BAB II
DASAR TEORI

2.1 Algoritma Lucy Richardson

Algoritma Lucy Richardson yang dikenal dengan *dekonvolusi* Lucy Richardson dikembangkan secara independen oleh Richardson (1972) dan lucy (1974). Algoritma ini efektif jika mengetahui *point spread function* tetapi hanya mengetahui derau aditif pada citra. Algoritma ini pada mulanya digunakan untuk merestorasi citra astronomi, sebelum akhirnya digunakan secara luas untuk merestorasi sembarang citra yang mengalami kekaburan. Algoritma ini memaksimumkan kemungkinan (maksimum *likelihood*) bahwa sebuah citra bila di *dekonvolusi* dengan *point spread function* hasilnya adalah mengasumsikan derau tersebut dengan distribusi poison. Algoritma Lucy Richardson dapat dijelaskan pada persamaan berikut.

$$F_{n+1} = F_n \frac{g}{Fn * PSF} * reflect\ PSF \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.1$$

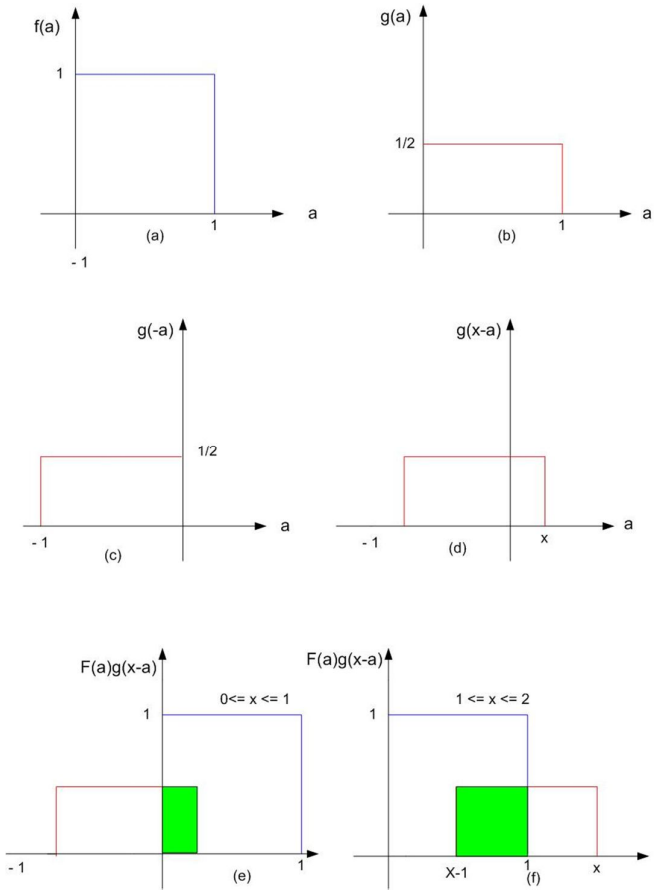
Operator $*$ menyatakan konvolusi, f_{n+1} = f(x,y) menyatakan estimasi citra restorasi, g = g(x, y) menyatakan citra masukan (yang mengalami degradasi), *reflect* (PSF) menyatakan pencerminan PSF.

2.1.1 Konvolusi

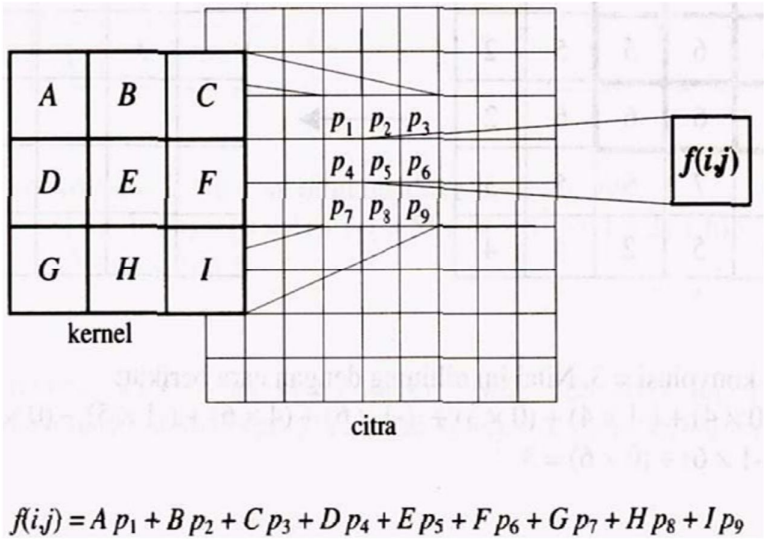
Konvolusi didefinisikan sebagai cara untuk mengkombinasikan dua buah deret angka yang menghasilkan deret angka yang ketiga [6]. Secara matematis konvolusi adalah integral yang mencerminkan jumlah lingkupan dari sebuah fungsi a yang digeser atas fungsi b sehingga menghasilkan fungsi c. Konvolusi dilambangkan dengan *asterisk* (*). Sehingga a * b = c . yang artinya a dikonvolusikan dengan b menghasilkan c.

$$a*b = \int_0^{\tau} a\,(\tau) b(t-\tau) d\tau \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.2$$

Pada gambar 2.1 merupakan ilustrasi dari proses konvolusi dan gambar 2.2 merupakan ilustrasi dari perhitungan konvolusi.



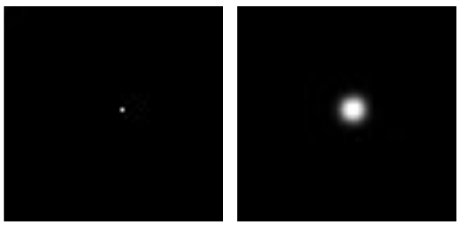
Gambar 2.1. Ilustrasi proses konvolusi.



Gambar 2.2.Ilustrasi perhitungan konvolusi.

2.1.2 Point Spread Function (PSF)

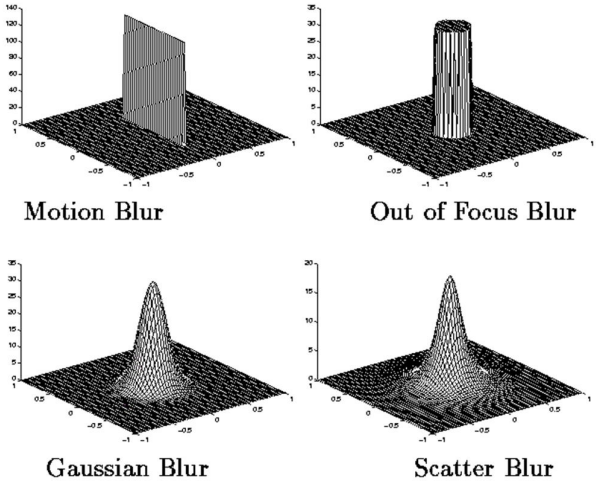
Penjelasan sederhana mengenai PSF ini dengan contoh citra bintang yang ditangkap oleh teleskop. Jika segala sesuatu sempurna seperti optik teleskop yang sempurna, sudut penglihatan yang sempurna, maka citra bintang hanya berupa *pixel* tunggal seperti ditunjukan pada gambar 2.1 (a). Tetapi karena segala sesuatunya tidak sempurna citra bintang yang ditangkap oleh teleskop menyebar pada beberapa *pixel*, seperti pada gambar 2.1 (b). Hal ini yang dikenal dengan nama *point spread function*.



(a) (b)

Gambar 2.3 Point spread function pada citra bintang yang ditangkap oleh teleskop. (a). Citra bintang seharusnya. (b). Citra bintang akibat distorsi oleh PSF.

Ada beberapa jenis dari PSF diantaranya:

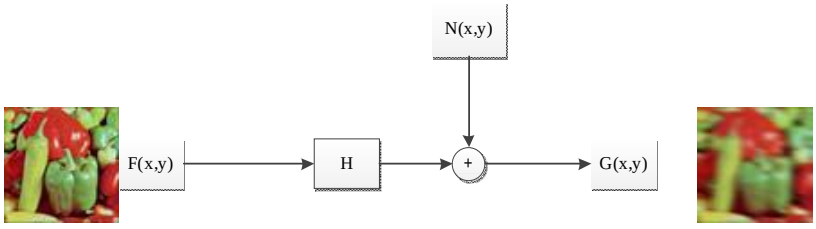


Gambar 2.4 Jenis PSF.

Keempat jenis PSF pada gambar 2.4 *motion blur*, out of Focus *blur*, Gaussian *blur*, Scatter *blur* [2]. Merupakan faktor yang menyebabkan citra menjadi kabur. PSF diibaratkan sebuah lapisan kertas pada citra , sehingga jika PSF ditempelkan pada citra, citra akan terlihat tidak jelas. Disetiap jenis PSF memiliki karakteristik yang mudah dibedakan, contohnya pada *motion blur* citra akan terlihat seperti ditarik kearah samping.

2.2 Model degradasi

Citra yang tertangkap oleh mata atau alat optik merupakan citra yang sudah mengalami degradasi. Pada gambar 2.5 merupakan contoh dari model citra yang terdegrdasi [7].



Gambar 2.5. Ilustrasi model degradasi citra.

Citra yang mengalami degradasi adalah citra yang mengalami penurunan mutu citra, karena citra yang asli hanya didapat dengan kondisi yang sangat sempurna. Jika f(x, y) adalah citra asli dan g(x, y) adalah citra terdegradasi, maka g(x, y) adalah perkalian f(x, y) dengan operator distorsi H ditambah dengan derau aditif n(x, y). Derau $n(x, y)$ adalah sinyal aditif yang timbul selama akuisisi citra sehingga menyebabkan citra menjadi rusak (mengalami degradasi).

2.3 Penginderaan jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu yang digunakan untuk memperoleh informasi suatu daerah atau obyek yang digunakan dengan analisa data yang diperoleh dengan menggunkan media atau alat tanpa kontak langsung dengan daerah atau obyek tersebut [4]. Penginderaan jauh merupakan bagian dari bidang ilmu geografi dan dasar dari sains informasi geografi, yang berkaitan dengan interpretasi citra non-foto dan citra foto.

Citra non-foto adalah sebuah gambar yang dicetak dari hasil perekaman dengan bantuan alat seperti satelit dengan hasil perekaman secara parsial, contohnya adalah citra dari satelit landsat. Sedangkan citra foto adalah sebuah gambar yang dicetak dari hasil pemotretan dengan kamera dengan perekaman secara fotografi, contohnya adalah foto udara. Citra foto ini didapat dengan cara memotret dengan menggunakan sebuah wahana (atau alat transportasi) biasanya berupa balon udara, pesawat terbang, gantole, pesawat ultra-ringan, dan pesawat tanpa awak. Pengambilan gambar dilakukan dengan menentukan objeknya, jalur penerbangan, dan menentukan arah penerbangan. Dengan bantuan kamera udara dan pesawat udara maka pemotretan dapat dilakukan.

Ada 3 jenis pemotretan foto udara yaitu :

1. Pemotretan udara secara tegak (*vertical*).
2. Pemotretan udara secara condong (*oblique*) dan.
3. Pemotretan udara sangat condong (*high oblique*).

Pemotretan udara secara tegak merupakan pemotretan yang dilakukan dengan posisi kamera melakukan pemotretannya secara tegak lurus dengan permukaan bumi sehingga hasil yang didapat foto secara *vertical*. Pada gambar 2.2 merupakan hasil foto yang didapat dengan cara foto *vertical*.



Gambar 2.6 Hasil foto yang didapat secara vertical.

Pemotretan udara secara condong dilakukan dengan posisi kamera dengan permukaan bumi memiliki sudut yang agak miring dan dengan kemiringan tertentu. Karakter dari hasil foto pemotretan udara secara condong ini terlihat agak miring dan atau miring, namun batas cakrawala atau *horizon* tidak terlihat. Pada gambar 2.3 merupakan hasil foto dari pemotretan udara secara condong yang memiliki ciri batas cakrawala tidak terlihat.



Gambar 2.7. Hasil foto yang didapat secara condong.

Pemotretan udara sangat condong atau *high oblique.* Sedikit berbeda dengan pemortretan udara condong. Perbedaan keduanya terlihat pada garis batas cakrawala atau batas *horizon*. Namun ada perbedaan lainnya yaitu sudut pengambilan gambar pada *optical axis* nya, sehingga batas cakrawala ikut terpotret. Pada gambar 2.4 merupakan hasil foto pemotretan udara sangat condong.



Gambar 2.8 Hasil foto yang didapat secara sangat condong.

Ketinggian pesawat udara terhadap permukaan bumi pada saat pemotretan juga mempengaruhi skala foto udara yang dihasilkan. Semakin tinggi pesawat udara, maka akan menghasilkan skala foto udara yang relative kecil namun cakupan cukup luas, akan tetapi objek yang ditangkap tidak begitu detil. Dan jika pemotretan dilakukan dengan ketinggian rata-rata, maka hasil foto udara adalah cakupan yang cukup luas dan kenampakan obyek cukup detil pula. Namun hal itu disesuaikan dengan tujuan dari pemotretan.

2.4 Pengolahan citra

Pengolahan citra merupakan kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer). Masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan. Misal citra warnanya kurang tajam, kabur (*blurring*), mengandung *noise* (missal bintik-bintik putih) sehingga perlu ada pemrosesan untuk memperbaiki citra karena citra tersebut menjadi sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan menjadi berkurang.

Citra menurut kamus Webster adalah suatu representasi, kemiripan dan imitasi dari suatu objek atau benda. Contohnya foto sinar-X thorax mewakili keadaan bagian dalam tubuh seseorang. Citra dari sudut pandang matematis, merupakan fungsi menerus dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi.

Citra yang terlihat merupakan cahaya yang direfleksikan dari sebuah objek. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut dan pantulan cahaya ditangkap oleh alat-alat optik, misal mata manusia, kamera, scanner, sensor satelit dan sebagainya.

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat:

1. Optik berupa foto
2. Analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi
3. Digital yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik

Citra juga dapat dikelompokan menjadi 2 yaitu citra tampak dan citra tidak tampak.

1. Citra tampak berupa foto, gambar, lukisan, apa yang Nampak di layar monitor atau televisi, hologram.
2. Citra tidak tampak berupa data foto atau gambar dalam berntuk file, citra yang dipresentasikan dalam fungsi matematis.

Citra atau gambar bisa diibaratkan sebagai matriks dua dimensi. Gambar digital merupakan suatu fungsi dengan nilai yang berupa intensitas cahaya pada tiap titik pada bidang yang telah dikuantisasi. Titik dimana suatu gambar di-*sampling* disebut *picture element* atau disingkat *pixel*. Nilai intensitas warna pada suatu *pixel* disebut level *grayscale*.

Ada beberapa level *grayscale* berdasarkan banyaknya bit:

- *binary-valued image*: 1 bit, hanya bernilai 0 atau 1.
- *Gray level* : 8 bit, nilainya antara 0 – 255.
- *High color* : 16 bit, rentang nilainya 2^{16}
- *224 true color :* 24 bit.
- *True color* : 32 bit.

Jika suatu gambar disimpan maka yang disimpan adalah array 2 dimensi, dimana masing-masing merepresentasikan data yang berhubungan dengan *pixel* tersebut.

Pengolahan citra merupakan sebuah bentuk pemrosesan sebuah citra atau gambar dengan cara memproses numerik dari gambar tersebut, dalam hal ini yang diproses adalah masing-masing *pixel* dari gambar tersebut.

Pengolahan citra sering diidentikkan dengan "*image filtering*". Pengolahan citra sendiri dapat didefinisikan sebagai proses *filtering* sebuah gambar *pixel* demi *pixel*.Tujuan utama dari pengolahan citra adalah untuk meningkatkan kualitas gambar yang diperoleh. Beberapa contoh *filtering* yang biasa dilakukan:

1. *Grayscale Filter*

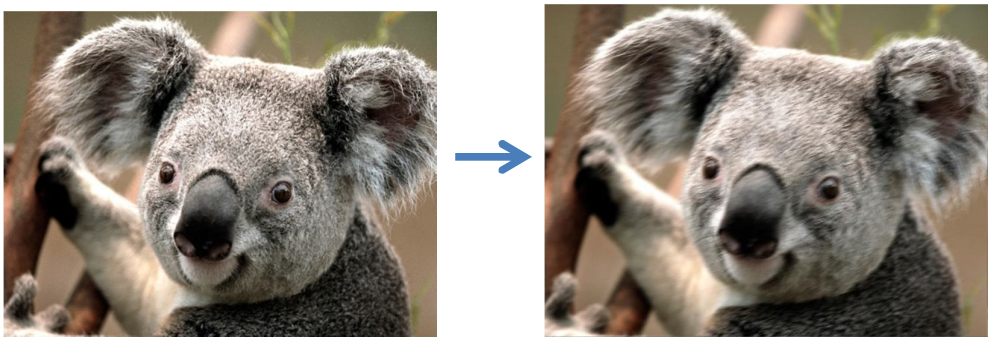
Grayscale filter mengubah sebuah gambar berwarna menjadi gambar hitam putih dengan cara mengubah efek warna dari masing-masing *pixel* menjadi derajat keabuan.



Gambar 2.9 Foto dengan format grayscale.

2. *Low Pass Filter*

   Low pass filter digunakan untuk menghilangkan ruang derau berfrekuensi tinggi dari sebuah gambar digital. Istilah derau atau *noise* digunakan sebagai efek samping dari proses konversi pola dan energi cahaya menjadi energi listrik selama proses konversi gambar dari bentuk analog menjadi bentuk digital. *Noise* merupakan variasi yang tidak diinginkan terjadi dalam sebuah *pixel*. Hasil dari *low pass filter* ini membuat gambar menjadi lebih kabur daripada aslinya.



Gambar 2.10 Contoh hasil foto *low pass filter*

3. *Crop* dan *Zoom*

   Proses *crop* adalah mengambil daerah sebagian dari gambar sedangkan *zoom* adalah menampilkan dengan ukuran yang lebih besar daripada ukuran koordinat asli daerah yang diambil tersebut.



Gambar 2.11 Hasil dari foto crop dan zoom

Selain *filtering,* citra digital juga memiliki elemen-elemen sebagai berikut:

1. Kecerahan (*Brightness*): Intensitas cahaya pada gambar.
2. Kontras (*Contrast*) : Sebaran terang dan gelap pada gambar.
3. Kontur (*Contour*) : Keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada *pixel-pixel* yang bertetangga. Mendeteksi tepi objek pada gambar.
4. Warna (*Color*) : Persepsi yang dirasakan mata terhadap panjang gelombang cahaya λ yang dipantulkan objek.
5. Bentuk (*Shape*) : Objek asli yang berbentuk 3 dimensi ketika dilihat oleh mata ataupun setelah menjadi citra digital akan menjadi 2 dimensi. Informasi bentuk objek diperoleh dari citra yang ditangkap sistem visual (segmentasi citra).
6. Tekstur (*Texture*) :Distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan *pixel* yang bertetangga.

2.5 Modulasi Digital

Modulasi adalah sebuah proses pengkodean informasi dari sumber pesan yang yang ditransmisi dengan cara yang sesuai [3]. Sedangkan modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (bit stream) ke dalam sinyal pembawa (carrier). Melalui proses modulasi digital setiap tingkatan dapat dikirim kepenerima dengan baik.

Ada tiga jenis dari modulasi digital yaitu *Amplitudo Shift Keying* (ASK) bekerja dengan mengubah amplitude sinyal pembawa, *Frequency Shift Keying* (FSK) bekerja dengan mengubah frekuensi sinyal pembawa, *Phase Shift Keying* (PSK) bekerja dengan mengubah phasa sinyal pembawa.

Berikut penjelasan mengenai ketiga jenis modulasi digital:

2.5.1 Amplitudo Shift Keying (ASK)

Amplitudo shift keying adalah jenis modulasi dengan mengubah-ubah amplitude. Pada proses modulasi ini kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. Bentuk *Amplitudo shift keying* yang paling sederhana dan umum beroperasi seperti sebuah saklar, menggunakan adanya gelombang karier untuk mengindikasikan sebuah binary 1 dan absensinya untuk mengindikasi sebuah 0. Tipe modulasi ini disebut on-off keying, dan digunakan pada frekuensi radio untuk mentransmisi kode morse

2.5.2 Frequency Shift Keying (FSK)

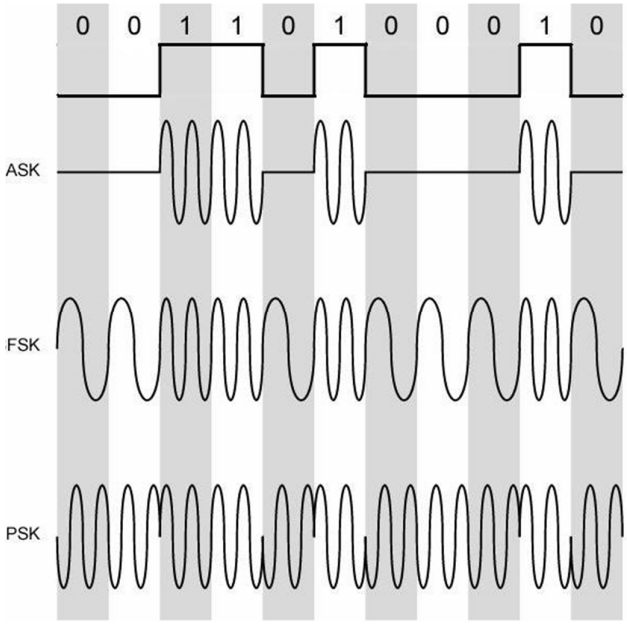
Frequency Shift Keying adalah jenis modulasi dimana infomasi digital ditransmisikan melalui perubahan frekuensi diskrit dari gelombang pembawa.

FSK yang paling sederhana adalah *Biner Frequency Shift Keying* (BFSK). BFSK menggunakan sepasang frekuensi diskrit untuk mengirimkan informasi biner (0 dan 1). Dengan skema ini, “1” disebut frekuensi mark dan “0” disebut frekuensi ruang.

2.5.3 Phase Shift Keying (PSK)

Phase shift keying adalah jenis modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu dengan beda fasa tertentu pula (misalnya tegangan 1 volt dengan beda fasa 0 derajat) dan sinyal digital 0 sebagai suatu nilai tegangan tertentu dengan beda fasa yang berbeda.

Berikut merupakan contoh sinyal keluaran dari ASK, FSK dan PSK.



Gambar 2.12 Contoh sinyal dari ASK, FSK dan PSK

Pada gambar 2.12 merupakan contoh dari ketiga jenis modulasi digital, sehingga terlihat jelas perbedaan dari masing-masing jenis modulasi digital.

2.6 Gaussian frequency shift keying

Gaussian frequency shift keying (GFSK) adalah jenis frekuensi *shift keying modulation* yang menggunakan filter *gaussian* untuk kelancaran deviasi frekuensi positif dan negatif

Dalam modulasi GFSK, semuanya adalah sama sebagai modulator FSK kecuali sebelum pulsa baseband (-1,1) masuk kedalam modulator FSK, hal

tersebut dilewatkan melalui filter *gaussian* untuk membuat pulsa yang lebih halus sehingga membatasi lebar spektral.

2.7 Perangkat keras

2.7.1 CMUcam3+

Pada sistem penginderaan jauh dibutuhkan perangkat keras utama yaitu kamera yang berfungsi mengambil objek yang dituju. Kamera yang digunakan adalah CMUcam3+. Kamera ini telah memiliki mokrokontroler sendiri dari varian mikrokontroler ARM. Berikut tampilan fisik untuk modul kamera CMUcam3+.



Gambar 2.13 Modul kamera CMUcam3+

Berikut merupakan fitur – fitur yang dimiliki oleh CMUcam3+ :

1. CIF dengan resolusi (352x288) *pixel* sensor warna RGB
2. Lingkungan pengembangannya pada windows dan linux.
3. Memiliki slot flash MMC dengan dukungan driver FAT16.
4. Memiliki 4 port servo.
5. Dapat memuat gambar ke memori dengan waktu 26 frame per second.
6. Memiliki *software* kompresi JPEG.
7. Library manipulasi gambar dasar.
8. Video output analog B/W (PAL atau NTSC).
9. Kompatibel dengan wireless motes.

2.7.2 Mikrokontroler ARM

Mikrokonteoler ARM berarsitektur prosesor 32-bit RISC yang dikembangkan oleh *ARM limited*. ARM merupakan singkatan dari *Advance RISC Machine* atau sebelumnya bernama *Acorn RISC Machine* karena pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Acorn Computers. Berikut fitur RISC yang dimiliki ARM diantaranya:

- Arsitektur *Load/Store*.
- Eksekusi siklus tunggal.
- Instruksi dengan lebar sama 32 bit untuk mempermudah *decoding* dan *pipelining*.
- 16 x 32-bit *file register*

Selain fitur RISC, ARM juga menambahkan beberapa fitur lainnya, yaitu:

- Instruksi aritmatika mengubah kode kondisi hanya jika diperlukan.
- Mode pengalamatan terindeks yang efektif.
- Sebual *link register* untuk pemanggilan fungsi cepat.
- *Interrupt* dengan dua level prioritas dengan bank register yang dapat di tukar.
- *32-bit barrel shifter* yang dapat digunakan tanpa adanya pengurangan performa.

Karena kesederhanaannya mikrokontroler ARM sangat cocok untuk aplikasi dengan daya yang kecil. Karena itu, mikrokontroler ARM banyak digunakan pada pasar perangkat *mobile*. Sebagai contohnya pada iPod, Nintendo DS, Tablet PC, dan *mobile phone*.

2.7.3 Modem radio

Sistem komunikasi radio menggunakan medium udara sebagai pembawa datanya. Dalam komunikasi radio memiliki sebuah pemancar TX yang memencarkan datanya menggunakan antena ke arah tujuan, sinyal yang dipancarkan berbentuk gelombang elektromagnetik. Pada penerima gelombang

elektromagnetik ini diterima oleh sebuah antena yang sesuai. Sinyal yang diterima kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima RX.

Jenis komunikasi dapat dibedakan berdasarkan aliran datanya, antara lain :

1. *Simplex comunication* merupakan komunikasi satu arah, aliran data hanya satu arah, contoh sistem komunikasi TV, Radio broadcast.
2. *Half duplex comunication* merupakan komunikasi dua arah, data dapat mengalir kedua arah secara bergantian, hanya satu arah saja pada suatu saat. Contoh pada Sistem *Walkie-talkies.*
3. *Full duplex communication* merupakan komunikasi dua arah secara simultan, pada saat yang sama data mengalir ke kedua arah secara bersamaan. Contoh akses internet dan telepon lewat saluran TV *cable*, pada saat bersamaan.

Implementasi algoritma Lucy Richardson Pada sistem penginderaan jauh ini menggunakan komunikasi *half duplex* dengan radio yang dipakai dalam pengiriman data gambar ataupun perintah ini adalah YS-1020UB.



Gambar 2.14 Modem radio YS – 1020UB

Berikut merupakan spesifikasi dari Modem radio:

1. Mempunyai 8 channel untuk pengiriman/penerimaan data

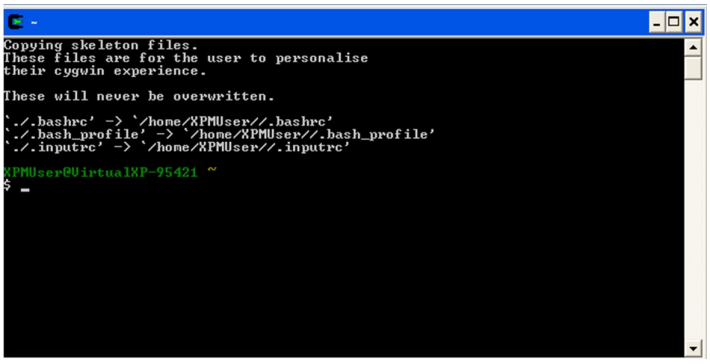
2. Tipe modulasi yang dipakai adalah GFSK (*Gaussian Frequensy Shift Keying*). Menggunakan *Gaussian filter* untuk memperhalus penyimpangan frekuensi yang terjadi.
3. Dapat menggunakan *leve l*tegangan TTL. TTL adalah level tegangan yang bisa diterima oleh kebanyakan chip atau mikrokontroler saat ini. Tegangan TTL biasanya besarnya 5V DC.

2.8 Perangkat lunak

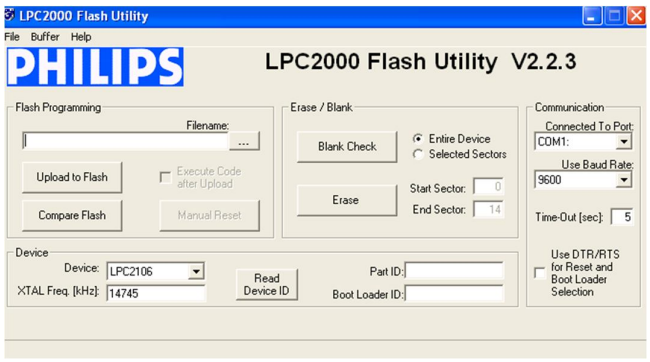
2.8.1 Downloader dan compiler CMUcam3

Untuk penggunaan modul kamera CMUcam3 dibutuhkan *software* downloader dan *software compiler*. Kedua *software* ini menjadi aplikasi penting karena fungsi dari keduanya agar kamera bekerja sesuai dengan apa yang pengguna inginkan.

software downloader berfungsi untuk menanamkan program yang telah dibuat kedalam mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan kamera CMUcam3 program tersebut bernama LPC2000 *Flash Utility*. Sedangkan *software compiler* berfungsi untuk mengubah berkas bahasa pemrograman c yang dibuat menjadi berkas dengan berekstensi .HEX. Untuk *software compiler*nya sendiri bernama *Cygwin*. *cygwin* adalah *compiler* berbasis CLI (*Command Line Interface*) layaknya *Terminal* atau *Konsole* pada Linux ataupun *Command Prompt* pada Windows. Berikut merupakan gambar tampilan dari masing-masing *software*.



Gambar 2.15 Cygwin (Compiler modul kamera CMUcam3)



Gambar 2.16 LPC2000PHILIPS (downloader CMUcam3)

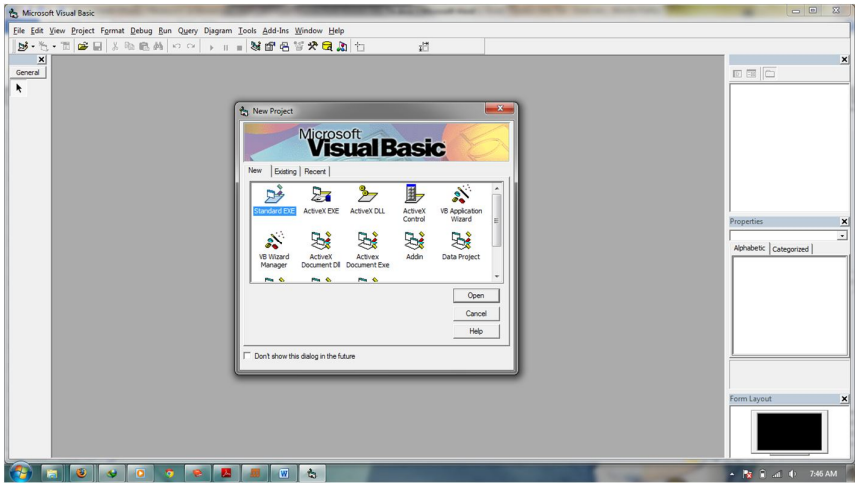
2.8.2 Visual basic 6

Visual basic 6 merupakan *software* antarmuka komputer yang digunakan untuk membuat program aplikasi. *software* ini menggunakan bahasa pemrograman basic yang mudah dimengerti oleh seorang yang baru belajar sekalipun.

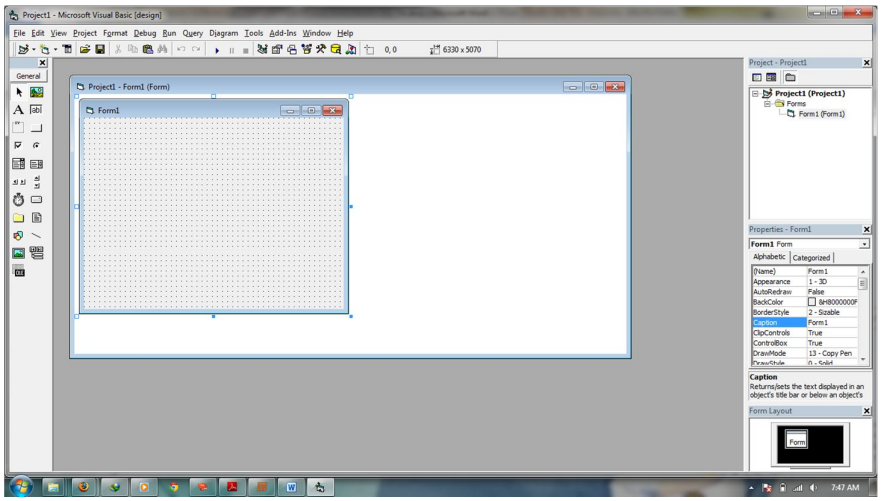
Visual Basic 6.0 sebetulnya perkembangan dari versi sebelumnya dengan beberapa penambahan komponen yang sedang tren saat ini, seperti kemampuan pemrograman internet dengan DHTML (*Dynamic HyperText Mark Language*), dan beberapa penambahan fitur database dan multimedia yang semakin baik

Beberapa kemampuan atau manfaat dari *visual basic* diantaranya :

1. Untuk membuat program aplikasi seperti windows.
2. Untuk membuat objek-objek pembantu program seperti misalnya : kontrol *active*X, *file help*, aplikasi internet, dan sebagainya.
3. Menguji program (*debugging*) dan menghasilkan program EXE yang bersifat *executable*, atau dapat langsung dijalankan.



Gambar 2.17 Tampilan new project pada visual basic 6



Gambar 2.18 Tampilan Intergrate Development Environment pada visual basic 6

Visual basic 6 ini nantinya digunakan sebagai interface dan penghubung antara komputer dengan modul kamera CMUcam3 pada sistem penginderaan jauh.