

SKRIPSI

**SISTEM MONITORING KECEPATAN MOTOR GANDA
PADA KAPAL LISTRIK NELAYAN**

Disusun dan diajukan oleh:

**AHMAD NUR ALI
D331 16 303**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

**SISTEM MONITORING KECEPATAN MOTOR GANDA PADA
KAPAL LISTRIK NELAYAN**

Disusun dan diajukan oleh:

**AHMAD NUR ALI
D331 16 303**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SISTEM MONITORING KECEPATAN MOTOR GANDA PADA
KAPAL LISTRIK NELAYAN**

Disusun dan diajukan oleh

Ahmad Nur Ali
D331 16 303

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 09 Februari 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Ir. Syerly Klara, S.T., M.T
NIP 196405011990022001

Dr. Eng Faisal Mahmudin S.T., M.Eng
NIP 198102112005011003

Ketua Program Studi,

Dr. Eng Faisal Mahmudin S.T., M.Eng
NIP 198102112005011003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Ahmad Nur Ali
NIM : D331 16 303
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ SISTEM MONITORING KECEPATAN MOTOR GANDA PADA KAPAL
LISTRIK NELAYAN }

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 09 Februari 2023



Menyatakan

Ahmad Nur Ali

ABSTRAK

AHMAD NUR ALI. SISTEM MONITORING KECEPATAN MOTOR GANDA PADA KAPAL LISTRIK NELAYAN (dibimbing oleh Ir. Syerly Klara, S.T., M.T dan Dr. Eng Faisal Mahmudin S.T., M.Eng)

Ketersediaan minyak di Indonesia tiap tahun semakin menurun. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), mulai dari tahun 2016 sampai 2021 cadangan minyak di Indonesia mengalami penurunan yang sangat drastis. Salah satu sektor yang terdampak akan hal ini adalah sektor maritim, maka untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dibutuhkan alternatif lain sebagai pengganti bahan bakar minyak tersebut. Penelitian ini membahas mengenai penerapan motor listrik sebagai pengganti bahan bakar minyak menggunakan instalasi motor listrik ganda pada kapal nelayan dengan *circulating water channel* (CWC). Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada penelitian ini diketahui bahwa instalasi dua motor listrik pada *circulating water channel* (CWC) digunakan sebagai pembuat aliran air yang mana pada tegangan maksimal 12V DC menghasilkan kecepatan aliran 12 m/s pada masing-masing motor. Selain itu, sistem pengontrol kecepatan rotasi motor listrik DC menggunakan pengontrolan dengan sistem *pulse width modulation* (PWM) dan menggunakan sensor RPM, sensor tegangan, dan sensor flow meter yang digunakan untuk mengukur nilai dari monitoring dengan alat ukur *tachometer*, *multimeter*, dan *current meter flow* sebagai perbandingan untuk mengkalibrasi sensor yang digunakan.

Kata Kunci: monitoring, motor listrik, *circulating water channel* (CWC)

ABSTRACT

AHMAD NUR ALI. *MULTIPLE MOTOR SPEED MONITORING SYSTEMS ON ELECTRIC FISHING VESSELS* (supervised by Ir. Syerly Klara, S.T., M.T and Dr. Eng Faisal Mahmudin S.T., M.Eng)

The availability of oil in Indonesia is decreasing every year. Based on data from the Ministry of Energy and Mineral Resources, from 2016 to 2021 oil reserves in Indonesia have decreased drastically. One of the sectors affected by this is the maritime sector, so to reduce the use of fuel oil, other alternatives are needed to replace this fuel oil. This research discusses the application of electric motors as a substitute for fuel oil using the installation of double electric motors on fishing boats with circulating water channels (CWC). Based on the results of testing and analysis in this research, it is known that the installation of two electric motors in the circulating water channel (CWC) is used to create water flow which at a maximum voltage of 12V DC produces a flow speed of 12 m/s for each motor. In addition, the DC electric motor rotational speed control system uses a pulse width modulation (PWM) system and uses RPM sensors, voltage sensors, and flow meter sensors that are used to measure values from monitoring with tachometers, multimeters, and current flow meters. as a comparison to calibrate the sensor used.

Keywords: monitoring, electric motor, *circulating water channel (CWC)*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kapal Ikan	4
2.2 Sistem Monitoring.....	5
2.3 Motor Listrik.....	6
2.4 Visual Basic	14
BAB 3 METODE PENELITIAN/PERANCANGAN	18
3.1 Lokasi Penelitian.....	18
3.2 Studi Literatur	18
3.3 Desain Alat Pengujian.....	18
3.4 Skenario Pengujian.....	20
3.5 Perancangan Alat	21
3.6 Alat, Bahan, dan Komponen Penelitian	23
3.7 Tahapan Penelitian	27
3.8 Kerangka Pikir	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pembuatan Program	29
4.2 Hasil Pengujian Kecepatan Rotasi Motor Listrik dan Kecepatan Aliran.....	34
4.3 Validasi Hasil Pengukuran Putaran Motor Listrik.....	39
4.4 Perbandingan hasil pengujian pada Motor Daya 200w dan Motor Daya 500w.....	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Ev Kalina.....	4
Gambar 2 Klasifikasi Motor Listrik.....	6
Gambar 3 Proses Konversi Energi pada Motor DC	11
Gambar 4 Prinsip Kerja Motor DC	11
Gambar 5 Arah Gaya pada Motor DC	13
Gambar 6 Dasar Pengaturan Arah Putar Motor DC.....	11
Gambar 7 Tampilan New Project Visual Basic	15
Gambar 8 Lembaran Umum Visual Basic	15
Gambar 9 Desain Circulating Water Channel (CWC).....	11
Gambar 10 Ilustrasi Circulating Water Channel (CWC).....	19
Gambar 11 Komponen penelitian pada CWC.....	20
Gambar 12 Interface visual basic pada tampilan dashboard.....	21
Gambar 13 Interface visual basic pada menu grafik.....	22
Gambar 14 Perencanaan Pengontrol Kecepatan	30
Gambar 15 Skematik pada bagian kotak Kontrol	30
Gambar 16 Skematik pada bagian instalasi listrik motor DC	30
Gambar 17 Tampak Atas Motor DC terpasang pada alat CWC	32
Gambar 18 Instalasi Komponen Pada CWC.....	33
Gambar 19 Pengetesan 2 Motor DC, sensor rpm dan flow meter sensor	33
Gambar 20 Hasil Pengujian pada Tegangan 3V	34
Gambar 21 Grafik Hasil Pengujian pada Tegangan 3V.....	35
Gambar 22 Hasil Pengujian pada Tegangan 6V	35
Gambar 23 Grafik Hasil Pengujian pada Tegangan 6V.....	36
Gambar 24 Hasil Pengujian pada Tegangan 9V	36
Gambar 25 Grafik Hasil Pengujian pada Tegangan 9V.....	36
Gambar 26 Hasil Pengujian pada Tegangan 12V	37
Gambar 27 Grafik Hasil Pengujian pada Tegangan 12V.....	37
Gambar 28 Hasil Pengujian Kecepatan Rotasi Motor DC.....	38
Gambar 29 Hasil Pengujian Kecepatan Aliran	39
Gambar 30 Persentase RPM dengan sensor setiap kenaikan Tegangan tanpa beban	40
Gambar 31 Persentase RPM dengan Tachometer setiap kenaikan Tegangan tanpa beban.....	40
Gambar 32 Perbandingan Persentase RPM dengan sensor dan tachometer tanpa beban	41
Gambar 33 Perbandingan Putaran Motor 200w dan Putaran Motor 500w.....	42
Gambar 34 Perbandingan Kecepatan Aliran Motor 200w dan Kecepatan Aliran Motor 500w	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Dimensi tangki CWC.....	19
Tabel 2. Variasi nilai yang diuji.....	20
Tabel 3. Daftar alat, bahan, dan komponen penelitian.....	23
Tabel 4. Pengukuran dengan Arduino kecepatan rotasi Motor DC dengan beban dan kecepatan aliran.....	38
Tabel 5. Pengukuran sensor kecepatan rotasi Motor DC tanpa beban.....	39
Tabel 6. Pengukuran Manual kecepatan rotasi Motor DC dengan beban.....	40
Tabel 7. Tabulasi Hasil Pengujian	41
Tabel 8. Perbandingan Motor 200 w dan Motor 500 w	42

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
EEDI	<i>Energy Efficiency Design Index</i>
SEEMP	<i>Ship Energy Efficiency Management Plan</i>
INDC	<i>Intended Nationally Determined Contributions</i>
IPPU	<i>Industrial process and product use</i>
AFOLU	<i>Agriculture, and other land use</i>
CWC	<i>Circulating Water Channel</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
N_s	<i>Kecepatan Sinkron (m/s)</i>
\mathcal{F}	<i>Frekuensi Dari Pasokan Frekuensi (Hz)</i>
P	<i>Jumlah Kutub</i>
AC	<i>Alternating Current (A)</i>
DC	<i>Direct Current (A)</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
F	<i>Gaya Lorentz (N)</i>
B	<i>Medan Magnet (Tesla)</i>
l	<i>Panjang Kawat Penghantar (m)</i>
V_t	<i>Tegangan Jangkar (V)</i>
E_a	<i>Gaya Gerak Listrik Lawan (V)</i>
I_a	<i>Arus Jangkar (A)</i>
R_a	<i>Tahanan Jangkar (N)</i>
n	<i>Putaran (RPM)</i>
ϕ	<i>Fluks/kutub (Wb)</i>
K	<i>Konstanta</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Program.....	47
Lampiran 2 Proses Pembuatan alat, Pengkalibrasi alat dan pengambilan data.....	62

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt. Zat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya yang berjudul “SISTEM MONITORING KECEPATAN MOTOR GANDA PADA KAPAL LISTRIK NELAYAN” Shalawat dan salam kepada Rasulullah Saw. yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Skripsi ini adalah persyaratan untuk menyelesaikan studi di departemen Teknik Sistem Perkapalan – Universitas Hasanuddin. Penulis harus mengakui, bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna, semua karena keterbatasan waktu dan pengetahuan serta kemampuan penulis sebagai manusia biasa.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, secara moril maupun materil. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. ALLAH SUBHANAWATA'ALAH
2. Bapak Alm. Jauharuddin dan Ibu Dra. Rosmini yang telah berperan ganda sebagai orang tua yang memberikan dukungan doa, motivasi serta materil kepada penulis selama berkuliah di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Universitas Hasanuddin.
3. Kakak Khusnul Khatimah S.Pd., M.Pd., dan Ahlul Nasyah S.E., selaku kakak yang selalu memberikan dukungan moril dan materil.
4. Dr. Eng Faisal Mahmudin S.T., M.Eng selaku ketua departemen sekaligus dosen pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membantu penulis dengan memberikan bimbingan, kritik, saran serta materil.
5. Ir. Syerly Klara, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

6. Haryanti Rivai, S.T., M.T., Ph.D dan Husni Sitepu S.T.,M.T selaku dosen penguji.
7. Bapak/Ibu Dosen serta seluruh Staf Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan.
8. Pak Rahman selaku Staf Administrasi Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu penulis dalam hal administratif.
9. Saudara saudara Aquaman09 yakni Mattu, Balmon, Petrik, Punggawa Macukka, Mas Boy, Korc, Standing Ride, dan Galla telah menjadi kawan yang baik selama kehidupan di dunia perkuliahan.
10. Teman-teman Anzyz 16 dan Aquaman Crew yakni kawan-kawan seperjuangan yang selalu memberikan *support*-nya dan bantuannya serta ikut mewarnai masa perkuliahan.
11. Teman-teman Teknik 16, Cruizer 16 dan Anziz Junior 21-17 yakni teman-teman dan adik-adik yang telah menemani dan membantu dalam pengerjaan skripsi ini dengan pikiran, tenaga ataupun materi.

Akhirnya, penulis berharap senantiasa skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis dalam hal pribadi serta bagi para pembaca yang akan menjadikan skripsi ini sebagai referensi dalam pembelajaran ataupun dalam hal menyusun skripsi. Semoga Tuhan senantiasa memberikan kemudahan kepada kita semua. Amin.

Gowa, 09 November 2022

Penulis

Ahmad Nur Ali

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini ketersediaan minyak di Indonesia semakin menurun. Berdasarkan data dari kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM), mulai dari tahun 2016 sampai 2021 cadangan minyak di Indonesia mengalami penurunan yang sangat drastis. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan tingkat kondisi bahan bakar dari masyarakat Indonesia yang terus bertambah.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi para nelayan saat ini, maka penggunaan motor listrik sebagai upaya untuk melepaskan dari ketergantungan terhadap bahan bakar minyak merupakan salah satu solusi terbaik untuk saat ini. Kondisi tersebut ditambah dengan harga minyak yang relatif masih mahal untuk ukuran masyarakat menengah kebawah, meskipun menggunakan bahan bakar minyak bersubsidi sekalipun. Hal ini juga dialami oleh Sebagian besar nelayan di Indonesia, sehingga nelayan harus bekerja keras agar tetap bisa melakukan aktifitasnya. (Musta'in & Siswanti, 2019)

Penggunaan bahan bakar minyak yang semakin meningkat akan berdampak dengan meningkatnya efek gas rumah kaca atau green house gas emission dan konsumsi bahan bakar minyak dalam setiap aktifitas pelayaran maka Organisasi Maritim Internasional (IMO) sebagai penanggung jawab pada isu-isu keselamatan pelayaran dan pencegahan terhadap polusi laut menetapkan dua standar dalam penghematan bahan bakar kapal yaitu indeks desain penghematan bahan bakar atau Energy Efficiency Design Index dan manajemen penghematan bahan bakar kapal atau Ship Energy Efficiency Management Plant. Desain penghematan bahan bakar atau Energy Efficiency Design Index merupakan suatu desain untuk memantau atau memonitoring jumlah dari gas karbon dioksida serta emisi gas buang yang berbahaya dari hasil pembakaran tak sempurna pada mesin kapal. Sedangkan manajemen penghematan bahan bakar kapal atau Ship Energy Efficiency Management Plant merupakan suatu alat untuk mengukur dan mengontrol efek gas rumah kaca yang berasal dari emisi gas buang mesin kapal. (Wendi, 2019)

Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak adalah dengan mengganti sistem penggerak kapal dari mesin berbahan bakar minyak menjadi system penggerak motor listrik. Namun, dalam penerapannya sistem penggerak motor listrik ini membutuhkan nilai investasi yang sangat tinggi tetapi satu sisi perawatan motor listrik sangat minim, sehingga memang akan lebih baik ketika motor listrik diaplikasikan pada sistem penggerak kapal. (Sa'adah dkk., 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka ditentukan permasalahan yang ada yaitu:

1. Bagaimana instalasi motor listrik ganda (lebih dari satu) pada kapal nelayan menggunakan *circulating water channel* (CWC)?
2. Bagaimana membuat program untuk mengontrol dan monitoring tegangan dan arus dari multi motor listrik pada kapal nelayan?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat instalasi multi motor listrik pada *Circulating Water Channel* (CWC).
2. Membuat program untuk memonitoring tegangan, Rpm dan kecepatan aliran dari multi motor listrik pada kapal nelayan.

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai referensi untuk penggunaan motor listrik pada system propulsi kapal.
2. Dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan topik ini.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah digunakan agar terhindar dari penyimpangan dan pelebaran pokok masalah agar permasalahan dan tujuan dapat dicapai dengan baik. Maka dari itu adapun batasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Objek penelitian Kapal Kalina RV 01.

2. Penelitian dilaksanakan pada alat *circulating water channel* (CWC).
3. Penelitian menggunakan motor listrik DC 500watt.
4. Komponen sistem monitoring parameter tegangan, Rpm dan kecepatan aliran motor listrik adalah *Arduino uno*.
5. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen.

Program yang akan digunakan untuk pengembangan sistem monitoring adalah visual basic.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Ikan

Kapal ikan merupakan kapal, perahu, atau alat apung lainnya yang digunakan untuk melakukan menangkap ikan, mengolah ikan, eksplorasi atau penelitian perikanan dan pelatihan perikanan. Kapal-kapal ikan terdiri dari kapal atau perahu berukuran kecil termasuk perahu sampan (perahu tanpa motor) yang digerakkan dengan menggunakan tenaga dayung atau layar, perahu motor tempel yang terbuat dari kayu, hingga pada kapal ikan berukuran besar yang terbuat dari kayu, fiberglass, maupun besi baja dengan tenaga penggerak mesin. (Fitriansyah & Supomo, 2019)

Pada proses merencanakan sebuah kapal harus menggabungkan beberapa variabel yang biasa disebut optimization criterion. Yaitu dengan menimbang biaya yang paling minimal, serta memasukkan parameter perencanaan yang lebih banyak variasi. Dalam pembuatan desain kapal ikan displasemen dan panjang kapal merupakan hal yang paling penting dalam menentukan perkiraan biaya pembangunan dan biaya operasional. Konsistensi dalam menentukankan displacement dan panjang kapal yang tepat dapat mendapatkan hasil perencanaan yang sesuai dengan kriteria kapal yang diinginkan, dengan mempertimbangkan biaya pembangunan maupun biaya operasionalnya termasuk biaya pemeliharaan seefisien mungkin, sebanding dengan kualitas, fleksibilitas operasional dan umur pakainya semaksimal mungkin. (Sugeng, 2009)



Gambar 1 Ev Kalina

2.2 Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan berlangsung secara terus-menerus pada suatu kegiatan atau program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan terhadap program atau kegiatan tersebut. Sistem monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang berlangsung akan berulang dari waktu ke waktu. Proses monitoring adalah proses yang berlangsung secara rutin yang bertujuan untuk mengukur dan mengumpulkan data pada suatu objek program. (Widiastuti & Susanto, 2015)

Sistem monitoring bertujuan untuk melihat hasil parameter pengukuran dari sensor tegangan dan arus dari multi motor listrik. Sistem monitoring kombinasi dari beberapa komponen yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga mampu untuk mengukur sistem lain bahkan mampu mengatur sistemnya sendiri. Sistem monitoring memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Di samping sangat dibutuhkan pada sistem kemudi pesawat, pesawat ruang angkasa, monitoring level cairan, industri, sistem control telah menjadi bagian penting dalam sistem monitoring kecepatan putar motor.

Penggunaan motor DC di dunia industri sangat penting. Kecepatan dan torsi motor DC sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Untuk itu, diperlukan sistem kontrol motor DC yang dapat diatur kecepatan dan torsinya. Banyak pelaku industri mengeluhkan kerusakan pada motor DC nya yang disebabkan beban yang diangkut motor DC melebihi kemampuan torsi motornya. Berdasarkan permasalahan tersebut dibuatlah sistem kontrol torsi motor DC. (Fauzi Ikhsan dkk., 2018)

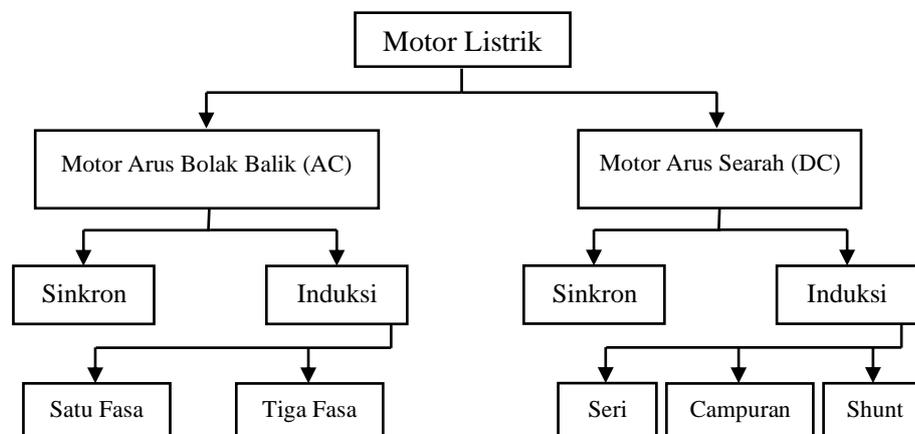
Tujuan dari sistem monitoring pada multi motor listrik adalah untuk mengukur dan memberikan tanda peringatan apabila parameter-parameter yang diukur yaitu tegangan dan arus pada multi motor listrik tidak melebihi batas yang telah ditentukan. (Suryawan dkk., 2012)

2.3 Motor Listrik

Motor listrik merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Jenis motor listrik yang ada saat ini beraneka ragam tipenya. Semua jenis motor listrik memiliki dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian motor listrik yang diam (tetap) dan rotor adalah bagian motor yang bergerak (berputar). Motor listrik dibedakan dari jenis sumber tegangan kerja yang digunakan. Berdasarkan sumber tegangan kerjanya motor listrik dibedakan 2 jenis yaitu:

- a. Motor listrik arus bolak-balik AC (Alternating Current)
- b. Motor listrik arus searah DC (Direct Current)

Dari 2 jenis motor listrik diatas terdapat beberapa jenis-jenis motor listrik berdasarkan prinsip kerja, konstruksinya, operasinya dan karakternya. Gambar dibawah ini memperlihatkan motor listrik yang paling umum. Motor tersebut dikategorikan berdasarkan pasokan input, konstruksinya dan mekanisme operasi. (Saleh & Bahariawan, 2018)



Gambar 2 Klasifikasi Motor Listrik

2.3.1 Motor Listrik AC

Motor listrik AC merupakan sebuah motor yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak maupun mekanik daripada rotor yang ada didalamnya. Motor listrik AC tidak berpengaruh kutub positif maupun negative, dan bersumber tenaga listrik, sedangkan sumber dayanya motor listrik AC dibedakan menjadi dua yaitu sumber daya sinkron dan sumber daya induksi (Yandecantya, 2015)

a. Motor Sinkron

Motor sinkron adalah motor AC yang memiliki kecepatan konstan, namun demikian kecepatannya dapat diatur karena berbanding lurus dengan frekuensi. Motor sinkron secara khusus sangat baik digunakan untuk kecepatan rendah. Kelebihan dari motor sinkron ini antara lain dapat dioperasikan pada factor daya lagging maupun leading, tidak ada slip yang menyebabkan rugi-rugi daya sehingga motor ini memiliki efisiensi tinggi. Sedangkan kelemahan dari motor sinkron adalah tidak mempunyai torka mula, sehingga untuk starting diperlukan cara-cara tertentu.

Motor sinkron berputar dengan kecepatan sinkron (N_s), maka persamaan matematisnya sebagai berikut :

$$N_s = \frac{120 \mathcal{F}}{P} \quad (1)$$

Dimana,

\mathcal{F} = Frekuensi dari pasokan frekuensi (Hz)

P = Jumlah kutub (pool)

b. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listik AC yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet antara rotor dan stator. Motor induksi dapat di klasifikasikan menjadi dua yaitu, motor induksi satu fase dan motor induksi tiga fase. Motor induksi satu fase hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Motor induksi tiga fase memanfaatkan perputaran medan magnet yang dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. (Sofiah & Apriani, 2019)

2.3.2 Motor Listrik DC

Motor DC merupakan motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan pada medan pada rotor dc disebut stator dan kumparan jangkar disebut rotor. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Setiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berfungsi sebagai saklar kutub ganda. Motor

DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya yang dikenal dengan gaya Lorentz akan tercipta secara orthogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. (Simanjuntak, 2017)

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Ditentukan oleh arus maju atau arus berbalik atau tegangan positif dan tegangan negatif pada motor DC. Sedangkan kecepatan motor DC ditentukan oleh perubahan atau meningkatnya tegangan kumparan pada motor DC tersebut. Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri oleh arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium pada medan magnet. Energi yang akan dikonversi dari suatu sistem menuju sistem yang lain, sementara energi akan tersimpan pada medium medan magnet untuk dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi. (Setiawan, 2017)

Motor listrik merupakan motor yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik kebanyakan beroperasi ketika terjadi suatu interaksi medan magnet dan konduktor yang membawa suatu arus untuk menghasilkan sebuah putaran. Motor DC memiliki suatu komponen yang menyusun seperti rotor dan stator. Rotor sendiri terdiri atas inti, as, komutator dan kumparan jangkar. Sebuah motor DC penguatan terpisah ini bekerja dengan menambahkan kemampuan daya dan kecepatan karena mempunyai fluks medan yang dihasilkan dari kumparan medan sendiri, yang diletakkan secara terpisah dan mempunyai sumber. Jenis motor DC penguatan terpisah memiliki kumparan medan yang akan disuplai oleh sumber lain yang bebas. (Candra & Ta'ali, 2020)

Motor listrik arus searah DC dapat dibedakan lagi berdasarkan sumber dayanya sebagai berikut:

a. *Motor DC Sumber Daya Terpisah (Separately Excited)*

Motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*, merupakan sebuah jenis motor DC yang mempunyai sumber arus medan disuplai dari sumber yang terpisah,

sehingga motor ini disebut motor DC sumber daya terpisah (*separately excited*). (Saleh & Bahariawan, 2018)

Pada Motor DC jenis sumber daya terpisah ini, sumber arus listrik untuk kumparan medan atau *field winding* yang terpisah dengan sumber arus listrik untuk kumparan angker atau *armature coil*. Karena adanya sebuah rangkaian tambahan dan kebutuhan sumber daya tambahan pada saat pemasokan arus listrik, Motor DC jenis ini menjadi motor listrik yang lebih mahal sehingga akan lebih jarang untuk digunakan. *Separately Excited Motor DC* ini umumnya digunakan di laboratorium untuk suatu penelitian dan peralatan-peralatan khusus. (Firmansyah dkk., 2019).

b. *Motor DC Sumber Daya Sendiri (Self Excited DC Motor)*

Motor DC sumber daya sendiri atau *self excited*, merupakan sebuah jenis motor DC yang memiliki sumber arus medannya yang disuplai dari sumber yang sama dengan kumparan motor listrik sehingga motor listrik DC ini disebut motor DC sumber daya sendiri *self excited*. (Saleh & Bahariawan, 2018)

Pada Motor DC jenis Sumber Daya Sendiri atau *Self Excited Motor DC* ini, kumparan medan atau *field winding* dihubungkan dengan seri, paralel ataupun kombinasi seri-paralel dengan kumparan angker atau *armature winding*. Motor DC Sumber Daya Sendiri ini terbagi lagi menjadi 3 jenis Motor DC yaitu Shunt DC Motor, Series DC Motor dan Compound DC Motor (Firmansyah dkk., 2019).

- *Motor DC tipe Shunt (Shunt DC Motor)*

Pada motor DC shunt, gulungan medan disambungkan dengan gulungan motor listrik secara paralel. Dengan hal itu arus dalam jalur adalah penjumlahan antara arus medan dan arus dinamo. (Saleh & Bahariawan, 2018)

Motor DC tipe Shunt adalah sebuah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan dengan kumparan angker atau *armature winding* secara paralel. Motor DC tipe Shunt ini merupakan sebuah tipe Motor DC yang sering digunakan, karena Motor DC Shunt ini memiliki kecepatan yang hampir konstan walaupun terjadi perubahan beban. Total arus listrik di motor ini merupakan penjumlahan dari arus yang melalui kumparan medan dan arus yang melalui kumparan angker. Kecepatannya dapat dikendalikan dengan memasang sebuah resistor secara seri dengan kumparan medan ataupun dengan kumparan angker. Jika resistor dipasangkan pada kumparan medan secara seri maka kecepatannya akan berkurang,

sedangkan apabila resistor tersebut dipasangkan pada kumparan angker secara seri maka kecepatannya akan bertambah (Firmansyah dkk., 2019).

- *Motor DC tipe Seri (Series DC Motor)*

Pada motor DC seri, gulungan medan yang dihubungkan pada gulungan kumparan motor secara seri. Oleh karena itu arus medan yang di hasilkan sama dengan arus dinamo. (Saleh & Bahariawan, 2018)

Motor DC tipe Seri atau *Series DC Motor* ini adalah Motor DC yang kumparan medannya akan dihubungkan kumparan angker atau *armature winding* secara seri. Dengan hubungan seri itu, arus listrik pada kumparan medan sama dengan arus listrik pada kumparan angker. Pada Motor DC tipe seri ini kecepatan akan berkurang seiring dengan penambahan beban yang diberikan. Karakter kecepatan dari Motor DC tipe Seri ini adalah kecepatan dibatasi pada 5000 RPM. Motor DC ini tidak boleh digunakan tanpa ada sebuah beban yang terpasang karena akan berputar sangat cepat tanpa bisa dikendalikan. (Firmansyah dkk., 2019)

- *Motor DC tipe Gabungan (Compound DC Motor)*

Motor DC tipe gabungan merupakan kombinasi antara motor seri dan shunt. Pada motor ini, gulungan medan dihubungkan pada gulungan motor listrik secara seri dan parallel. Sehingga motor kompon memiliki torsi penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang lebih stabil. (Saleh & Bahariawan, 2018)

Motor DC tipe Gabungan atau Compound DC Motor adalah gabungan motor DC tipe shunt atau Shunt DC Motor dan motor DC tipe Seri atau Series DC Motor. Pada Motor DC tipe Gabungan, Terdapat dua Kumparan Medan atau Field Winding yang keduanya dihubungkan pada Kumparan Angker atau Armature Winding secara paralel dan Seri. Dengan gabungan hubungan tersebut, Motor DC jenis gabungan ini mempunyai karakteristik seperti Series DC Motor yang memiliki torsi awal yang lebih tinggi dan karakteristik Shunt DC Motor berkecepatan yang hampir konstan. Motor DC tipe Gabungan atau Compound DC Motor ini dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu Long Shunt Compound DC Motor yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angkernya saja dan Short Shunt Compound DC Motor yang kumparan medannya secara paralel dengan kombinasi kumparan medan seri dan kumparan angker (Firmansyah dkk., 2019).

2.3.3 Prinsip Kerja Motor DC

Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi, dimana proses perubahan energi pada motor arus searah dapat digambarkan pada gambar 2.6. (Setiawan, 2017)

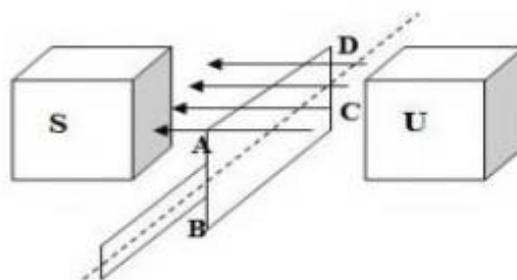


Gambar 3 Proses Konversi Energi pada Motor DC

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum, yaitu :

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / *torque* untuk memutar kumparan.

Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan. (Fadil, 2014)



Gambar 4 Prinsip Kerja Motor DC

Kumparan ABCD terletak dalam medan magnet serba sama dengan kedudukan sisi aktif AD dan CB yang terletak tepat lurus arah fluks magnet. Sedangkan sisi AB dan DC ditahan pada bagian tengahnya, sehingga apabila sisi AD dan CB berputar karena adanya gaya lorentz, maka kumparan ABCD akan berputar.

Hasil perkalian gaya dengan jarak pada suatu titik tertentu disebut momen, sisi aktif AD dan CB akan berputar pada porosnya karena pengaruh momen putar (T). Setiap sisi kumparan aktif AD dan CB pada gambar diatas akan mengalami momen putar sebesar :

$$T = F.r \quad (2)$$

Dimana :

T = momen putar (Nm)

F = gaya tolak (newton)

r = jarak sisi kumparan pada sumbu putar (meter)

Pada daerah dibawah kutub-kutub magnet besarnya momen putar tetap karena besarnya gaya lorentz. Hal ini berarti bahwa kedudukan garis netral sisi kumparan akan berhenti berputar. Supaya motor dapat berputar terus dengan baik, maka perlu ditambah jumlah kumparan yang digunakan. Kumparan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga momen putar yang dialami sisi kumparan akan saling membantu dan menghasilkan putaran yang baik. Dengan pertimbangan teknis, maka kumparan-kumparan yang berputar tersebut dililitkan pada suatu alat yang disebut jangkar, sehingga lilitan kumparan disebut lilitan jangkar. (Simanjuntak, 2017)

Dengan mengingat hukum kekekalan energi, proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik dapat dinyatakan sebagai berikut:

Energi listrik sebagai input = Energi mekanik sebagai output + energi yang diubah menjadi panas + Energi yang tersimpan dalam medan magnet.

$$\mathbf{F} = \mathbf{B.i.l} \quad (3)$$

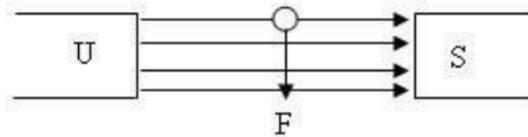
Arah gaya ini ditentukan oleh aturan tangan kiri, dengan ibu jari, jari telunjuk, dan jari tengah saling tegak lurus menunjukkan masing – masing arah. Persamaan di atas merupakan prinsip dari motor arus searah, dimana terjadi proses perubahan energi listrik menjadi energi mekanik. Bila jari-jari rotor adalah r, maka torsi yang akan dibangkitkan adalah :

$$T = F.r = B.i.l.r \quad (4)$$

Dimana,

l = Panjang penghantar

r = Jari-jari rotor



Gambar 5 Arah Gaya pada Motor DC

Pada saat gaya F dibangkitkan, konduktor bergerak didalam medan magnet dan akan menimbulkan gaya gerak listrik (GGL) yang merupakan reaksi (lawan) terhadap tegangan penyebabnya. Agar proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik (motor) dapat berlangsung, tegangan sumber harus lebih besar dari gaya gerak listrik lawan. Torsi memutar rotor bila yang terbangkit telah memiliki torsi lawan dari motor dan beban. Rumus kecepatan putar (n), yaitu :

$$n = \frac{V_t - I_a R_a}{k \cdot \phi} \quad (5)$$

Keterangan,

n = Putaran (RPM)

V_t = Tegangan jangkar (V)

I_a = Arus Jangkar (A)

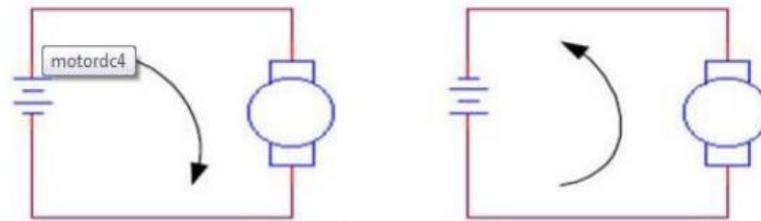
R_a = Tahanan Jangkar

k = Konstanta

ϕ = Fluks/kutub

Dari persamaan tersebut, dapat dilihat bahwa kecepatan putaran (n) motor DC dapat diatur dengan mengubah-ubah besarnya V_t (tegangan jangkar), R_a (Tahanan Jangkar), dan ϕ (fluks magnet). Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor digunakan untuk arah yang searah dengan jarum jam maupun sebaliknya. Untuk mengubah putaran dari sebuah motor dapat dilakukan dengan mengubah arah arus yang mengalir melalui motor tersebut. Secara sederhana seperti yang ada pada

gambar 2.4, hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah polaritas tegangan motor. (Setiawan, 2017)



Gambar 6 Dasar Pengaturan Arah Putar Motor DC

2.4 Visual Basic

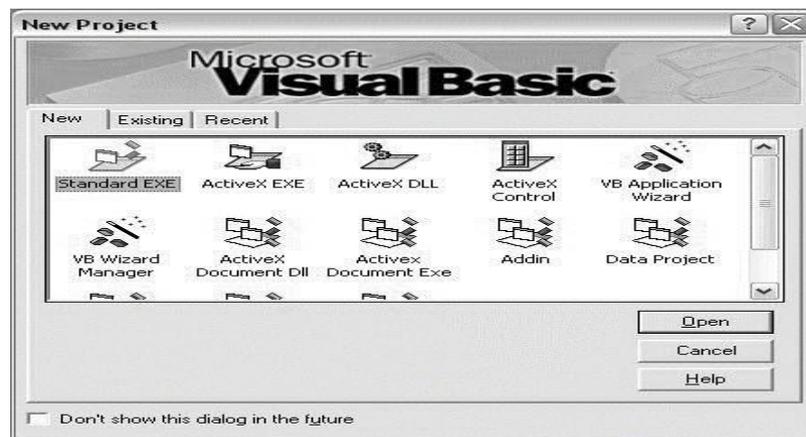
Visual basic adalah bahasa pemrograman *event-driven* generasi ketiga dan *Integrated Development Enviroment* (IDE) dari Microsoft yang mulai diperkenalkan pada tahun 1991. Dilihat dari sejarahnya, Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman legendaris karena sudah dikembangkan sejak lamadan masih bertahan hingga hari ini.

Visual Basic merupakan pengembangan dari Basic yang dibuat sebagai bahasa pemrograman yang mudah dipelajari dan digunakan. Visual Basic memungkinkan proses *Rapid Application Development* (RAD) dari aplikasi antar muka, mengakses data base, dan membuat kontrol dan objek. Visual Basic dapat dikembangkan menggunakan salah satu software pemrograman Microsoft yang diberi nama Visual Studio.

Visual Basic 6.0 adalah salah satu aplikasi pemrograman *under Windows* yang berbasis pada *visual* atau grafis. Aplikasi ini dikeluarkan oleh *Microsoft Cooperation* yang juga pemilik dari sistem operasi *Microsoft Windows*.

Pada awalnya BASIC (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*) adalah bahasa pemrograman yang merupakan awal dari bahasa pemrograman tingkat tinggi sesudahnya, yang berbasis DOS (*Diskette Operating system*). BASIC memiliki struktur bahasa yang sulit dan memiliki tampilan yang tidak menarik, dengan kemajuan teknologi maka diperlukan suatu aplikasi pemrograman yang bukan hanya cepat tapi juga menarik dan *user friendly* atau mudah digunakan. Maka *Microsoft* mengembangkan *Visual Basic* sebagai salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi berdasarkan dari bahasa pemrograman BASIC (Enterprise, 2017).

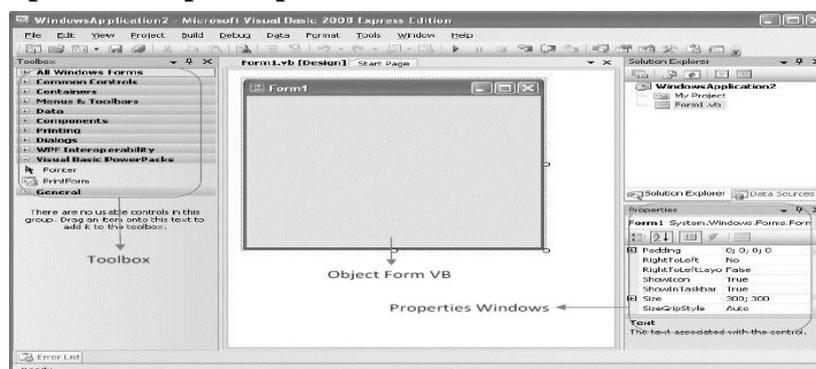
Visual Basic menggunakan pendekatan *Visual* untuk merancang *user interface* dalam bentuk *form*, sedangkan untuk *Codingnya* menggunakan dialek bahasa *Basic* yang cenderung mudah dipelajari. *Visual Basic* telah menjadi *tools* yang terkenal bagi para pemula maupun para *developer* dalam pengembangan aplikasi skala kecil sampai ke skala besar *Visual Basic*.



Gambar 7 Tampilan New Project Visual Basic

Microsoft Visual Basic adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat aplikasi *Windows* yang berbasis grafis. *Visual Basic* merupakan *event driven programming* (pemrograman terkendali kejadian) artinya program menunggu sampai adanya respon dari pemakai berupa *event/kejadian* tertentu (tombol diklik, menu dipilih, dan lain-lain). Selain itu program ini juga bisa diaplikasikan dengan program yang lain seperti *Microsoft access*, *Macromedia flash*, *Microsoft word*, *Power point*, dan aplikasi-aplikasi yang lain (Fahrudin, 2008).

2.4.1 Komponen-komponen pada Visual Basic



Gambar 8 Lembaran Umum Visual Basic

1. Aplikasi-aplikasi dalam *visual basic* sebagai berikut :
 - a. *Form Form*

Form Form adalah *windows* atau jendela di mana akan dibuat *user interface/tampilan*. Pada bagian ini biasanya berisi tentang *field-field* yang dibuat sebagai tempat pemasukan data.
 - b. Kontrol (*Control*)

Kontrol adalah tampilan berbasis grafis yang dimasukkan pada *form* untuk membuat interaksi dengan pemakai. Contoh: *text box, label, command* dan lainnya.
 - c. Properti (*Properties*)

Properti adalah nilai/karakteristik yang dimiliki oleh sebuah objek Visual Basic. Contoh: *name, size, caption, text*, dan lain-lain.
 - d. Metode (*Methods*)

Metode adalah serangkaian perintah yang sudah tersedia pada suatu objek yang diminta dapat diminta untuk mengerjakan tugas khusus.
 - e. Prosedur Kejadian (*Event Prosedures*)

Prosedur Kejadian adalah kode yang berhubungan dengan suatu objek. Kode ini akan dieksekusi ketika ada respon dari pemakai berupa *event* tertentu.
 - f. Prosedur Umum
Prosdur umum merupakan kode yang tak berhubungan dengan suatu objek.
 - g. Modul
Modul adalah kumpulan dari prosedur umum dan definisi konstanta yang digunakan oleh aplikasi.
2. Tampilan Layar *Visual Basic* sebagai berikut :
 - a. *Main Windows*

Main Windows terdiri dari *title bar* (baris judul), *menu bar*, dan *toolbar*. Baris judul berisi nama proyek, mode operasi *Visual Basic* sekarang, dan *form* yang aktif. *Menu bar* merupakan menu *drop-down* di mana anda dapat mengontrol operasi dalam lingkungan *Visual Basic*. *Toolbar* berisi kumpulan gambar yang mewakili perintah yang ada di menu.

b. *Form Windows*

Form Windows adalah pusat dari pengembangan aplikasi Visual Basic. Di sini tempat untuk “menggambar” aplikasinya.

c. *Project Windows*

Berguna untuk menampilkan daftar *form* dan modul proyek. Proyek merupakan kumpulan dari *modul form*, *modul class*, *modul standar*, dan *file*. Sumber yang membentuk suatu aplikasi.

d. *Toolbox*

Toolbox adalah kumpulan dari objek yang digunakan untuk membuat *user interface* serta kontrol bagi pemrogram aplikasi.

e. *Properties Windows*

Berisi daftar struktur setting *properti* yang digunakan pada sebuah objek terpilih. Kotak *drop-down* pada bagian atas jendela berisi daftar semua objek pada form yang aktif. Ada dua tab tampilan: *Alphabetic* (urut abjad) dan *Categorized* (urut berdasar kelompok). Dibawah bagian kotakterdapat properti dari objek terpilih.

f. *Form Layout Windows*

Berfungsi menampilkan posisi *form* relatif terhadap layar monito.