BAB II
TEORI PENUNJANG

2.1 OBDH (*On-Board Data Handling*)

OBDH merupakan sistem yang lebih kecil dan dijadikan menjadi suatu kesatuan dari *command and Data Handling* pada satelit konvensional. OBDH adalah sebuah mikrokontroler yang mempunyai input, output dan sensor yang berguna menunjang fungsi OBDH. OBDH juga bisa dikatakan sebuah subsistem dalah hal ini adalah roket yang berfungsi sebagai antarmuka / penghubung antara subsistem lainya. Seperti komunikasi, dan sensor-sensor yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler. Fungsi OBDH memiliki dua fungsi utama. Fungsi pertama adalah menerima, memvalidasi, mendekode, dan menyalurkan perintah ke sub-sistem roket lainnya. Fungsi kedua mengumpulkan, memproses dan mengatur dari kerja dan setatus dari OBDH. Selain itu, OBDH pada umumnya memiliki tambahan fungsi, seperti ketepatan waktu, monitoring (*watchdog*), dan antarmuka keamanan.

Ukuran dari subsistem OBDH biasanya berbanding lurus terhadap komplekstisitas serta fungsi roket yang ingin dibuat. Semakin banyak sistem dan fungsi roket yang ingin digunakan, maka semakin banyak komponen yang dibutuhkan pada OBDH. Selain itu, untuk membuat sub-sistem OBDH semakin realiable, ukuran OBDH bisa diperbesar dan ditambahkan beberapa peripheral yang dapat mendukung stabiltas OBDH.

Bidang-bidang yang memerlukan OBDH diataranya adalah bidang antariksa pada perancangan satelit dan sistem kendali roket, bidang penerbangan pada perancangan *autopilot*, perancangan *single copter*, *tricopter*, *quadcopter*. Dan lain-lain.

2.2 TTC (*Telemetry, Tracking And Command*)

TTC atau merupakan subsistem komunikasi dan merupakan antarmuka antar sistem yang terdapat pada roket dengan GCS. Data dari sebuah roket

dikendaikan dari subsistem ini. Pada TTC terdapat dua blok penting, yaitu Radio Frekuensi dan *Terminal Node Controller*.

2.2.1 Radio Frekuensi

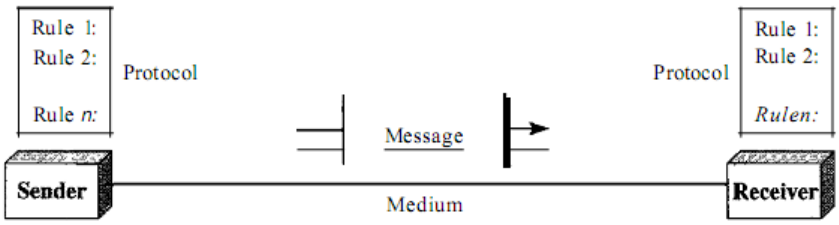
Untuk melakukan telemetri dan *telecommand*, maka diperlukan modul radio frekuensi. Adapun perancangannya yaitu Satu buah terpasang pada roket dan satu buah lagi sebagai GCS yang terhubung pada PC atau laptop.

2.2.2 TNC (*Terminal Node Controller*)

Terminal Node Controller disini berfungsi sebagai penerima peritah dari OBDH, pemaketan data, *encoder* dan *decoder* dari bagian radio frekuensi, serta penerimaan dan pengiriman data dari GCS. Pada TNC juga terdapat *encoder* dan *decoder* perintah, apabila terjadi kegagalan atau kesalahan pengiriman antara OBDH dengan TNC

2.3 Komunikasi Data

2.3.1 Komponen Komunikasi Data



Gambar II.1 Diagram blok komunikasi data

Keterangan diagram blok komunikasi data:

a. Pesan (*Message*)

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

b. Pengirim (*Sender*)

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

c. Penerima (*Receiver*)

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

d. 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.

e. Protokol

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

2.3.2 Metode Transmisi

Berdasarkan aliran datanya komunikasi Antara dua perangkat terbagi atas tiga macam, yaitu:

1. *Simplex*

   Simplex merupakan metode komunikasi data yang mengirimkan pesan hanya dalam satu arah. Hanya satu dari dua perangkat pada link yang dapat dikirimkan, yang lain hanya dapat menerima. Ilustrasi jenis komunikasi *simplex* dapat dilihat pada *Gambar II.2*.

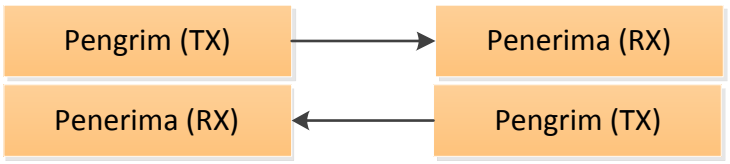


Gambar II.2 Ilustrasi Komunikasi Simplex

2. *Half Duplex*

   Pada metode *Half Duplex* setiap stasiun dapat mengirim dan menerima, tetapi tidak pada waktu yang sama. Ketika satu perangkat

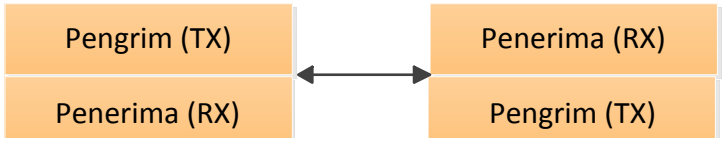
yang mengirim, yang lain hanya dapat menerima, dan sebaliknya. Ilustrasinya tampak pada *Gambar II.3*.



Gambar II.3 Ilustrasi Komunikasi Half Duplex

3. *Full Duplex*

Metode *Full Duplex*, komunikasi data pada Kedua stasiun dapat mengirim dan menerima secara bersamaan. Ilustrasi jenis komunikasi *full duplex* adalah sebagai berikut



Gambar II.4 Ilustrasi Komunikasi full duplex

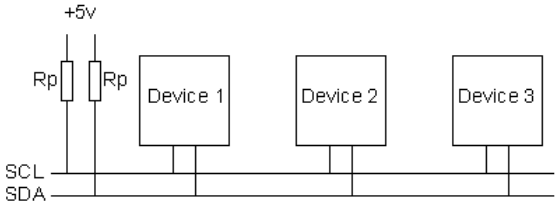
2.3.3 Komunikasi I2C (Inter Integrated Circuit)

I2C merupakan bus standar yang didesain oleh Philips pada awal tahun 1980an untuk memudahkan komunikasi antar komponen yang tersebar pada papan rangkaian. I2C merupakan singkatan dari Inter IC atau komunikasi antar IC, sering disebut juga IIC atau I2C. Pada awalnya, kecepatan komunikasi maksimumnya diatur pada 100kbps karena kecepatan tinggi belum dibutuhkan pada transmisi data. Untuk membutuhkan kecepatan tinggi pada transmisi data, sejak tahun 1998 terdapat dua mode yaitu 400kbps dan 3,4Mbps. I2C tidak hanya digunakan pada komponen yang terletak pada satu board, tetapi juga digunakan untuk mengkoneksikan komponen yang dihubungkan melalui kabel.

Kesederhanaan dan fleksibilitas merupakan ciri utama dari I2C, kedua hal tersebut membuat bus ini mampu menarik penggunaanya dalam berbagai aplikasi. Dan ilustrasi komunikasi I2C dapat dilihat pada *Gambar II.5*

Fitur-fitur signifikan dari bus ini adalah :

- Hanya 2 jalur/kabel yang dibutuhkan, yaitu SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*)
- Tidak ada aturan baudrate seperti pada RS232, di bus ini IC yang berperan sebagai master akan mengeluarkan *bus clock.*
- Hubungan *master/slave* berlaku antara komponen satu dengan yang lain, setiap perangkat yang terhubung dengan bus mempunyai alamat unik yang diatur melalui perangkat lunak
- IC yang berperan sebagai *master* mengontrol seluruh jalur komunikasi dengan mengatur *clock* dan menentukan siapa yang menggunakan jalur komunikasi. Jadi IC yang berperan sebagai *slave* tidak akan mengirim data kalau tidak diperintah oleh *Master*.
- I2C merupakan *bus* yang mendukung multi-master yang mempunyai kemampuan arbitrasi dan pendeteksi tabrakan data.



Gambar II.5 Ilustrasi komunikasi Inter Integrated Circuit Bus (I2C)

2.3.4 USB Komunikasi Serial

Sinergi antara komputer dan komunikasi adalah jantung revolusi teknologi informasi saat ini. Sistem komputer modern tampaknya melibatkan berbagai variasi perangkat seperti *keyboard*, *mikrofon*, kamera, *speaker* dan perangkat display.

USB mendukung dua kecepatan operasi, disebut *low-speed* (1,5 megabyte/detik) dan *full-speed* (12 megabyte/detik). Revisi terbaru pada spesifikasi *bus* memperkenalkan kecepatan operasi ketiga, disebut *high-speed* (480 megabyte/detik). USB dengan cepat memperoleh pengakuan dipasaran,

dan dengan tambahan kemampuan *high-sped* menjadikannya sebagai pilihan metode interkoneksi bagi sebagian besar perangkat komputer.

USB didesain untuk memenuhi beberapa tujuan utama:

- Menyediakan sistem interkoneksi yang sederhana, *low-cost*, dan mudah digunakan yang dapat megatasi kesulitan karena terbatasnya jumlah port I/O pada suatu komputer.
- Mengakomodasi karakteristik transfer data skala luas untuk perangkat I/O termasuk koneksi telepon dan internet.
- Meningkatkan kenyamanan user melalui mode operasi *plug-and-play*. USB beroperasi secara ketat pada basisi polling. Suatu perangkat mengirim pesanhanya sebagai respon terhadap pesan poll dari host. Karenanya pesan upstream tidak menghadapi konflik atau saling mengganggu satu dengan yang lain, sehingga tidak ada dua perangkat yang dapat mengirim pesan pada saat yang sama. Batasan ini memungkinkan *Hub* menjadi perangkat *low-cost* yang sederhana.

Semua informasi yang ditransfer melalui USB diatur didalam paket, dimana satu paket terdiri dari satu atau lebih *byte* informasi. Terdapat banyak tipe paket yang melakukan berbagai fungsi kontrol. Kita mengilustrasikan operasi USB dengan memberikan beberapa contoh tipe paket utama dan menunjukan bagaimana paket tersebut digunakan.

Standarisasi konfigurasi kabel pada USB adalah sebagai berikut:

Tabel II.1 Keterangan Typical USB Cable Connector

Nomor Pin	Sinyal	Deskripsi
1	VCC	+5 VDC
2	D-	Data-
3	D+	Data+
4	Gnd	Ground

2.4 Perangkat Keras

Berikut ini merupakan penjelasan dasar teori dan *datasheet* dari perangkat-perangkat yang digunakan:

2.4.1 ARM (Advanced RISC Machines)

ARM adalah arsitektur prosesor 32bit dengan set instruksi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang dikembangkan oleh ARM Holdings. ARM merupakan singkatan dari *Advanced RISC Machine* (sebelumnya lebih dikenal dengan kepanjangan *Acorn RISC Machine*). Pada awalnya ARM prosesor dikembangkan untuk PC (Personal Computer) oleh Acorn Computers, sebelum dominasi Intel x86 prosesor Microsoft di IBM PC kompatibel menyebabkan *Acorn Computers* bangkrut.

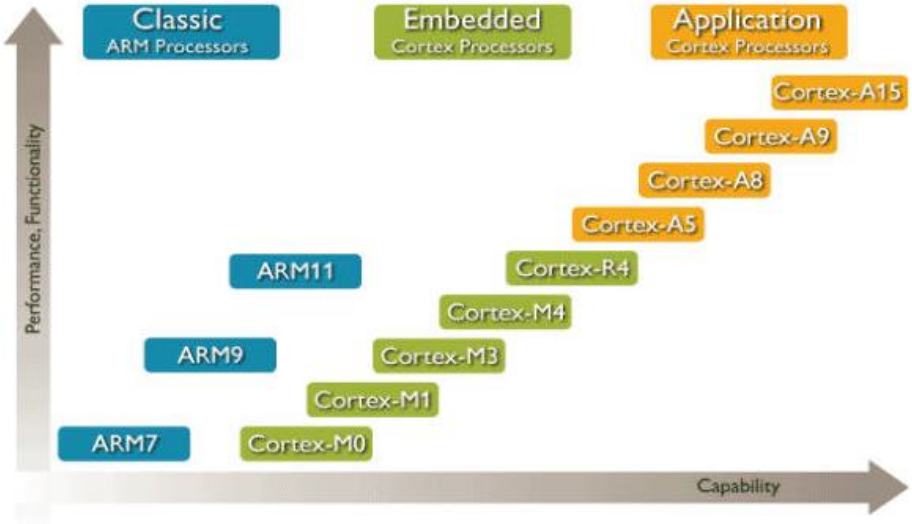
Setelah *Acorn Computers* bangkrut, *Apple Computers* (sekarang *Apple Inc*) dan VLSI (*Very Large Circuit Integrated*) *Technology Inc* membeli kekayaan intelektual *Acorn Computer*, dan mendirikan ARM Ltd. ARM Ltd kemudian melanjutkan proyek *Acorn Computer* untuk mengembangkan prosesor 32bit dengan arsitektur RISC yang sederhana dan hemat energi.

Prosesor yang dikembangkan ARM Ltd ternyata tidak diminati oleh kalangan produsen PC, dengan alasan tidak kompatibel dengan arsitektur Intel x86. ARM Ltd kemudian memutuskan untuk tidak memproduksi ARM prosesor, tetapi melisensikan desain prosesor tersebut untuk digabungkan dengan ASIC (*Application specific integrated circuit*) yang membutuhkan kontroler *embedded* (contoh: kontroler printer, kontroler mesin cuci, kontroler video dekoder, kontroler ethernet *hub/router*, dan sebagainya).

Saat ini, selain digunakan untuk ASIC, ARM prosesor juga diproduksi oleh berbagai perusahaan semikonduktor sebagai mikroprosesor terpisah (sebelumnya ARM prosesor selalu diembeddedkan dengan ASIC) maupun mikrokontroler (dengan pengurangan berbagai fitur yang diperlukan mikroprosesor).

Perusahaan yang dulu ataupun saat ini menggunakan lisensi ARM prosesor meliputi AlcatelLucent, Apple Inc., Atmel, Broadcom, Cirrus Logic, DEC (Digital Equipment Corporation), Freescale, Intel (melalui akuisisi DEC), LG, Marvell Technology Group, Microsoft, NEC, Nuvoton, Nvidia, NXP (dulu Philips), Oki, Qualcomm, Samsung, Sharp, STMicroelectronics, Symbios Logic, Texas Instruments, VLSI Technology, Yamaha and ZiiLABS. Berbagai macam kontroler berbasis ARM yang terkenal meliputi DEC *StrongARM* (digunakan Intel untuk prosesor PDA), Marvell Xscale, Nintendo (untuk prosesor Gameboy, DSi, dan 3DS), Nvidia Tegra, STEricsson Nomadik, Qualcomm Snapdragon, Texas Instruments OMAP product line, Samsung Hummingbird and Apple A4.

Setelah mengetahui penjelasan dan arsitektur ARM, kini saatnya mengenal berbagai jenis keluarga mikroprosesor ARM. Jenis dan tipe mikroprosesor ARM dapat dilihat pada *Gambar II.7* , yaitu:



Gambar II.6 Jenis atau tipe mikroprosesor ARM

Jenis atau tipe mikroprosesor ARM dibagi menjadi 3 yaitu:

1. *Classic ARM Processors*

ARM klasik adalah keluarga ARM prosesor yang pertama kali dirilis oleh ARM Ltd (sekarang ARM). Prosesor ARM klasik ideal untuk pengguna yang ingin menggunakan teknologi telah teruji di pasar. Prosesor-prosesor ini telah digunakan untuk berbagai macam produk elektronik selama bertahun-

tahun. Desainer produk elektronik yang memilih prosesor-prosesor ini dijamin mempunyai dukungan ekosistem dan sumber daya yang luas, tingkat kesulitan integrasi yang minimum, dan menurunkan waktu desain. Dalam ARM klasik terdiri dari ARM 7, ARM9, ARM 11.

2. *Embedded Cortex Processors*

Prosesor di keluarga seri Cortex-M telah dikembangkan khusus untuk domain mikrokontroler, dimana permintaan untuk kecepatan, determinasi waktu proses, dan manajemen interrupt bersama dengan jumlah gate silikon minimum (luas silikon yang minimum menentukan harga akhir prosesor) dan konsumsi daya yang minimum sangat diminati. Contoh aplikasi prosesor Cortex-M adalah mikrokontroller dan sensor cerdas.

Prosesor di keluarga seri Cortex-R, sebaliknya, dikembangkan khusus untuk keperluan realtime yang mendalam, dimana kebutuhan konsumsi daya minimum dan sifat interrupt yang terprediksi diimbangi dengan performa yang luar biasa dan kompatibilitas yang kuat dengan platform yang telah ada. Contoh aplikasi prosesor Cortex-R adalah ABS (*Automotive Braking Systems*), kontroler elektronik roda gigi, hidrolik, dan mesin otomotif. Dalam ARM Embedded terdiri dari Cortex M0, Cortex M1, Cortex M3, dan Cortex R4.

3. *Application Cortex Processors*

Prosesor jenis ini dikembangkan untuk aplikasi yang membutuhkan daya komputasi yang tinggi (frekuensi prosesing rata-rata 2GHz), seperti *netbook*, *mobile internet devices*, *smartphone*, dan lain-lain.Dalam ARM application terdiri dari Cortex A5, Cortex A8, Cortex A9.

Setelah kita mengetahui berbagai jenis dari keluarga ARM , maka kita dengan mudah menentukan jenis mana yang akan kita gunakan. Karena kebutuhan penulis saat ini sedang mengembangkan sebuah sistem *embedded*, maka prosesor yang dipilih adalah dari jenis ARM *embedde cortex processor*, yaitu Cortex M4.

2.4.2 Mikroprosesor ARM Cortex M4

ARM prosesor Cortex-M4 adalah prosesor berdaya rendah yang memiliki *low gate count*, *low interrupt latency*, dan *low-cost debug*. Cortex-M4 adalah prosesor dengan kemampuan yang sama seperti prosesor Cortex-M4F, dan terdapat fungsi aritmatika floating point. Prosesor ini ditujukan untuk aplikasi yang memerlukan fungsi pemrosesan sinyal digital. ARM prosesor Cortex-M4 mengimplementasikan profil arsitektur ARMv7-M.

Mkiroprosesor ARM Cortex M4 juga termasuk Mkiroprosessor 32 bit, dan memilik fitur yang lengkap seperti ADC *internal*, 3 (tiga) port serial, *interrupt serial*, *interrupt digital*, timer internal. Mendukng I2C dan mempunyai eksekusi program yang cepat dengan *clock speed* 72 MHz.



Gambar II.7 ARM Cortex M4 tipe MK60DN512ZVLQ10

2.4.3 Sensor IMU

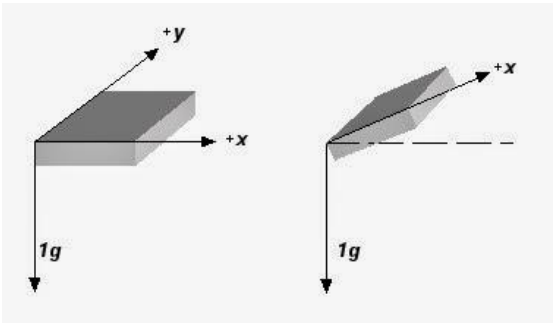
Sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) adalah perangkat elektronika yang mampu mengukur dan melaporkan kecepatan, orientasi, dan gaya grafitasi menggunakan kombinasi dari sensor akselerometer dan giroskop. Namun terkadang menggunakan sensor magnetometer dan tekanan untuk fungsi yang lainnya.

Berikut ini penjelasan jenis perangkat sensor IMU:

1. Akselerometer

Akselerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi. Akselerometer dapat digunakan untuk mengukur getaran pada mobil, mesin, bangunan, dan instalasi pengamanan. Akselerometer juga dapat diaplikasikan pada pengukuran aktivitas gempa bumi dan peralatan-peralatan elektronik, seperti permainan 3 dimensi, mouse komputer, dan telepon.

Akselerometer memiliki berbagai aplikasi dalam bidang industri dan sains. Akselerometer yang sangat sensitif digunakan sebagai komponen sistem navigasi inersia pada pesawat tempur dan rudal. Akselerometer juga digunakan untuk mendeteksi dan memonitor getaran pada mesin putar. Selain itu, akselerometer digunakan pada komputer tablet dan kamera digital agar foto di layar selalu ditampilkan tegak.



Gambar II.8 Ilustrasi Pembacan Sensor Akselerometer

Keterangan *Gambar II.8* adalah sebagai berikut:

- +1g, posisi diam sensor searah dengan arah vertikal bumi dan menghadap ke atas.
- 0g, posisi diam sensor searah dengan arah horizontal bumi.

Sensor akselerometer juga dapat digunakan untuk mengukur sudut kemiringan suatu benda apabila dalam keadaan statis.

Sudut kemiringan dapat dihitung dari percepatan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\theta x = \tan^{-1}\left(\frac{akselerometerX}{akselerometerZ}\right) \text{ .....2.1}$$

$$\theta y = \tan^{-1}\left(\frac{akselerometerY}{akselerometerZ}\right) \text{ .....2.2}$$

2. Giroskop

Giroskop adalah perangkat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan sudut atau mempertahankan gerak rotasi. Satuan kecepatan sudut yang diukur dalam derajat per detik (°/s) atau revolusi per detik (RPS).

Giroskop juga dapat digunakan untuk menentukan orientasi, yang sering ditemukan di sebagian besar sistem navigasi otonom. Misalnya, jika ingin menyeimbangkan robot, giroskop dapat digunakan untuk mengukur rotasi dari posisi seimbang dan mengirimkan koreksi ke motor.

Tiga sumbu giroskop, dapat mengukur rotasi sekitar tiga sumbu: x, y, dan z. Beberapa giroskop terdiri dari sumbu tunggal dan ganda, tetapi yang banyak digunakan adalah jenis giroskop yang memiliki tiga sumbu dalam satu chip.

Dengan memanfaatkan data kecepatan sudut tersebut dapat diketahui kemiringan (*roll, pitch, yaw*) suatu benda. Untuk mengetahui nilai sudut, data kecepatan sudut harus terintegrasi. Persamaannya adalah berikut ini:

$$\theta_{(x,y,z)} = \int gyro(x,y,z)\, dt \text{ .....2.3}$$

$$dt = T = t_n - t_{n-1} \text{ .....2.4}$$

dimana

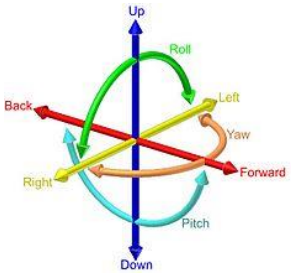
T = sample time atau waktu siklus

n = {1,2,3…} contoh nilai

$gyro_{(x,y,z)}$ = data giroskop (^{o}/s)

adapun persamaan matematis yang aplikasikan pada mikrokontroler adalah sebagai beriku:

$$\theta(x,y,z)_{tn} = gyro(x,y,z) * T + \theta(x,y,z)_{tn-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.5$$



Gambar II.9 Ilustrasi gerakan kemiringan sudut roll, pitch dan yaw

3. *Magnetometer*

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-arah utara bumi. Persamaan untuk mengetahui nilai kompas adalah sebagai berikut

$$\text{sudut}(\theta) = \text{arcTAN}\left(\frac{\text{MagY}}{\text{MagX}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.6$$

dimana

MagX = nilai keluaran magnetometer sumbu X

MagY = nilai keluaran magnetometer sumbu Y

Sudut (θ) = sudut yang didapat hasil pemanfaatan sensor magnetometer (derajat)

4. *Barometer*

Barometer adalah sensor untuk mengukur tekanan udara dengan nilai keluaran berupa satuan Pa (pascal). Dengan memanfaatkan tekanan udara, maka sensor ini juga dapat mengukur ketinggian.

Persamaan untuk mengukur ketinggian menggunakan sensor *barometer* adalah sebagai berikut:

$$altitude = 44330 * \left(1 - \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{5.255}}\right) \quad \text{.....2.7}$$

Dimana :

p = tekanan (Pa)

p_0 = *sea level standard atmospheric pressure* (101325Pa)

altitude = nilai ketinggian (mdpl)

2.4.4 GPS (*Global Positioning System*)

GPS adalah sebuah sistem navigasi berbasiskan radio yang menyediakan informasi koordinat posisi, kecepatan, dan waktu kepada pengguna di seluruh dunia. Jasa penggunaan satelit GPS tidak dikenakan biaya. Pengguna hanya membutuhkan GPS *receiver* untuk dapat mengetahui koordinat lokasi. Keakuratan koordinat lokasi tergantung pada tipe GPS *receiver*.

GPS terdiri dari tiga bagian yaitu satelit yang mengorbit bumi (Satelit GPS mengelilingi bumi 2x sehari), stasiun pengendali dan pemantau di bumi, dan GPS *receiver* (alat penerima GPS). Satelit GPS yang mengorbit bumi tampak pada *Gambar II.10*. Satelit GPS dikelola oleh Amerika Serikat. Alat penerima GPS inilah yang dipakai oleh pengguna untuk melihat koordinat posisi. Selain itu GPS juga berfungsi untuk menentukan waktu.



Gambar II.10 Satelit GPS di orbit

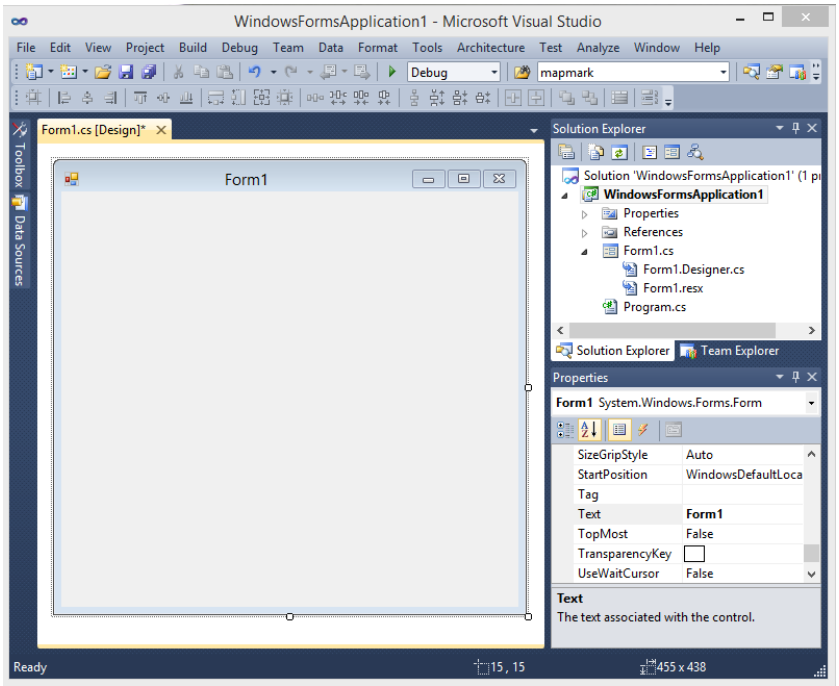
2.5 Perangkat Lunak dan Aplikasi

2.5.1 Microsoft Visual Studio 2010

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi *Windows*, ataupun aplikasi Web. Visual Studio mencakup kompiler, SDK, IDE (*Integrated Development Environment)*, dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

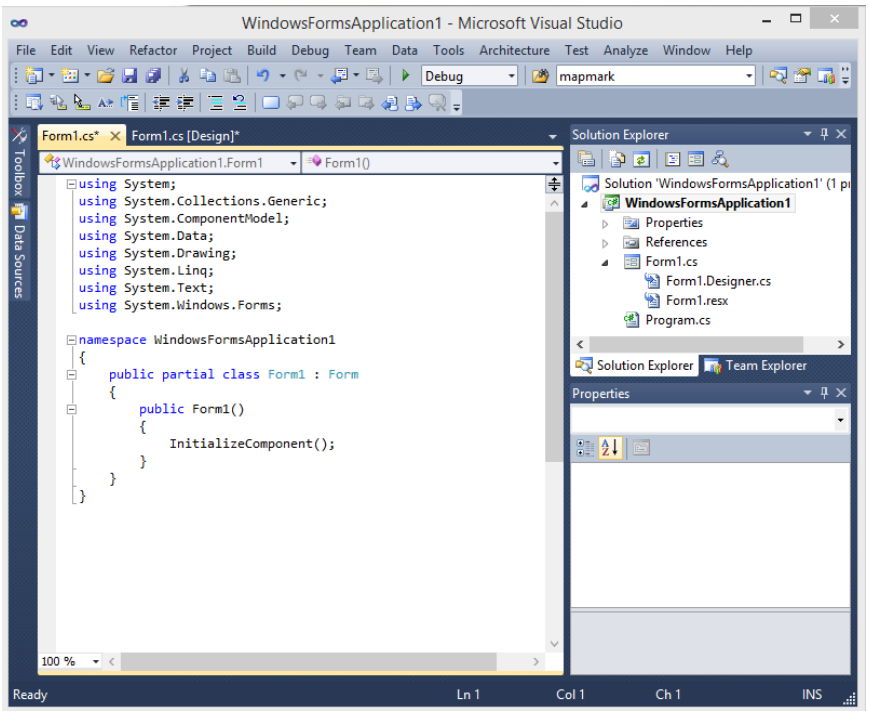
Program antarmuka yang dibuat pada perancangan OBDH ini menggunakan bahasa C# (*See Sharp*) yang bekerja dengan dua halaman kerja yaitu:

1. ***Form Design***: digunakan untuk mengatur tampilan program (*User Interface*) yang dibuat.



Gambar II.11 Tampilan Form Designer

2. ***Form Designer Generated Code***: digunakan untuk menuliskan *source code*. Fungsi-fungsi dari *source code* agar dapat bekerja sesuai dengan aksi yang dilakukan pada halaman *Form Design.*



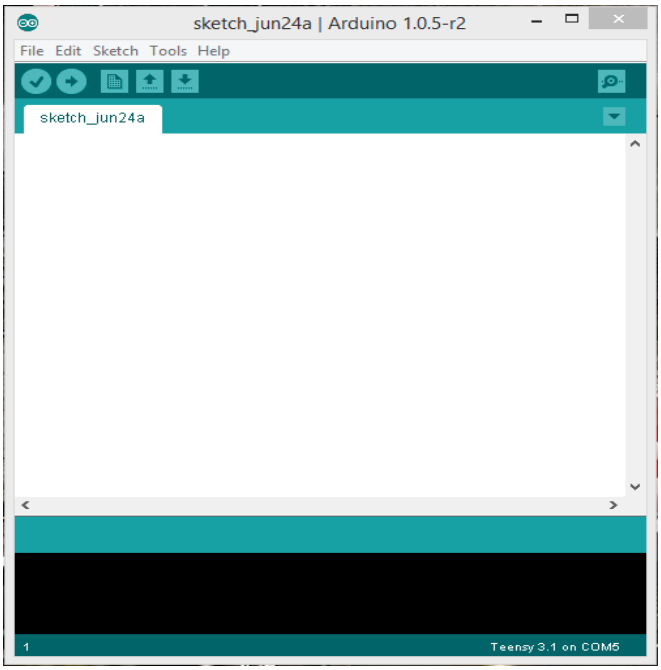
Gambar II.12 Tampilan Form Designer Generated Code

2.5.2 Arduino IDE

Arduino IDE adalah sebuah editor yang digunakan untuk menulis program, meng*compile* dan men*downloadnya* ke mikrokontroler *Teensy*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C.

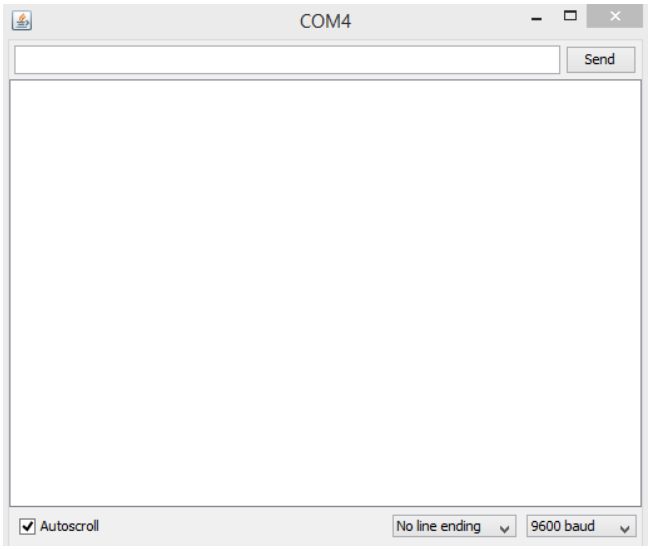
Struktur perintah pada Arduino IDE secara garis besar terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu *header*, void setup dan void loop. *Header* digunakan untuk inisialisasi variabel, Void setup berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali pada saat arduino dihidupkan sedangkan void loop beisi perintah yang akan dieksekusi berulang – ulang selama arduino dinyalakan.

Tampilan Arduino IDE tampak pada *Gambar II.13*.



Gambar II.13 Tampilan lembar kerja Arduino IDE

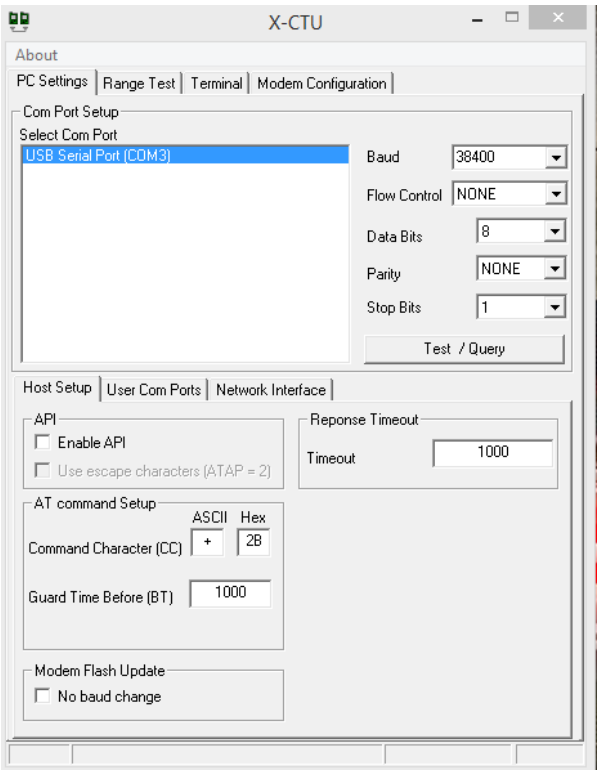
Arduino IDE menyediakan fasilitas Serial Monitor untuk melihat data komunikasi serial dari perangkat luar. Semua data yang dikirim dari mikrokontroler ke perangkat luar atau dari perangkat luar ke mikrokontroler dapat dilihat langsung dalam Serial Monitor ini.



Gambar II.14 Serial Monitor Arduino IDE

2.5.3 Aplikasi “XCTU.exe”

X-CTU merupakan perangkat lunak atau aplikasi yang dibuat oleh DIGI yang berfngsi untuk mengatur dan melihat konfigurasi pada Modul komunikasi Data XBee PRO S2B. Berikut ini tampilan aplikasi X-CTU.exe



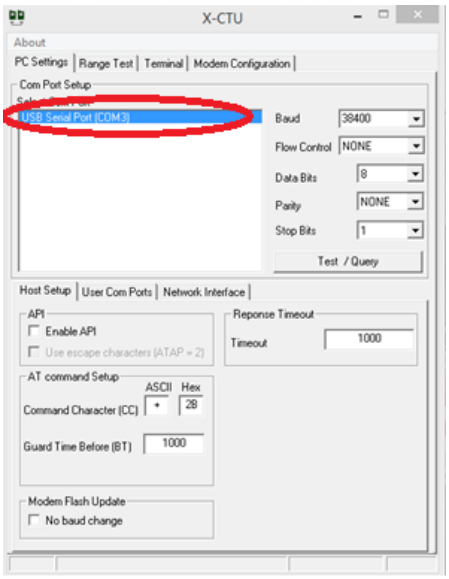
Gambar II.15 Tampilan antarmuka aplikasi “X-CTU.exe”

Beberapa fungsi yang dapat digunakan pada aplikasi ini adalah:

1. Pengecekan kanal yang sedang digunakan pada modul radio
2. Pengesetan kanal yang ingin digunakan
3. Menyediakan terminal antarmuka untuk pengiriman dan penerimaan data serial.
4. Pengesetan baudrate yang ingin digunakan
5. Pengesetan komunikasi point-to-point

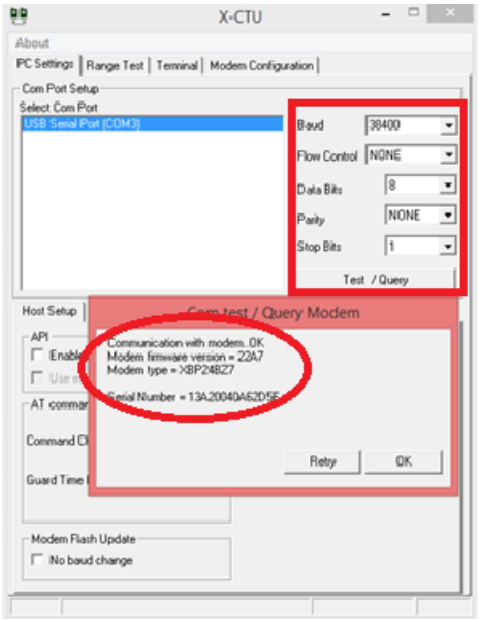
Beberapa langkah untuk pengaturan modul komunikasi XBee PRO S2B adalah sebagai berikut:

1. Pastikkan USB Serial Port tedeteksi pada perangkat lunak X-CTU



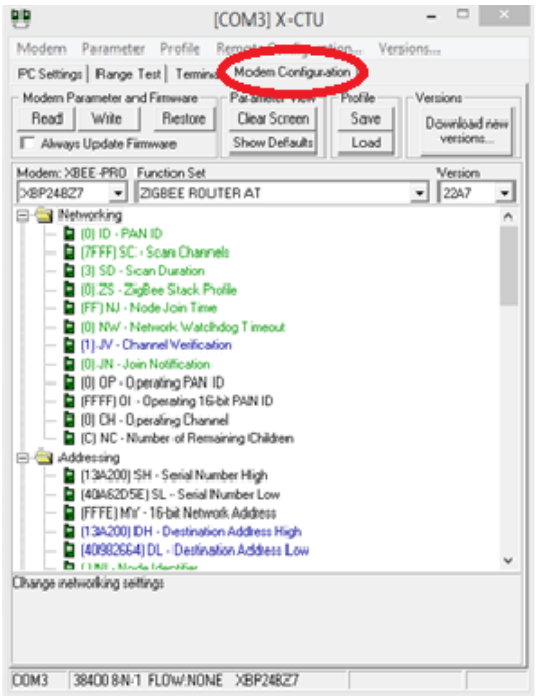
Gambar II.16 USB Serial Port

2. Atur *Baudrate*, *Flow Control*, Data Bit, *Parity*, *Stop* Bit. Kemudian klik "Test/Query", maka identitas atau versi XBee akan muncul seperti modem type dan firmware version.



Gambar II.17 icon/ toolbar pengaturan baudrate dan komunikasi serial

3. Jika sudah, pilih menu "*Modem Configuration*", kemudian klik "Read" untuk mengatur nilai parameter dari XBee PRO S2B. Setelah di-read maka akan muncul parameter-parameter yang dapat disetting.



Gambar II.18 Tampilan pengaturan XBee PRO S2B