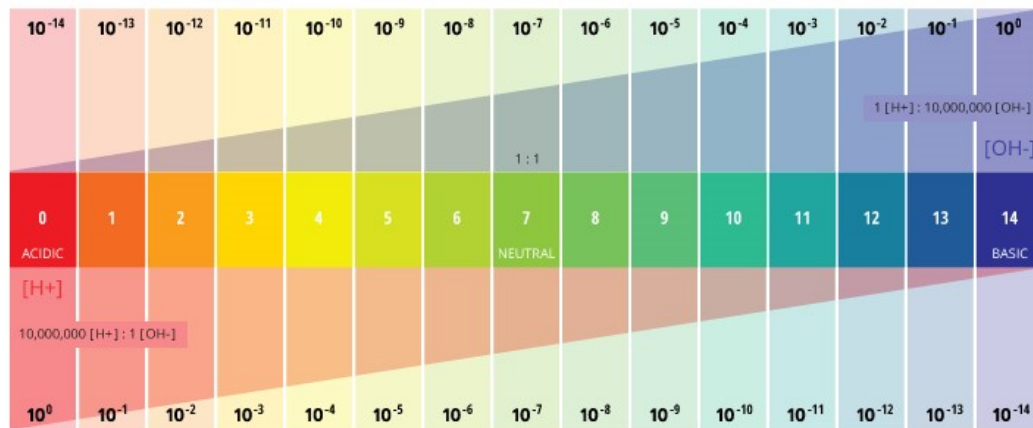
Berbagai macam alat bantu yang digunakan dalam pelaksanaan sistem monitoring, baik observasi / interview secara langsung, dokumentasi maupun aplikasi visual (Chong, 2005). Pada dasarnya, monitoring memiliki dua fungsi dasar yang berhubungan, yaitu compliance monitoring dan performance monitoring (Mercy, 2005). Compliance monitoring berfungsi untuk memastikan proses sesuai dengan harapan / rencana. Sedangkan, performance monitoring berfungsi untuk mengetahui perkembangan organisasi dalam pencapaian target yang diharapkan.

2.6 pH air

Kadar pH sebenarnya adalah takaran untuk mengukur kadar relatif ion hidrogen bebas dan ion hidroksil di dalam air. Jika level ion hidrogen bebas tinggi, maka air tersebut dikatakan bersifat asam. Sedangkan jika jumlah ion hidroksil bebas lebih banyak, air itu disebut basa atau alkali (1).

Arti pH yang sebenarnya adalah ukuran jumlah relatif ion hidrogen dan hidroksil yang bebas. Karena kandungan pH dapat dipengaruhi oleh bahan kimia, maka pH merupakan indikator penting dalam air yang berubah secara kimia. Setiap angka mewakili perubahan 10 kali lipat dalam keasaman / kebasaan air. Air dengan pH lima adalah sepuluh kali lebih asam dari air yang memiliki pH enam.

Tingkat pH aquarium sangat penting karena dapat memengaruhi jumlah oksigen di dalam air, yang berkontribusi pada kesejahteraan ikan. Kebanyakan aquarium dapat menjadi habitat yang baik dengan pH 6-8. Namun, jika ikan terlihat sakit atau lesu dan Anda telah memastikan hal itu disebabkan oleh pH air, ada baiknya untuk menurunkannya. Sebagian ikan juga lebih nyaman berada di aquarium dengan tingkat pH lebih rendah. Untuk menurunkan pH, tambahkan bahan alami seperti kayu apung, lumut gambut, dan daun almon ke dalam aquarium. Anda juga dapat membeli filter osmosis berbalik sebagai opsi jangka panjang. Ingatlah bahwa Anda harus membersihkan dan memelihara aquarium untuk menjaga agar pH tetap rendah dan memastikan ikan dalam keadaan sehat.



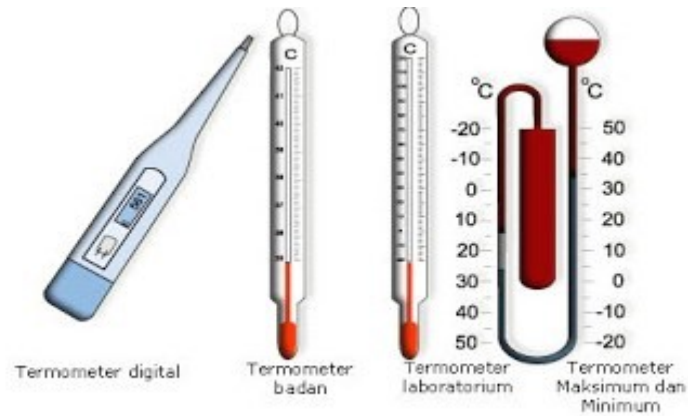
Gambar 2. 5 Index pH air

2.7 Suhu

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), suhu merupakan ukuran kuantitatif terhadap temperatur panas dan dingin, diukur dengan termometer. Suhu tidak dapat dilihat, tetapi dapat dirasakan. Makin tinggi suhu suatu benda, maka makin tinggi derajat panas yang dimilikinya. anusia mengenal panas dan dingin suatu benda melalui suhu. Benda yang dingin dikenal memiliki suhu yang lebih rendah dibanding benda yang panas. Sebaliknya, benda yang panas memiliki suhu yang lebih tinggi dibanding benda yang lebih dingin. Dari fakta tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu merupakan besaran untuk menyatakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. Meski dapat dinyatakan secara kualitatif, suhu sebaiknya dinyatakan dengan kuantitatif dengan satuan derajat tertentu.

Untuk menyatakan suhu suatu benda secara kuantitatif, manusia membutuhkan bantuan alat pengukur suhu yang disebut termometer. Menurut modul "Suhu, Kalor, dan Energi di Sekitarku" terbitan Kemdikbud, termometer dibagi menjadi dua jenis, yaitu termometer zat cair dan termometer zat padat. Termometer zat cair memanfaatkan benda cair atau alkohol sebagai bahan pembuatannya. Sebaliknya, termometer zat padat menggunakan sifat benda padat sebagai bahan pembuatannya.

1. Jenis Termometer Zat Cair Termometer laboratorium dengan skala mulai dari -10°C Termometer suhu badan dengan skala antara 35°C dan 42°C .



Gambar 2. 6 Termometer Zat Cair

2. Jenis Termometer Zat Padat Termometer bimetal yang menggunakan logam sebagai bahan untuk menunjukkan perubahan suhu Termometer termokopel yang memanfaatkan aliran listrik untuk menentukan besaran suhu.



Gambar 2. 7 Termometer Zat Padat

2.8 Ikan

Ikan adalah anggota vertebrata poikilotermik (berdarah dingin) yang hidup di air dan bernapas dengan insang. Ikan merupakan kelompok vertebrata yang paling beraneka ragam dengan jumlah spesies lebih dari 27,000 di seluruh dunia.

Dalam keluarga hewan bertulang belakang / vertebrata, ikan menempati jumlah terbesar, sampai sekarang terdapat sekitar 257.000 species 2 yang tercatat, walaupun perkiraannya ada pada kisaran 40.000 spesies, yang terdiri dari 483 famili dan 57 ordo. Jenis-jenis ikan ini sebagian besar tersebar di perairan laut yaitu

sekitar 58% (13,630 jenis) dan 42% (9870 jenis) dari keseluruhan jenis ikan. Jumlah jenis ikan yang lebih besar di perairan laut, dapat dimengerti karena hampir 70% permukaan bumi ini terdiri dari air laut dan hanya sekitar 1% merupakan perairan tawar. Ini sangat kontras jika dibandingkan dengan perkiraan jumlah spesies burung yakni 9000 spesies, mamalia 4000 (manusia termasuk di dalamnya), reptile 5800, dan amphibi 3500 spesies. Mereka bukan hanya dibedakan oleh jumlah spesies yang beragam, tetapi juga berbeda dalam berbagai ukuran dan bentuk. Mulai dari ikan yang berukuran kecil yang disebut Percid dari Amerika (*Etheostoma microperca*) yang dewasa secara seksual pada ukuran 27 mm.

2.9 Ikan Arwana

Arwana adalah ikan bertulang air tawar dari keluarga Osteoglossidae, juga dikenal sebagai bonytongues. Arwana sebenarnya termasuk jenis ikan purba yang hingga kini belum punah. Banyak nama yang melekat padanya, diantaranya ikan siluk, ikan kayangan, ikan kalikasi, dan ikan kelasa.

Ikan arwana memang dikenal sebagai ikan arwana. Namun, nyatanya, ikan arwana ini juga memiliki nama latin. Dimana, nama latin ikan arwana ini adalah Asian Arowana. Sedangkan untuk nama saintisnya, ikan arwana bernama *Scleropages formosus*. Yang mana, ikan ini termasuk ke dalam klasifikasi *Scleropages*, dan masuk ke dalam keluarga Arowana. Ikan arwana ini masuk ke dalam kelas *Acinoperygii* dengan orde *Osteoglossiformes*, di dalam filum *Chordata*. Dengan semakin banyaknya jenis ikan arwana, membuktikan bahwa ikan arwana merupakan suatu keluarga besar sehingga banyak sekali kekerabatan pada keluarga ikan arwana ini.



Gambar 2.7 Ikan Arwana

Menurut pengalaman para pemelihara ikan arwana, sentra produksi ikan arwana terdapat di kawasan Kalimantan dan Sumatera. Hal ini sebenarnya pun bukan tanpa alasan. Mengingat Kalimantan dan Sumatera memang menjadi salah dua penghasil ikan arwana terbesar yang ada di Indonesia. Meskipun begitu, hal ini tidak membuat daerah lain surut akan ikan arwana. Sebagian besar wilayah Indonesia juga memiliki potensi sebagai penghasil ikan arwana. Hanya saja, kuantitas tertinggi dan menjadi sentral adalah Kalimantan dan Sumatera.

Hal yang harus Anda perhatikan tersebut diantaranya meliputi area pemeliharaannya. Apakah akan menggunakan aquarium maupun akuarium. Hal tersebut disesuaikan dengan banyaknya ikan yang Anda pelihara. Selain memilih tempat, Anda juga harus menjaga kadar pH dalam air. Pastikan pH tersebut tidak lebih ataupun kurang karena akan tidak baik untuk ikan arwana itu sendiri. Kemudian perhatikanlah suhu air agar tetap stabil antara 26 hingga 30 derajat celsius. Lalu untuk pemilihan jenis ikan arwana yang akan dipelihara, cara untuk pembesaran benih, mengetahui karakter ikan arwana secara baik, proses pemeliharaannya secara baik dan benar, serta pakan apa yang harus diberikan.

2.10 Algoritma

Algoritma adalah suatu upaya dengan urutan operasi yang disusun secara logis dan sistematis untuk menyelesaikan suatu masalah untuk menghasilkan suatu output tertentu. Algoritma adalah metode atau langkah yang direncanakan secara tersusun dan berurutan untuk menyelesaikan atau memecahkan permasalahan dengan sebuah intruksi atau kegiatan Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadikan manusia mampu menghasilkan karya - karya yang semakin canggih dan kompleks. Meskipun komputer dapat melakukan perhitungan dengan cepat dibandingkan manusia pada umumnya, namun komputer tidak bisa menyelesaikan masalah begitu saja tanpa diajarkan oleh manusia melalui urutan langkah-langkah (algoritma) penyelesaian yang didefinisikan terlebih dahulu. Selain digunakan untuk pemecahan masalah menggunakan komputer, algoritma juga dapat diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan sehari-hari yang membutuhkan sederet proses atau langkah-langkah prosedural. Agar lebih memahami apa itu algoritma mari kita pelajari pengertiannya dari beberapa sumber.

2.11 Algoritma Fuzzy Logic

2.11.1 Definisi

Konsep Fuzzy Logic diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada 1965 dan dipresentasikan bukan sebagai suatu metodologi kontrol, tetapi sebagai suatu cara pemrosesan data dengan memperkenankan penggunaan partial set membership dibanding crisp set membership atau non-membership. Pendekatan pada set teori ini tidak diaplikasikan pada sistem kontrol sampai tahun 70-an karena kemampuan komputer yang tidak cukup pada saat itu. Profesor Zadeh berpikir bahwa orang tidak membutuhkan kepastian, masukan informasi numerik, dan belum mampu terhadap kontrol adaptif yang tinggi.

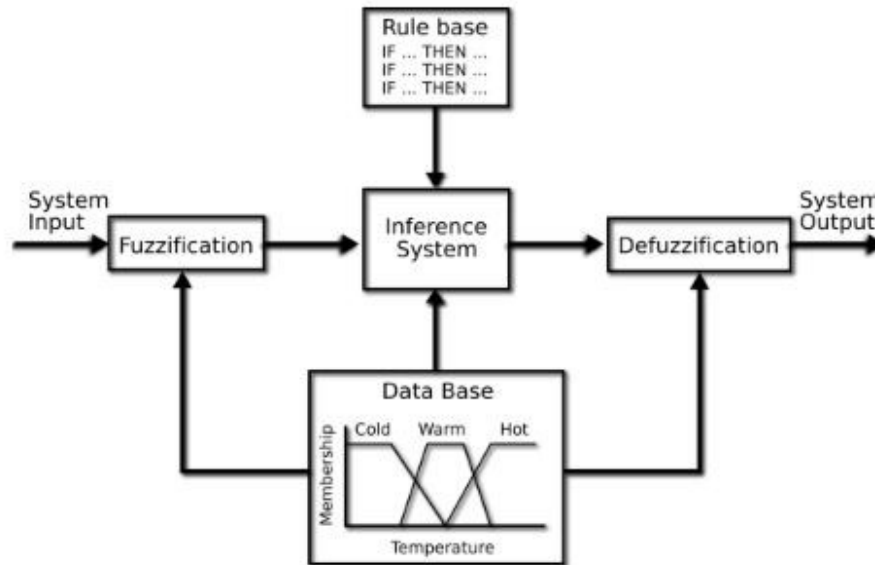
Konsep fuzzy logic kemudian berhasil diaplikasikan dalam bidang kontrol oleh E.H. Mamdani. Sejak saat itu aplikasi fuzzy berkembang kian pesat. Di tahun 1980-an negara Jepang dan negara-negara di Eropa secara agresif membangun produk nyata sehubungan dengan konsep fuzzy logic yang diintegrasikan dalam produk-produk kebutuhan rumah tangga seperti vacuum cleaner, microwave oven dan kamera video. Sementara pengusaha di Amerika Serikat tidak secepat itu mencakup teknologi ini. Fuzzy logic berkembang pesat selama beberapa tahun terakhir. Terdapat lebih dari dua ribu produk dipasaran yang menggunakan konsep fuzzy logic, mulai dari mesin cuci hingga kereta berkecepatan tinggi. Setiap aplikasi tentunya menyadari beberapa keuntungan dari fuzzy logic seperti performa, kesederhaan, biaya rendah dan produktifitasnya.

2.11.2 Konsep Fuzzy Logic

Konsep Fuzzy Logic umumnya diterapkan pada masalah - masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (uncertainty), ketidaktepatan (imprecise), noisy, dan sebagainya. Fuzzy logic menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti (significance).

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar yang artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam fuzzy dikenal derajat keanggotan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Logika fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar

atau salah. Dalam teori logika fuzzy suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Algoritma Fuzzy Logic adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk mengelompokkan data-data ke dalam beberapa kelompok. Bisa juga digunakan untuk menentukan peringkat dari beberapa inputan data.



Gambar 2.8 Arsitektur Fuzzy Logic

Ada tiga proses utama jika ingin mengimplementasikan *fuzzy logic* pada suatu perangkat, yaitu fuzzifikasi, evaluasi *rule*, dan defuzzifikasi.

1. *Fuzzification*

Merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.

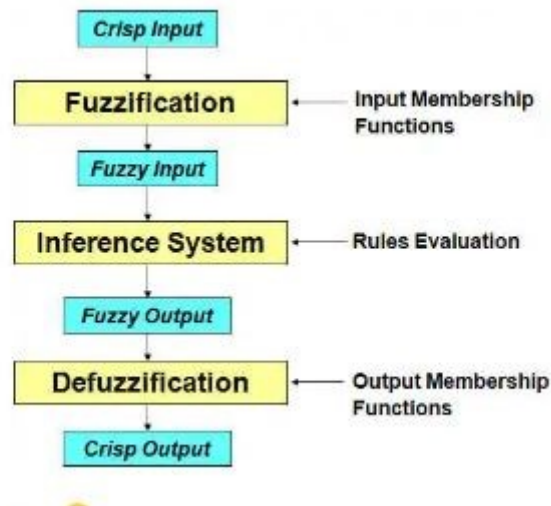
2. *Inference System (Evaluasi Rule)*,

Merupakan sebagai acuan untuk menjelaskan hubungan antara variabel-variabel masukan dan keluaran yang mana variabel yang diproses dan yang dihasilkan berbentuk *fuzzy*. Untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran biasanya menggunakan "IF-THEN".

3. *Defuzzification*

Merupakan proses pengubahan variabel berbentuk fuzzy tersebut menjadi data-data pasti (*crisp*) yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian.

Berikut diagram alir prosesnya.



Gambar 2.9 Diagram Alir Fuzzy Logic

Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1 dan logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output dan mempunyai nilai kontiniu. Fuzzy dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Kusumadewi, 2004).

2.11.3 Spesifikasi Fuzzy Logic

Adapun beberapa ciri-ciri dan karakteristik penting dari logika fuzzy yang perlu diketahui adalah sebagai berikut:

1. Fuzzy merupakan metode atau teknik machine learning (pembelajaran mesin) yang fleksibel dan mudah diterapkan.
2. Membantu meniru logika pemikiran manusia (penalarannya).
3. Logic atau logikanya mungkin memiliki dua nilai yang mewakili dua kemungkinan solusi.
4. Merupakan metode yang sangat cocok untuk penalaran yang tidak pasti atau perkiraan.

5. Memandang inferensi sebagai proses menyebarkan kendala elastis.
6. Memungkinkan membangun fungsi nonlinier dengan kompleksitas arbitrer.

2.11.4 Metode Inferensia Fuzzy Logic

Sistem inferensia fuzzy terdapat beberapa metode di antaranya terdapat tiga metode yang sering digunakan. Perbedaan utama dari ketiga metode tersebut terletak pada perbedaan konsekuensi aturan fuzzy, agregasi, dan prosedur defuzzifikasi. Ketiga metode tersebut yaitu metode Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno.

2.11.4.1 Metode Inferensi Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk *if and then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. Sebagai hasilnya, keluaran hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir dari Tsukamoto menggunakan rata-rata terbobot dan dalam inferensinya metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut:

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy
2. Fuzzifikasi, yaitu menentukan derajat keanggotaan variabel input
3. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (Rule dalam bentuk *IF...THEN*)
4. Implikasi dengan fungsi *MIN* untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$)
5. Defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata

2.11.6.2 Metode Inferensi Mamdani

Sistem inferensi fuzzy Mamdani diusulkan oleh Ebrahim Mamdani tahun 1977. Pertama kali dirancang untuk mengontrol kombinasi mesin uap dan boiler dengan seperangkat aturan kontrol linguistik yang diperoleh dari operator manusia yang berpengalaman. Pada sistem inferensi Mamdani, keluaran dari setiap aturan menjadi himpunan logika fuzzy. Untuk menentukan keluaran atau output terdapat beberapa tahapan, yakni sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy
2. Fuzzifikasi, yaitu menentukan derajat keanggotaan variabel input
3. Operasi logika fuzzy, perlu dilakukan jika bagian antecedent lebih dari satu pernyataan melakukan operasi-operasi logika fuzzy. Hasil akhir dari operasi ini adalah derajat kebenaran antecedent yang berupa bilangan tunggal. Operator fuzzy untuk melakukan operasi and dan or bisa dibuat sendiri.
4. Implikasi: menerapkan metode implikasi untuk menentukan bentuk akhir fuzzy set keluaran. Consequent atau keluaran dari aturan fuzzy ditentukan dengan mengisikan kumpulan fuzzy keluaran ke variabel keluaran. Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
5. Agregasi: yaitu proses mengkombinasikan keluaran semua aturan if - then menjadi sebuah kumpulan fuzzy tunggal menggunakan fungsi Max. Apabila digunakan fungsi implikasi min maka metode agregasi ini disebut dengan nama max-min atau max-min atau Mamdani.
6. Defuzzifikasi: input dari proses ini adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan outputnya adalah bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

Salah satu metode untuk defuzzifikasi yaitu metode centroid atau (composite moment). Metode ini mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy.

2.11.6.3 Metode Inferensi Sugeno

Sistem inferensi fuzzy ini diusulkan oleh Takagi, Sugeno, dan Kang tahun 1985 untuk mengembangkan pendekatan sistematis untuk menghasilkan aturan fuzzy dari dataset input-output yang diberikan. Aturan fuzzy yang khas dalam model fuzzy Sugeno orde pertama memiliki bentuk: Jika x adalah A dan y adalah B maka $z = f(x, y)$ di mana :

1. A dan B adalah himpunan fuzzy pada anteseden
2. $z = f(x, y)$ adalah fungsi tegas dalam konsekuen.

Model fuzzy Sugeno tingkat tinggi juga dimungkinkan, tetapi saat merancang, model tersebut memperkenalkan kompleksitas yang signifikan. Tahapan proses pada metode Sugeno sama dengan metode Mamdani untuk tahap penentuan

variabel masukan hingga tahap operasi logika fuzzy. Pada tahap selanjutnya yaitu implikasi hingga proses defuzzifikasi terdapat perbedaan yaitu:

1. Implikasi: menerapkan metode implikasi untuk menentukan bentuk akhir fuzzy set keluaran. Keluaran dari aturan fuzzy ditentukan dengan mengisi keanggotaan keluaran yang bersifat linier atau konstan.
2. Agregasi: yaitu proses mengkombinasikan keluaran dimana keluaran bukan dalam bentuk fungsi keanggotaan, tetapi sebuah bilangan yang berubah secara linier terhadap variabel-variabel input, yaitu mengikuti suatu persamaan linier $z = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_N \cdot x_N + q$ jika berorde satu atau $z = \text{konstanta}$ jika berorde nol.
3. Defuzzifikasi: dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

2.12 IoT

IoT (Internet of Thing) dapat didefinisikan kemampuan berbagai device yang bisa saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga bisa dikatakan bahwa Internet of Things (IoT) adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (things) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet (Hardyanto, 2017).

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah, benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikali di sistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awal-awal implementasi gagasan IoT pengenalan yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (Barcode), Kode QR (QR Code) dan Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenalan berupa IP address dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenalan IP address.

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.

Barang apapun dapat dikatakan sebagai IoT Device jika telah terpasang IoT module/embedded device, IoT Module pada umumnya terdiri dari 4 komponen penting diantaranya :

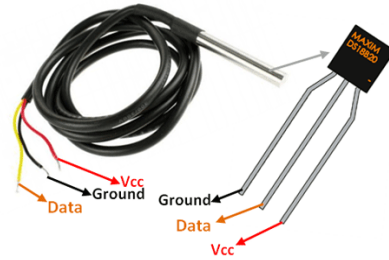
1. Sensor berfungsi sebagai penerima/pengoleksi informasi tentang apa yang ingin dimonitor keluarkan misalnya sensor suhu untuk mendapatkan informasi suhu kamera microphone dll.
2. CPU/computer Komputer harus berbentuk laptop atau tower, khusus untuk membuat perangkat IoT ada perangkat komputer kecil atau sering disebut juga single board computer seperti raspberry pi atau arduino CPU yang juga bertugas sebagai pengolah data yang nantinya akan dikirim ke perangkat lain untuk diolah.
3. Sistem Operasi Embedded device untuk perangkat IoT memerlukan sistem operasi khusus karena perangkat IoT berukuran kecil /portable dan memiliki spesifikasi yang minim. sistem operasi inilah yang menjadi nyawa dari perangkat /module/embedded device /perangkat IoT/Module IoT.
4. Jalur komunikasi Setelah sensor mengoleksi informasi dan CPU mengolah dan menentukan tindakan berdasarkan informasi yang diterima maka perangkat IoT memerlukan jalur komunikasi untuk mengirim data yang telah diolah nya ke user atau bahkan ke server pusat. media komunikasi disini bisa berupa bluetooth,wifi dan untuk mengirim informasi dari tempat yang jauh tanpa batasan ruang dan waktu maka perangkat IoT akan menggunakan media Internet.

2.13 Sensor suhu DS18B20

2.13.1 Definisi

Sensor Suhu DS18B20 merupakan jenis sensor digital 1-wire. Sensor ini memiliki 64-bit serial number yang dapat dipasang lebih dari satu penggunaan sensor dalam satu mikro. Sensor ini sangat berguna untuk memperoleh nilai suhu dan proyek proyek kontrol suhu. Selain harganya murah, sensor ini efektif menghasilkan data yang akurat. Jenis sensor ini tersedia yang waterproof,

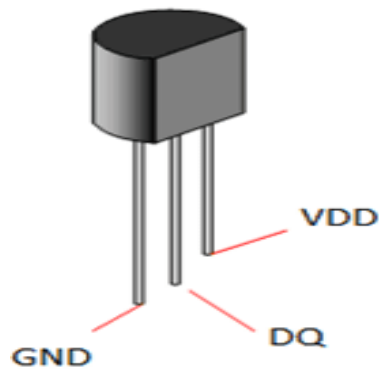
penggunaan sensor yang tahan air ini lebih efektif jika diletakan diarea yang basah (outdoor) dan tidak perlu menggunakan cover tambahan lagi.



Gambar 2. 8 Sensor Suhu DS18B20

2.13.2 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20

1. Batas Power supply: 3.0V sampai 5.5V
2. Kisaran Suhu: -55°C sampai +125°C
3. Keakuratan data +/-0.5 °C (antara -10°C sampai 85°C)



Gambar 2. 9 Sensor Suhu DS18B20

Keterangan antarmuka (interface)

1. Kabel kuning = DQ.
2. Kabel hitam = GND.
3. Kabel merah = VDD.

Tabel Pinout Sensor Suhu DS18B20

Pin	Nama	Fungsi
1	DQ	Data Input/Output

2	GND	Untuk Ground
3	VDD	Untuk Tegangan Sensor

2.14 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan software yang khusus digunakan untuk merancang program melalui Arduino, dengan bahasa lain Arduino IDE menjadi sebuah media untuk melakukan program board Arduino. Arduino IDE berfungsi untuk editor text guna mengedit, membuat, dan memvalidasi sebuah kode program.

Arduino IDE juga dapat melakukan sebuah aksi upload ke board Arduino. Kode program yang digunakan dalam proses pemrograman Arduino dapat disebut sebagai Arduino “Sketch” atau juga dapat dikatakan sebagai source code Arduino. Ekstensi yang digunakan sebagai file source code yaitu .ino, Arduino IDE dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java dan Software ini juga sudah support dengan library C/C++ yang biasanya disebut dengan istilah Writing sebagai proses operasional input dan output agar lebih sederhana.

Ada banyak sebuah software board pemrograman yang tersedia dibanyak situs dan fungsinya sama. Akan tetapi, penggunaan Arduino dipilih oleh banyak kalangan dikarenakan mempunyai alasan yang meningkatkan mikrokontroler menjadi lebih istimewa. Banyak kelebihan penggunaan Arduino IDE ini salah satunya karena biaya operasional yang murah. Banyak kelebihan penggunaan Arduino IDE ini salah satunya karena biaya operasional yang murah. Setiap kali melakukan pembelian software sudah pasti akan melihat biaya terlebih dahulu. Dengan menggunakan Arduino, juga menyediakan freeware yang dapat digunakan namun dengan fitur terbatas.

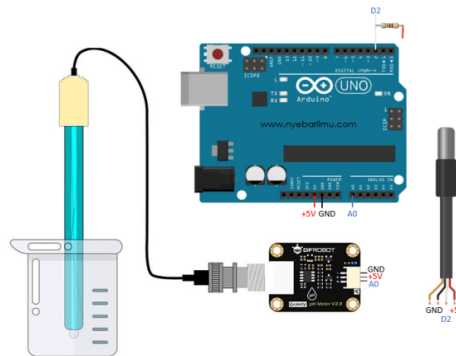
Alasan lain merupakan Arduino IDE merupakan sebuah cross-platform yang dapat dijalankan dalam beberapa platform seperti Windows, Mac OS, serta Linux dibandingkan software lain belum tentu dapat diinstal dalam beberapa sistem operasi, selain itu juga Arduino IDE pada sistem operasi Windows dapat dijalankan dengan Windows 7 sampai Windows terbaru dengan operasi 32 bit dan 64 bit.

2.15 Sensor Ph

2.15.1 Definisi

Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui derajat keasaman dari suatu larutan, alat ini digunakan untuk mengukur tingkat asam/basa suatu larutan, apakah larutan tersebut tergolong asam, basa atau netral. Sementara itu, dalam hal ini pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kada alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari "p" lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H" lambang kimia untuk unsur Hidrogen.

Pada pH meter digital terdapat elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH, elektroda (probe pengukur) terhubung sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Probe atau Elektroda merupakan bagian penting dari pH Meter. Elektroda adalah batang seperti struktur biasanya terbuat dari kaca. Pada bagian bawah elektroda ada bohlam, bohlam merupakan bagian sensitif dari probe yang berisi sensor. Untuk mengukur pH larutan, probe dicelupkan ke dalam larutan. Probe dipasang di lengan dikenal sebagai probe lengan.

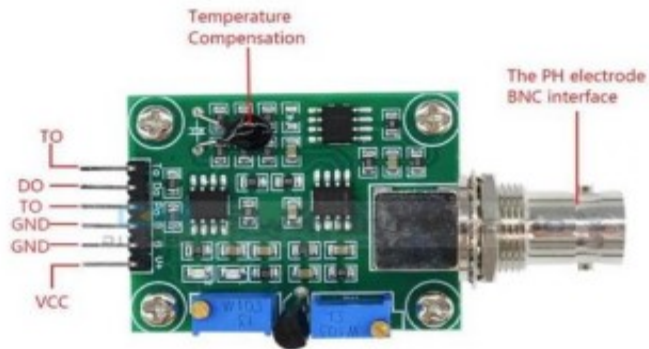


Gambar 2. 9 Sensor pH

2.15.2 Spesifikasi Sensor pH

Dapat dilihat dalam tabel pin dalam sensor pH PH4502C pin TO digunakan untuk output temperatur yang tertera dalam modul sensor, Pin DO ini digunakan untuk mengatur pH limit yang menyebabkan apabila potensiometer mendekati batas maka LED merah menyalakan sinyal DO. Pin PO digunakan untuk mendeteksi output nilai pH apabila probe BNC dan pin modul sensor telah

dihubungkan dengan pin analog arduino, Pin G digunakan untuk menggroundkan tegangan, pin V+ digunakan untuk menyalurkan tegangan kedalam sensor dengan tegangan maksimal 5V.[13]



Gambar 2.21 Modul PH-4520C

Tabel 2. Pinout Sensor PH-4520C

No	Pin	Fungsi
1	TO	Temperatur Output
2	DO	3,3 V Output
3	PO	pH Analog Output
4	G	Ground
5	G	Ground
6	V+	5V

2.16 ESP32

2.16.1 Definisi ESP32

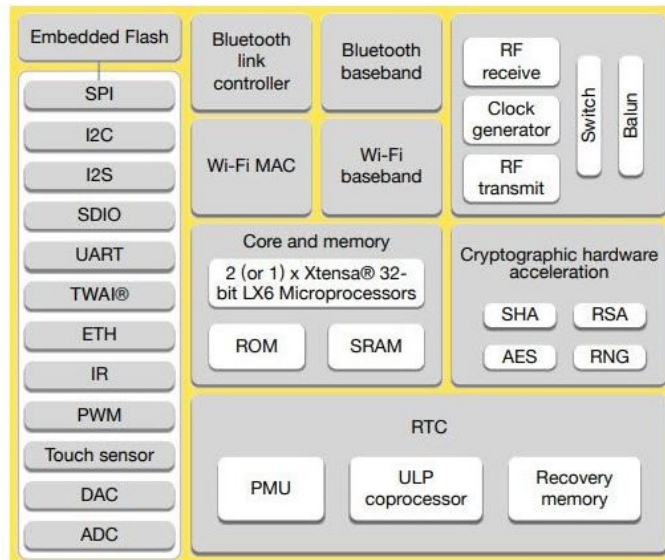
ESP32 adalah Mikrokontroler System on Chip (SoC) berbiaya rendah dari Espressif Systems, yang juga sebagai pengembang dari SoC ESP8266 yang terkenal dengan NodeMCU. ESP32 adalah penerus SoC ESP8266 dengan menggunakan Mikroprosesor Xtensa LX6 32-bit Tensilica dengan Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. Hal yang baik tentang ESP32, seperti ESP8266 adalah komponen RF terintegrasi seperti Power Amplifier, Low-Noise Receive Amplifier, Antena Switch, dan Filter. Hal ini membuat perancangan hardware pada ESP32 menjadi sangat mudah karena hanya memerlukan sedikit komponen eksternal.

Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan Bluetooth dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. ESP32 memiliki fitur yang cukup lengkap karena mendukung input/output Analog dan Digital, PWM, SPI, I2C, dll.



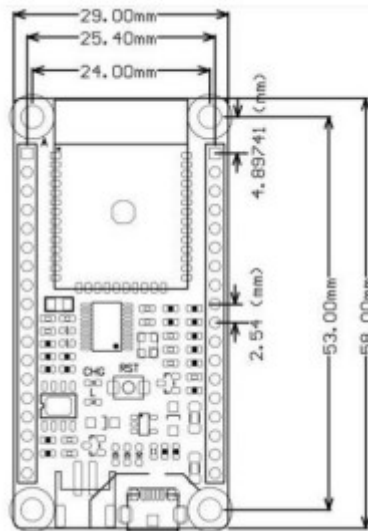
Gambar 2. 10 ESP32

Hal penting yang perlu diketahui tentang ESP32 adalah diproduksi menggunakan teknologi 40 nm ultra-low-power TSMC. Jadi, dapat dioperasikan dengan baterai yang umum seperti yang sudah digunakan pada perangkat perlengkapan audio, monitoring, smartwatch, dll.



Gambar 2. 11 Komponen ESP32

2.16.2 Spesifikasi ESP32



Gambar 2. Spesifikasi ESP32

ESP32 memiliki lebih banyak fitur daripada ESP8266. Memulai dengan ESP32 ini. Berikut ini daftar beberapa spesifikasi penting dari ESP32.

1. Mikroprosesor LX6 32-bit Single atau Dual-Core dengan frekuensi clock hingga 240 MHz.
2. 520 KB SRAM, 448 KB ROM dan 16 KB RTC SRAM.

3. Mendukung konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n dengan kecepatan hingga 150 Mbps.
4. Dukungan untuk spesifikasi Classic Bluetooth v4.2 dan BLE.
5. 34 GPIO yang Dapat Diprogram.
6. Hingga 18 saluran SAR ADC 12-bit dan 2 saluran DAC 8-bit
7. Konektivitas Serial meliputi 4 x SPI, 2 x I2C, 2 x I2S, 3 x UART.
8. Ethernet MAC untuk Komunikasi LAN fisik (membutuhkan PHY eksternal).
9. 1 Pengontrol host untuk SD / SDIO / MMC dan 1 pengontrol Slave untuk SDIO / SPI.
10. PWM Motor dan hingga 16-saluran LED PWM.
11. Boot Aman dan Enkripsi Flash.
12. Akselerasi Perangkat Keras Kriptografi untuk AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC dan RNG.

2.17 Thinger.io

Thinger.io adalah platform Internet of Things (IoT) yang menyediakan fitur cloud untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. Thinger.io juga dapat memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik.

Thinger.io merupakan cloud platform gratis internet of thing (IoT) yang disediakan untuk berbagai prototype system yang terkoneksi untuk dilakukan pengontrolan setiap data. Logo thinger.io dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 12 Logo thinger.io

2.18 PHP

PHP merupakan singkatan dari PHP Hypertext Preprocessor yang digunakan sebagai bahasa script server-side atau skrip yang dijalankan disisi server dalam pengembangan web yang disisipkan pada dokumen HTML. PHP merupakan software open source yang disebar dan dilisensikan secara gratis serta dapat di download secara bebas dari situs resminya <http://www.php.net>. Selain itu Keuntungan menggunakan PHP, kode yang menyusun program tidak perlu dibagikan kepada pemakai, yang berarti bahwa kerahasiaan kode dapat dilindungi. Secara khusus, PHP dirancang untuk membentuk web dinamis. Artinya, PHP dapat membentuk suatu tampilan berdasarkan permintaan terkini. Misalnya, anda bisa menampilkan isi database ke halaman web. Pada prinsipnya, PHP mempunyai fungsi serupa dengan skrip-skrip seperti ASP (Active ServerPage), Cold Fusion ataupun Perl.

2.19 JavaScript

JavaScript adalah Bahasa pemrograman yang bisa disisipkan ke HTML seperti halnya PHP akan tetapi JavaScript berjalan disisi Client. JavaScript pertama kali dikembangkan oleh Brendan Eich dari Netscape di bawah nama Mocha dan pertama kali diperkenalkan oleh Netscape pada tahun 1995. Pada awalnya bahasa yang sekarang disebut JavaScript ini dahulu bernama "LiveScript" yang berfungsi sebagai bahasa sederhana untuk browser Netscape Navigator 2 yang sangat populer pada saat itu, Kemudian sejalan dengan sedang giatnya kerja sama antara Netscape dan Sun (pengembangan bahasa pemrograman Java) pada masa itu, maka Netscape memberikan nama JavaScript kepada bahasa tersebut pada tanggal 4 Desember 1995 dan pada saat yang bersamaan Microsoft sendiri mencoba untuk mengadaptasikan teknologi ini yang mereka sebut sebagai Jscript di browser milik mereka yaitu Internet Explorer 3. JavaScript sendiri merupakan modifikasi dari bahasa pemrograman C++ dengan pola penulisan yang lebih sederhana dari bahasa pemrograman C++.

Java dan JavaScript hampir tidak ada hubungannya selain dari sintaks antara dua bahasa. Bahkan mereka dikembangkan oleh dua perusahaan yang sama sekali berbeda, dengan tujuan dan pemikiran yang berbeda, Netscape mengembangkan JavaScript dan Sun Microsystems mengembangkan Java. JavaScript adalah bahasa

pemrograman berbasis prototipe yang berjalan di sisi klien. Jika kita berbicara dalam konteks web, sederhananya kita dapat memahami JavaScript sebagai bahasa pemrograman yang berjalan khusus untuk di browser atau halaman web agar halaman web menjadi lebih hidup. Jika dilihat dari suku katanya, JavaScript terdiri dari dua kata, yaitu Java dan Script. Java adalah bahasa pemrograman yang berorientasi objek, sedangkan Script adalah serangkaian instruksi program. JavaScript adalah bahasa script (bahasa pemrograman yang dapat memegang kontrol aplikasi) yang berbasis pada bahasa pemrograman Java. Namun JavaScript bukanlah bagian dari teknologi Java dari Sun. Java merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek murni, sedangkan JavaScript digunakan secara procedural.

2.20 MySQL

MySQL adalah sebuah perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL (bahasa Inggris: database management system) atau DBMS yang multithread, multi-user, dengan sekitar 6 juta instalasi di seluruh dunia. MySQL AB membuat MySQL tersedia sebagai perangkat lunak gratis di bawah lisensi GNU General Public License (GPL), tetapi mereka juga menjual dibawah lisensi komersial untuk kasus-kasus dimana penggunaannya tidak cocok dengan penggunaan GPL. Pada penelitian ini MySQL digunakan sebagai platform penyimpanan data dan implementasi model rancangan database yang sudah di buat.