

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**



**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA  
PADA SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI  
LABORATORIUM KENDALI INDUSTRI JURUSAN  
ELEKTRO ITN MALANG**

**SKRIPSI**



**Disusun oleh :  
RENDY SUSILO MARDIWIROYO  
0112022**

**MARET 2007**

NUBEL 3001

0113003

KEMPA SURITO MUNDIMIBAO

Prinsipal suri :

SKYIBSI



EKEMO IIA MUGUNA

LABORATORIUM KEMPA INDUSTRI TUNGGU  
BADA BUKALAN OLONALISASI INDUSTRI DI  
PENYUNYAN DAN PENYUNYAN SISTEM SURU

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
KONVERSI TEKNIK ELEKTRISITIK  
TEKNIK TEKNIK ELEKTRISITIK 2-1  
INSTRUMEN TEKNOLOGI INDUSTRI MUGUNA

**LEMBAR PERSETUJUAN**

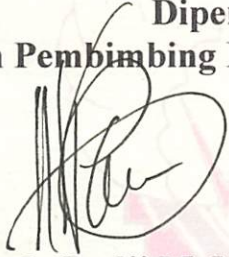
**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA  
PADA SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI  
LABORATORIUM KENDALI INDUSTRI JURUSAN  
ELEKTRO ITN MALNG**

**SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**disusun oleh :**  
**RENDY SUSILO MARDIWIRYO**  
**0112022**

**Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing I**



**Ir. Widodo Pudji M, MT**  
**NIP. Y. 102 870 0171**

**Dosen Pembimbing II**



**Irrine Budi S, ST, MT**  
**Nip. 132 314 400**

**Mengetahui,  
Jurusan Teknik Elektro**



**H. E. YUDI LIMPRAPTONO, MT**  
**NIP.Y. 103 950 0274**

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2007**

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA PADA  
SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI LABORATORIUM  
KENDALI INDUSTRI JURUSAN ELEKTRO ITN MALANG**

(Rendy Susilo M., Nim. 0112022, Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik

Institut Teknologi Nasional Malang)

(Dosen Pembimbing I, Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Dosen Pembimbing II, Irrine Budi S, ST, MT.)

**ABSTRAK**

Merencanakan Sistem *Supervisory Control And Data Aquisition* (SCADA) pada simulator otomatisasi industri dengan menggunakan perangkat lunak LabView V7.1, yang digunakan untuk mengendalikan plant secara otomatis melalui *Personal Computer* (PC).

Menghitung waktu eksekusi dari setiap station yaitu station sorting warna, station sorting diameter, station perakitan, station reject, station pengepakan dan station random, dimana total waktu eksekusi adalah 2036,6  $\mu$ s.

***Kata kunci:*** SCADA (*Sistem Supervisory Control And Data Aquisition*), LabView V7.1, Waktu Eksekusi.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena oleh anugrah-Nya, penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini dibuat untuk melengkapi ujian sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1 , konsentrasi Teknik Energi Listrik pada Institut Teknologi Nasional Malang ( ITN Malang ).Penulisan tugas akhir ini berjudul “ Perencanaan dan Pembuatan Sistem SCADA Pada Simulator Otomatisasi Industri Di Laboratorium Kendali Industri Jurusan Elektro ITN Malang”.

Dengan selesainya tugas akhir ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. **Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE**, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. **Ir. Mochtar Asroni, MSME**, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. **Bapak Ir.FX Yudi Limpraptono,MT**, selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. **Bapak Ir.Widodo Pudji M, MT**, selaku Dosen Pembimbing I dan Kasie Laboratorium Kendali Indutri ITN Malang.
5. **Ibu Irrine Budi S, ST, MT** selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kedua orang tuaku yang selalu mendukung aku.
7. Rekan – rekan di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, karena itu masukan-masukannya akan penyusun nantikan untuk penyempurnaan selanjutnya.

Malang, Maret 2007

**Rendy Susilo M.**

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metodologi Pembahasan .....	4
1.6. Sistematika Pembahasan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Sistem SCADA .....	7
2.1.1. Akusisi Data .....	8
2.1.2. Konversi Data .....	10
2.1.3. Data Processing .....	10
2.1.4. Supervisi Perintah Kendali ( <i>Supervisory Control</i> ) ..	11
2.1.5. Remote Terminal Unit .....	14
2.2. Sekilas Tentang LabVIEW .....	18
2.2.1. Mengenal Virtual Instrument .....	19
2.2.1.1. Front Panel .....	20
2.2.1.2. Block Diagram .....	21
2.2.1.3. Icon dan Connector Panel .....	23
2.2.2. Lingkungan Lab VIEW .....	24

2.3. Resistor .....	27
---------------------	----

### **BAB III DESAIN DAN PEMBUATAN SIMULASI ALAT DENGAN MENGGUNAKAN LABVIEW**

3.1. Perancangan Perangkat Lunak .....	31
3.1.1. Labjack .....	32
3.1.2. Programmable Logic Controller (PLC) .....	33
3.1.3. Prinsip Kerja Plant .....	34
3.1.4. Fungsi dan Tujuan SCADA pada Plant .....	35
3.2. Perencanaan Simulasi dengan menggunakan LabVIEW ....	36
3.2.1. Menu Utama .....	37
3.2.2. Station Sorting Warna .....	38
3.2.3. Station Sorting Diameter .....	39
3.2.4. Station Perakitan .....	40
3.2.5. Station Reject .....	41
3.2.6. Station Pengemasan .....	42
3.2.7. Station Random .....	43
3.3. Flowchart Plant .....	44
3.4. Flowchart Program .....	47
3.5. Analisa Data Hasil Percobaan .....	26

### **BAB IV PENGUJIAN SIMULASI SECARA KESELURUHAN**

4.1. Rangkaian Penguat Output Labjack .....	55
4.2. Rangkaian Penurun Tegangan .....	56
4.3. Pengujian Menu Utama .....	58
4.4. Pengujian Station Sorting Warna .....	66
4.5. Pengujian Sorting Diameter .....	68
4.6. Pengujian Station Perakitan .....	70
4.7. Pengujian Station Reject .....	72
4.8. Pengujian Station Pengemasan .....	74
4.9. Pengujian Station random .....	76
4.10. Waktu Eksekusi .....	78



**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	80
5.2. Saran – saran .....	81

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem SCADA .....	7
Gambar 2.2	Model Generasi Pertama SCADA .....	16
Gambar 2.3	Model Generasi Kedua SCADA .....	16
Gambar 2.4	Model Generasi Ketiga SCADA .....	17
Gambar 2.5	Front Panel .....	20
Gambar 2.6	Block Diagram .....	21
Gambar 2.7	Terminal .....	22
Gambar 2.8	Control Palette .....	25
Gambar 2.9	Function Palette .....	25
Gambar 2.10	Loop and Case .....	26
Gambar 2.11	Gambar Komponen dari Resistor .....	29
Gambar 3.1	Block Diagram .....	31
Gambar 3.2	Bentuk Fisik Labjack .....	32
Gambar 3.3	Salah Satu Bentuk Fisik dari PLC .....	33
Gambar 3.4	Diagram Block Plant .....	35
Gambar 3.5	Tampilan Menu Utama .....	37
Gambar 3.6	Tampilan Station Sorting Warna .....	38
Gambar 3.7	Tampilan Station Sorting Diameter .....	39
Gambar 3.8	Tampilan Station Perakitan .....	40
Gambar 3.9	Tampilan Station Reject .....	41
Gambar 3.10	Tampilan Station Pengepakan .....	42
Gambar 3.11	Tampilan Station Random .....	43
Gambar 3.12	Blok Diagram Menu Utama .....	50
Gambar 3.13	Blok Diagram Tombol START, STOP, dan Emergency Stop.	50
Gambar 3.14	Blok Diagram Station Sorting Warna .....	51
Gambar 3.15	Blok Diagram Station Sorting Diameter .....	52
Gambar 3.16	Blok Diagram Station Perakitan .....	52
Gambar 3.17	Blok Diagram Station Reject .....	53

Gambar 3.18	Blok Diagram Station Random .....	53
Gambar 4.1	Rangkaian Penguat Output Labjack .....	55
Gambar 4.2	Gambar Sebenarnya Rangkaian Penguat Output Labjack .....	56
Gambar 4.3	Rangkaian Penurun Tegangan .....	57
Gambar 4.4	Gambar Sebenarnya Rangkaian Penurun Tegangan .....	58
Gambar 4.5	Hasil Pengujian Menu Utama .....	58
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Station Sorting Warna .....	66
Gambar 4.7	Hasil Pengujian Station Sorting Diameter .....	68
Gambar 4.8	Hasil Pengujian Station Perakitan .....	72
Gambar 4.9	Hasil Pengujian Station Reject .....	74
Gambar 4.10	Hasil Pengujian Station Pengepakan .....	76
Gambar 4.11	Hasil Pengujian Station Random .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Urutan warna Gelang dan Toleransi Hambatan pada Resistor.	30
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 1 .....	59
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 2 .....	60
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 3 .....	62
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 4 .....	61
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 5 .....	63
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 6 .....	63
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Jumlah Produk yang Diinginkan dengan Jumlah Produk Jadi .....	64
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Tampilan Station Sorting Warna .....	67
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Tampilan Station Sorting Diameter .....	69
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Tampilan Station Perakitan .....	71
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Tampilan Station Reject .....	73
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Tampilan Station Pengemasan .....	75
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Tampilan Station Random .....	77
Tabel 4.14	Hasil Waktu Eksekusi Software .....	78
Tabel 4.15	Hasil Waktu Eksekusi Plant .....	78

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Perkembangan teknologi khususnya dibidang industri dewasa ini telah membawa perubahan dan kemajuan bagi peradaban kehidupan umat manusia, dimana perkembangan teknologi tersebut telah mendorong manusia untuk membuat inovasi baru. Salah satu perkembangan teknologi yang bisa kita temukan dibidang industri. Perkembangan teknologi industri yang berkembang saat ini adalah peralatan yang mampu beroperasi secara otomatis dengan kinerja yang maksimal.

Dari permasalahan diatas, kami merencanakan pembuatan suatu sistem yang dapat merakit suatu produk secara sempurna dalam waktu yang singkat. Dalam perencanaannya, sistem ini akan beroperasi atau bekerja secara otomatis sesuai dengan produk yang diinginkan. Sistem ini nantinya akan dilengkapi dengan berbagai sub sistem yang sangat berperan dalam menjamin kualitas produk. Alat ini memiliki beberapa station yaitu station sorting warna, station sorting diameter, station perakitan, station pembuangan (reject), station pengepakan, dan station random.

Pada saat starting awal obyek yang berupa ring yang memiliki tiga macam ukuran dan tiga macam warna diseleksi oleh station sorting warna untuk menentukan warna yang diinginkan, kemudian dilanjutkan oleh station

sorting diameter untuk menentukan ukuran ring sehingga sesuai dengan tempat yang disediakan. Kemudian ring-ring yang telah melalui dua proses diatas melalui proses perakitan di station perakitan sehingga membentuk sebuah barang jadi atau produk, selanjutnya produk tersebut diseleksi di station reject untuk mengetahui apakah urutan warna telah sesuai dengan yang kita inginkan, apabila produk telah sesuai maka dilanjutkan ke station berikutnya yaitu station pengepakan. Di station ini terdapat lengan robot yang berfungsi untuk mengambil produk yang tidak sesuai atau gagal untuk dilanjutkan ke station yang terakhir yaitu station random. Station ini berfungsi untuk mengacak kembali produk yang telah jadi agar bisa kembali ke proses awal.

Ke enam station diatas akan dipantau dengan satu sistem SCADA. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) pada sistem ini mempunyai fungsi menampilkan proses di semua station dalam bentuk animasi yang dapat ditampilkan di PC (Personal Computer), melakukan proses pemilihan model produk sesuai dengan yang kita inginkan, mengakuisisi data untuk proses penghitungan dalam menentukan apakah jumlah produk yang diinginkan telah sesuai dengan jumlah produk yang sudah jadi.

Tujuan penggunaan SCADA pada plant ini adalah memudahkan operator untuk memantau dan mengontrol semua proses yang berlangsung di plant melalui PC, sehingga operator tidak perlu lagi untuk melihat langsung ke plant.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dalam hal ini yang terpenting adalah bagaimana membuat desain sebuah sistem yang dapat bekerja dengan handal pada saat normal ataupun ada gangguan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka kami mengambil judul :

**“PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA PADA  
SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI LABORATORIUM  
KENDALI INDUSTRI JURUSAN ELEKTRO ITN MALANG”**

## 1.3. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perancangan dan pembuatan SCADA adalah :

Merancang dan merealisasikan system SCADA untuk simulator otomatisasi industri baik aspek perangkat lunak maupun perangkat keras, dalam hal ini perangkat interface antara PC (Personal Computer) dengan system.

## 1.4. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penyelesaian skripsi secara maksimal, maka diperlukan pembatasan masalah yang diharapkan agar permasalahan tidak meluas dan tetap terfokus pada tujuan utama. Adapun batasan masalah pada skripsi ini adalah :

- Skripsi ini hanya membahas simulasi dari alat yang akan dibuat.
- Pembuatan simulasi ini hanya menggunakan software Lab View.
- Tidak membahas hardware secara keseluruhan dari setiap station..

### **1.5. Metodologi Pembahasan**

Adapun metodologi penulis dalam menyusun skripsi ini adalah:

#### **1. Studi literatur**

Diambil dari buku panduan dan konseptualisasi alat yang terdapat di Laboratorium Sistem Kendali Industri ITN Malang.

#### **2. Perencanaan dan pembuatan alat**

Membuat diagram blok rangkaian yang sesuai dengan rencana kerja, yang kemudian direalisasikan dengan masalah perencanaan dan pembuatan berdasarkan diagram blok rangkaian yang telah disusun.

#### **3. Studi analisa alat**

Dimaksudkan untuk melakukan analisa dan pengujian alat yang telah dirancang apakah sesuai antara fungsi dengan kerja yang diharapkan.

#### **4. Pengambilan kesimpulan**

Dilakukan setelah mendapatkan hasil dari perancangan dan pengujian alat. Jika hasil yang diperoleh telah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan saat dilakukan perancangan, berarti pembuatan alat tersebut telah dianggap selesai dan sesuai dengan harapan.



## **5. Penyusunan buku laporan**

Bertujuan untuk menyusun data laporan berpedoman pada alat yang telah selesai dibuat beserta kesimpulan dan cara kerja dari alat.

### **1.6. Sistematika Pembahasan**

Sistematika pembahasan pada skripsi ini terdiri dari lima bab, yang masing-masing bab memuat pembahasan sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Meliputi beberapa uraian tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi pembahasan dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada bab ini membahas tentang teori dasar yang berisikan teori penunjang dan pendukung sebagai dasar perancangan dan pembuatan alat yang diajukan pada skripsi ini.

#### **BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SIMULASI ALAT DENGAN MENGGUNAKAN LAB VIEW**

Pada bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan sistem yang meliputi perangkat lunak, cara kerja serta diagram skematik rangkaian.

**BAB IV : PENGUJIAN SIMULASI ALAT SECARA KESELURUHAN**

Pada bab ini membahas tentang pengujian dan pengukuran karakteristik hasil perancangan dan pembuatan simulasi dengan *Software Lab View*.

**BAB V : PENUTUP**

Berisikan tentang kesimpulan dan saran yang didapat selama perancangan dan pembuatan simulasi serta kemungkinan pengembangan maupun aplikasi-aplikasi yang dapat dilakukan pada simulasi yang telah dirancang.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



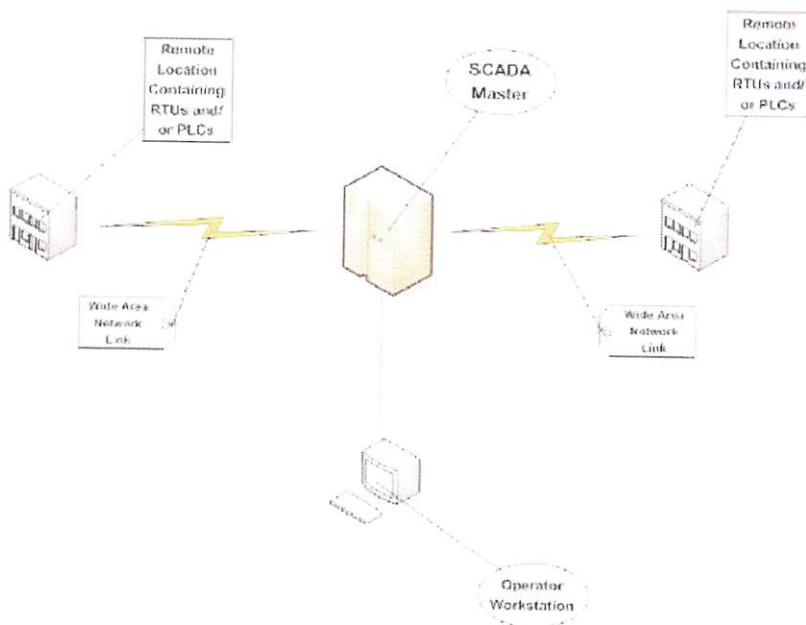
MALANG

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Sistem SCADA

Sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) yaitu sistem kendali pengawasan atau memonitoring (*Supervisory Control*) yang terpusat dari semua unit operasi atau sistem, sehingga diharapkan berjalan dalam keadaan senormal mungkin dalam jangka waktu yang lama dan sistem pengumpulan data secara terpadu dan terpusat (*Data Acquisition*) yang diperoleh dari semua informasi sistem tenaga listrik dari beberapa sensor atau *remote terminal unit* (RTU) ke pusat kendali, merubah data - data yang diterima menjadi data - data rekayasa serta menyimpannya sebagai *real time database*.



Gambar 2-1 Sistem SCADA

*Supervisory Control And Data Aquisition* (SCADA) mempunyai fungsi – fungsi utama, yaitu :

1. AKUISISI Data, yang mana merupakan proses penerimaan data dari peralatan di lapangan.
2. Konversi Data, yang mana merupakan proses konversi data – data dari lapangan ke dalam format standar.
3. Pemrosesan Data, yang mana menganalisa data yang diterima untuk di laporkan kepada operator.
4. *Supervisory Control*, yang memungkinkan operator untuk melakukan pengendalian pada peralatan – peralatan dilapangan.
5. *Tagging*, yang memungkinkan operator untuk meletakkan informasi tertentu pada peralatan tertentu. Ini adalah sebagai alat bertukar informasi sesama operator / pemakai sistem SCADA.
6. Pemrosesan *Alarm* dan *event*, yang menginformasikan kepada operator apabila ada perubahan pada sistem.

### **2.1.1. Akusisi Data**

Fungsi AKUISISI data ini akan menerima data dari peralatan – peralatan di lapangan. Fungsi ini berkomunikasi dengan komputer *front end communication*. *Telecommunication front end computer* harus dapat melakukan kumunikasi serentak dengan berbagai RTU dengan protocol yang berbeda. Terdapat beberapa jenis prosesing yang harus tersedia sebagai berikut :

- **Permintaan operator**  
Fasilitas ini akan memungkinkan operator untuk mengeluarkan atau mengendalikan peralatan komunikasi dari sistem.
- **Permintaan secara perodis**  
Sistem harus dimungkinkan untuk melakukan scan besaran – besaran analog atau data akumulator, percobaan penggantian *link* telekomunikasi, sinkronisasi waktu RTU atau informasi – informasi tentang permintaan – permintaan *scanning*.
- **Pesan – pesan pada *Telecommunication front end***  
Sistem harus bisa mengendalikan berbagai pesan yang berbeda – beda yang menunjukkan adanya ketidak sesuain (*mismatch*) antara *server SCADA* dan *database telemetry front end ( TFE )* atau kesalahan – kesalahan lainyan didalam jaringan telekomunikasi.
- **Permintaan sinkronisasi RTU**  
Sistem harus mempunyai kemampuan untuk melakukan sinkronisasi *clock* RTU dari *control center*.
- ***Communication equipment konfigurasi***  
Sistem harus mempunyai fasilitas untuk mengeluarkan perangkat komunikasi keluar dari sistem dan fasilitas untuk mengembalikan jaringan komunikasi tersebut kembali menghubungkan sistem dengan RTU.

### 2.1.2. Konversi Data

Sistem SCADA harus mempunyai fungsi konversi data untuk melaksanakan konversi data – data telemetri yang di terima dari T.F.E dan merubah data – data tersebut dalam bentuk format standar untuk di proses lebih lanjut. Tipe – tipe konversi data paling tidak harus tersedia untuk :

- Raw telemetered data

Data – data ini ( *digital status point*, harga – harga analog dan harga – harga pulsa akumulator ) diterima dari *telecommunication front end computer*.

- Pengukuran besaran – besaran analog

Bahan baku data – data analog yang diterima harus diubah menjadi data – data rekayasa dengan menggunakan translasi *linier* atau *non linier*.

- Pengukuran pulsa akumulator

Harga – harga pulsa akumulataor harus disimpan sebagai *floating point value* dalam *database*. Konversi data jenis ini berbeda dengan konversi data analog biasa sebab data – data akumulator mengandung komponen data historisis yang bukan hanya merupakan data hasil pembacaan.

### 2.1.3. Data Processing

Data Processing adalah analisa data yang telah dirubah dalam bentuk format standar tentang harga – harga batasnya. Data – data hasil

pemrosesan akan dilengkapi dengan berbagai atribut yang tergantung dari hasil check – check yang dilakukan, atribut – atribut ini akan menentukan proses atau perhitungan yang lebih lanjut yang diperlukan.

Beberapa sumber data SCADA sebagai berikut :

- Data – data telemetri.
- Data – data hasil perhitungan.
- Data – data manual.
- Data – data yang diperoleh dari *host external*.

Bila sumber normal tidak tersedia maka data – data tersebut dapat diperoleh dari dua sumber, sebagai berikut :

- Data – data yang dimasukkan secara normal.
- Data – data hasil perhitungan – perhitungan *estimator*.

#### 2.1.4. Supervisi Perintah Kendali ( *Supervisory control* )

Pada umumnya pengendalian sistem tenaga listrik jarak jauh terdiri atas tiga macam pengendalian sebagai berikut :

- a. Pengendalian buka – tutup perangkat pemutus daya, pemisah dan atau pengendalian start / stop generator
- b. Pengendalian perangkat regulator seperti menaikkan dan menurunkan posisi *tap charger*, pengaturan set point.
- c. Pengendalian yang dilakukan secara otomatis untuk keseragaman dan pengendalian perintah berurutan, missal merubah utilitas



keseluruhan konfigurasi bus – bar, memasukan atau mengeluarkan suatu *bay* ke atau dari jaringan pelayanan.

Pengendalian sistem tenaga listrik harus dilakukan dengan hati – hati dan benar, setiap kesalahan kecil dapat menimbulkan persoalan yang bisa berbahaya dan mengakhibatkan keadaan fatal. Oleh karena itu sistem pengendalian harus dirancang dengan semua pertimbangan – pertimbangan secara hati – hati terhadap semua sapek sekuriti. Yang termasuk dalam pertimbangan sekuriti disini adalah semua aspek yang diperlukan selama suatu perintah kendali di proses mulai sistem dialog dengan *man – machine interface* hingga rancangan keluaran sinyal pengendalian sampai peralatan yang di kehendaki di gardu – gardu induk.

Dialog – dialog untuk melaksanakan suatu perintah kendali biasanya dilaksanakan dengan menggunakan sebuah layar tampilan atau *video display unit*. Pertama – tama operator memilih terminal tampilan dimana perangkat yang mau dikendalikan dapat diperagakan, misalnya tampilan perangkat yang merupakan bagian atau elemen pada gambar *single line diagram* atau tampilan – tampilan lainnya. Perangkat yang mau dikendalikan pada gambar *single line diagram* tersebut disorot, kemudian diikuti dengan melakukan pemilihan jenis kendali yang mau dilaksanakan terhadap perangkat tersebut.

Tanggapan sistem terhadap permintaan tersebut akan dilakukan dengan mengadakan pemeriksaan apakah permintaan tersebut dapat dilakukan dari terminal yang dipilih. Permintaan operator tersebut

kemudian akan dievaluasi dengan teliti mengenai validasinya terhadap parameter – parameter maupun referensi – referensi yang terdapat dalam sistem *database* dan terhadap status perangkat saat ini. Untuk lebih amannya maka disamping pengecekan *database* diatas sering pula dilakukan pengendalian dengan skema *select before operate* dimana perintah pilihan pengendalian dikirimkan ke perangkat control di gardu induk dimana dapat dilakukan pemeriksaan akhir yang hasilnya dikonfirmasi ke *control center* sebelum pada akhirnya perintah kendali yang sesungguhnya diteruskan ke perangkat yang dituju.

Setelah mendapat konfirmasi yang dapat dilihat oleh operator dengan informasi spesifik tertentu misalnya dari perubahan warna perangkat yang mau dikendali, maka operator dapat meneruskan pekerjaannya untuk meneruskan perintah kendali tutup atau buka melalui perangkat *remote terminal unit* gardu induk sampai perangkat yang ingin dikendalikan. Semua informasi mengenai perubahan status perangkat yang dikendali akan diperagakan pada daftar *event* yang terjadi dimana dicatat waktu terjadinya perubahan, fungsi perubahan dan identifikasi lainnya. Dalam rancangan proses pengendalian diatas selalu diperlukan peluang dan fasilitas untuk memungkinkan operator dapat membatalkan perintah kendali sesuai dengan kendala yang mungkin dihadapi dengan perintah *cancel*.

Proses penendalian diatas dibuat dengan memperhatikan waktu dengan pengertian suatu perintah yang belum berhasil dalam waktu yang

ditentukan akan secara otomatis dibatalkan dengan memperagakan pesan *time out*.

#### 2.1.5. Remote Terminal Unit

*Remote terminal unit* adalah salah satu komponen dari suatu sistem pengendalian tenaga listrik yang merupakan perangkat elektronik yang dapat diklasifikasikan sebagai perangkat pintar. Biasanya ditempatkan di gardu – gardu induk maupun pusat – pusat pembangkit sebagai perangkat yang diperlukan oleh *control center* untuk mengAKUISISI data – data rangkaian proses untuk melakukan *remote control*, teleindeksi dan telemetering. Perangkat ini merupakan alat pendengar, melihat dan sebagai tangan dari pusat pengendalian. Ukurannya dapat terdiri dari suatu sistem dengan jumlah masukan – keluaran yang sangat kecil hingga ke sistem dengan ukuran yang besar yang dapat dilengkapi dengan perangkat lunak mulai dari yang paling sederhana hingga ke sistem perangkat lunak yang kompleks.

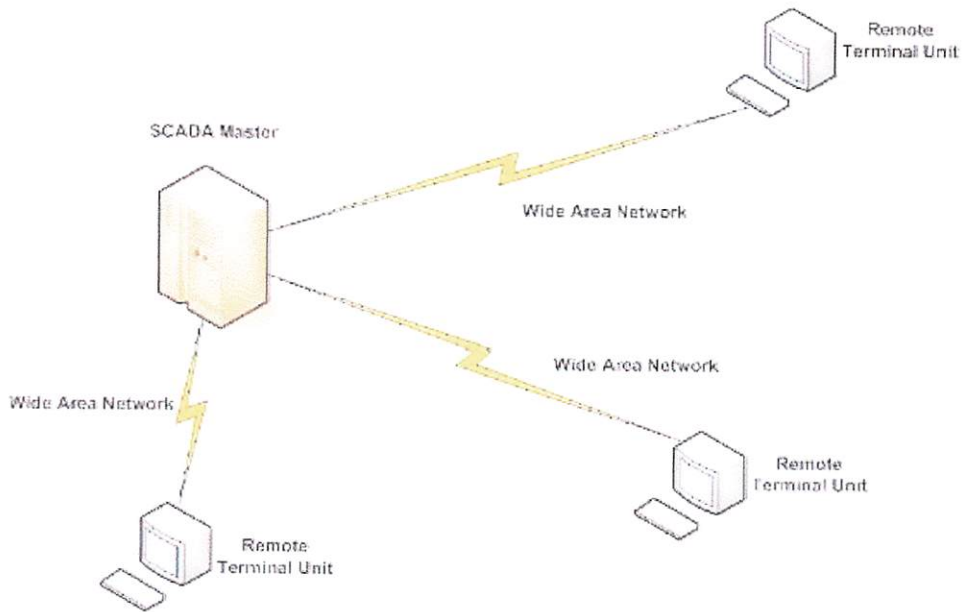
Karena merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem pengendalian maka RTU ini harus mempunyai tingkat keandalan dan ketepatan ( akurasi ) yang tinggi, yang tidak boleh terpengaruh oleh gangguan – gangguan, misalnya noise, guncangan tegangan catu, dsb.

Pada prinsipnya RTU mempunyai fungsi – fungsi dasar sebagai berikut :

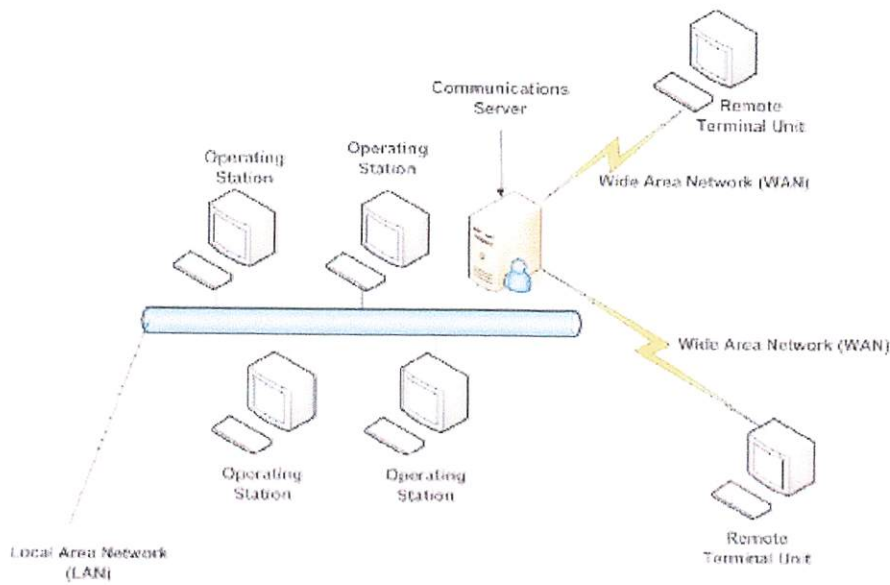
- a. MengAKUISISI data – data analog maupun sinyal – sinyal indikasi.

- b. Melakukan control buka / tutup kontak, naik / turun setting atau fungsi – fungsi set point lainnya.
- c. Meneruskan hasil – hasil pengukuran ( daya aktif, daya reaktif, frekuensi, arus, tegangan ) dan sebagainya ke pusat pengendalian.
- d. Melakukan komunikasi dengan pusat pengendalian ( *control center* ).

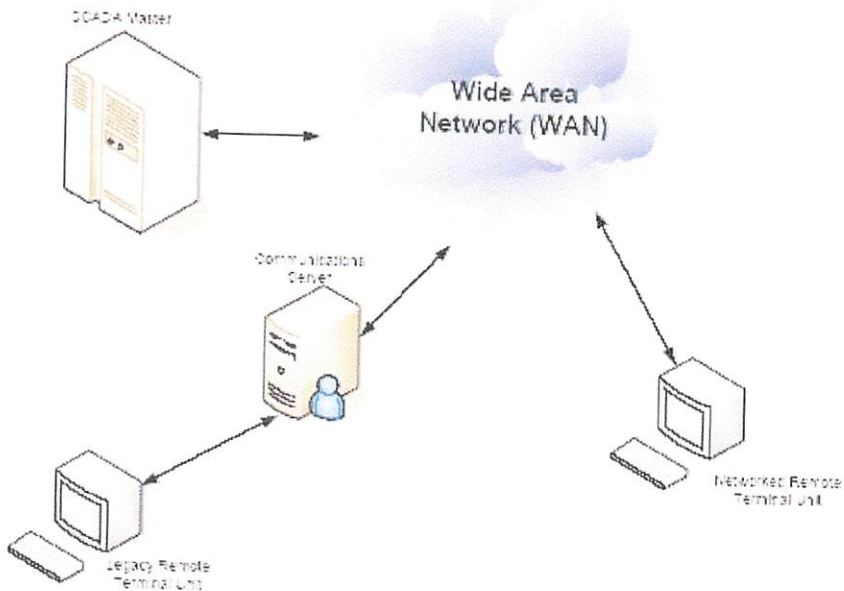
Tergantung dari pabrik pembuat maka dalam praktek terdapat berbagai cara yang dapat ditempuh dalam merancang suatu *remote terminal unit*. Terdapat suatu sistem yang hanya terdiri dari beberapa modul input – output yang kadang disatukan dengan prosesornya dalam satu modul terpadu yang disebut mikro – kontroler. Namun terdapat juga *remote terminal unit* yang terbentuk dari unit – unit prosesor yang saling terhubung satu sama lainnya dengan menggunakan sistem berorientasi bus. Sistem ini pada umumnya terdiri dari beberapa komponen perangkat keras seperti *central processing unit*, memori, perangkat antar muka input – output ( I / O ), perangkat antar muka telekomunikasi dan perangkat catu daya.



**Gambar 2-2** Model Generasi Pertama SCADA



**Gambar 2-3** Model Generasi Kedua SCADA



**Gambar 2-4** Model Generasi Ketiga SCADA

Dalam perencanaan dan pembuatan simulator otomatisasi industri ini, sistem SCADA digunakan untuk mengatur semua kendali yang ada pada simulator otomatisasi industri serta mengumpulkan data – data yang dikirim dari sensor – sensor yang dipasang pada setiap station maupun dari PLC. Dengan demikian mempermudah dalam mengakumulasi semua data yang diperoleh untuk di analisa, serta memusatkan semua kendali dalam satu layar monitor guna mempermudah dalam mengoperasikan semua bagian station dalam simulator otomatisasi industri.

## 2.2. Sekilas Tentang LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah bahasa pemrograman grafis, LabVIEW tidak menggunakan teks untuk membuat suatu aplikasi melainkan dengan icon-icon yang telah disediakan. Ada perbedaan dari pemrograman teks, dimana pada pemrograman teks instruksi yang menentukan eksekusi program, sedangkan LabView menggunakan pemrograman aliran data, dimana aliran dari data yang menentukan eksekusi.

Dengan LabVIEW, kita dapat membuat user interface dengan menggunakan tools dan object tertentu. User interface dinamakan front panel. Kita dapat memberikan kode dengan menggunakan grafis yang mewakili fungsi untuk mengatur object pada front panel. Block diagram berisi kode tersebut. Dengan begitu block diagram dapat menyerupai sebuah flowchart.

Pemrograman LabVIEW ini sebenarnya ditujukan untuk memudahkan pembuatan program, khususnya di bidang instrumentasi dan kendali. Hal ini karena didalam LabVIEW disediakan tools-tools untuk memudahkan akses ke hardware.

Untuk mendapatkan software LabVIEW ini, kita dapat mendownload langsung atau merequest CD-nya dari versi yang terbaru di [ni.com](http://ni.com).

### 2.2.1. Mengenal Virtual Instrument

Program pada LabVIEW disebut dengan virtual instrument atau vi. Hal ini dikarenakan tampilannya menyerupai alat instrument, seperti osiloskop dan multimeter. setiap VI menggunakan fungsi untuk memanipulasi masukan dari user interface atau sumber lainnya dan menampilkan informasi atau memindahkannya ke file lain atau computer lain.

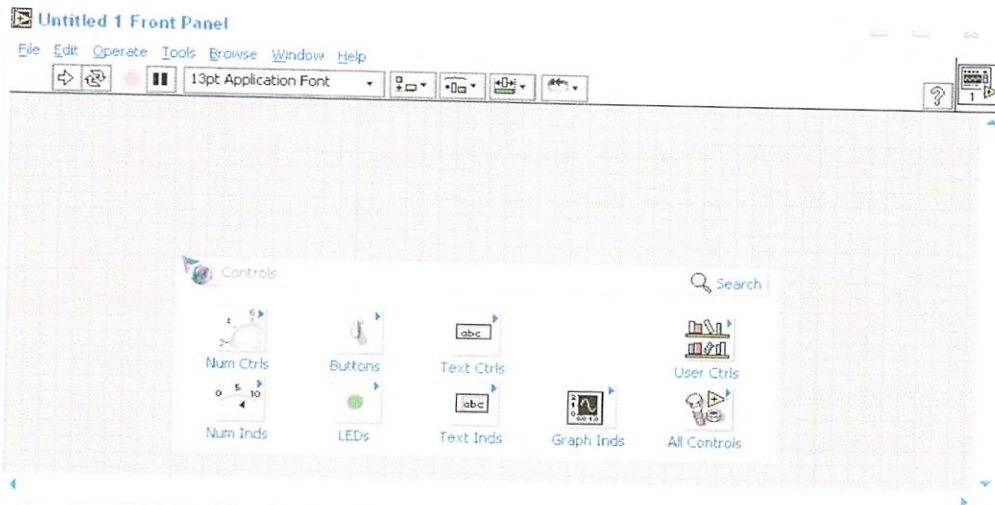
Sebuah VI mengandung tiga buah komponen berikut:

- Front Panel : berfungsi sebagai user interface
- Block Diagram : berisi source code berbentuk grafis yang mendefinisikan fungsi-fungsi dari VI.
- Icon dan Connector Panel : Mengidentifikasi VI jadi kita dapat menggunakan VI pada VI lainnya. Sebuah VI pada VI lainnya disebut sub VI. Sebuah sub VI sama dengan subroutine pada bahasa pemrograman berbasis teks.



### 2.2.1.1. Front Panel

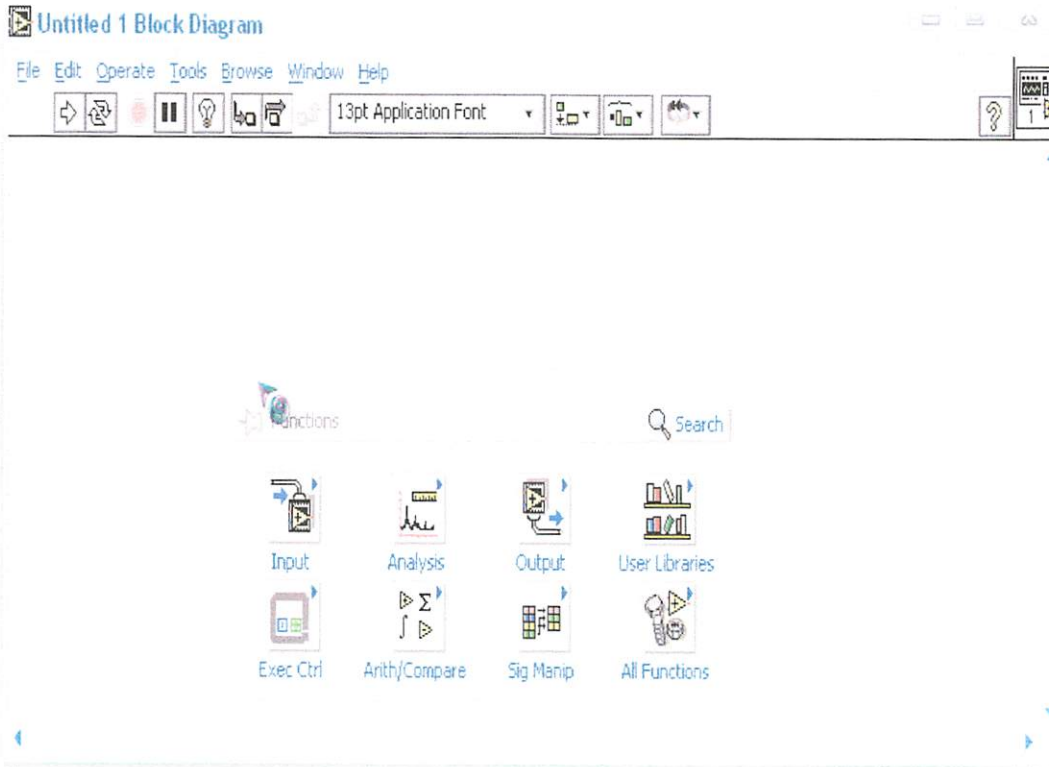
Front panel merupakan user interface dari VI. Gambar 2.5 merupakan contoh dari sebuah front panel.



**Gambar 2-5** Front Panel

Kita membuat front panel dengan kontrol dan indicator, yang masing-masing mempengaruhi terminal input dan output. Kontrol dapat berupa knob, tombol, dial dan beberapa perangkat masukan. Indicator dapat berupa grafik, LED dan beberapa display lainnya. Kontrol mensimulasikan perangkat masukan suatu instrument dan pemberi data untuk block diagram dari VI. Indicator mensimulasikan perangkat keluaran suatu instrument dan penamil perolehan atau hasil datanya.

### 2.2.1.2. Block Diagram

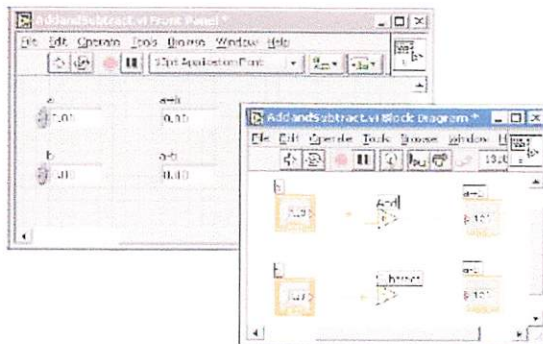


**Gambar 2-6** Block Diagram

Setelah membuat front panel, kita menambahkan kodenya dengan gambaran grafis dari fungsi-fungsi untuk mengontrol objek pada front panel. Block diagram berisi source kode grafis. objek pada front panel terlihat sebagai terminal pada block diagram.. kita tidak dapat menghapus terminal dari block diagram. Terminal tidak akan terlihat jika kita telah menghapus objeknya dari front panel. VI pada gambar 2-6 menunjukkan beberapa block diagram, object-terminal, fungsi dan wire (kabel).

### a. Terminals

Berfungsi untuk menunjukkan tipe data yang digunakan pada kontrol atau indicator. Terminal merupakan tempat keluar dan masuknya informasi antara front panel dan block diagram, data dimasukan pada kontrol di front panel (a dan b pada gambar 2-5) masuk pada block diagram melalui terminal. Data lalu masuk pada fungsi penjumlahan dan pengurangan, setelah melewati fungsi ini maka didapatkan data yang baru yang akan dialirkan ke terminal indicator.



**Gambar 2-7** Terminal

### b. Nodes

Node merupakan objek pada block diagram yang memiliki input dan atau output dan melakukan operasi ketika VI dijalankan. Ini menyerupai statemen, operator, fungsi dan subrutin pada bahasa pemrograman berbasis teks. Fungsi penjumlahan dan pengurangan pada gambar 2-6 merupakan Node.

### **c. Wires**

Wires atau kabel merupakan tempat transfer data antara objek pada block diagram. Pada gambar 2.2, wires menghubungkan terminal DBL kontrol dan indicator ke fungsi penjumlahan dan pengurangan. Setiap kabel mempunyai sebuah informasi data, namun kita dapat mengirimkan ke beberapa VI dan fungsi untuk dibaca datanya. Beberapa wire atau kabel dapat berbeda warna, bentuk, dan ketebalan, tergantung dari tipe datanya. Sebuah kabel yang jelek atau tidak sesuai akan terlihat sebagai garis hitam yang terputus-putus.

### **d. Structures**

Structure merupakan gambaran grafis dari statemen loop (pengulangan) dan case (keadaan) pada bahasa pemrograman berbasis teks. Structure digunakan pada block diagram untuk mengulang suatu blok dari kode dan untuk mengeksekusi kode secara bersyarat atau sesuai perintah.

#### **2.2.1.3. Icon dan Connector Panel**

Setelah membuat front panel dan block diagram sebuah VI, buat icon dan conctor pane jadi kita dapat menggunakan VI sebagai sub VI. Setiap VI menampilkan sebuah icon di sudut kanan atas pada jendela front panel dan block diagram. sebuah icon menunjukkan gambaran grafis dari sebuah VI, icon ini dapat berupa teks, gambar atatu kombinasi dari

keduanya. Jika kita menggunakan VI sebagai sub VI maka icon ini mengidentifikasi sub VI pada block diagram.

Kita juga butuh untuk membuat connector pane, untuk menggunakan VI sebagai sub VI. Connector pane adalah sebuah kumpulan terminal yang menghubungkan kontrol dan indicator dari VI tersebut, ini serupa dengan daftar parameter pada function call di pemrograman berbasis teks. Connector pane mendefinisikan masukan dan keluaran, kita dapat menghubungkannya pada VI jadi kita dapat menggunakannya sebagai sub VI. Connector pane menerima data pada terminal masukan dan mengirimkan data ke kode block diagram hingga pada kontrol pada front panel dan hasilnya diterima pada terminal keluaran dari indicator front panel.

Kita dapat memilih beberapa bentuk connector pane yang berbeda sesuai dengan keinginan. Connector pane biasanya mempunyai sebuah terminal sebagai kontrol dan indicator pada front panel, namun kita dapat membuatnya lebih dari 28 terminal pada connector pane.

### **2.2.2. Lingkungan LabVIEW**

Gunakan pallet, tool dan menu untuk membangun front panel dan block diagram dari VI. Kita dapat mengatur kontrol dan pallet fungsi, dan kita dapat mengatur beberapa kerja dilingkungan VI.

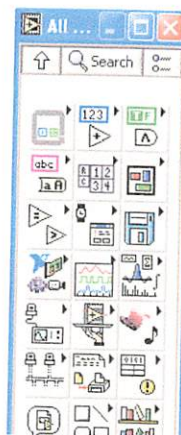
### a. Control Palette



**Gambar 2-8** Control Palette

Control palette hanya terdapat pada front panel. Pilih window»Show Control Palette atau klik kanan pada daerah kerja front panel untuk menampilkan control palette. Control palette dapat ditempatkan dimana saja pada layar

### b. Function Palette



**Gambar 2-9** Function Palette

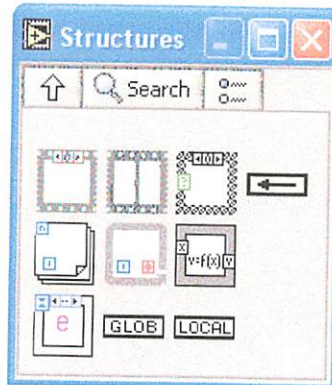
Fungsi palette hanya terdapat pada block diagram. Pilih window»Show Function Palette atau klik kanan pada daerah kerja

block diagram untuk menampilkan function palette. Function palette dapat ditempatkan dimana saja pada layar.

### c. Loop and Case

Structure merupakan penyajian grafis dari statemen loops dan case pada text programming. Structure digunakan pada block diagram untuk melakukan pengulangan blok suatu kode dan menjalankan kode pada suatu kondisi tertentu.

Untuk menggunakan structure, pilih pada menu *function>>Structures*, lalu pilih palette yang akan digunakan untuk mengendalikan proses.



Gambar 2-10 Loop and Case

- **For Loop** > Digunakan untuk menjalankan subdiagram secara berulang-ulang sampai jumlah yang ditentukan.
- **While Loop** > Digunakan untuk menjalankan subdiagram hingga menjumpai suatu kondisi yang ditentukan.

- **Case structure** > Berisikan berbagai subdiagram, dan hanya sebuah diagram yang akan dijalankan sesuai dengan masukan yang diberikan pada struktur tersebut
- **Sequence structure** > Berisikan satu atau lebih subdiagram, yang akan dijalankan pada perintah berikutnya.
- **Formula Node** > Mengerjakan operasi matematika berdasarkan nilai masukannya.
- **Event structure** > Berisikan satu atau lebih subdiagram, yang akan dijalankan sesuai dengan interaksi pengguna dengan VI.

### 2.3. Resistor

Pada umumnya resistor adalah komponen elektronika yang dapat menghambat gerak lajunya arus listrik. Resistor dapat disingkat dengan huruf “R” dengan satuan ohm. Kemampuan resistor untuk menghambat disebut juga resistansi atau hambatan listrik. Suatu resistor dikatakan memiliki hambatan 1 Ohm apabila resistor tersebut menjembatani beda tegangan sebesar 1 Volt dan arus listrik yang timbul akibat tegangan tersebut adalah sebesar 1 ampere, atau sama dengan sebanyak  $6.241506 \times 10^{18}$  elektron per detik mengalir menghadap arah yang berlawanan dari arus. Hubungan antara hambatan, tegangan, dan arus, dapat disimpulkan melalui hukum berikut ini, yang terkenal sebagai hukum Ohm:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.1)$$



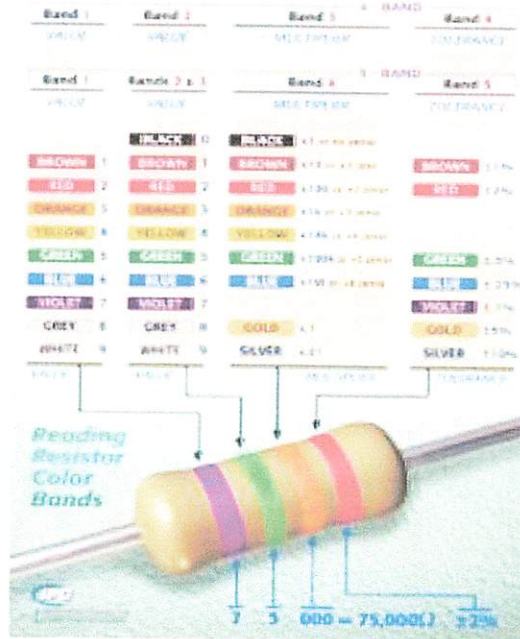
di mana  $V$  adalah beda potensial antara kedua ujung benda penghambat,  $I$  adalah besar arus yang melalui benda penghambat, dan  $R$  adalah besarnya hambatan benda penghambat tersebut.

♣ **Berdasarkan penggunaannya, resistor dapat dibagi menjadi 4:**

1. **Resistor Biasa** (tetap nilainya), ialah sebuah resistor penghambat gerak arus, yang nilainya tidak dapat berubah, jadi selalu tetap (konstan). Resistor ini biasanya dibuat dari nikelin atau karbon.
2. **Resistor Berubah** (*variable*), ialah sebuah resistor yang nilainya dapat berubah-ubah dengan jalan menggeser atau memutar *toggle* pada alat tersebut. Sehingga nilai resistor dapat kita tetapkan sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan jenis ini kita bagi menjadi dua, **Potensiometer**, rheostat dan **Trimpot** (*Trimmer Potensiometer*) yang biasanya menempel pada papan rangkaian (*Printed Circuit Board*, PCB).
3. **Resistor NTC dan PTS**, NTC (*Negative Temperature Coefficient*), ialah Resistor yang nilainya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas. Sedangkan PTS (*Positif Temperature Coefficient*), ialah Resistor yang nilainya akan bertambah besar bila temperaturnya menjadi dingin.
4. **LDR** (*Light Dependent Resistor*), ialah jenis Resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap nilai

tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil.

Berikut dapat kita lihat gambar dari komponen resistor itu sendiri :



**Gambar 2-11** Gambar Komponen dari Resistor

Pada Resistor biasanya memiliki 4 gelang warna, gelang pertama dan kedua menunjukkan angka, gelang ketiga adalah faktor kelipatan, sedangkan gelang ke empat menunjukkan toleransi hambatan.

Untuk mengetahui lebih lengkap komponen dari Resistor, maka dapat kita lihat dari urutan warna dan toleransi hambatannya pada table berikut ini :

Warna	Gelang Pertama	Gelang Kedua	Gelang Ketiga (multiplier)	Gelang ke Empat (toleransi)	Temp. Koefisien
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Coklat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Jingga	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Kuning	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Hijau	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	9	9	$\times 10^9$		
Emas			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)	
Polos				$\pm 20\%$ (M)	

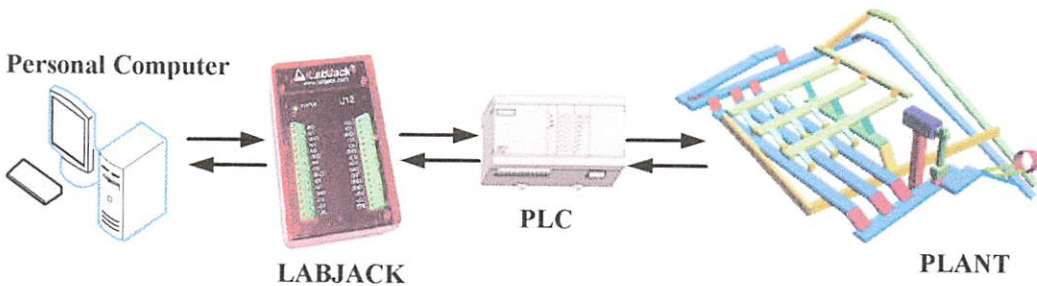
**Tabel 2-1** Urutan warna gelang dan toleransi hambatan pada Resistor

# BAB III

## DESAIN DAN PEMBUATAN SIMULASI ALAT DENGAN MENGUNAKAN LABVIEW

### 3.1 Perancangan Perangkat Lunak

Perencanaan perangkat lunak akan lebih efisien jika sebelum merencanakannya didahului dengan diagram blok yang menggambarkan prinsip kerja software yang akan direncanakan secara keseluruhan.



**Gambar 3-1** Blok Diagram

Dari Gambar 3-1 diatas dapat dijelaskan bahwa Personal Computer berfungsi sebagai media untuk simulasi dari plant yang ada, sedangkan interface dari Personal Komputer ke PLC yang berfungsi sebagai controller plant adalah LABJACK.

### 3.1.1 Labjack

Adalah jenis interface produk dari dari dan ke Personal Computer (PC) dengan komunikasi Universal Serial Bus (USB),



**Gambar 3-2** Bentuk Fisik LABJACK

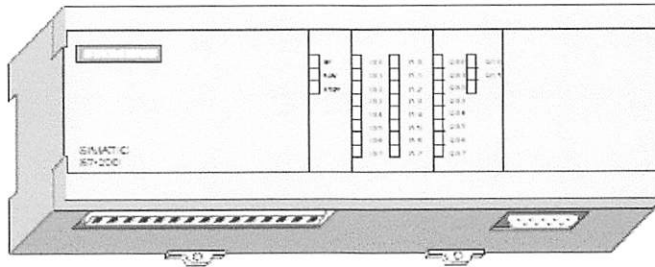
dimana pada terminalnya terdapat ;

- DB25 konektor digital Input Output
- Status LED
- 30 terminal sekrup
- 8 Single-Ended, 4 Differential 12-Bit Analog Inputs
- $\pm 10$  Volt DC Analog Input Range
- 2 Analog Outputs
- $\pm 5$  Volt DC Analog Output Range
- 20 Digital I/O (Up to 50 Hz per I/O)
- 32-Bit Counter
- USB 2.0/1.1 Low Speed Interface

Kabel USB menyediakan *power supply* dan jalur komunikasi. *Power supply* dari luar tidak diperlukan.

### 3.1.2 Programmable Logic Controller (PLC)

Secara definisi, Programmable Logic Controller ( PLC ) adalah suatu rangkaian mikrokontroller yang terdiri dari beberapa bagian, yaitu CPU, Memory, Data Register, Internal relay, Input / Output Counter dan Timer yang terintegrasi dalam satu perangkat.



**Gambar 3-3** Salah Satu Bentuk Fisik dari PLC

PLC dapat menerima data berupa sinyal analog dan digital dari komponen input device. Sinyal dari sinyal input device dapat berupa saklar-saklar, tombol-tombol tekan, peralatan pengindera dan peralatan sejenisnya.

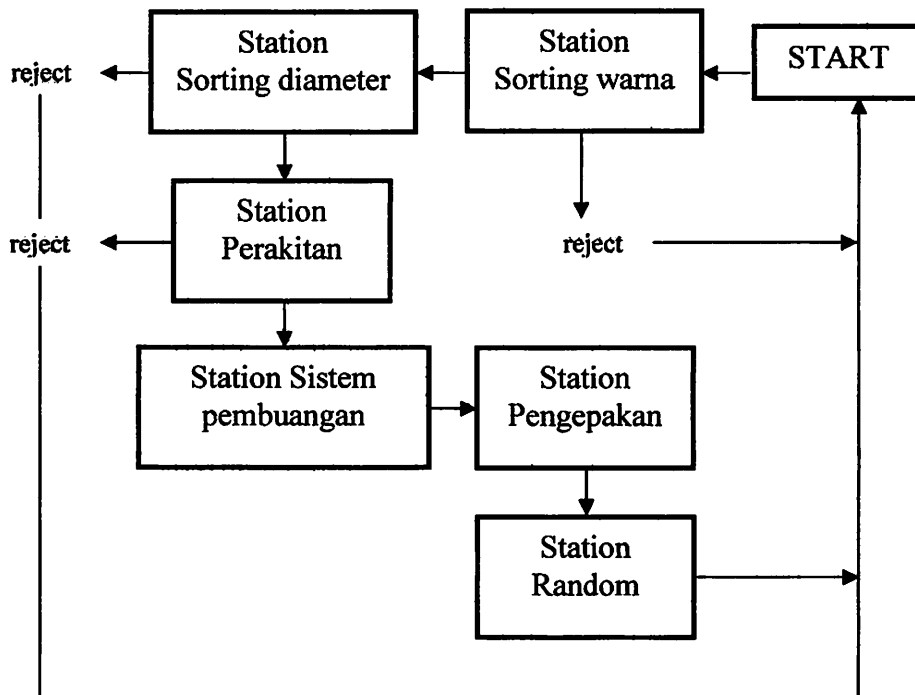
PLC juga dapat menerima sinyal analog dan input device yang berupa potensiometer, putaran motor dan peralatan sejenisnya. Sinyal analog ini oleh modul masukan dirubah menjadi sinyal digital.

Central Processing Unit (CPU) mengolah sinyal digital yang masuk sesuai dengan program yang telah dimasukkan. Selanjutnya CPU mengambil keputusan-keputusan yang berupa sinyal dengan logika High (1) dan Low (0). Sinyal keluaran ini dapat langsung dihubungkan ke peralatan yang akan dikontrol atau dengan bantuan kontraktor untuk mengaktifkan peralatan yang akan dikontrol.

### 3.1.3 Prinsip Kerja Plant

Plant ini memiliki 6 station yaitu station sorting warna, station sorting diameter, station perakitan, station pembuangan (reject), station pengepakan, dan station random.

Pada saat starting awal obyek yang berupa ring yang memiliki tiga macam ukuran dan tiga macam warna diseleksi oleh station sorting warna untuk menentukan warna yang diinginkan, kemudian dilanjutkan oleh station sorting diameter untuk menentukan ukuran ring sehingga sesuai dengan tempat yang disediakan. Kemudian ring-ring yang telah melalui dua proses diatas melakukan proses perakitan di station perakitan sehingga membentuk sebuah barang jadi atau produk, lalu produk tersebut diseleksi apakah urutan warna telah sesuai dengan yang kita inginkan, apabila produk telah sesuai maka dilanjutkan ke station berikutnya yaitu station pengepakan. Di station ini terdapat lengan robot yang berfungsi untuk mengambil produk yang tidak sesuai atau gagal untuk dilanjutkan ke station yang terakhir yaitu station random. Station ini berfungsi untuk mengacak kembali produk yang gagal agar bisa kembali keproses awal.



**Gambar 3-4** Diagram Blok Plant

### 3.1.4 Fungsi dan Tujuan SCADA pada Plant

Fungsi dari SCADA pada plant ini adalah :

1. Menampilkan proses di semua station dalam bentuk animasi yang dapat ditampilkan di PC (Personal Computer).
2. Melakukan proses pemilihan model produk yang diinginkan.
3. Mengakusisi data untuk proses penghitungan dalam menentukan apakah jumlah produk yang diinginkan telah sesuai dengan jumlah produk yang telah jadi,

Sedangkan Tujuan penggunaan SCADA pada plant ini adalah memudahkan operator untuk memantau dan mengontrol semua proses yang berlangsung di plant tersebut melalui PC, sehingga operator tidak perlu lagi untuk melihat langsung ke plant.



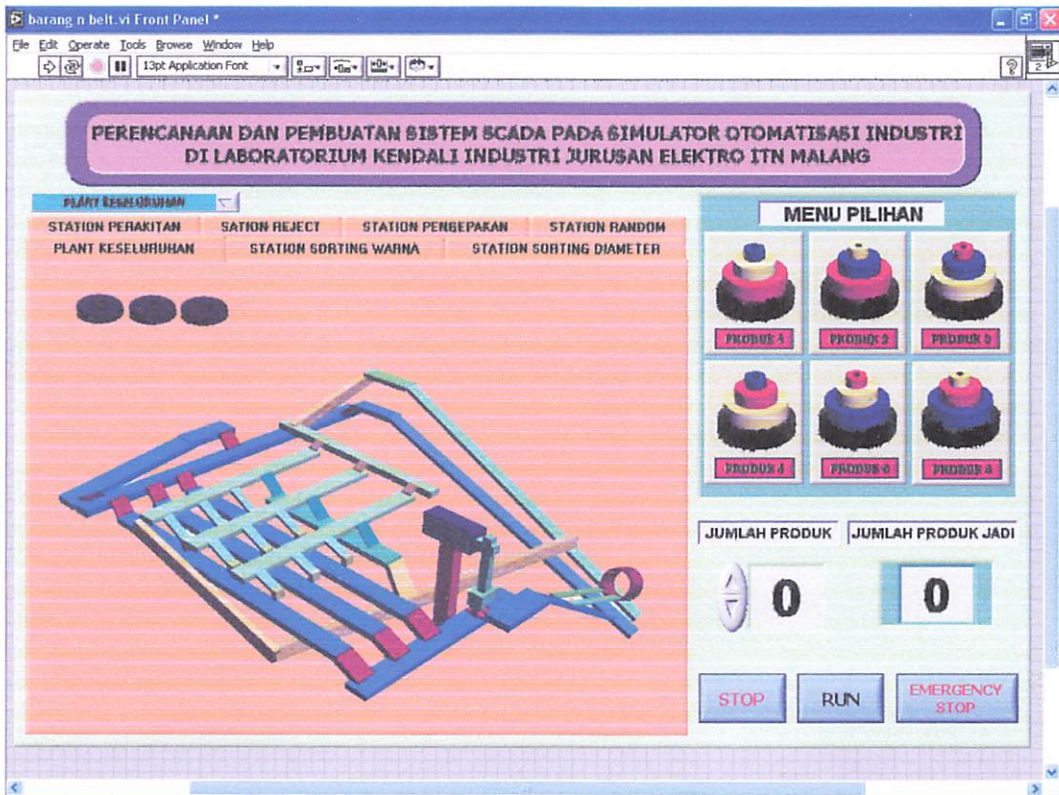
### **3.2 Perencanaan Simulasi dengan Menggunakan Labview**

Dalam perancangan ini digunakan software LabView. LabView merupakan sebuah bahasa pemrograman grafis yang tidak menggunakan teks untuk membuat suatu aplikasi melainkan dengan menggunakan icon – icon yang telah disediakan. Hal ini berbeda dengan pemrograman yang menggunakan bahasa program, dimana pada pemrograman yang menggunakan bahasa program instruksi yang menentukan eksekusi program. Sedangkan labview menggunakan pemrograman aliran data, dimana aliran data yang menentukan eksekusi dari program.

Data – data hasil dari program LabView tidak bisa langsung disimpan untuk setiap hasil pengukuran atau analisa, tetapi masih menggunakan suatu program bantu yaitu spreadsheet excel untuk menyimpan data sehingga dapat digunakan untuk menganalisa system tersebut.

Dalam simulasi ini dibagi menurut station yang ada yaitu station sorting warna, station sorting diameter, station perakitan, station reject, station pengepakan dan station random

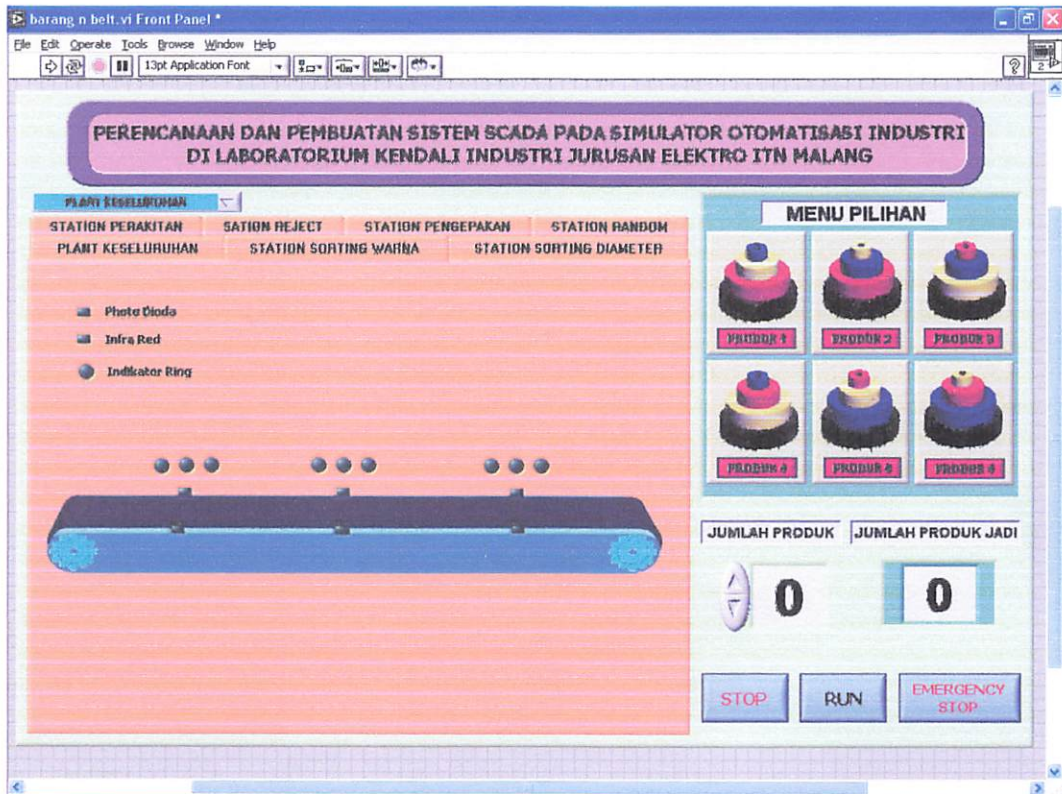
### 3.2.1 Menu Utama



Gambar 3-5 Tampilan Menu Utama

Di dalam menu utama ini berisi menu pilihan produk yang berjumlah 6 macam kombinasi produk, tampilan plant keseluruhan serta tampilan tiap-tiap station yang telah dilengkapi dengan indikator – indikatornya, indikator jumlah produk yang kita inginkan, indikator jumlah produk yang telah jadi, tombol STOP, RUN dan Emergency Stop.

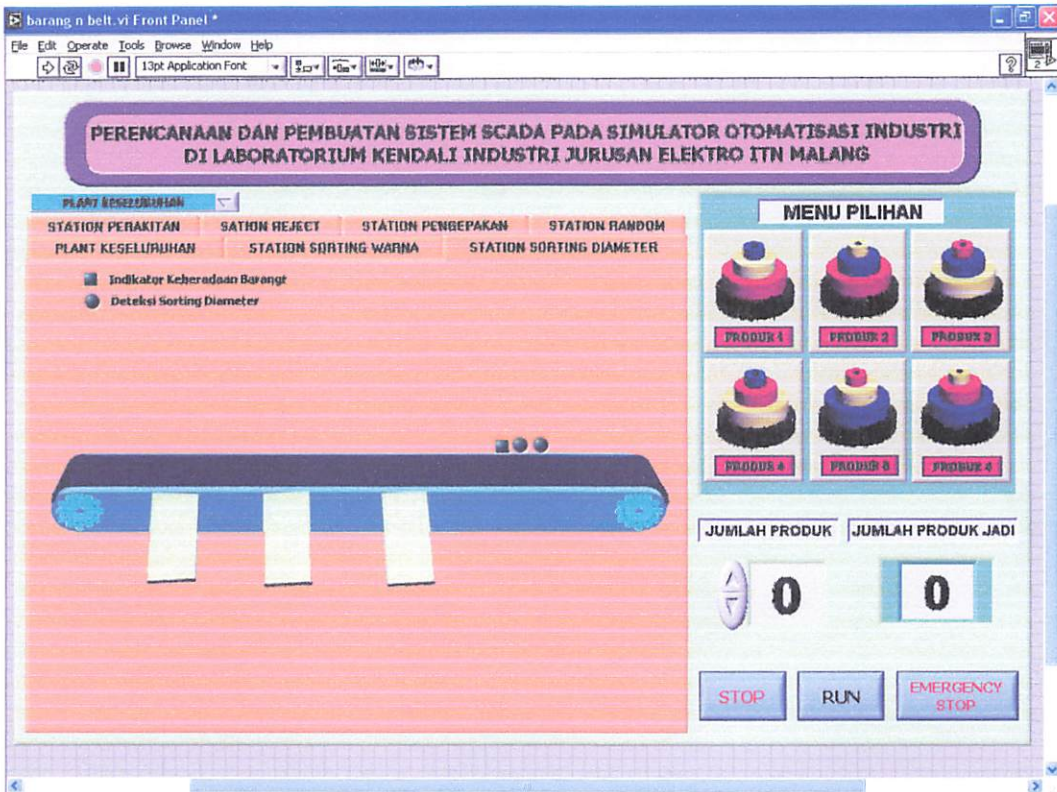
### 3.2.2 Station Sorting Warna



Gambar 3-6 Tampilan Station Sorting Warna

Didalam tampilan station sorting warna ini terdapat indikator photo doada dan infra red yang berfungsi sebagai detektor keberadaan barang. Untuk indikator ring harus sesuai dengan produk yang diinginkan atau dipilih di menu utama.

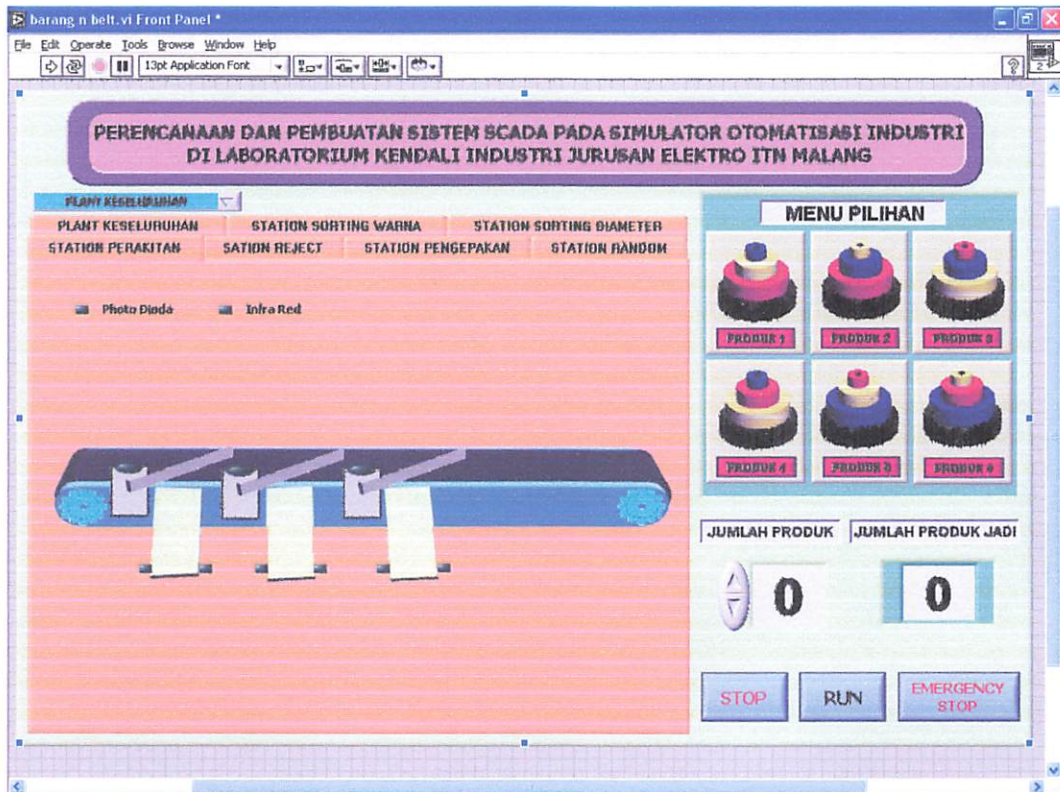
### 3.2.3 Station Sorting Diameter



**Gambar 3-7** Tampilan Station Sorting Diameter

Pada tampilan sorting diameter hanya terdapat indikator keberadaan barang dan indikator sorting diameter karena dari tiga belt yang ada sudah ditentukan bahwa belt yang belakang untuk diameter besar, belt tengah untuk diameter sedang dan belt depan untuk diameter kecil.

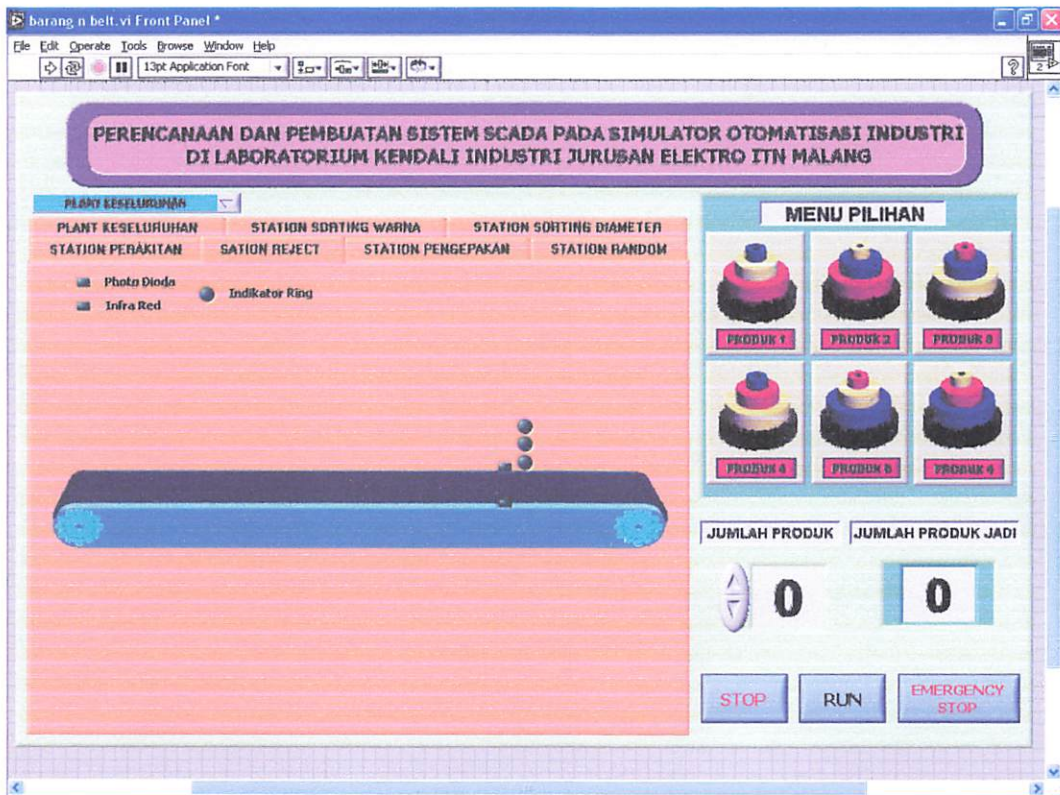
### 3.2.4 Station Perakitan



**Gambar 3-8** Tampilan Station Perakitan

Pada tampilan Station Perakitan terdapat photo dioda dan infra red yang berfungsi sebagai pendeteksi barang, apabila pendeteksi barang aktif maka indikator motor akan aktif dan menandakan bahwa motor bekerja dan pintu perakitan menutup, maka ring lainnya dapat menuju ke pintu perakitan yang berikutnya., sehingga tidak terjadi penumpukan atau antrian.

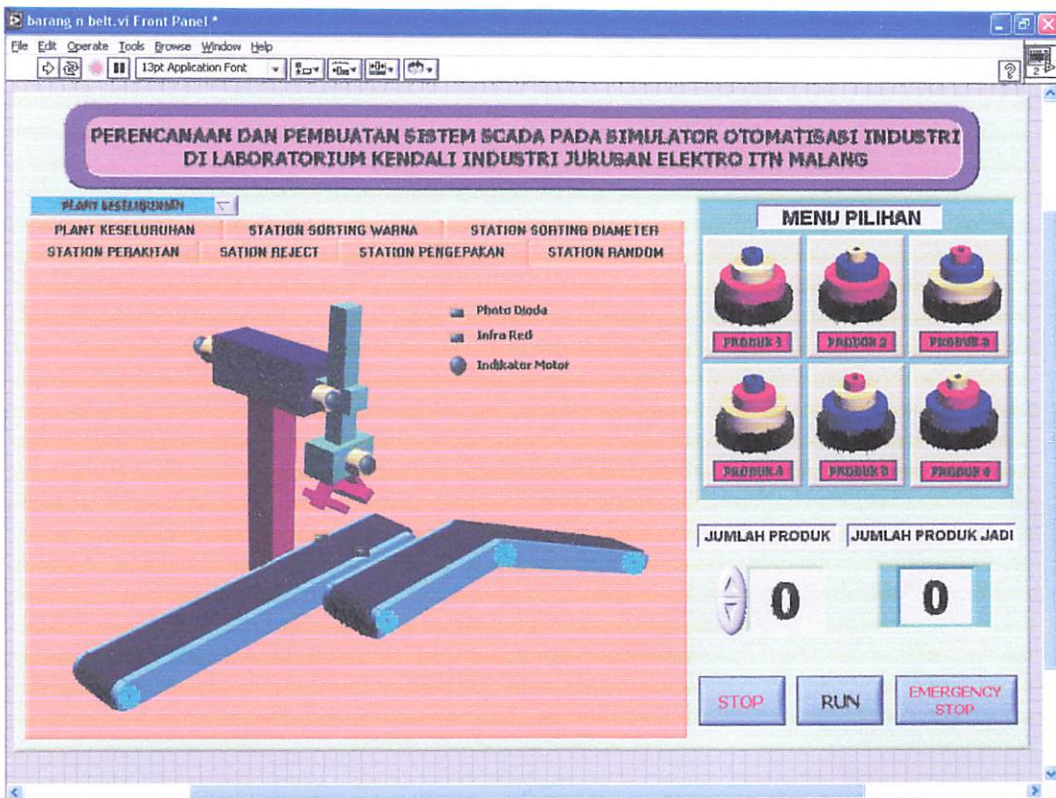
### 3.2.5 Station Reject



**Gambar 3-9** Tampilan Station Reject

Pada tampilan Station Reject terdapat photo diode dan infra red yang berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan barang, Untuk motor pintu pada station ini akan aktif atau menutup apabila mendapat inputan dari station perakitan, sedangkan indikator ring bekerja apabila ring yang terdeteksi sesuai dengan yang di inginkan.

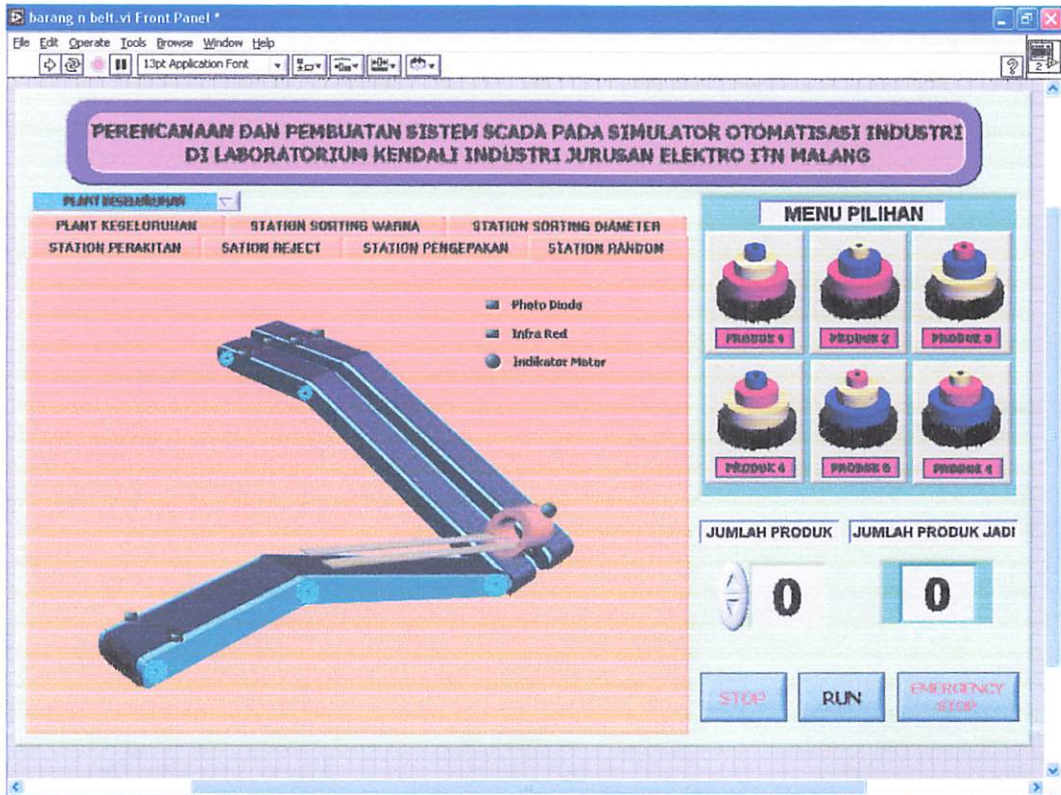
### 3.2.6 Station Pengepakan



**Gambar 3-10**Tampilan Station Pengepakan

Pada Station Pengepakan ini terdapat photo dioda dan infrared sebagai indikator keberadaan barang, serta indikator motor yang menandakan bahwa motor-motor pada lengan robot bekerja.

### 3.2.7 Station Random

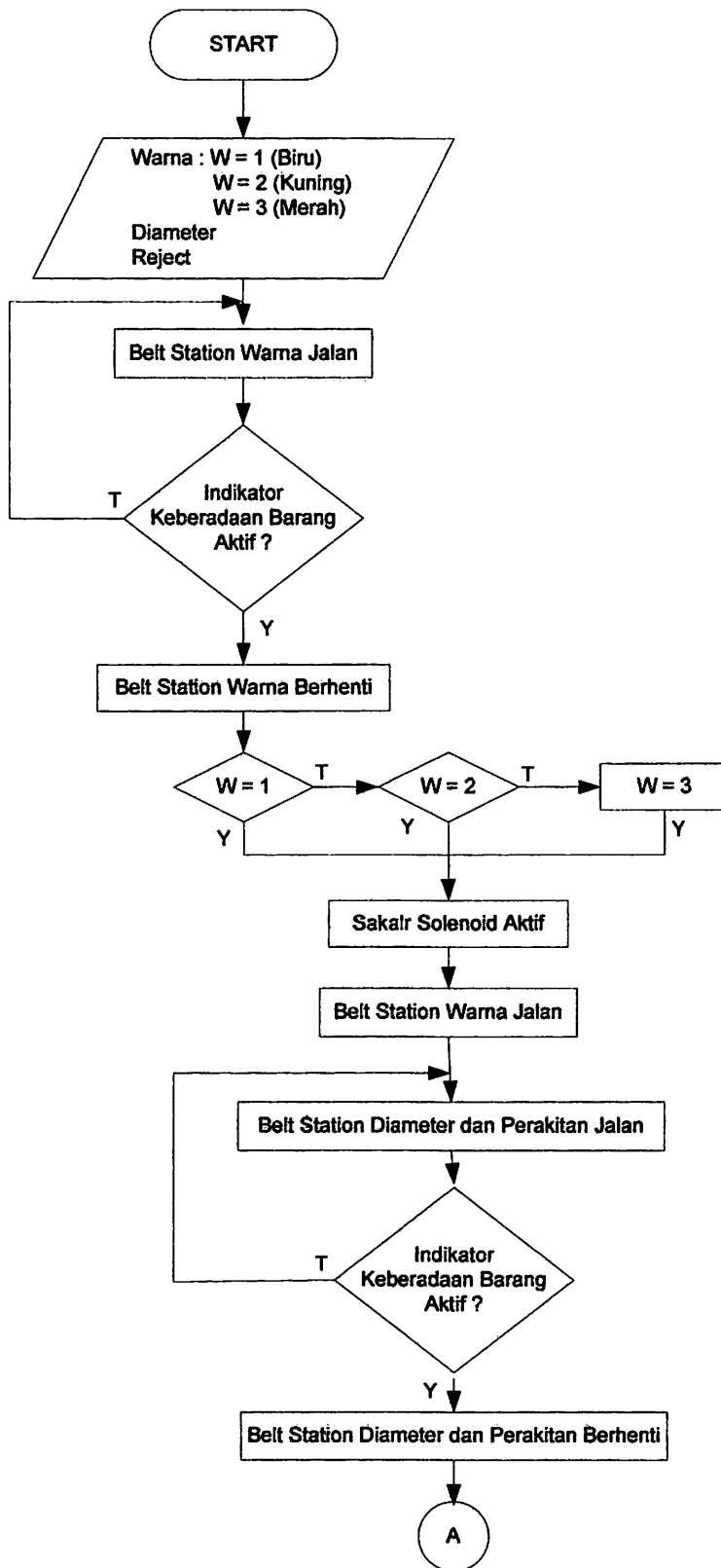


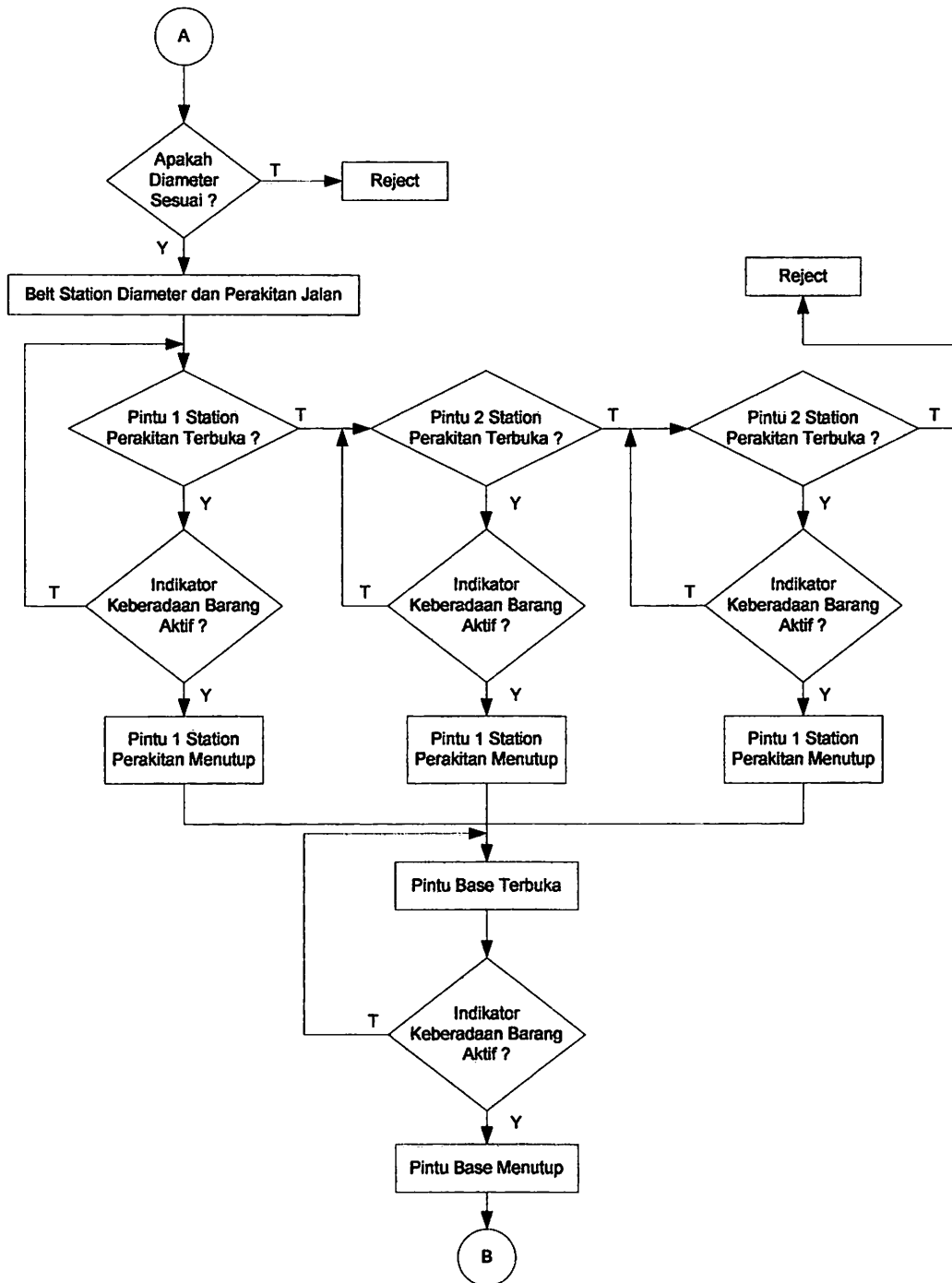
**Gambar 3-11** Tampilan Station Random

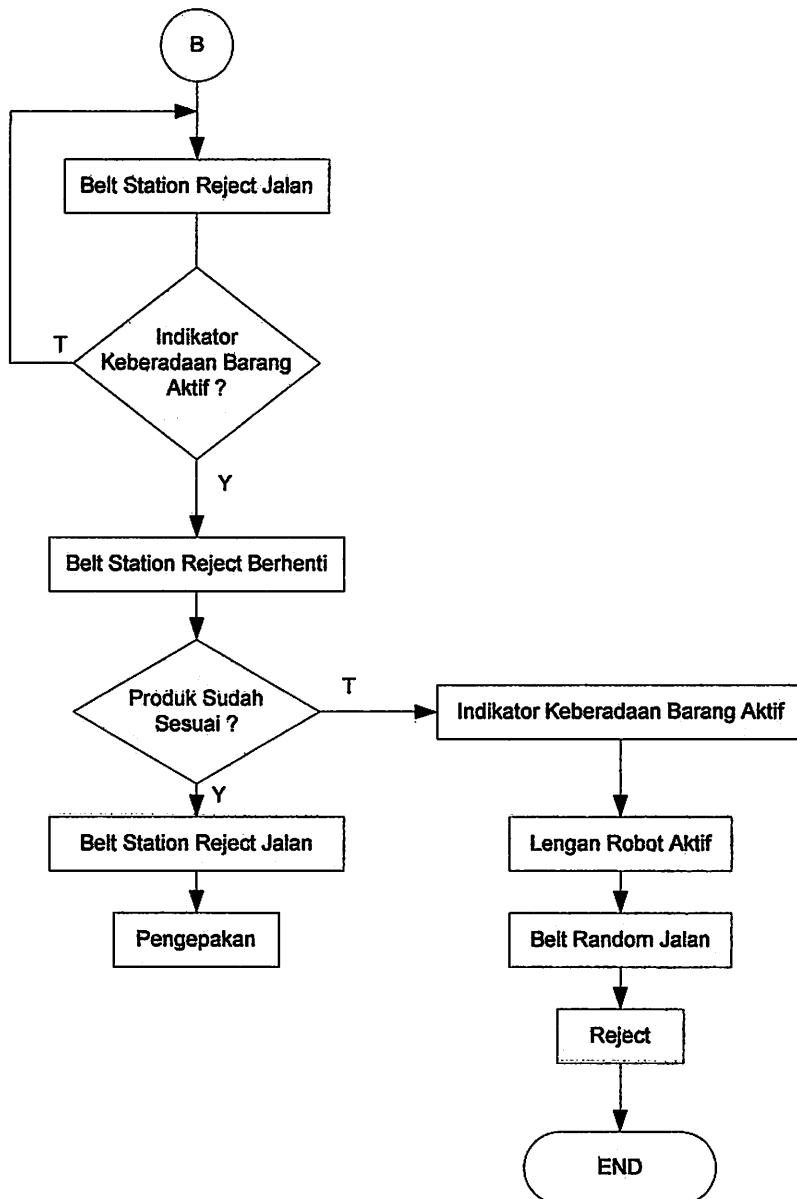
Pada Station ini terdapat photo dioda dan infra red sebagai pendeteksi keberadaan barang, juga indikator motor yang menunjukkan bahwa motor yang menggerakkan mesin random bekerja.



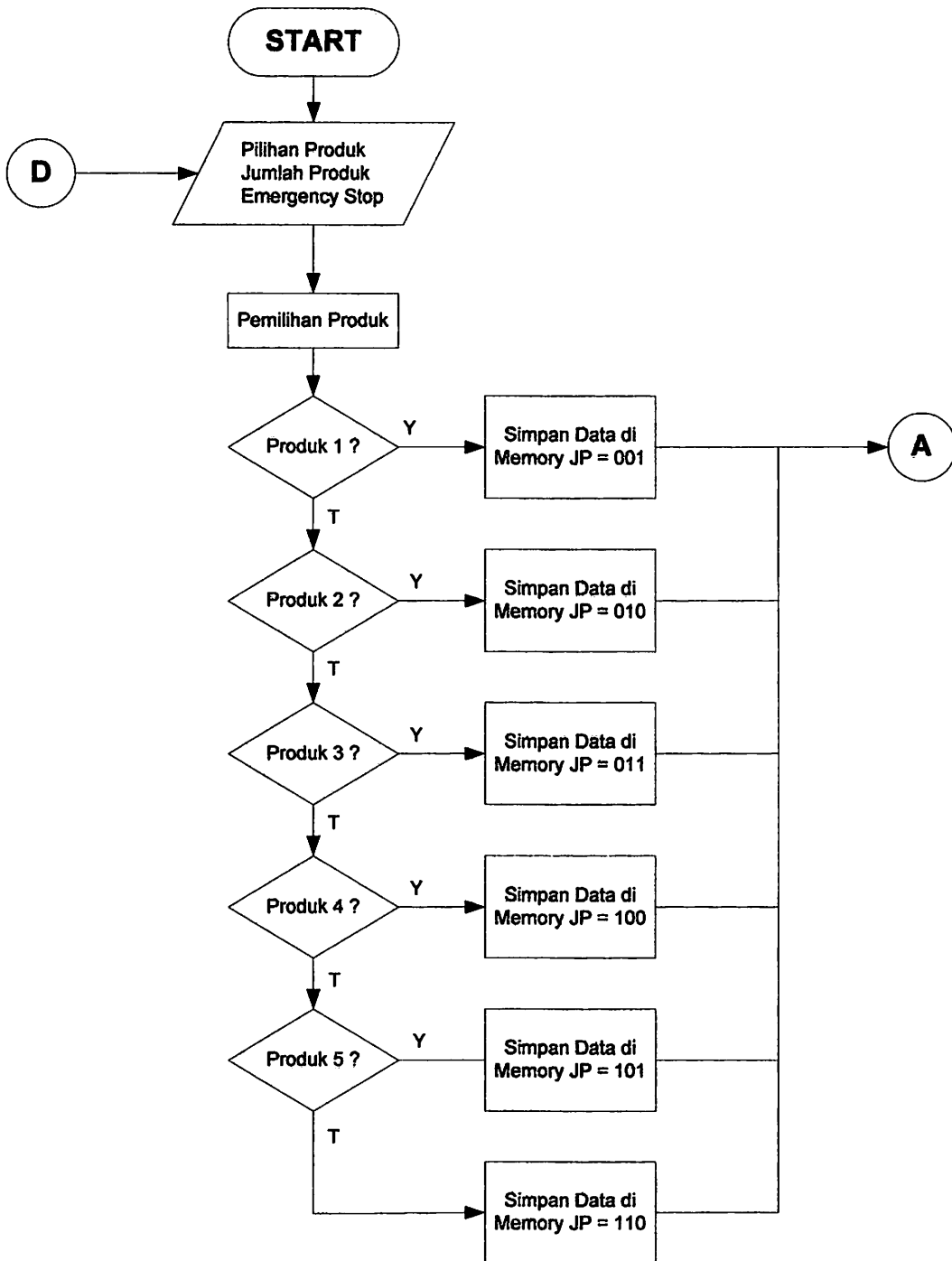
### 3.3 Flowchart Plant

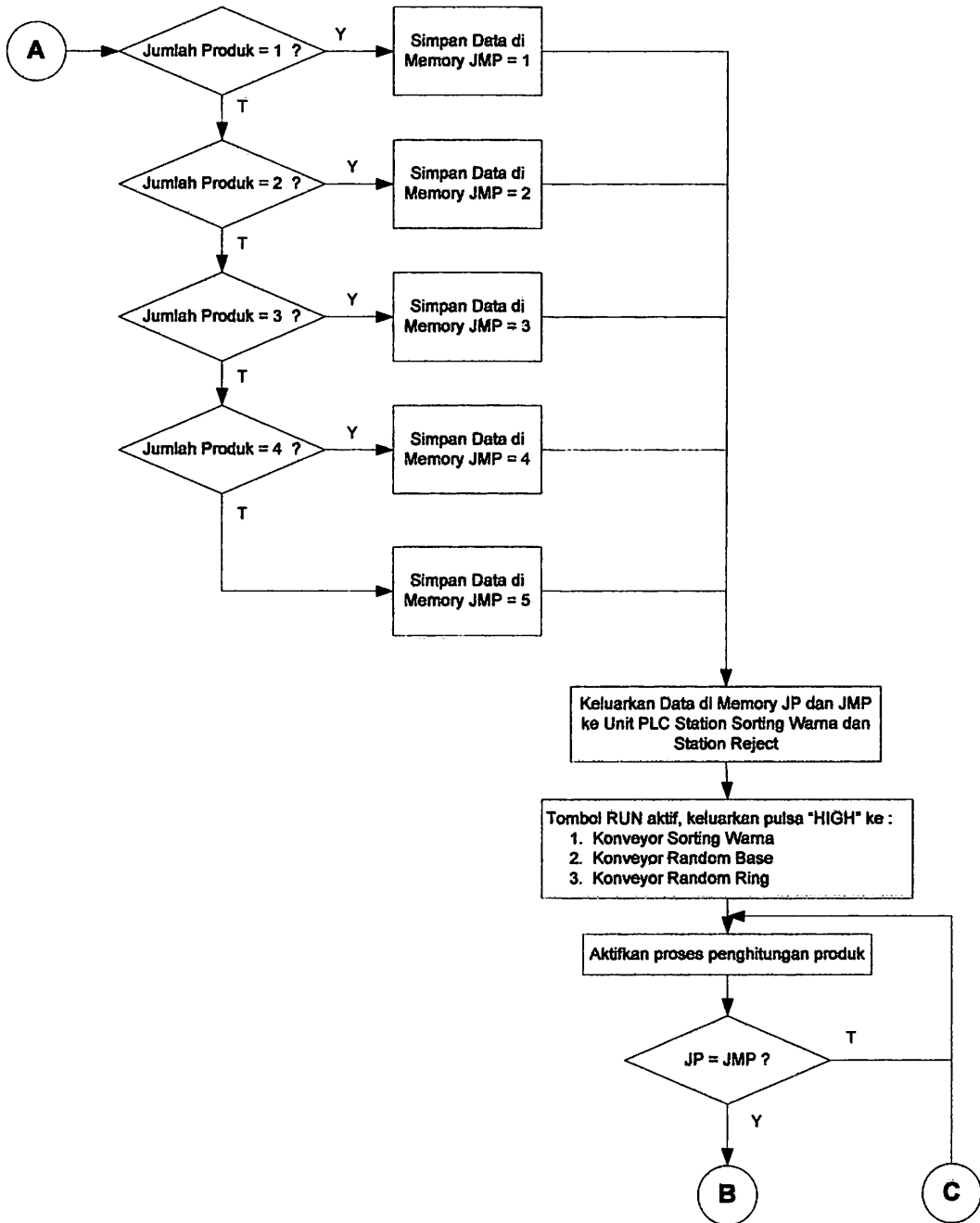


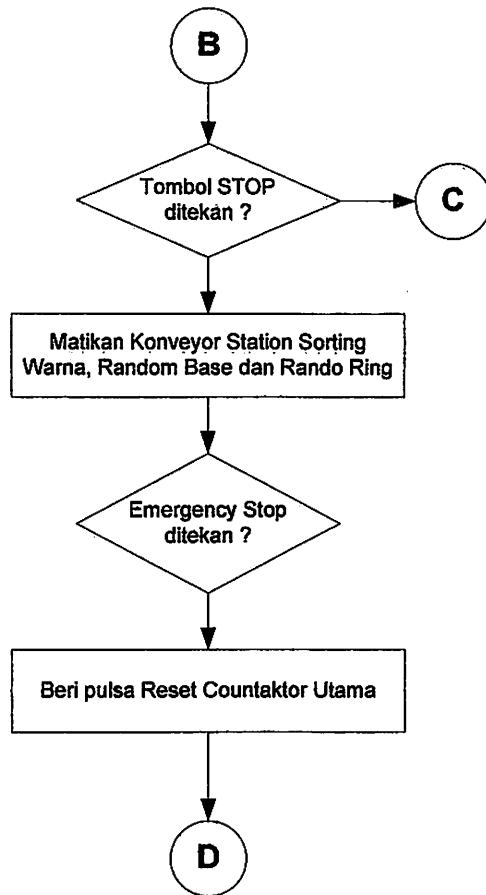


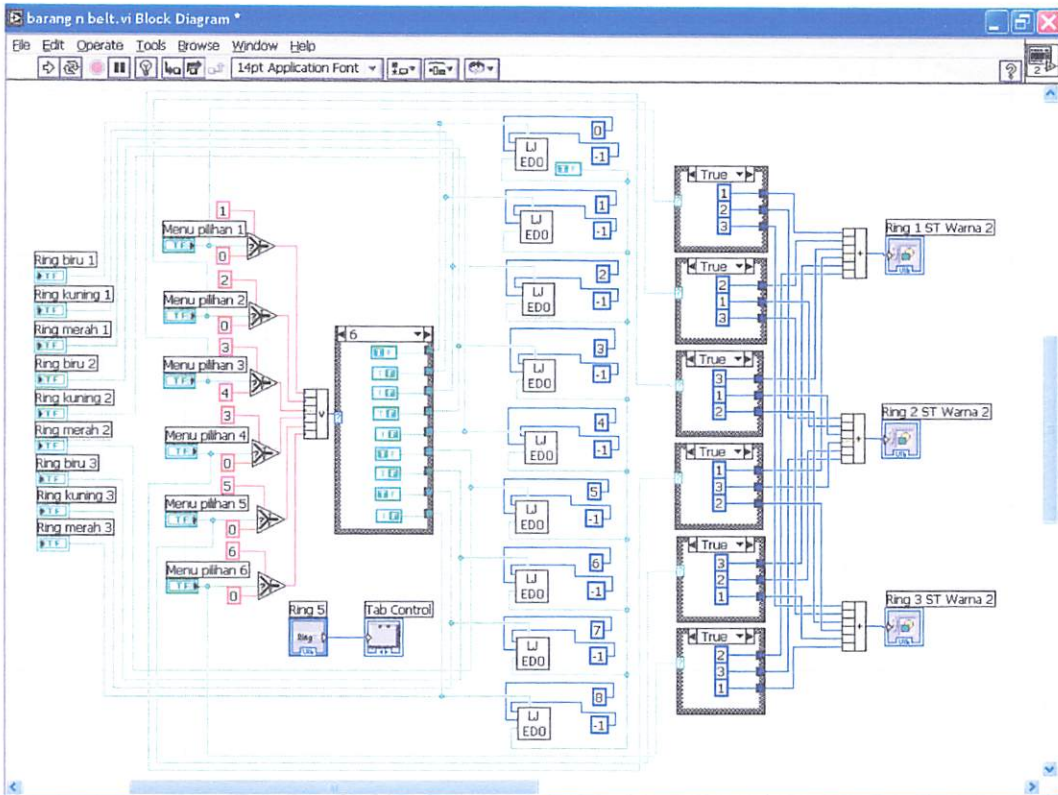


### 3.4 Flowchart Program

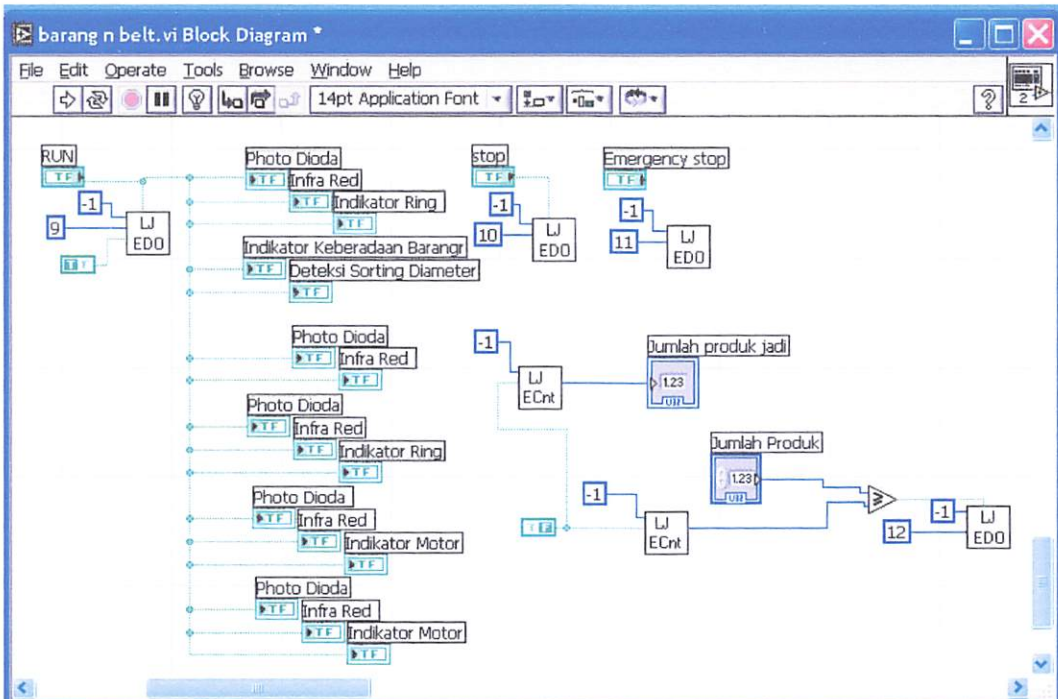




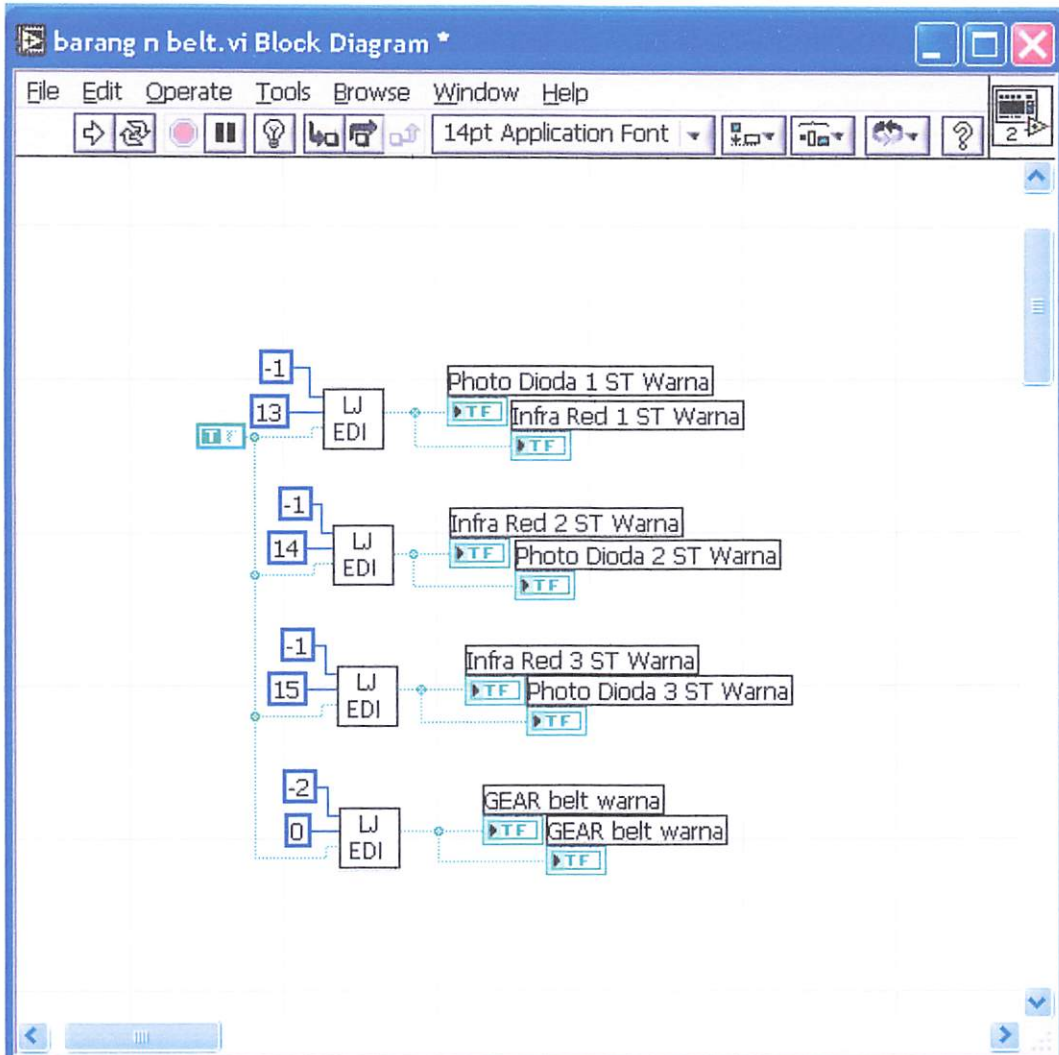




Gambar 3-12 Blok Diagram Menu utama

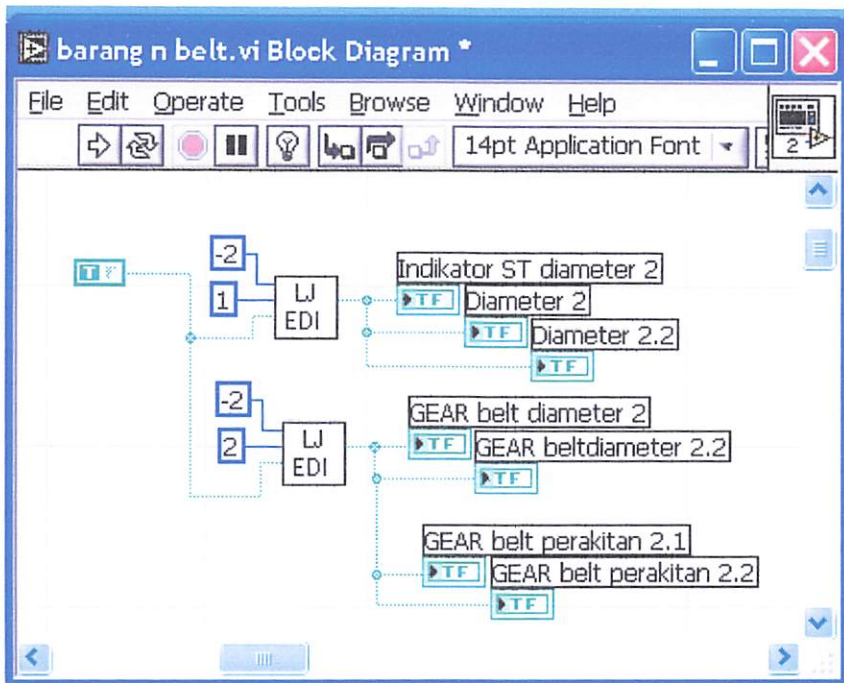


Gambar 3-13 Blok Diagram Tombol START, STOP, Emergency Stop.

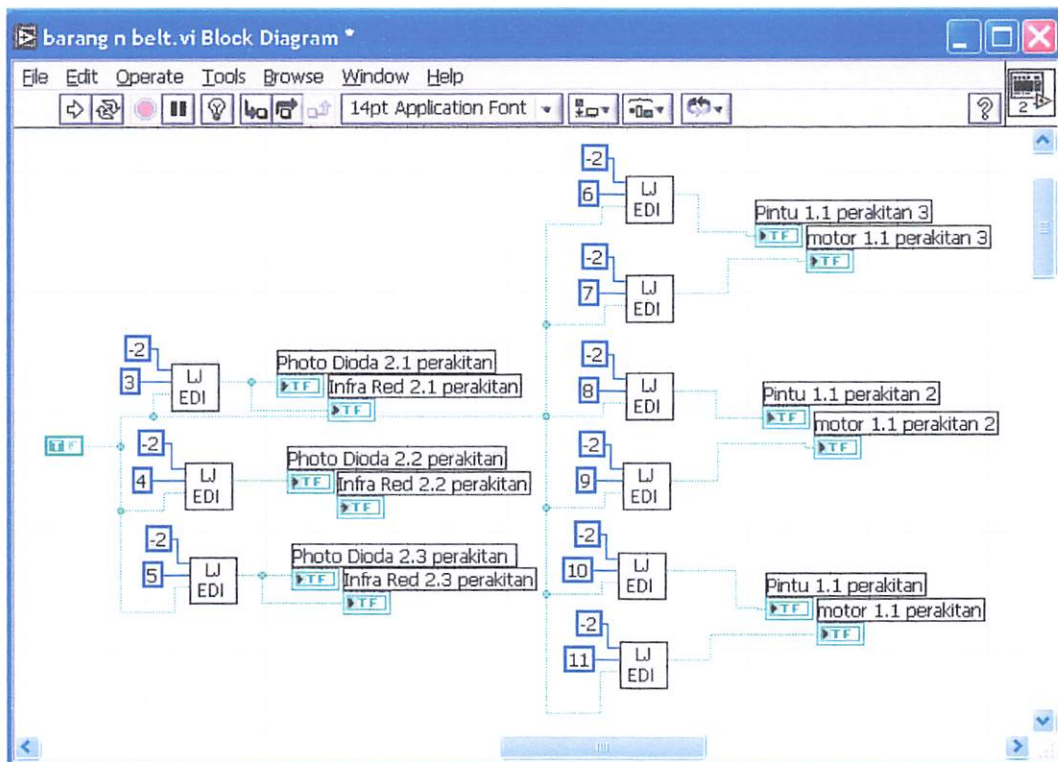


**Gambar 3-14** Blok Diagram Station Sorting Warna

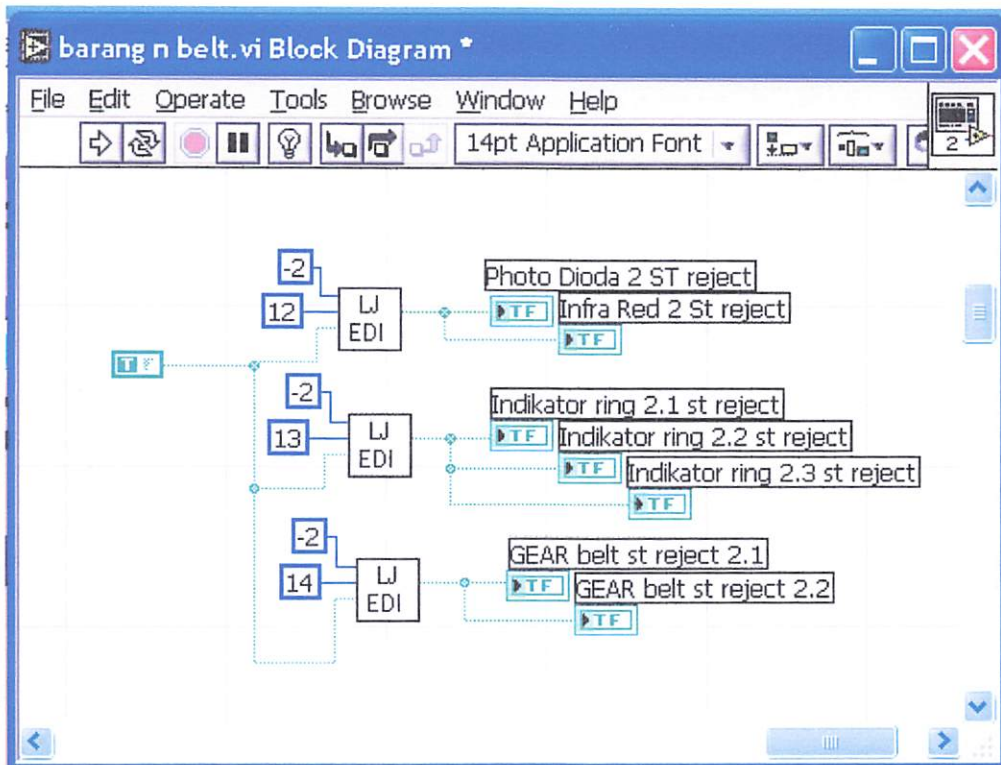




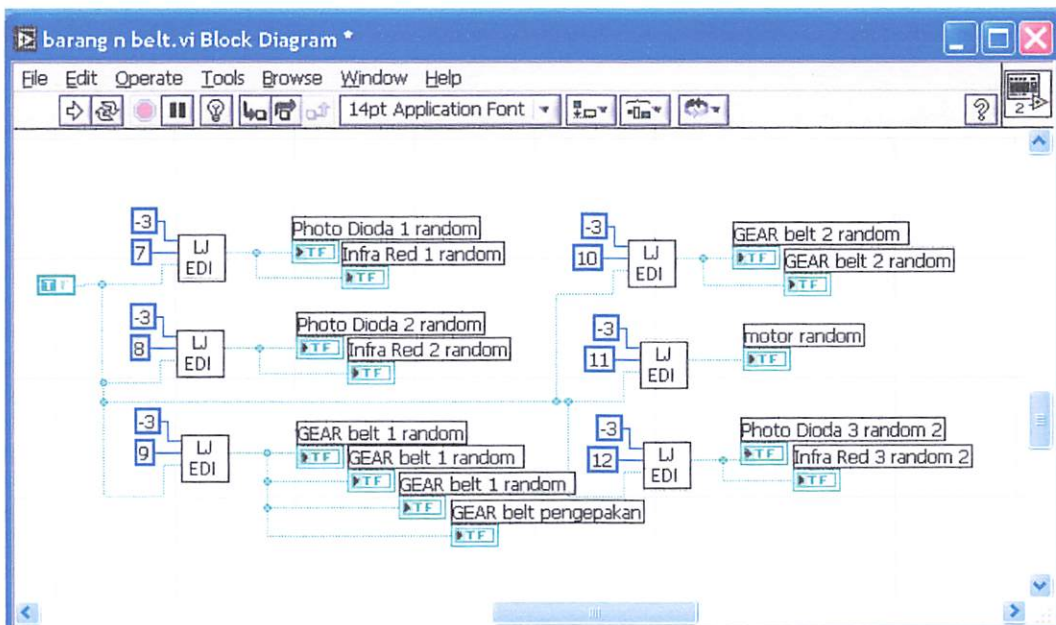
Gambar 3-15 Blok Diagram Station Sorting Diameter.



Gambar 3-16 Blok Diagram Station Perakitan



Gambar 3-17 Blok Diagram Station Reject



Gambar 3-18 Blok Diagram Station Random



## **BAB IV**

### **PENGUJIAN SIMULASI ALAT SECARA KESELURUHAN**

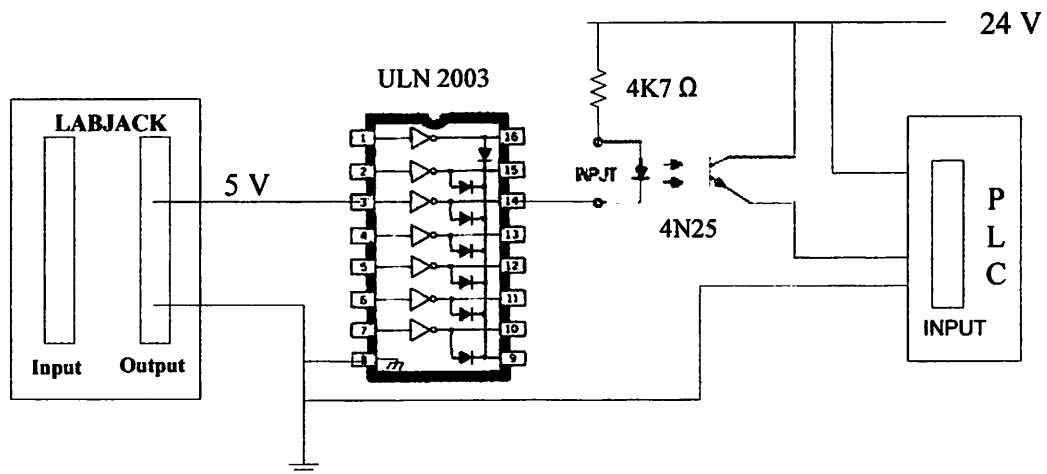
Dalam pembuatan desain sistem scada pasti tidak terlepas dari suatu kesalahan, Untuk menghindari suatu kesalahan maka perlu dilakukan pengujian dan pengukuran pada masing-masing blok diagram yang telah direncanakan, sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan rencana.

Yang diuji dan dianalisa adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Rangkaian Penguat Labjack
2. Pengujian Rangkaian Penurun Tegangan
3. Pengujian Simulasi Seluruh Station

#### 4.1 Rangkaian Penguat Output Labjack

Rangkaian penguat output labjack adalah rangkaian yang digunakan untuk menguatkan tegangan 5 volt dari Labjack ke PLC yang mempunyai tegangan 24 volt.



**Gambar 4-1 Rangkaian Penguat Output Labjack**

Pada rangkaian diatas menggunakan komponen :

- Power Suplly 5V dan 24V
- Optocopler 4N25
- IC ULN 2003
- Resisto 4K7  $\Omega$

Dengan Perhitungan :

$$Pd = 120 \text{ mW}$$

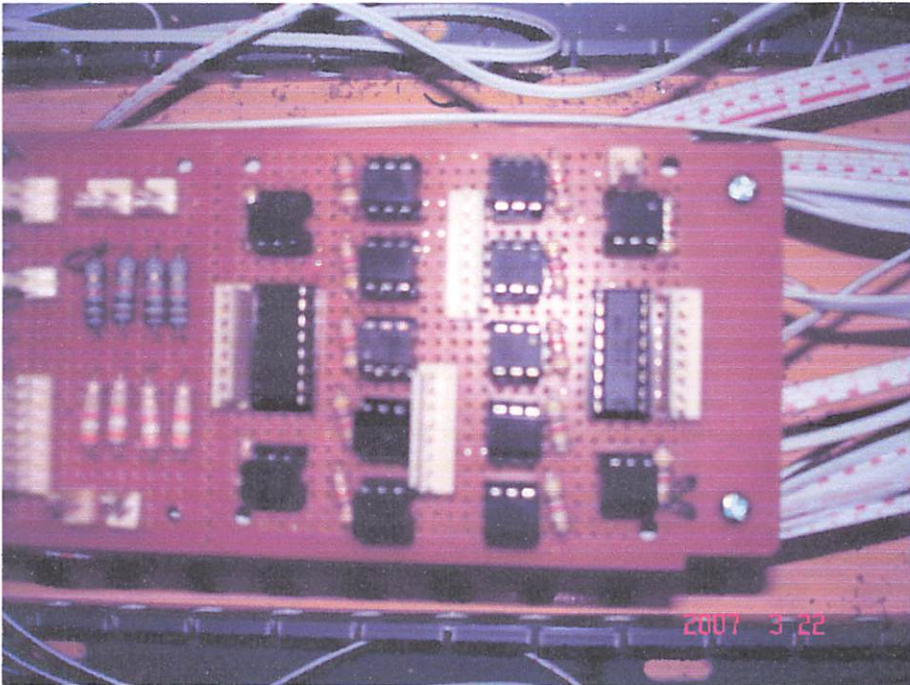
$$V = 24 \text{ V}$$

$$Id = \frac{Pd}{V}$$

$$= \frac{120 \cdot 10^{-3}}{24}$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

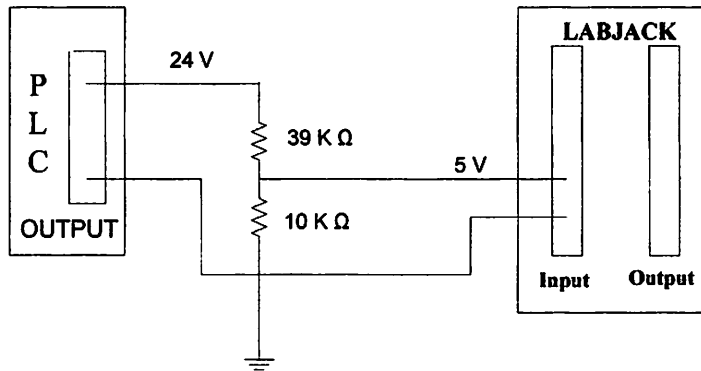
$$\begin{aligned} \text{JatuhTegangan} &= 0,6 \text{ V} \\ R &= \frac{V - \text{Jatuh tegangan}}{I_d} \\ &= \frac{24 - 0,6}{5 \cdot 10^{-3}} \\ &= 4600 \Omega \\ R &= 4\text{K}7\Omega \end{aligned}$$



**Gambar 4-2** Gambar Sebenarnya Rangkaian Penguat Output Labjack

#### 4.2 Rangkaian Penurun Tegangan

Rangkaian ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari output PLC sebesar 24V ke input Labjack sebesar 5V.



**Gambar 4-3** Rangkaian Penurun Tegangan

Pada rangkaian diatas menggunakan komponen :

- Power Suplly 5V dan 24V
- $R_1$  39K  $\Omega$
- $R_2$  10K  $\Omega$

Dengan Perhitungan :

$$V_{OUT} \quad PLC = 24V \text{ (Kondisi High)}$$

$$V_{INPUT} = 5V$$

Dengan asumsi  $R_2 = 10K \Omega$

Maka untuk mendapatkan  $R_1$  :

$$V_{INPUT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{OUT}$$

$$5 = \frac{10000}{R_1 + 10000} \times 24$$

$$5(R_1 + 10000) = 24 \times 10000$$

$$5R_1 + 50000 = 240000$$

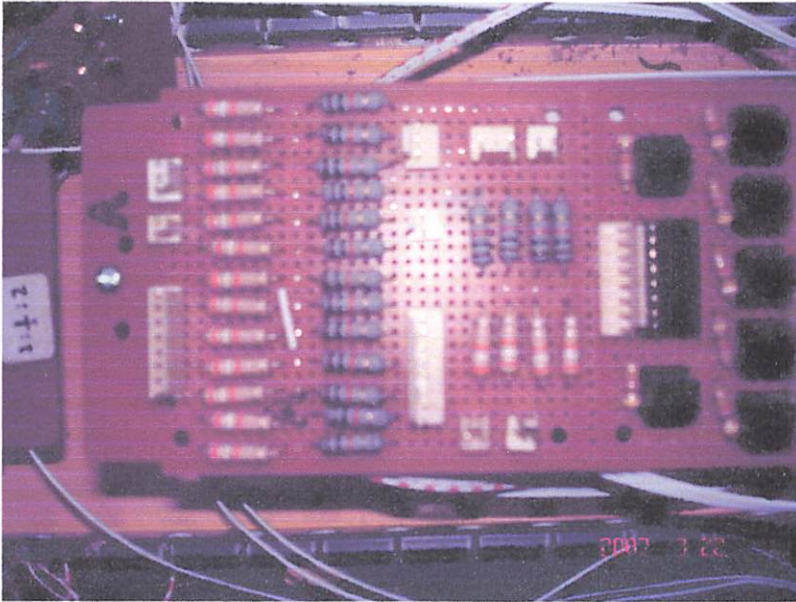
$$5R_1 = 240000 - 50000$$

$$5R_1 = 190000$$

$$R_1 = \frac{190000}{5}$$

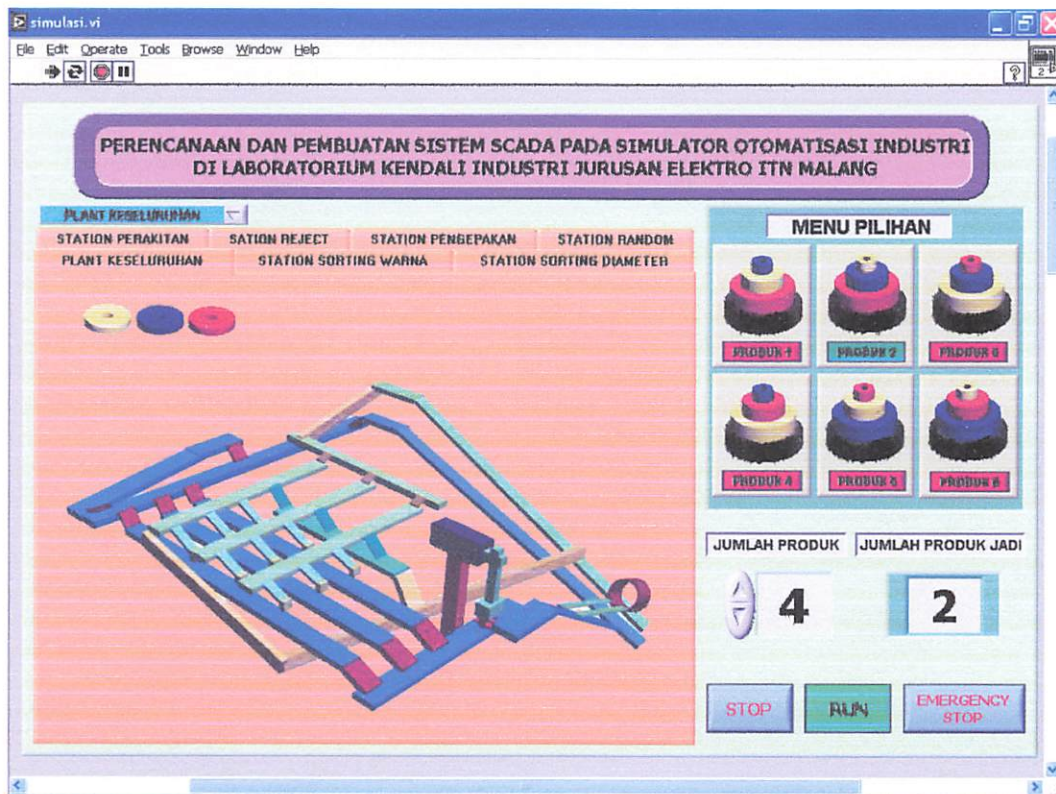
$$R_1 = 38000 \Omega$$

$$R_1 = 39K \Omega$$



**Gambar 4-4** Gambar Sebenarnya Rangkaian Penurun Tegangan

### 4.3 Pengujian Menu Utama



**Gambar 4-5** Hasil Pengujian Menu Utama



Pengujian menu pilihan produk :

• Produk 1

No	Pengujian	Hasil	Keterangan dan Solusi
1	Merah	Merah dan kuning aktif	Seharusnya hanya merah yang aktif. Periksa alamat dari labjack ke station sorting warna dan reject
	Kuning	Kuning dan merah aktif	Seharusnya hanya kuning yang aktif. Periksa alamat dari labjack ke station sorting warna dan reject
	Biru	Biru aktif tapi lampu indikator redup	Periksa tegangan di lampu indikator
2	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning tidak aktif	Periksa tegangan yang keluar dari labjack
	Biru	Biru aktif	
3	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	
4	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	
5	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	

**Tabel 4-1 Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 1**

Dari lima kali pengujian menu pilihan produk 1 terjadi dua kali eror. Eror yang pertama terjadi pada percobaan pertama dengan susunan warna merah, kuning dan biru. Untuk warna merah ternyata indikator warna yang menyala pada rangkaian station sorting warna dan station reject adalah merah dan kuning, untuk warna kuning indikator yang menyala adalah warna kuning dan merah, sedangkan untuk warna biru sudah benar. Setelah diperiksa ternyata terdapat kesalahan pengalamatan dari terminal labjack ke rangkaian station sorting warna dan station reject., sehingga

perlu diteliti dan diperiksa ulang pengalamatan dari terminal labjack ke rangkaian station sorting warna dan station reject.

Pada percobaan kedua dengan susunan warna yang sama terdapat eror yaitu indikator warna kuning tidak aktif. Setelah diperiksa ternyata sambungan terminal di panel putus sehingga tidak ada tegangan yang keluar dari labjack. Solusinya adalah sambungan antar terminal di panel harus benar-benar kuat.

Pada percobaan ketiga, keempat dan kelima dengan susunan warna yang sama tidak terjadi eror sehingga dapat dikatakan bahwa proses pemilihan produk untuk produk 1 bekerja dengan baik.

- Produk 2

No	Pengujian	Hasil	Keterangan dan Solusi
1	Merah	Merah Aktif	
	Biru	Biru dan kuning aktif	Seharusnya hanya biru yang aktif. Periksa alamat dari labjack ke station sorting warna dan reject
	Kuning	Kuning tidak aktif	Periksa tegangan yang keluar dari labjack
2	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
3	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
4	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
5	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	

**Tabel 4-2 Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 2**

Dari lima kali pengujian menu pilihan produk 2 terjadi dua kali eror. Eror yang pertama terjadi pada percobaan pertama dengan susunan warna merah, biru dan kuning. Untuk warna merah sudah benar, untuk warna biru indikator yang menyala adalah warna biru dan kuning, sedangkan untuk warna kuning indikator warna tidak aktif. Setelah diperiksa ternyata untuk warna biru terdapat kesalahan pengalamatan dari terminal labjack ke rangkaian station sorting warna dan station reject., sehingga perlu diteliti dan diperiksa ulang pengalamatan dari terminal labjak ke rangkaian station sorting warna dan station reject.

Sedangkan untuk warna kuning setelah diperiksa ternyata sambungan terminal di panel putus sehingga tidak ada tegangan yang keluar dari labjack. Solusinya adalah sambungan antar terminal di panel harus benar-benar kuat.

Pada percobaan kedua, ketiga, keempat dan kelima dengan susunan warna yang sama tidak terjadi eror sehingga dapat dikatakan bahwa proses pemilihan produk untuk produk 2 bekerja dengan baik.

- Produk 3

No	Pengujian	Hasil	Keterangan dan Solusi
1	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
2	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
3	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
4	Kuning	Kuning aktif	

	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
5	Kuning	Kuning aktif	
	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	

**Tabel 4-3 Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 3**

- Produk 4

No	Pengujian	Hasil	Keterangan dan Solusi
1	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
2	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
3	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
4	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	
5	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Biru	Biru aktif	

**Tabel 4-4 Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 4**

- Produk 5

No	Pengujian	Hasil	Keterangan dan Solusi
1	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
2	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
3	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	
4	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	

5	Biru	Biru aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
	Merah	Merah aktif	

**Tabel 4-5 Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 5**

- Produk 6

No	Pengujian	Hasil	Keterangan dan Solusi
1	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
2	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
3	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
4	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	
5	Biru	Biru aktif	
	Merah	Merah aktif	
	Kuning	Kuning aktif	

**Tabel 4-6 Hasil Pengujian Menu Pilihan Produk 6**

Untuk pilihan produk 3, 4, 5, dan 6 dengan lima kali pengujian tidak terjadi eror sehingga dapat dikatakan bahwa proses pemilihan produk untuk produk 3, 4, 5 dan 6 berjalan dengan baik.

Pengujian jumlah produk yang diinginkan dengan produk yang telah jadi.

No	Jumlah Produk yang Diinginkan	Jumlah Produk jadi	Jumlah Produk di Plant	Solusi
1	5	0	3	Periksa alamat dari labjack ke station reject
2	5	0	3	Periksa tegangan yang keluar dari labjack ke station reject
3	5	8	8	Periksa Alamat dan tegangan yang keluar dari labjack ke station perakitan
4	5	5	5	
5	3	3	3	
6	6	6	6	
7	9	9	9	
8	7	7	7	
9	1	1	1	
10	4	4	4	

**Tabel 4-7**

Hasil Pengujian Jumlah Produk yang Diinginkan dengan Jumlah Produk Jadi

Dari sepuluh kali pengujian jumlah produk yang diinginkan dengan yang telah jadi terjadi tiga kali eror. Eror yang pertama terjadi pada pengujian pertama dimana jumlah produk yang diinginkan adalah 5 buah, tampilan di jumlah produk jadi 0 sedangkan jumlah produk di plant 3 buah. Setelah diperiksa ternyata ada kesalah pengalamatan dari output PLC station reject ke input labjack. Solusinya perlu diteliti dan diperiksa ulang pengalamatan dari output PLC station reject ke input labjack.

Pada pengujian kedua terjadi error dimana jumlah produk yang diinginkan adalah 5 buah, tampilan di jumlah produk jadi 0 sedangkan jumlah produk di plant 3 buah. Setelah diperiksa ternyata sambungan pin

terminal di rangkaian penurun tegangan tidak tersambung dengan baik sehingga tidak ada tegangan yang keluar dari rangkaian penurun tegangan ke input labjack. Solusinya sambungan pin terminal harus benar-benar kuat dan bila perlu di solder agar sambungan lebih kuat.

Pada pengujian ketiga terjadi error dimana jumlah produk yang diinginkan adalah 5 buah, sedangkan tampilan di jumlah produk jadi dan jumlah produk diplan adalah 8. Setelah diperiksa ternyata ada kesalahan pengalamatan dari output labjack ke input PLC station pengepakan. Solusinya perlu diteliti dan diperiksa ulang pengalamatan dari output labjack ke input PLC station pengepakan.

Untuk pengujian keempat sampai ke sepuluh tidak terjadi eror sehingga dapat dikatakan bahwa proses penghitungan jumlah produk yang diinginkan sudah sesuai dengan jumlah produk jadi.

#### 4.4 Pengujian Station Sorting Warna



**Gambar 4-6** Hasil Pengujian Station Sorting Warna

Pengujian tampilan station sorting warna :

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
2	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
3	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif



4	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
5	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
6	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
7	Indikator infra red dan photo dioda	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	

**Tabel 4-8** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Sorting Warna

Dari tujuh kali pengujian tampilan station sorting warna tidak terjadi error sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station sorting warna mampu bekerja dengan baik.

## 4.5 Pengujian Sorting Diameter



Gambar 4-7 Hasil Pengujian Sorting Diameter

Pengujian tampilan station sorting diameter :

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Indikator diameter besar	Besar	Aktif
		Sedang	Tidak aktif
		Kecil	Tidak aktif
	Indikator diameter sedang	Besar	Tidak aktif
		Sedang	Aktif
		Kecil	Tidak aktif
	Indikator diameter kecil	Besar	Tidak aktif
		Sedang	Tidak aktif
		Kecil	Aktif
2	Indikator diameter besar	Besar	Aktif
		Sedang	Tidak aktif
		Kecil	Tidak aktif
	Indikator diameter sedang	Besar	Tidak aktif
		Sedang	Aktif
		Kecil	Tidak aktif

	Indikator diameter kecil	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Aktif	
3	Indikator diameter besar	Besar	Aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Tidak aktif	
	Indikator diameter sedang	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Aktif	
		Kecil	Tidak aktif	
	Indikator diameter kecil	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Aktif	
4	Indikator diameter besar	Besar	Aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Tidak aktif	
	Indikator diameter sedang	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Aktif	
		Kecil	Tidak aktif	
	Indikator diameter kecil	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Aktif	
5	Indikator diameter besar	Besar	Aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Tidak aktif	
	Indikator diameter sedang	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Aktif	
		Kecil	Tidak aktif	
	Indikator diameter kecil	Besar	Tidak aktif	
		Sedang	Tidak aktif	
		Kecil	Aktif	

**Tabel 4-9** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Sorting Diameter

Dari lima kali pengujian tampilan station sorting diameter tidak terjadi erorr sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station sorting diameter mampu bekerja dengan baik

## 4.6 Pengujian Station Perakitan



**Gambar 4-8** Hasil Pengujian Station Perakitan

Pengujian tampilan station perakitan :

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
Motor mati	Tidak aktif		
2	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
Motor mati		Tidak aktif	
3	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif

	Animasi roda belt	Motor mati	Tidak aktif	
		Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
4	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
5	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif	
	Motor mati	Tidak aktif		
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	

**Tabel 4-10** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Perakitan

Dari hasil kali pengujian tampilan station perakitan tidak terjadi error sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station perakitan mampu bekerja dengan baik

		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
4	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
5	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor pintu	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	

**Tabel 4-10** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Perakitan

Dari hasil kali pengujian tampilan station perakitan tidak terjadi erorr sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station perakitan mampu bekerja dengan baik

## 4.7 Pengujian Station Reject



Gambar 4-9 Hasil Pengujian Station Reject

Pengujian tampilan station reject

No	Pengujian		Hasil	Keterangan
1	Indikator photo dioda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator susunan warna	Warna sesuai	Aktif	
		Warna tidak sesuai	Tidak aktif	
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif		
	Motor mati	Tidak aktif		
2	Indikator photo dioda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator susunan warna	Warna sesuai	Aktif	
		Warna tidak sesuai	Tidak aktif	
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif		
	Motor mati	Tidak aktif		
3	Indikator photo dioda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator susunan warna	Warna sesuai	Aktif	
		Warna tidak sesuai	Tidak aktif	

	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
4	Indikator photo dioda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator susunan warna	Warna sesuai	Aktif	
		Warna tidak sesuai	Tidak aktif	
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif		
	Motor mati	Tidak aktif		
5	Indikator photo dioda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator susunan warna	Warna sesuai	Aktif	
		Warna tidak sesuai	Tidak aktif	
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif		
	Motor mati	Tidak aktif		
6	Indikator photo dioda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator susunan warna	Warna sesuai	Aktif	
		Warna tidak sesuai	Tidak aktif	
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif		
	Motor mati	Tidak aktif		

**Tabel 4-11** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Reject

Dari enam kali pengujian tampilan station reject tidak terjadi error sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station reject mampu bekerja dengan baik



## 4.8 Pengujian Station Pengepakan



**Gambar 4-10** Hasil Pengujian Station Pengepakan

Pengujian tampilan station pengepakan :

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor lengan robot	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
	Motor mati	Tidak aktif	
2	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor lengan robot	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
	Motor mati	Tidak aktif	
3	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor lengan robot	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif

	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
4	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor lengan robot	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
5	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor lengan robot	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	

**Tabel 4-12** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Pengepakan

Dari lima kali pengujian tampilan station pengepakan tidak terjadi erorr sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station pengepakan mampu bekerja dengan baik

#### 4.9 Pengujian Station Random



Gambar 4-11 Hasil Pengujian Station Random

Pengujian tampilan station random :

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor pengacak	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
2	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
	Indikator motor pengacak	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif
		Motor mati	Tidak aktif
3	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif
		Tidak ada barang	Tidak aktif
		Motor aktif	Aktif

	Indikator motor pengacak	Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
4	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor pengacak	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
5	Indikator photo diaoda dan infra red	Ada barang	Aktif	
		Tidak ada barang	Tidak aktif	
	Indikator motor pengacak	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	
	Animasi roda belt	Motor aktif	Aktif	
		Motor mati	Tidak aktif	

**Tabel 4-13** Tabel Hasil Pengujian Tampilan Station Random

Dari lima kali pengujian tampilan station random tidak terjadi erorr sehingga dapat dikatakan bahwa software untuk tampilan station random mampu bekerja dengan baik

#### 4.10 Waktu Eksekusi

Waktu Eksekusi adalah waktu yang dibutuhkan software untuk melakukan eksekusi atau perintah ke plant, ini diperlukan untuk mengetahui apakah software berjalan lebih cepat atau lebih lambat dari waktu eksekusi plant. Apabila waktu eksekusi software lebih cepat dari waktu eksekusi plant maka software ini dianggap layak digunakan, sedangkan apabila waktu eksekusi software lebih lambat dari waktu eksekusi plant maka software dianggap tidak layak digunakan.

NO	NETWORK LIST	WAKTU ( $\mu$ s)
1	Menu Utama	8,5
2	Station Sorting Warna	26,3
3	Station Sorting Diameter	178,2
4	Station Perakitan	5,5
5	Station Reject	972,1
6	Station Pengepakan	778,8
7	Station Random	67,2

**Tabel 4-14 Hasil Waktu Eksekusi Software**

NO	NETWORK LIST	WAKTU ( $\mu$ s)
1	Menu Utama	9
2	Station Sorting Warna	25
3	Station Sorting Diameter	179
4	Station Perakitan	6
5	Station Reject	974
6	Station Pengepakan	780
7	Station Random	69

**Tabel 4-15 Hasil Waktu Eksekusi Plant**

Dari tabel waktu eksekusi diatas dapat diperoleh jumlah total waktu eksekusi software adalah 2036,6  $\mu$ s, sedangkan total waktu eksekusi plant yang diukur dengan menggunakan stopwatch adalah 2042  $\mu$ s.

Dengan hasil diatas maka software ini dianggap layak digunakan karena waktu eksekusi software lebih lambat dari waktu eksekusi plant.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari perencanaan dan pembuatan sistem SCADA pada simulator otomatisasi industri diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

1. Proses pemilihan produk dan penghitungan jumlah produk yang diinginkan sudah sesuai dengan kenyataan di plant.
2. Total waktu eksekusi yang dibutuhkan software untuk melakukan perintah ke plant adalah 2036,6  $\mu$ s, sedangkan total waktu eksekusi plant adalah 2042  $\mu$ s. Dengan hasil diatas maka software ini dianggap layak digunakan karena waktu eksekusi software lebih lambat dari pada waktu eksekusi plant.
3. Rangkaian penguat tegangan mampu menguatkan tegangan dari 5 volt output labjack menjadi 24 volt input PLC dengan menggunakan resistor sebesar 4K7  $\Omega$ .
4. Rangkaian penurun tegangan mampu menurunkan tegangan dari 24 volt output PLC menjadi 5 volt input labjack dengan menggunakan resistor sebesar 10K  $\Omega$  dan 39K  $\Omega$ .

Dengan melihat hasil pengujian diatas maka dapat disimpulkan bahwa sistem SCADA ini mampu bekerja dengan baik dan dapat di aplikasikan ke simulator otomatisasi industri.



## 5.2 **Saran – saran**

Ada beberapa saran yang dapat kami berikan kepada pembaca yang tertarik dengan skripsi ini :

1. Software dan plant ini nantinya mungkin dapat digunakan untuk praktikum di laboratorium.
2. Software ini dapat lebih dikembangkan lagi sesuai dengan kebutuhan.



## Daftar Pastaka

1. Bonar Pandjaitan, *Teknologi Sistem Pengendalian Tenaga Listrik Berbasis SCADA*
2. Ian G. Warnock, *Programmable Controller Operation & Application.*
3. Manual and Operating Book *Industrial Control Trainer.*
4. *Proses Control*, Belag Liptag, Edition – In Chief.
5. Charles A. Sculer and William L. Mcnamee, *Industrial Electronic and Robotic.*
6. Anonim, *Manual Book siemens S7-200 programmable controller,* Siemens Automation Indonesia tanpa tahun.

# LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

---

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Rendy Susilo Mardiwiryo  
NIM : 0112022  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : Perencanaan dan Pembuatan Sistem SCADA pada  
Simulator Otomatisasi Industri di Laboratorium  
Kendali Industri Jurusan Elektro ITN Malang.

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S-1) pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 22 Maret 2007  
Dengan hasil : 81,2 (A) *84*



Ketua

*[Signature]*  
**Ir. Mochtar Asroni, MSME.**  
NIP. Y. 101 810 0036

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Sekretaris

*[Signature]*  
**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.**  
NIP. Y. 101 810 0036

**ANGGOTA PENGUJI**

Penguji I

*[Signature]*  
**Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE**  
NIP. Y. 103 900 0208

Penguji II

*[Signature]*  
**Ir. Yunior Siahaan**  
NIP. Y. 102 890 0202



**LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Rendy Susilo Mardiwiryo  
NIM : 0112022  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Perlu dijelaskan lebih dahulu sistem secara keseluruhan, kemudian baru dijelaskan fungsi dan tujuan SCADA-nya.	

Telah Diperiksa dan Disetujui :

**Dosen Penguji I**

**Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE.**  
NIP. Y. 103 900 0208

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. Widodo Pudji M, MT**  
NIP. Y. 102 870 0171

**Dosen Pembimbing II**

**Irrine Budi S, ST, MT**  
NIP. 132 314 400



## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : **RENDY SUSILO M**  
 NIM : **0112022**  
 Semester :  
 Fakultas : **Teknologi Industri**  
 Jurusan : **Teknik Elektro S-1**  
 Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**  
 Alamat :

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

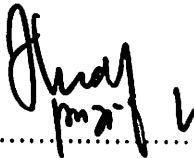
Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :


1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah  $\geq 134$  sks dengan IPK  $\geq 2$  dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas  
 Recording Teknik Elektro

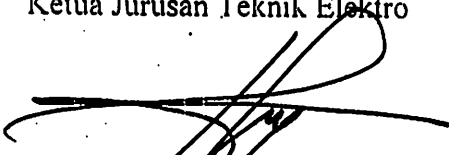
Malang, .....200  
 Pemohon

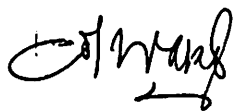
  
 (.....)

  
 (...RENDY SUSILO M.....)

Disetujui  
 Ketua Jurusan Teknik Elektro

Mengetahui  
 Dosen Wali

  
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
 NIP. V. 1039500274

  
 (Ir. I MADE WARTANA, MT)  
 30/05/06

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. **MIC Ds. Konv II → B** .....
  2. ....
  3. **IPK 370/136 = 2.72 + 379/178 = 2.15** .....
- 7 praktik.



**LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika<sup>\*)</sup>

1	Nama Mahasiswa : <u>RENDY SUSILO M</u>	Nim : <u>0112022</u>
2	Waktu pengajuan	Tanggal : Bulan : <u>JUNI</u> Tahun : <u>2006</u>
3	Spesifikasi judul ( berilah tanda silang )	
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input checked="" type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya .....
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : <u>Ir. Luthfi Pudy M, MT</u>	Mengetahui, Ketua Jurusan.  Ir. F. Yudi Anpraptono, MT Nip. Y. 1039500274
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	<u>PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA PADA SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI LABORATORIUM KENDALI INDUSTRI JURUSAN ELEKTRO ITM MALANG</u>
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	..... ..... .....
7	Catatan : ..... ..... .....	Disetujui, <u>20 JUNI</u> 2006... Dosen  <u>W. Wibisono PM</u>
	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	.....

**Perhatian :**

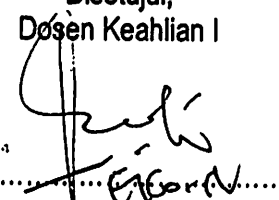
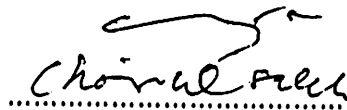
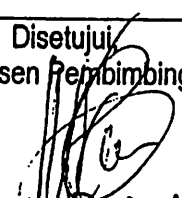
1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan : \*) coret yang tidak perlu  
\*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g. sesuai bidang keahlian





## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika\*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>RENDY SUSIKO M</u>	Nim: <u>0112022</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>20 JULI 2006</u>
		Waktu
		Tempat
		Ruang:
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	<input checked="" type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya .....
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA PADA SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI LABORATORIUM KENDALI INDUSTRI JURUSAN ELEKTRO ITN MALANG</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....
6.	Catatan: .....	..... ..... .....
	Catatan: .....	..... ..... .....
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II
		
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs
	<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	 <u>Ir. Widodo, S.T., M. MT</u> NIP. P. 102. 870. 0191.

Perhatian:

1. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu  
 \*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g sesuai bidang keahlian



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

RO MALANG  
 A MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Sept. 2006

Nomor : ITN-1701/I.TA/2/06  
 Lampiran : satu lembar  
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. Ir. **WIDODO PUDJI M, MT**  
 Dosen Institut Teknologi Nasional  
 di -  
 Malang

Dengan Hormat,  
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi  
 melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : RENDY SUSILO M  
 Nim : 0112022  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro  
 Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya  
 kepada saudara/I selama masa waktu 6 (enam ) bulan terhitung mulai  
 tanggal:

20 Juli 2006 s/d 22 Jan. 2007

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh  
 gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro  
 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima  
 kasih



Ketua  
 Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
 Nip. Y. 1039500274

**Tindakan :**

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



**PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Sept. 2006

Nomor : ITN-1702/I.TA/2/'06  
 Lampiran : satu lembar  
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **IRRINE BUDI S, ST, MT**  
 Dosen Institut Teknologi Nasional  
 di -  
 Malang

Dengan Hormat,  
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi melalui seminar proposal yang telah dilakukan untuk mahasiswa :

Nama : RENDY SUSILO M  
 Nim : 0112022  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro  
 Konsentrasi : T. Energi Listrik (S-1)

Dengan ini pembimbingan skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/I selama masa waktu **6 (enam ) bulan** terhitung mulai tanggal:

20 Juli 2006 s/d 22 Jan. 2007

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro  
 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua  
 Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Lintangono, MT  
 Nip. Y. 1029500274

**Tindakan :**

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip.

Form. S-4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-104/I.SKP/2/07  
Lampiran : Satu Lembar  
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

Malang, 27 Februari 2007

Kepada : Yth. Sdr. Ir. **WIDODO PUDJI M, MT\***)  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang  
Di - Malang

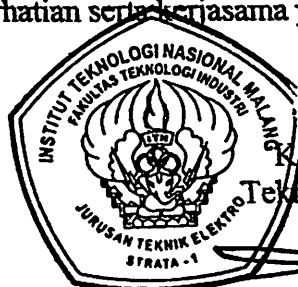
Dengan hormat  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam perpanjangan masa  
bimbingan Skripsi yang telah dilakukan untuk Mahasiswa

Nama : RENDY SUSILO M  
Nim : 0112022  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan kembali sepenuhnya  
kapada Saudara/I, selama waktu **6 (Enam) bulan** terhitung mulai tanggal:

20 Februari 2007 s/d 20 Juli 2007

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik, Jurusan Teknik Elektro, apabila lewat dari batas waktu tsb, maka Skripsinya  
di gugurkan demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima  
kasih



Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Perpanjangan kontrak \* )
2. Mahasiswa Yang Bersangkutan
3. Arsip

Form S-4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PESERO) MALANG  
ANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-105/I.SKP/2/07  
Lampiran : Satu Lembar  
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

Malang, 27 Februari 2007

Kepada : Yth. Sdr. **IRRINE BUDI S, ST, MT\***)  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang  
Di - Malang

Dengan hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam perpanjangan masa bimbingan Skripsi yang telah dilakukan untuk Mahasiswa

Nama : RENDY SUSILO M  
Nim : 0112022  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan kembali sepenuhnya kepada Saudara/I, selama waktu **6 (Enam) bulan** terhitung mulai tanggal:

20 Februari 2007 s/d 20 Juli 2007

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Elektro, apabila lewat dari batas waktu tsb, maka Skripsinya di gugurkan demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT *Yudi*  
NIP. Y. 4039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Perpanjangan kontrak \* )
2. Mahasiswa Yang Bersangkutan
3. Arsip

Form S-4a



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : RENDY SUSILO M  
Nim : 01.12.022  
Masa Bimbingan : 20 Februari 2007 s/d 20 Juli 2007  
Judul Skripsi : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM SCADA PADA  
SIMULATOR OTOMATISASI INDUSTRI DI LABORATORIUM  
KENDALI INDUSTRI JURUSAN ELEKTRO ITN MALANG

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	0-01-07	Konsultasi Bab I dan II	
2.	17-01-07	Acc Bab I dan II	
3.	25-01-07	Konsultasi Bab III	
4.	19-02-07	Acc Bab III	
5.	28-02-07	Konsultasi Bab <u>IV</u>	
6.	1-03-07	Revisi Bab <u>IV</u>	
7.	3-03-07	Konsultasi Bab <u>IV</u> dan Bab <u>V</u>	
8.	5-03-07	Revisi Bab <u>IV</u> dan Bab <u>V</u>	
9.	10-03-07	Acc Bab <u>IV</u> dan Bab <u>V</u>	
10.	17-03-07	Acc Ujian Komprehensif	

Malang,  
Dosen Pembimbing I

  
**Ir. Widodo Pudi M, MT**  
Nip. P. 102 870 0171



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

## Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

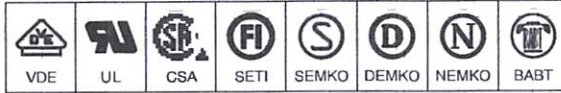
Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : RENDY C M  
NIM : 0112022  
Perbaikan meliputi :

Perlu diperjelas lebih detail list  
keada keseluruhan, kemudian  
bagaimana diperjelas fungsi dan  
tujuan SCADA-mya.

Malang,

( \_\_\_\_\_ )



## 6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

The 4N25, 4N26, 4N27 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator Choice for Medium Speed, Switching Applications
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- *To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.*

### Applications

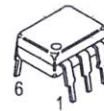
- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

### MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
<b>INPUT LED</b>			
Reverse Voltage	$V_R$	3	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	60	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	120	mW
		1.41	mW/ $^\circ\text{C}$
<b>OUTPUT TRANSISTOR</b>			
Collector–Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	Volts
Emitter–Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	Volts
Collector–Base Voltage	$V_{CBO}$	70	Volts
Collector Current — Continuous	$I_C$	150	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150	mW
		1.76	mW/ $^\circ\text{C}$
<b>TOTAL DEVICE</b>			
Isolation Surge Voltage <sup>(1)</sup> (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	$V_{ISO}$	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250	mW
		2.94	mW/ $^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range	$T_A$	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	$T_L$	260	$^\circ\text{C}$

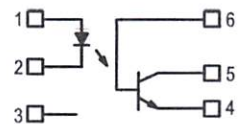
- Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating.  
For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

**4N25**  
**4N26**  
**4N27**  
**4N28**



STANDARD THRU HOLE

### SCHEMATIC



- PIN 1. LED ANODE  
2. LED CATHODE  
3. N.C.  
4. EMITTER  
5. COLLECTOR  
6. BASE



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

Characteristic	Symbol	Min	Typ <sup>(1)</sup>	Max	Unit
<b>INPUT LED</b>					
Forward Voltage ( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$V_F$	—	1.15	1.5	Volts
		—	1.3	—	
		—	1.05	—	
Reverse Leakage Current ( $V_R = 3\text{ V}$ )	$I_R$	—	—	100	$\mu\text{A}$
Capacitance ( $V = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ )	$C_J$	—	18	—	pF
<b>OUTPUT TRANSISTOR</b>					
Collector–Emitter Dark Current ( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ )	$I_{CEO}$	—	1	50	nA
		—	1	100	
( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $T_A = 100^\circ\text{C}$ )	$I_{CEO}$	—	1	—	$\mu\text{A}$
Collector–Base Dark Current ( $V_{CB} = 10\text{ V}$ )	$I_{CBO}$	—	0.2	—	nA
Collector–Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 1\text{ mA}$ )	$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector–Base Breakdown Voltage ( $I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$ )	$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter–Collector Breakdown Voltage ( $I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$ )	$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain ( $I_C = 2\text{ mA}$ , $V_{CE} = 5\text{ V}$ )	$h_{FE}$	—	500	—	—
Collector–Emitter Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{CE} = 0$ )	$C_{CE}$	—	7	—	pF
Collector–Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{CB} = 0$ )	$C_{CB}$	—	19	—	pF
Emitter–Base Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ , $V_{EB} = 0$ )	$C_{EB}$	—	9	—	pF
<b>COUPLED</b>					
Output Collector Current ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CE} = 10\text{ V}$ )	$I_C$ (CTR) <sup>(2)</sup>				mA (%)
		2 (20)	7 (70)	—	
		1 (10)	5 (50)	—	
Collector–Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 2\text{ mA}$ , $I_F = 50\text{ mA}$ )	$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn–On Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_{on}$	—	2.8	—	$\mu\text{s}$
Turn–Off Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_{off}$	—	4.5	—	$\mu\text{s}$
Rise Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_r$	—	1.2	—	$\mu\text{s}$
Fall Time ( $I_F = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 10\text{ V}$ , $R_L = 100\text{ }\Omega$ ) <sup>(3)</sup>	$t_f$	—	1.3	—	$\mu\text{s}$
Isolation Voltage ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ sec}$ ) <sup>(4)</sup>	$V_{ISO}$	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance ( $V = 500\text{ V}$ ) <sup>(4)</sup>	$R_{ISO}$	$10^{11}$	—	—	$\Omega$
Isolation Capacitance ( $V = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ ) <sup>(4)</sup>	$C_{ISO}$	—	0.2	—	pF

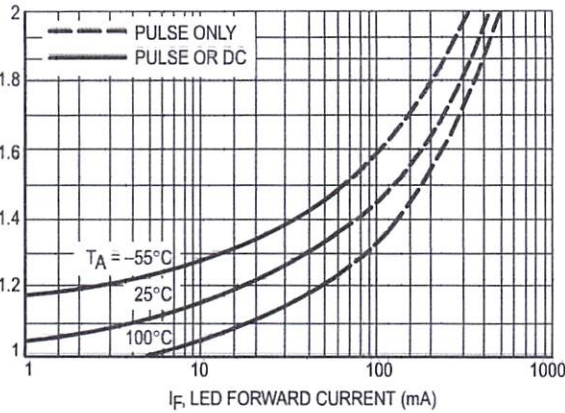
1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).

2. Current Transfer Ratio (CTR) =  $I_C/I_F \times 100\%$ .

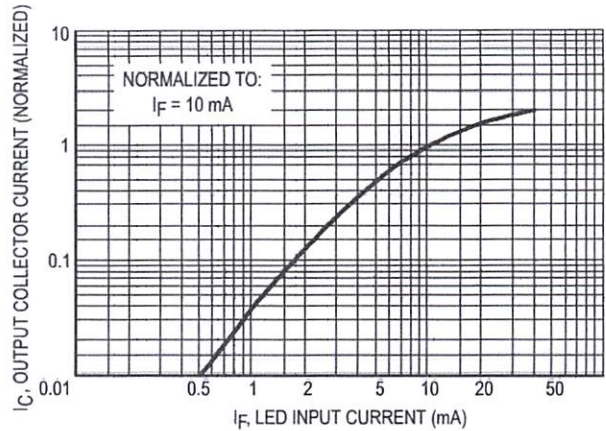
3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 11.

4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

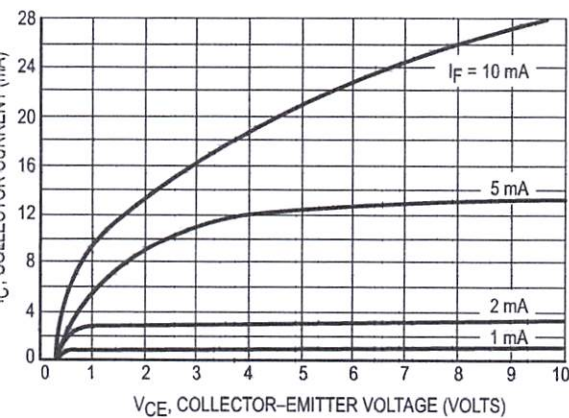
**TYPICAL CHARACTERISTICS**



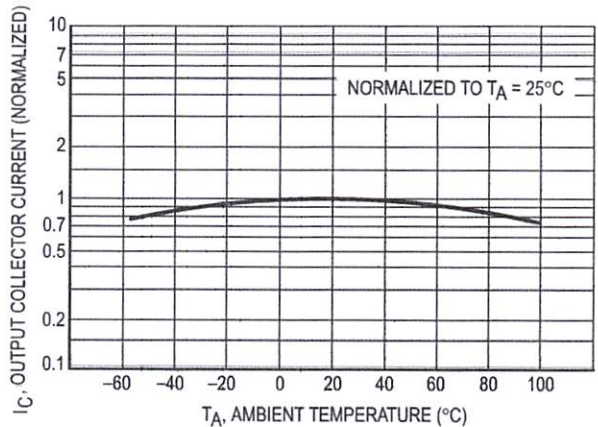
**Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current**



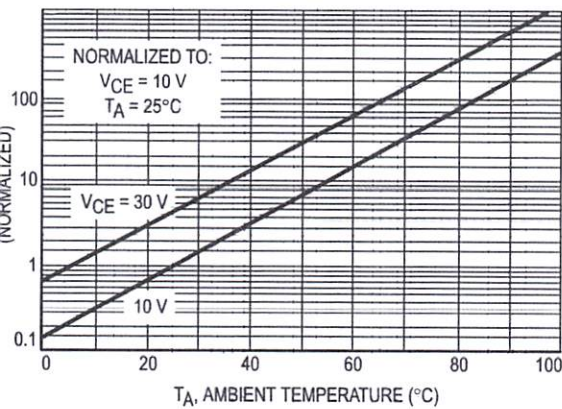
**Figure 2. Output Current versus Input Current**



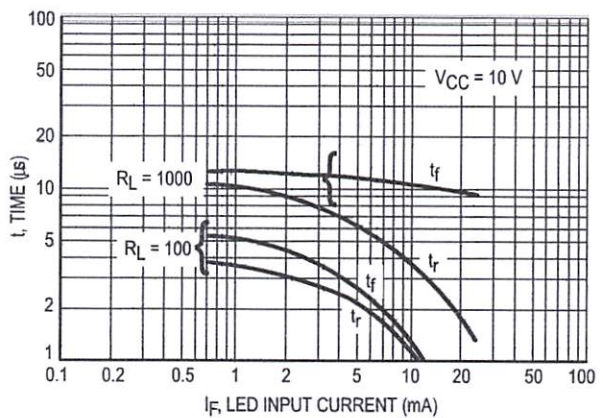
**Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage**



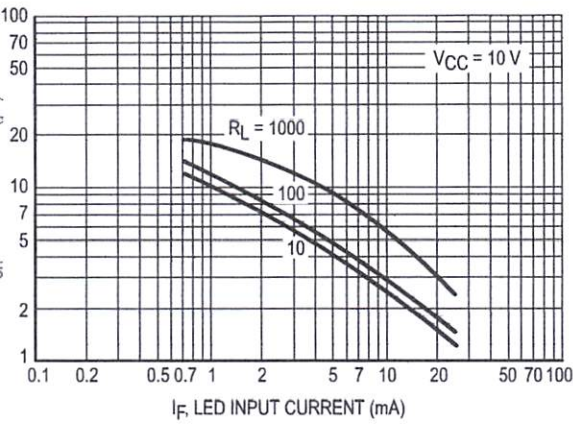
**Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature**



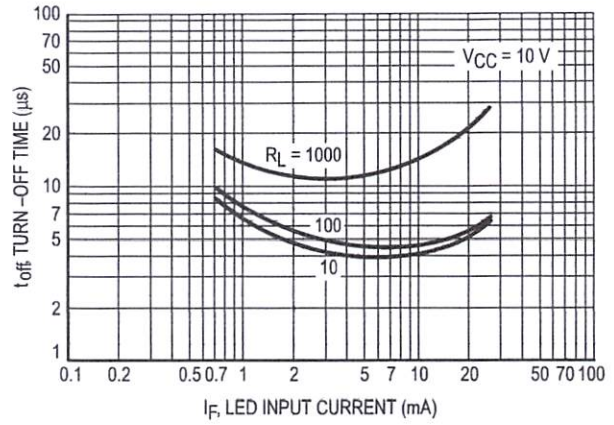
**Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature**



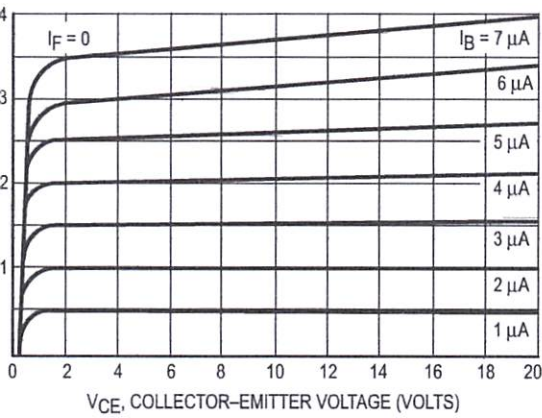
**Figure 6. Rise and Fall Times (Typical Values)**



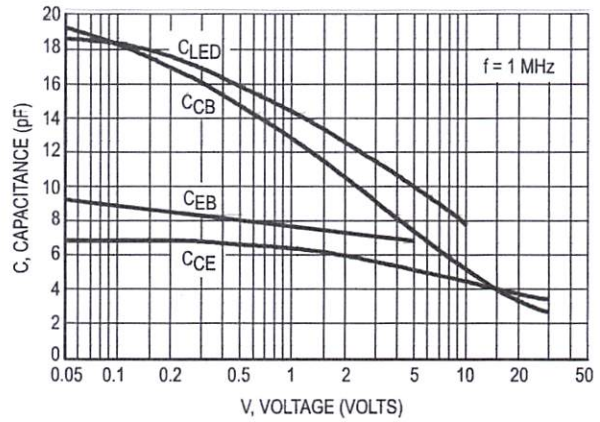
**Figure 7. Turn-On Switching Times (Typical Values)**



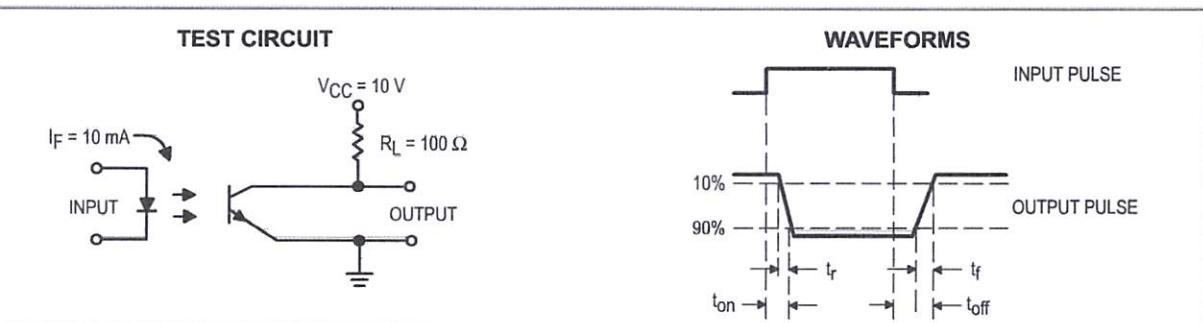
**Figure 8. Turn-Off Switching Times (Typical Values)**



**Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)**

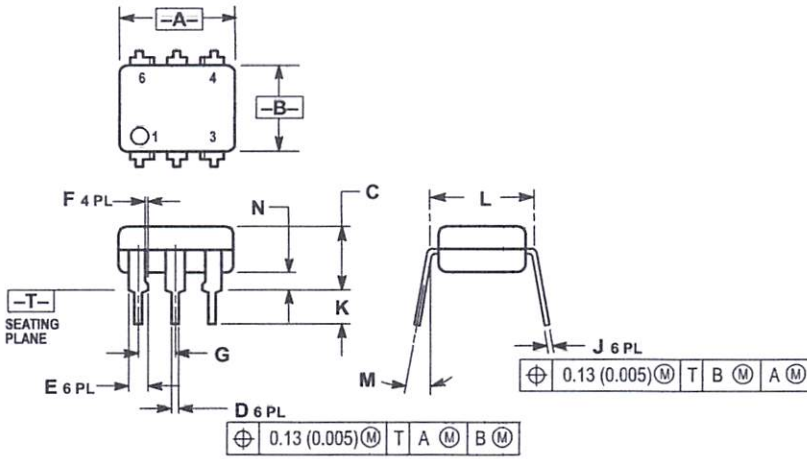


**Figure 10. Capacitances versus Voltage**



**Figure 11. Switching Time Test Circuit and Waveforms**

**PACKAGE DIMENSIONS**

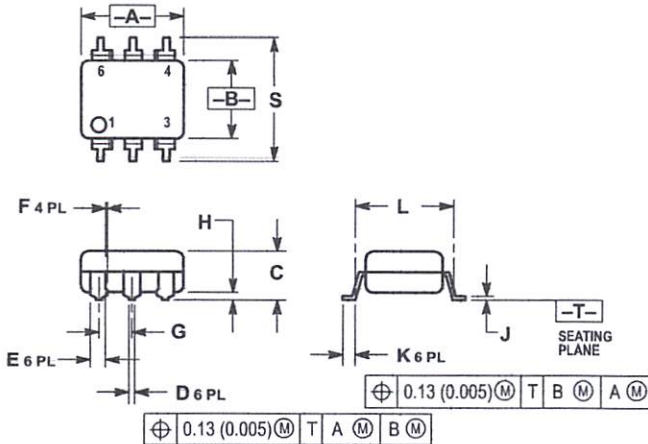


- NOTES:  
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.  
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.  
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.012	0.21	0.30
K	0.100	0.150	2.54	3.81
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.015	0.100	0.38	2.54

- STYLE 1:  
 PIN 1: ANODE  
 2. CATHODE  
 3. NC  
 4. EMITTER  
 5. COLLECTOR  
 6. BASE

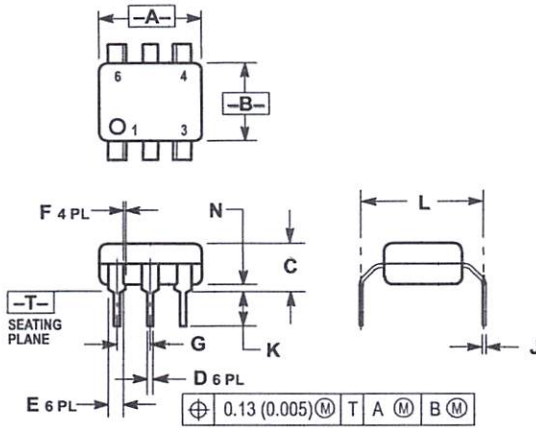
**THRU HOLE**



- NOTES:  
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.  
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.020	0.025	0.51	0.63
J	0.008	0.012	0.20	0.30
K	0.006	0.035	0.16	0.88
L	0.320 BSC		8.13 BSC	
S	0.332	0.390	8.43	9.90

**SURFACE MOUNT**



- NOTES:  
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.  
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.  
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.015	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.012	0.21	0.30
K	0.100	0.150	2.54	3.81
L	0.400	0.425	10.16	10.80
N	0.015	0.040	0.38	1.02

**0.4" LEAD SPACING**

**DISCLAIMER**

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

**SUPPORT POLICY**

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.

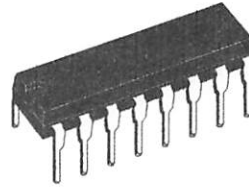
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



# ULN2001A-ULN2002A ULN2003A-ULN2004A

## SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



DIP16

ORDERING NUMBERS: ULN2001A/2A/3A/4A



SO16

ORDERING NUMBERS: ULN2001D/2D/3D/4D

### DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

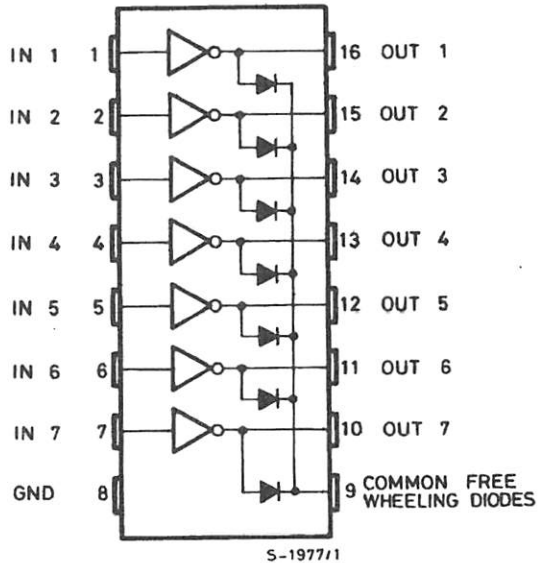
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6-15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print-heads and high power buffers.

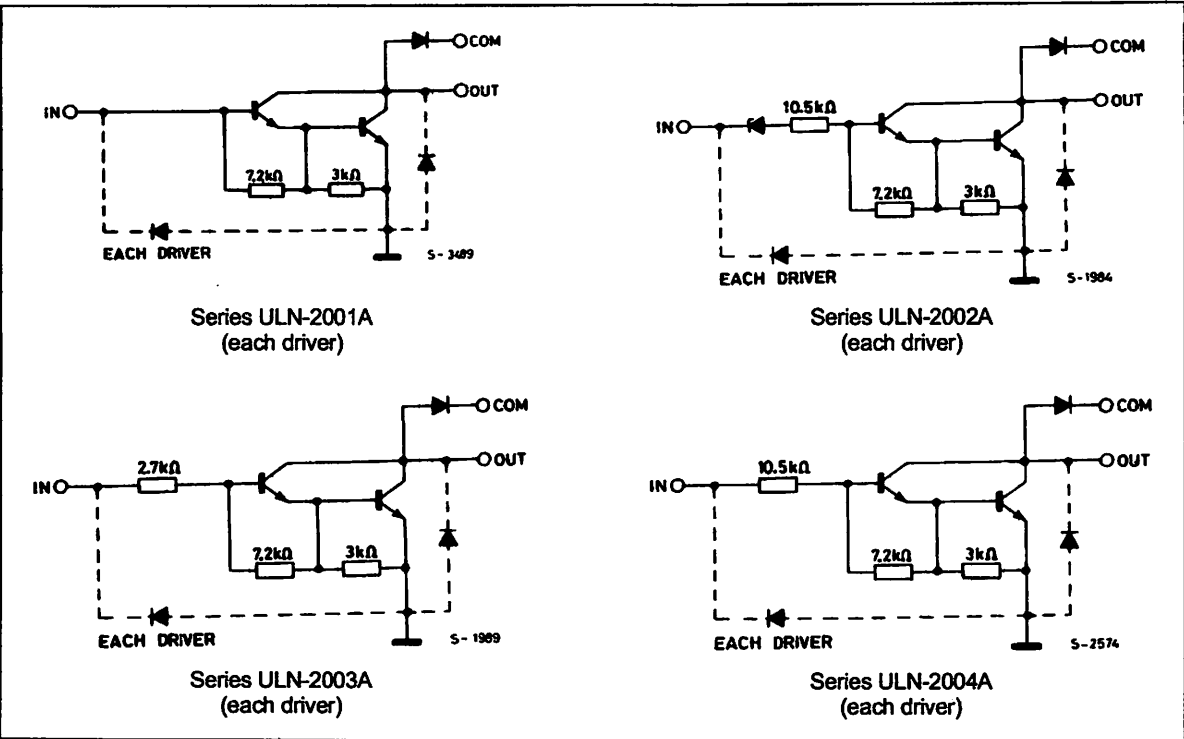
The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

### PIN CONNECTION



**ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A**

**SCHEMATIC DIAGRAM**



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_o$	Output Voltage	50	V
$V_{in}$	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
$I_c$	Continuous Collector Current	500	mA
$I_b$	Continuous Base Current	25	mA
$T_{amb}$	Operating Ambient Temperature Range	- 20 to 85	°C
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	- 55 to 150	°C
$T_j$	Junction Temperature	150	°C

**THERMAL DATA**

Symbol	Parameter	DIP16	SO16	Unit
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 70	120	°C/W





**ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A**

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
$I_{CEX}$	Output Leakage Current	$V_{CE} = 50\text{V}$ $T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ , $V_{CE} = 50\text{V}$			50 100	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	1a 1a
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ for ULN2002A $V_{CE} = 50\text{V}$ , $V_i = 6\text{V}$ for ULN2004A $V_{CE} = 50\text{V}$ , $V_i = 1\text{V}$			500	$\mu\text{A}$	1b
					500	$\mu\text{A}$	1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 100\text{mA}$ , $I_B = 250\mu\text{A}$		0.9	1.1	V	2
		$I_C = 200\text{mA}$ , $I_B = 350\mu\text{A}$		1.1	1.3	V	2
		$I_C = 350\text{mA}$ , $I_B = 500\mu\text{A}$		1.3	1.6	V	2
$I_{i(on)}$	Input Current	for ULN2002A, $V_i = 17\text{V}$		0.82	1.25	mA	3
		for ULN2003A, $V_i = 3.85\text{V}$		0.93	1.35	mA	3
		for ULN2004A, $V_i = 5\text{V}$		0.35	0.5	mA	3
		$V_i = 12\text{V}$		1	1.45	mA	3
$I_{i(off)}$	Input Current	$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ , $I_C = 500\mu\text{A}$	50	65		$\mu\text{A}$	4
$V_{i(on)}$	Input Voltage	$V_{CE} = 2\text{V}$ for ULN2002A $I_C = 300\text{mA}$			13	V	5
		for ULN2003A $I_C = 200\text{mA}$			2.4		
		$I_C = 250\text{mA}$			2.7		
		$I_C = 300\text{mA}$			3		
		for ULN2004A $I_C = 125\text{mA}$			5		
		$I_C = 200\text{mA}$			6		
		$I_C = 275\text{mA}$			7		
		$I_C = 350\text{mA}$			8		
$h_{FE}$	DC Forward Current Gain	for ULN2001A $V_{CE} = 2\text{V}$ , $I_C = 350\text{mA}$	1000				2
$C_i$	Input Capacitance			15	25	pF	
$t_{PLH}$	Turn-on Delay Time	$0.5 V_i$ to $0.5 V_o$		0.25	1	$\mu\text{s}$	
$t_{PHL}$	Turn-off Delay Time	$0.5 V_i$ to $0.5 V_o$		0.25	1	$\mu\text{s}$	
$I_R$	Clamp Diode Leakage Current	$V_R = 50\text{V}$			50	$\mu\text{A}$	6
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ , $V_R = 50\text{V}$			100	$\mu\text{A}$	6
$V_F$	Clamp Diode Forward Voltage	$I_F = 350\text{mA}$		1.7	2	V	7

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

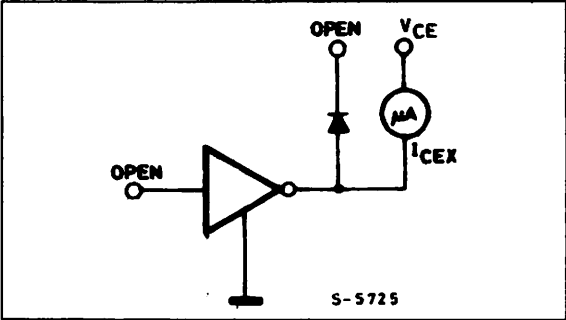


Figure 1b.

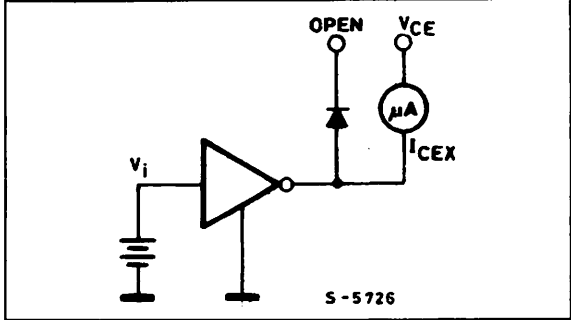


Figure 2.

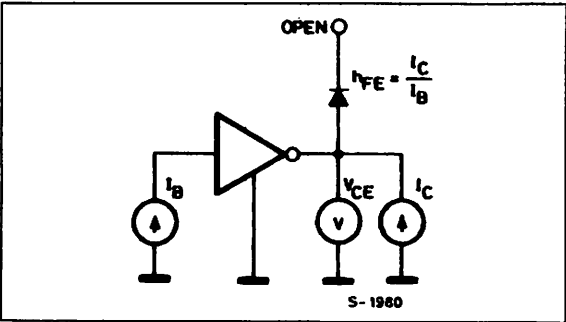


Figure 3.

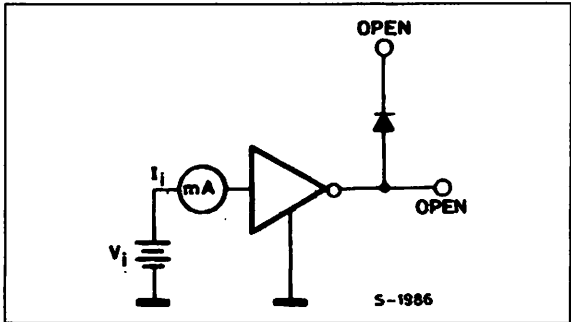


Figure 4.

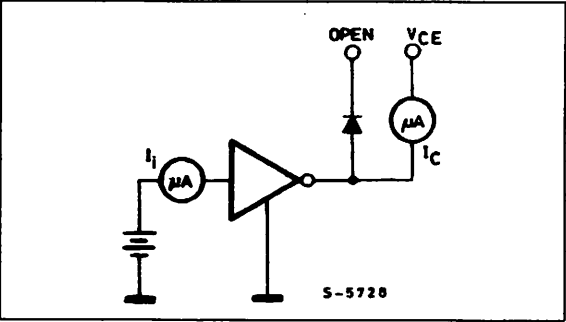


Figure 5.

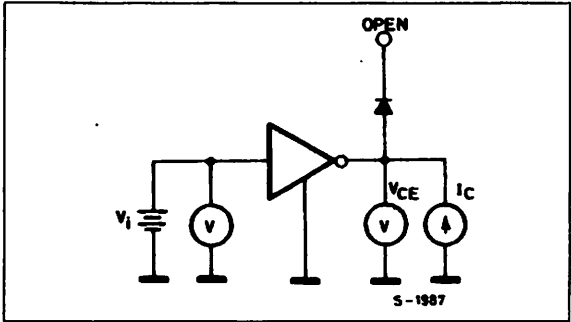


Figure 6.

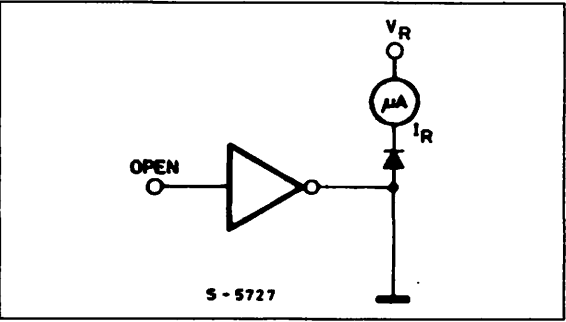


Figure 7.

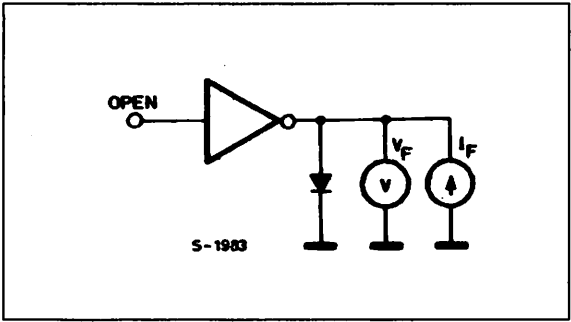


Figure 8: Collector Current versus Input Current

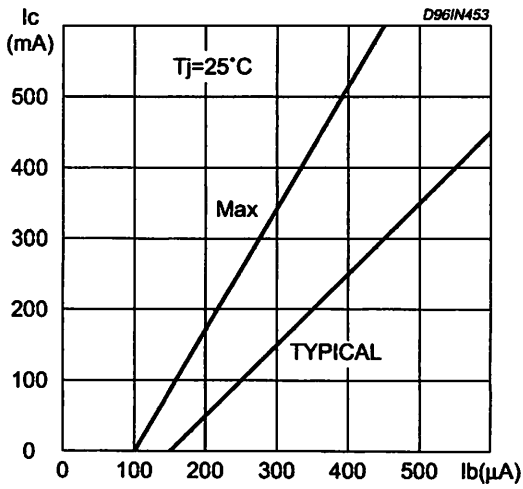


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

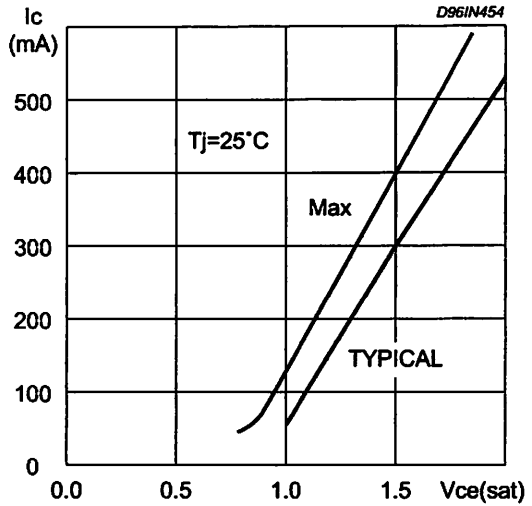


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

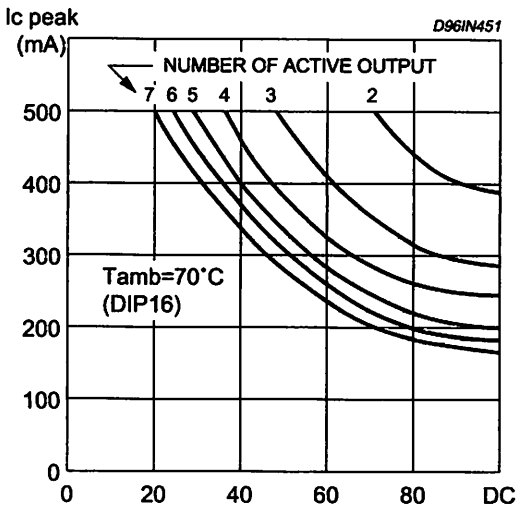
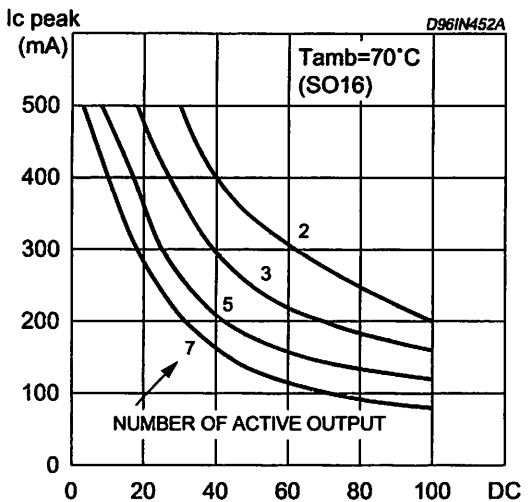


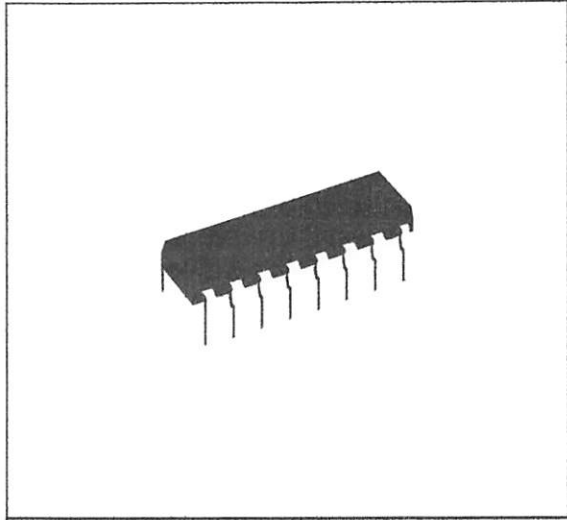
Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle



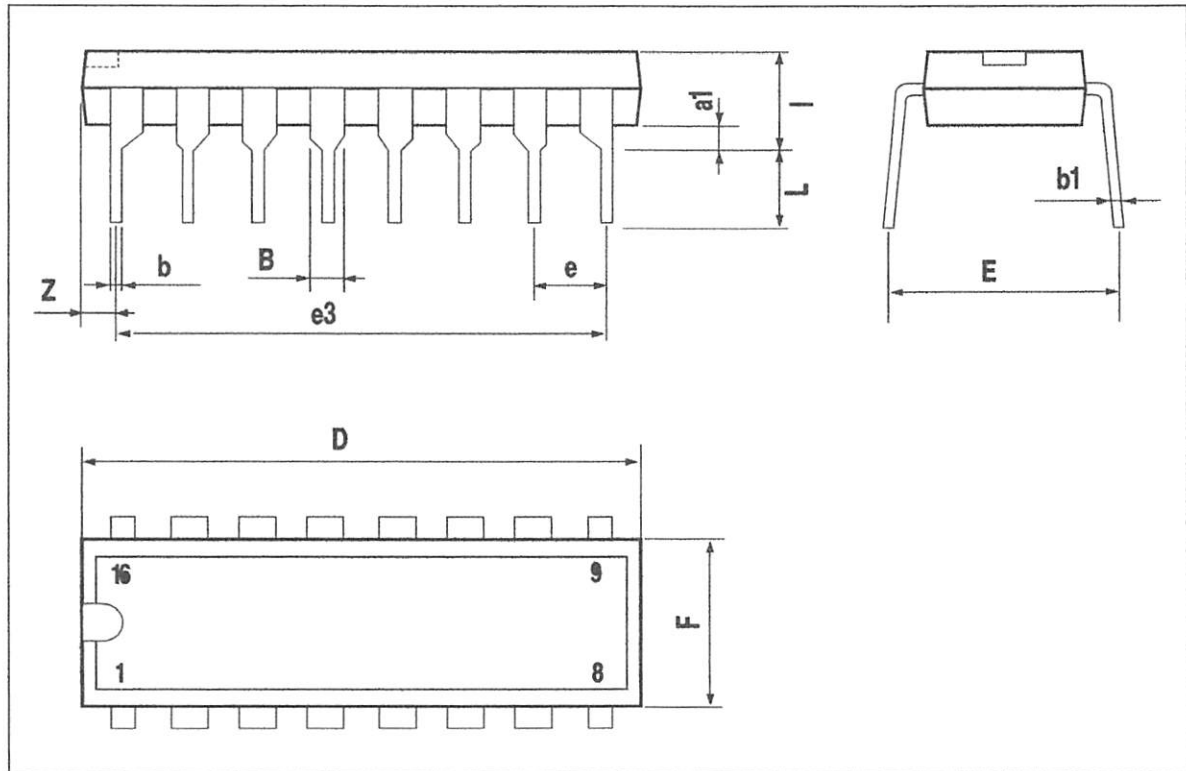
ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
l			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



DIP16



ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

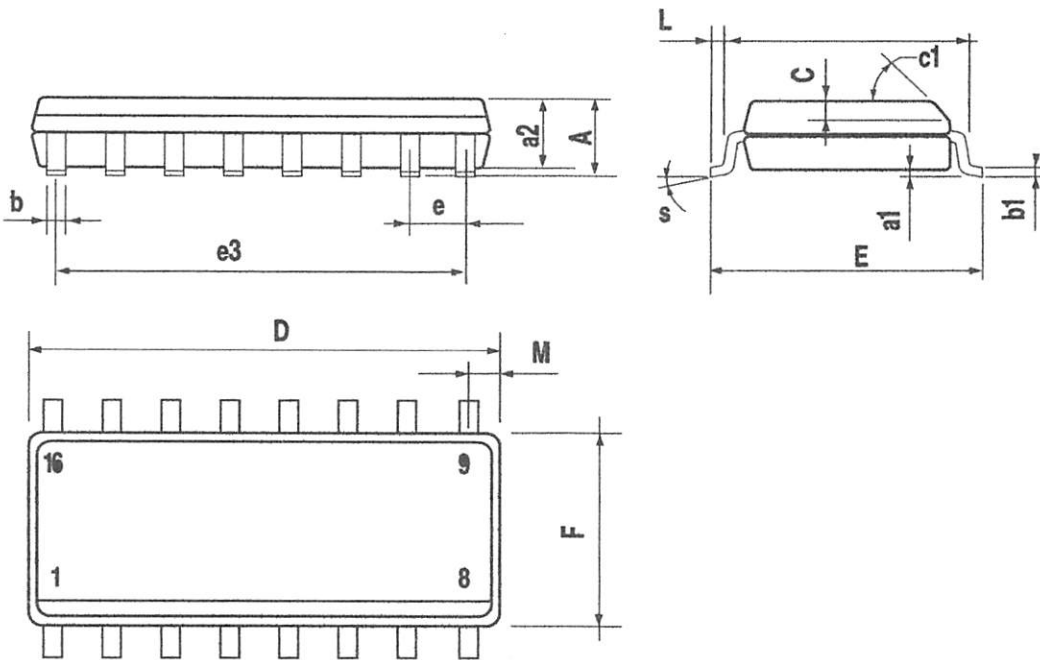
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D (1)	9.8		10	0.386		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F (1)	3.8		4	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.209
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8° (max.)					

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



SO16 Narrow

(1) D and F do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (.006inch).



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics  
© 2002 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved  
STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States.

<http://www.st.com>