

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Singkat *Emergency Locator Transmitter (ELT)*

Pembuatan sistem pemberitahuan darurat ini muncul tahun 1970 ketika pesawat yang ditumpangi dua anggota Kongres Amerika Serikat hilang di Alaska. Meskipun telah dilakukan upaya pencarian besar-besaran, tak ada jejak pesawat maupun penumpangnya yang ditemukan. Sebagai buntutnya, kongres pun lalu menuntut bahwa semua pesawat di Amerika Serikat harus membawa ELT. Alat ini dirancang untuk bisa aktif begitu terjadi hantaman dan memancarkan sinyal yang memberitahukan posisi diri (homing).

Perkembangan penerbangan pesawat terbang berlangsung sangat cepat dan padat akhir-akhir ini. Hal ini didorong oleh perkembangan teknologi baru yang mendukung dibuatnya bermacam-macam tipe dan model pesawat terbang. Perkembangan teknologi pesawat terbang tersebut didorong oleh kebutuhan menyediakan perangkat keselamatan pada pesawat terbang. Teknologi yang digunakan pada komponen pesawat juga mengalami perkembangan. Untuk kerja komponen-komponen pesawat tersebut mendukung kerja sistem pesawat secara keseluruhan. *Emergency Locator Beacon Aircraft (ELBA)* adalah suatu perangkat suar penentu lokasi untuk pesawat. Istilah ELBA ini diberikan oleh *International Civil Aviation Organization (ICAO)* atau Organisasi Penerbangan Sipil Internasional. Kalangan lain menyebut perangkat ini *Emergency Locator Transmitter (ELT)*.

Frekuensi yang dipilih untuk operasi ELT adalah 121 *megahertz* (MHz) untuk darurat penerbangan sipil, dan 243 MHz untuk penerbangan militer, yang masuk sebagai frekuensi darurat penerbangan. Namun, sistem yang dimaksudkan murni untuk pewartaan keadaan darurat ini memperlihatkan keterbatasan: frekuensi sipil padat dan dirancang pertama-tama untuk transmisi suar. Lalu, karena suar berdaya rendah, sinyalnya pun acap terlindas transmisi suar yang berdaya tinggi. Lebih jauh lagi, saat itu belum ada cara untuk mengenali dari arah mana datangnya sinyal tersebut (selain melalui cara homing) dan yang lebih

penting lagi tidak ada stasiun yang cukup dekat dan siap mendengarkan sinyal tersebut.

Keterbatasan ini berlangsung selama beberapa tahun, membuat manfaatnya kurang bisa dirasakan. Dari sini muncul ide untuk memanfaatkan sistem berbasis satelit. Akhirnya frekuensi suar darurat pun dialokasikan untuk sistem ini, yakni 406 MHz. Sistem bercakupan global ini mampu secara unik mengenali setiap suar. Ada persyaratan yang ketat dalam penggunaan ELT di pesawat terbang. Sebelum digunakan Alat yang memiliki berat sekitar 2 kg ini harus memperoleh sertifikasi tahan panas, termasuk tahan suhu ekstrem. Selain itu mampu memancarkan sinyal selama paling tidak 48 jam dan tahan terhadap benturan.

2.2. Pengertian *Emergency Locator Transmitter (ELT)*



FCCID label location on ELT model ADT 496 AF-AP

Gambar 2.1 *Emergency Locator Transmitter (ELT) (FCCID, 2013)*

ELT adalah alat pelacak pada pesawat terbang yang menggunakan *accelerometer* sebagai sensornya untuk melacak ketika terjadi hantaman pada pesawat. ELT adalah salah satu macam dari *Distress Beacon*. *Distress Beacon* adalah perangkat elektronik yang, ketika diaktifkan dalam situasi yang mengancam jiwa, membantu petugas penyelamat dalam pencarian mereka untuk menemukan mereka yang dalam kesulitan. Masih ada jenis *Distress Beacon* lain yang digunakan pada alat transportasi lain seperti kapal laut, bahkan ada untuk pendaki gunung. Perangkat sejenis ELT yang dipasang di kapal dinamakan

Emergency Position Indicating Reporting Beacon (EPIRB). Selain itu, ada pula alat sejenis untuk perorangan, yakni *Personal Locator Beacon (PLB)*.

ELT adalah alat pemancar pada pesawat yang aktif digunakan pada saat pesawat mengalami kondisi tertentu. Alat ini harus terinstall terlebih dahulu pada pesawat sebelum pesawat tersebut didaftarkan dan diijinkan untuk beroperasi. Alat ini didesain agar bisa memancarkan sinyal radio audible pada berbagai frekuensi radio ketika ada sejumlah Hantaman tertentu yang dialami oleh pesawat, misalnya Gaya gravitasi pada besaran tertentu akibat keadaan yang dialami pesawat. Tidak hanya *G-force* tertentu, muatan baterai yang rendah dan fenomena lainnya juga bisa mengaktifasi ELT untuk memancarkan sinyalnya. Pemancarnya akan mendeteksi Gaya apapun yang tidak biasa yang umumnya akan diasosiasikan pada terjadinya benturan pada badan pesawat.

2.3. Jenis – Jenis *Emergency Locator Transmitter (ELT)*

ELT membantu petugas Search and Rescue (SAR) menemukan pesawat dalam keadaan darurat. Alat ini dirancang untuk aktif secara otomatis di bawah kekuatan tabrakan seperti guncangan atau dapat diaktifkan secara manual oleh operator.

Beberapa jenis ELT berbeda dalam penggunaan saat ini. Ini termasuk unit yang lebih tua dan lebih sederhana yang menghasilkan pembawa RF termodulasi pada satu atau kedua frekuensi VHF dua tempat yang digunakan untuk suar marabahaya (121, 5 MHz dan harmonik kedua 243, 0 MHz). Perhatikan bahwa frekuensi sebelumnya ditetapkan untuk penggunaan penerbangan sipil sementara yang terakhir kadang-kadang disebut sebagai frekuensi marabahaya penerbangan militer. Transmisi simultan pada dua frekuensi (121, 5 MHz dan 243, 0 MHz) sangat mudah dilakukan dan hanya membutuhkan tahap pengganda frekuensi dan output dual-band.

ELT yang lebih modern beroperasi pada frekuensi titik UHF (406 MHz). Perangkat ini jauh lebih canggih dan juga beroperasi pada daya yang secara signifikan lebih tinggi. Berbeda dengan modulasi amplitudo sederhana yang digunakan dengan rekan-rekan VHF mereka.

Berikut beberapa jenis ELT dan penjelasannya:

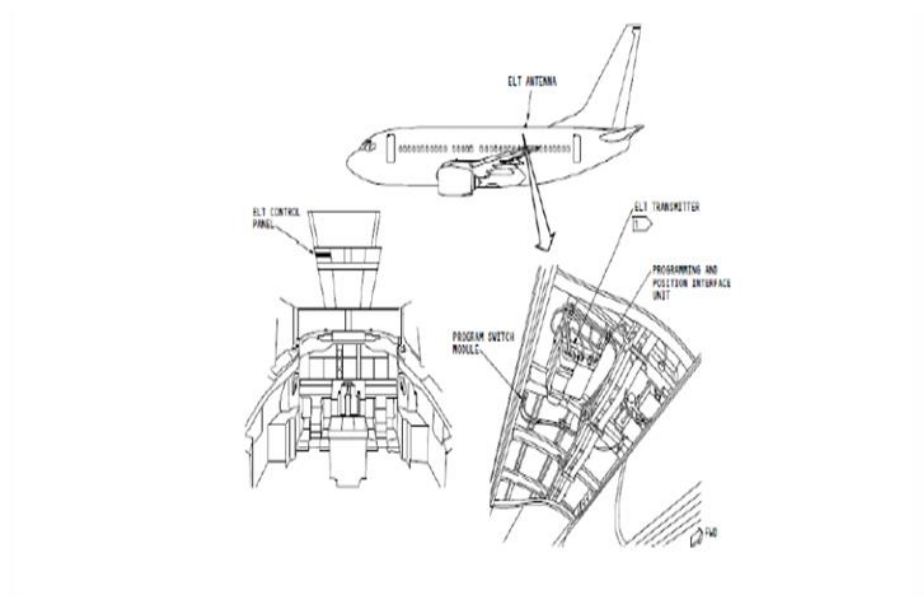
Tabel 2. 1 Jenis - Jenis ELT

Tipe	Kelas	Deskripsi
A / AD	<i>Automatic Ejectable</i> <i>Or Automatic Deployable</i>	Tipe ELT ini dirancang untuk otomatis lepas (deploy) dari pesawat saat terjadi hantaman pada pesawat yang melebihi nilai batas daripada alat tersebut. Perangkat ini harus mampu mengapung di air dan di drancang untuk membantu tim penyelidik kecelakaan pesawat tersebut untuk melacak posisi area kecelakaan pesawat tersebut.
F / AF	<i>Fixed (Non-Ejectable)</i> <i>Or Automatic Fixed</i>	Elt yang terpasang secara <i>fixed</i> pada pesawat dan akan aktif secara otomatis saat terjadi hantaman pada pesawat yang melebihi nilai batas pada alat tersebut. Saat hantaman itu terjadi, alat ini akan terus berada di pesawat dan tidak dapat dipindahkan, Berikut beberapa elt yang termasuk dalam tipe ini: ELT ADT ADT 406 AF/AP AF, EBC 406 AF, ELT 503
AP	<i>Automatic Portable</i>	Jenis ELT ini mirip dengan Tipe-F atau AF. Namun bedanya tipe ini dapat dilepas dari pesawat dan tetap berfungsi. Jadi, pada saat pesawat hancur alat ini dapat dilepas dan dibawa ke area yang lebih aman.
S	<i>Survival</i>	Jenis ELT ini tidak memiliki pemasangan tetap dan tidak

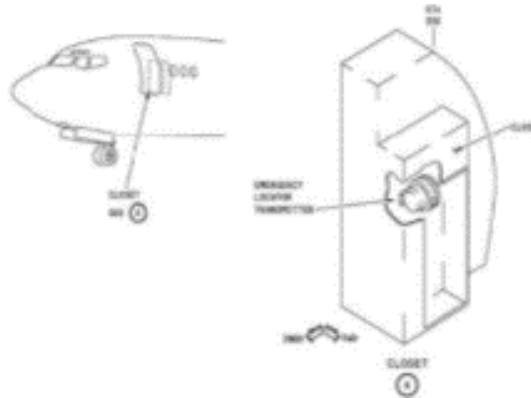
		memancarkan secara otomatis. Sebagai gantinya, <i>switch</i> harus dioperasikan secara manual untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pemancar ELT. Tipe ini biasa digunakan oleh <i>backpackers</i> .
DT	<i>Distress Triggered</i>	ELT tipe ini dirancang untuk diaktifkan oleh <i>aircrew</i> .

2.4. Letak *Emergency Locator Transmitter (ELT)* pada Pesawat

Letak ELT pada pesawat biasanya disesuaikan dengan konfigurasi masing-masing manufaktur ELT. Beacon yang terpasang pada pesawat terbang minimal dua, satu fixed ELT dan satu portable/survival ELT.



Gambar 2. 2 Letak Fixed ELT (CMM ELT, GMF)



Gambar 2. 3 Letak Portable ELT (CMM ELT, GMF)

Gambar 2.2 Menunjukkan letak *fixed* ELT yaitu di atas kabin penumpang, yang dihubungkan dengan ELT *Control Panel* di kokpit sedangkan Gambar 2.3 menunjukkan letak *portable* ELT yang dekat dan mudah dijangkau oleh cabin crew atau awak pesawat, bahkan oleh penumpang. Diletakkan pada pintu *Emergency*. Jika dibutuhkan, alat tersebut sewaktu-waktu dapat diambil.

2.5. Prinsip Kerja *Emergency Locator Transmitter (ELT)* Pada Pesawat

Pusat operasi dari ELT berada pada *transmitter board* dan modul aktivasi/identifikasi yang dilengkapi dengan sensor dan *transmitter board* (406,028 MHz, 121.5 MHz dan 243 MHz). Kedua board ini dirangkai dan diberi sumber daya oleh *battery pack*. Alat ini didesain untuk beroperasi dalam konfigurasi *automatic portable* atau *automatic fixed*. Antena harus terhubung ke konektor ANT. Operasi dari perangkat ini dikendalikan oleh saklar *ON/OFF/ARMED*. Saat terpasang di pesawat maka posisi sakelarnya harus pada posisi *ARMED* itu menandakan alat ini dalam keadaan *standby* dan aktif sewaktu terjadi benturan keras.

Power supply yang dibutuhkan berupa *battery pack* yang terdiri dari 2 baterai dihubungkan seri dengan tegangan 6 V ; 10.5 A/h. *Activation identification* module berfungsi untuk mengontrol indikator lampu, suara dan self test kemudian menempatkan sakelar sesuai dengan posisinya yaitu *ON/OFF/ARMED*. Perintah *Activation board* juga berfungsi sebagai switch untuk menerima data dari sensor yang akan aktif apabila terjadi benturan. Sedangkan

self-test dilakukan oleh transmitter board untuk mengecek daya keluaran (dalam UHF dan VHF) dan sambungan antena dan mengidentifikasi sinyal yang valid. Setelah selesai, hasil self-test akan menunjukkan ELT siap untuk beroperasi.

Transmitter board berisi kumpulan mikroprosesor yang dapat menjalankan :

- Pembuatan sinyal digital tanda bahaya.
- Operasi pemancar 406 MHz
- Operasi 121,5 MHz dan 243 MHz

Transmitter board mampu melakukan *self-test* yang dijalankan *Activation board* dengan mengetes tegangan yang disuplai oleh baterai ketika *Transmitter board* ini sedang memancarkan sinyal 406 MHz atau dalam keadaan maksimum *load*. Saat *self-test*, indikator LED dan suara akan menampilkan urutan tanda tertentu jika tidak sesuai maka ELT membutuhkan perawatan.

2.6. Sistem Satelit *Emergency Locator Transmitter* (ELT)

Cospas-Sarsat (*Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov-Search And Rescue Satellite-Aided Tracking*) merupakan sistem SAR (*Search and Rescue*) berbasis satelit internasional yang pertama kali digagas oleh empat negara yaitu Perancis, Kanada, Amerika Serikat dan Rusia pada tahun 1979. Misi program Cospas-Sarsat adalah untuk memberikan bantuan pelaksanaan SAR dengan menyediakan *distress alert* dan data lokasi secara akurat, terukur serta dapat dipercaya kepada seluruh komunitas internasional. Tujuannya agar dikurangnya sebanyak mungkin keterlambatan dalam menemukan lokasi suatu *distress alert*, sehingga operasi penyelamatan akan berdampak besar dalam peningkatan probabilitas keselamatan korban.

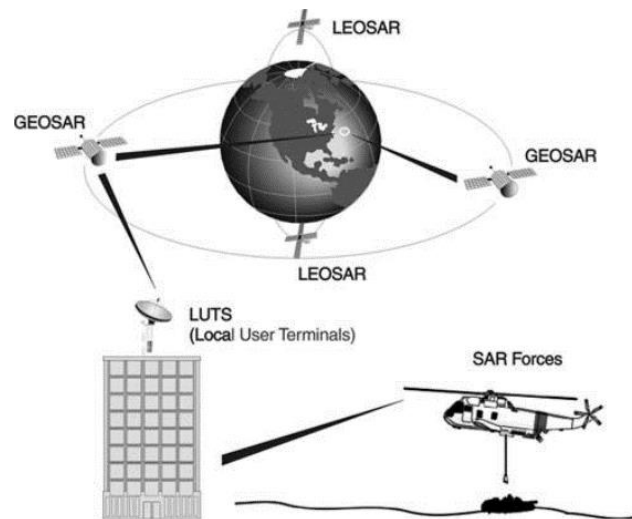
Keempat negara tersebut mengembangkan suatu sistem satelit yang mampu mendeteksi beacon pada 3 frekuensi 121.5 Mhz, 243,0 MHz dan 406 MHz. Pada awalnya, *Emergency Position-Indicating Radio Beacon* (EPIRB) adalah beacon 406 Mhz untuk pelayaran merupakan elemen dari *Global Maritime Distress Safety System* (GMDSS) yang didesain beroperasi dengan sistem *the Cospas-Sarsat*. EPIRB sekarang menjadi persyaratan dalam konvensi internasional bagi kapal *Safety of Life at Sea* (SOLAS).

Sistem digital pada dasarnya menggunakan dua bagian penting, yaitu satelit (*space segment*) dan *ground station* (*ground segment*) untuk melacak *beacon*. Cara kerja satelit Cospas-Sarsat adalah ketika beacon aktif, sinyal akan diterima oleh satelit selanjutnya diteruskan ke *Local User Terminal* (LUT) untuk diproses seperti penentuan posisi, *encoded* data dan lain-lainnya. Selanjutnya data ini diteruskan ke *Mission Control Center* (MCC) untuk di *manage*. Bila posisi tersebut di luar wilayahnya akan dikirim ke MCC yang bersangkutan, bila di dalam wilayahnya maka akan diteruskan ke instansi yang bertanggung jawab.



Gambar 2. 4 Sistem Kerja Satelit (Almuhblog, 2015)

Sistem Cospas-Sarsat terdiri dari satelit berorbit polar berjumlah 7 satelit yang disebut LEOSAR (Low-Earth Orbit Search-and-Rescue) dan berorbit *geostasioner* berjumlah 4 satelit yang disebut GEOSAR (Geostationary SAR). LEOSAR mempunyai cakupan wilayah seluruh permukaan bumi secara periodik sehingga mampu menjangkau kutub. LEOSAR satelit beroperasi dengan mode *store-and-forward* yaitu menampung sinyal dari *beacon* dan selanjutnya meneruskan ke LUT. Satelit Cospas LEOSAR disediakan oleh Rusia dan berorbit dengan ketinggian 1.000 km sedangkan satelit Sarsat GEOSAR disediakan oleh AS dan berorbit dengan ketinggian 800 km, sementara *instrumentnya* disediakan oleh Perancis dan Kanada.



Gambar 2. 5 Sistem COSPAS – SARSAT
(Almuhblog, 2015)

GEOSAR mempunyai wilayah cakupan di bawah 70° lintang dari utara dan selatan secara kontinu dan tidak mampu menjangkau daerah kutub. Sampai saat ini, LUT LEOSAR berjumlah 46 LUT yang tersebar di 30 negara, daftar LUT LEOSAR sebagai berikut :

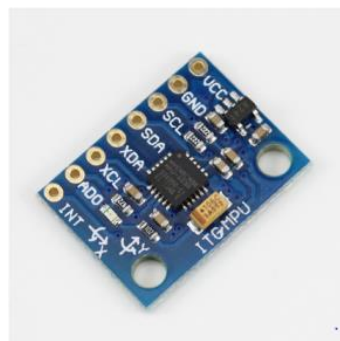
Tabel 2. 2 Daftar Area LUT LEOSAR dan Negaranya

No	Area LUT LEOSAR, Negara	No	Area LUT LEOSAR, Negara
1	OUARGLA, ALGERIA	24	GUNMA, JAPAN
2	EL PALOMAR, ARGENTINA	25	INCHEON, KOREA
3	RIO GRANDE, ARGENTINA	26	ABUJA, NIGERIA
4	ALBANY, AUSTRALIA	27	WELLINGTON, NEW ZEALAND
5	BUNDABERG, AUSTRALIA	28	TROMSOE, NORWAY
6	BRASILIA, BRAZIL	29	SPITSBERGEN, NORWAY
7	MANAUS, BRAZIL	30	KARACHI, PAKISTAN
8	RECIFE, BRAZIL	31	CALLAO, PERU

9	CHURCHILL, CANADA	32	NAKHODKA, RUSSIA
10	EDMONTON, CANADA	33	JEDDAH, SAUDI ARABIA
11	GOOSE BAY, CANADA	34	SINGAPORE
12	EASTER ISLAND, CHILE	35	CAPE TOWN, SOUTH AFRICA
13	PUNTA ARENAS, CHILE	36	MASPALOMAS, SPAIN
14	SANTIAGO, CHILE	37	BANGKOK, THAILAND
15	BEIJING, CHINA	38	ANKARA, TURKEY
16	HONG KONG, CHINA	39	ABU DHABI, UAE
17	TOULOUSE, FRANCE	40	COMBE MARTIN, UK
18	PENTELEI, GREECE	41	ALASKA, USA
19	BANGALORE, INDIA	42	CALIFORNIA, USA
20	LUCKNOW, INDIA	43	FLORIDA, USA
22	CENGKARENG, INDONESIA	44	GUAM
23	BARI, ITALY	45	HAWAII, USA
24	KEELUNG, ITDC	46	HAIPHONG, VIETNAM

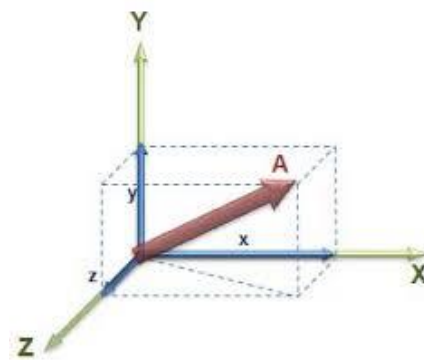
2.7. Sensor Accelerometer

Akselerasi merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut juga percepatan. Jika kecepatan semakin berkurang daripada kecepatan sebelumnya, disebut *deceleration*. Bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula. Untuk memperoleh data jarak dari sensor *accelerometer*, diperlukan proses integral ganda terhadap keluaran sensor. *Accelerometer* adalah sebuah perangkat yang mampu mengukur sebuah kekuatan akselerasi. Kekuatan ini mungkin statis (diam) seperti halnya kekuatan konstan dari gravitasi Bumi, atau bisa juga bersifat dinamis karena gerakan.



Gambar 2. 6 Sensor *Accelerometer*
(Fadhil, 2014)

Accelerometer adalah sebuah transduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. Perangkat ini juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, mesin, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi di dalam bumi, getaran mesin, jarak yang dinamis, dan kecepatan dengan ataupun tanpa pengaruh gravitasi bumi.



Gambar 2. 7 Sensor *Accelerometer*
Vector dan Sumbu (Fadhil, 2014)

Prinsip kerja dari *transduser* ini berdasarkan hukum fisika bahwa apabila suatu konduktor digerakkan melalui suatu medan magnet, atau jika suatu medan magnet digerakkan melalui suatu konduktor, maka akan timbul suatu tegangan induksi pada konduktor tersebut. *Accelerometer* yang diletakan di permukaan bumi dapat mendeteksi percepatan 1 G-force (ukuran gravitasi bumi) pada titik vertikalnya, untuk percepatan yang dikarenakan oleh pergerakan horizontal maka perangkat ini akan mengukur percepatannya secara langsung ketika bergerak secara horizontal. Hal ini sesuai dengan tipe dan jenis sensor *Accelerometer* yang digunakan karena setiap jenis sensor berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pembuatnya. Saat ini hampir semua sensor *accelerometer* sudah dalam bentuk digital (bukan dengan sistem mekanik)

sehingga cara kerjanya hanya berdasarkan temperatur yang diolah secara digital dalam satu chip

Kebanyakan *accelerometer* adalah *Micro-Electro-Mechanical Sensor* (MEMS). Prinsip dasar operasi balik *accelerometer* MEMS adalah perpindahan kecil dari massa yang terukir di permukaan silikon dari sirkuit terintegrasi dan ditanggihkan oleh balok kecil. Konsisten dengan Hukum Kedua Newton tentang gerak ($F = ma$), sebagai percepatan diterapkan untuk perangkat, kekuatan berkembang yang menggosok massa. Dukungan balok bertindak sebagai pegas, dan cairan (biasanya udara) terjebak di dalam IC bertindak sebagai peredam, menghasilkan urutan kedua sistem fisik disamakan. Ini adalah sumber dari *bandwidth* yang terbatas dan respon frekuensi nonseragam *accelerometer*. Sebuah *accelerometer* memiliki spesifikasi dasar sebagai berikut:

- I/O = Analog / digital

Analog vs digital: Spesifikasi yang paling penting dari sebuah *accelerometer* untuk aplikasi tertentu adalah jenisnya *output*. Analog *accelerometers* keluaran tegangan variabel konstan tergantung pada jumlah percepatan diterapkan. Digital *accelerometers output* frekuensi gelombang persegi variabel, metode yang dikenal sebagai modulasi lebar pulsa. Sebuah lebar pulsa termodulasi *accelerometer* mengambil pembacaan pada tingkat bunga tetap, biasanya 1000 Hz (meskipun ini mungkin dikonfigurasi pengguna didasarkan pada IC yang dipilih). Nilai percepatan sebanding dengan lebar pulsa dari sinyal PWM.

- Jumlah Sumbu

Accelerometer ada yang memiliki dua sumbu dan tiga sumbu. Jenis yang paling sering digunakan *accelerometer* di dua sumbu. Namun, *accelerometer* tiga sumbu semakin umum dan murah.

- Sensitivitas (tegangan output per g)

Sebuah indikator dari jumlah perubahan sinyal *output* untuk perubahan yang diberikan dalam akselerasi. Sebuah *accelerometer* sensitif akan lebih tepat dan mungkin lebih akurat.

- *Dynamic range*

Rentang antara percepatan terkecil terdeteksi oleh *accelerometer* ke terbesar sebelum distorsi atau kliping sinyal output.

- *Bandwidth*

Bandwidth dari sensor biasanya diukur dalam *Hertz* dan menunjukkan batas respon frekuensi dekat-kesatuan sensor, atau seberapa sering pembacaan dapat diambil. Manusia tidak bisa membuat gerakan tubuh yang jauh di luar jangkauan 10-12 Hz. Untuk alasan ini, bandwidth 40-60 Hz memadai untuk memiringkan atau motion sensing manusia. Untuk pengukuran getaran atau pembacaan yang akurat dari *impact force*, *bandwidth* harus dalam kisaran ratusan *Hertz*. Hal ini juga harus dicatat bahwa untuk beberapa mikrokontroler yang lebih tua, *bandwidth accelerometer* dapat melampaui *frekuensi Nyquist* dari konverter A / D pada MCU, sehingga *bandwidth* penginderaan tinggi, sinyal digital dapat alias. Hal ini dapat diatasi dengan sederhana pasif *low-pass filter* sebelum pengambilan sampel, atau hanya memilih *mikrokontroler* yang lebih baik.

- Stabilitas amplitudo

Stabilitas amplitudo menggambarkan perubahan sensor dalam sensitivitas tergantung pada aplikasinya, misalnya melalui berbagai suhu atau waktu

- Massa

Massa *accelerometer* harus secara signifikan lebih kecil dari massa sistem yang akan dimonitor sehingga tidak mengubah karakteristik dari objek yang diuji. Dengan mengukur sejumlah akselerasi statis dari gravitasi, dapat menemukan kemiringan sudut sebuah perangkat terhadap bumi. Dengan merasakan jumlah akselerasi dinamis dapat menganalisa bagaimana sebuah perangkat berpindah atau bergerak.

Sensor *Accelerometer* yang penulis gunakan dalam pembuatan alat ini adalah Sensor *Accelerometer* MPU 6050 GY-251



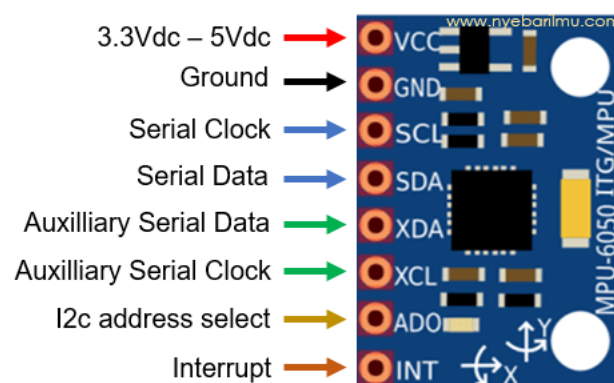
Gambar 2. 8 Sensor Accelerometer MPU 6050 GY- 251 (Fadhil, 2014)

Kemampuan sensor ini dapat dikatakan akurat karena terdapat *hardware* yang bekerja untuk mengkonversi data analog ke digital yang memiliki resolusi 16-bit pada masing-masing chanelnya. Sehingga modul ini mampu untuk membaca data dari chanel X, Y, dan Z secara bersamaan dalam 1 waktu. Untuk komunikasi, sensor ini menggunakan komunikasi I2C yang artinya hanya memerlukan 2 kabel data (SDA dan SCL) serta 2 kabel power.

Spesifikasi dari Module MPU 6050 GY-251:

- Menggunakan chip IC MPU6050
- Tegangan operasional di range antara 3Vdc – 5Vdc
- Menggunakan antarmuka komunikasi I2C (SCL, SDA)
- *Range* dari Gyroscope : 250 500 1000 2000 / s
- Chip built-in 16bit AD converter, 16-bit data output
- Difungsikan sebagai sensor *accelerometer* dan *gyroscope*
- Ukuran modul : 2.2cm x 1.7cm

Pin Out dari Module MPU 6050 GY - 251

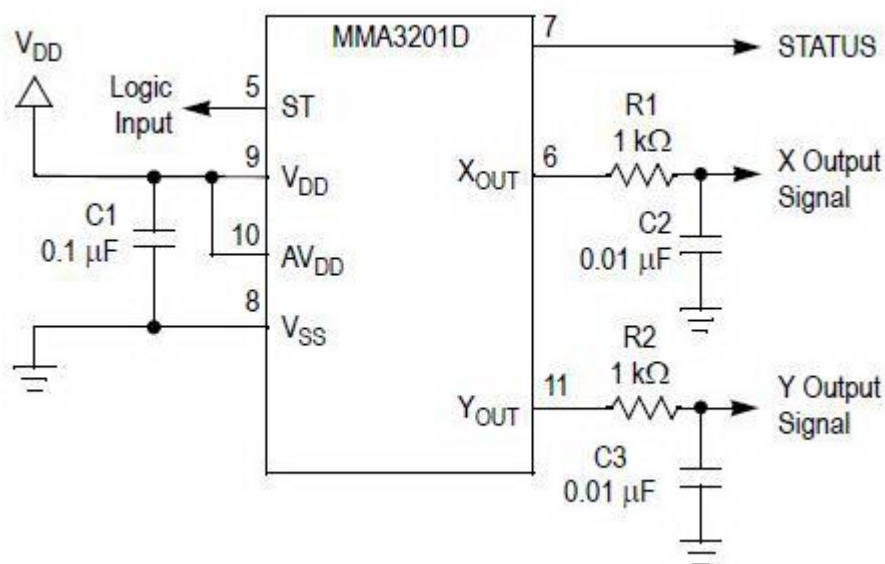


Gambar 2. 9 Pin out Module MPU 6050 GY-251 (Fadhil, 2015)

Konfigurasi pin MPU 6050 GY-251 :

- VCC : Menyediakan Power untuk Modul. 3V – 5V
- Ground : Terhubung ke *Ground System*
- Serial Clock (SCL) : Menyediakan *Clock Pulse* untuk Komunikasi I2C
- Serial Data (SDA) : Transfer data melalui Komunikasi I2C
- Auxiliary Serial Data (XDA) : Dapat digunakan untuk antarmuka modul I2C lainnya dengan MPU6050. Ini bersifat *optional*.
- Auxiliary Serial Clock (XCL) : Dapat digunakan untuk antarmuka modul I2C lainnya dengan MPU6050. Ini bersifat *optional*.
- ADO : Jika lebih dari satu MPU6050 digunakan *single* MCU, maka pin ini dapat digunakan untuk *Vary Address*
- Interrupt (INT) : Mengindikasikan bahwa data tersedia untuk dibaca oleh MCU

Berikut adalah gambar skematik rangkaian elektronika sensor *Accelerometer*.



Gambar 2. 10 Skematik Rangkaian sensor *Accelerometer*
(Ando, 2015)

2.8. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil di satu sirkuit terpadu yang berisi inti prosesor, memori, dan diprogram input / output peripheral. Memori program dalam bentuk flash NOR atau ROM OTP juga sering disertakan pada chip, serta jumlah kecil biasanya RAM Mikrokontroler dirancang untuk aplikasi embedded, kontras dengan mikroprosesor yang digunakan dalam komputer pribadi atau aplikasi tujuan umum lainnya.

Perangkat ini digunakan dalam produk seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis implan, remot kontrol, mesin kantor, peralatan, alat-alat listrik, mainan dan lainnya. Dengan mengurangi ukuran dan biaya dibandingkan dengan desain yang menggunakan perangkat mikroprosesor terpisah, memori, dan input / output, mikrokontroler membuatnya ekonomis untuk digital mengendalikan bahkan lebih banyak perangkat dan proses.

Beberapa mikrokontroler dapat menggunakan 4-bit kata-kata dan beroperasi pada clock rate frekuensi serendah 4 kHz, untuk konsumsi daya rendah (miliwatt satu digit atau microwatts). Jadi, bisa kita ambil kesimpulan bahwa Inti kecil atau otak dari pekerjaan komputer, yang di program sesuai dengan keinginan pemrogram, dan kegunaannya adalah memudahkan dalam bekerja jadi bekerja secara otomatis tanpa campur tangan user.

Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka:

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Namun demikian tidak sepenuhnya mikrokontroler bisa mereduksi komponen IC TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O). Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah

komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Mikrokontroler yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah ATmega 328 yang tergabung didalam Arduino Nano.



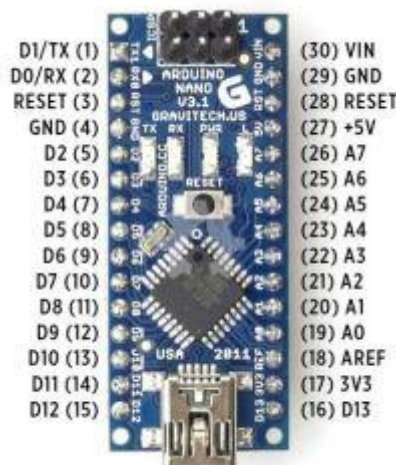
Gambar 2. 11 Arduino Nano
(Henduno, 2014)

2.8.1 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis microcontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau Atmega 16 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino *Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. ArduinoNano tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech. Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano:

- **VCC**, merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
- **GND**, merupakan pin ground untuk catu daya digital.
- **AREF**, merupakan Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi *Analog Reference*.

- **RESET**, merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino
- **Serial RX (0)** merupakan pin sebagai penerima TTL data serial.
- **Serial TX (1)** merupakan pin sebagai pengirim TT data serial.
- **External Interrupt (Interupsi Eksternal)** merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
- **Output PWM 8 Bit** merupakan pin yang berfungsi untuk data analog Write ().
- **SPI** merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
- **LED** merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai LOW maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano.
- **Input Analog (A0-A7)** merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi analog Reference ().



Gambar 2. 12 Konfigurasi Pin Arduino Nano (Henduino, 2014)

Tabel 2. 3 Konfigurasi pin Arduino Nano

Nomor pin Arduino Nano	Nama pin Arduino
1	Digital pin 0 (TX)
2	Digital pin 0 (RX)
3 & 28	Reset
4 & 29	GND
5	Digital pin 2
6	Digital pin 3 (PWM)
7	Digital pin 4
8	Digital pin 5 (PWM)
9	Digital pin 6 (PWM)
10	Digital pin 7
11	Digital pin 8
12	Digital pin 9 (PWM)
13	Digital pin 10 (PWM-SS)
14	Digital pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital pin 12 (MOSI)
16	Digital pin 13 (SCK)
18	AREF
19	Analog input 0
20	Analog input 1
21	Analog input 2
22	Analog input 3
23	Analog input 4
24	Analog input 5
25	Analog input 6
26	Analog input 7

27	Vcc
30	Vin

2.8.2 Spesifikasi Arduino Nano

Berikut ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano:

- Chip Mikrokontroler menggunakan ATmega328 atau Atmega168.
- Tegangan operasi sebesar 5volt.
- Tegangan input (yang disarankan) sebesar 7volt – 12 volt.
- Terdapat pin digital I/O 14 buah dan 6 diantaranya sebagai output PWM.
- 8 Pin Input Analog.
- 40 Ma Arus DC per pin I/O
- Flash Memory 16KB (Atmega168) atau 32KB (Atmega328) 2KB digunakan oleh *Bootloader*.
- 1 KbyteSRAM (Atmega168) atau 2 Kbyte 32KB (Atmega328).
- 512 Byte EEPROM (Atmega168) atau 1 Kbyte (Atmega328).
- 16MHz Clock Speed.
- Ukuran 1.85cm x 4.3cm

2.8.3 Sumber Daya Arduino Nano

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidakaktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi HIGH.

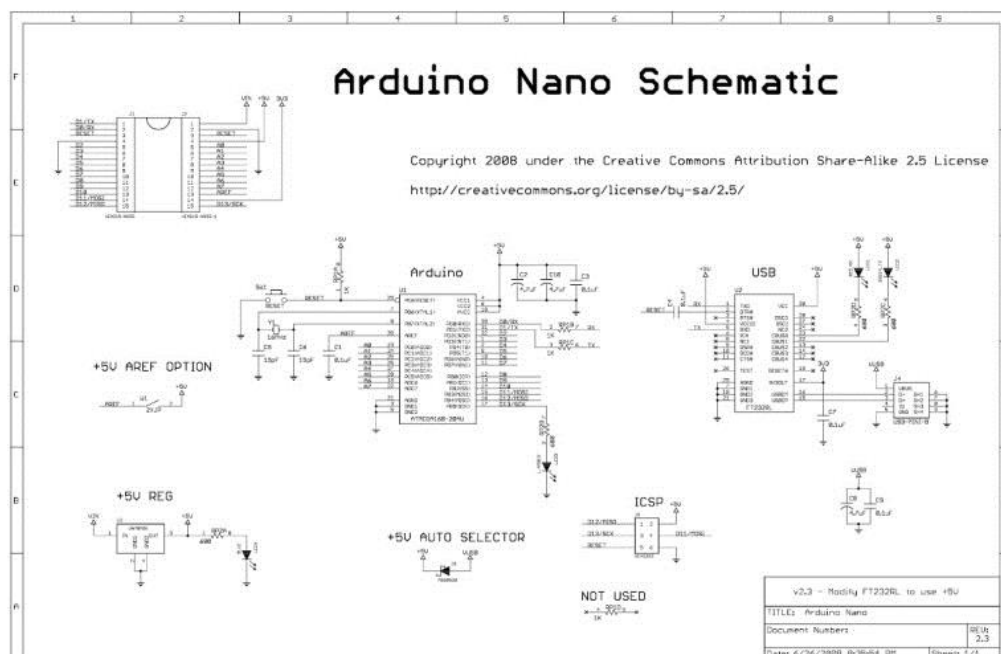
2.8.4 Memori Arduino Nano

Arduino nano menggunakan mikrokontroler Atmega 168 yang dilengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte dan dapat digunakan untuk

menyimpan kode program utama. Flash memori ini sudah terpakai 2 kbyte untuk program bootloader sedangkan Atmega328 dilengkapi dengan flash memori sebesar 32 kbyte dan dikurangi sebesar 2 kbyte untuk bootloader. Selain dilengkapi dengan flash memori, mikrokontroler ATmega168 dan ATmega328 juga dilengkapi dengan SRAM dan EEPROM. SRAM dan EEPROM dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja. Besar SRAM untuk ATmega168 adalah 1 kb dan untuk ATmega328 adalah 2 kb sedangkan besar EEPROM untuk ATmega168 adalah 512 b dan untuk ATmega328 adalah 1 kb.

2.8.5 Skema rangkaian Arduino Nano

Berikut adalah gambar skematik rangkaian Arduino Nano.



Gambar 2.13 Skema Rangkaian Arduino Nano (Henduno, 2014)

2.9. Visual Basic

Sunyoto (2007:1) “*Visual Basic* adalah Program untuk membuat aplikasi

Berbasis Microsoft Windows secara cepat dan mudah. *Visual Basic* menyediakan *tool* untuk membuat aplikasi yang sederhana sampai aplikasi kompleks atau rumit baik untuk perusahaan/instansi dengan sistem yang lebih besar”. *Visual Basic* (yang sering disingkat dengan VB) selain disebut sebagai bahasa pemrograman, juga sering disebut sebagai sarana (*tool*) untuk menghasilkan program – program aplikasi berbasis Windows.

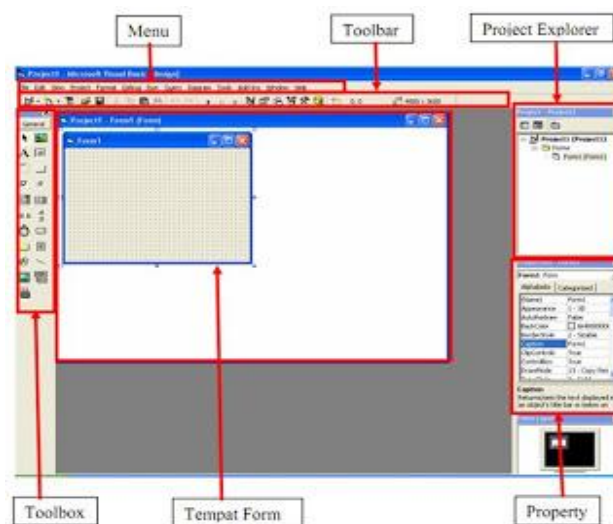
Beberapa kemampuan *Visual Basic* diantaranya:

- Untuk membuat program aplikasi berbasis Windows
- Untuk membuat objek – objek pembantu seperti misalnya misalnya Control ActiveX, file help, aplikasi internet dan sebagainya.
- Menguji program (*Debugging*) dan menghasilkan program akhir berakhiran exe yang bersifat *executable* atau dapat langsung dijalankan.

Ada beberapa keuntungan dari Bahasa pemrograman *Visual Basic* diantaranya:

- *Visual Basic* memungkinkan aplikasi pembuatan *Graphical User Interface* (GUI) atau pemrograman yang menggunakan tampilan grafis sebagai alat komunikasi dengan pemakai.
- Mempunyai fleksibilitas yang sangat baik berhubungan dengan aplikasi yang lain. Hal ini karena didukung dengan fitur yang memungkinkan pembuatan hubungan antara bagian fungsi atau dengan seluruh aplikasi lain.
- *Visual Basic* juga mendukung penggunaan *long file name* atau nama variabel sampai sepanjang 255 character.

Interface antar muka *Visual Basic 6.0*, berisi *menu*, *toolbar*, *toolbox*, *form*, *project explorer* dan *property* seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 14 Interface antar muka Visual Basic 6.0 (Syahriel, 2018)

Pembuatan program aplikasi menggunakan Visual Basic dilakukan dengan membuat tampilan aplikasi pada form, kemudian diberi script program di dalam komponen-komponen yang diperlukan. Form disusun oleh komponen-komponen yang berada di *Toolbox*, dan setiap komponen yang dipakai harus diatur propertinya lewat jendela *Property*. Adapula komponen-komponen yang terdapat di dalam *Visual Basic* sebagai berikut :

- **Form Design** Merupakan area yang disediakan untuk pengguna melakukan perancangan dalam pembuatan program atau aplikasi.
- **Code Window** merupakan area yang disediakan untuk pengguna dalam melakukan penulisan code program yang akan dibuat.

- **Menu Bar** merupakan daftar menu yang berisi daftar perintah-perintah yang dapat digunakan saat bekerja membuat program.
- **Tool Bar** merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengakses secara cepat perintah-perintah dalam menu bar.
- **Project Explorer** merupakan daftar tampilan form dan module yang ada pada project yang aktif.