BAB II
TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai teori-teori penunjang untuk merancang *drone quadrotor* untuk mendeteksi dan memadamkan api dini, adapun teori yang akan dipaparkan sebagai berikut

2.1 *Drone Quadrotor* dan Mekanik

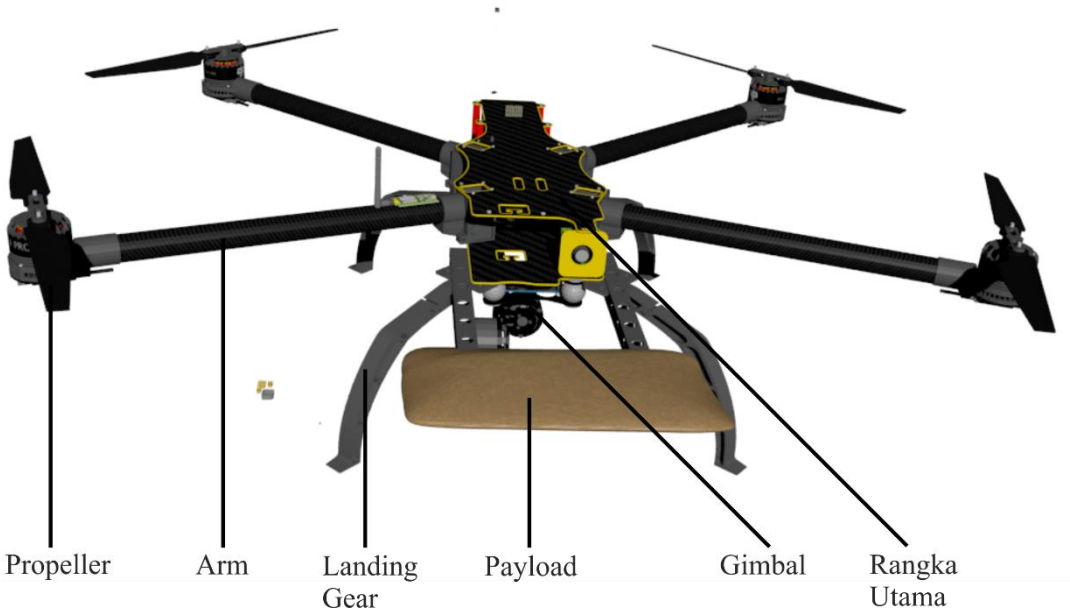
2.1.1 *Drone Quadrotor*

Drone merupakan pesawat tanpa pilot. Pesawat ini dikendalikan secara otomatis melalui program komputer yang dirancang, atau melalui kendali jarak jauh dari pilot yang terdapat di dataran atau di kendaraan lainnya. Awalnya UAV merupakan pesawat yang dikendalikan jarak jauh, namun sistem otomatis kini mulai banyak diterapkan.

Quadrotor adalah pengembangan dari *helicopter* yang hanya memiliki sebuah rotor, teknologi yang terdapat pada *quadrotor* ini menggunakan sinkronisasi antara keempat rotor yang dikonfigurasikan dalam bentuk *frame* plus "+" dimana rotor depan dan belakang berputar searah jarum jam, sedangkan rotor sebelah kanan dan kiri bergerak berlawanan arah jarum jam. *Quadrotor* dapat melakukan *take of* dan *landing* secara *vertikal*. Baling-baling depan dan belakang berputar dengan arah yang sama, serta baling-baling kanan dan kiri berputar dengan arah yang sama. *Variasi* kecepatan rotor, dapat mengubah gaya angkat dan menciptakan gerak. Dengan demikian, meningkatkan atau menurunkan kecepatan keempat baling-baling bersama-sama menghasilkan gerakan *vertikal*. Mengubah kecepatan baling-baling (kiri) dan (kanan) akan menghasilkan gerakan rotasi *roll* ditambah dengan gerakan translasi terhadap sumbu y sedangkan mengubah kecepatan baling-baling (depan) dan (belakang) akan menghasilkan gerakan rotasi *pitch* ditambah dengan gerakan translasi terhadap sumbu x.

2.1.2 Bagian – bagian *Drone Quadrotor*

Bagian mekanik merupakan bagian terpenting dan utama pada perancangan *drone quadrotor*, karena sebelum memulai tahap perancangan *drone quadrotor* diperlukan informasi untuk mengetahui tentang *frame quadrotor*, komponen penyusun *quadrotor*, metode pengendalian *quadrotor* serta berbagai perhitungannya agar dapat memulai tahap perancangan dengan tepat dan efisien. Gambar di bawah ini merupakan beberapa bagian umum yang ada pada *quadrotor*.



Gambar II-1 Bagian umum Drone Quadrotor

Berikut penjelasan dalam setiap bagian :

1. *Propeller* atau baling-baling yang biasanya dipasang pada motor *brushless*, dipakai untuk memberikan daya angkat pada *quadrotor* saat motor *brushless* berputar.
2. *Arm* atau lengan *quadrotor* dipasang pada rangka rangka utama, digunakan sebagai tempat motor *brushless* dipasang.
3. *Landing gear* atau kaki penyangga dipasang pada bagian bawah rangka utama, digunakan sebagai penyangga *quadrotor* agar rangka utama tidak menyentuh tanah.

4. *Payload* atau muatan merupakan tempat menyimpan beban muatan yang dibawa oleh *quadrotor* biasanya berisikan barang yang akan dijatuhkan atau pemantau.
5. *Gimbal* merupakan tempat kamera disimpan yang bertujuan untuk penstabil getaran pada kamera.
6. Rangka utama merupakan tempat menyimpan seluruh bagian elektronik atau sistem pada *quadrotor* yang dapat menopang semua beban pada *quadrotor*.

2.1.3 Stabilitas *Quadrotor*

Sebuah *quadrotor* yang akan diterbangkan harus dalam keadaan stabil, karena apabila *quadrotor* tidak stabil akan sulit memprediksi arah geraknya. Stabilitas *quadrotor* bergantung pada pusat massa atau *Center of Gravity* (CG), CG merupakan posisi dimana seluruh massa *quadrotor* seimbang pada satu titik, pengujiannya dilakukan dengan cara memberikan tali penyangga pada titik CG, maka *quadrotor* tidak akan jatuh ke satu sisi manapun.

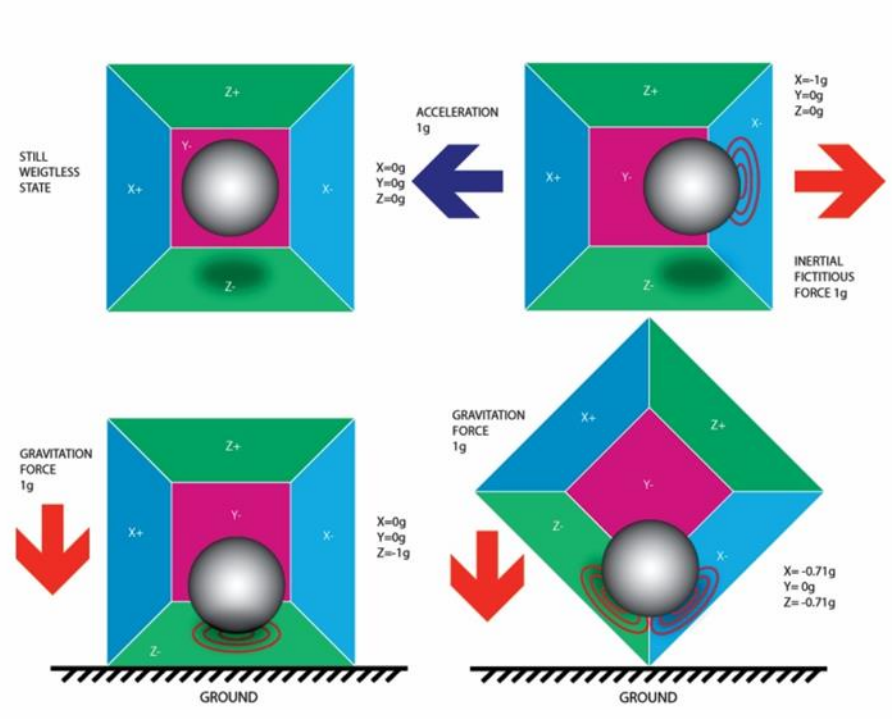
2.2 Komponen Elektronik

2.2.1 *Flight Controller* Ardupilot

Flight Controller (FC) merupakan otak atau komputer utama dari *multirotor*. Dalam sebuah FC terdapat beberapa *hardware* sensor seperti *Accelerometer, Gyro, Magnetometer, Barometer*. Berikut penjelasan dari beberapa sensor pada Flight Controller :

1. Sensor *Accelerometer* adalah perangkat yang mengukur akselerasi pada arah tertentu dari gerakan dan gravitasi. Pada kasus *Accelerometer 3 axis*, pada dasarnya bisa mengukur akselerasi dalam 3 arah secara bersamaan. Dalam kebanyakan kasus akselerasi diukur dengan *g-force*, yang pada dasarnya akselerasi itu seperti berat. Tentunya di permukaan bumi dan dalam kondisi tidak bergerak sensor akan bernilai 1G. sensor *Accelerometer* juga dapat difungsikan untuk mengukur kemiringan suatu benda dengan

memanfaatkan gaya gravitasi bumi seperti yang diilustrasikan pada Gambar II-2.

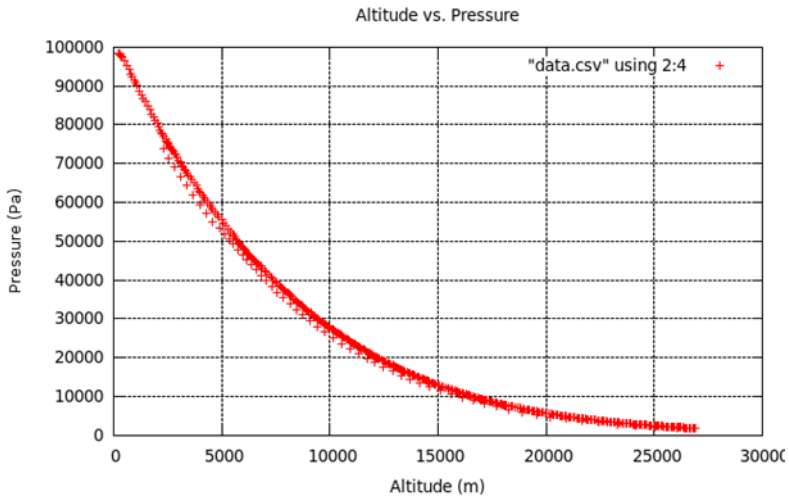


Gambar II-2 Pembacaan pada senssor Accelerometer

Pada Gambar tersebut terlihat adanya perubahan pembacaan percepatan gaya gravitasi bumi pada saat sensor *Accelerometer* dimiringkan Dengan memanfaatkan persamaan di bawah ini, perubahan sudut yang terjadi pada sensor *Accelerometer 2-axis*. Dengan memanfaatkan gaya gravitasi bumi, sensor *accelerometer* dapat mengukur sudut benda. Namun proses pembacaan akan terganggu di saat sensor mendapat *noise* berupa getaran atau akselerasi dari luar. Salah satu solusi untuk mengatasi hal ini adalah dengan cara menambahkan *filter* seperti *low pass filter*.[7]

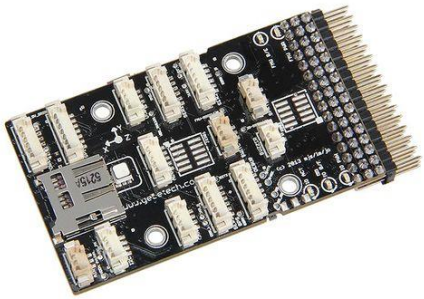
2. *Gyroscope* adalah perangkat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan sudut atau mempertahankan gerak rotasi dengan memanfaatkan gaya mekanis. Satuan kecepatan sudut yang diukur dalam derajat per detik (°/s) atau revolusi per detik (RPS). Dengan memanfaatkan data kecepatan sudut tersebut dapat diketahui kemiringan (*roll, pitch, yaw*) suatu benda. Untuk mengetahui nilai sudut, data kecepatan sudut harus terintegrasi.[7]

3. *Magnetometer* adalah peralatan elektronik yang berguna untuk mengukur kekuatan dari medan magnet. Adanya medan magnet bumi yang berasal dari utara membuat sensor *magnetometer* dapat digunakan untuk mengukur sudut terhadap arah utara bumi seperti alat ukur kompas.[9]
4. *Barometer* adalah sensor untuk mengukur tekanan udara dengan nilai keluaran berupa satuan Pa (*pascal*). Sensor ini berfungsi untuk mengukur tekanan udara di sekitar, dengan adanya diafragma yang sensitif terhadap tekanan maka ketinggian dari diafragma diukur untuk menentukan tekanan di lingkungan sekitar sensor, dengan perhitungan matematis nilai tekanan tersebut dapat dikonversikan menjadi nilai ketinggian karena ketinggian berbanding terbalik dengan tekanan udara seperti yang di tunjukan pada Gambar II-3. Kelemahan dari pembacaan sensor barometer adalah sensitif terhadap angin dan suhu sekitar, sehingga sensor ini perlu ditempatkan pada bagian yang tetap mendapatkan udara bebas namun tidak terdapat angin agar mendapatkan nilai yang akurat.[6]



Gambar II-3 Persamaan sensor barometer

Modul STM32 memiliki beberapa pin untuk fungsi-fungsi yang berbeda. STM32 membaca seluruh data sensor dan memproses seluruhnya untuk memerintahkan keempat motor untuk berputar sesuai dengan perintah dari FC.



Gambar II-4 Flight Controller

2.2.2 GPS (Global Positioning System)

GPS Adalah *navigasi* berbasis sistem satelit yang menyediakan informasi lokasi dan waktu. *Navigasi GPS* terbentuk dari garis pandang empat satelit atau lebih. *Navigasi GPS* memiliki tingkat *error* ± 5 meter terhadap posisi aktual, dan tidak bertambah sepanjang waktu.



Gambar II-5 *GPS*

GPS terdiri dari tiga bagian yaitu satelit yang mengorbit bumi (Satelit GPS yang mengelilingi bumi 2 kali sehari), stasiun pengendali dan pemantau di bumi dan GPS *receiver* (alat penerima GPS). Setiap satelit GPS memancarkan sinyal gelombang mikro. GPS *receiver* menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal yang dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk menentukan secara tepat berapa jauh dirinya dari satelit. Minimum 3 sinyal satelit yang berbeda agar GPS *receiver* dapat menghitung posisi koordinat lintang

(latitude) dan bujur *(longitude)*, penguncian sinyal satelit yang ke-4 membuat GPS *receiver* dapat menghitung posisi ketinggian terhadap permukaan laut *(altitude)*.[6]

2.2.3 Raspberry Pi 3 Model B

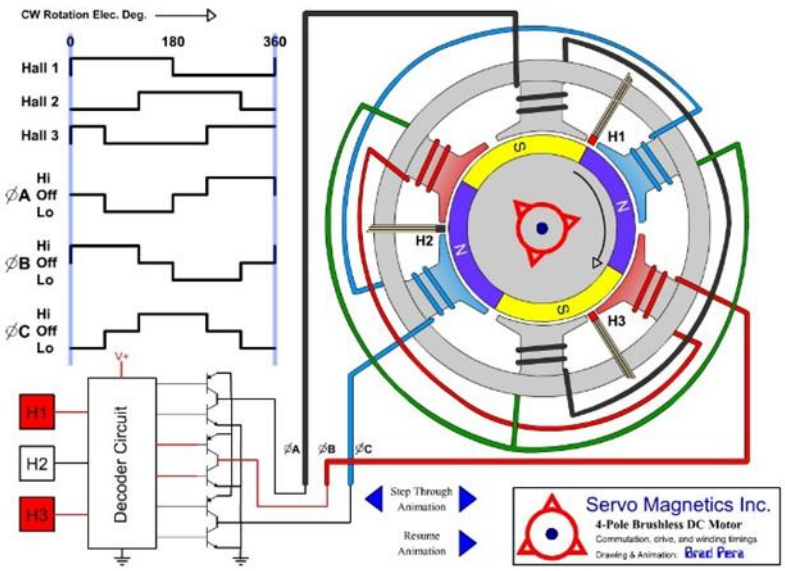
Raspberry Pi adalah komputer mikro berukuran seperti kartu kredit yang dikembangkan oleh *Raspberry Pi Foundation*, Inggris. Komputer *single board* ini dikembangkan dengan tujuan untuk mengajarkan dasar-dasar ilmu komputer dan pemrograman untuk siswa sekolah di seluruh dunia. Meskipun mikrokontroler yang memiliki fisik seperti *Arduino* dimana lebih dikenal untuk proyek-proyek *prototyping*, tidak demikian dengan *Raspberry Pi* yang sangat berbeda dari mikrokontroler kebanyakan, dan sebenarnya, lebih seperti komputer dari pada *arduino*. *Raspberry Pi* terdiri dari banyak bagian perangkat keras yang penting dengan beberapa fungsi yang penting. Bagian utama dari *Raspberry Pi* adalah *processor* nya. Setiap *Raspberry Pi* memiliki BCM2837 *Chip Broadcom* yang mewujudkan suatu CPU inti, chip ini memiliki *clock speed* 1.2GHz dan merupakan sistem 64-bit. *Raspberry Pi* memiliki slot kartu SD untuk kartu SD yang bertindak sebagai media penyimpanan yang semuanya termasuk sistem operasi dan *file* lainnya disimpan dalam kartu SD. *Port* HDMI digunakan sebagai *audio* dan *video output*. Sebuah HDMI ke DVI *(Digital Visual Interface) converter* dapat digunakan untuk mengkonversi sinyal HDMI ke DVI yang biasanya digunakan oleh monitor. *Raspberry Pi* mebutuhkan catu tegangan 5V DC melalui *micro* USB. Perangkat ini juga memiliki konektor *video* komposit RCA untuk *output video* serta *jack stereo* 3,5 mm untuk *output audio*. *Raspberry Pi* memiliki 40 GPIO pin yang membantu untuk terhubung ke *peripheral* tingkat rendah dan *expansion boards*.[11]



Gambar II-6 Raspberry Pi

2.2.4 Motor *Brushless*

Motor *brushless direct current* (BLDC) adalah motor yang bekerja dengan cara diberikan tegangan DC, perbedaan motor DC dengan motor *brushless* terletak pada penggunaan *brush* atau sikat penghubung untuk mengalirkan tegangan kepada kumparan untuk meghasilkan medan magnet, kerja motor *brushless* sama seperti motor *stepper* yang bekerja dengan cara memberikan masukan secara bergantian pada setiap kumparannya seperti yang di illustrasikan pada Gambar II-7.

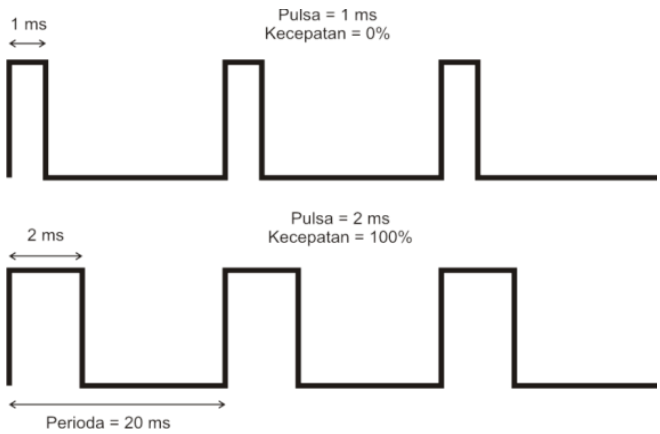


Gambar II-7 *Kumparan pada motor brushless*

Motor *brushless* memiliki masukan 3 *fasa* untuk proses perubahan arah pergerakan kemagnetan pada stator. Di saat motor berputar pada sudut 0 derajat maka arus mengalir dari jalur B ke C. Di saat motor berputar pada sudut 60 derajat maka arus mengalir dari jalur B ke A. Di saat motor berputar pada sudut 120 derajat maka arus mengalir dari jalur C ke A. proses tersebut terus berulang untuk menghasilkan putaran 360 derajat secara *kontinyu*.[10]

2.2.5 Electronic Speed Controller

Electronic Speed Controller (ESC) adalah rangkaian elektronik yang mampu mengendalikan kecepatan putar dan arah putaran pada motor *brushless 3 fasa*, ESC juga berfungsi sebagai *driver* yang mampu mengendalikan motor dengan beban yang besar dengan masukan yang kecil dari mikrokontroller, ESC bekerja dengan cara mengaktifkan saklar elektrik yang biasanya tersusun dari komponen *field effect transistor* (FET), masukan dari ESC umumnya adalah sinyal PWM 50Hz dengan *duty cycle* dengan lebar pulsa 1 milisekon untuk nilai minimum dan lebar 2 milisekon untuk nilai maksimum seperti yang diilustrasikan pada Gambar II-8.



Gambar II-8 Sinyal PWM

2.2.6 Baterai

Baterai adalah sumber daya energi yang memanfaatkan reaksi kimia pada dua lempengan kutub yang dapat menghasilkan energi listrik, baterai memiliki bahan penyusun yang berbeda beda tergatung dengan kelebihannya masing masing. Baterai *LiPo* yang ditunjukan pada Gambar II-9 adalah baterai berbahan campuran *Lithium ion* dan *Polymer* yang memiliki kelebihan kapasitas pembungan daya (*discharge*) yang besar dan bobot yang ringan sehingga sangat sering digunakan untuk alat yang berbobot ringan, kelemahan dari baterai *LiPo* adalah usia pakai yang sebentar dan berbahan lunak, sehingga apabila terjadi benturan cukup keras dapat mengakibatkan baterai berubah bentuk dan memiliki risiko terjadinya ledakan, adapun beberapa faktor dalam pemilihan baterai *LiPo* sebagai berikut.

5. Tegangan (*Volt*)

   Tengangan pada baterai *LiPo* hanya tersedia pada kelipatan 3.7 *Volt* saja, karena *LiPo* menggunakan satuan *cell*, dimana setiap *cell*-nya memiliki tegangan kerja sebesar 3.7 Volt
6. Kapasitas (Ah)

   Kapasitas baterai umumnya menggunakan satuan *Ampere hour* (Ah), yang berarti mampu memberikan arus sebesar kapasitasnya dalam waktu 1 jam secara konstan
7. *Discharge* (C)

   Salah satu kelebihan baterai *LiPo* adalah kemampuan *discharge* nya yang sangat besar, sehingga beberapa baterai *LiPo* mampu mengeluarkan arus mencapai 120 *Ampere*, dengan kelebihan seperti itu baterai *LiPo* sangat sering dipakai untuk memberikan daya besar namun dengan durasi singkat seperti pada penggunakan motor *brushless* pada topik ini.



Gambar II-9 Baterai Lipo

2.3 Pengolahan Citra

2.3.1 Citra

Citra bisa dijelaskan sebagai 2 dimensi dari fungsi f(x,y), dimana x dan y merupakan *spatial koordinat*, dan tingkatan *aplitude* pada posisi ini disebut dengan intensitas atau *gray level* dari citra pada *point*-nya. Ketika x,y dan nilai amplitudo dari f merupakan nilai yang dapat ditentukan, maka dapat kita sebut citra sebagai citra digital. Untuk selanjutnya pada penulisan ini, semua citra yang disebutkan akan mengartikan citra digital. Contoh citra digital berupa file Bitmap, JPEG, GIF, dan lain-lain. Citra digital disusun dari kumpulan elemen yang angkanya dapat ditentukan. Setiap elemen ini berada pada lokasi yang bersangkutan dan mempunyai nilai. Elemen ini disebut sebagai *picture elements.* Pada citra digital, elemen ini disebut sebagai pixel. [2]

2.3.2 Pengertian Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan bidang studi yang mempelajari proses pengolahan gambar dimana baik masukan maupun keluarannya berbentuk berkas citra digital. Pengolahan citra merupakan pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual.Kebutuhan untuk memproses sebuah gambar dengan cepat dalam satuaplikasi yang melakukan pengolahan citra adalah salah satu masalah utamanya seperti yang dikemukakan oleh Chen (2003, p1), “Walau bagaimanapun, aplikasi yang bekerja secara *real time* lebih bergantung pada

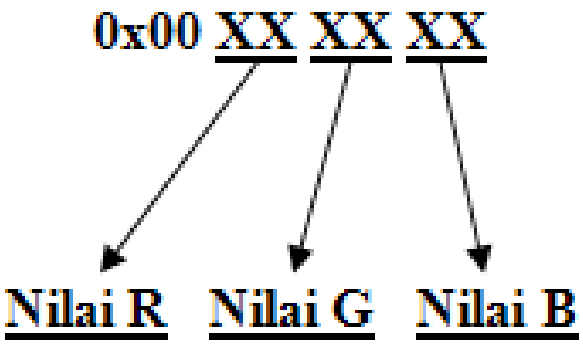
pemrosesan piksel / signal yang cepat daripada metode optimisasi lain yang rumit dan memakan waktu".[5]

2.3.3 Pengenalan Pola

Pengenalan pola adalah suatu proses analisis gambar, dimana masukkan berupa sebuah citra dan hasil keluarannya berupa sebuah deskripsi citra tersebut. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi yang disampaikan oleh citra. Pada pengenalan pola dibutuhkan obyek citra untuk diidentifikasikan. Hasil dari pengenalan pola ini akan berupa kelas yang merupakan kelompok dari klasifikasinya. *Feature Extraction* adalah proses mengambil informasi yang relevan, berhubungan dengan klasifikasi data input dengan bantuan suatu alat. Biasanya *feature extraction* dilakukan dengan bantuan piranti lunak. Pemrosesan ini akan mengubah pola data mentah dari gambar menjadi sebuah vektor ciri. Penggunaaannya akan mengurangi data yang berulang dalam sebuah pola gambar. Teknik *feature extraction* ini digunakan dalam proses.[5]

2.3.4 Ruang Warna RGB

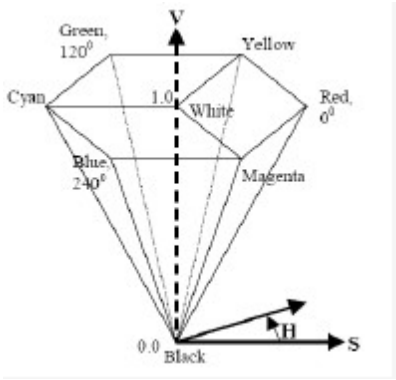
Ruang warna RGB (Red, Green, Blue) adalah kombinasi warna primer yaitu merah, hijau, dan biru, yang biasa digunakan oleh monitor komputer atau televisi. Warna yang dihasilkan berasal dari kombinasi tiga warna dan masing-masing memiliki nilai 8 bit merah, 8 bit hijau, dan 8 bit biru. Campuran ketiga warna primer tersebut dengan proporsi seimbang akan menghasilkan nuansa warna kelabu. Jika ketiga warna ini di saturasikan penuh, maka akan menghasilkan warna putih.[3]



Gambar II-10 Nilai warna RGB dalam hexadecimal

2.3.5 Ruang Warna HSV

Model HSV (Hue, Saturation, Value) menunjukkan ruang warna dalam bentuk tiga komponen utama yaitu hue, saturation, dan value (atau disebut juga brightness). Hue adalah sudut dari 0 sampai 360 derajat. Biasanya 0 adalah merah, 60 derajat adalah kuning, 120 derajat adalah hijau, 180 derajat adalah cyan, 240 derajat adalah biru dan 300 derajat adalah magenta seperti pada Gambar 1. Hue menunjukkan jenis warna (seperti merah, biru, kuning), yaitu tempat warna tersebut ditemukan dalam spectrum warna. Saturasi (saturation) suatu warna adalah ukuran seberapa besar kemurnian dari warna tersebut akibat pengaruh dari warna putih. Seperti warna merah, dengan pengaruh warna putih, warna merh menjadi bervariasi dari warna merah menuju merah muda, yang artinya hue masih tetap bernilai merah tetapi nilai saturasinya berkurang. Komponen HSV berikutnya adalah nilai value atau disebut juga intensitas, yaitu ukuran seberapa besar kecerahan suatu warna atau seberapa besar cahaya datang dari suatu warna. Value memiliki nilai dengan jangkauan 0% sampai 100%.[3]



Gambar II-11 Nilai hue, saturation dan value

Konversi warna RGB ke HSV seperti pada Persamaan berikut : [2]

$$R' = \frac{R}{255}$$

$$G' = \frac{G}{255}$$

$$B' = \frac{B}{255}$$

$$Cmax = \max(R', B', C')$$

$$Cmin = \min(R', B', C')$$

$$\Delta = Cmax - Cmin$$

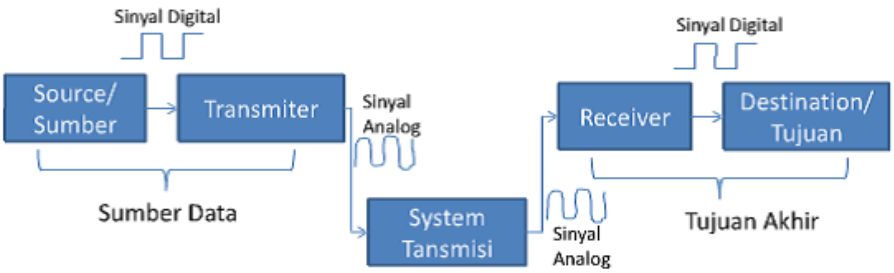
$$H = \begin{cases} 0 & ,\Delta = 0 \\ 60\ x\ \left(\frac{G' - B'}{\Delta}\ mod\ 6\right), & Cmax = R' \\ 60\ x\ \left(\frac{B' - R'}{\Delta} + 2\right), & Cmax = G' \\ 60\ x\ \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4\right), & Cmax = B' \end{cases}$$

Gambar II-12 Konversi warna RGB ke HSV

2.4 Komunikasi

2.4.1 Komunikasi Data

Komunikasi data, merupakan bentuk komunikasi yang secara khusus berkaitan dengan transmisi atau pemindahan data antara komputer-komputer, atau komputer dengan piranti-piranti yang lain dalam bentuk data digital yang dikirimkan melalui media komunikasi data. Biasanya komunikasi data dapat diartikan juga sebagai proses pengiriman data atau informasi dari suatu sumber *(source)* ke tujuan *(destination).*



Gambar II-13 Proses Transmisi Data

Selain itu komunikasi data juga bermacam-macam dan memiliki dua jenis saja pada saat ini. Dibawah merupakan jenis-jenis komunikasi data.

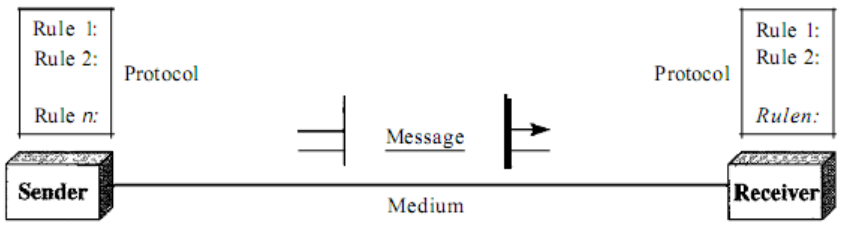
1. Jenis Komuniksai Data Melalui Infrastuktur Terestrial

   Jenis komunikasi data ini dapat dilakukan menggunakan media kabel dan nirkabel sebagai aksesnya sehingga membutuhkan biaya yang tinggi untuk membangun infrastuktur jenis ini.

2. Jenis Komunikasi Melalui Satelit

   Jenis komunikasi data ini dapat dilakukan dengan menggunakan satelit sebagai aksesnya. Biasanya wilayah yang dicangkup akses satelit lebih luas dan mampu menjangkau lokasi yang tidak memungkinkan dibangunnya infrastruktur terestrial, namun membutuhkan waktu yang lama untuk berlangsungnya proses komunikasi.

Komunikasi data adalah proses terjadinya pertukaran informasi diantara beberapa perangkat yang saling berhubungan seperti yang ditunjukan dalam Gambar II-14.



Gambar II-14 Diagram blok komunikasi data

Keterangan diagram blok komunikasi data:

1. Pesan (*Message*)

   Pesan adalah informasi atau data yang akan dikomunikasikan atau dikirim. Bentuk populer dari informasi termasuk teks, angka, gambar, audio dan video.

2. Pengirim (*Sender*)

   Pengirim adalah perangkat yang mengirim pesan data. Miasalnya, komputer, *workstation*, handset telepon, kamera video dan sebagainya.

3. Penerima (*Receiver*)

   Penerima adalah perangkat yang menerima pesan. Misalnya, komputer, *workstation*, handset telepon, televisi dan sebagainya.

4. Media Transmisi

   Media transmisi adalah jalur fisik dimana pesan berjalan dari pengirim ke penerima. Beberapa contoh media transmisi termasuk *twisted-pair*, kawat, kabel koaksial, kabel serat optik dan gelombang radio.

5. Protokol

   Protokol adalah seperangkat aturan yang mengatur komunikasi data. Ini merupakan kesepakatan antara perangkat untuk berkomunikasi.[8]

2.4.2 Sistem Komunikasi Data

1. Titik ke titik (*point to point communications*): Informasi dari sumber hanya ditujukan kepada satu point penerima saja. Contoh: telepon, fax, telegram.
2. Titik ke beberapa penerima (*multi communications*): Informasi dari sumber ditujukan kepada beberapa point penerima saja. Contoh: jaringan dengan switch.
3. Menyebar (*broadcasting communications*): Informasi yang diberika sumber dapat diterima oleh semua point yang terhubung tanpa terkecuali. Contoh: televisi broadcast, radio broadcast.[8]

2.4.3 Mode Transmisi

a. Simplex (satu arah): Simplex adalah komunikasi yang tidak memungkinkan penerima dan pengirim saling bertukar informasi. Pada komunikasi ini sinyal-sinyal dikirim hanya satu arah saja dalam waktu yang bersamaan. Karena melalui satu arah saja, komunikasi ini tidak terjadi secara interaktif, informasi hanya disampaikan melalui satu titik saja.



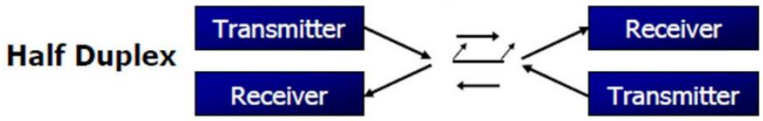
Gambar II-15 Komunikasi Satu Arah

Biasanya metode simplex ini dimanfaatkan oleh teknologi seperti Televisi dan Radio. Konsep ini bisa diterapkan pada metode broadcasting penyiaran televisi dan radio. Dimana satu sumber memberikan informasi kepada

pendengar/penonton saja, namun dari pihak pendengar/penonton tidak dapat berkomunikasi atau memberikan informasi secara langsung melalui jalur tersebut.[8]

b. Duplex (dua arah): Duplex adalah komunikasi data yang dilakukan menggunakan dua arah. Dimana antara penerima dan pengirim dapat saling bertukar informasi dan saling berkomunikasi. Metode duplexing ini terbagi menjadi dua, yaitu:

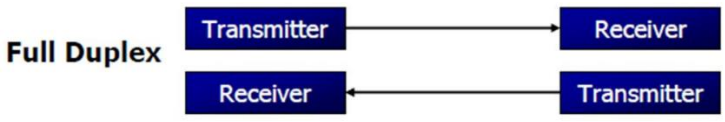
a) Half-Duplex (dua arah secara bergantian)



Gambar II-16 Komunikasi Dua Arah Secara Bergantian

Metode ini memungkinkan komunikasi antara dua belah pihak yaitu pengirim dan penerima dapat saling berbagi informasi dan berkonukasi secara interaktif, tetapi tidak dalam waktu yang bersamaan. Contoh alat komunikasi yang memanfaatkan metode half-duplex ini adalah *walkie-talkie*. Dimana salah satu penggunanya harus menekan tombol terlebih dahulu baru kemudian berbicara, sementara pihak yang lain mendengarkan. Intinya kedua pengguna walkie-talkie ini, pada satu waktu hanya satu pihak yang dapat berbicara sedangkan pihak yang lain hanya bisa mendengarkan saja. Apabila keduanya mecoba berkomunikasi secara bersama-sama, dalam artian mereka mencoba berbicara secara bersamaan, maka akan terjadi collison (tabrakan).[8]

b) Full-Duplex (dua arah secara bersamaan)



Gambar II-17 Komunikasi Dua Arah Secara Bersamaan

Meotde ini memungkinkan komunikasi antar kedua belah pihak dapat saling berbagi informasi dan berkomunikasi secara interaktif dan

dalam waktu yang bersamaan. Alat komunikasi yang menggunakan metode ini adalah telephone, handphone dan sebagainya. Umumnya alat yang memanfaatkan metode komunikasi ini menggunakan dua jalur komunikasi.[8]