



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ALAT GAMMA SCAN AKTUATOR  
GANDA**

**SKRIPSI**

**JANATA SABIL  
0906602074**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI FISIKA EKSTENSI  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ALAT GAMMA SCAN AKTUATOR  
GANDA**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

**JANATA SABIL  
0906602074**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI FISIKA EKSTENSI  
KEKHUSUSAN INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA  
DEPOK  
JUNI 2012**

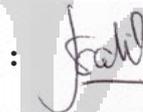
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : JANATA SABIL**

**NPM : 0906602074**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 14 Juni 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Janata Sabil  
NPM : 0906602074  
Jurusan : Fisika Instrumentasi Elektronika  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT GAMMA SCAN AKTUATOR  
GANDA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Ekstensi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Wibisono M.Si (.....)

Pembimbing II : Drs.Arief Sudarmaji M.T (.....)

Penguji I : Dr. BEF Da Silva (.....)

Penguji II : Arief S Fitrianto M.Si (.....)

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 15 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur tak hentinya terucapkan kepada Allah SWT Sang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberikan nikmat dan rahmat serta pertolongannya yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat penulis dalam mendapatkan gelar Sarjana (S.Si) pada Program Ekstensi Instrumentasi Elektronika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Kepada kedua orang tua, mungkin kata terima kasih tidak cukup untuk membalas semua cinta, kasih sayang, dukungan baik moril maupun materiil, dan semua perjuangan yang telah kalian lakukan. Semoga dengan selesainya laporan tugas akhir ini dapat membawa sedikit kebanggaan untuk kalian.

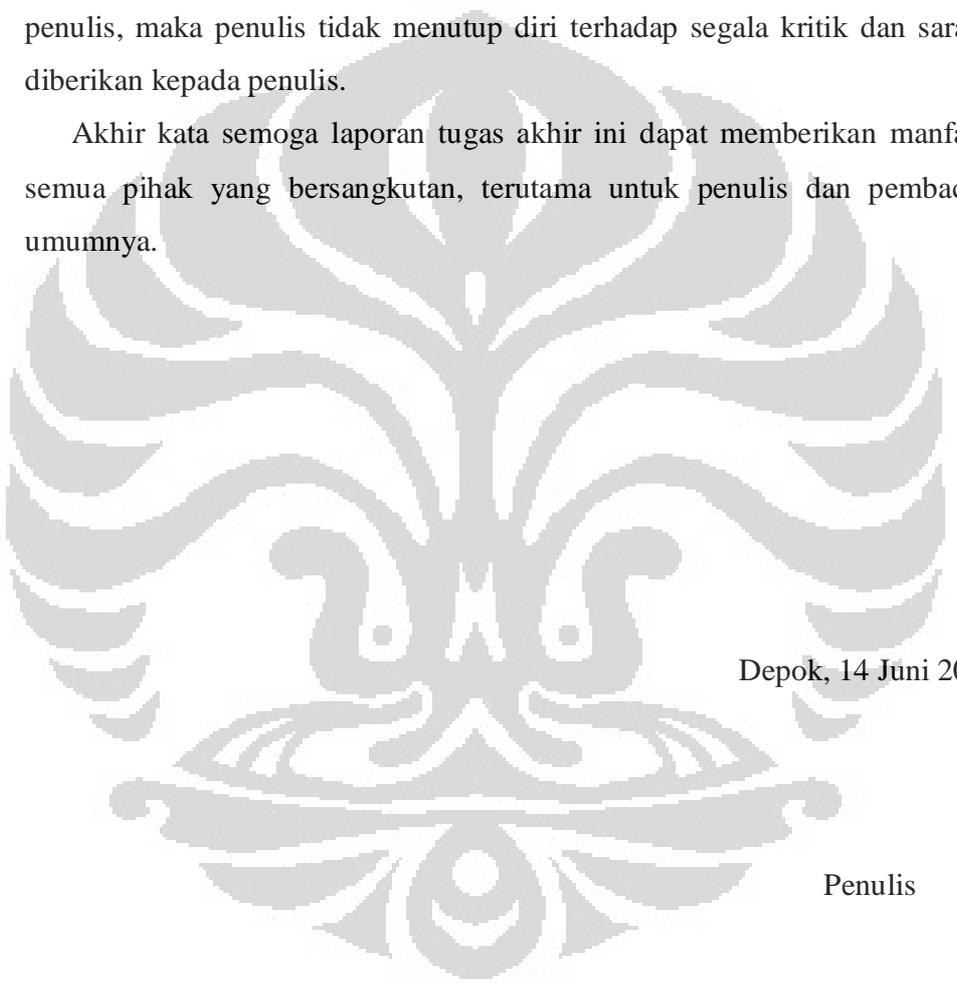
Selain itu, Laporan Tugas Akhir yang dilakukan penulis tidak akan berhasil tanpa bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan rizki-Nya setiap saat.
2. Drs. Arief Sudarmadji M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan pengarahan yang sangat besar manfaatnya bagi penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Wibisono M.Si selaku pembimbing yang telah membantu penulis sehingga penulis dapat menjalankan tugas akhir tepat pada waktunya.
4. Seluruh Dosen Pengajar tetap maupun tidak tetap, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat untuk penulis dalam menjalani jenjang pendidikan di program Ekstensi Instrumentasi Elektronika ini.
5. Ayah, ibu, audi, tizar selaku penghuni rumah yang selalu menunggu kepulangan seminggu sekali dan selalu memberikan semangat dalam perkuliahan ini.
6. Teman-teman instrumentasi 2009 yang selama 3 tahun telah bersama-sama dengan penulis menjalani kehidupan di kampus ini.

7. Seluruh teman instrumentasi dari angkatan 2001 sampai 2010 yang telah mendukung penulis.
8. Semua sahabat yang tidak dapat disebut satu persatu tetapi selalu ada dalam ingatan penulis. Terima kasih untuk dukungan, doa dan *support*-nya.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis, maka penulis tidak menutup diri terhadap segala kritik dan saran yang diberikan kepada penulis.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, terutama untuk penulis dan pembaca pada umumnya.



Depok, 14 Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Janata Sabil

NPM : 0906602074

Program Studi : Ekstensi Fisika Instrumentasi Elektronika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif ( *Non-exclusive Royalty-Free Right* )** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Rancang Bangun Alat Gamma Scan Aktuator Ganda**

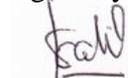
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 14 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Janata Sabil)

## ABSTRAK

Nama : Janata Sabil  
Program Studi : Fisika Ekstensi  
Judul : Rancang Bangun Alat Gamma Scan Aktuator Ganda

Telah dibuat sebuah alat gamma scan aktuator ganda dengan menggunakan 2 buah motor penggerak dengan posisi presisi antara sumber radioisotop dengan detektor yang digunakan untuk mendeteksi anomali yang terjadi pada sebuah kolom distilasi industri. Dua motor yang memberi keuntungan dalam proses pemasangan dan memiliki beban yang kecil karena kawat yang digunakan tidak panjang membuat proses pemasangan menjadi ringkas dan menguntungkan.

Kata kunci : aktuator, radioisotop, detektor, kolom distilasi

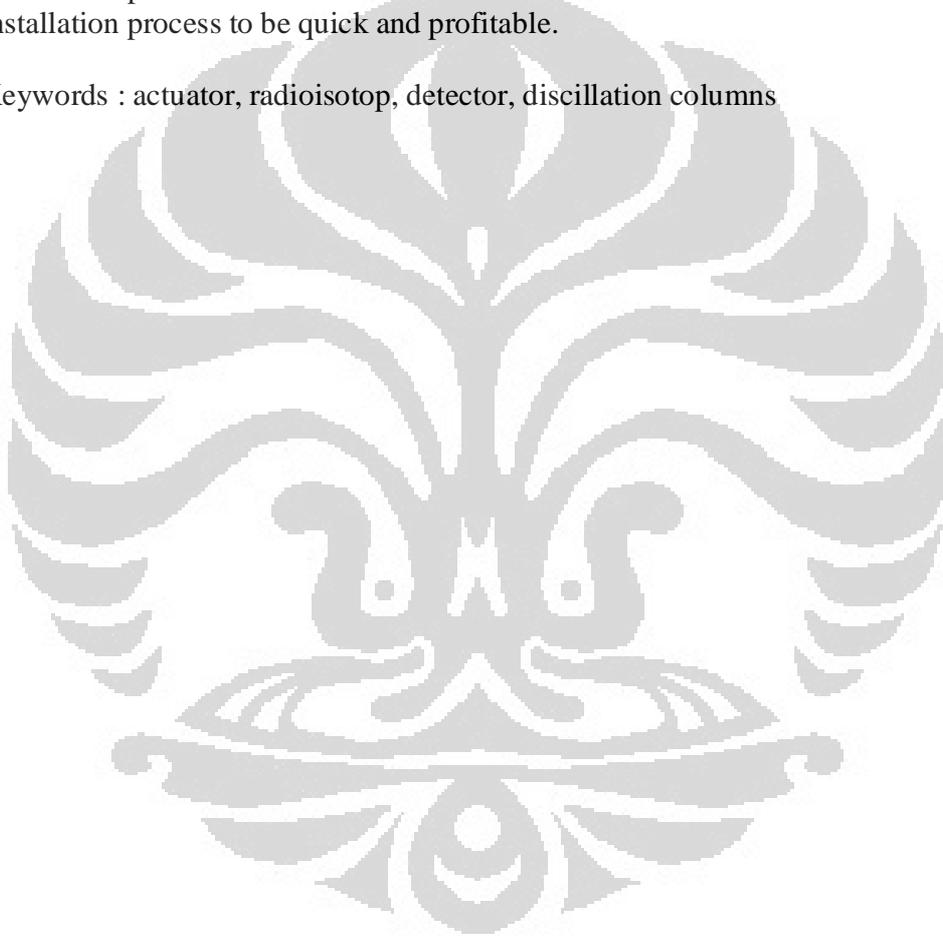


## ABSTRACT

Name : Janata Sabil  
Study Program: Physic Instrumentation Extension Program  
Title : Double Actuators Gamma Scan Instrument's Design

Has created a gamma scan instrument with 2 motor driver dual actuators with position's precision of the radioisotop and a detector that is used to detect anomalies that occur in an industrial discillation columns. Two motors provide advantages installation process and have a small load because the wires are shorter and make the installation process to be quick and profitable.

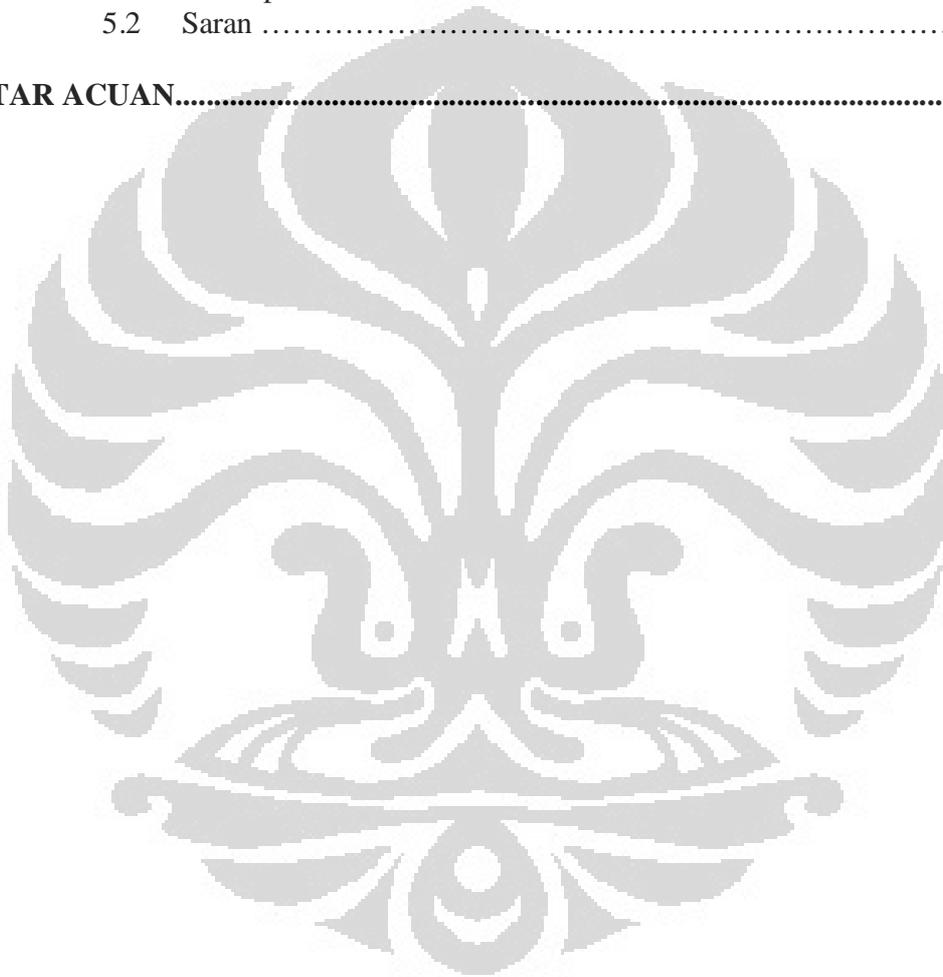
Keywords : actuator, radioisotop, detector, discillation columns



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
<b>BAB 1</b>	
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan penelitian.....	3
1.3 Deskripsi Singkat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB 2</b>	
<b>TEORI DASAR.....</b>	<b>8</b>
2.1 Sinar Gamma.....	8
2.2 Detektor Sinar Gamma.....	9
2.2.1 <i>Gas-Filled Detector</i> .....	9
2.2.2 <i>Scintillator Detector</i> .....	10
2.2.3 <i>Solid-State Detector</i> .....	15
2.4 <i>Shaft Encoder</i> .....	16
<b>BAB 3</b>	
<b>PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>18</b>
3.1 Sensor Posisi.....	18
3.1.1 <i>Pulley Shaft Encoder</i> .....	18
3.1.2 <i>Autonics E50S8-100-6-L-5 Rotary Encoder</i> .....	19
3.1.3 <i>Position Detector Circuit</i> .....	21
3.2 Sistem Pengendali.....	23
3.3 Sistem Aktuator.....	25
3.3.1 <i>Actuator Circuit</i> .....	25
3.3.2 Mekanik Motor.....	27
3.4 <i>Ratometer</i> .....	28
3.5 Program.....	29
3.6 Simulasi Kolom Distilasi.....	30

<b>BAB 4</b>	<b>HASIL EKSPERIMEN DAN ANALISA DATA.....</b>	<b>31</b>
4.1	Kalibrasi Pulsa Rotary Encoder dengan Jarak.....	31
4.1.1	Kalibrasi Arah Naik.....	31
4.1.2	Kalibrasi Arah Turun.....	32
4.2	Pengambilan Data Radiasi Terhadap Elevasi Sumber dan Receiver.....	33
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>36</b>
5.1	Kesimpulan .....	36
5.2	Saran .....	36
	<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>37</b>

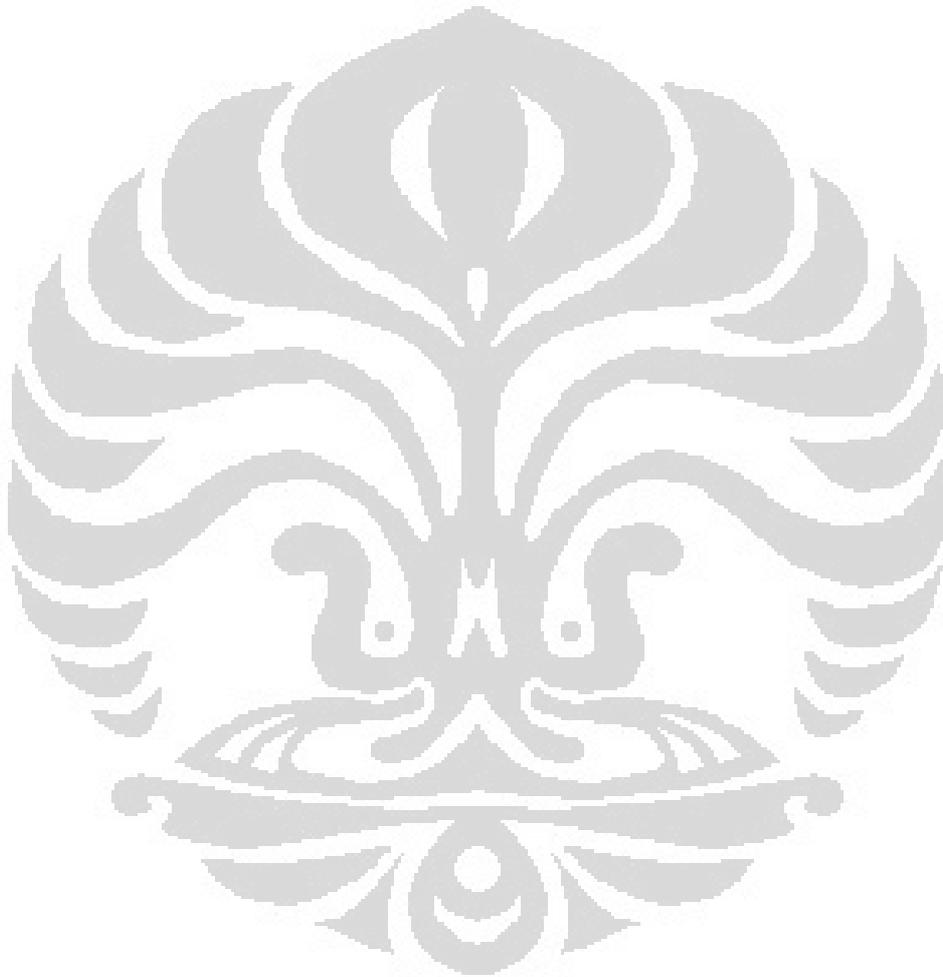


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Proses <i>gamma-scanning</i> .....	2
Gambar 1.2	Sistem <i>gamma-scanning</i> otomatis pertama milik BATAN.....	3
Gambar 1.3	Sistem <i>gamma-scanning</i> yang akan dibuat.....	4
Gambar 2.1	Sinar Gamma.....	8
Gambar 2.2	<i>Gas-Filled Detector</i> .....	9
Gambar 2.3	Bagian sintilator dan Photo Multiplier Tube (PMT).....	10
Gambar 2.4	Peran bahan aktivator Thalium.....	11
Gambar 2.5	Idealisasi spektrum sinar gamma yang menunjukkan <i>photo-peak</i> dan <i>compton-plateau</i> .....	13
Gambar 2.6	Skema Proses PMT.....	14
Gambar 2.6	<i>Solid-State Detector</i> .....	15
Gambar 2.7	<i>Incremental Encoder</i> .....	17
Gambar 2.7	<i>Absolute Encoder</i> .....	17
Gambar 3.1	Desain <i>Pulley Shaft Encoder</i> .....	18
Gambar 3.2	Autonics E50S8 <i>Rotary Encoder</i> .....	19
Gambar 3.3	Rangkaian <i>Position Detector Circuit</i> .....	22
Gambar 3.4	Perangkat elektronik remote pengendali aktuator dan proses scanning.....	23
Gambar 3.5	Konfigurasi PIN rangkaian pengendali.....	24
Gambar 3.6	Konfigurasi IC 74573 sebagai latcher.....	25
Gambar 3.7	<i>Actuator Circuit</i> .....	26
Gambar 3.8	Desain mekanik motor.....	27
Gambar 3.9	Ratemeter.....	28
Gambar 3.10	Flowchart Program.....	29
Gambar 3.11	Miniatur kolom distilasi.....	30
Gambar 4.1	Kondisi grafik data radiasi terhadap tray.....	35

## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Grafik kalibrasi jarak vs pulsa kondisi naik .....	34
Grafik 4.2 Grafik kalibrasi jarak vs pulsa kondisi turun.....	35
Grafik 4.3 Grafik hasil scan miniatur kolom tray (elevasi vs radiasi).....	36



# BAB 1

## PENDAHULUAN

Pada Bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, deskripsi singkat mengenai alat yang akan dibuat, batasan masalah dari alat yang akan dibuat oleh penulis, spesifikasi alat yang akan dibuat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

### 1.1 Latar Belakang

Teknik gamma scan adalah aplikasi teknologi nuklir dalam bidang industri. Teknik ini dilakukan dengan memanfaatkan energi sinar gamma sebagai gelombang elektromagnetik yang memiliki daya tembus sangat besar. Energy sinar gamma yang dihasilkan dari sumber radiasi kobal-60 (1,17MeV dan 1,33Mev) sering dimanfaatkan untuk menembus logam sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi malfungsi pada kolom proses atau radiografi.

Prinsip teknik gamma scan adalah menempatkan sumber gamma dan detektor mengapit objek dan mengukur intensitas radiasi yang melewati objek. Intensitas sinar gamma setelah melewati atau berinteraksi dengan material objek melemah sebanding dengan eksponensial jarak lintasan dan densitas objek yang dilewatinya.

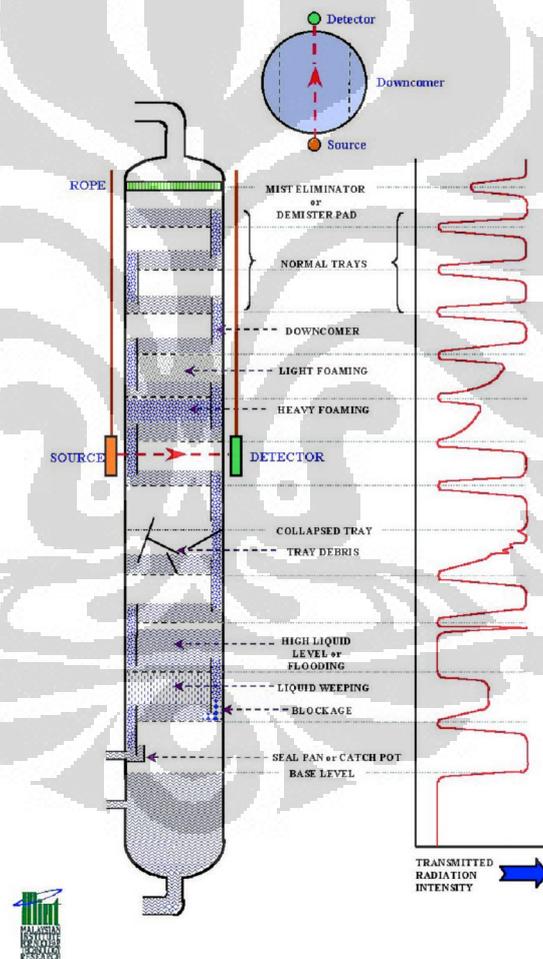
$$I=I_0e^{-\mu x} \quad (1)$$

Dimana  $I_0$ =intensitas radiasi mula-mula  
 $I$  = intensitas radiasi setelah berinteraksi dengan objek  
 $\mu$  =koefisien atenuasi  
 $x$ = tebal objek

Teknik ini sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi malfungsi pada kolom proses misalnya kolom distilasi atau kolom scrubber. Malfungsi yang biasa terjadi pada kolom-kolom proses adalah tray runtuh, banjir liquid, blockage, foaming,

weeping, maldistribusi palling, dll. Malfungsi yang terjadi sangat merugikan karena dapat mempengaruhi kualitas produksi atau kapasitas produksi.

BATAN telah mengembangkan peralatan untuk melakukan inspeksi terhadap kolom-kolom proses dengan memanfaatkan energi sinar gamma yang disebut teknik *gamma scanning*. Peralatan ini dibuat dengan menggunakan satu motor utama untuk menggerakkan tali seling yang mengikat sumber radiasi dan detektor. Tali seling terkait pada pully sedemikian rupa sehingga sumber dan detektor akan bergerak naik maupun turun bersama-sama seperti pada gambar 1.1.



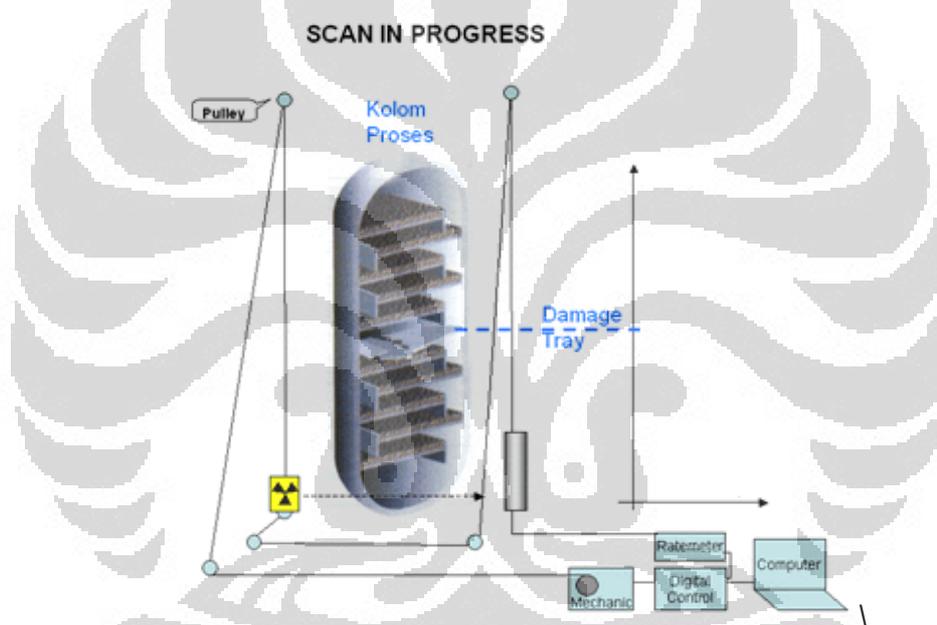
Gambar 1.1 Proses Gamma Scanning

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan kurikulum Program S1 Ekstensi Fisika, Peminatan Instrumentasi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Tujuan membuat alat ini adalah untuk membuat rancang bangun peralatan gamma scan dengan aktuator ganda. Peralatan ini diharapkan dapat mempermudah pada saat instalasi dan melakukan pengukuran dengan teknik gamma scan.

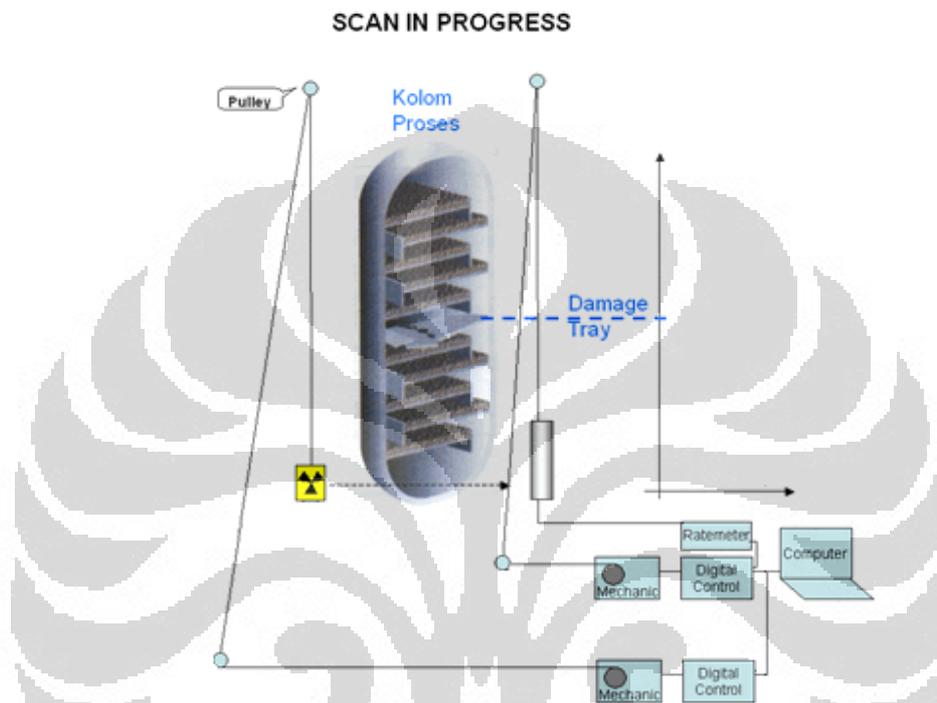
## 1.3 Deskripsi Singkat



Gambar 1.2 Sistem gamma scanning otomatis pertama milik BATAN

Skema alat di atas adalah yang saat ini dikembangkan oleh BATAN dengan menggunakan satu motor penggerak dan satu tali penggantung sumber radiasi dan detektor. Beberapa pulley dikaitkan untuk melewati tali seling sedemikian rupa sehingga sumber dan detektor dapat naik-turun bersama-sama pada saat digerakan oleh motor. Pergerakan motor naik atau turun dikontrol secara digital dan diukur ketinggiannya menggunakan encoder dengan ketelitian 1 clock setiap 2 milimeter. Data intensitas radiasi diperoleh dari detektor sintilasi dan ratemeter minekin 9303.

Data intensitas radiasi dan ketinggian digabungkan menggunakan mikrokontroler dan dikirimkan ke komputer format teks. Data teks selanjutnya diplot dalam format grafik sehingga mudah diinterpretasi dan dianalisa.



Gambar 1.3 Sistem gamma scanning yang akan dibuat

Gambar di atas adalah skema mekanik yang akan kami buat sebagai tugas akhir. Dengan memiliki aktuator ganda sehingga tali seling yang digunakan cenderung pendek. Motor, shaft encoder, dan mekanik dibuat identik untuk masing-masing source gamma dan detektor.

Cara kerja alat ini yaitu pengukuran dilakukan dengan menempatkan radioisotop di satu sisi kolom dan sebuah detektor di sisi yang berlawanan pada posisi yang segaris dan level yang sama. Masing-masing sumber dan detektor dihubungkan dengan masing-masing aktuator dan *ratemeter* (untuk detektor). Menempatkan posisi awal sebagai elevasi 0cm lalu memberikan nilai *step* (untuk mode *Auto*) sebagai nilai kenaikan elevasi untuk sumber dan detektor, lalu menentukan arah motor (naik atau

turun) kemudian motor dinyalakan dan melakukan *auto-scan* untuk tiap kenaikan/penurunan elevasi. Mode *Manual* digunakan hanya untuk menempatkan posisi sumber/detektor ke elevasi yang diinginkan.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil akhir yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan serta tidak menyimpang dari permasalahan yang akan ditinjau, maka batasan masalah pada tugas akhir ini adalah rancang bangun sistem mekanik dan elektronik serta program pengendali.

#### **1.5 Metode Penelitian**

Metode yang dilakukan dalam pembuatan dan penganalisaan alat ini yaitu :

##### **1. Studi Literatur**

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian yang penulis buat. *Study literatur* ini mengacu pada buku-buku acuan, *datasheet* dari berbagai macam komponen yang digunakan, data yang didapat dari internet, dan makalah-makalah terkait yang membahas tentang proyek yang penulis buat.

##### **2. Perancangan dan Pembuatan Alat**

Berisi tentang proses perencanaan alat berupa sistem pengendali berbasis *microcontroller* dan mekanik. Pada bagian mekanik akan membahas desain dan cara kerjanya.

##### **3. Diskusi**

Tahap ini merupakan proses tanya jawab mengenai kelebihan dan kekurangan dari rancangan rangkaian yang akan dibuat. Dengan adanya diskusi ini diharapkan memperoleh petunjuk tertentu sehingga tidak terlalu besar kesukaran yang dihadapi.

#### 4. Uji Sistem

Dari alat yang dibuat maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing bagian dengan tujuan untuk mengetahui kinerjanya agar sesuai dengan apa yang diharapkan dan dapat melakukan pengambilan data.

#### 5. Pengambilan Data

Pada bab ini akan diuraikan tentang kinerja dari masing-masing blok data yang diambil dengan harapan dalam pengujian tidak terdapat kesalahan yang fatal.

#### 6. Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

##### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari bab-bab yang memuat beberapa sub-bab. Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman maka tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu:

##### **BAB 1 Pendahuluan**

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini.

##### **BAB 2 Teori Dasar**

Teori dasar berisi landasan-landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan dan pembuatan alat (*hardware*) serta pembuatan program (*software*).

##### **BAB 3 Perancangan Sistem**

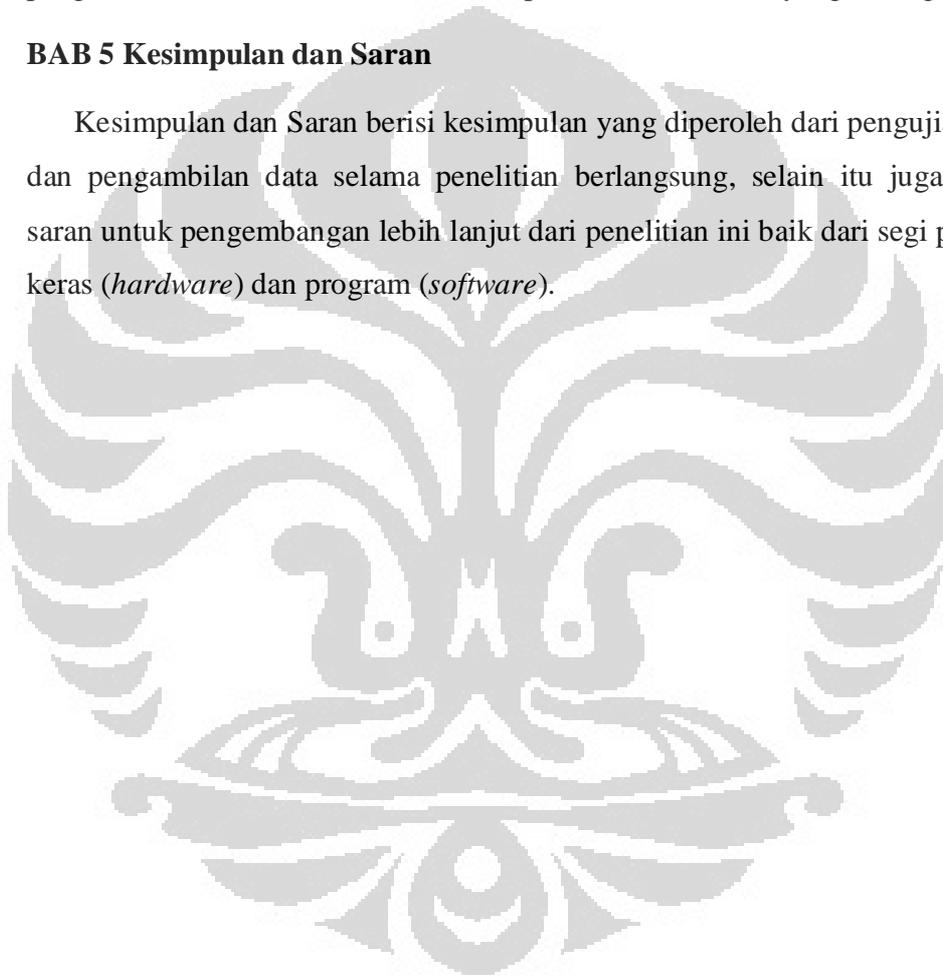
Pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan sistem kerja dari semua perangkat kontrol (*hardware*) dan program penghubung (*software*) yang terlibat.

#### **BAB 4 Hasil Eksperimen dan Analisa Data**

Bab ini berisi tentang unjuk kerja alat sebagai hasil dari perancangan sistem. Pengujian akhir dilakukan dengan menyatukan seluruh bagian-bagian kecil dari sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal. Setelah sistem berfungsi dengan baik maka dilanjutkan dengan pengambilan data untuk memastikan kapabilitas dari sistem yang dibangun.

#### **BAB 5 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengujian sistem dan pengambilan data selama penelitian berlangsung, selain itu juga memuat saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini baik dari segi perangkat keras (*hardware*) dan program (*software*).



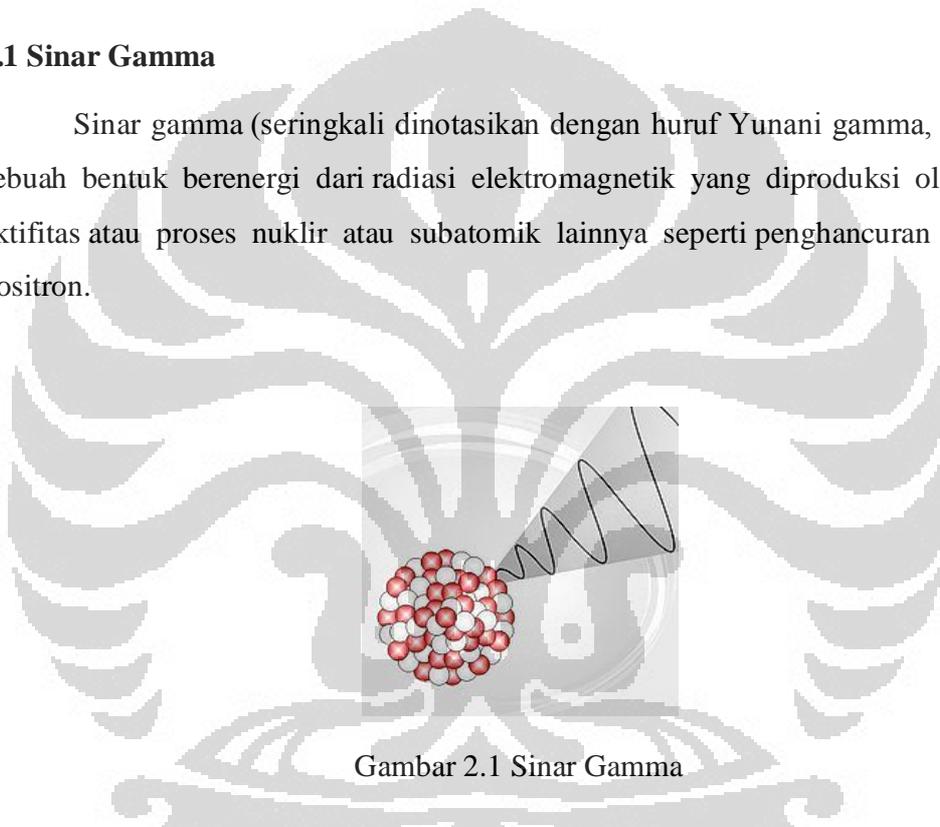
## BAB 2

### TEORI DASAR

Pada bab ini dijelaskan mengenai dasar teori mengenai hal-hal penting yang terdapat pada proyek tugas akhir ini.

#### 2.1 Sinar Gamma

Sinar gamma (seringkali dinotasikan dengan huruf Yunani gamma,  $\gamma$ ) adalah sebuah bentuk berenergi dari radiasi elektromagnetik yang diproduksi oleh radioaktivitas atau proses nuklir atau subatomik lainnya seperti penghancuran elektron-positron.



Gambar 2.1 Sinar Gamma

Definisi sinar gamma yaitu gelombang elektromagnet dari pancaran inti atom zat zat radioaktif yang mempunyai panjang gelombang antara  $1\text{\AA}$  ( $10^{-10}$  m) sampai  $10^{-4}\text{\AA}$  ( $10^{-14}$  m). sifat-sifat sinar gamma ( $\gamma$ ) sebagai berikut :

1. Mempunyai daya tembus paling besar dibanding sinar radio aktif lainnya ( $\alpha$  atau  $\beta$ ).
2. Tidak dipengaruhi medan magnet dan medan listrik, karena tidak bermuatan.
3. Dapat mempengaruhi film.

#### 4. Energinya mencapai 3MeV.

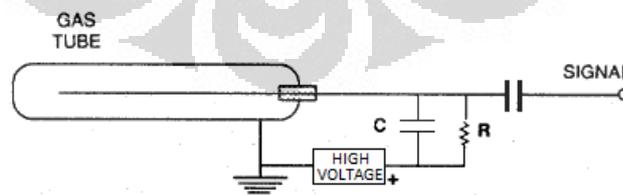
Foto sinar  $\gamma$  tidak banyak berinteraksi dengan atom suatu bahan. Dalam interaksinya dengan bahan, akan mengalami peristiwa fotolistrik dan produksi pasangan. Pada kondisi ini seluruh energinya diserap oleh atom bahan, dibawa sebuah electron untuk membentuk pasangan electron positron. Foton ini dapat berinteraksi dengan electron orbital melalui hamburan Compton.

## 2.2 Detektor Sinar Gamma

Banyak detektor yang digunakan untuk me-*register* sinar gamma dan energinya. Dalam NDA, biasanya tidak hanya diperlukan untuk mengukur jumlah radiasi yang berasal dari sampel tetapi juga spektrum energi. Dengan demikian, penggunaan detektor yang paling sering digunakan dalam aplikasi NDA adalah sinyal output yang sebanding dengan energi yang disimpan oleh sinar gamma dalam volume sensitif detektor.

### 2.3.1 Gas-Filled Detector

*Gas Counter* terdiri dari volume sensitif gas antara dua elektroda. (Lihat Gambar 2.2) Dalam desain paling luar elektroda adalah dinding silinder dari bejana tekanan gas, dan elektroda (positif) dalam adalah kawat tipis yang diposisikan pada pusat silinder. Dalam beberapa desain (khususnya dari ruang ionisasi) baik elektroda dapat diposisikan dalam gas terpisah dari bejana tekanan gas.

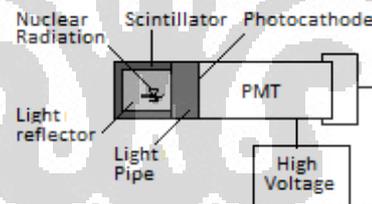


Gambar 2.2 Gas-Filled Detector

### 2.3.2 Scintillator Detector

Sintilator adalah suatu bahan yang dapat memancarkan kelipan cahaya (sintilasi) apabila berinteraksi dengan sinar- $\gamma$  atau partikel  $\alpha$  dan  $\beta$ . Bahan ini dapat berupa zat padat atau cair, baik zat organik maupun anorganik. Berdasarkan proses kelipan pada bahan sintilator tersebut dapat dibuat detektor sinar radioaktif yang disebut detektor sintilator. Terdapat dua jenis tipe detektor kelipan yaitu kelipan organik dan kelipan inorganik. Pada tabel di bawah ini dituliskan beberapa contoh detektor kelipan yang sering digunakan.

Detektor sintilasi yang paling sering digunakan untuk spektroskopi gamma adalah detektor NaI(Tl). Detektor sintilasi mampu mencacah jumlah partikel radioaktif dan energinya. Dua bagian utama Detektor Sintilator NaI(Tl) yaitu bagian sintilator NaI(Tl), dimana partikel yang terdeteksi akan menimbulkan kelipan cahaya dan yang kedua adalah tabung pengubah pancaran cahaya menjadi elektron mengalami proses penggandaan dalam Photo Multiplier Tube (PMT).



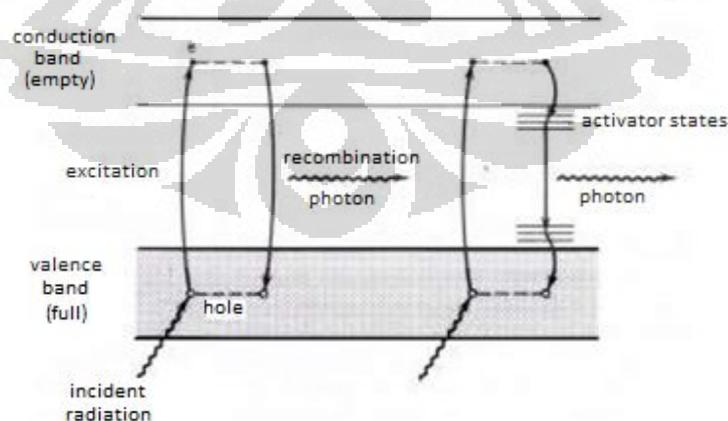
Gambar 2.3 Bagian sintilator dan *Photo Multiplier Tube* (PMT).

- Bahan Sintilator

Di dalam kristal bahan sintilator terdapat pita-pita atau daerah yang dinamakan sebagai pita valensi dan pita konduksi yang dipisahkan dengan tingkat energi tertentu. Pada keadaan dasar (*ground state*) seluruh elektron berada di pita valensi sedangkan di pita konduksi kosong. Ketika terdapat radiasi yang memasuki kristal, terdapat kemungkinan bahwa energinya akan terserap oleh beberapa elektron di pita valensi, sehingga dapat meloncat ke pita konduksi. Beberapa saat kemudian

elektron-elektron tersebut akan kembali ke pita valensi melalui pita energi bahan aktivator sambil memancarkan percikan cahaya. Jumlah percikan cahaya sebanding dengan energi radiasi diserap dan dipengaruhi oleh jenis bahan sintilatornya. Semakin besar energinya semakin banyak percikan cahayanya. Percikan-percikan cahaya ini kemudian 'ditangkap' oleh photocatode.

Detektor kelipan inorganik yang sering digunakan untuk spektroskopi  $\gamma$  adalah kristal tunggal *alkali halida* seperti *NaI* (Natrium Iodida). Karena *NaI* merupakan material isolator, maka pita valensi biasanya penuh sedangkan pita konduksi dalam keadaan kosong. Sebuah radiasi dapat mengeksitasi sebuah elektron menyeberangi celah pita dari pita valensi ke pita konduksi. Tetapi elektron ini akan kehilangan energinya dengan memancarkan sebuah photon dan kembali ke pita valensi. Untuk meningkatkan kebolehdian emisi photon dan mengurangi serapan cahaya oleh kristal, sejumlah kecil material yang dinamakan aktivator ditambahkan ke dalam *NaI*. Aktivator yang banyak digunakan adalah *thalium* sehingga detektornya dinamakan *NaI(Tl)* (Suharyana, 2010). Thalium merupakan pengotor yang mempermudah terjadinya proses ionisasi. Hal ini karena Thalium mempunyai nomor atom besar (81), lebih besar nomor atom maka lebih jauh elektron terluarnya dari inti atom dan lebih lemah gaya yang mengikatnya dari inti atom sehingga mudah mengalami ionisasi (Utari, 2004).



Gambar 2.4 Peran bahan aktivator Thalium

Peristiwa pembentukan kelipan cahaya dapat dipandang sebagai urutan beberapa proses sebagai berikut :

Sinar-g yang masuk ke dalam suatu detektor sintilator akan berinteraksi dengan atom-atom di dalamnya sehingga terjadi 3 mekanisme sebagai berikut :

a. Efek Fotolistrik

Yaitu suatu gejala dimana suatu cahaya yang frekuensinya cukup tinggi dijumpai pada suatu permukaan logam, maka akan terjadi pemancaran elektron dari permukaan logam tersebut.

b. Produksi Pasangan

Yaitu suatu peristiwa yang terjadi apabila suatu foton ditembakkan pada suatu inti atom sehingga inti atom tersebut akan memancarkan sepasang elektron ( $q = -e$ ) dan positron ( $q = +e$ ). Hal ini terjadi karena untuk memenuhi hukum kekekalan energi dan momentum linier serta hukum kekekalan muatan listrik.

c. Hamburan *Compton*

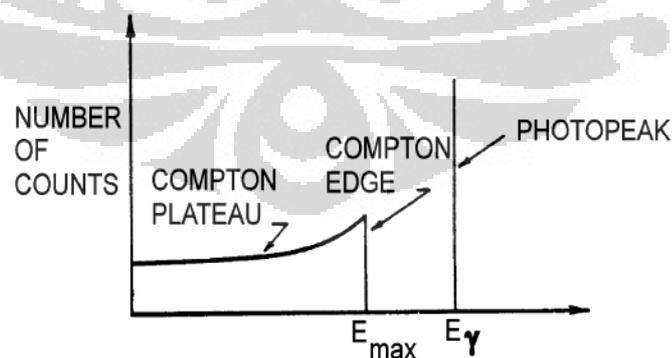
Yaitu suatu peristiwa dimana suatu foton menumbuk elektron dan kemudian mengalami hamburan dari arahnya semula sedangkan elektronnya menerima impuls dan bergerak. Dalam tumbukan ini foton dapat dipandang sebagai partikel yang kehilangan sejumlah energi yang besarnya sama dengan besarnya energi kinetik yang diterima elektron.

Melalui ketiga proses ini, sinar-g menyerahkan sebagian atau seluruhnya tenaganya pada materi detektor dan sebagai hasilnya melepaskan elektron - elektron bebas yang dipergunakan dalam proses deteksi selanjutnya. Segera setelah elektron (fotoelektron) dibebaskan keluar dari sistem atom, maka sebagai akibat dari pengaturan kembali konfigurasi elektron akan dipancarkan sinar-x. Hampir semua sinar-x ini diserap oleh bahan detektor dan tenaganya diserahkan pada fotoelektron yang dilepaskan. Sebagian besar dari tenaga yang diserap oleh elektron ini akan dilepaskan dalam bentuk tenaga panas dan sebagian yang lain dilepaskan foton cahaya kelipan (Utari, 2004).

Ketika sinar gamma memasuki kristal, bukan untuk menolak elektron dari atom, tetapi bertabrakan dengan elektron bebas yang memberikan sebagian dari energi untuk elektron. Jika sinar gamma lolos dari kristal maka hanya bagian dari energi dari sinar gamma asli yang tersisa dengan elektron dalam kristal. Hal ini menyebabkan lebih sedikit cahaya dan seolah-olah energi sinar gamma yang lebih kecil benar-benar terserap dalam kristal. Kinematika sederhana (kekekalan energi dan momentum) melarang elektron dari menerima lebih banyak energi kinetik dari

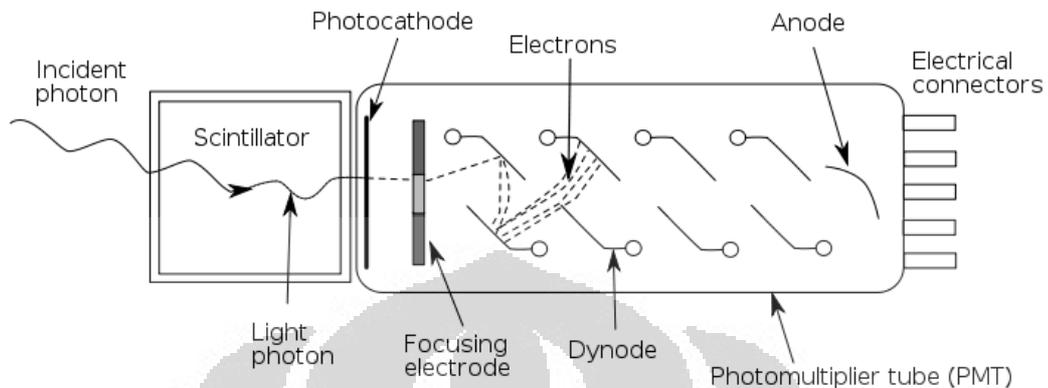
$$= \text{---} \quad (2.1)$$

Ini disebut *Compton-edge*.  $E$  adalah energi dari sinar gamma dan  $E_e$  adalah energi sisa elektron. Transfer energi maksimum ini sesuai dengan sudut hamburan sinar gamma melalui  $180^\circ$ .  $0^\circ$  mentransfer energi secara terpencah. Hamburan *Compton* adalah fungsi yang cukup lambat untuk berbagai sudut dan sehingga akan ada distribusi energi peristiwa *Compton* kurang dari *Compton-edge*. Sebagai hasil dari efek fotolistrik dan efek *Compton*, spektrum *gamma-ray* ideal harus memiliki bentuk seperti pada Gambar 2.5 (Perhatikan bahwa *photopeak* (atau *full energy peak*) masih dapat dilihat sebagai akibat dari penyerapan semua energi sinar gamma. Namun total penyerapan ini juga bisa terjadi akibat hamburan *Compton* diikuti oleh penyerapan foto-listrik dari penyebaran sinar gamma *Compton*).



Gambar 2.5 Idealisasi spektrum sinar gamma yang menunjukkan *photo-peak* dan *compton-plateau*.

- *Photo Multiplier Tube (PMT)*



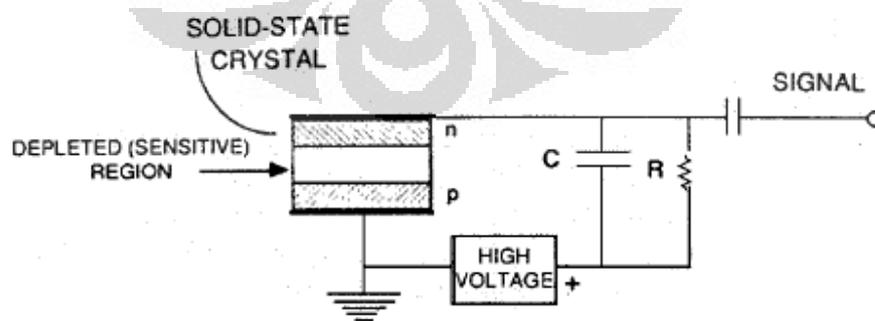
Gambar 2.6 Skema Proses PMT

Prinsip kerja detektor kelipatan ditunjukkan pada Gambar 2.5. Radiasi memasuki detektor sehingga mengakibatkan elektron atom - atom penyusun material detektor tereksitasi. Ketika kembali ke keadaan dasarnya, elektron orbit memancarkan cahaya. Cahaya ini akan menumbuk katoda yang permukaannya dilapisi *photosensitive* yang biasanya terbuat dari *antimony* dan *cesium*. Akibatnya katoda akan menghasilkan paling sedikit sebuah elektron tiap photon yang mengenainya melalui mekanisme efek fotolistrik. Di belakang katoda terdapat tabung pengganda elektron yang dinamakan *photomultiplier tube PMT* yang terdiri atas beberapa elektroda yang dinamakan *dynode* yang masing - masing dihubungkan dengan tegangan listrik searah yang secara progresif bertambah besar. Karena antara dynode pertama dengan photocatode terdapat medan listrik, maka *photoelektron* akan dipercepat gerakannya oleh medan listrik menuju *dynode* pertama. Elektron yang dipercepat ini memiliki energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron - elektron dari *dynode* pertama. Untuk sebuah photoelektron yang mengenai *dynode*, bergantung pada efisiensi *PMT*, akan menghasilkan sekitar 10 buah elektron sekunder. Elektron sekunder ini diarahkan gerakannya sehingga dipercepat oleh medan listrik antara dynode kedua dengan pertama sehingga dari dynode kedua dihasilkan elektron tersier yang jumlahnya berlipat. Proses seperti ini diulang - ulang sampai akhirnya elektron yang keluar dari *dynode* terakhir mampu menghasilkan arus

keluaran yang besarnya lebih dari sejuta kali dibandingkan arus yang keluar dari katoda. Arus ini masih berupa pulsa muatan sehingga belum dapat dianalisa. Pulsa keluaran *PMT* dimasukkan ke penguat muka *preamplifier* dan sinyal yang keluar dari penguat muka sudah dalam bentuk pulsa tegangan dalam orde milivolt (Suharyana, 2010).

### 2.3.3 Solid-State Detector

Dalam *solid-state* detektor, muatan yang dihasilkan oleh interaksi foton dikumpulkan langsung. Resolusi energi detektor sinar gamma ini lebih baik dari detektor sintilasi. Nilai spektral yang lebih besar dapat diukur dan digunakan untuk evaluasi SNM. Sebuah representasi generik dari detektor *solid-state* ditunjukkan pada Gambar 2.6. Volume sensitif adalah wilayah elektronik AC (dikenal sebagai wilayah habis) dalam bahan semikonduktor di mana elektron bebas dan bergerak dalam lubang bebas. Germanium memiliki karakteristik elektronik paling ideal dalam hal ini dan merupakan bahan semikonduktor yang paling banyak digunakan dalam *solid-state* detektor. Seperti Gambar 2.6 menunjukkan, fungsi detektor sebagai *solid-state* proporsional, dengan nilai ionisasi dihapus secara langsung ke elektroda oleh medan listrik tinggi di dalam semikonduktor, yang dihasilkan oleh tegangan bias. Nilai yang dikumpulkan dikonversi menjadi pulsa tegangan dengan *preamplifier*. Desain awal yang paling populer digunakan adalah *lithium-drifted germanium* [Ge(Li)] sebagai media deteksi. *Lithium* berfungsi untuk menghambat aliran yang tidak dibutuhkan dalam saringan kristal selama proses pengumpulan pengisian.



Gambar 2.6 *Solid-State Detector*

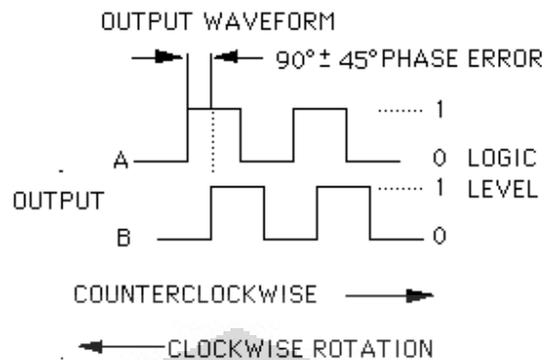
## 2.4 Shaft Encoder

*Shaft Encoder* adalah perangkat optik yang pada umumnya memiliki dua *logical-output* yang disebut A dan B. Secara konseptual, poros melekat pada dua piringan. Setiap memiliki segmen transparan dan buram, 256 dalam keseluruhannya. Sebuah sumber cahaya pada satu sisi piringan dan detektor cahaya di sisi lain. Ketika sebuah segmen transparan dari piringan terletak antara sumber dan detektor output yang sesuai adalah 1, dan ketika sebuah sektor buram terletak antara sumber dan detektor output yang sesuai adalah 0, dengan demikian alternatif output adalah antara 1 dan 0 sebagai poros dihidupkan.

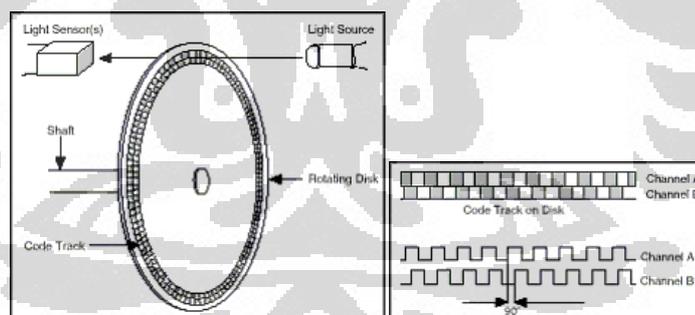
*Incremental rotary encoders*, juga dikenal sebagai *encoder quadrature*, mengukur gerakan poros relatif. Jenis *encoder* poros hanya menggunakan dua sensor optik atau mekanik untuk mendeteksi rotasi poros dari satu sudut ke yang berikutnya. Untuk melacak posisi saat ini, sirkuit eksternal dapat digunakan untuk menghitung gerakan poros dari titik acuan. Dalam *encoders* mekanik, *Cams* pada poros melakukan kontak dengan sensor mekanik untuk menunjukkan posisi. *Optical Encoder* dapat menentukan gerakan dengan membaca dua jalur *light* dan *dark-code* dengan foto dioda.

Sebagian besar posisi *output* data *incremental-encoder* memiliki gelombang kotak 90 derajat keluar dari fase, beberapa dapat menghasilkan gelombang sinus sebagai gantinya. *Linear incremental-encoder* mengukur jarak dalam garis lurus. *Linear incremental-encoder* sering digunakan dalam peralatan mesin. Beberapa *encoder* tambahan termasuk memori dengan baterai cadangan untuk merekam informasi hitungan. Jenis *encoder* poros dalam kombinasi dengan titik acuan dapat digunakan untuk melacak posisi absolut, bahkan pada *power-up*.

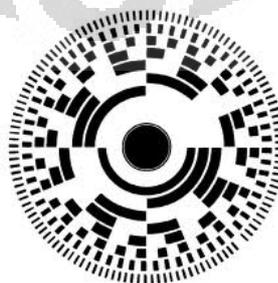
*Optical rotary shaft encoder* biasanya bisa berubah pada kecepatan tinggi. Beberapa unit dapat berputar sampai 30.000 putaran per menit (RPM). Sebaliknya, *encoders* paling mekanik jauh lebih terbatas dalam kecepatan.



Asumsikan bahwa poros diposisikan sehingga sinyal adalah adalah titik tengah diagram ini, di mana A dan B adalah 0. Jika poros dihidupkan berlawanan dari posisi ini, pertama A dan kemudian B akan menjadi 1. Di sisi lain, jika poros ditolak searah jarum jam dari titik tengah dari diagram maka B akan menjadi 1 sebelum A berjalan. Ini berarti bahwa dengan mengamati urutan perubahan, sebuah program dapat menentukan cara poros berputar. Urutan nilai yang dikenal sebagai *gray-code*. Dengan menghitung perubahan, program ini dapat menentukan seberapa jauh poros telah berubah.



Gambar 2.7 *Incremental Encoder*



Gambar 2.8 *Absolute Encoder*

## BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan mengenai perancangan sistem, mekanik, rangkaian, dan program pada alat Gamma Scan Aktuator Ganda.

### 3.1 Sensor Posisi

Pada sub bab ini menjelaskan tentang perancangan alat untuk sensor posisi, mulai dari perancangan mekanik *pulley* sensor sampai dengan perancangan elektronik pendukung sensor posisi.

#### 3.1.1 *Pulley Shaft Encoder*

Mekanik pulley untuk proses pengambilan data posisi.



Gambar 3.1 Desain *Pulley Shaft Encoder*

Sensor-pulley dirancang untuk proses pengambilan data posisi isotop sinar gamma dan receiver. Kawat dihubungkan pada katrol dan sensor membaca rotasi yang terjadi sesuai dengan nilai diameter katrol. Pulley dan katrol terbuat dari besi, hal ini bertujuan agar katrol tidak mudah terkikis karena gesekan kawat. Katrol

dihubung mati dengan as yang terhubung dengan bearing dengan ukuran diameter dalam 10mm. Pada ujung as dilubangi untuk menghubungkan as sensor, diperlukan ketelitian dalam pembuatan mekanik agar poros as sensor dan bearing tidak salah. Ukuran katrol adalah 30mm, hal ini disesuaikan dengan jumlah maksimal pulsa pada sensor yaitu 100. Perbandingan yang disesuaikan membantu dalam kalibrasi dan posisi sumber/receiver agar lebih presisi antara keadaan sebenarnya dengan display.

### 3.1.2 Autonics E50S8-100-6-L-5 Rotary Encoder



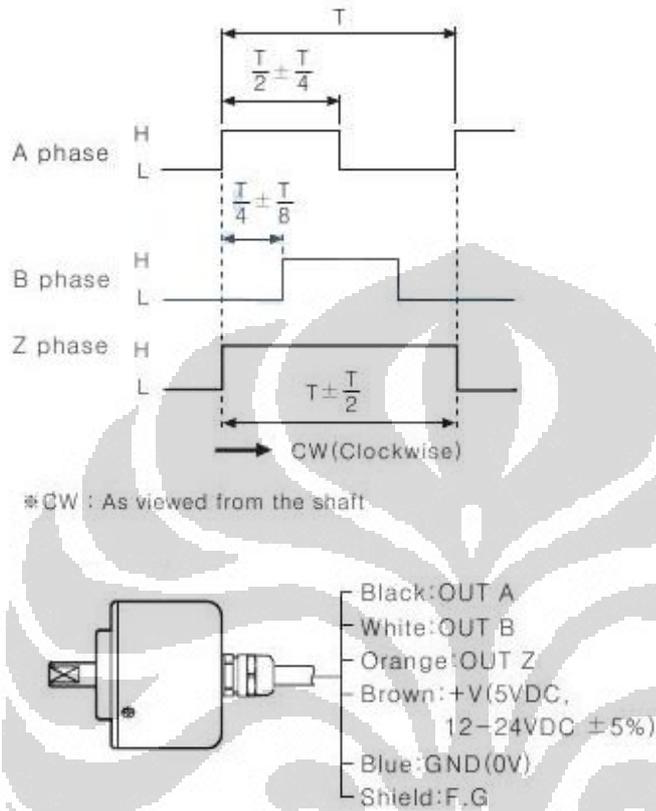
Gambar 3.2 Autonics E50S8 Rotary Encoder

Spesifikasi dari sensor ini adalah :

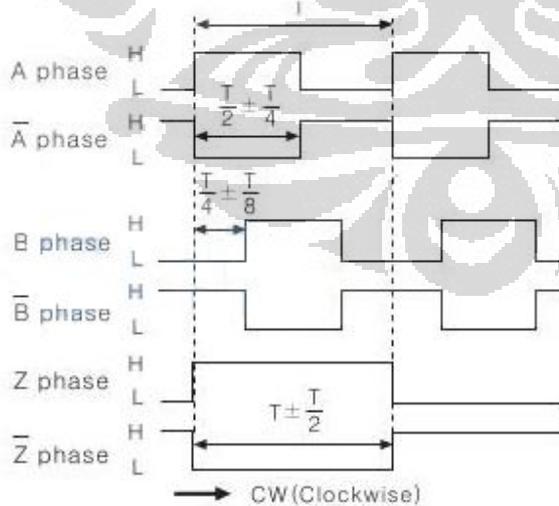
E50S	8	5000	3	2	24	
Series	Shaft diameter	Pulse/1Revolution	Output phase	Output	Power supply	Cable
Diameter ø 50mm, shaft type	ø 8mm	Refer to resolution	2:A, B 3:A, B, Z 4:A, $\bar{A}$ , B, $\bar{B}$ 6:A, $\bar{A}$ , B, B, Z, $\bar{Z}$	T:Totem pole output N:NPN open collector -output V:Voltage output L:Line driver output(*)	5 :5VDC ±5% 24:12-24VDC ±5%	No mark:Normal type C:Cable outgoing connector type(*) CR:Rear side outgoing connector integrated type CS:Side outgoing connector integrated type
*Standard:E50S8-[PULSE]-3-N-24		*Standard:A, B, Z		*The power of Line driver is only for 5VDC		*Cable length:250mm

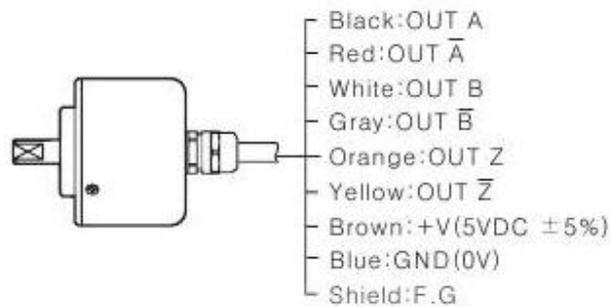
Sensor *Rotary Encoder* produksi *Autonics* memiliki berbagai macam varian. Jenis sensor yang dipasarkan memiliki karakteristik yang berbeda, sesuai dengan tabel di atas. Tipe output terbagi menjadi 2 macam, yaitu :

- Totem Pole output / NPN open collector output / Voltage output



- Line Driver output

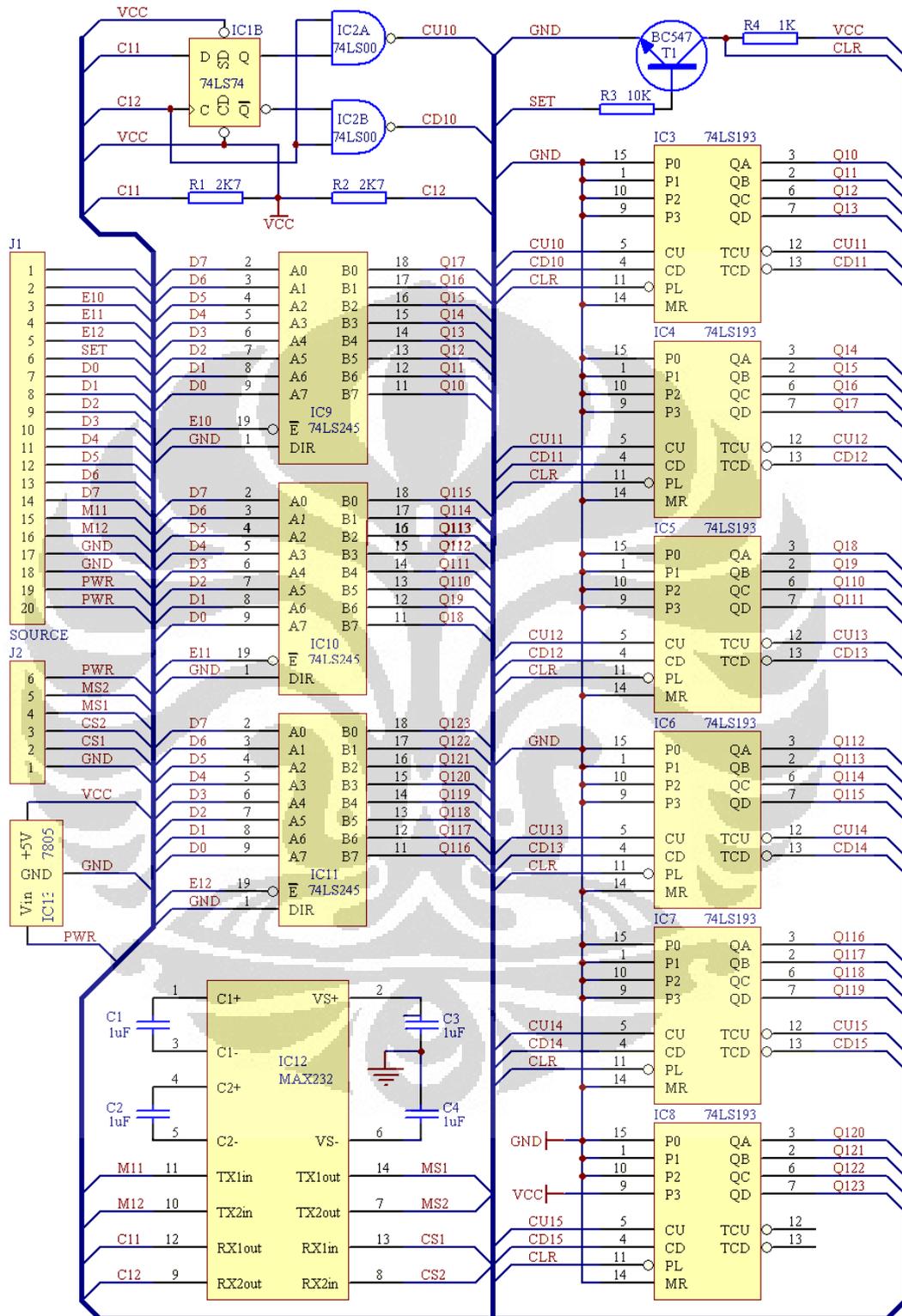




Dalam pembuatan alat ini menggunakan tipe *line driver*, karena varian yang membutuhkan *supply* 5V hanya tersedia untuk tipe *line driver*. Untuk *output* yang digunakan tetap 2 *output*, A dan B. Untuk mendeteksi arah cukup menggunakan 2 *output*, sedangkan output Z berfungsi sebagai timer untuk setiap periode 1 pulsa.

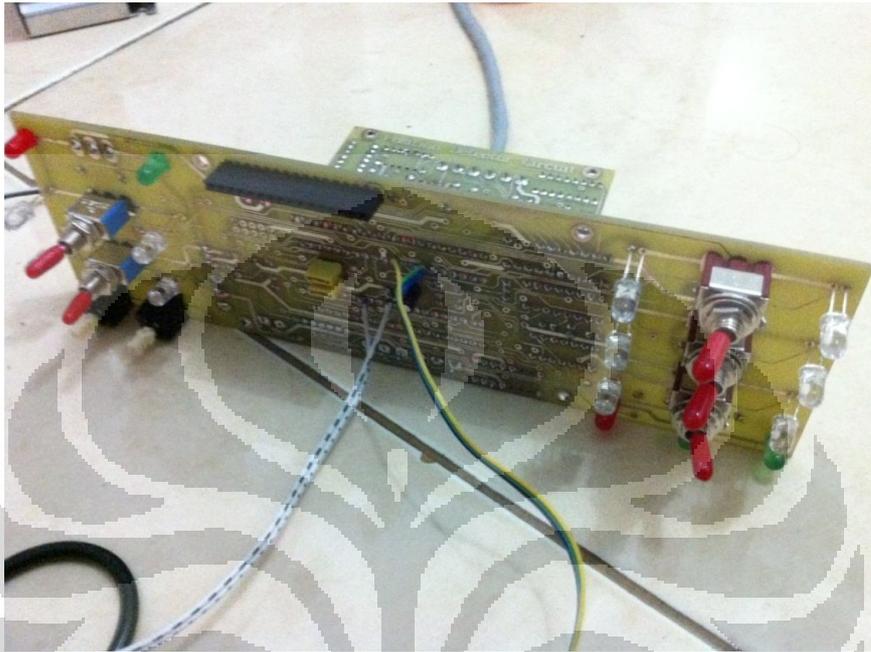
### 3.1.3 Position Detector Circuit

Pembacaan pulsa dilakukan oleh sensor dan kemudian diproses rangkaian counter untuk memberikan nilai *increment/decrement* untuk jumlah pulsa sesuai dengan arah piringan pulley. Proses pembacaan dan perhitungan pulsa menggunakan IC 7474 *D Flip-flop*, pemberian nilai awal pulsa menggunakan IC 74193 (nilai awal pulsa adalah 1000 0000 0000 0000 0000 0000), dan pengiriman data pulsa ke mikrokontroler menggunakan IC 74245. Dapat dilihat rangkaian pencacah pada gambar 3.2.



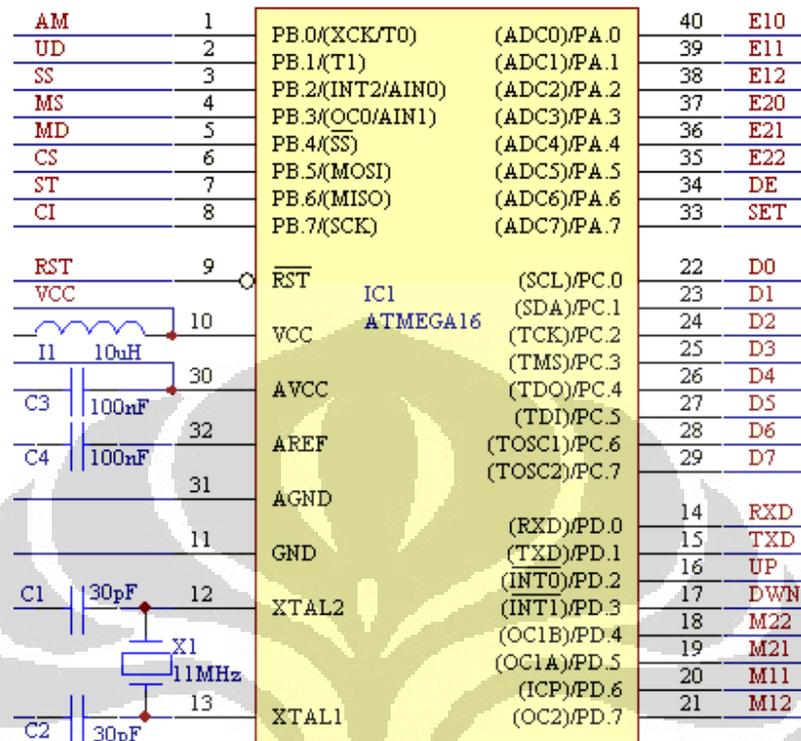
Gambar 3.3 Rangkaian Position Detector Circuit

### 3.2 Sistem Pengendali



Gambar 3.4 Perangkat elektronik remote pengendali aktuator dan proses scanning

Sistem pengendali alat ini berbasis mikrokontroler ATmega16. Pengaturan motor, pengaktifan motor, arah pergerakan motor, step, dan pengaturan mode *auto-manual* dilakukan oleh *remote* pengendali.



Gambar 3.5 Konfigurasi PIN rangkaian pengendali.

- PA.0, PA.1, PA.2 : Data pulsa motor source (E10, E11, E12).
- PA.3, PA.4, PA.5 : Data pulsa motor detektor (E20, E21, E22).
- PA.6 : Toggle enable untuk LCD (DE).
- PB.0 : Toggle mode *auto-manual* (AM).
- PB.1 : Pengaturan arah (UD).
- PB.2 : Toggle ON/OFF untuk motor source (MS).
- PB.3 : Toggle ON/OFF untuk motor detektor (MD).
- PC.0 – PC.7 : Nilai pulsa untuk pengaturan total pulsa 24bit.
- PD.2 : Input untuk pengaturan step naik (UP).
- PD.3 : Input untuk pengaturan step turun (DWN).
- PD.4 : Pengaturan ON/OFF driver motor detektor (M22)
- PD.5 : Pengaturan arah motor detektor (M21).
- PD.6 : Pengaturan ON/OFF driver motor detektor (M12)

- PD.7 : Pengaturan arah motor detektor (M11).

Dengan menggunakan IC 74573, PORTC dapat di switch sebagai input (data posisi) atau output (LCD). Fungsi dari IC ini adalah sebagai latcher yang diaktifkan oleh PA.6 (DE).

GND	1	OC			
DE	11	C	IC4		
		74HCS73			
D7	2	1D	1Q	19	DB7
D6	3	2D	2Q	18	DB6
D5	4	3D	3Q	17	DB5
D4	5	4D	4Q	16	DB4
D3	6	5D	5Q	15	E
D2	7	6D	6Q	14	RS
D1	8	7D	7Q	13	
D0	9	8D	8Q	12	

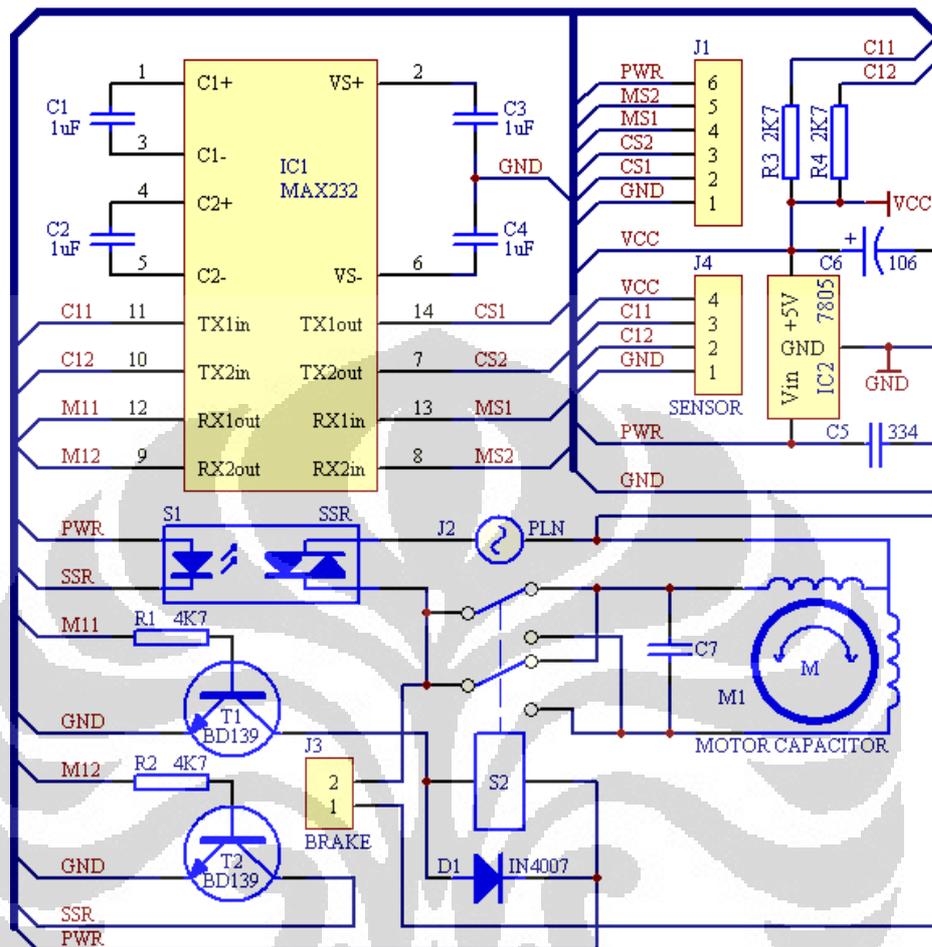
Gambar 3.6 Konfigurasi IC 74573 sebagai latcher.

### 3.3 Sistem Aktuator

Sistem Aktuator merupakan sistem penggerak motor untuk sumber radiasi dan receiver. Sistem Aktuator terdiri dari rangkaian aktuator dan sistem mekanik untuk motor dan penggulung tali seling.

#### 3.3.1 Actuator Circuit

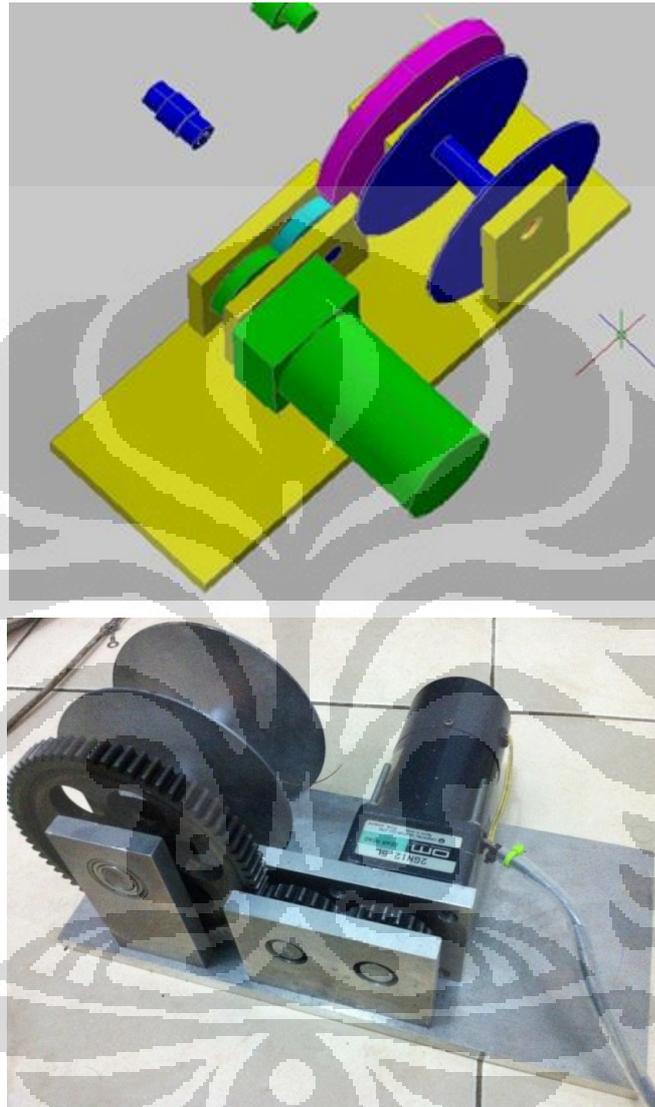
Aktuator berfungsi untuk menggerakkan motor yang dikendalikan oleh sistem pengendali. Motor yang digunakan adalah motor AC 110V, dan sistem aktuator ini terhubung dengan *position detector circuit*.



Gambar 3.7 Actuator Circuit

IC MAX232 yang terdapat dalam rangkaian aktuator berfungsi sebagai penguat output yang akan dikirim ke rangkaian sistem pengendali, hal ini diperlukan agar tidak terjadi *data-loss* karena kabel penghubung antara rangkaian sistem pengendali dengan rangkaian driver terhubung jauh.

### 3.3.2 Mekanik Motor



Gambar 3.8 Desain mekanik motor

Badan mekanik terbuat dari aluminium dengan as terbuat dari besi. As terbuat dari besi bertujuan agar dapat dilas dengan *gear* dan penahan penggulung kawat seling. Motor menggunakan motor AC 100V yang dilengkapi dengan magnetic brake.

### 3.4 Ratemeter

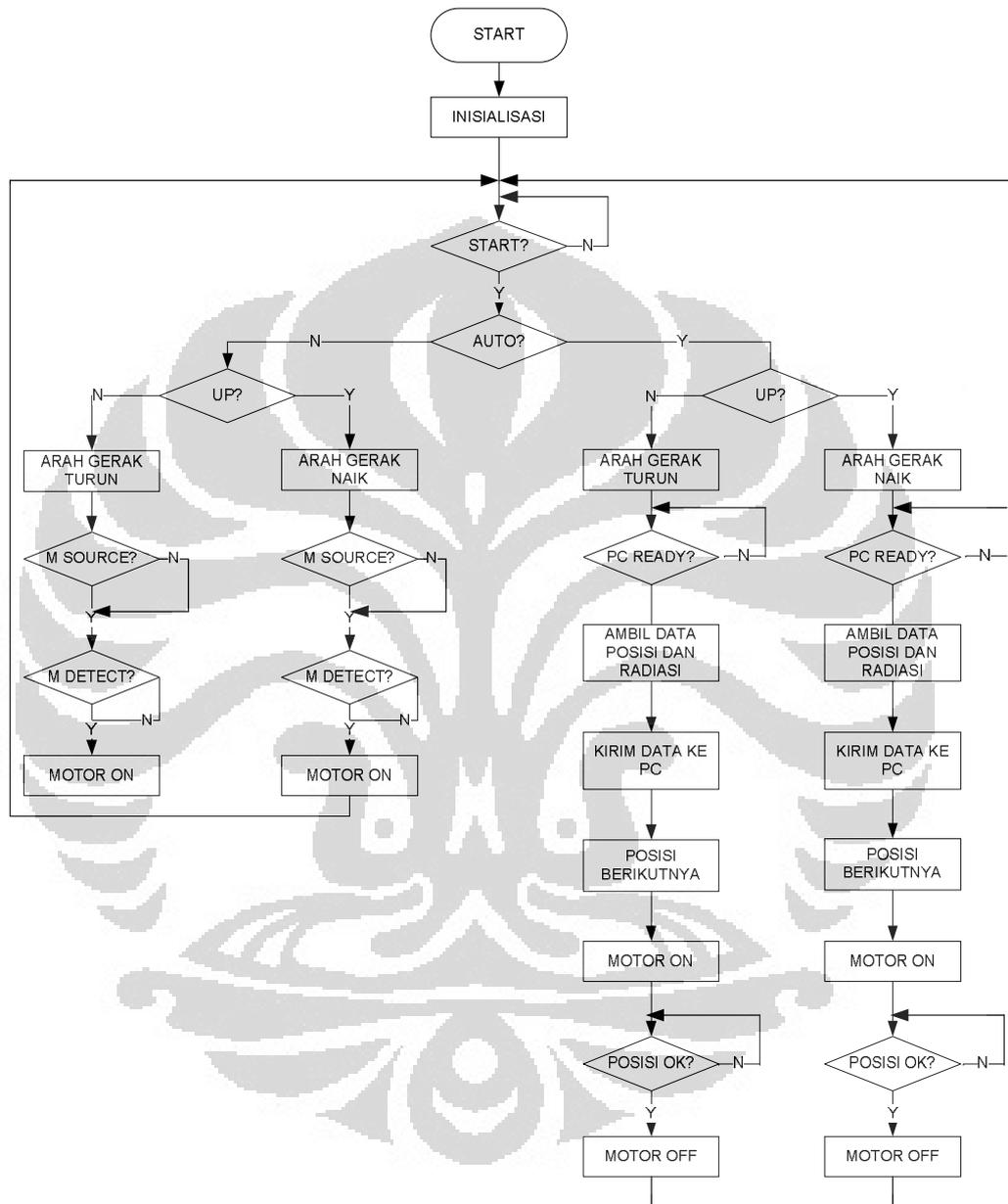
Ratemeter adalah suatu instrumen yang mengukur dan menampilkan tingkat jumlah rata-rata. Dalam sebuah sistem, sering digunakan dengan alat analisis *single channel* untuk menentukan frekuensi terjadinya peristiwa nuklir energi tertentu. Ratemeter ini juga berguna untuk pengaturan sistem dengan menunjukkan apakah instrumen mendahuluinya memproses sinyal.

Dalam ratemeter, tingkat input ditentukan dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi selama periode waktu tertentu. Hal ini mirip dengan kombinasi dan penghitung waktu, namun ratemeter yang melakukan penentuan ini melalui cara-cara analog dan menampilkan hasilnya pada meteran langsung, dalam hitungan per detik. Dalam kombinasi counter / timer, timer mengontrol jumlah waktu yang pengumpulan jumlah akan terjadi. Dalam ratemeter, pilihan konstanta waktu menentukan waktu integrasi di mana rata-rata terjadi. Sinyal integrator diubah menjadi arus meter. Jika konstanta waktu yang dipilih terlalu panjang, harga masukan cepat dan transien tidak akan diamati secara akurat. Jika konstanta waktu terlalu pendek, ratemeter akan merespon fluktuasi nilai masukan hitungan. Dengan demikian, waktu pemilihan konstan merupakan parameter yang sangat penting untuk dipertimbangkan saat menentukan ratemeter memilih untuk aplikasi tertentu.



Gambar 3.9 Ratemeter

### 3.5 Program



Gambar 3.10 Flowchart Program

Dari flowchart di atas dapat dilihat pengoperasian alat dibagi menjadi 2 bagian, AUTO dan MANUAL. Pada bagian auto step jarak pergerakan motor diatur

terlebih dahulu sesuai yang diinginkan operator. Pada mode MANUAL pergerakan motor digerakkan sesuai dengan START/STOP motor, sedangkan step jarak tergantung dr berapa lama operator menekan tombol ON.

### 3.6 Simulasi Kolom Distilasi

Miniatur kolom distilasi digunakan untuk pengujian alat dan pengambilan data percobaan alat. Miniatur kolom distilasi memiliki tinggi 3m dan memiliki tinggi 15cm untuk jarak masing-masing tray. Miniatur kolom distilasi terbuat dari akrilik dan terdapat pompa di bagian paling bawah tray untuk proses pengaliran cairan.



Gambar 3.11 Miniatur kolom tray

## BAB 4

### HASIL EKSPERIMEN DAN ANALISA DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengambilan serta analisa data yang di dapat dari hasil percobaan alat yang dibuat.

#### 4.1 Kalibrasi Pulsa Rotary Encoder dengan Jarak

Sebelum membuat program untuk pengaturan dan keterangan jarak pada display, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi pulsa sensor terhadap putaran jarak yang ditempuh oleh sumber dan receiver.

Jumlah pulsa sensor = 100

Diameter (d) piringan pada pulley (center terhadap As sensor) = 3cm

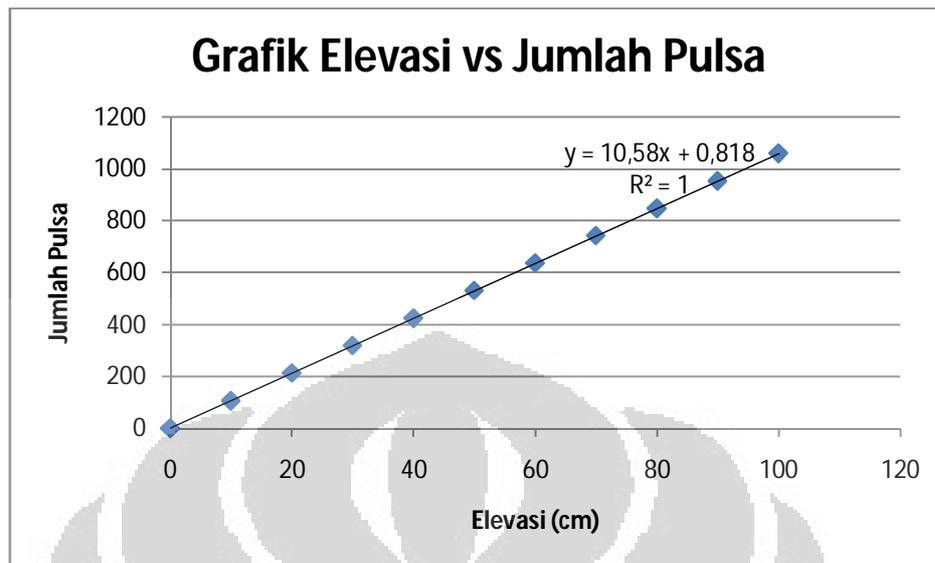
Keliling piringan pulley =  $3 \times \pi = 3 \times 3,14 = 9,42$

##### 4.1.1 Kalibrasi Arah Naik

Pulsa awal = 8388608, jarak awal = 0cm

Tabel 4.1 Tabel kalibrasi arah naik

no	jarak (cm)	pulsa	$\Delta$
1	0	8388608	
2	10	8388714	106
3	20	8388821	213
4	30	8388927	319
5	40	8389032	424
6	50	8389139	531
7	60	8389245	637
8	70	8389350	742
9	80	8389455	847
10	90	8389561	953
11	100	8389667	1059



Grafik 4.1 Grafik kalibrasi jarak vs pulsa kondisi naik

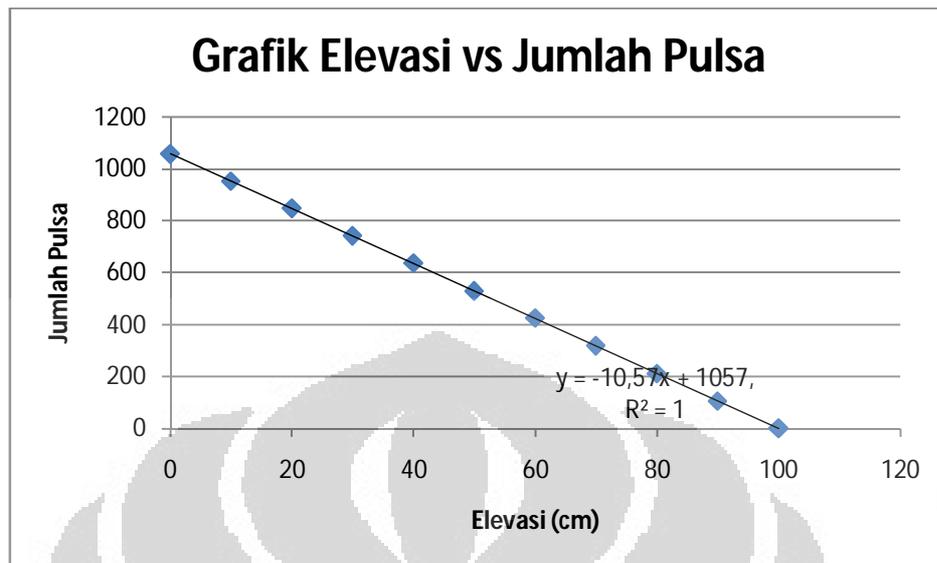
Dari grafik diatas dapat dilihat nilai elevasi vs pulsa sangat linier. Hal ini disebabkan putaran piringan dengan pergerakan kenaikan elevasi sejajar. Dapat disimpulkan bahwa 1 pulsa bernilai  $\pm 0,942\text{mm}$ .

#### 4.1.2 Kalibrasi Arah Turun

Pulsa Awal = 8388608, jarak awal = 10cm

Tabel 4.2 Tabel kalibrasi arah turun

no	jarak (cm)	pulsa	$\Delta$
1	100	8388608	
2	90	8388503	105
3	80	8388397	211
4	70	8388290	318
5	60	8388184	424
6	50	8388079	529
7	40	8387972	636
8	30	8387867	741
9	20	8387761	847
10	10	8387657	951
11	0	8387552	1056

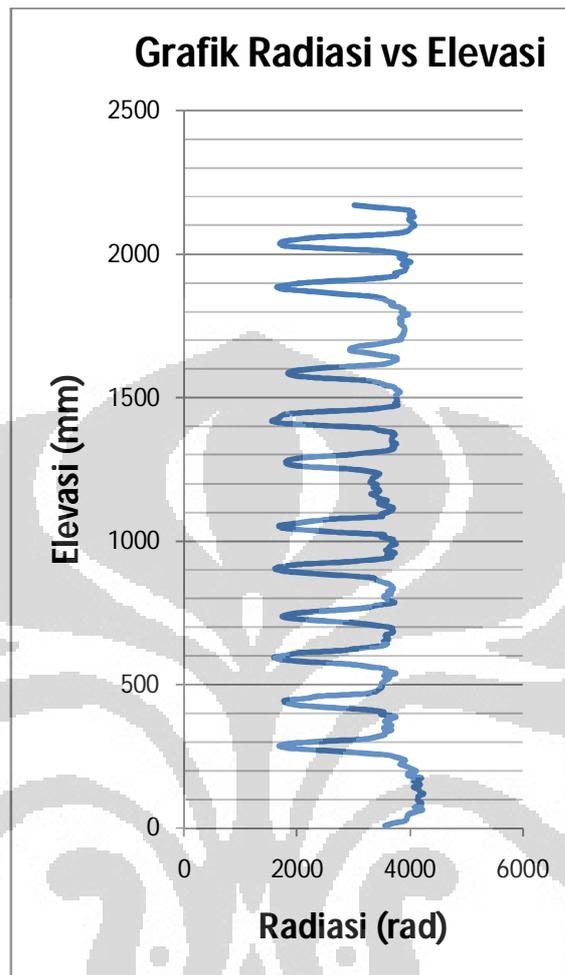


Grafik 4.2 Grafik kalibrasi jarak vs pulsa kondisi turun

Seperti halnya grafik kenaikan elevasi, grafik penurunan elevasi memiliki karakteristik yang sama. Perbedaan nilai pulsa terletak pada arah putaran sensor (clockwise vs counter-clockwise).

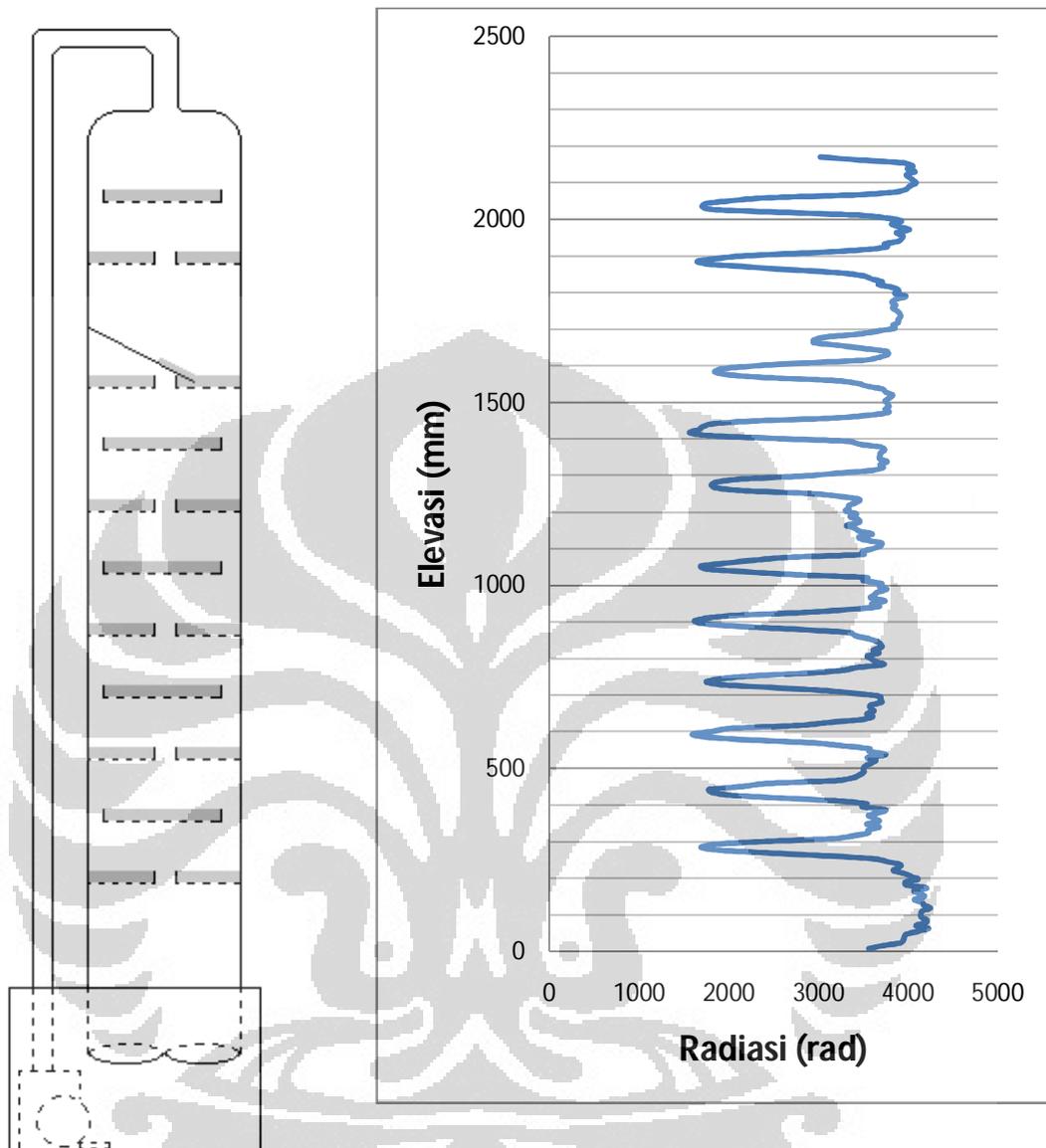
#### 4.2 Pengambilan Data Radiasi Terhadap Elevasi Sumber dan Receiver

Percobaan ini adalah proses pengambilan data radiasi yang bertujuan untuk mengetahui anomali pada kolom tray. Posisi tray memiliki jarak 15cm terhadap tray lainnya. Objek percobaan ini adalah miniatur kolom tray milik gedung 45 BATAN lebak bulus Jakarta. Tinggi kolom adalah 3m, dengan diameter 30cm. Data diambil setiap kenaikan 1cm, sehingga diperoleh  $\pm 300$  data percobaan.



Grafik 4.3 Grafik hasil scan miniatur kolom destilasi (elevasi vs radiasi)

Dari grafik di atas dapat dilihat kondisi tray di dalam miniatur kolom, dimana kondisi radiasi rendah berarti radiasi isotop menabrak tray sedangkan untuk nilai radiasi bernilai tinggi berarti radiasi isotop tidak menabrak tray. Lain halnya untuk hasil scan di ketinggian 160cm yang terdapat anomali pada nilai radiasi yang berbeda dengan nilai yang lainnya. Terdapat broken tray (patah) sehingga air yang biasa tertahan di tray untuk mengetahui batas tray memiliki ketinggian yang kecil, sehingga nilai radiasinya sedikit bertambah. Terdapat 12 tray, dan salah 1 tray (tray ke-10 mengalami kerusakan. Proses scanning ini dapat dilakukan meskipun tray dalam keadaan beroperasi.



Gambar 4.1 Kondisi grafik data radiasi terhadap tray

Berdasarkan perbandingan bentuk grafik dengan desain miniatur kolom distilasi kita dapat lihat posisi tray yang mengalami kerusakan. Pada tray nomor 10 terdapat patahan yang menyebabkan nilai radiasi lebih tinggi dibandingkan nilai radiasi dari tray normal. Pada tray patah, air mengalir turun dan menyebabkan lapisan air yang bertujuan untuk diserap oleh radiasi menjadi tipis.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari hasil data percobaan dan saran yang penulis sampaikan kepada pembaca.

#### **5.1 Kesimpulan**

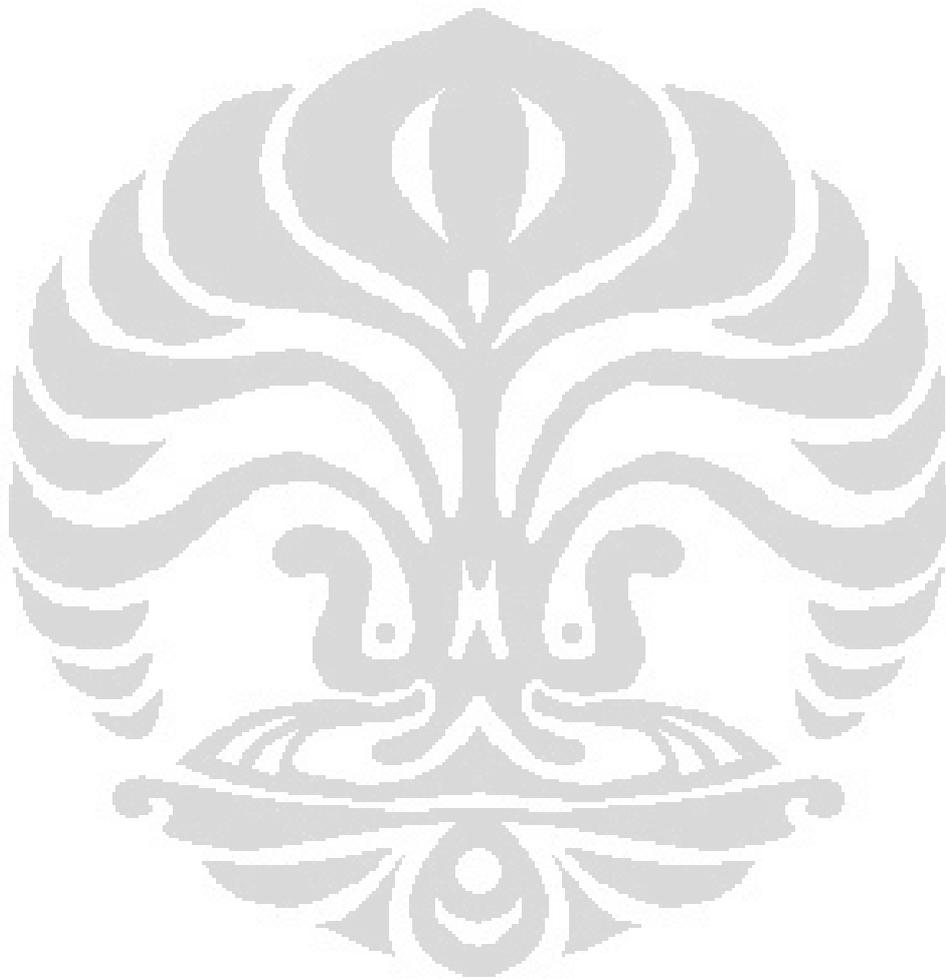
1. Anomali pada kolom tray dapat dibaca dengan baik oleh receiver dengan melihat intensitas radiasi yang diterima.
2. Intensitas radiasi bernilai tinggi ketika tidak melewati tray, dan intensitas radiasi bernilai rendah ketika melewati tray.
3. Panjang kawat (begitu juga tinggi kolom) sangat mempengaruhi posisi sumber dan receiver dikarenakan beban yang dihasilkan oleh kawat.
4. Proses pengambilan data lebih baik menempatkan motor di bawah dan menggantungkan pulley penggantung di atas agar aktuator mudah diberi pemberat dan tidak bergeser pada saat beroperasi.

#### **5.2 Saran**

1. Gunakanlah jenis sensor rotary encoder yang tepat dengan pulsa yang sesuai dengan keliling lingkaran piringan pulley sensor.
2. Gunakan kawat yang tidak tebal agar beban yang dihasilkan tidak besar.

## DAFTAR ACUAN

- Abdullah Jaafar, 2005, Gamma-ray scanning for troubleshooting, optimisation and predictive maintenance of distillation columns.
- Benahmed Aziz, 2012, Development of new hardware system for gamma scanning.
- Frederick M Cady, 2012, Microcontrollers and Microcomputers Principles of Software and Hardware Engineering.
- Hastings A Smith, Jr., and Marcia Lucas, Gamma-ray Detectors.
- K. Siegbahn, *Alpha, Beta and Gamma-Ray Spectroscopy*, Vol. I, particularly Chapt. 5, 8A.
- [http://www.scanningtech.com/Trayed\\_Tower.html](http://www.scanningtech.com/Trayed_Tower.html) , 2007- diakses tanggal 11 Juni 2012.
- <http://www.quantumtec.net/trayedtowerescans.htm> , 2010 - diakses tanggal 10 Juni 2012.
- [http://www.towerscan.com/gamma\\_scanning.htm](http://www.towerscan.com/gamma_scanning.htm), 2012 – diakses tanggal 11 juni 2012.



[Type text]

[Type text]

[Type text]

## LAMPIRAN

### Data percobaan proses scanning miniatur kolom tray

No	Radiasi	Elevasi	No	Radiasi	Elevasi
1	3558	7,92	151	3421	1195,92
2	3699	15,84	152	3299	1203,84
3	3903	23,76	153	3336	1211,76
4	3944	31,68	154	3340	1219,68
5	3952	39,6	155	3427	1227,6
6	3973	47,52	156	3454	1235,52
7	4098	55,44	157	3247	1243,44
8	4223	63,36	158	2894	1251,36
9	4084	71,28	159	2151	1259,28
10	4191	79,2	160	1849	1267,2
11	4204	87,12	161	1804	1275,12
12	4142	95,04	162	1870	1283,04
13	4138	102,96	163	2138	1290,96
14	4152	110,88	164	2807	1298,88
15	4243	118,8	165	3205	1306,8
16	4174	126,72	166	3599	1314,72
17	4152	134,64	167	3719	1322,64
18	4065	142,56	168	3684	1330,56
19	4176	150,48	169	3761	1338,48
20	4134	158,4	170	3678	1346,4
21	4062	166,32	171	3682	1354,32
22	4203	174,24	172	3687	1362,24
23	3973	182,16	173	3734	1370,16
24	3965	190,08	174	3698	1378,08
25	4107	198	175	3447	1386
26	4024	205,92	176	3337	1393,92
27	3946	213,84	177	2513	1401,84
28	3830	221,76	178	1770	1409,76
29	3892	229,68	179	1562	1417,68
30	3911	237,6	180	1664	1425,6
31	3775	245,52	181	1705	1433,52

32	3625	253,44	182	1802	1441,44
33	3125	261,36	183	2268	1449,36
34	2493	269,28	184	3142	1457,28
35	1898	277,2	185	3557	1465,2
36	1689	285,12	186	3779	1473,12
37	1826	293,04	187	3739	1481,04
38	2378	300,96	188	3781	1488,96
39	3156	308,88	189	3766	1496,88
40	3396	316,8	190	3741	1504,8
41	3555	324,72	191	3789	1512,72
42	3552	332,64	192	3823	1520,64
43	3673	340,56	193	3744	1528,56
44	3536	348,48	194	3715	1536,48
45	3671	356,4	195	3544	1544,4
46	3615	364,32	196	3433	1552,32
47	3555	372,24	197	3148	1560,24
48	3679	380,16	198	2397	1568,16
49	3740	388,08	199	1976	1576,08
50	3482	396	200	1841	1584
51	3534	403,92	201	1923	1591,92
52	3214	411,84	202	2284	1599,84
53	2577	419,76	203	2836	1607,76
54	2010	427,68	204	3517	1615,68
55	1804	435,6	205	3677	1623,6
56	1779	443,52	206	3772	1631,52
57	2159	451,44	207	3759	1639,44
58	2414	459,36	208	3501	1647,36
59	3181	467,28	209	3246	1655,28
60	3386	475,2	210	2945	1663,2
61	3456	483,12	211	2947	1671,12
62	3504	491,04	212	3093	1679,04
63	3497	498,96	213	3453	1686,96
64	3514	506,88	214	3655	1694,88
65	3588	514,8	215	3847	1702,8
66	3633	522,72	216	3827	1710,72
67	3543	530,64	217	3887	1718,64
68	3748	538,56	218	3885	1726,56
69	3565	546,48	219	3912	1734,48

70	3569	554,4	220	3904	1742,4
71	3266	562,32	221	3871	1750,32
72	2942	570,24	222	3822	1758,24
73	2260	578,16	223	3857	1766,16
74	1739	586,08	224	3814	1774,08
75	1592	594	225	3863	1782
76	1826	601,92	226	3972	1789,92
77	2011	609,84	227	3848	1797,84
78	2767	617,76	228	3892	1805,76
79	3097	625,68	229	3834	1813,68
80	3462	633,6	230	3667	1821,6
81	3602	641,52	231	3706	1829,52
82	3536	649,44	232	3589	1837,44
83	3616	657,36	233	3503	1845,36
84	3577	665,28	234	3265	1853,28
85	3574	673,2	235	2769	1861,2
86	3700	681,12	236	2278	1869,12
87	3687	689,04	237	1805	1877,04
88	3685	696,96	238	1645	1884,96
89	3436	704,88	239	1849	1892,88
90	3090	712,8	240	2195	1900,8
91	2545	720,72	241	2897	1908,72
92	1952	728,64	242	3465	1916,64
93	1746	736,56	243	3762	1924,56
94	1883	744,48	244	3731	1932,48
95	2205	752,4	245	3890	1940,4
96	2816	760,32	246	3927	1948,32
97	3262	768,24	247	3935	1956,24
98	3416	776,16	248	3865	1964,16
99	3722	784,08	249	4010	1972,08
100	3640	792	250	3891	1980
101	3582	799,92	251	3811	1987,92
102	3542	807,84	252	3923	1995,84
103	3672	815,76	253	3759	2003,76
104	3607	823,68	254	3434	2011,68
105	3699	831,6	255	2555	2019,6
106	3692	839,52	256	1791	2027,52
107	3648	847,44	257	1701	2035,44

108	3547	855,36	258	1744	2043,36
109	3405	863,28	259	2034	2051,28
110	3353	871,2	260	2437	2059,2
111	2870	879,12	261	3427	2067,12
112	2244	887,04	262	3859	2075,04
113	1749	894,96	263	3980	2082,96
114	1614	902,88	264	4012	2090,88
115	1740	910,8	265	4083	2098,8
116	2077	918,72	266	4057	2106,72
117	2839	926,64	267	4007	2114,64
118	3321	934,56	268	3980	2122,56
119	3669	942,48	269	4073	2130,48
120	3592	950,4	270	3988	2138,4
121	3737	958,32	271	4047	2146,32
122	3581	966,24	272	3944	2154,24
123	3620	974,16	273	3459	2162,16
124	3655	982,08	274	3019	2170,08
125	3757	990			
126	3673	997,92			
127	3700	1005,84			
128	3493	1013,76			
129	3543	1021,68			
130	2756	1029,6			
131	2182	1037,52			
132	1741	1045,44			
133	1686	1053,36			
134	1973	1061,28			
135	2282	1069,2			
136	2678	1077,12			
137	3501	1085,04			
138	3486	1092,96			
139	3607	1100,88			
140	3691	1108,8			
141	3697	1116,72			
142	3511	1124,64			
143	3448	1132,56			
144	3596	1140,48			
145	3453	1148,4			

146	3403	1156,32
147	3311	1164,24
148	3451	1172,16
149	3446	1180,08
150	3348	1188

### Program BASCOM AVR

```

Set E21
Set E22
Dim Datapulsa As Long
Dim Pulsa_lo As Byte At Datapulsa
Overlay
Dim Pulsa_mid As Byte At Datapulsa
+ 1 Overlay
Dim Pulsa_hi As Byte At Datapulsa +
2 Overlay
Pin_counter Alias Pinc
Port_counter Alias Portc
Config Port_counter = Input
'=====Counter1
'=====Counter1
'===== Stick
E20 Alias Porta.3
Sw_am Alias Pinb.0
E21 Alias Porta.4
Config Sw_am = Input
E22 Alias Porta.5
Sw_ud Alias Pinb.1
Config Sw_ud = Input
Config E20 = Output
Sw_ss Alias Pinb.2
Config Sw_ss = Input
Config E21 = Output
Sw_source Alias Pinb.3
Config Sw_source = Input
Config E22 = Output
Set_counter Alias Porta.7
Sw_detector Alias Pinb.4
Config Set_counter = Output
Set E20

```

```

Config Sw_detector = Input
'===== Stick          Dim S_rm As String * 15
'===== Pushbutton     Dim S_rm2 As String * 30
Portd.2 = 1              Dim Y As Byte
Portd.3 = 1              Dim X As Byte
Pb_up Alias Pind.2
Config Pb_up = Input    Main_program:
Pb_down Alias Pind.3
Config Pb_down = Input  Set Set_counter
Dim Sampling_up1 As Byte Waitms 10
Dim Sampling_up2 As Byte Reset Set_counter
Dim Sampling_down1 As Byte Langkah = 1
Dim Sampling_down2 As Byte Do
Dim Flagdown As Bit
Dim Flagup As Bit      Do
'----- Pushbutton     If Pb_down = 0 Then
'----- Motor          If Flagdown = 0 Then
M21 Alias Portd.4      If Langkah < 10 Then
M22 Alias Portd.5      Incr Langkah
Config M21 = Output    End If
Config M22 = Output    Print #1, "Langkah=" ;
'----- Motor          Langkah
Reset M22              Flagdown = 1
Reset Set_counter      End If
                        Sampling_down1 = 0
                        Sampling_down2 = 0
Dim Langkah As Byte
Dim Pulsa_tujuan As Long Else
Dim Posisi As Long     Incr Sampling_down1

```

```

If Sampling_down1 = 100 Then
    Sampling_down1 = 0
    Incr Sampling_down2
    If Sampling_down2 = 100
Then
        Sampling_down2 = 0
        Flagdown = 0
    End If
End If
End If
If Pb_up = 0 Then
    If Flagup = 0 Then
        If Langkah > 1 Then
            Decr Langkah
        End If
        Print #1 , "Langkah=" ;
Langkah
        Flagup = 1
    End If
    Sampling_up1 = 0
    Sampling_up2 = 0
Else
    Incr Sampling_up1
    If Sampling_up1 = 100 Then
        Sampling_up1 = 0
        Incr Sampling_up2
        If Sampling_up2 = 100 Then
            Sampling_up2 = 0
            Flagup = 0
            End If
        End If
    End If
    Loop Until Sw_ss = 1
    If Sw_am = 0 Then
        If Sw_ud = 0 Then
            Gosub Manual_down
        Else
            Gosub Manual_up
        End If
    Else
        If Sw_ud = 0 Then
            Gosub Auto_down
        Else
            Gosub Auto_up
        End If
    End If
    Loop
Auto_up:
    Gosub Baca_counter
    Pulsa_tujuan = Langkah * 10
    Pulsa_tujuan = Pulsa_tujuan +
Datapulsa

```

```

Print #1 , "AutoUP" ; " Pulsa
Now=" ; Datapulsa ; "Pulsa Tujuan=" ;
Pulsa_tujuan
Set M21
Do
  If Sw_source = 1 Then
    Set M22
  Else
    Reset M22
  End If
  Gosub Baca_counter
  Print #1 , Datapulsa ; " " ;
Chr(13);
  Loop Until Datapulsa >=
Pulsa_tujuan
  Reset M22
  Posisi = Datapulsa / 10
  Print #1 , "Posisi=" ; Posisi
  Gosub Baca_rm
  Print S_rm ; "*" ; Posisi ; "#"
  Print S_rm ; "*" ; Posisi ; "#"
  Print #1 , " , RM=" ; S_rm
Return

```

Auto\_down:

```

Gosub Baca_counter
Pulsa_tujuan = Langkah * 10

```

```

Pulsa_tujuan = Datapulsa -
Pulsa_tujuan
Print #1 , "AutoDown" ; " Pulsa
Now=" ; Datapulsa ; "Pulsa Tujuan=" ;
Pulsa_tujuan
Reset M21
Do
  If Sw_source = 1 Then
    Set M22
  Else
    Reset M22
  End If
  Gosub Baca_counter
  Print #1 , Datapulsa ; " " ;
Chr(13);
  Loop Until Datapulsa <=
Pulsa_tujuan
  Reset M22
  Posisi = Datapulsa / 10
  Print #1 , "Posisi=" ; Posisi
  Gosub Baca_rm
  Print S_rm ; "*" ; Posisi ; "#"
  Print S_rm ; "*" ; Posisi ; "#"
  Print #1 , " , RM=" ; S_rm
Return

```

Return

```

Manual_up:
Set M21
Do
  If Sw_source = 1 Then
    Set M22
  Else
    Reset M22
  End If
Loop Until Sw_ss = 0
Reset M22
Set Set_counter
Waitms 10
Reset Set_counter
Return

Manual_down:
Reset M21
Do
  If Sw_source = 1 Then
    Set M22
  Else
    Reset M22
  End If
Loop Until Sw_ss = 0
Reset M22
Set Set_counter
Waitms 10
Reset Set_counter

Return

Baca_rm:
S_rm2 = ""
Do
  X = Waitkey()
Loop Until X = 13
Do
  X = Waitkey()
  S_rm2 = S_rm2 + Chr(x)
Loop Until X = 13
X = Instr(s_rm2 , ":")
If X <> 0 Then
  Y = Instr(x , S_rm2 , " ")
  Incr Y
  S_rm = Mid(s_rm2 , Y , 8)
End If

Return

Baca_counter:
Config Port_counter = Input
Port_counter = 255
Reset E20
Pulsa_lo = Pin_counter
Set E20
Reset E21

```

Pulsa\_mid = Pin\_counter

Set E22

Set E21

Reset E22

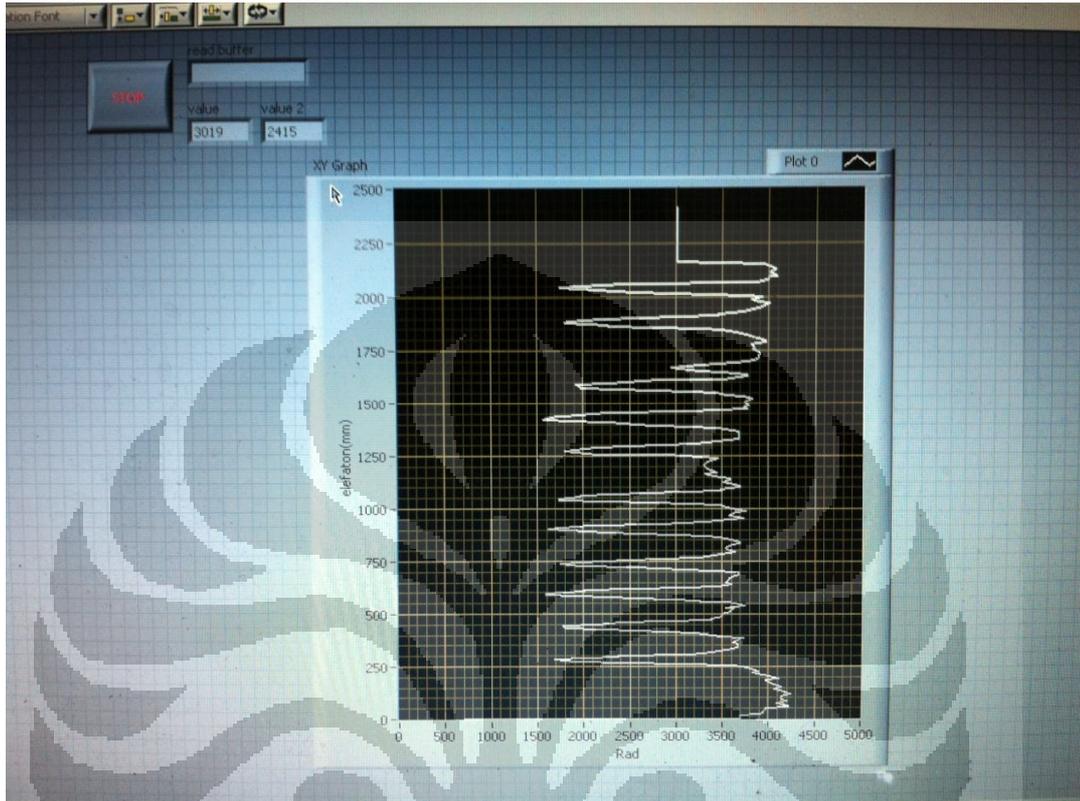
Return

Pulsa\_hi = Pin\_counter

**Gambar contoh tray patah**



## Display Front Panel LabVIEW





# E50S Series

## Diameter $\phi$ 50mm Shaft type Incremental Rotary encoder

### ■ Features

- Suitable for measuring Angle, Position, Revolution, Speed, Acceleration and Distance
- Power supply : 5VDC, 12-24VDC  $\pm$ 5%
- Cost-effective

### ■ Applications

- Various tooling machinery, packing machine and general industrial machinery etc.

**⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.**



### ■ Ordering information (Former name : ENB)

E50S	8	-	5000	-	3	-	2	-	24	-	
------	---	---	------	---	---	---	---	---	----	---	--

Series	Shaft diameter	Pulse/1Revolution	Output phase	Output	Power supply	Cable
Diameter $\phi$ 50mm, shaft type	$\phi$ 8mm	Refer to resolution	2:A, B 3:A, B, Z 4:A, $\bar{A}$ , B, $\bar{B}$ 6:A, A, B, B, Z, $\bar{Z}$	T:Totem pole output N:NPN open collector output V:Voltage output L:Line driver output(*)	5 :5VDC $\pm$ 5% 24:12-24VDC $\pm$ 5%	No mark:Normal type C:Cable outgoing connector type(*) CR:Rear side outgoing connector integrated type CS:Side outgoing connector integrated type

\*Standard:E50S8-PULSE-3-N-24

\*Standard:A, B, Z

\*The power of Line driver is only for 5VDC

\*Cable length:250mm

### ■ Specifications

Item		Diameter $\phi$ 50mm shaft type of Incremental rotary encoder		
Resolution(P/R)		<b>(Note1)</b> *1, *2, *5, 10, *12, 15, 20, 23, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 75, 100, 120, 125, 150, 192, 200, 240, 250, 256, 300, 360, 400, 500, 512, 600, 800, 1000, 1024, 1200, 1500, 1800, 2000, 2048, 2500, 3000, 3600, 5000, 6000, 8000 (Not indicated resolution is customizable.)		
Electrical specification	Output phase	A, B, Z phase(Line driver : A, $\bar{A}$ , B, $\bar{B}$ , Z, $\bar{Z}$ phase)		
	Phase difference of output	Phase difference between A and B : $\frac{T}{4} \pm \frac{T}{8}$ (T=1cycle of A phase)		
	Control output	Totem pole output	• Low $\Rightarrow$ Load current:Max. 30mA, Residual voltage : Max. 0.4VDC • High $\Rightarrow$ Load current:Max. 10mA, Output voltage(Power supply 5VDC):Min. (Power supply-2.0)VDC, Output voltage(Power supply 12-24VDC):Min. (Power supply-3.0)VDC	
		NPN open collector output	Load current : Max. 30mA, Residual voltage : Max. 0.4VDC	
		Voltage output	Load current : Max. 10mA, Residual voltage : Max. 0.4VDC	
		Line driver output	• Low $\Rightarrow$ Load current : Max. 20mA, Residual : Max. 0.5VDC • High $\Rightarrow$ Load current : Max. -20mA, Output voltage : Min. 2.5VDC	
	Response time (Rise/Fall)	Totem pole output	Max. 1 $\mu$ s	
		NPN open collector output	Max. 1 $\mu$ s	
		Voltage output	Max. 1 $\mu$ s	
		Line driver output	Max. 0.5 $\mu$ s	
Max. Response frequency	300kHz			
Power supply	• 5VDC $\pm$ 5% (Ripple P-P:Max. 5%) • 12-24VDC $\pm$ 5% (Ripple P-P:Max. 5%)			
Current consumption	Max. 80mA(disconnection of the load), Line driver output:Max. 50mA(disconnection of the load)			
Insulation resistance	Min. 100M $\Omega$ (at 500VDC mega between all terminals and case)			
Dielectric strength	750VAC 50/60Hz for 1 minute (Between all terminals and case)			
Connection	Cable outgoing type, 200mm cable outgoing connector type, Connector integrated type (Rear, Side)			
Mechanical specification	Starting torque	<b>(Note2)</b> Max. 70gf $\cdot$ cm(0.007N $\cdot$ m)/Connector Type : Max. 800gf $\cdot$ cm(0.08N $\cdot$ A)		
	Rotor inertia	Max. 80g $\cdot$ cm <sup>2</sup> (8 $\times$ 10 <sup>-6</sup> kg $\cdot$ m <sup>2</sup> )/Connector Type : Max. 400gf $\cdot$ cm <sup>2</sup> (4 $\times$ 10 <sup>-5</sup> kg $\cdot$ m <sup>2</sup> )		
	Shaft loading	Radial : Max. 10kgf, Thrust : Max. 2.5kgf		
	Max. allowable revolution	<b>(Note3)</b> 5000rpm		
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours			
Shock	Max. 75G			
Ambient temperature	-10 ~ 70 $^{\circ}$ C (at non-freezing status), Storage: -25 ~ 85 $^{\circ}$ C			
Ambient humidity	35~85%RH, Storage: 35~90%RH			
Protection	IP50, Customizable as IP64, Connector integrated type:IP65 (IEC standard)			
Cable	$\phi$ 5mm, 5P, Length : 2m, Shield cable(Line driver output : $\phi$ 5mm, 8P)			
Accessory	$\phi$ 8mm coupling bracket			
Unit weight	Approx. 275g, Connector integrated type:180g			
Approval	<b>CE</b> (Except for Line driver output)			

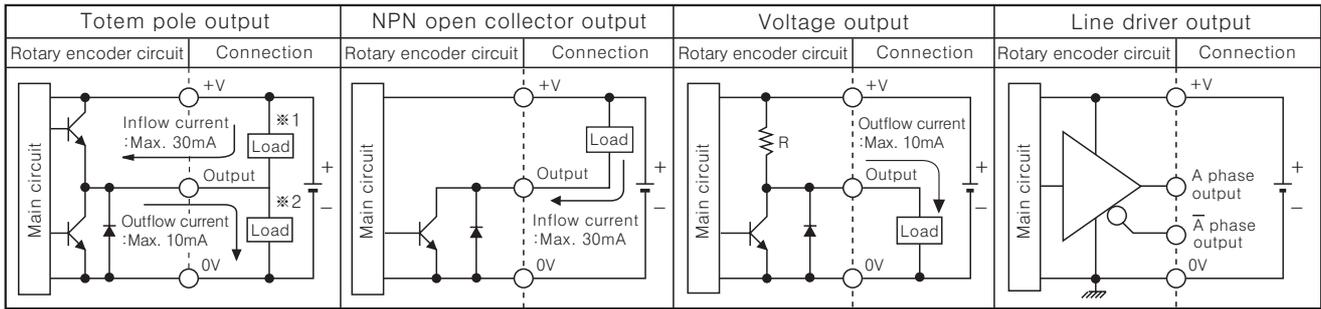
\* **(Note1)** \* pulse is only for A, B phase(Line Driver output is for A,  $\bar{A}$ , B,  $\bar{B}$  phase). It can be produced under 1000P/R for connector integrated type.

\* **(Note1)** Lower torque than the rated value, it can be customizable.

\* **(Note3)** Max. allowable revolution  $\geq$  Max. response revolution **[Max. response resolution (rpm) =  $\frac{\text{Max. response frequency}}{\text{Resolution}} \times 60 \text{ sec}$ ]**

# Incremental $\phi$ 50mm Shaft Type

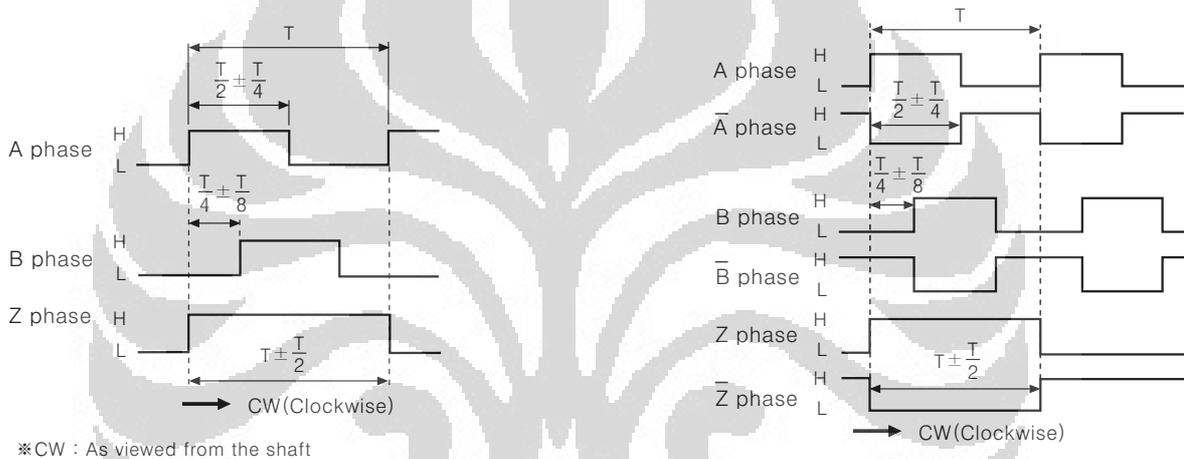
## Control output diagram



☞ Totem pole output type can be used for NPN open collector output type(\*1) or Voltage output type(\*2).  
 ☞ All output circuits of A, B, Z phase is same. (Line driver output is for A,  $\bar{A}$ , B,  $\bar{B}$ , Z,  $\bar{Z}$ )

## Output waveform

- Totem pole output / NPN open collector output / Voltage output
- Line driver output

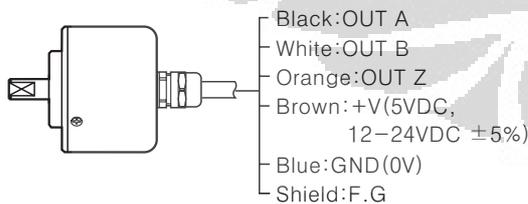


\*CW : As viewed from the shaft

## Connections

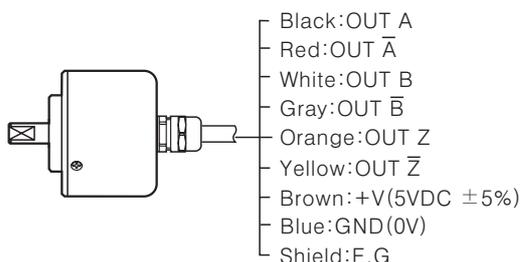
### Normal type

- Totem pole output / NPN open collector output / Voltage output



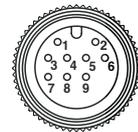
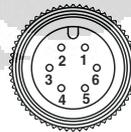
- ※ Unused wires must be insulated.
- ※ The metal and shield cable of encoder should be grounded(F.G)

- Line driver output



### Cable outgoing connector/ Connector integrated type

- Totem pole output
- NPN open collector output
- Voltage output
- Line driver output



Totem pole output NPN open collector output Voltage output			Line driver output		
Pin No	Function	Cable color	Pin No	Function	Cable color
①	OUT A	Black	①	OUT A	Black
②	OUT B	White	②	OUT $\bar{A}$	Red
③	OUT Z	Orange	③	+V	Brown
④	+V	Brown	④	GND	Blue
⑤	GND	Blue	⑤	OUT B	White
⑥	F.G	Shield	⑥	OUT $\bar{B}$	Gray
			⑦	OUT Z	Orange
			⑧	OUT $\bar{Z}$	Yellow
			⑨	F.G	Shield

\*F.G(Field Ground):It should be grounded separately.

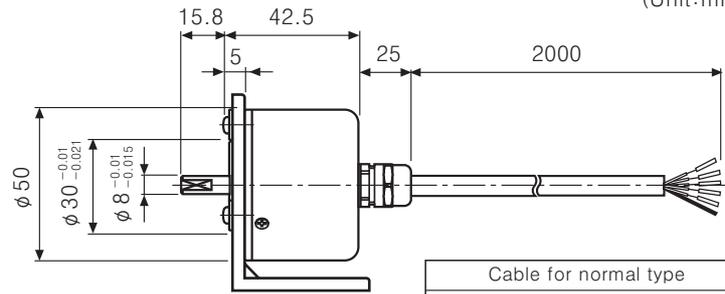
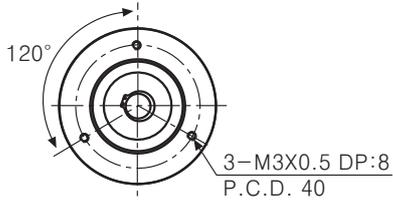
- (A) Counter
- (B) Timer
- (C) Temp. controller
- (D) Power controller
- (E) Panel meter
- (F) Tacho/ Speed/ Pulse meter
- (G) Display unit
- (H) Sensor controller
- (I) Switching power supply
- (J) Proximity sensor
- (K) Photo electric sensor
- (L) Pressure sensor
- (M) Rotary encoder
- (N) Stepping motor & Driver & Controller
- (O) Graphic panel
- (P) Field network device
- (Q) Production stoppage models & replacement

# E50S Series

## Dimensions

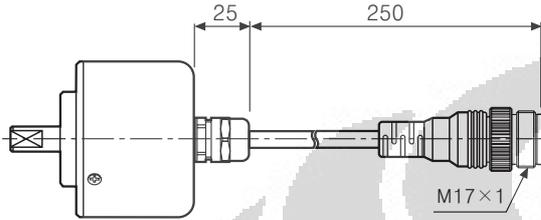
(Unit:mm)

### Normal type



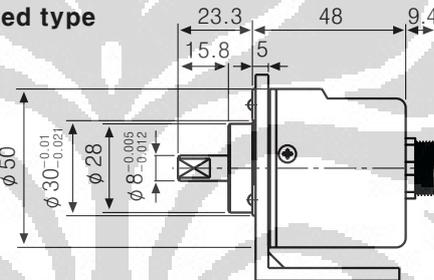
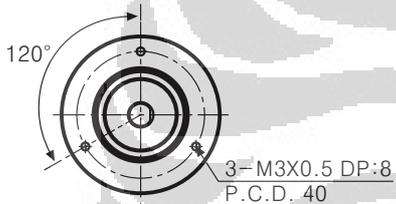
Cable for normal type  
 $\phi 5$ mm, 5P(Line driver output:8P),  
Length:2000, Shield cable

### Cable outgoing connector type

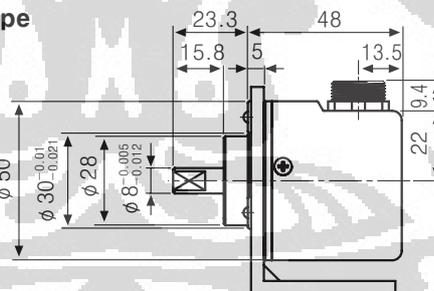
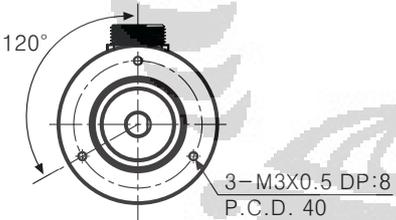


\* Connector cable is customizable and see M-57 for specifications.

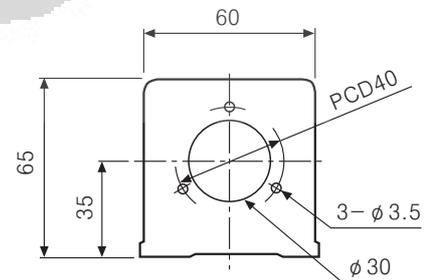
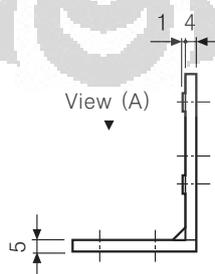
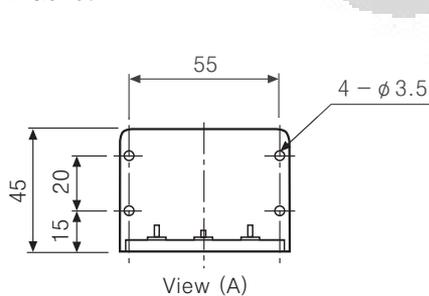
### Rear side outgoing connector integrated type



### Side outgoing connector integrated type



### Bracket



### Coupling

