BAB II
DASAR TEORI

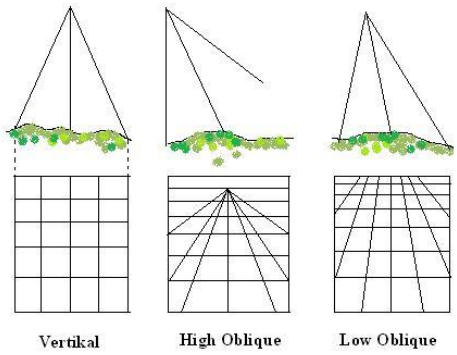
2.1 Foto Udara

Foto udara adalah salah satu produk dari bidang ilmu geografi dalam mengambil obyek, daerah, atau fenomena yang ada di permukaan bumi ini menggunakan alat berupa kamera dengan proses perekaman secara fotografik dengan bantuan detektor atau alat pendeteksi berupa film.[1]

Foto didapatkan dengan cara memotret menggunakan sebuah wahana atau alat transportasi udara seperti balon udara, pesawat, helikopter, ataupun gantole.

Terdapat beberapa jenis pemotretan yaitu: pemotretan udara secara tegak (vertikal), pemotretan udara secara condong (*oblique*), dan pemotretan udara sangat condong (*high oblique*).[1]

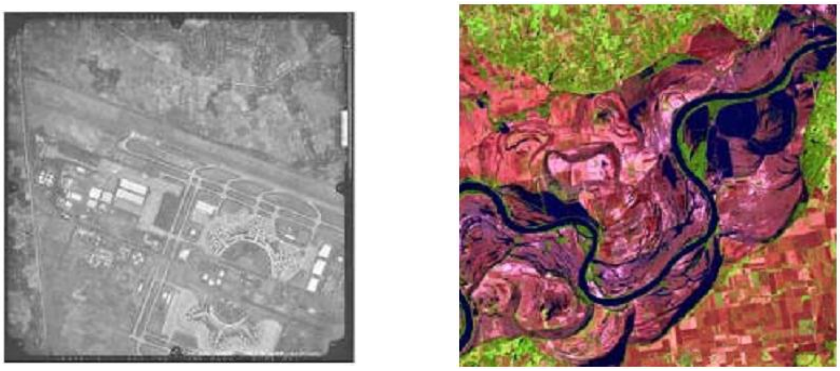
Pemotretan udara secara tegak dilakukan dengan posisi pesawat udara yang membawa kamera melakukan pemotretan secara tegak lurus dengan permukaan bumi.Pemotretan udara secara condong atau *oblique* dilakukan dengan sudut pengambilan gambar agak miring. Hasil pemotretan akan terlihat agak miring namun tidak menampakkan batas cakrawala. Sedangkan untuk pemotretan sangat condong atau *high oblique* dilakukan dengan sudut pengambilan gambar yang sangat condong sehingga menampakkan garis cakrawala. Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Metode pengambilan gambar(google.com)

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 relatif kecil namun cakupan cukup luas, akan tetapi obyek yang tampak jadi tidak begitu detil. Dan jika pemotretan dilakukan dengan ketinggian rata-rata, maka hasil foto udara adalah cakupan yang cukup luas dan kenampakan obyek yang cukup detil pula.

Ada dua jenis foto udara, yaitu foto udara pankromatik (hitam putih) dan foto udara inframerah.[1] Gambar 2.2 menunjukkan contoh hasil foto udara pankromatik dan foto udara inframerah.



(a) (b)

Gambar 2.2. Contoh foto udara (a)pankromatik (b)inframerah (http://bpadjogja.info)

Foto udara bisa dikatakan sebagai produk penginderaan jauh, karena hasil perolehannya dilakukan dengan bantuan alat seperti wahana balon udara, pesawat, maupun gantole, dan tanpa kontak langsung dengan obyek yang direkam.

Beberapa manfaat dari foto udara adalah sebagai berikut:

1. Pemetaan wilayah
2. Survei daerah bencana
3. Pemetaan dibidang pertanian
4. Melihat perkembangan suatu wilayah

2.2 Pengolahan Citra

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.[2] 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 0 - 65535.
- *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.[3]

Pengolahan citra sering diidentikkan dengan "*image filtering*". Pengolahan citra sendiri dapat didefinisikan sebagai proses *filtering* sebuah gambar per-*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.



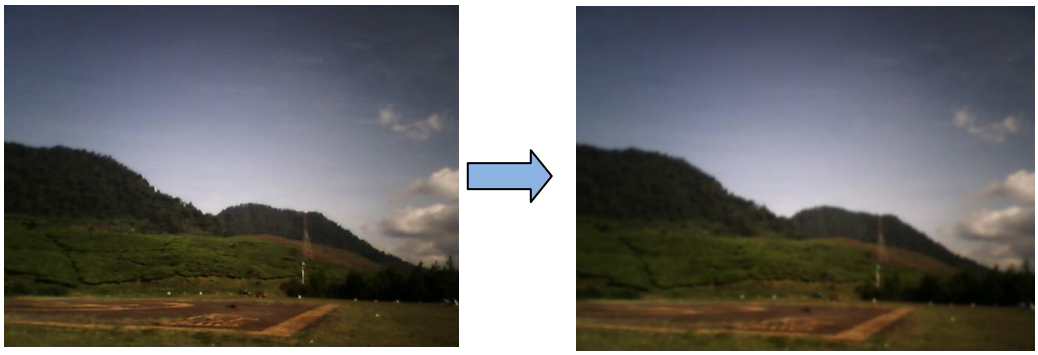
Gambar 2.3. Hasil *grayscale filtering*

Salah satu persamaan yang paling sering digunakan dapat dilihat pada persamaan (2.1)[4]

$$Gray = 0.3*R + 0.59*G + 0.11*B \quad (2.1)$$

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.



(a) (b)

Gambar 2.4.*Low pass filter* (a) sebelum di-*filter*
(b) setelah di-*filter*

Salah satu jenis *low pass filter* adalah *Gaussian blur*. *Gaussian blur* menggunakan fungsi *Gaussian* untuk menghitung transformasi yang akan diterapkan pada tiap pixel gambar. Persamaan (2.2) menunjukkan fungsi *Gaussian* pada dua dimensi.

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2.2)$$

3. *Crop* dan *Resize*

Proses *crop* artinya mengambil sebagian daerah gambar dan menjadikannya gambar yang terpisah dari gambar aslinya. Salah satu cara melakukan *crop* adalah dengan menentukan *frame* gambar. Pada CMUCam3 misalnya, *cropping* dapat dilakukan dengan menentukan koordinat-koordinat *frame* gambar yang akan diambil, lalu memasukkannya kedalam program. Persamaan (2.3)-(2.6), menunjukkan cara menentukan koordinat frame gambar.

$$X_0 = \frac{352 - width}{2} \quad (2.3)$$

$$X_1 = X_0 + width \quad (2.4)$$

$$Y_0 = \frac{287 - height}{2} \quad (2.5)$$

$$Y_1 = Y_0 + height \quad (2.6)$$

Keterangan:

X_0 = koordinat awal sumbu X

X_1 = koordinat akhir sumbu X

Y_0 = koordinat awal sumbu Y

Y_1 = koordinat akhir sumbu Y

width = lebar gambar yang akan di-*crop*

height = tinggi gambar yang akan di-*crop*

Proses *resize* artinya mengubah ukuran suatu gambar menjadi lebih besar atau lebih kecil.

Gambar 2.5 menunjukkan hasil gambar yang mengalami proses *crop* dan *resize*. Proses *crop* menyebabkan adanya bagian yang hilang pada gambar, sedangkan pada gambar dengan proses *resize*, ukuran gambar dapat diubah tanpa menyebabkan hilangnya daerah pada gambar asli.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.5. *Crop* dan *resize* (a) gambar asli
(b) hasil *crop* (c) hasil *resize*

Selain *filtering,* citra digital juga memiliki elemen-elemen sebagai berikut:[5]

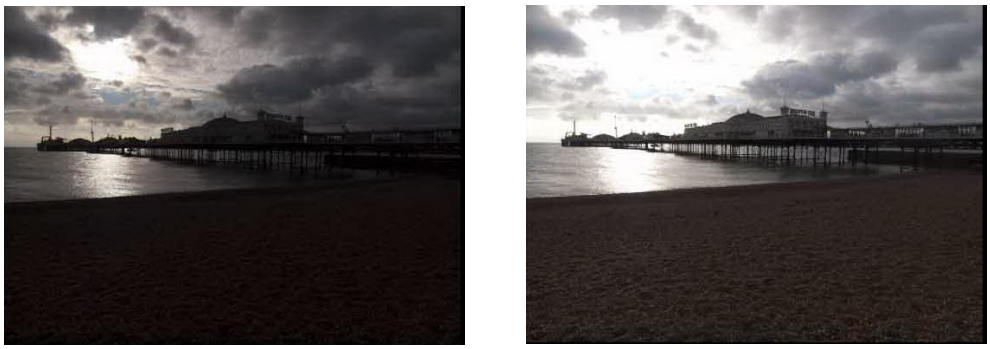
1. Kecerahan (*Brightness*): Intensitas cahaya pada gambar.
2. Kontras (*Contrast*) : Sebaran terang dan gelap pada gambar.
3. Kontur (*Contour*) : Keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada *pixel-pixel* yang bertetangga. Mendeteksi tepi objek pada gambar.
4. Warna (*Color*) : Persepsi 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.

2.3 *Auto Exposure* dan *White Balance* Pada Fotografi

Pada fotografi istilah *exposure* berarti total banyaknya cahaya yang masuk pada media fotografi (kamera *film* atau sensor) selama proses pengambilan gambar.[6] *Exposure* mempunyai satuan *lux second*.

Pada kamera dengan sensor CMOS, nilai *exposure* ditentukan dengan banyaknya cahaya yang mengenai sensor tersebut. Nilai *exposure* mempengaruhi kualitas gambar, apalagi untuk pengambilan gambar pada kondisi pencahayaan yang berbeda.

Pada kamera digital, biasanya sudah tersedia fitur *auto exposure* untuk menentukan intensitas cahaya yang masuk secara otomatis, sehingga menghasilkan gambar dengan kualitas yang baik. Gambar 2.6 menunjukkan pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil gambar.



(a) (b)

Gambar 2.6. Pengaruh intensitas cahaya terhadap hasil gambar(a) intensitas cahaya rendah (b) intensitas cahaya tinggi
(http://photographica.org.uk)

Gambar 2.6 sebelah kiri menunjukkan gambar dengan intensitas cahaya yang masuk sedikit, sehingga gambar terlihat agak gelap, sedangkan untuk sebelah kanan dilakukan sedikit penyesuaian intensitas cahaya yang masuk sehingga menghasilkan gambar dengan pencahayaan yang lebih terang.

White balance merupakan cara sebuah kamera untuk menghasilkan pewarnaan yang baik pada gambar yang diambil dengan cara mengkalibrasi dengan warna putih. Pengaturan ini didasarkan pada kenyataan bahwa setiap

sumber cahaya memiliki temperatur warna yang berbeda-beda. Tabel 2.1 menunjukkan nilai temperatur dari beberapa sumber cahaya.[7]

Tabel 2.1 Nilai temperatur warna beberapa sumber cahaya

Sumber cahaya	**Temperatur warna (K)**
Langit biru cerah	10.000 s/d 15.000
Langit mendung	6.000 s/d 8.000
Langit siang	6500
Cahaya matahari rata-rata	5.400 s/d 6.000
Blitz elektronik	5.400 s/d 6000
Pencahayaan rumah tangga	2.500 s/d 3.000
Lampu 200 watt	2.980
Lampu 100 watt	2.900
Lampu 75 watt	2.820
Lampu 60 watt	2.800
Lampu 40 watt	2.650
Api lilin	1.200 s/d 1.500

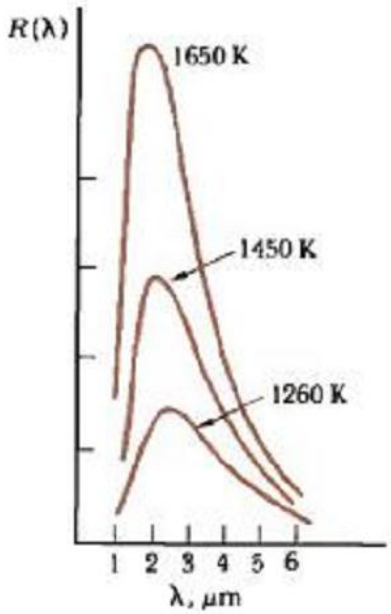
Otak manusia mampu mengenali warna putih sebagai warna putih pada berbagai kondisi pencahayaan, tetapi tidak demikian dengan kamera digital. Kamera digital perlu melakukan kalibrasi warna untuk sumber cahaya yang berbeda, kalibrasi inilah yang dinamakan dengan *white balance*.

Alasan mengapa warna putih yang dipilih sebagai dasar koreksi adalah karena hanya warna ini yang absolut pada perubahan. Diberi cahaya kuning dia akanmenjadi kuning dan seterusnya. Sedangkan untuk warna lain, jika diberi warna kuning, akan berubah jadi warna baru yang sangat tidak terukur.

2.4 Radiasi Benda Hitam

Suatu benda hitam merupakan sistem ideal yang menyerap seluruh radiasi yang datang padanya. Benda hitam ini bisa kita simulasikan sebagai rongga dengan lubang yang sangat kecil. Karakteristik radiasi dalam rongga hanya bergantung pada temperatur dindingnya. Pada temperatur biasa, sekitar 600 ^{o}C, radiasi termal yang dipancarkan oleh benda hitam tidak tampak karena energi itu

terkonsentrasi dalam daerah inframerah dari spektrum elektromagnetik. Begitu bendanya dipanaskan, jumlah energi yang diradiasikan meningkat, dan konsentrasi energi beralih ke panjang gelombang yang lebih pendek. Antara 600 hingga 700 ^{o}C, terdapat energi yang cukup dalam spektrum tampak hingga bendanya berpijar merah pudar. Pada temperatur yang lebih tinggi, bendanya menjadi terang atau bahkan "panas putih".[8]



Gambar 2.7. Kurva distribusi spektrum

Gambar 2.7 menunjukkan daya yang dipancarkan oleh benda hitam sebagai fungsi panjang gelombang untuk tiga temperatur yang berbeda. Kurva ini dikenal sebagai kurva distribusi spektrum. Dimana, panjang gelombang yang beragam secara terbalik dengan temperatur sesuai dengan hukum pergeseran *Wien*.[8]

$$\lambda_{maks} = \frac{2{,}898\ mm.K}{T} \qquad (2.7)$$

Keterangan:

λ_{maks} = panjang gelombang maksimum

T = temperatur

Pada tahun 1900, fisikawan Jerman Max Planck mengumumkan bahwa dengan membuat suatu modifikasi khusus dalam perhitungan klasik dia dapat menjabarkan fungsi P(λ,T) yang sesuai dengan data percobaan pada seluruh panjang gelombang. Planck menemukan bahwa dia dapat menjabarkan fungsi ini jika membuat pengandaian tak biasa yang menyatakan bahwa energi yang dipancarkan atau diserap oleh benda hitam tidaklah kontinu tetapi dipancarkan dan diserap dalam paket diskrit atau kuanta diskrit. Planck menemukan bahwa ukuran energi kuantum sebanding dengan energi radiasinya:

$$E = hf \tag{2.8}$$

Dengan h merupakan konstanta kesebandingan yang dikenal sebagai konstanta Planck. Nilai h ditentukan oleh Planck dengan menyesuaikan fungsinya dengan data yang diperoleh secara percobaan. Nilai yang diterima untuk konstanta ini sekarang:

$$h = 6{,}626\ x\ 10^{-34} J.s = 4{,}136\ x\ 10^{-15}\ eV.s \tag{2.9}$$

2.5 Format Gambar JPEG

JPEG merupakan salah satu format gambar yang paling sering digunakan.JPEG sendiri merupakan suatu bentuk kompresi pada gambar digital.JPEG diperkenalkan oleh suatu komite fotografi yang bernama *Joint Photographic Expert Group* yang juga menjadi kepanjangan dari format JPEG itu sendiri.

Kompresi JPEG merupakan *lossy compression*, yang artinya beberapa informasi pada gambar aslinya dapat hilang dan tidak dapat dikembalikan, yang juga dapat mempengaruhi kualitas dari gambar yang dihasilkan.Walaupun sebenarnya ada beberapa mode *lossless* opsional, namun sangat terbatas.

Gambar JPEG terdiri dari urutan segmen-segmen, masing-masing segmen diawali dengan sebuah penanda (*marker*).Setiap penanda diawali dengan *byte* 0xFF dan diikuti dengan *byte* yang mengindikasikan penanda tersebut.

Berikut ini penanda yang umum pada format gambar JPEG.[9]

a. 0xFF, 0xD8. *Start of Image*. Menandakan awal dari gambar.
b. 0xFF, 0xC0. *Start of frame (Baseline DCT)*.Menandakan bahwa data ini merupakan gambar JPEG berbasis *baseline* DCT. Berisi informasi mengenai ukuran gambar, jumlah komponen dan komponen *subsampling*.
c. 0xFF, 0xC2. *Start of frame (Progressive DCT)*. Menandakan bahwa data ini merupakan gambar JPEG berbasis *progressive* DCT. Berisi informasi mengenai ukuran gambar, jumlah komponen dan komponen *subsampling*.
d. 0xFF, 0xC4. *Define Huffman Table*. Menspesifikasikan table *Huffman*.
e. 0xFF, 0xD8. *Define Quantization Table.* Menspesifikasikan tabel kuantisasi.
f. 0xFF, 0xDD. *Define Restart Interval*. Menspesifikasikan rentang antar penanda RSTn.
g. 0xFF, 0xDA. *Start of Scan*. Penanda ini menspesifikasikan potongan data mana yang akan dimasukkan.
h. 0xFF, 0xD0…0xD7. *Restart* (RSTn)
i. 0xFF, 0xEn. *Application Specific*. Sesuai dengan format pengaplikasian.
j. 0xFF, 0xFE. *Comment*. Berisi teks komentar.
k. 0xFF, 0xD9. *End of Image*.

Pada fomat gambar JPEG, kualitas kompresi gambar dapat diatur.Mulai dari kualitas gambar tertinggi hingga yang paling rendah. Berikut ini perbandingan kulitas dari hasil kompresi JPEG berdasarkan beberapa nilai faktor Q.



(a) Q=100



(b) Q=50



(c) Q=25



(d) Q=10



(e) Q=1

Gambar 2.8. Perbandingan kualitas kompresi gambar JPEG (www.wikipedia.com)

Ada dua jenis kompresi pada JPEG, *lossless* dan *lossy*. Kompresi *lossless* adalah jenis kompresi tanpa menghilangkan informasi dari gambar aslinya, sedangkan untuk kompresi *lossy* ada beberapa informasi yang bisa hilang dan tidak dapat dikembalikan.

Salah satu yang digunakan pada kompresi *lossless* adalah kode Huffman. Kode Huffman melakukan kompresi dengan menggunakan probabilitas natural dari data untuk menerjemahkan informasi dengan bit yang lebih sedikit dibandingkan yang digunakan pada data asli.[10] Alasan mengapa kode Huffman bekerja dengan baik (rasio kompresi yang tinggi) adalah probabilitas dari simbol-simbolnya dapat diekspresikan dalam pecahan pangkat dua.

Beberapa kompresi dapat dilakukan dengan memprediksi pixel selanjutnya menggunakan pixel-pixel sebelumnya. Dengan cara ini, tidak perlu mengirimkan seluruh pixel melainkan hanya dikirimkan koefisien prediksi atau perbedaan nilainya.

Ada delapan metode prediksi yang tersedia pada standar JPEG. Satu dari delapan metode tersebut tidak digunakan pada kompresi *lossless,* tujuh metode lainnya dapat dibagi kedalam kategori berikut: [10]

1. Prediksi pixel selanjutnya dalam satu baris yang memiliki nilai yang sama dengan sebelumnya.
2. Prediksi pixel selanjutnya dalam satu baris yang memiliki nilai yang sama dengan pixel pada posisi yang sama atau pada baris sebelumnya.
3. Prediksi pixel selanjutnya dalam satu baris yang memiliki nilai yang berhubungan dengan nilai pixel sebelum, diatasnya, dan nilai sebelumnya pada baris atasnya.

Algoritma kompresi *lossy* JPEG terdiri dari tahap penyederhanaan gambar yang menghilangkan kompleksitas gambar, diikuti dengan tahap kompresi *lossless* berdasarkan filter prediktif kode Huffman atau kode aritmatik.

Langkah penyederhanaan gambar *lossy* berdasarkan operasi yang dinamakan DCT, didefinisikan pada persamaan (2.10):[10]

$$Y(k,l) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} 4y(i,j) \cos\left(\frac{\pi k}{2N}(2i+1)\right) \cos\left(\frac{\pi l}{2M}(2j+1)\right) \qquad (2.10)$$

dengan input gambar NxM pixel, y(i,j) adalah intensitas pixel pada baris i dan kolom j, Y(k,l) adalah koefisien DCT pada baris k dan kolom l dari matrix DCT.

Pada proses reduksi gambar JPEG, DCT diaplikasikan pada 8x8 pixel blok gambar. Karena itu, jika gambarnya berukuran 256x256 pixel, akan dipecah terlebih dahulu kedalam 32x32 blok persegi yang terdiri dari blok 8x8 pixel, dan memperlakukan masing-masing secara terpisah. Nilai 64 pixel pada tiap blok diubah oleh DCT kedalam 64 nilai baru. Nilai baru ini yang dinamakan koefisien DCT, membentuk cara baru untuk merepresentasikan gambar.

Koefisien DCT merepresentasikan frekuensi spasial dari sub-blok gambar. Bagian pojok kiri atas dari matriks DCT memiliki komponen frekuensi yang

rendah dan pojok kanan bawah memiliki komponen frekuensi yang tinggi. Koefisien kiri atas disebut koefisien DC, yang nilainya setara dengan nilai rata-rata 8x8 blok pixel. Koefisien lainnya disebut koefisien AC.[10]

2.6 Modulasi Digital

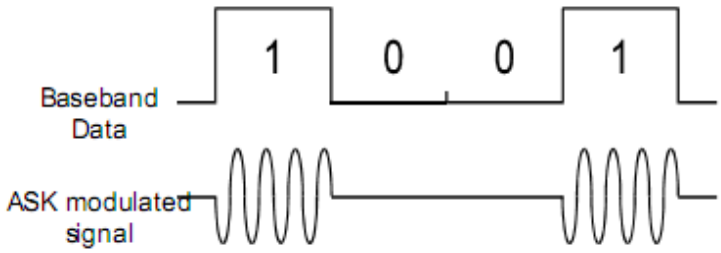
Modulasi merupakan proses merubah informasi dari pesan asal kedalam bentuk yang sesuai untuk transmisi.[11] Pada modulasi digital, sinyal *carrier* analog dimodulasikan kedalam bit-bit digital.

Pada dasarnya, dikenal tiga prinsip modulasi digital yaitu:[12]

1. *Amplitude Shift Keying* (ASK)

   Pada ASK, modulasi berdasarkan pada pergeseran amplitude. Dalam proses modulasi ini kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada ada atau tidaknya sinyal informasi digital.

   Keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah bit per baud lebih besar. Sedangkan kesulitannya adalah dalam menentukan level acuan yang dimilikinya, yakni setiap sinyal yang diteruskan melalui saluran transmisi jarak jauh selalu dipengaruhi oleh redaman dan distorsi lainnya. Oleh karena itu metode ASK hanya menguntungkan bila dipakai untuk hubungan jarak dekat saja. Ilustrasi dari ASK dapat dilihat pada gambar 2.9.

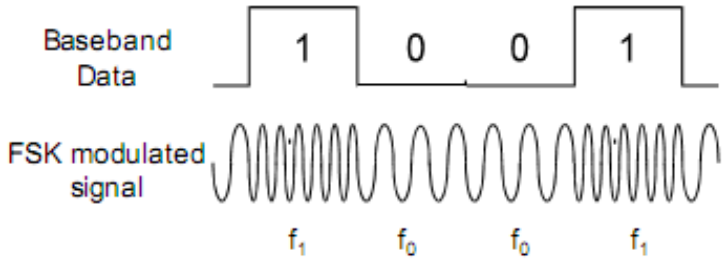


Gambar 2.9. Modulasi ASK (www.berk.tc)

2. *Frequency Shift Keying* (FSK)

   Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi output gelombang pembawa. Dalam proses modulasi ini besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan ada atau tidaknya sinyal informasi

digital. FSK merupakan metode yang paling populer.Ilustrasi dari FSK dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Modulasi FSK (www.berk.tc)

3. *Gaussian Frequency Shift Keying* (GFSK)

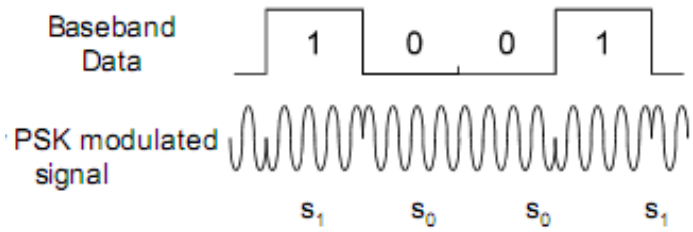
   GFSK merupakan modulasi FSK yang menggunakan filter *Gaussian* untuk memperhalus penyimpangan frekuensi positif atau negatif, yang direpresentasikan dengan biner 0 atau 1.

   Pada modulasi GFSK, prosesnya sama dengan FSK, kecuali sebelum pulsa *baseband* (-1,+1) masuk ke dalam modulator FSK, dilewatkan terlebih dahulu pada filter *Gaussian* untuk membuat pulsa tersebut lebih halus sehingga mengurangi lebarnya. Filter *Gaussian* merupakan salah satu cara yang umum untuk mengurangi lebar pulsa pembawa. Persamaan dari filter *Gaussian*:

$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \qquad (2.11)$$

4. *Phase Shift Keying* (PSK)

   Pada proses modulasi ini fasa dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi digital. Untuk transmisi data atau sinyal digital dengan kecepatan tinggi, lebih efisien menggunakan sistem modulasi PSK. Ilustrasi dari PSK dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Modulasi PSK (www.berk.tc)

Dua jenis modulasi yang sering dipakai:

a. *Binary PSK (BPSK)*

   BPSK adalah format yang paling sederhana dari PSK.Modulasi ini paling sempurna dari semua bentuk modulasi PSK. Akan tetapi bentuk modulasi ini hanya mampu memodulasi 1 bit/simbol dan dengan demikian maka modulasi ini tidak cocok untuk aplikasi data-*rate* yang tinggi dimana *bandwidth*-nya dibatasi.

b. *Quadrature PSK (QPSK)*

   QPSK dapat mendekode dua bit per simbol dengan empat tahap. Hal ini berarti dua kali dari BPSK. Analisa menunjukkan bahwa ini mungkin digunakan untuk menggandakan data rate jika dibandingkan dengan sistem BPSK.

2.7 Perangkat Keras

2.7.1 Mikrokontroler ARM

ARM merupakan salah satu dari varian mikrokontroler atau mikroprosesor yang ada sekarang ini. ARM sendiri sebenarnya adalah suatu arsitektur set instruksi yang dikembangkan oleh ARM Holding. ARM merupakan singkatan dari *Advance RISC Machine* atau sebelumnya bernama *Acorn RISC Machine* karena pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Acorn Computers.

ARM memiliki beberapa fitur RISC, diantaranya:

- Arsitektur *Load/Store*.
- Eksekusi siklus tunggal.
- Instruksi dengan lebarsama 32 bit untuk mempermudah *decoding* dan *pipelining*.

- 16 x 32-bit *file register*

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

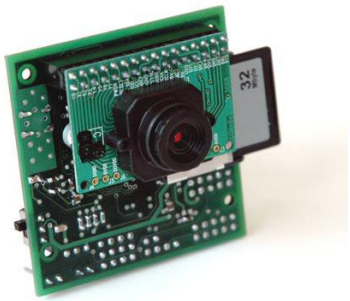
- eksekusi kondisional untuk kebanyakan instruksi, mengurangi *overhead* percabangan.
- Instruksi aritmatika mengubah kode kondisi hanya jika diperlukan.
- Mode pengalamatan terindeks yang efektif.
- Sebuah *link register* untuk pemanggilan fungsi cepat.
- *Interrupt* dua level prioritas, dengan bank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

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

2.7.2 CMUCam3

CMUCam3 merupakan sebuah modul kamera yang sudah memiliki mikrokontroler didalamnya, sehingga pemrosesan gambar yang diambil bisa langsung dilakukan.

CMUCam3 ini menggunakan bahasa C dalam pemrogramannya.Untuk editornya sendiri bisa menggunakan aplikasi *text editor* yang banyak tersedia, contohnya aplikasi Wordpad pada sistem operasi Windows.

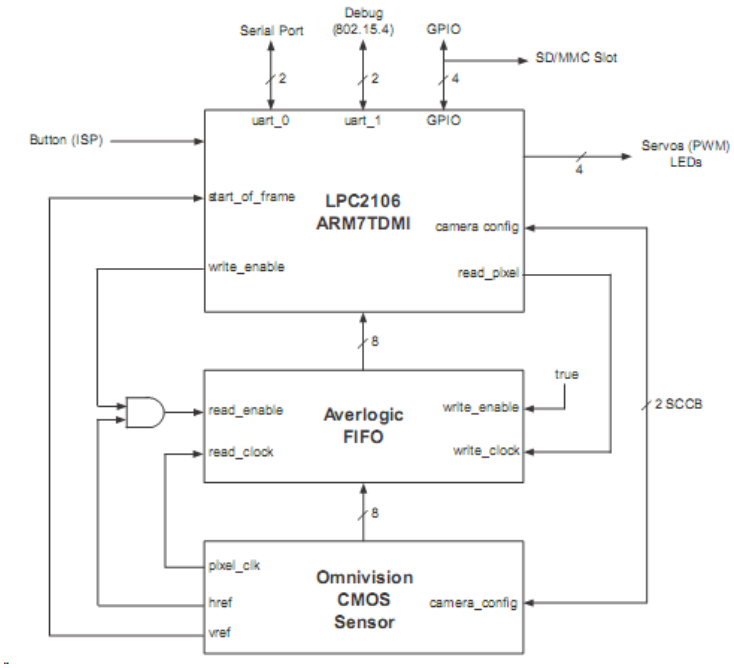


Gambar 2.12. Modul kamera CMUCam3 (www.cmucam.org)

Beberapa fitur yang terdapat pada CMUCam3[13]:

1. Resolusi kamera 352x288 dengan sensor warna RGB.
2. Memiliki 4 port kontroler servo
3. Memiliki video analog B/W
4. Memiliki 2 buah port serial
5. Memiliki 8 buah GPIO (*General Purpose I/O*)
6. Mendukung kompresi gambar JPEG dan PNG.

CMUCam3 sudah disertai dengan mikrokontroler ARM7 LPC2106 dari Philips dan sensor warna Omnivision.



Gambar 2.13. Diagram blok CMUCam3 (www.cmucam.org)

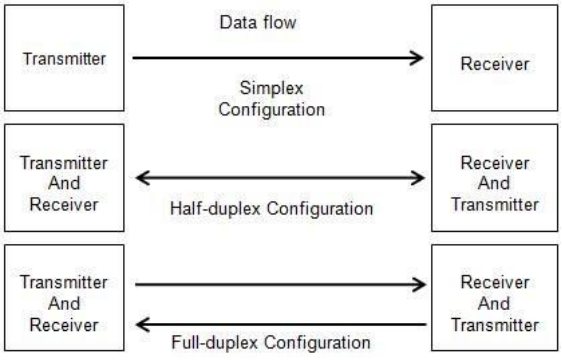
Gambar 2.13 menunjukkan diagram blok CMUCam3 yang terdiri dari sebuah mikrokontroler ARM7 sebagai pengontrol utamanya, sensor Omnivision OV6620 sebagai sensor untuk memproses objek yang dilihat kamera menjadi gambar digital, dan chip FIFO Averlogic untuk mengatur aliran data dari OV6620 ke mikrokontroler ARM.

2.7.3 Modul Komunikasi Radio

Sistem komunikasi radio menggunakan medium udara sebagai pembawa datanya. Dalam komunikasi radio memiliki sebuah pemancar TX yang memencarkan dayanya 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 saja. Salah satu harus berupa pengirim sedangkan yang lain penerima. Contoh dari komunikasi *simplex* adalah 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.



Gambar 2.14 Jenis komunikasi berdasarkan aliran data (google.com)

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



Gambar 2.15.Modem Radio YS-1020UB

(www.sentrasensor.com)

Modem radio ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

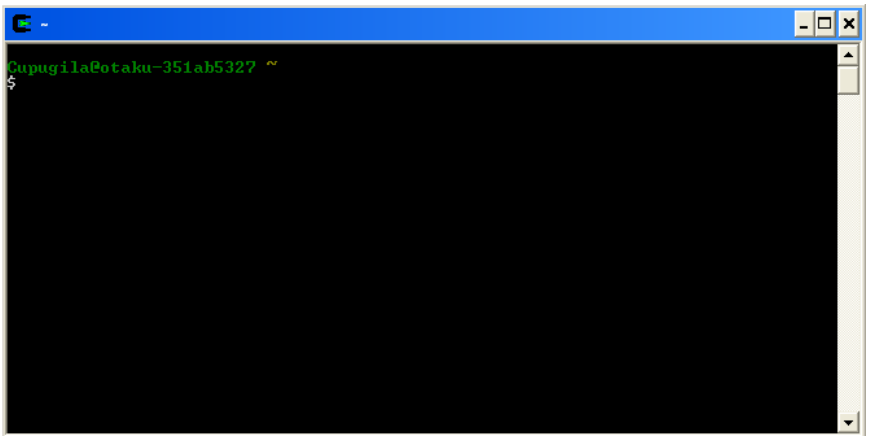
1. Mempunyai 8 channel untuk pengiriman/penerimaan data
2. Tipe modulasi yang dipakai adalah GFSK (*Gaussian Frequensy Shift Keying*). Menggunakan *Gaussian filter* untuk memperhalus penyimpangan frekuensi yang terjadi.
3. Dapat menggunakan *level* tegangan TTL. TTL adalah level tegangan yang bisa diterima oleh kebanyakan chip atau mikrokontroler saat ini. Tegangan TTL biasanya besarnya 5V DC.

2.8 Perangkat Lunak

2.8.1 Compiler dan Downloader Program CMUCam3

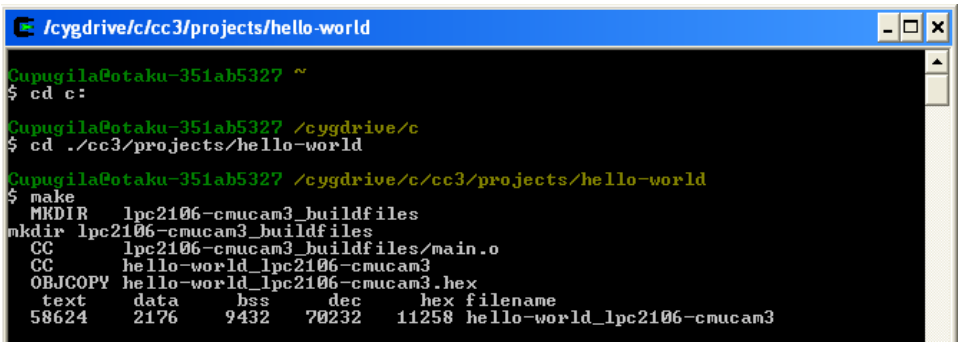
Mikrokontroler diperintah dengan bahasa yang dimengerti oleh mesin.Pada CMUCam3 walaupun pemrogramannya menggunakan bahasa tingkat tinggi yaitu bahasa C, namun CMUCam3 tidak dapat langsung menerima perintah dalam bahasa C tersebut. Oleh karena itu dibutuhkanlah suatu *compiler* untuk mengubah program dari bahasa C menjadi bahasa yang dimengerti oleh CMUCam3.

Compiler yang digunakan adalah *Cygwin*. *Cygwin* adalah *compiler* berbasis CLI (*Command Line Interface*) layaknya *Terminal* atau *Konsole* pada Linux ataupun *Command Prompt* pada Windows.



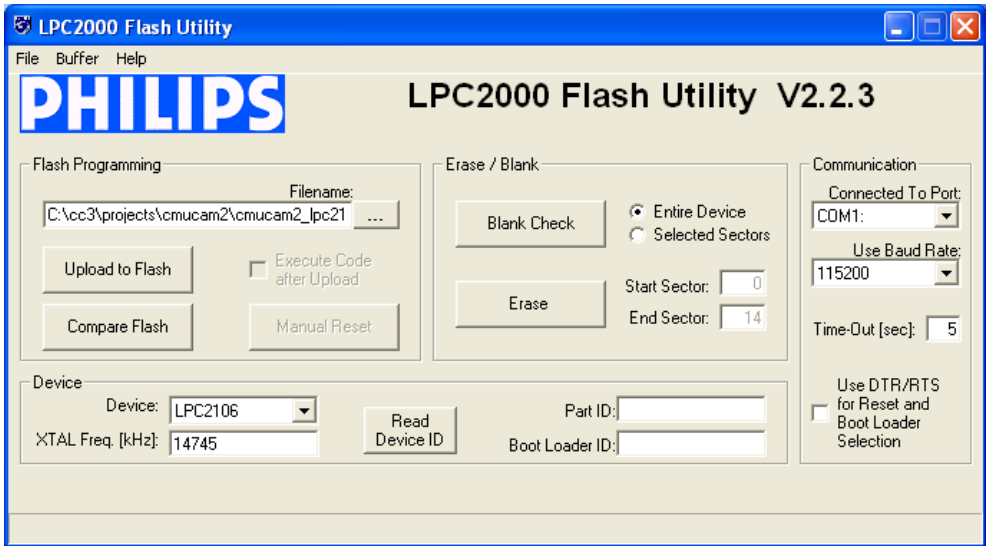
Gambar 2.16. Tampilan jendela *Cygwin*

Cygwin mengubah berkas program C yang telah dibuat menjadi sebuah berkas berekstensi .hex yang nantinya dapat di-*download* kedalam mikrokontroler. Untuk meng-*compile* program C digunakan perintah *make* pada *Cygwin* yang nantinya akan mengeksekusi berkas bernama *Makefile* dalam folder yang sama dengan program C yang telah dibuat.



Gambar 2.17. Tampilan saat proses *compile* sukses

Setelah proses *compile* selesai dan sudah didapatkan berkas berekstensi .hex, maka diperlukan suatu aplikasi untuk menanamkan program tersebut pada mikrokontroler. Aplikasi yang digunakan adalah LPC2000 *Flash Utility*.



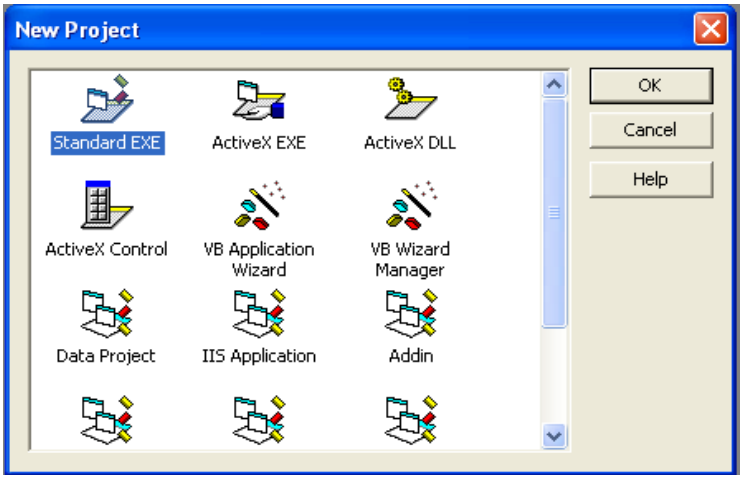
Gambar 2.18.Tampilan aplikasi LPC2000 *Flash Utility*

Untuk men-*download* program kedalam CMUCam3 bisa langsung menggunakan komunikasi serial yang sudah disediakan oleh pembuatnya.

2.8.2 Visual Basic 6.0

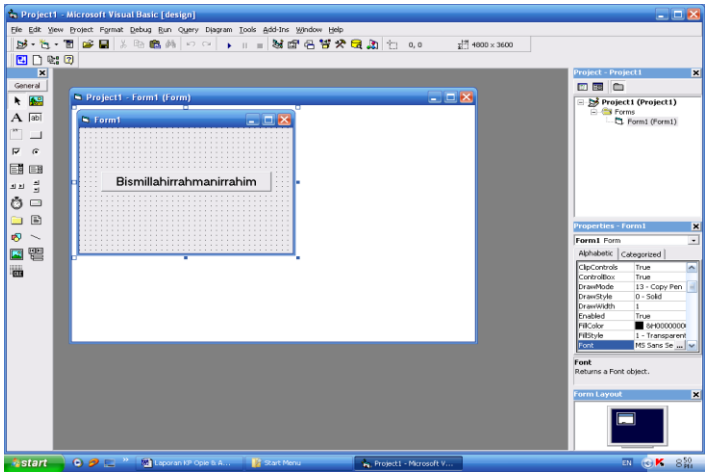
Visual basic 6.0 selain disebut sebagai bahasa pemograman, juga sering disebut sebagai sarana untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasiskan windows. *Visual basic* pada dasarnya adalah bahasa pemograman komputer. Bahasa pemograman adalah perintah-perintah atau instruksi-instruksi yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. *Visual basic* yang dikembangkan oleh *Microsoft* sejak tahun 1991 merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemograman BASIC (*Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. 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 2.19. Tampilan *new project* pada *visual basic*

Tampilan *Integrated Development Environment* (IDE) pada sebuah *project Visual Basic* dengan sebuah *form*, label dan *command button* terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.20. Tampilan IDE *Visual Basic*

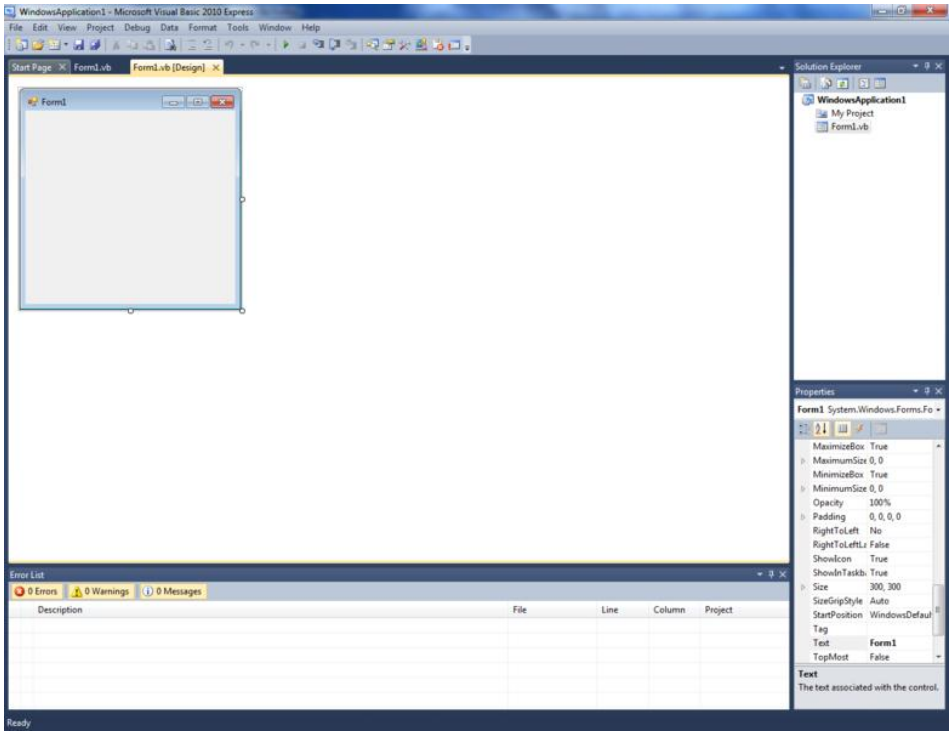
Pada perancangan sistem penginderaan jauh *visual basic* berguna sebagai *interface* dan penghubung antara komputer dengan modul kamera CMUCam3. Sehingga *user* dapat memberi perintah pada CMUCam3 dan menerima data gambar dari CMUCam3.

2.8.3 Visual Basic .NET

Visual Basic .NET atau biasa disingkat VB .NET merupakan salah satu bahasa pemrograman berorientasi objek yang bisa dianggap sebagai pengembangan dari Visual Basic yang lama, dan diimplementasikan pada .NET *Framework*.

Para pembuat program dapat membangun aplikasi *windows form*, aplikasi web berbasis ASP.NET, dan juga aplikasi *command line* dengan bahasa pemrograman ini. Peluncurannya sendiri banyak mengundang kontroversi, mengingat banyak sekali perubahan yang dilakukan oleh Microsoft, dan versi baru ini tidak kompatibel dengan versi terdahulu.

Sampai tahun 2011 Microsoft sudah merilis empat versi VB.NET yaitu: *Visual Basic .NET* 2003 (VB 7.1), *Visual Basic* 2005 (VB 8.0), *Visual Basic* 2008 (VB 9.0), dan*Visual Basic 2010* (VB 10.0).



Gambar 2.21. Tampilan IDE *Visual Basic .NET*