BAB II
TEORI PENUNJANG

2.1 Teori Analisis Statistika

2.1.1 Reliabilitas

Reliabilitas adalah kemampuan produk atau item untuk melaksanakan fungsi yang diperkirakan pada kondisi tertentu untuk periode waktu yang telah ditetapkan atau kemampuan produk untuk berfungsi pada periode waktu tertentu. Suatu produk atau item yang dapat bekerja atau berfungsi untuk periode waktu yang lama dikatakan *reliable* atau handal. Akan tetapi, semua item atau produk pasti akan rusak pada waktu yang relatif berbeda.[1]

Reliabilitas merupakan salah satu ciri atau karakter utama instrumen pengukuran yang baik. Kadang-kadang reliabilitas disebut juga sebagai keterandalan, konsistensi, kestabilan, dan sebagainya.

Cabang ilmu matematika yang sering digunakan untuk menganalisis keandalan adalah ilmu statistik yang didalamnya terdapat metode-metode untuk meramalkan waktu hidup suatu komponen atau individu. Dalam distribusi teoritis variabel acak kontinu ada beberapa diantaranya: Distribusi Normal, Distribusi Weibul, Distribusi Lognormal, Distribusi Eksponen dan Distribusi Gamma. Distribusi Weibull adalah salah satu distribusi yang sering digunakan untuk menangani masalah waktu hidup suatu komponen atau individu.

2.1.2 Distribusi Weibull

Distribusi weilbull merupakan distribusi yang telah banyak digunakan dalam menangani masalah seperti yang bergantung pada keandalan berbagai komponen. Distribusi Weibull diperkenalkan oleh fisikawan swedia Waloddi Weibull pada 1939. [3]

Peubah acak kontinu *t* berdistribusi Weibull dengan parameter skala α dan parameter bentuk β jika fungsi padat peluangnya berbentuk:

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}, \qquad t > 0 \tag{2.1}$$

dengan α > 0 dan β > 0. [5]

Fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi Weibull diperoleh dari integral fungsi padat peluangnya, sehingga fungsi distribusi kumulatifnya berbentuk:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \tag{2.2}$$

Fungsi keandalan atau Reliabilitas untuk distribusi Weibull:

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.3}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}} \tag{2.4}$$

Tingkat kegagalan (*Hazard Rate*) atau tingkat kerusakan (*Failure Rate*) adalah probabilitas bersyarat suatu komponen gagal dalam waktu interval terkecil. Tingkat kerusakan menyatakan banyaknya kesalahan, didefinisikan dengan:

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \tag{2.5}$$

$$h(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \tag{2.6}$$

Rata-rata atau ekspektasi dari distribusi Weibull:

$$E(t) = \alpha\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \tag{2.7}$$

Selain ekspektasi, konsep penting lain untuk melihat keragaman dari distribusi Weibull adalah dengan variansi sebagai berikut: [1]

$$V(t) = \alpha^2\left\{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]^2\right\} \tag{2.8}$$

2.1.3 Anderson Darling Test

Statistik ini dikembangkan oleh Theodore Wilbur Anderson dan Donald A. Darling tahun 1954. *Anderson Darling Test* dapat digunakan untuk menguji kenormalan berbagai macam distribusi data, yaitu: distribusi *Normal, Lognormal, Exponensial, Weibull* dan distribusi *Gamma*. *Anderson Darling Test* menggunakan *p-value* untuk mengukur apakah sebaran tertentu tersebut menyebar

normal atau tidak. *p-value* adalah peluang bahwa sampel yang diuji terletak pada distribusi normal dari suatu populasi. Jika *p-value* melebih kecil dari 0,05 maka terima hipotesa awal (H0).

Dalam *software Minitab* versi 14, *Anderson Darling Test* digunakan untuk membandingkan fungsi komulatif distribusi dari data sampel dengan nilai harapan dari data tersebut. Jika perbedaan nilai observasi data tersebut cukup besar maka uji ini menolak hipotesis nol (H0), yang berarti data tidak menyebar normal. Adapun rumusan hipotesis untuk uji Anderson-Darling adalah sebagai berikut :

H0 : Data mengikuti distribusi khusus

H1 : Data tidak mengikuti distribusi khusus

Statistik Uji:

$$A^2 = -N - S \tag{2.9}$$

Di mana:

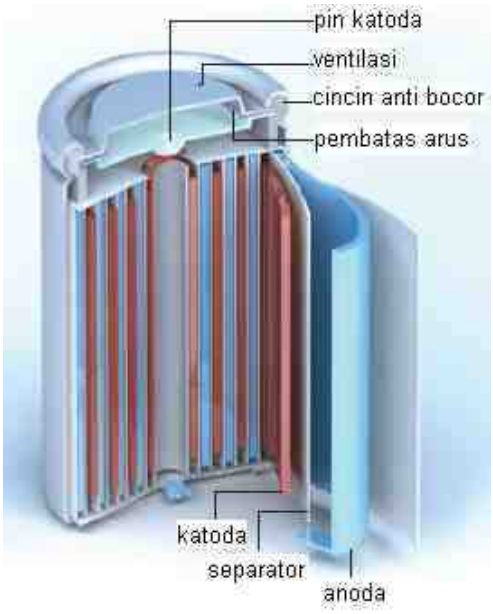
$$S = \sum_{i=1}^{N} \frac{(2i-1)}{N} [\log F(Y_i) + \log (1 - F(Y_{N+1-i}))] \tag{2.10}$$

F merupakan fungsi komulatif distribusi (*cumulative distribution function*) dari distribusi tertentu. Daerah kritis merupakan Nilai kritis dari *Anderson Darling Test* bergantung pada distribusi yang akan diuji. Secara statistik, keputusan menolak H0 apabila A lebih besar dari nilai kritis yang telah ditentukan.

Anderson Darling Test dapat dilakukan dengan mudah melalui beberapa *software* statistik, salah satunya Minitab. [2]

2.2 Baterai

Baterai merupakan sebuah kaleng berisi penuh bahan-bahan kimia yang dapat memproduksi elektron. Reaksi kimia yang dapat menghasilkan elektron disebut dengan Reaksi Elektrokimia. Baterai memiliki dua terminal, terminal pertama bertanda Positif (+) dan terminal kedua bertanda negatif (-).



Gambar 2.1. Struktur Umum Baterai

Elektron-elektron dikumpulkan pada kutub negatif. Jika menghubungkan kabel antara kutub negatif dan kutub positif, maka elektron akan mengalir dari kutub negatif ke kutub positif.

Di dalam baterai sendiri, terjadi sebuah reaksi kimia yang menghasilkan elektron. Kecepatan dari proses ini mengontrol seberapa banyak elektron dapat mengalir di antara kedua kutub. Elektron mengalir dari baterai ke kabel dan tentunya bergerak dari kutub negatif ke kutub positif tempat dimana reaksi kimia tersebut sedang berlangsung. Dan inilah alasan mengapa baterai dapat bertahan selama satu tahun dan masih memiliki sedikit *power*, selama tidak terjadi reaksi kimia atau selama tidak menghubungkannya dengan kabel, ketika menghubungkannya dengan kabel maka reaksi kimia pun dimulai.

2.2.1 Prinsip kerja Baterai

Bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan baterai diantaranya Belerang, Air raksa, Asam sulfat, Seng, Amonium klorida, Antimon, Kadmium, Perak, Nikel, Hidrida logam nickel, Litium, Hidrida, Kobalt, Mangan, Nitrogliserin dan Rubidium. Baterai mampu menghasilkan tegangan DC dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik

melalui reaksi elektrokimia, Redoks (Reduksi – Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia.

Sel baterai tersebut elektroda – elektroda. Elektroda negatif disebut katoda, yang berfungsi sebagai pemberi elektron. Elektroda positif disebut anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron.

Antara anoda dan katoda akan mengalir arus yaitu dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif (katoda). Sedangkan elektron akan mengalir dari katoda menuju anoda. Terdapat 2 proses yang terjadi pada baterai

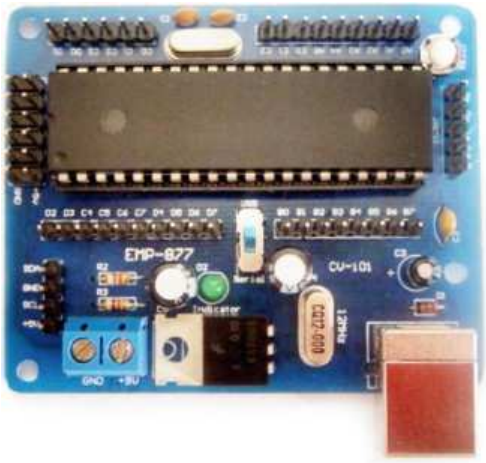
1. Proses Pengisian : Proses pengubahan energi listrik menjadi energi kimia.
2. Proses Pengosongan : Proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik.

Baterai dikelompokan menjadi dua jenis yaitu: baterai Primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai baterai yang hanya digunakan satu kali sedangkan baterai sekunder dapat digunakan berkali kali dengan mengisi kembali muatannya, apabila telah habis energi dapat diisi ulang kembali. [7]

2.3 Perangkat keras

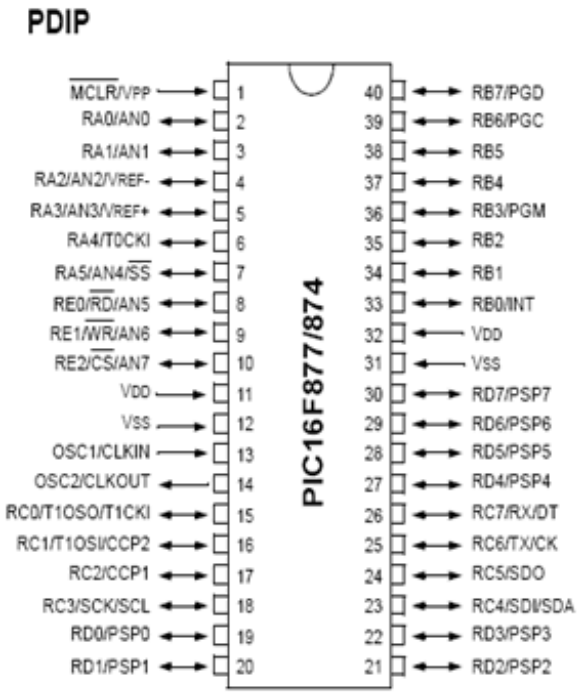
2.3.1 Mikrokontroler PIC16f877A

Mikrokontroler PIC16F877A merupakan salah satu mikrokontroler dari keluarga PICmicro yang popular digunakan sekarang ini, mulai dari pemula hingga para profesional. Hal tersebut karena PIC16F877A sangat praktis dan menggunakan teknologi FLASH memori sehingga dapat diprogram-hapus hingga seribu kali. Keunggulan mikrokontroler jenis RISC ini dibandingkan dengan mikrokontroler 8-bit lain dikelasnya terutama terletak pada kecepatan dan kompresi kodenya. Selain itu, PIC116F877A juga tergolong praktis dan ringkas karena memiliki kemasan 40 pin dengan 33 jalur I/O. Berikut bentuk modul PIC16f877A :



Gambar 2.2. Modul PIC16f877A

Anggota keluarga PICmicro buatan *Microchip* cukup banyak. Ada yang menggunakan *flash* memori dan ada pula yang jenis OTP (*One Time Programmable*). Mikrontroler dari keluarga PICmicro yang popular, antara lain PIC2C08, PIC16C54 dan PIC16F84.

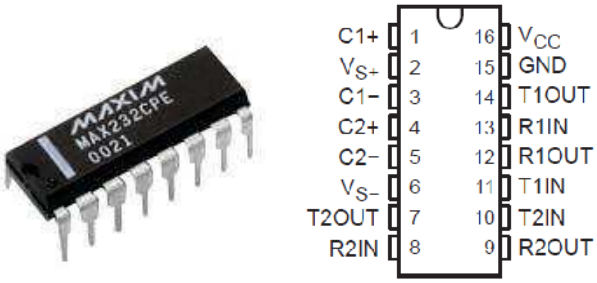


Gambar 2.3.Gambaran Port pada PIC16F877A

Mikrokontroler PIC16F877A diproduksi dalam kemasan 40 pin PDIP (*Plastik Dual In Line)* maupun 40 pin SO (*Small Outline*). Namun yang banyak terdapat dipasaran adalah kemasan PDIP. Pin-pin untuk I/O sebanyak 33 pin,

yang terdiri atas 6 pada *Port* A, 8 pada *Port* B, 8 pada *Port* C, 8 pada *Port* D, 3 pada *Port* E. Ada pula beberapa Pin pada mikrokontroler yang memiliki fungsi ganda.

2.3.2 Konverter MAX232



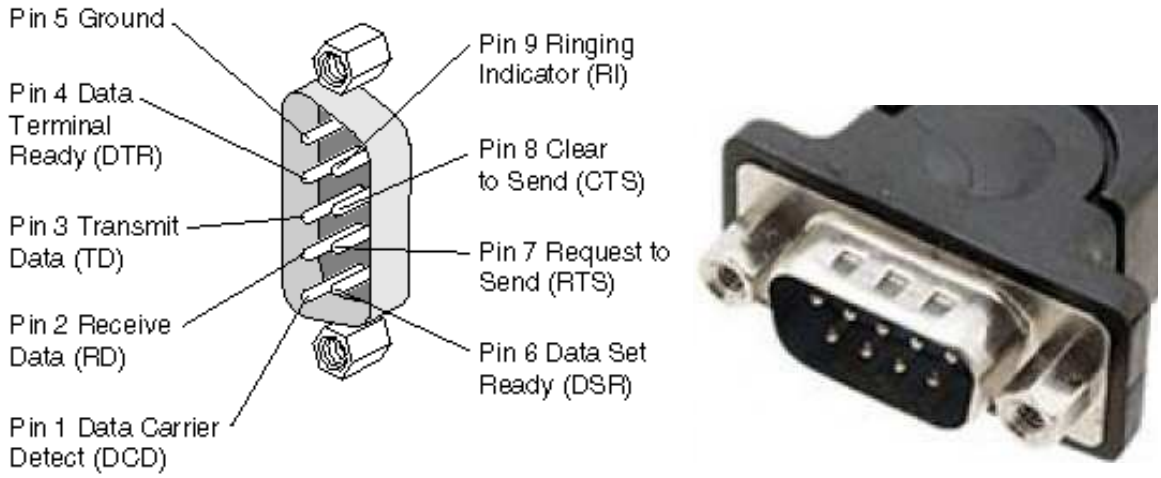
Gambar 2.4. IC MAX 232

IC MAX 232 ialah IC yang umum digunakan sebagai RS232 *Converter*. MAX232 adalah sebuah sirkuit terpadu yang mengubah sinyal dari *port* serial RS-232 untuk sinyal yang sesuai yang digunakan pada sirkuit TTL logika digital yang kompatibel. MAX232 adalah driver ganda penerima atau *receiver* dan biasanya mengubah sinyal RX, TX, CTS dan RTS. MAX232 mencakup tegangan generator yang digunakan untuk menyuplai *input* dari *hardware* pada tegangan 5 V. MAX 232 memiliki ambang khas dari 1,3 V, histeresis khas 0,5 V, dan dapat menerima *input* ± 30-V.

Komunikasi serial ialah pengiriman data secara serial atau data dikirim satu persatu secara berurutan, sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat daripada komunikasi paralel. Serial *port* lebih sulit ditangani karena peralatan yang dihubungkan ke serial *port* harus berkomunikasi dengan menggunakan transmisi serial, sedang data di komputer diolah secara paralel. Oleh karena itu data dari dan ke serial *port* harus dikonversikan ke dan dari bentuk paralel untuk dapat digunakan. Menggunakan *hardware*, hal ini dapat dilakukan oleh *Universal Asyncronous Receiver Transmitter* (UART), kelemahannya butuh *software* yang menangani register UART yang cukup rumit dibanding pada *paralel port*. Kelebihan dari komunikasi serial ialah panjang kabel dapat jauh lebih panjang dibanding *port* paralel, karena serial *port* mengirimkan logika “1” dengan kisaran tegangan –3 V hingga –25 V dan logika 0 sebagai +3 Volt hingga +25 V sehingga

kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama. Bandingkan dengan *port* paralel yang menggunakan level TTL berkisar dari 0 V untuk logika 0 dan +5 Volt untuk logika 1. Umumnya sinyal serial diawali dengan *start bit*, *data bit* dan sebagai pengecekan data menggunakan *parity bit* serta ditutup dengan 2 *stop bit*. Level tengangan -3 V hingga +3 V dianggap sebagai *undetermined region.*

Berikut tampilan *port* serial DB9 yang umum digunakan sebagai alat bantu untuk komunikasi serial antara *hardware* dengan komputer :



Gambar 2.5. Port Serial DB9

Jika peralatan yang digunakan menggunakan logika TTL maka sinyal serial *port* harus dikonversikan dahulu ke pulsa TTL sebelum digunakan, dan sebaliknya sinyal dari peralatan harus dikonversikan ke logika RS-232 sebelum di-*input*kan ke serial *port*. Konverter yang paling mudah digunakan adalah MAX232. Di dalam IC ini terdapat *Charge Pump* yang akan membangkitkan +10 Volt dan -10 Volt dari sumber +5 Volt tunggal. Dalam IC DIP *(Dual In-line Package)* 16 pin (8 pin x 2 baris) ini terdapat 2 buah *transmiter* dan 2 *receiver*. *Port* serial sering digunakan untuk *interfacing* komputer dan mikrokontroler, karena kemampuan jarak pengiriman data lebih jauh dibandingkan *port* paralel. Komunikasi melalui serial *port* adalah asinkron, yakni sinyal detak tidak dikirim bersama dengan data. Setiap *word* disinkronkan dengan *start bit*, dan sebuah *clock* internal di kedua sisi menjaga bagian data saat pewaktuan *(timing).*

2.3.3 Lampu DC

Lampu DC adalah lampu pijar yang menghasilkan cahaya dengan cara memanaskan kawat logam filamen sampai ke suhu tinggi sehingga menghasilkan sinar. Filamen panas dilindung dari udara oleh bola kaca yang diisi dengan gas lembam atau divakumkan.



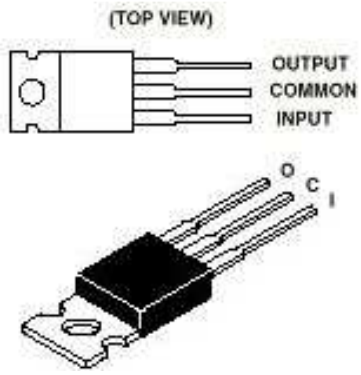
Gambar 2.6. Lampu DC

Lampu pijar dibuat dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan dioda cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi.

2.3.4 Regulator

Regulator adalah rangkaian pembangkit tegangan yang merupakan rangkaian catu daya. Rangkaian catu daya memberikan *supply* tegangan pada alat pengendali. Rangkaian catu daya mendapatkan sumber tegangan dari PLN sebesar 220 VAC. Tegangan 220 VAC ini kemudian diturunkan menjadi 9 VAC melalui trafo penurun tegangan. Tegangan AC 15V disearahkan oleh dioda *bridge* menjadi tegangan DC. Keluaran dari dioda *bridge* ini kemudian masuk ke IC regulator yang fungsinya adalah untuk menstabilkan tegangan.

IC regulator terdiri dari 10 buah IC, yaitu LM7805 yang menghasilkan tegangan DC sebesar 5V. Oleh karena tegangan yang diperlukan pada tiap rangkaian sama, maka rangkaian catu daya ini mempunyai 10 buah keluaran tegangan DC, yaitu 5V yang berfungsi untuk memberi *supply* tegangan pada tiap rangkaian. Kapasitor 100 nF berfungsi untuk membuang *noise* (gangguan) pada tegangan DC. Pada rangkaian, untuk menyearahkan tegangan digunakan dioda *bridge* karena dioda *bridge* mempunyai tegangan *ripple* yang lebih baik dibandingkan diode jenis lain.



Gambar 2.7. IC Regulator

LM7805 adalah regulator tegangan DC positif yang hanya memiliki 3 terminal, yaitu tegangan *input*, *ground*, tegangan *output*. Meskipun LM7805 diutamakan dirancang untuk keluaran tegangan tetap (5V), akan tetapi ada kemungkinan jika menggunakan komponen eksternal untuk mendapatkan tegangan *output* DC: 5V, 6V, 8V, 9V, 10V, 12V, 15V, 18V, 20V dan 24V. Fitur Umum:

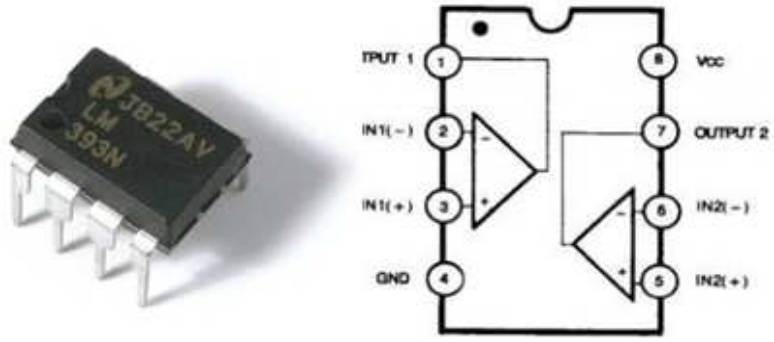
- Sampai sekarang untuk *output* 1A
- *Output* Tegangan dari 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, hingga 24V
- Melindungi suhu yang berlebih
- Melindungi sirkuit pendek
- *Output* Transistor melindungi operasi pada daerah yang dilindungi.

LM 7805 adalah regulator tegangan tiga-terminal positif. Dengan *heatsinking* memadai, dapat memberikan lebih dari 0.5A arus keluaran. Aplikasi yang umum akan mencakup lokal (*on-card*) regulator yang dapat menghilangkan kebisingan dan kinerja yang rusak terkait dengan satu-titik regulasi.

7805 regulator berasal dari keluarga 78xx, terdapat rangkaian regulator tegangan linier yang tetap terintegrasi. Keluarga 78xx adalah pilihan yang sangat populer untuk banyak sirkuit elektronik yang membutuhkan catu daya yang diatur, karena relatif mudah penggunaan dan murah. Ketika menentukan keluaran regurator dalam keluarga 78xx, xx diganti dengan angka dua digit, yang menunjukkan tegangan *output*. misalnya 7805 regulator tegangan memiliki *output* 5 volt, sedangkan 7812 menghasilkan 12 volt.

2.3.5 Komparator LM393 dan LM339

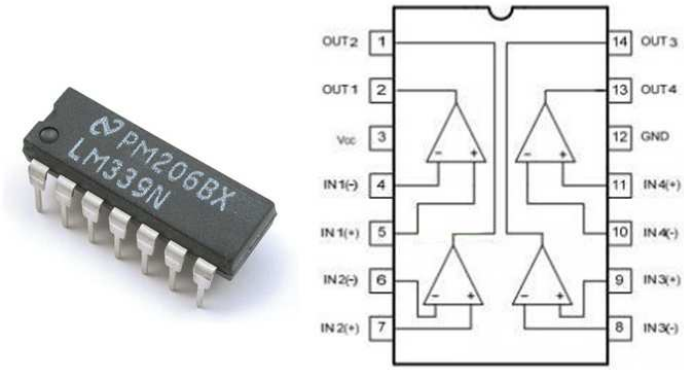
IC Komparator adalah sebuah IC yang berfungsi untuk membandingkan dua macam tegangan yang terdapat pada kedua masukannya. Komparator memiliki dua buah *input* dan sebuah *output*. Masukannya yaitu *input* (+) dan *input* (-) seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8. IC LM 393

LM 393 dalam satu kemasannya mempunyai dua buah komparator didalamnya. IC komparator LM 393 memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

a. Dapat bekerja dengan *single supply* 2V sampai 36V
b. Dapat bekerja dengan tegangan *input* -3V sampai +36V
c. Dapat bekerja dengan segala macam bentuk gelombang *logic*



Gambar 2.9. IC LM 339

LM 339 dalam satu IC didalamnya berisi empat buah komparator, Dalam aplikasinya *output* dari komparator LM 393 maupun LM339, membutuhkan resistor pullup dengan tegangan V+ yaitu untuk menjaga tegangan *output* supaya memiliki logika satu ketika kondisi *idle*.

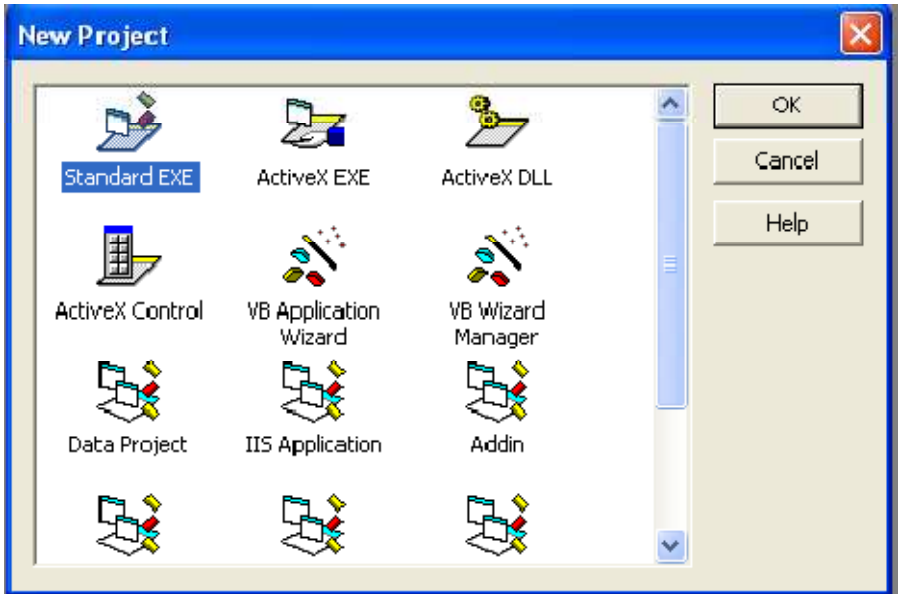
2.4 Perangkat Lunak (*Software)*

Dalam penelitan ini ada beberapa perangkat lunak yang digunakan diantaranya Visual basic 6.0, Minitab 16 dan Microbasic.

2.4.1 Microsoft Visual Basic 6.0

Microsoft Visual Basic sering disingkat sebagai VB merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan *Integrated Development Environment* (IDE) visual untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi Microsoft Windows dengan menggunakan model pemrograman (COM).

Visual Basic dimana programnya berorientasi objek merupakan turunan bahasa pemrograman *basic* dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat. Para programmer dapat membangun aplikasi dengan menggunakan komponen-komponen yang disediakan oleh Microsoft Visual Basic.

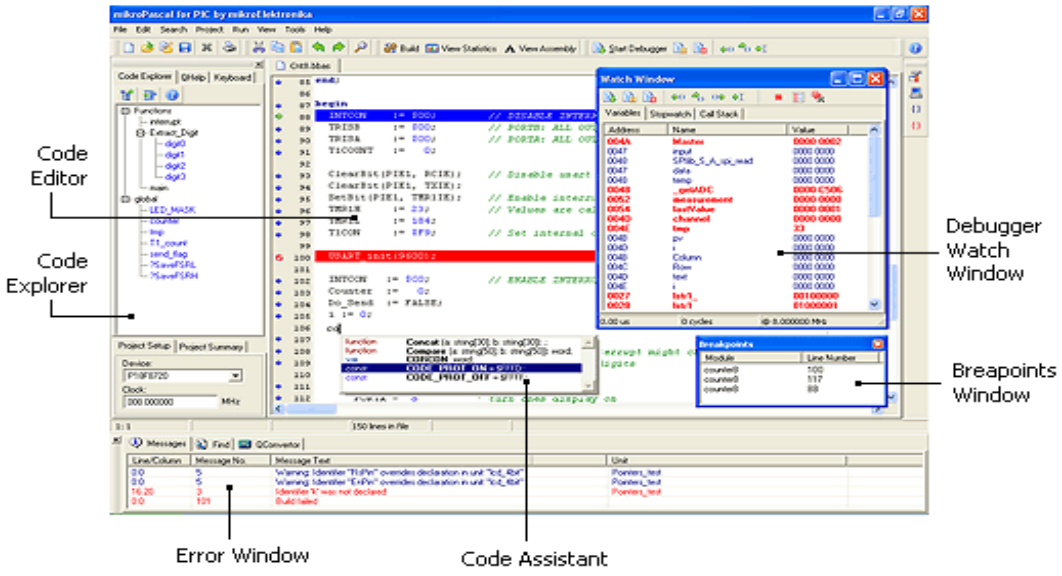


Gambar 2.10. Tampilan *new project* pada Visual Basic 6.0

Microsoft Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman yang memungkinkan para pengembang atau programmer untuk membuat aplikasi yang berbasis Windows dengan sangat mudah. Bahasa ini sangat popular disebabkan kemudahan dan kelengkapannya untuk mengembangkan dan membuat aplikasi kecil (*tools* atau *desktop database*) maupun yang besar (*client* atau *server*, aplikasi web dan lain-lain). Microsoft Visual Basic 6.0 akan digunakan sebagai pengendali *hardware* yang dirancang untuk memerika kondisi objek penelitian secara terus menerus. [6]

2.4.2 MicroBasic

MikroBasic adalah program komputer untuk membangun alat PIC *microcontroller* yang didesain untuk menyediakan pelanggan dengan solusi yang termudah untuk membangun sistem aplikasi.



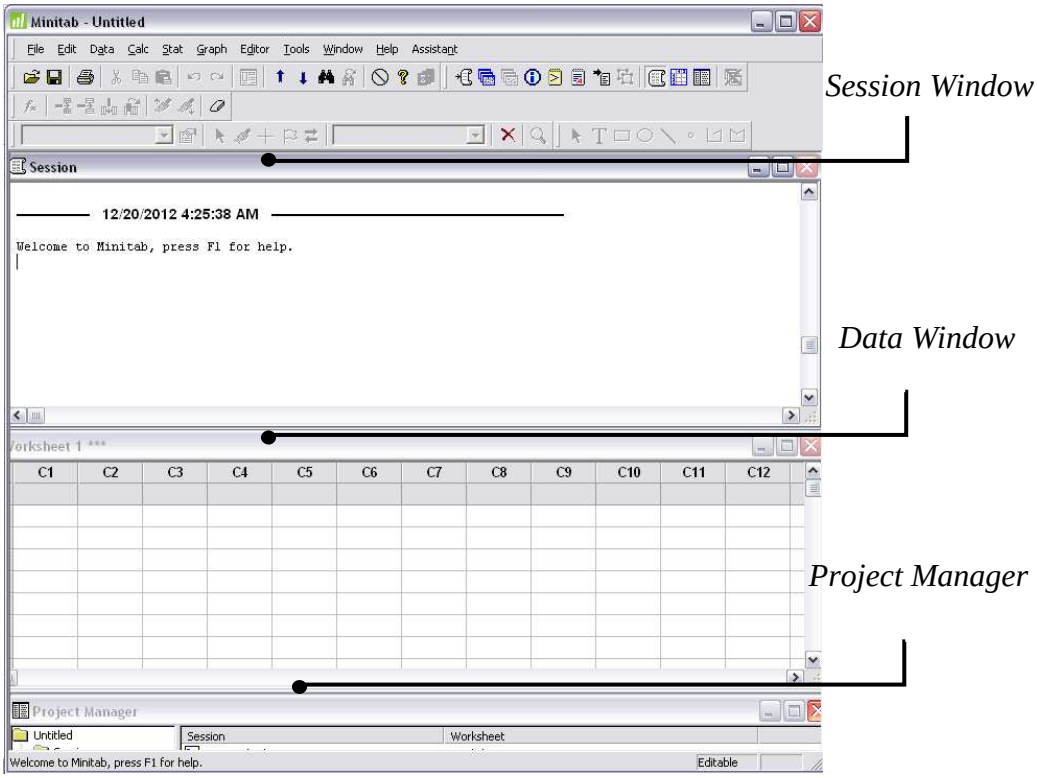
Gambar 2.11. Tampilan Mikrobasic

Program sumber *mikroBasic* terdiri dari kumpulan baris-baris perintah dan biasanya disimpan dengan *extension .PBAS* dengan 1 baris untuk satu perintah, setiap baris perintah tersebut dapat terdiri atas beberapa bagian, yakni bagian label, bagian *mnemonic*, bagian *operand* yang dapat lebih dari satu dan terakhir bagian komentar. Program sumber (*source code*) dibuat dengan program editor seperti *notepad* atau Editor *DOS*, selanjutnya program sumber diterjemahkan ke bahasa mesin dengan menggunakan program *mikroBasic*. Ketentuan penulisan *source code* adalah sebagai berikut:

1. Masing-masing bagian dipisahkan dengan spasi atau TAB, khusus untuk *operand* yang lebih dari satu masing-masing *operand* dipisahkan dengan koma.
2. Bagian-bagian tersebut tidak harus semuanya ada dalam sebuah baris, jika ada satu bagian yang tidak ada maka spasi atau TAB sebagai pemisah bagian tetap harus ditulis.
3. Bagian label ditulis mulai huruf pertama dari baris, jika baris bersangkutan tidak mengandung label maka label tersebut digantikan dengan spasi atau TAB, yakni sebagai tanda pemisah antara bagian label dan bagian *mnemonic*.

2.4.3 Minitab

Minitab merupakan salah satu *software* yang sangat besar kontribusinya sebagai media pengolahan data statistik. *Software* ini menyediakan berbagai jenis perintah yang memungkinkan proses pemasukan data, manipulasi data, pembuatan grafik dan berbagai analisis statistik. Minitab mempunyai dua layar primer, yaitu *Worksheet* atau lembar kerja untuk melihat dan mengedit lembar kerja, serta sesi *Command* yang merupakan layar untuk menampilkan hasil. Perintah-perintah Minitab dapat diakses melalui menu, kotak dialog maupun perintah interaktif. [4]



Gambar 2.12. Gambar Minitab16

Membuka MINITAB untuk pertama kali, maka akan tampak dua jendela utama yang terbuka secara bersamaan yaitu :

1. Jendela Session (*Session Window*) yang menampilkan hasil analisis dalam bentuk teks. Pada jendela ini juga dapat memasukkan perintah-perintah menggunakan menu-menu yang terdapat dalam MINITAB.

2. Jendela data (*Data Window*) yang menampilkan Worksheet. Pada data *window* inilah memasukkan data yang ingin dianalisis. Selain itu juga ada jendela yang ter-*minimize* yaitu *Project manager*.