

**RANCANG BANGUN MEKANIK
SISTEM PEMISAHAN BOX WARNA MENGGUNAKAN
OVERHEAD CRANE BERBASIS MICROCONTROLLER**

diajukan sebagai persyaratan untuk
menyelesaikan Pendidikan Diploma 3 program Instrumentasi Elektronika

Oleh :

Muhammad Cakra Megasakti

2304210146



Program Diploma 3 Instrumentasi Elektronika dan Industri

Departemen Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Indonesia

Depok

2007

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Muhammad Cakra Megasakti

NPM : 2304210146

Jurusan : Instrumentasi Elektronika

Tanggal Sidang :

Judul :

**RANCANG BANGUN MEKANIK
SISTEM PEMISAHAN BOX WARNA MENGGUNAKAN
OVERHEAD CRANE BERBASIS MICROCONTROLLER**

Laporan Tugas Akhir ini telah diperiksa, disetujui, dan disahkan oleh :

Pembimbing 1

(Drs. Arief Soedarmadji, M.T)

Penguji 1

Penguji 2

Penguji 3

(Dr. Prawito)

(Surya Darma, M.Si)

(Supriyanto, S.Si)

KATA PENGANTAR

Dengan limpahan kasih sayang Allah SWT pada akhirnya perjuangan untuk membuat tugas akhir ini dapat tercapai. Walaupun dalam penulisan ilmiah ini saya menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah SWT senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan ridha-Nya.

Karya yang sederhana ini lahir karena saya merasa sistem pemisahan warna yang menggunakan sistem pengendalian di dunia ini sudah sedemikian majunya, sehingga kita semua mungkin sudah banyak tertinggal di dalam kemajuan teknologi tersebut. Dari tahun ke tahun teknik pengendalian tersebut senantiasa berubah ke arah yang lebih baik.

Adapun tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma 3 pada Program Studi Fisika Instrumentasi Elektronika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Selama mengerjakan tugas akhir ini saya banyak mendapat bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini saya hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya.
2. Kedua Orang tuaku yang tercinta, Muchtar Fauzi dan Supriani, dan kakakku Fauzan Fani, beserta keluarga tercinta yang telah memberi dukungan moril dan materil selama ini.
2. Drs.Arief Sudarmaji, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam berpikir dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

3. Dr. Prawito, selaku Ketua Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri.
4. Bapak Suparno yang sangat membantu saya dalam penyelesaian mekanik tugas akhir ini.
5. Dosen-dosen yang telah memberikan banyak ilmu selama menjalani kehidupan di kampus ataupun di luar kampus..
6. Seluruh rekan-rekan D3 Instrumentasi angkatan 2002.
7. Seluruh rekan-rekan Instrumentasi, khususnya angkatan 2004.
8. Penghuni Pondok Cina Village, Kutek Village, dan Kukel Village.
9. Rekanku Bimatama Lega P.
10. Sahabat-sahabatku, Ares, Ian, Tulus, Lany, Mita, Yovi, Putri, Anggi, Kanti, Filda, Rauf, Patrick, Pianggy, Suci yang telah memberikan dorongan dan doanya.
11. Seluruh keluarga besar FMIPA UI.
12. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT.

Semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan Bapak / Ibu dan Saudara/i sekalian.

Semoga penulisan ilmiah ini benar-benar dapat memberikan kontribusi positif dan menimbulkan sikap kritis kepada para pembaca khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk senantiasa terus memperoleh wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

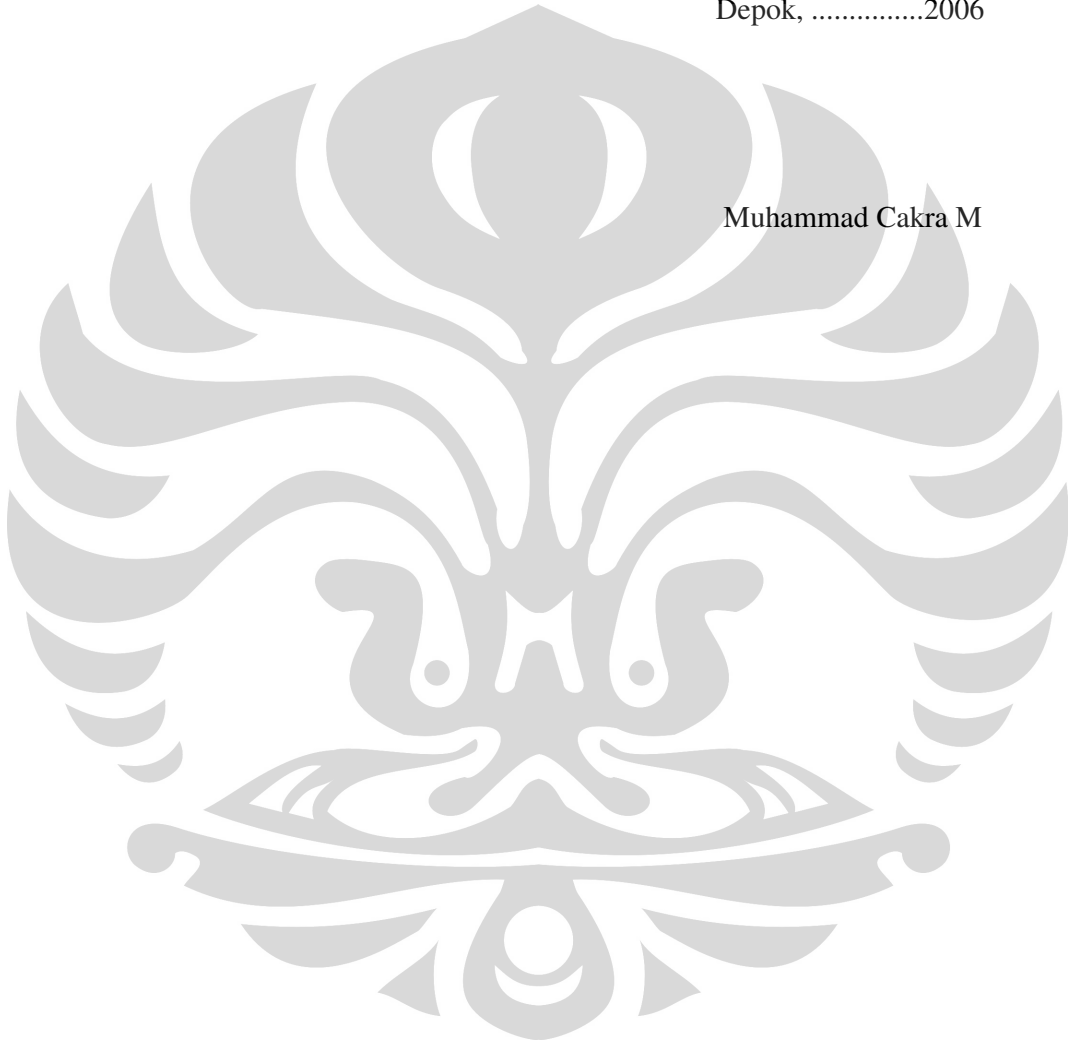
Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki saya, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu saya tidak

menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penulisan ilmiah ini.

Akhir kata semoga penulisan ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi saya dan umumnya bagi para pembaca.

Depok,2006

Muhammad Cakra M



ABSTRAK

Telah dibuat suatu ” Rancang Bangun Mekanik Sistem Pemisahan Box Warna Menggunakan Overhead Crane” dengan menggunakan motor DC sebagai penggerak. Adapun cara kerja dari sistem ini yaitu dengan menggunakan sistem overhead crane yang bergerak menuju ke tiga box akhir. Tiga box yang disiapkan, difungsikan untuk menempatkan box warna yang akan dipisahkan. Pada overhead crane terjadi proses turun dan penaikan box warna berbahan ferromagnetic oleh box sumbu z, pergerakan maju pada box sumbu y, dan pergerakan menuju box yang disediakan oleh box sumbu x. Setelah mencapai box akhir, masing-masing box sumbu kembali ke posisi awal box. Pengendalian pada rancang bangun ini dilakukan secara otomatis, melalui suatu *software* yang terhubung langsung dengan *hardware*.

DAFTAR ISI

Halaman

Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Pustaka	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Deskripsi Singkat	2
1.5. Metode Penulisan	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TEORI DASAR	7
2.1. Cahaya	7
2.1.1. Pantulan Cahaya Bergantung Kepada Jenis Permukaan	8
2.1.2. Warna-Warna Dalam Cahaya Putih Matahari	8
2.1.3. Penyerakan Cahaya Putih Matahari	9
2.1.4. Warna dan Panjang Gelombang	9
2.2. Kinematika	10
2.3. Katrol	11
2.4. Usaha dan Energi	12

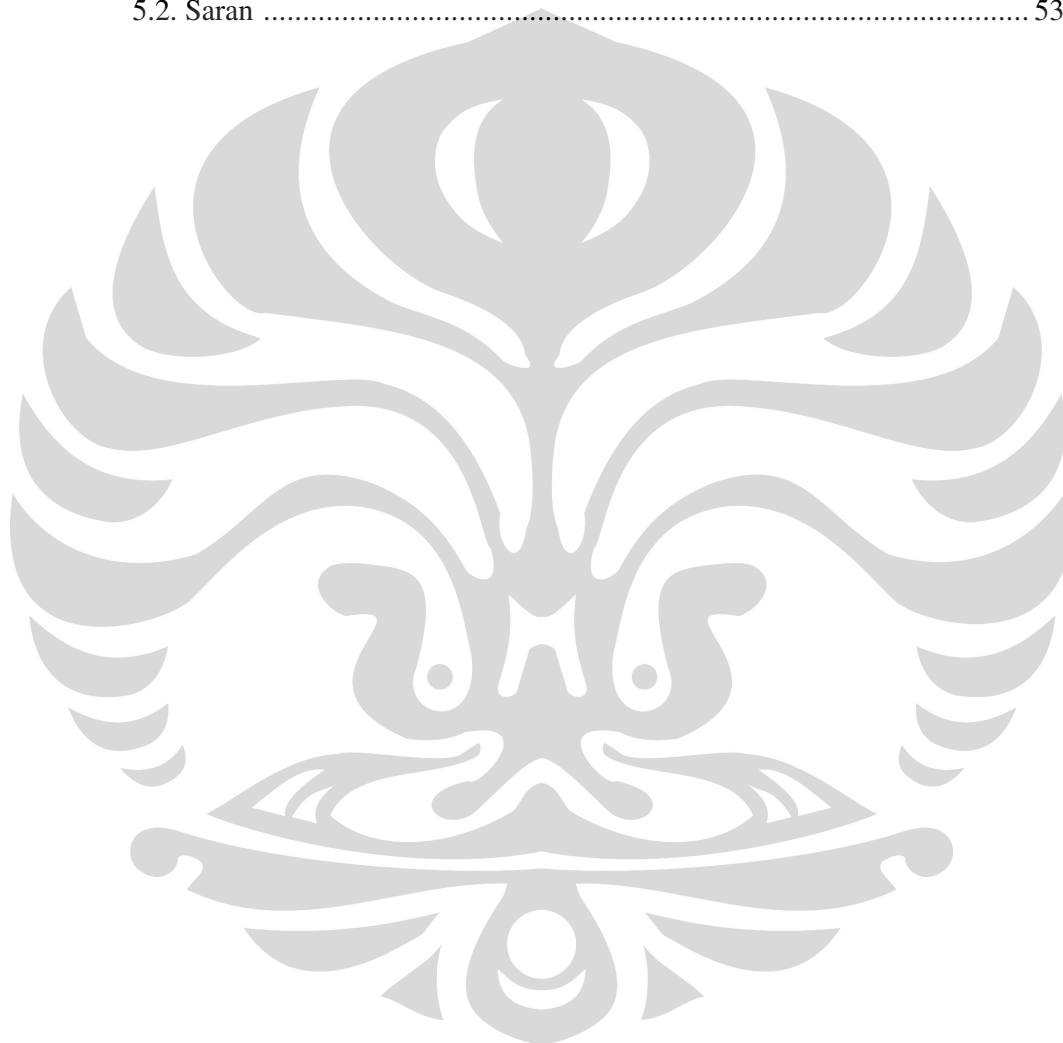
2.4.1. Usaha	12
2.4.2. Energi	12
2.5. Magnet	14
2.6. Sensor	19
2.6.1. Sensor Peraba	19
2.6.2. Sensor Penglihatan	20
2.7 Mikrokontroler AT89S51/52	23
2.7.1 Pengenalan Mikrokontroler AT89S51/52	23
2.7.2 Deskripsi Umum Mikrokontroler AT89S51/52	24
2.8 Motor DC	27
2.8.1 Prinsip Kerja Motor DC	28
2.8.2 Cara Membalik Arah Motor DC	31
BAB 3 PERANCANGAN DAN CARA KERJA ALAT	33
3.1 Mekanika	33
3.1.1. Perancangan	33
3.1.2. Sistem Rangka	34
3.2 Hardware (Elektrik)	37
3.2.1. Power Supply	37
3.2.2. Driver Motor	38
3.2.3. Driver Magnet	40
3.2.4 Minimum System AT 89S52	41
3.2.5 Color Sensor TCS230	43
3.2.6 Connector	43
BAB 4 DATA DAN ANALISA	45
4.1. Power Supply	45
4.2. Pergerakan Motor & Limit Switch	45
4.3. Kecepatan Motor	46
4.4. Daya Magnet	48
4.5. Sensor Warna	49

4.6. Pengujian Secara Keseluruhan	50
---	----

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
---	-----------

5.1. Kesimpulan	52
-----------------------	----

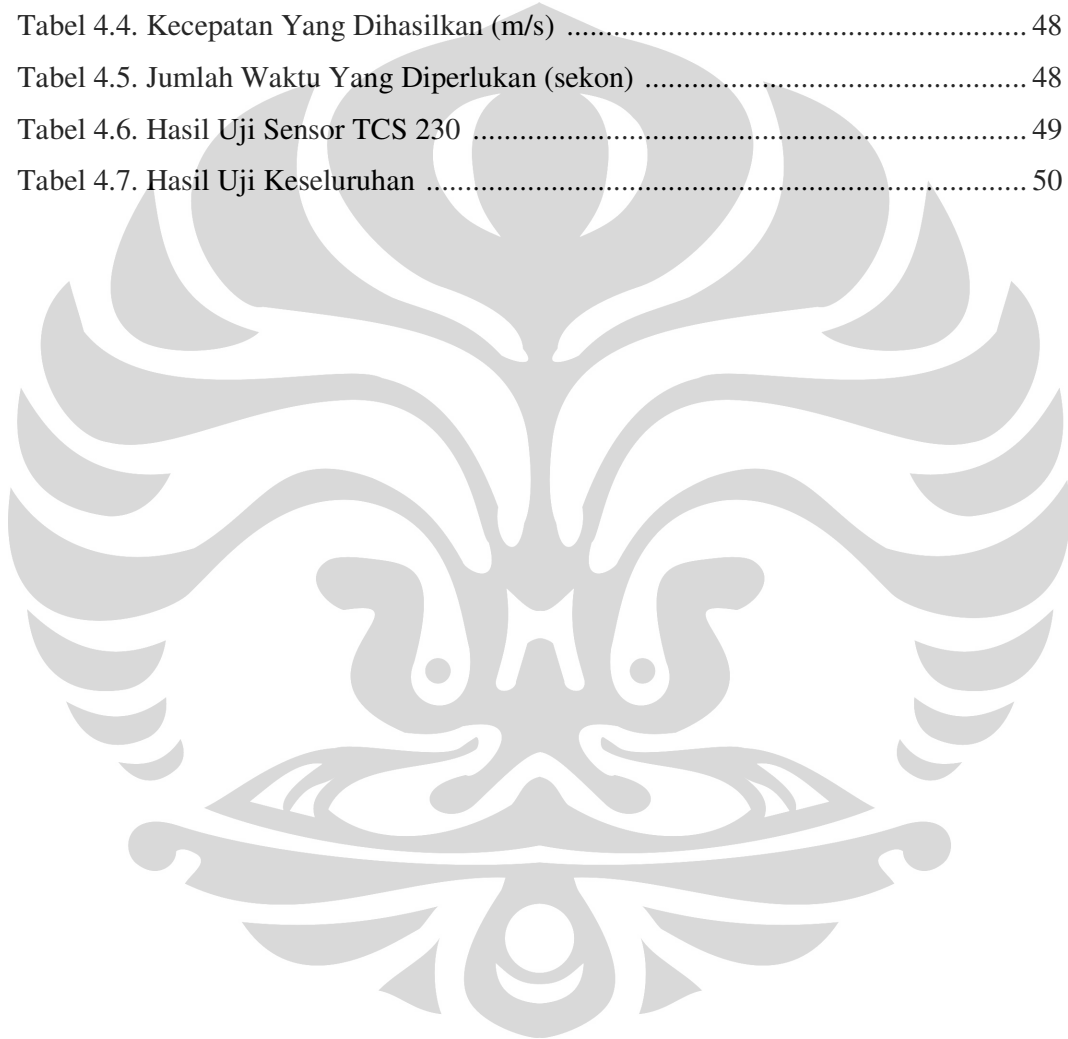
5.2. Saran	53
------------------	----



DAFTAR GAMBAR

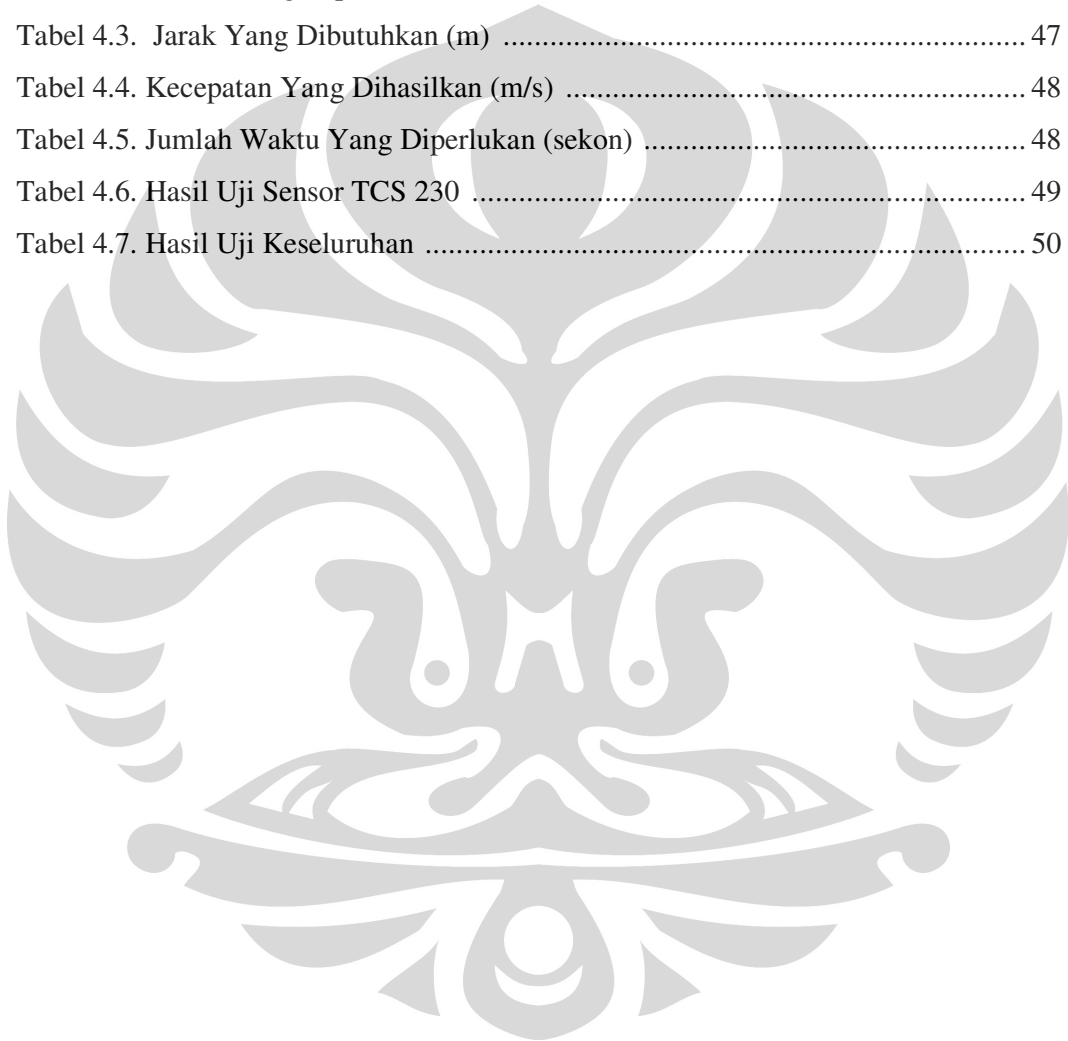
	Halaman
Gambar 1.1. Sketsa Rancang Bangun	3
Gambar 2.1. Spektrum Cahaya dan Respon Manusia	10
Gambar 2.2. Katrol	11
Gambar 2.3. Medan Magnet Oleh Benda Magnetik	15
Gambar 2.4. Medan Magnet Dari Muatan Yeng Bergerak	16
Gambar 2.5. Medan Magnet Oleh Kawat Lurus Berarus	17
Gambar 2.6. Solenoid	18
Gambar 2.7. Medan Magnet Oleh Solenoida	19
Gambar 2.8. Datasheet IC TCS230	20
Gambar 2.9. Pengukuran Frekuensi Dalam Satu Detik	22
Gambar 2.10. Pengukuran Periode Dalam Satu Gelombang	22
Gambar 2.11. Susunan Pin AT89S51/52	24
Gambar 2.12. Motor DC GearBox	27
Gambar 2.13. Kaidah tangan kanan	28
Gambar 2.14. Susunan Percobaan	29
Gambar 2.15. Posisi awal gerakan motor	29
Gambar 2.16. Posisi motor setelah 180^0	30
Gambar 2.17. Prinsip Torka	31
Gambar 2.18. Arah Putaran Motor.....	32
Gambar 3.1 Rangka Utama	34
Gambar 3.2. Rangka Sumbu X	35
Gambar 3.3. Rangka Sumbu Y	36
Gambar 3.4. Teleskopik Bermata Magnet Pada Sumbu Z	36
Gambar 3.5. Rangkaian Power Supply	38
Gambar 3.6. Driver Motor	38
Gambar 3.7. Driver Magnet	40
Gambar 3.8. Minimum System, LCD, dan Keypad Matrix	41
Gambar 3.9. Sensor Modul	43
Gambar 3.10. Connector Controller Dengan Motor Driver	44

	Halaman
Tabel 2.1. Fungsi S2 dan S3	21
Tabel 2.2. Fungsi S0 dan S1	21
Tabel 2.3. Fungsi-Fungsi Pin AT89S52	25
Tabel 4.1. Uji Motor Dan Limit Switch	46
Tabel 4.2. Waktu Yang Diperlukan (sekon).....	47
Tabel 4.3. Jarak Yang Dibutuhkan (m)	47
Tabel 4.4. Kecepatan Yang Dihasilkan (m/s)	48
Tabel 4.5. Jumlah Waktu Yang Diperlukan (sekon)	48
Tabel 4.6. Hasil Uji Sensor TCS 230	49
Tabel 4.7. Hasil Uji Keseluruhan	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Fungsi S2 dan S3	21
Tabel 2.2. Fungsi S0 dan S1	21
Tabel 2.3. Fungsi-Fungsi Pin AT89S52	25
Tabel 4.1. Uji Motor Dan Limit Switch	46
Tabel 4.2. Waktu Yang Diperlukan (sekon).....	47
Tabel 4.3. Jarak Yang Dibutuhkan (m)	47
Tabel 4.4. Kecepatan Yang Dihasilkan (m/s)	48
Tabel 4.5. Jumlah Waktu Yang Diperlukan (sekon)	48
Tabel 4.6. Hasil Uji Sensor TCS 230	49
Tabel 4.7. Hasil Uji Keseluruhan	50



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis mencoba menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan. Adapun penjelasan mengenai beberapa sub bab tersebut diterangkan lebih mendalam agar pembaca dapat mengerti isi laporan secara global.

1.1. Latar Belakang.

Dewasa ini penggunaan teknologi berkembang semakin pesat. Manusia seolah-olah tidak henti-hentinya melakukan inovasi dalam penggunaan teknologi. Semua itu dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan perangkat-perangkat yang dapat mempermudah aktifitas kita. Semakin kompleksnya kebutuhan, semakin banyak pula terobosan-terobosan yang dilakukan untuk mengatasinya. Selain itu, kemudahan-kemudahan pengoperasian juga berkembang seiring dengan perkembangan perangkat-perangkat tersebut.

Salah satu contoh kebutuhan yang dirasa perlu untuk dikembangkan adalah Sistem Pemisahan Box Warna Menggunakan Overhead Crane. Alat ini dapat diaplikasikan untuk alat angkut berat pada pabrik-pabrik yang prinsip kerjanya menggunakan warna sebagai indikatornya. Cara ini jarang ada di Indonesia, tapi jika ada proses dari pabrik yang menggunakan kemasan dan warna sebagai tanda, kinerja untuk pengemasannya, masih ada yang manual. Sebagai contoh aplikasinya pada dunia industri adalah untuk pemisahan kaleng-kaleng cat, untuk dikemas sesuai warnanya. Masalah itulah yang diangkat penulis, untuk dibuat simulasi pada tugas akhir ini,

sehingga mempermudah pengemasan kaleng-kaleng cat. Dengan pengoperasian yang otomatis kita dapat menghemat waktu untuk pengemasan tersebut.

Dengan Sistem Pemisahan Box Warna Menggunakan Overhead Crane diharapkan diperoleh kemudahan-kemudahan pengoperasian alat angkut berat pada masa yang akan datang.

1.2. Tujuan Penelitian.

Membuat Rancang Bangun Mekanik Sistem Pemisahan Box Warna Menggunakan Overhead Crane.

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis membahas mengenai konstruksi mekanik dan hardware yang nantinya dihubungkan dengan microcontroller pada pemisahan box warna yang dapat menunjukkan mekanisme dari sistem tersebut. Sehingga mekanisme tersebut dapat membedakan beberapa box dengan warna primer.

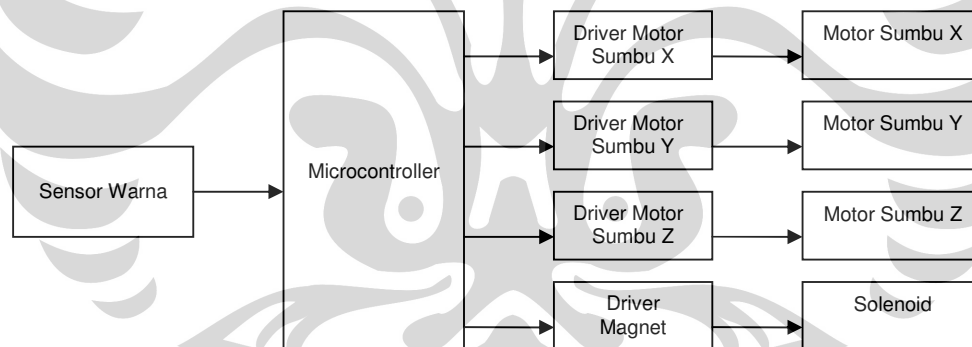
1.4. Deskripsi Singkat

Sistem pemisahan box warna ini menggunakan beberapa motor dc yang dihubungkan ke gearbox, dan bergerak pada sumbu x, y dan z. Dimana pemisah box-nya menggunakan sensor warna. Sensor warna menghasilkan output berupa frequency yang selanjutnya diubah ke bilangan biner, untuk diolah oleh microcontroller menjadi input. Selanjutnya terdapat optocoupler yang dipasang pada as motor dc sumbu x, dan 2 buah limit switch yang berfungsi untuk menentukan posisi awal dan akhir crane pada sumbu y dan optocoupler sendiri berfungsi menentukan jarak pergerakan atau batas

gerak motor dc dalam sumbu x sehingga dapat memisahkan box warna sesuai dengan tempat dan jarak yang ditentukan.

Sedangkan untuk mengambil box logamnya menggunakan motor dc sumbu z dan prinsip kerja magnet. Pada tempat box mula-mula berada terdapat rangkaian sensor warna untuk mengidentifikasi warna pada box logam tersebut. Pada sistem ini juga terdapat sensor yang dapat membaca ada atau tidaknya box pada tempat mula – mula dengan menggunakan limit switch. Perubahan dan penambahan pada software dan hardware akan disesuaikan pada saat pembuatan tugas akhir ini.

Sketsa Rancang Bangun Mekanik Sistem Pemisahan Box Warna Menggunakan Overhead Crane



Gambar 1.1. Sketsa Rancang Bangun

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan untuk pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir antara lain:

1. Kepustakaan/ Studi Literatur

Yaitu dengan mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan dan studi literatur dari berbagai sumber seperti buku-buku, artikel, dan internet.

2. Perancangan

Pada tahapan perancangan penulis membagi lagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan Perangkat Mekanik dan perancangan Perangkat Keras (*Hardware*). Pada perancangan mekanik, dibangun suatu konstruksi crane yang terdapat sistem penggerak otomatis, sedangkan pada perancangan elektronik (*hardware*) dirancang suatu rangkaian elektronik untuk menggerakkan motor dc, dan sensor yang terdapat pada sistem mekanik tersebut.

3. Pengujian

Untuk melihat keberhasilan dari rancang bangun dan sistem yang dibuat maka pada tahap ini dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan melihat hubungan dan komunikasi dari *hardware* dan *software* yang dirancang agar sesuai dengan tujuan dari perancangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan Tugas Akhir ini, dapat dibuat urutan bab serta isinya secara garis besar. Diuraikan sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TEORI DASAR

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

BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan sistem kerja dari mekanik dan hardware yang nantinya terhubung dengan program (*software*) yang terlibat.

BAB 4. PENGUJIAN ALAT DAN PENGAMBILAN 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. PENUTUP

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

BAB 6. DAFTAR PUSTAKA

Berisikan pengarang buku, judul buku, edisi buku, tempat penerbit, tahun penerbitan dari buku-buku yang digunakan sebagai sumber informasi atau literature dari alat tersebut serta sumber – sumber lain.



BAB 2

TEORI DASAR

Pada bab ini penulis mencoba menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan tugas akhir ini, yaitu mengenai cahaya, kinematika, katrol, usaha dan energi, magnet, sensor, microcontroller, dan motor DC. Untuk lebih jelasnya hal-hal tersebut dijelaskan oleh beberapa sub bab di bawah ini :

2.1. Cahaya

Cahaya tampak merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik. Terdapat beberapa hal yang perlu diingat bahwa bagian yang tampak dari spektrum elektromagnetik tersebut akan berlaku juga pada dasarnya untuk semua bagian lain dari spektrum elektromagnetik tersebut. Perbedaan yang utama adalah di dalam cara menghasilkan dan mendeteksi di dalam berbagai jangkauan spektrum.

Cahaya merupakan energi berbentuk gelombang dan membantu kita melihat. Cahaya juga merupakan dasar ukuran meter dimana 1 meter bersamaan dengan jarak dilalui cahaya melalui vakum pada $1/299,792,458$ sekon. Kecepatan cahaya adalah $299,792,458$ meter per sekon. Sifat-sifat cahaya ialah, cahaya bergerak lurus ke semua arah. Buktinya adalah kita dapat melihat sebuah lampu yang menyala dari segala penjuru dalam sebuah ruang gelap. Apabila cahaya terhalang, bayangan yang dihasilkan disebabkan cahaya yang bergerak lurus tidak dapat berbelok. Cahaya, namun, dapat dipantulkan. Keadaan ini disebut sebagai pantulan cahaya.

2.1.1. Pantulan Cahaya Bergantung Kepada Jenis Permukaan

Citra dapat dilihat di dalam cermin karena ada pantulan cahaya. Pantulan cahaya itu lebih baik dan teratur pada permukaan yang rata. Pantulan cahaya agak kabur pada permukaan yang tidak rata. Dengan itu, cermin dan permukaan air yang jernih serta tenang adalah pemantul cahaya yang baik. Ini membuat kita dapat melihat wajah dan badan kita di dalam cermin.

2.1.2. Warna-Warna Dalam Cahaya Putih Matahari

Cahaya putih matahari terdiri daripada tujuh warna iaitu:

1. Merah
2. Jingga
3. Kuning
4. Hijau
5. Biru
6. Nila (*Indigo*)
7. Ungu

Apabila ketujuh-tujuh warna ini bercampur, cahaya putih akan dihasilkan. Warna-warna dalam cahaya putih matahari dapat dipecahkan dengan menggunakan prisma menjadi jalur warna. Jalur warna ini dikenal sebagai spektrum sedangkan pemecahan cahaya putih kepada spektrum ini dikenal sebagai penyerakan cahaya. Pelangi adalah contoh spektrum yang terbentuk secara alamiah. Pelangi terbentuk selepas hujan, ketika cahaya matahari dibiaskan oleh titisan air hujan. Titisan air itu hujan bertindak sebagai prisma yang menyerakkan cahaya matahari menjadi tujuh warna.

2.1.3. Penyerakan Cahaya Putih Matahari

Spektrum warna terbentuk karena cahaya yang berlainan warna terbias pada sudut yang berlainan. Cahaya ungu terbias dengan sudut paling besar. Cahaya merah terbias dengan sudut paling kecil. Warna-warna spektrum dapat digabungkan semula bagi menghasilkan cahaya putih dengan menggunakan dua prisma.

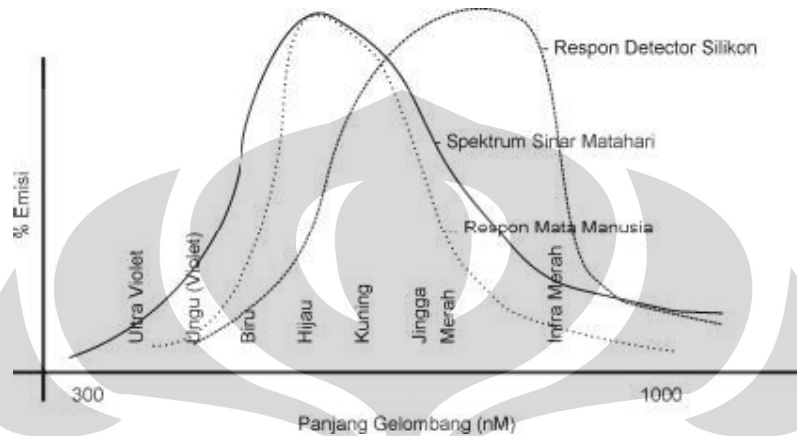
2.1.4. Warna dan Panjang Gelombang

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut. Sebagai contoh warna biru memiliki panjang gelombang 460 nanometer. Panjang gelombang warna yang masih bisa ditangkap mata manusia berkisar antara 380-780 nanometer.

Dalam peralatan optis, warna bisa pula berarti interpretasi otak terhadap campuran tiga warna primer cahaya: merah, hijau, biru yang digabungkan dalam komposisi tertentu. Nilai warna, ditentukan oleh tingkat kecerahan maupun kesuraman warna. Nilai ini dipengaruhi oleh penambahan putih ataupun hitam. Di dalam sistem RGB, nilai ini ditentukan oleh penambahan komponen merah, biru, dan hijau dalam komposisi yang tepat sama walaupun tidak harus penuh seratus persen.

Panjang gelombang yang berbeda-beda diinterpretasikan oleh otak manusia sebagai warna, dengan merah adalah panjang gelombang terpanjang (frekuensi paling rendah) hingga ke violet dengan panjang gelombang terpendek (frekuensi paling tinggi). Cahaya dengan frekuensi di bawah 400 nm dan di atas 780 nm tidak dapat dilihat manusia dan disebut ultraviolet pada batas frekuensi tinggi dan inframerah pada batas

frekuensi rendah. Walaupun manusia tidak dapat melihat sinar Inframerah kulit manusia dapat merasakannya dalam bentuk panas.



Gambar 2.1. Spektrum Cahaya dan Respon Manusia

2.2. Kinematika

Kinematika adalah Ilmu gerak yang membicarakan gerak suatu benda tanpa memandang gaya yang bekerja pada benda tersebut (massa benda diabaikan). Jadi jarak yang ditempuh benda selama geraknya hanya ditentukan oleh kecepatan v dan atau percepatan a .

Gerak Lurus Beraturan (GLB) adalah gerak lurus pada arah mendatar dengan kocepatan v tetap (percepatan $a = 0$), sehingga jarak yang ditempuh S hanya ditentukan oleh kecepatan yang tetap dalam waktu tertentu.

Pada umumnya GLB didasari oleh Hukum Newton I ($\Sigma F = 0$).

$$S = X = v \cdot t ; a = Dv/Dt = dv/dt = 0 \dots\dots\dots (2.2.1)$$

$$v = DS/Dt = ds/dt = \text{tetap} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

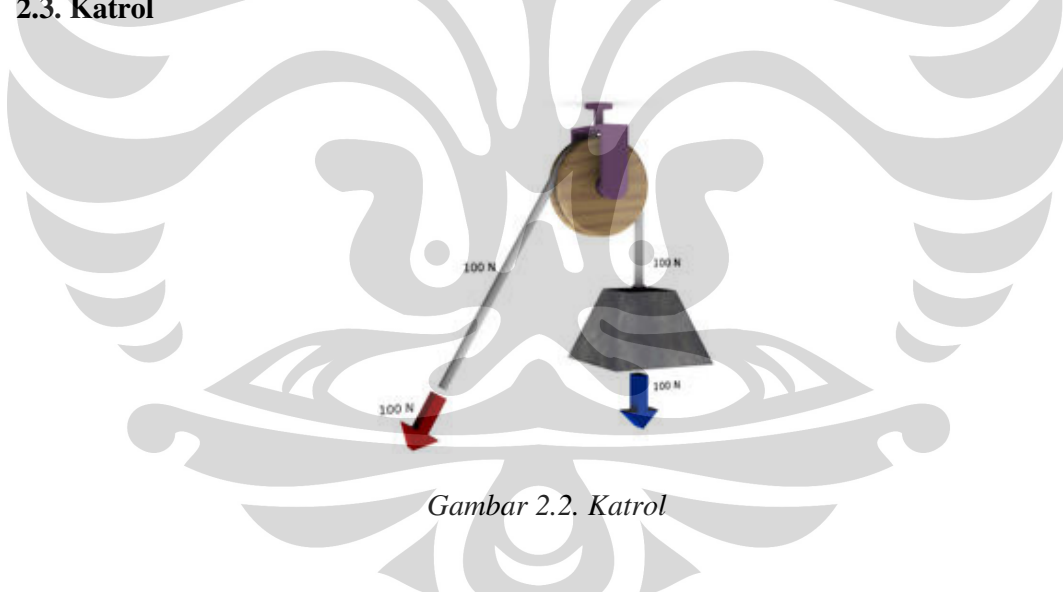
Keterangan :

Tanda **D** (selisih) menyatakan **nilai rata-rata**.

Tanda **d** (diferensial) menyatakan **nilai sesaat**.

Grafik gerak benda (GLB dan GLBB) pada umumnya terbagi dua, yaitu **S-t** dan **grafik v-t**. Khusus untuk grafik v-t maka jarak yang ditempuh benda dapat dihitung dengan cara menghitung **luas dibawah kurva grafik tersebut**.

2.3. Katrol



Gambar 2.2. Katrol

Katrol adalah suatu roda dengan bagian berongga di sepanjang sisinya untuk tempat tali atau kabel. Katrol biasanya digunakan dalam suatu rangkaian yang dirancang untuk mengurangi jumlah gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat suatu beban. Walaupun demikian, jumlah usaha yang dilakukan untuk membuat beban tersebut mencapai tinggi yang sama adalah sama dengan yang diperlukan tanpa menggunakan katrol. Besarnya gaya memang dikurangi, tapi gaya tersebut harus

bekerja atas jarak yang lebih jauh. Usaha yang diperlukan untuk mengangkat suatu beban secara kasar sama dengan berat beban dibagi jumlah roda. Semakin banyak roda yang ada, sistem semakin tidak efisien karena akan timbul lebih banyak gesekan antara tali dan roda. Katrol adalah salah satu dari enam jenis pesawat sederhana.

2.4. Usaha dan Energi

2.4.1. Usaha

Jika sebuah benda menempuh jarak sejauh S akibat gaya F yang bekerja pada benda tersebut maka dikatakan *gaya itu melakukan usaha*, dimana arah gaya F harus sejajar dengan arah jarak tempuh S . Usaha adalah hasil kali (dot product) antara gaya dan jarak yang ditempuh.

$$W = F S = |F| |S| \cos \theta \dots\dots\dots (2.4.1)$$

θ : sudut antara F dan arah gerak

2.4.2. Energi

Kemampuan untuk melakukan usaha menimbulkan suatu energi/tenaga. Energi dan usaha merupakan besaran skalar. Beberapa jenis energi di antaranya adalah :

1. ENERGI KINETIK (E_k)

Energi kinetik adalah bagian energi yang berhubungan dengan gerakan suatu benda.

$$E_{k \text{ trans}} = \frac{1}{2} m v^2 \dots\dots\dots (2.4.2.1)$$

$$E_{k \text{ rot}} = 1/2 I w^2 \dots\dots\dots(2.4.2.2)$$

m = massa

v = kecepatan

I = momen inersia

w = kecepatan sudut

2. ENERGI POTENSIAL (E_p)

Energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat adanya pengaruh tempat atau kedudukan dari benda tersebut. Energi potensial disebut juga dengan energi diam karena benda yang dalam keadaan diam dapat memiliki energi. Jika benda tersebut bergerak, maka benda itu mengalami perubahan energi potensial menjadi energi gerak.

$$E_p = m g h \dots\dots\dots(2.4.2.3)$$

h = tinggi benda terhadap tanah

3. ENERGI MEKANIK (E_M)

$$E_M = E_k + E_p \dots\dots\dots(2.4.2.4)$$

Nilai E_M selalu tetap/sama pada setiap titik di dalam lintasan suatu benda.

Hukum Kekalan Energi, yaitu *energi selalu tetap tetapi bentuknya bisa*

$$E_k + E_p = E_M = \text{tetap} \dots\dots\dots (2.4.2.3)$$

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} \dots\dots\dots (2.4.2.4)$$

Prinsip Usaha-Energi

Jika pada peninjauan suatu soal, terjadi perubahan kecepatan akibat gaya yang bekerja pada benda sepanjang jarak yang ditempuhnya, maka prinsip usaha-energi berperan penting dalam penyelesaian soal tersebut

$$W_{\text{tot}} = \Delta E_k \quad \textcircled{R} \quad S F.S = E_{k \text{ akhir}} - E_{k \text{ awal}} \dots\dots\dots (2.4.2.5)$$

W_{tot} = jumlah aljabar dari usaha oleh masing-masing gaya

$$= W_1 + W_2 + W_3 + W_x \dots\dots\dots (2.4.2.6)$$

$$\Delta E_k = \text{perubahan energi kinetik} = E_{k \text{ akhir}} - E_{k \text{ awal}} \dots\dots\dots (2.4.2.7)$$

2.5. Magnet

Sifat magnetic dari mineral magnetic (Fe_3O_4) yang terdapat dalam batu-batuan tertentu dapat menarik partikel-partikel logam tertentu. Partikel logam yang dapat ditarik oleh magnet adalah logam-logam yang bersifat *ferromagnetic*. Bahan-bahan untuk magnet sendiri digolongkan menjadi dua macam :

1. Magnet Keras

Adalah bahan-bahan yang sukar dijadikan magnet, tetapi setelah menjadi magnet, sifat magnetnya akan sukar hilang dan lebih tahan lama. Bahan-bahan

magnetic ini antara lain baja dan alcomax (logam paduan besi). Oleh karena itu bahan-bahan seperti ini sangat cocok untuk membuat magnet permanent.

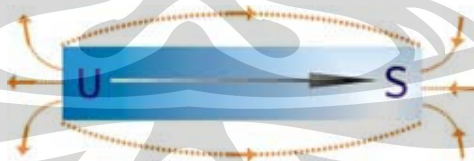
2. Magnet Lunak

Adalah bahan-bahan lebih mudah dijadikan magnet, tetapi sifat magnetiknya pun mudah hilang. Bahan-bahan yang termasuk golongan ini antara lain besi dan mumetal (logam panduan nikel). Bahan-bahan yang memiliki sifat magnet lunak sangat cocok untuk membuat *electromagnetic* (magnet listrik), ini dikarenakan bahan-bahan akan bersifat magnetic selama arus listrik melalui kawat yang dililitkan pada bahan ini.

Timbulnya Medan Magnet

- **MEDAN MAGNET OLEH BENDA MAGNETIK**

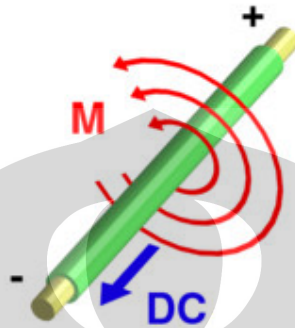
Suatu magnet (misalnya magnet batang) akan menimbulkan medan magnet di sekitarnya. Arah garis magnetiknya adalah dari kutub *U* menuju ke kutub *S*.



Gambar 2.3. Medan Magnet Oleh Benda Magnetik

- **MEDAN MAGNET OLEH MUATAN BERGERAK**

Oersted: perpindahan muatan listrik (arus listrik) akan menimbulkan medan magnet di sekitarnya.



Gambar 2.4. Medan Magnet Dari Muatan Yeng Bergerak

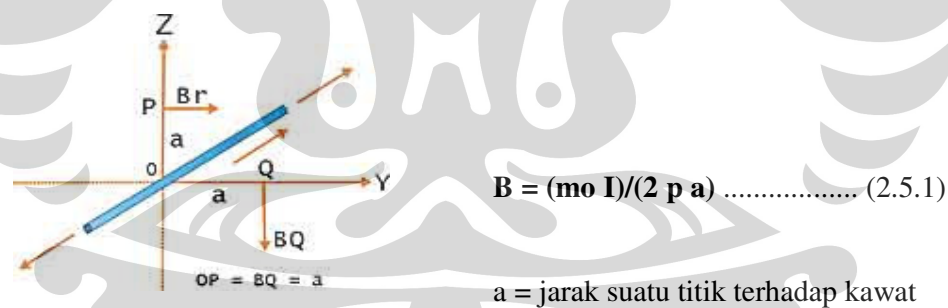
Arus mengalir melalui sepotong kawat membentuk suatu medan magnet (M) disekeliling kawat. Medan tersebut terorientasi menurut aturan tangan kanan. Setiap magnet yang dibuat dari sejumlah besar magnet-magnet kecil disebut dengan magnet elementer. Batang yang dililitkan tersebut memiliki magnet-magnet elementer yang gampang berubah. Ketika kawat tidak dialiri arus listrik, magnet-magnet elementer yang ada dalam batang tersebut memiliki arah yang tidak beraturan. Dan ketika kita beri arus pada kawat, maka magnet-magnet elementer yang ada pada batang bergerak satu arah sesuai dengan kaidah tangan kanan.

Untuk memperkuat sebuah electromagnet dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

- a.) Mengganti inti electromagnet dengan bahan yang lebih bersifat magnetic.
- b.) Memperbanyak lilitan kumparan
- c.) Memperbesar kuat arus listrik yang melalui kumparan. Sesuai dengan hokum Ohm, $I = V / R$, kuat arus listrik dapat diperbesar dengan memperbesar tegangan sumber atau menggunakan kawat kumparan yang hambatan listriknya lebih kecil (menggunakan kawat yang diameternya lebih besar). Ini sesuai dengan rumusan $R = \rho \frac{\ell}{A}$.

- **MEDAN MAGNET OLEH KAWAT LURUS BERARUS**

Kawat penghantar yang sangat panjang dan lurus terletak pada sumbu-x serta dialiri arus listrik I . Arah B pada beberapa titik di sumbu-y dan z terlihat pada gambar (mengikuti kaidah tangan kanan) sedangkan besarnya adalah:

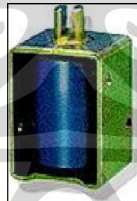


*Gambar 2.5. Medan Magnet Oleh
Kawat Lurus Berarus*

- **MEDAN MAGNET OLEH SOLENOIDA**

SOLENOID

Solenoid adalah kumparan yang dibangkitkan dengan tenaga listrik, yang antara lilitan diberikan suatu isolasi. Solenoid ini merupakan dasar dari semua elektromagnet, seperti solenoid dengan inti yang bergerak (misalnya torak) yang merubah energi listrik menjadi energy mekanik. Torak terbuat dari besi dengan permeabilitas tinggi atau besi lunak yang dibuat berlapis-lapis tipis (lamel) untuk mengurangi adanya rugi-rugi arus *eddy* yang dapat digerakkan. Solenoid dan torak dilengkapi dengan kerangka untuk menambah magnetisasi dan gaya mekanis langsung dari posisi awal dan sampai mendekati pada akhir posisi. Pemilihan solenoid juga perlu diperhatikan, gaya yang dikeluarkan oleh solenoid harus lebih besar daripada gaya yang dikeluarkan oleh beban selama proses perpindahan.



Gambar 2.6. Solenoid

Prosentase duty cycle didefinisikan sebagai perbandingan dari kumparan solenoid pada saat ON dalam suatu periode. Misalnya, jika solenoid dibangkitkan dalam waktu 1 menit dan tidak diberi tegangan selama 4 menit , maka duty cycle nya mendekati 20% dengan perhitungan sebagai berikut :

Duty cycle : $TimeOFF$

$TimeON \times 100\%$

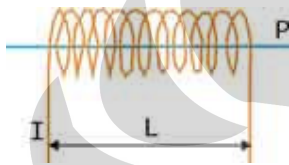
Dimana,

Time ON : 1 menit

Time OFF : 4 menit

Maka,

Duty cyle : 20%



Gambar 2.7. Medan Magnet Oleh Solenoida

Induksi magnetik di tengah solenoida:

$$B_o = \mu I n = \mu I N / L \dots\dots\dots (2.5.2)$$

μ = permeabilitas bahan = $\mu_o \cdot \mu_m$

μ_m = permeabilitas relative

Induksi magnetik di ujung solenoida:

$$B_p = \mu I n / 2 = \mu I N / 2L = B_o/2 \dots\dots (2.5.3)$$

2.6. Sensor

Sensor atau pengindra adalah merupakan indra dari sebuah robot layaknya panca indra manusia.

2.6.1. Sensor Peraba

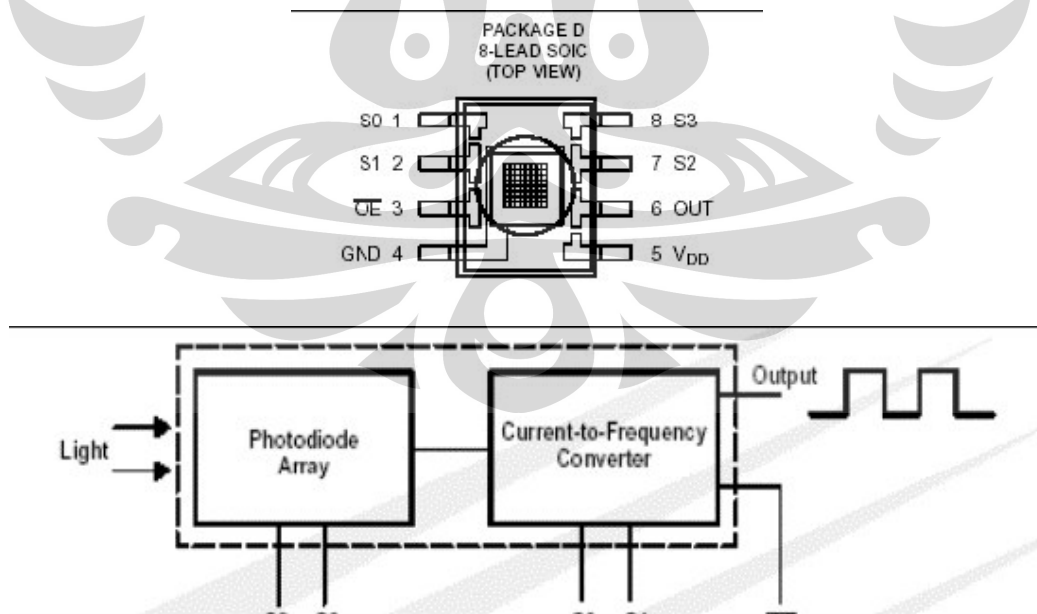
Sensor peraba adalah sensor yang paling sederhana dari panca indra manusia. Seorang manusia yang tuna netra dan tuna rungu masih dapat mengandalkan sensor ini dalam mengenali obyek atau bergerak melewati halangan. Demikian pula pada sebuah

robot yang tidak dilengkapi dengan sensor suara ataupun sensor penglihatan, sensor peraba sangat diperlukan terutama untuk robot-robot kategori automatic robot.

Limit Switch adalah sensor peraba yang bersifat mekanis dan mendeteksi sesuatu setelah terjadi kontak fisik. Penggunaan sensor ini biasanya digunakan untuk membatasi gerakan maksimum sebuah mekanik. Contohnya pada box crane sumbu y dimana limit switch akan aktif dan memberikan masukan pada microcontroller untuk menghentikan gerak motor di saat box crane sumbu y mencapai jarak maksimum. Sensor ini juga seringkali digunakan di alat-alat industry tertentu sebagai sensor cadangan bilamana sensor yang lain tidak berfungsi untuk menghindari kontak fisik.

2.6.2. Sensor Warna

Sensor Warna TCS230



Gambar 2.8. Datasheet IC TCS230

Photodiode pada IC TCS230 disusun secara array 8x8 dengan konfigurasi: 16 photodiode untuk menfilter warna merah, 16 photodiode untuk memfilter warna hijau, 16 photodiode untuk memfilter warna biru, dan 16 photodiode tanpa filter. Kelompok photodiode mana yang akan dipakai bisa diatur melalui kaki selektor S2 dan S3. Kombinasi fungsi dari S2 dan S3 bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1. Fungsi S2 dan S3

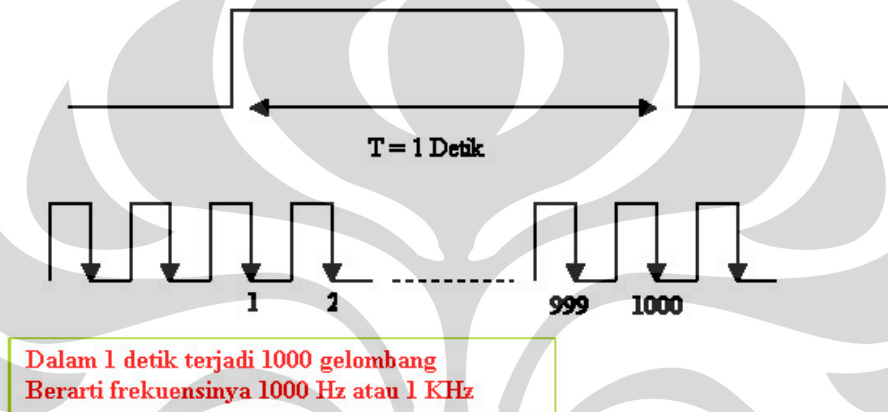
S2	S3	Photodiode yang aktif
0	0	Pemfilter Merah
0	1	Pemfilter Biru
1	0	Tanpa Filter
1	1	Pemfilter Hijau

Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menimpanya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Frekuensi Output ini bias diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Penskalaan Output bisa dilihat pada tabel2.

Tabel 2.2. Fungsi S0 dan S1

S0	S1	Skala frekuensi Output
0	0	Power Down
0	1	2%
1	0	20%
1	1	100%

Dengan demikian, program yang kita perlukan untuk mendapatkan komposisi RGB adalah program penghitung frekuensi. Ada dua cara yang biasa dilakukan untuk menghitung frekuensi. **Cara pertama:** Kita buat sebuah timer berperiode 1 detik, dan selama periode itu kita hitung berapa kali terjadi gelombang kotak. Ilustrasinya bias dilihat pada gambar di bawah ini.

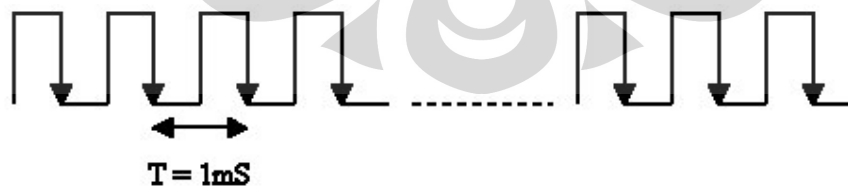


Gambar 2.9. Pengukuran Frekuensi Dalam Satu Detik

Cara kedua: Kita hitung berapa periode satu gelombang, kemudian mencari frekuensi dengan menggunakan rumus:

$$f = 1 / T \quad (2.6.2)$$

Ilustrasinya bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



1 gelombang penuh periodenya 1mS,
Berarti frekuensinya $1/1mS = 1000 \text{ Hz}$ atau 1 KHz

Gambar 2.10. Pengukuran Periode Dalam Satu Gelombang

2.7 Mikrokontroler AT89S51/52

2.7.1 Pengenalan Mikrokontroler AT89S51/52

Mikrokontroler adalah central processing unit (CPU) yang disertai memori serta sarana Input/Output dan dibuat dalam bentuk chip. Mikrokontroler AT89S51/52 merupakan salah satu keluarga dari MCS 51 keluaran dari Atmel. AT89S51/52 dilengkapi memori dengan teknologi nonvolatile memory, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi (perintah) berstandar MCS-51 code sehingga memungkinkan mikrokontroller ini dapat bekerja dalam mode single chip operation yang tidak memerlukan memori eksternal untuk menyimpan source code tersebut. Pada prinsipnya program pada mikrokontroler dijalankan secara bertahap. Maksudnya, pada program itu sendiri terdapat beberapa set instruksi yang mana tiap instruksi itu dijalankan secara bertahap atau berurutan (step by step).

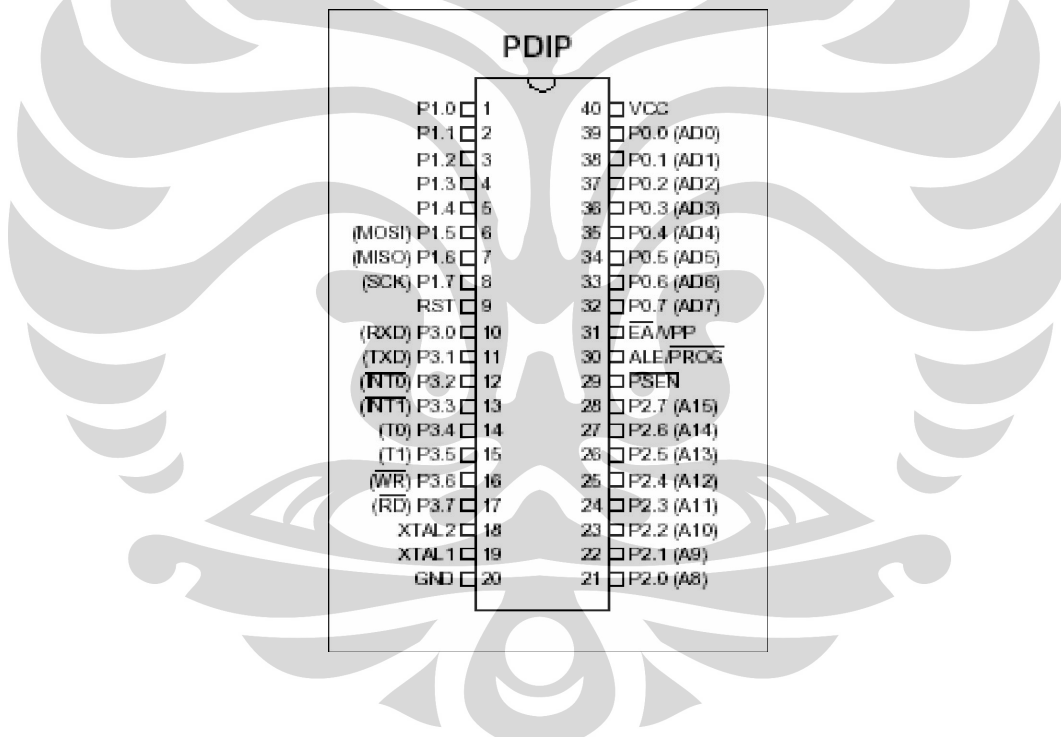
Beberapa fasilitas yang dimiliki oleh mikrokontroler AT89S51/52 adalah sebagai berikut :

- Sebuah Central Processing Unit 8 bit.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- RAM internal 128 byte.
- Flash memori 4 Kbyte.
- Lima buah jalur interrupt (dua buah interrupt eksternal dan tiga buah interrupt internal).
- Empat buah programable port I/O yang masing-masing terdiri dari delapan buah jalur I/O.

- Sebuah port serial dengan kontrol serial full duplex UART.
- Kemampuan untuk melaksanakan operasi aritmetika dan operasi logika.
- Kecepatan dalam melaksanakan interuksi per siklus 1 mikrodetik pada frekuensi 12 MHz.

2.7.2 Deskripsi Umum Mikrokontroler AT89S51/52

Susunan pin pada mikrokontroler AT89S51/52 dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.11. Susunan Pin AT89S51/52

Penjelasan untuk masing-masing pin mikrokontroler AT89S51/52 adalah sebagai berikut :

No. Pin	Nama Pin	Alternatif	Keterangan
20	GND		Ground
40	VCC		Power Supply
32-39	P0.7-P0.0	D7 - D0 & A7 – A0	Dapat berfungsi sebagai I/O biasa, low order multiple address/data ataupun menerima kode byte pada saat flash programming. Sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan output sink ke delapan buah TTL input atau dapat diubah sebagai input dengan memberikan logika '1' pada port tersebut. Sebagai low order multiplex address/data port ini akan mempunyai internal pull-up.
1-8	P1.7-P1.0		Berfungsi sebagai I/O biasa. Port ini mempunyai pull up internal dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1. Sebagai output port ini dapat memberikan output sink ke empat buah input TTL. Port ini juga mempunyai fungsi khusus untuk inprogramming sebagai berikut :
2	P1.0	T2	Port external timer 2 input
6	P1.5	MOSI	Serial input pada saat in – System Programming
7	P1.6	MOSO	Serial output pada saat in – System Programming

8	P1.7	SCK	Serial clock pada saat in – System Programming
21-28	P2.0-P2.7	A8-A15	Berfungsi sebagai I/O biasa atau high order address saat mengakses memori secara 16 bit. Sebagai output dan input sama seperti port 1.
10-17	PORT 3		Sebagai I/O biasa sama seperti port 1 dan port 2. sedangkan sebagai fungsi special port-port ini mempunyai keterangan sebagai berikut :
10	P3.0	RXD	Port serial input
11	P3.1	TXD	Port serial output
12	P3.2	INT0	Port external interrupt 0
13	P3.3	INT1	Port external interrupt 1
14	P3.4	T0	Port external timer 0 input
15	P3.5	T1	Port external timer 1 input
16	P3.6	WR	External data memory write strobe
17	P3.7	RD	External data memory read strobe
9	RST		Reset akan aktif dengan memberikan input high selama 2 cycle.
30	ALE	PROG	Berfungsi untuk me-latch low byte address pada saat mengakses memori eksternal. Sedangkan pada saat flash programming berfungsi sebagai pulse input.
29	PSEN		Berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak dalam memori eksternal. PSEN

			akan aktif dua kali setiap cycle.
31	EA	VP	Saat low, mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada alamat memori eksternal. Saat high, program yang dijalankan yang berada pada memori internal. Saat flash programming pin ini diberi tegangan 12 Volt (VP)
19	XTAL1		Input oscillator
18	XTAL2		Output oscillator

2.8 Motor DC

Salah satu component yang diperlukan dalam system pengendali adalah *actuator*. *Aktuator* adalah komponen pertama untuk melakukan gerakan, mengubah energi elektrik menjadi gerakan mekanik. Adapun jenis actuator salah satunya adalah motor listrik. Motor listrik dikelompokkan menjadi motor Dc dan motor AC, perbedaannya terdapat pada tegangan yang menggerakkannya. Motor AC digerakkan oleh tegangan bolak-balik (AC), sedangkan motor DC digerakkan oleh tegangan searah (DC)



Gambar 2.12. Motor DC GearBox

2.8.1. Prinsip Kerja Motor DC

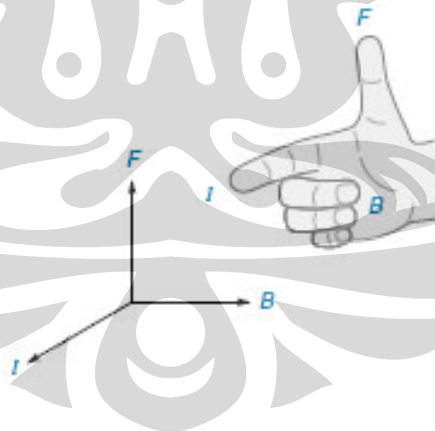
Prinsip kerja motor DC dapat dijelaskan dengan teori *elektromagnetik*. Misal sebuah kawat berarus yang dipengaruhi medan magnet luar akan mengalami gaya yang disebut gaya magnet yang besarnya ditunjukkan pada persamaan:

$$\mathbf{F} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{i} \cdot \mathbf{L} \sin \alpha \dots\dots\dots (2.8.1.1)$$

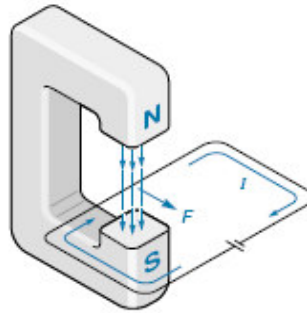
Dimana:

- F** = gaya magnet (Newton)
- B** = medan magnet luar (Wb/m^2)
- i** = kuat arus (Ampere)
- L** = panjang kawat (Meter)
- α** = sudut yang dibentuk medan magnetic dengan arus

Pada sebuah kawat berarus listrik di dalam pengaruh medan magnet, maka arah gaya **F** dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan:



Gambar 2.13. Kaidah tangan kanan

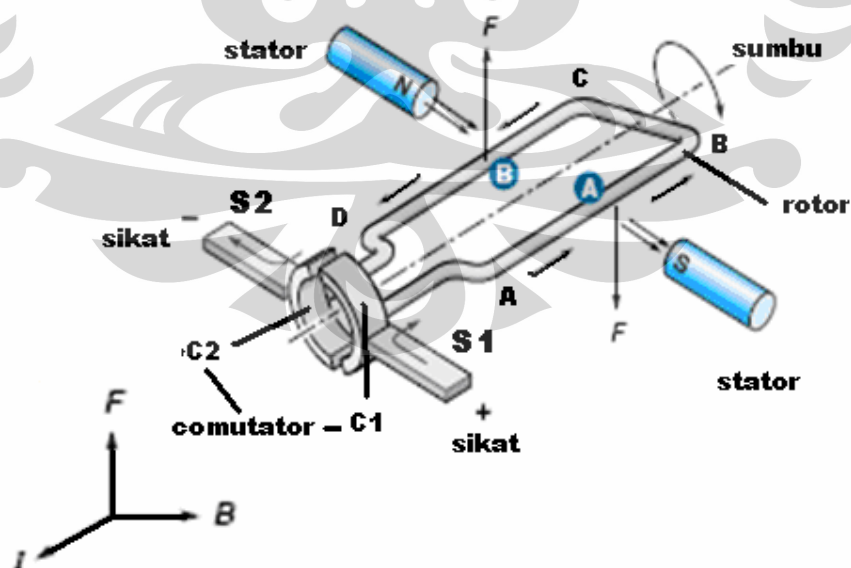


Gambar 2.14. Susunan Percobaan

Motor *dc* terdiri dari bagian-bagian yang dapat menggerakkan motor tersebut, yaitu:

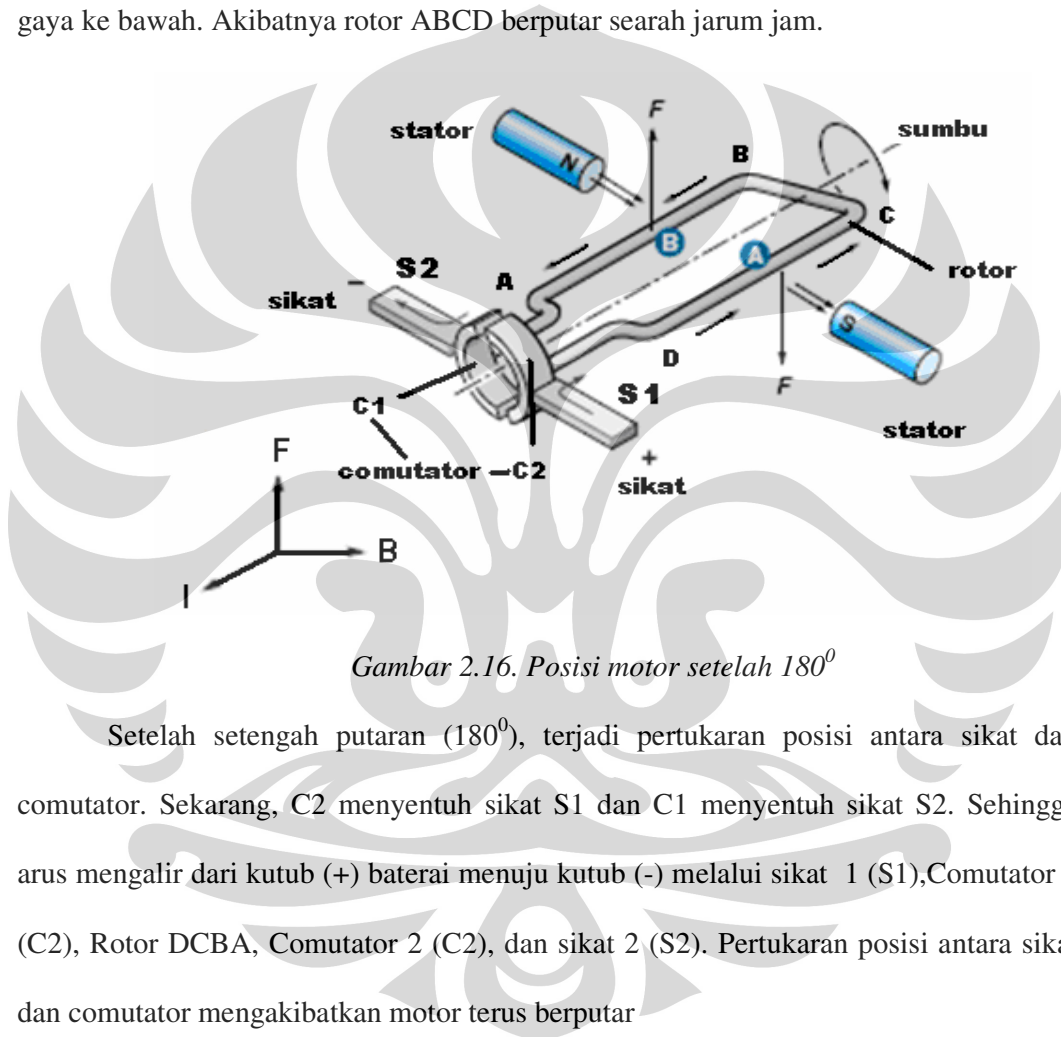
1. **Rotor**, yaitu bagian yang berputar pada motor berupa kumparan kawat.
2. **Stator**, yaitu bagian yang diam pada motor berupa magnet.
3. **Komutator**, yaitu cincin belah yang berfungsi sebagai penukar arus.
4. **Sikat**, yaitu sepasang batang grafit yang menempel pada komutator tetapi tidak berputar.

Cara kerja motor *dc* dapat dilihat pada gambar 17 berikut:



Gambar 2.15. Posisi awal gerakan motor

Misalkan kedudukan mula-mula seperti pada gambar 2.2 arus listrik mengalir dari kutub (+) baterai melalui sikat S1 – cincin C1- rotor ABCD – cincin C2 – sikat S2 – kembali ke kutub (-) baterai. Ketika rotor CD yang dekat dengan kutub utara mengalami gaya ke atas dan sisi rotor AB yang dekat dengan kutub selatan mengalami gaya ke bawah. Akibatnya rotor ABCD berputar searah jarum jam.



Gambar 2.16. Posisi motor setelah 180°

Setelah setengah putaran (180°), terjadi pertukaran posisi antara sikat dan comutator. Sekarang, C2 menyentuh sikat S1 dan C1 menyentuh sikat S2. Sehingga arus mengalir dari kutub (+) baterai menuju kutub (-) melalui sikat 1 (S1), Comutator 2 (C2), Rotor DCBA, Comutator 2 (C2), dan sikat 2 (S2). Pertukaran posisi antara sikat dan comutator mengakibatkan motor terus berputar

Selama motor berputar menghasilkan torka (τ = Torque). Torka merupakan analogi gaya dari gerak translasi untuk gerak rotasi. Karena torka ini dihasilkan oleh sistem elektromagnet, maka disebut torka elektromagnet (electromagnetic torque). Torka yang dihasilkan motor ini mempunyai nilai yang besarnya ditunjukkan pada persamaan berikut :

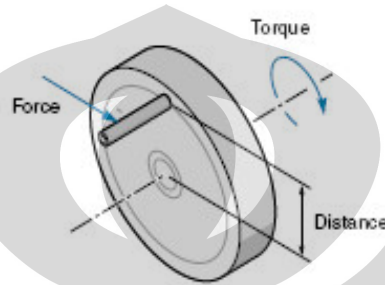
$$\tau = rF \dots\dots\dots (2.8.1.2)$$

Dimana:

τ = torka (Nm)

r = jarak dari pusat rotasi ke titik beban (m)

F = Gaya (N)



Gambar 2.17. Prinsip Torka

Sedangkan ketika terjadi putaran persamaan torka menjadi:

$$\tau = I\alpha \dots\dots\dots (2.8.1.3)$$

Dimana:

τ = torka putaran

I = momen inersia

α = kecepatan sudut (rad/s)

2.8.2. Cara Membalik Arah Motor DC

Arah gerakan motor arus searah dapat diatur dengan dua cara yaitu mengubah polarisasi arah arus searah pada belitan medan magnet (+) dan (-), atau dengan mengubah arah arus dengan menukar (+) dan (-) pada sikat.

Pada prinsipnya membalik arah motor searah memang dengan dua cara yang telah disebutkan di atas, namun dalam suatu rangkaian elektronika kita memerlukan suatu rangkaian penggerak motor yang dapat membalik arah gerak motor dengan mudah misalnya dengan menggunakan transistor. Transistor pada rangkaian pembalik putaran motor berfungsi sebagai saklar (*switching*).



Gambar 2.18. Arah Putaran Motor

BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA ALAT

Pada bab ini penulis mencoba menjelaskan mengenai perancangan mekanika dan cara kerja alat. Untuk lebih jelasnya hal-hal tersebut dijelaskan oleh beberapa sub bab di bawah ini :

3.1 MEKANIKA

Untuk mendapatkan hasil kerja yang sesuai dengan harapan, maka perlu dibentuk suatu sistem mekanik yang baik. Oleh karena itu diperlukan perancangan dalam pembentukan rangka bangun.

3.1.1. Perancangan

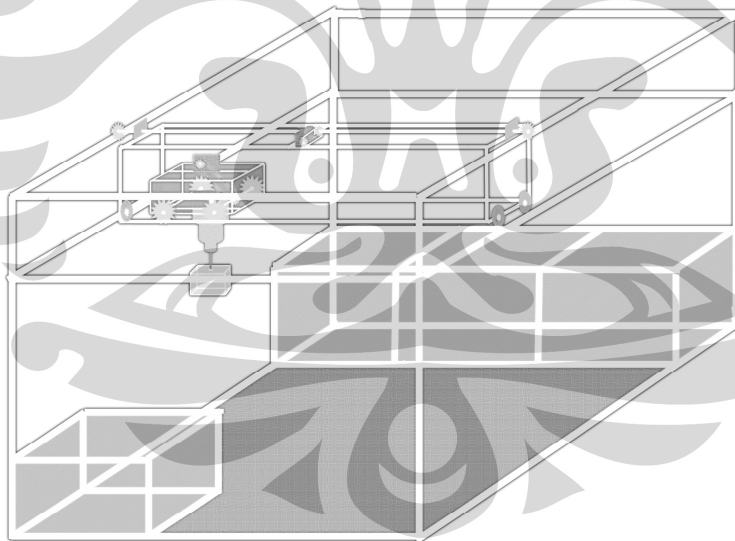
Pada perancangan mekanik ini digunakan prinsip kerja overhead crane, dimana crane menggunakan 3 sumbu vektor, yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Bahan-bahan yang banyak diperlukan dalam pembuatan rangka-rangka sumbu tersebut adalah alumunium. Alasan digunakannya alumunium sebagai rangka sumbu, karena alumunium merupakan bahan yang mudah dibentuk dan memiliki nilai massa benda yang kecil. Dengan adanya massa yang lebih kecil, kecepatan gerak motor menjadi lebih cepat dibandingkan menggunakan bahan besi.

Untuk menahan seluruh berat yang ada pada sumbu x, y, dan z, kita memerlukan bahan yang lebih kokoh yang memiliki nilai massa jenis lebih besar daripada alumunium. Oleh karena itu, bahan besi sangat cocok untuk bahan penyusun

rangka utama. Untuk bahan box warna, digunakan bahan PE. Dimana pada bahan tersebut diberikan bahan ferromagnetic berupa plat besi.

3.1.2. Sistem Rangka

Rangka utama memiliki panjang lintasan sumbu y sepanjang 1,51 m, tinggi rangka sebesar 1,005 m, dan lebar lintasan sumbu x sebesar 1,05 m. Box penahan beban kondisi awal memiliki tinggi sebesar 0,3 m, lebar 0,4 m, dan panjang sebesar 0,42 m. Box 1, 2, 3 yang menjadi tempat lokasi akhir beban (benda berwarna) memiliki tinggi 0,3 m, lebar 0,345 m, dan panjang 0,28 m. Dimana pada posisi-posisi tertentu terdapat sensor berupa limit switch yang berfungsi untuk memberi sinyal menuju perangkat elektronika.

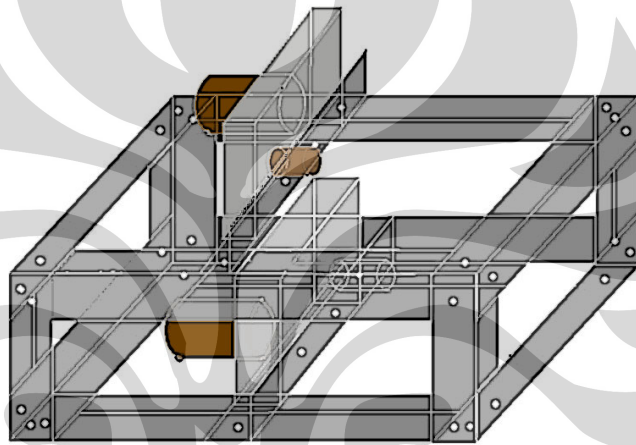


Gambar 3.1 Rangka Utama

Rangka sumbu x mempunyai panjang rangka sebesar 0,24 m, lebar 0,2 m, dan tinggi 0,08 m. Pada rangka ini digunakan dua buah motor DC dengan kekuatan masing-

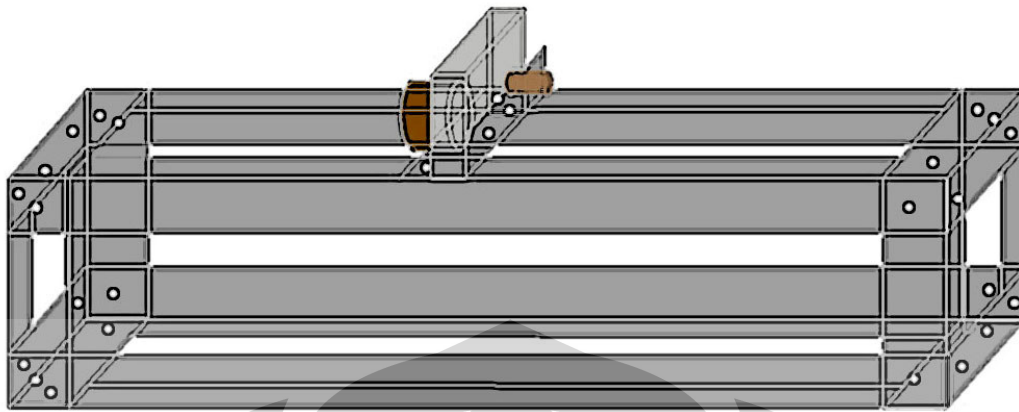
masing 24V untuk sumbu x (motor atas) dan sumbu z (motor bawah). Motor DC posisi atas ini dapat menggerakkan rangka sumbu x dengan bantuan gear dan rantai sebagai pengikat antara motor dengan ass roda sumbu x. Sedangkan motor DC posisi bawah berfungsi menggerakkan tali kedalam posisi naik atau turun dengan bantuan katrol.

Pada dua buah ass roda sumbu x hanya diperlukan satu ass saja untuk menggerakannya. Sedangkan ass yang lain hanya berfungsi sebagai penyeimbang pergerakan rangka sumbu x.



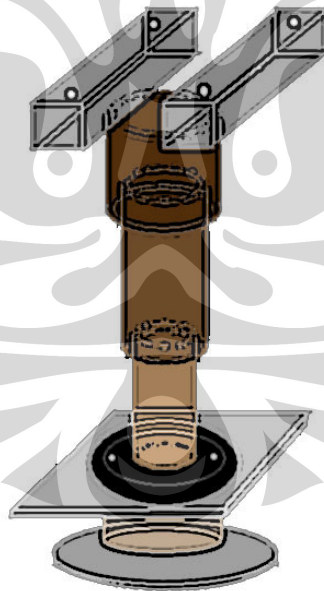
Gambar 3.2. Rangka Sumbu X

Rangka sumbu y hanya memiliki satu buah ass saja, dimana gear motor dan ass dihubungkan oleh rantai. Untuk menyeimbangkan posisi rangka sumbu y supaya tidak bergerak ke kanan-kiri, diperlukan B-Ring di setiap titik bagaian atas rangka sumbu y sebagai penahan pergerakan di luar jalur. Sedangkan untuk mengurangi resiko patah ass karena menahan beban yang ada, maka diberikan 4 buah roda untuk menopang berat rangka dan beban yang akan dipindahkan.



Gambar 3.3. Rangka Sumbu Y

Rangka sumbu z digunakan prinsip telescopic yang bisa memanjang dan memendekkan posisi magnet ke benda yang akan dipindahkan. Pada ujung rangka diberikan solenoid yang berfungsi untuk mengangkat benda berbahan ferromagnetic.



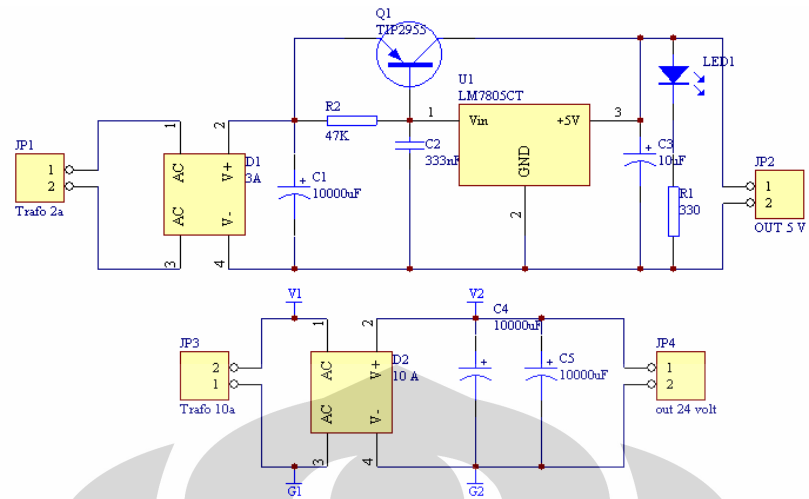
Gambar 3.4. Teleskopik Bermata Magnet Pada Sumbu Z

3.2 HARDWARE (ELEKTRIK)

Untuk mendapatkan hasil kerja yang sesuai dengan harapan, maka perlu dibentuk suatu sistem elektrik yang baik. Oleh karena itu diperlukan perancangan dalam pembentukan hardware(elektrik) berupa :

3.2.1. Power Supply

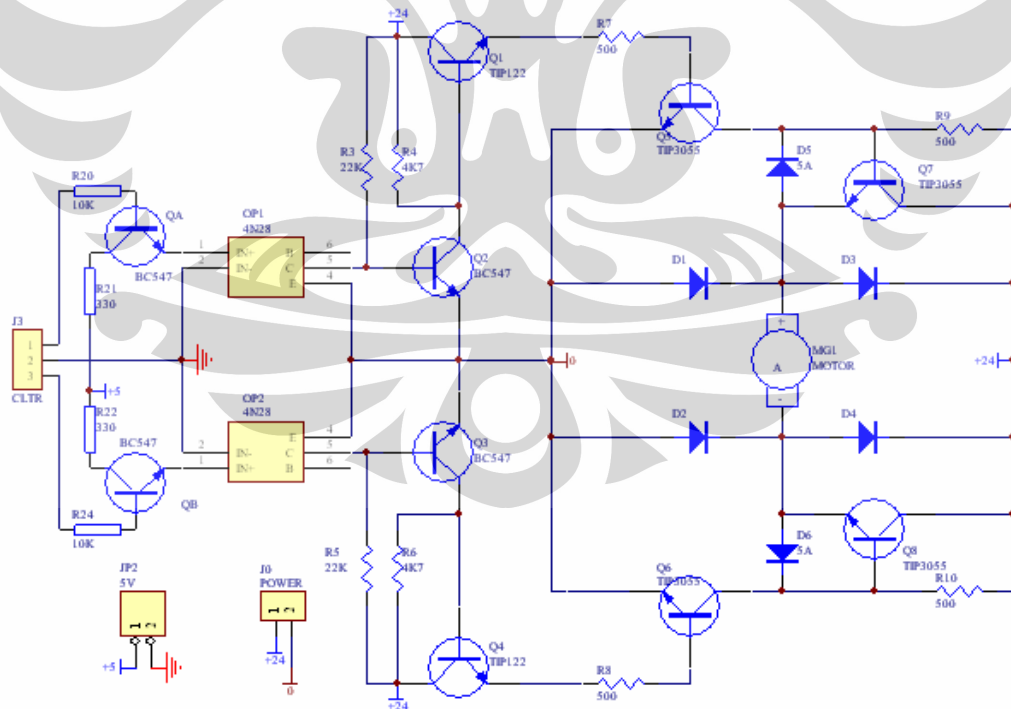
Rangkaian power supply ini terbagi atas 2 output yang diinginkan untuk menyediakan tegangan bagi semua piranti. Untuk dapat mengaktifkan seluruh mekanisme rangkaian elektronik supply yang dibutuhkan adalah 24V dan 5V yang mana masing-masing kedua nilai tersebut diberikan oleh dua buah trafo yaitu trafo 10A dan trafo 2A. Tegangan 5V teregulasi digunakan untuk mensuplai rangkaian logika sedangkan tegangan 24V untuk mensuplai motor. Rangkaian ini sama seperti umumnya yang terdiri dari diode sebagai penyearah digunakan untuk memberi supply tegangan mikrokontroler, supply yang dibutuhkan mikrokontroller sebesar +5 Volt. Sehingga pada rangkaian digunakan IC regulator 7805 sebagai penstabil tegangan. Disamping itu digunakan juga kapasitor sebagai penghalus hasil output tegangan regulator. Untuk menghindari kerusakan supply disebabkan karena terjadi hubungan singkat, maka diberi kapasitor polar dengan nilai besar. Pada supply driver motor diberikan transistor guna menaikkan arus sehingga arus asli dari trafo dapat menuju ke rangkaian.



Gambar 3.5. Rangkaian Power Supply

Pada supply driver motor diberikan transistor guna menaikkan arus sehingga arus asli dari travo dapat menuju ke rangkaian.

3.2.2. Driver Motor



Gambar 3.6. Driver Motor

Untuk mengaktifkan driver motor ini diperlukan input dari mikontroller guna mengaktifkan IC 4N28. Dengan memberikan logika 0 dan 1 pada J3 Input motor tidak boleh berkondisi sama, atau dapat dikatakan bahwa kondisi pin 1 dan pin 3 harus berbeda. Sebagai contoh misalkan pin 1 berkondisi 1 sedangkan pin 3 berkondisi 0 maka akan mengaktifkan CIP 1 (4N28). Dengan mengalirnya tegangan pada 4N28, maka tegangan PWR (24 volt) mengalir melalui pin C menuju pin E (*saturasi*) pada 4N28. Dengan keadaan *saturasi* ini, maka mengakibatkan kondisi pada *basis* Q2 akan *low* karena terhubung dengan pin C pada 4N28. Dengan kondisi *low* pada *basis* Q2, maka transistor tersebut (Q2) tidak aktif (*cutoff*) sehingga tegangan yang berasal dari PWR (12volt) akan tertahan pada kaki *colector* Q2. Dengan kondisi ini tegangan yang berasal dari PWR akan mengaktifkan *basis* pada Q1.

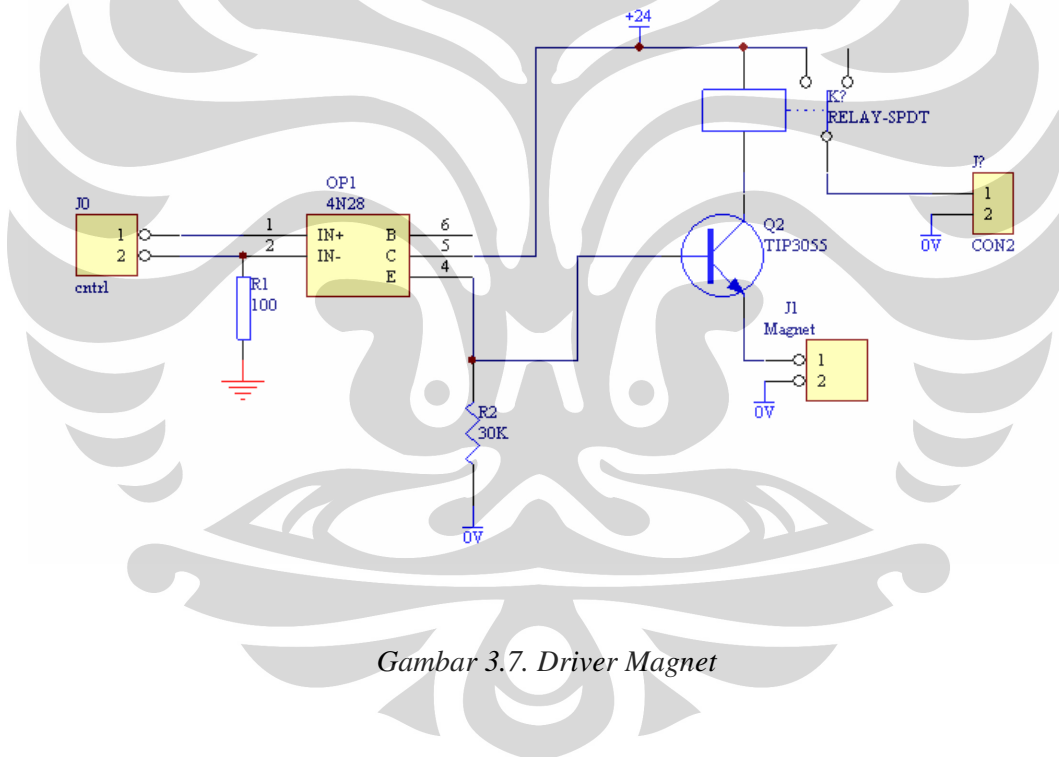
Aktifnya *basis* Q1 mengakibatkan transistor tersebut akan aktif (*saturasi*) sehingga tegangan PWR mengalir menuju *emitor* pada Q1. Selanjutnya tegangan dari Q1 mengalir menuju kaki *basis* pada Q5, sehingga transistor Q5 menjadi aktif dan tegangan PWR langsung menuju *emitor* pada Q5 dengan melewati Q8 dikarenakan Q8 dalam keadaan *off*. Di lain pihak, tegangan PWR juga menuju Q7 dan mengaktifkan transistor tersebut sehingga tegangan yang melewati Q8 mengalir menuju 0 volt melalui motor DC. Keadaan ini mengakibatkan kutub positif motor (+) menjadi lebih positif dibandingkan kutub negatifnya (-) sehingga motor berputar searah jarum jam.

Begitu pula sebaliknya jika pin 3 berkondisi 1 dan pin 1 berkondisi 0 maka akan mengaktifkan CIP 2 (4N28). Dengan mengalirnya tegangan pada 4N28, maka tegangan PWR (24 volt) mengalir melalui pin C menuju pin E (*saturasi*) pada 4N28. Dengan keadaan *saturasi* ini, maka mengakibatkan kondisi pada *basis* Q3 akan *low* karena terhubung dengan pin C pada 4N28. Dengan kondisi *low* pada *basis* Q3, maka transistor tersebut (Q3) tidak aktif (*cutoff*) sehingga tegangan yang berasal dari PWR (12 volt) akan tertahan pada kaki *colector* Q3. Dengan kondisi ini tegangan yang berasal dari PWR akan mengaktifkan *basis* pada Q6. Aktifnya *basis* Q6 mengakibatkan transistor tersebut akan aktif (*saturasi*) sehingga tegangan PWR mengalir menuju *emitor* pada Q6. Selanjutnya tegangan dari Q6 mengalir menuju kaki *basis* pada Q4, sehingga transistor Q4 menjadi aktif dan tegangan PWR langsung menuju *emitor* pada

kutub negatif motor (-) menjadi lebih positif dibandingkan kutub positifnya (+) sehingga motor berputar berlawanan arah jarum jam.

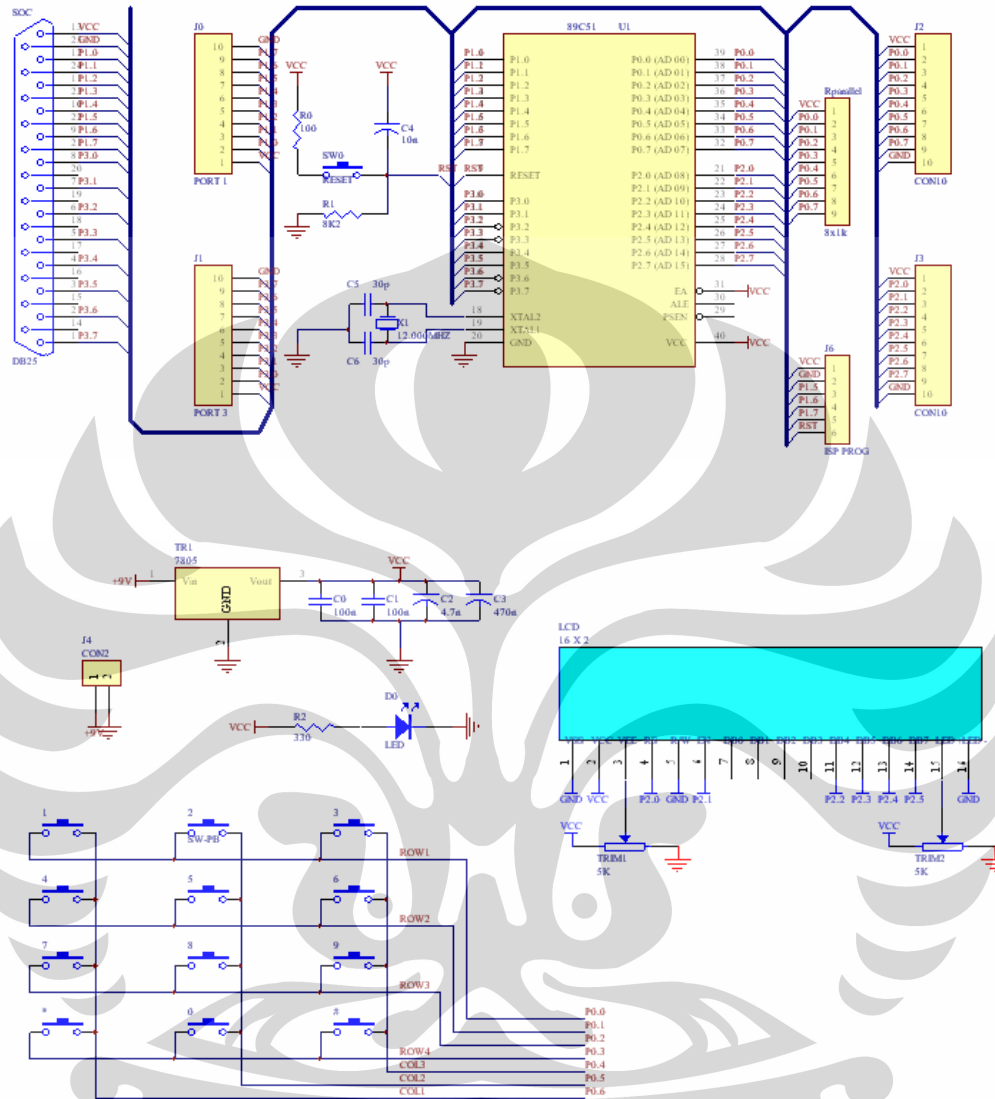
3.2.3. Driver Magnet

Untuk mengaktifkan driver motor ini diperlukan input dari mikontroller guna mengaktifkan IC 4N28. Dengan aktifnya IC tersebut maka TIP 3055 mengalami keadaan saturasi dan arus akan mengalir melalui emitor IC 4N28 menuju basis TIP 3055. Aktifnya basis menyebabkan TIP 3055 mengalami saturasi ($V_c=V_e$), sehingga relay menjadi aktif dan menghidupkan solenoid.



Gambar 3.7. Driver Magnet

3.2.4. Minimum System AT 89S52



Gambar 3.8. Minimum System, LCD, dan Keypad Matrix

Rangkaian ini merupakan satu kesatuan dari MinSys, LCD, dan Keypad Matrix yang selanjutnya akan diteruskan ke modul connector. Masing-masing port diberi fungsi sebagai berikut :

P 0 = Keypad Matrix 4 * 3

P 1.0 = Driver Motor Sumbu Y

P 1.1 = Driver Motor Sumbu Y

P 1.2 = Driver Motor Sumbu X

P 1.3 = Driver Motor Sumbu X

P 1.4 = Driver Motor Sumbu Z(magnet)

P 1.5 = Driver Motor Sumbu Z(magnet)

P 1.6 = Magnet

P 1.7 = / Oe Sensor Warna

Rs = P2.0

E = P2.1

Db4 = P2.2

Db5 = P2.3

Db6 = P2.4

Db7 = P2.5

P 3.0 = Limit Switch Di Peletakan Box Warna

P 3.1 = Limit Switch Di Sumbu Y Awal

P 3.2 = Limit Switch Di Sumbu Y Akhir

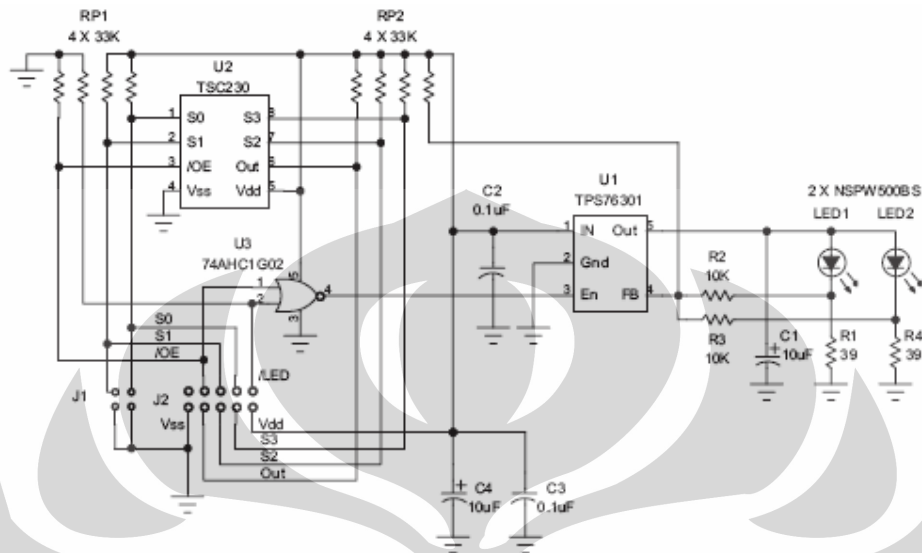
P 3.3 = Limit Switch Di Sumbu X Awal

P 3.4 = Output Sensor Warna

P 3.5 = Limit Switch Di Sumbu X Tengah

P 3.6 = Limit Switch Di Sumbu X Akhir

3.2.5. Color Sensor TCS230

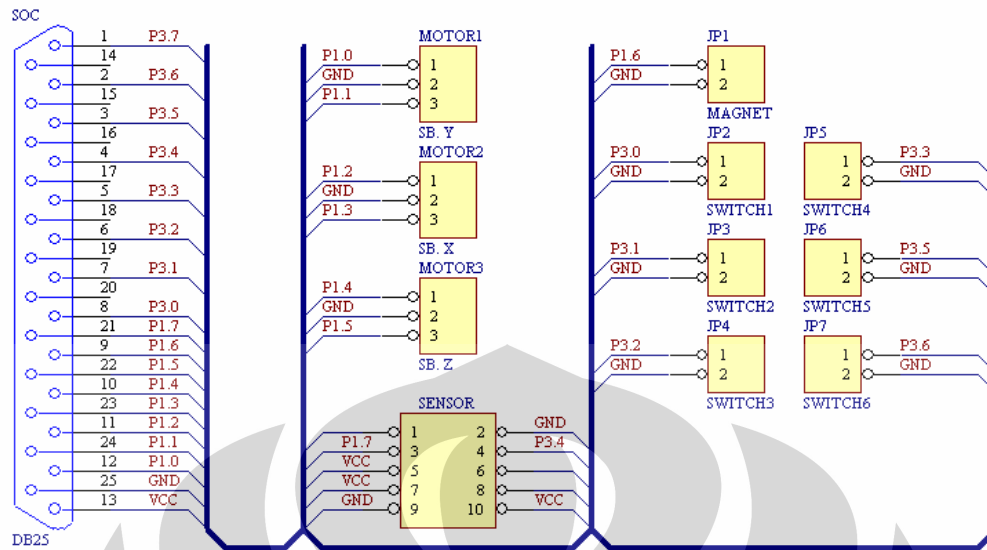


Gambar 3.9. Sensor Modul

Photodiode pada IC TCS230 disusun secara array 8x8 dengan konfigurasi: 16 photodiode untuk memfilter warna merah, 16 photodiode untuk memfilter warna hijau, 16 photodiode untuk memfilter warna biru, dan 16 photodiode tanpa filter. Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus ke pin P3.4 pada MinSys..

3.2.6 Connector

Fungsi connector pada rangkaian ini hanya sebagai penghubung antara driver motor dan MinSys.



Gambar 3.10. Connector Controller Dengan Motor Driver

BAB 4

DATA DAN ANALISA

Setelah melakukan beberapa percobaan, maka didapatkan data-data yang masing-masing akan diberi analisa untuk memperjelas kepada pembaca tentang hal-hal yang terjadi (khususnya pada hardware). Untuk lebih jelasnya hal-hal tersebut dijelaskan oleh beberapa sub bab di bawah ini :

4.1. Power Supply

Tegangan pada rangkaian power supply 24 V = 23,8 Volt

Tegangan pada rangkaian power supply 5 V = 6,5 Volt

Dari tegangan yang dihasilkan oleh trafo dan tegangan yang dihasilkan oleh power supply terdapat penurunan sebesar 0,2 Volt pada power supply 24 V dan kenaikan 1,5 Volt pada power supply 5 V. Ini dikarenakan setiap trafo tidak memiliki kualitas yang sama dalam merubah tegangan AC menjadi DC sehingga terjadi perbedaan tegangan yang dihasilkan pun sering kali terjadi.

4.2. Pergerakan Motor & Limit Switch

Setelah dilakukan penelitian ternyata motor DC yang memiliki gear box jauh lebih kuat dalam menjaga kestabilan torsi-nya dibandingkan motor DC biasa. Dari hasil percobaan didapatkan :

Tabel 4.1. Uji Motor Dan Limit Switch

Gerak Motor	Status	Limit Switch	Status
X Kanan	OK	X Kanan	OK
X Kiri	OK	X Tengah	OK
Y Kanan	OK	X Kiri	OK
Y Kiri	OK	Y Kiri	OK
Z Kanan	OK	Y Kanan	OK
Z Kiri	OK	Box	OK

Tegangan :

Motor DC X = 20,7 Volt

Motor DC Y = 20,5 Volt

Motor DC Z = 21,6 Volt

Arus :

Motor DC Sumbu X left = 0,2 A ; X right = 0,2 A

Motor DC Sumbu Y front = 0,2 A ; Y back = 0,2 A

Motor DC Sumbu Z up = 0,2 A ; Z down = 0,1 A

4.3. Kecepatan Motor

Dari percobaan yang dilakukan beberapa kali didapatkan data-data waktu yang diperlukan motor dalam mencapai posisi tertentu. Karena posisi akhir penempatan benda memiliki jarak tertentu dari posisi awal benda, sehingga bisa kita perhitungkan kecepatan yang dibutuhkan untuk mencapai posisi yang ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$s = v \cdot t \dots\dots\dots (4.3)$$

Dengan,

s = jarak yang ditempuh (m)

v = kecepatan (m/s)

t = waktu (sekon)

Tabel 4.2. Waktu Yang Diperlukan (sekon)

NO	Y1-Y2	X1-X2	X1-X3	X2-X3	Z1-Z2	Z2-Z1	Z1-Z2(B)	Z2-Z1(B)
1	6.2	2.2	4.1	2.1	1.7	2.2	2.1	2.6
2	6.6	2.4	3.9	1.9	1.8	2.3	1.9	2.3
3	6.3	2.3	3.8	2	1.9	2.1	2.2	2.2
4	6.6	2	3.7	2.1	1.9	2.1	2.3	2.4
5	6.2	2.1	3.6	2.1	1.8	2.2	2.1	2.5
Average	6.38	2.2	3.82	2.04	1.82	2.18	2.12	2.4

Keterangan :

Y1-Y2 = Posisi sumbu Y awal menuju Posisi sumbu Y akhir

X1-X2 = Posisi sumbu X awal menuju Posisi sumbu X tengah

X2-X3 = Posisi sumbu X tengah menuju Posisi sumbu X akhir

Z1-Z2 = Posisi sumbu Z awal menuju Posisi sumbu Z akhir

Z1-Z2(B) = Posisi sumbu Z awal menuju Posisi sumbu Z akhir dengan beban

Z2-Z1(B) = Posisi sumbu Z akhir menuju Posisi sumbu Z awal dengan beban

Tabel 4.3. Jarak Yang Dibutuhkan (m)

Y1-Y2	X1-X2	X1-X3	X2-X3	Z1-Z2	Z2-Z1	Z1-Z2(B)	Z2-Z1(B)
1.51	0.57	1.01	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45
1.51	0.57	1.01	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45
1.51	0.57	1.01	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45
1.51	0.57	1.01	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45
1.51	0.57	1.01	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45

Tabel 4.4. Kecepatan Yang Dihasilkan (m/s)

NO	Y1-Y2	X1-X2	X1-X3	X2-X3	Z1-Z2	Z2-Z1	Z1-Z2(B)	Z2-Z1(B)
1	0.24	0.26	0.25	0.26	0.26	0.20	0.21	0.17
2	0.23	0.24	0.26	0.28	0.25	0.20	0.24	0.20
3	0.24	0.25	0.27	0.27	0.24	0.21	0.20	0.20
4	0.23	0.29	0.27	0.26	0.24	0.21	0.20	0.19
5	0.24	0.27	0.28	0.26	0.25	0.20	0.21	0.18
Average	0.24	0.26	0.26	0.27	0.25	0.21	0.21	0.19

Tabel 4.5. Jumlah Waktu Yang Diperlukan(sekon)

TOTAL TIME	Box 1	Box 2	Box 3
1	12.6	14.8	16.7
2	12.6	15	16.5
3	12.6	14.9	16.4
4	13.2	15.2	16.9
5	12.6	14.7	16.2
Average	12.72	14.92	16.54

Keterangan :

Box 1 = Lamanya crane untuk mencapai box 1

Box 2 = Lamanya crane untuk mencapai box 2

Box 3 = Lamanya crane untuk mencapai box 3

4.4. Daya Magnet

Dalam project ini kami menggunakan solenoid sebagai magnet dengan inputan +24 V, dimana sewaktu dalam proses penelitian didapatkan kuat arus yang keluar dari magnet adalah sebesar 1,7 A dengan berat beban maksimum 0.5 kg. Maka besarnya daya yang diserap oleh magnet adalah sebesar 40,8 Watt.

Sesuai dengan hukum kirchoff 1 yaitu besarnya arus yang masuk sama dengan arus yang keluar, kami mendapatkan besarnya nilai arus yang keluar hampir sama dengan arus yang masuk.

$$I \text{ masuk} = I \text{ keluar} \dots\dots\dots (4.4)$$

Ini dikarenakan terdapat beberapa rugi-rugi tegangan baik itu berupa dari sumber listrik sendiri yang memiliki tegangan tidak stabil ataupun dari solenoidnya sendiri (contoh : panas)

4.5. Sensor Warna

Ketika modul TCS230 diberikan supply maka photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus oleh chip TCS230.

Dari percobaan atas pembedaan warna dengan menggunakan osciloscop sebagai alat ukur frekuensi, kami mendapatkan bentuk sinyal counter gelombang kotak pada output TCS 230. Data yang didapat dari percobaan ini menunjukkan tingkat frekuensi yang berbeda-beda.

Tabel 4.6. Hasil Uji Sensor TCS 230

Warna	Output(Hz)
Orange	8 KHz-7,2 KHz
Pink	4,54 KHz - 3 KHz
Kuning	32,25 KHz - 31,25 KHz
Biru	6 KHz - 5,6 KHz
Ungu	2,8 KHz - 2,64 KHz
Putih	20,2 KHz - 17,2 KHz
Hitam	0 KHz

Data yang diambil dari output tersebut dilanjutkan ke System Minimum dalam nilai T(Periode). Dimana periode itu sendiri menghasilkan data berbentuk timer (waktu). Sesuai dengan rumusan $T = 1 / f$, maka kita dapat mengetahui berapa besar periode yang dihasilkan setiap warna.

Contoh : Warna biru menghasilkan 6KHz – 5,6KHz, maka besarnya periode yang dihasilkan adalah 0,16 ms – 0,17 ms.

4.6. Pengujian Secara Keseluruhan

Untuk mendapatkan hasil kerja yang sesuai dilakukan beberapa kali percobaan. Tingkat keberhasilan alat diperoleh dari data-data sebagai berikut :

Tabel 4.7. Hasil Uji Keseluruhan

Percobaan Warna	Box	Hasil	Keterangan
Orange	2	Berhasil	
	2	Berhasil	
	2	Berhasil	
Biru	1	Tidak	(Terbaca : Pink) Menuju Box 2
	1	Berhasil	
	1	Berhasil	
Kuning	3	Berhasil	
	3	Tidak	(Terbaca : Biru) Menuju Box 1
	3	Berhasil	
Pink	2	Tidak	(Terbaca : Biru) Menuju Box 1
	2	Tidak	Sumbu Z lepas
	2	Berhasil	
Merah	1	Berhasil	
	1	Berhasil	
	1	Berhasil	
Ungu	1	Tidak	(Terbaca : Merah) Menuju Box 1
	1	Berhasil	
	1	Berhasil	
Hitam	2	Berhasil	
	2	Tidak	Sumbu Z lepas
	2	Berhasil	
Putih	3	Tidak	(Terbaca : Kuning) Menuju Box 3
	3	Berhasil	
	3	Berhasil	

Dari data yang diperoleh terdapat beberapa kegagalan, dalam hal ini kegagalan sering terjadi pada sistem sumbu z yang kurang berfungsi sebagai fungsi mengangkat dan menurunkan solenoid dan sensor warna TCS 230 yang sangat sensitif terhadap perubahan besarnya cahaya dilingkungan. Tingkat keberhasilan alat ini dalam 24 kali percobaan adalah sebesar 70,83 %.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan Rancang Bangun Mekanik Sistem Pemisahan Box Warna Menggunakan Crane, dan dilakukan pengujian dan analisis data, maka diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Sensor warna tipe TCS 230 menghasilkan output berupa gelombang kotak. Frekuensi yang dihasilkan memiliki besaran yang berbeda-beda untuk tiap warnanya.
2. Dalam pemilihan box warna ini kecepatan motor yang diberikan pada tiap sumbu, memiliki besaran yang berbeda-beda. Ini dikarenakan setiap motor memiliki nilai torsi yang berbeda-beda. Untuk mendapatkan kecepatan motor yang lebih tinggi maka harus menggunakan motor bertorsi tinggi.
3. Semakin jauh letak box maka semakin besar pula waktu yang diperlukan. Hal ini dikarenakan perbedaan jarak yang berbeda-beda.
4. Penggunaan delay yang digunakan untuk menggerakkan motor sumbu z (mengangkat benda ≤ 50 gr) kurang sesuai, dikarenakan apabila terjadi perubahan konstruksi mekanik maka perlu disesuaikan kembali besarnya delay yang diperlukan.
5. Tingkat keberhasilan alat ini dalam 24 kali percobaan adalah sebesar 70,83 %.

5.2. Saran

- ❖ Diharapkan setiap inputan motor DC diberikan driver motor PWM (Pulse Width Modulation), sehingga kecepatan motor dapat diatur.
- ❖ Untuk mendapatkan data frekuensi warna yang baik, jarak antara warna dengan benda harus tetap dan cahaya yang ada disekeliling peralatan tidak masuk ke dalam modul.



DAFTAR PUSTAKA

1. Malvino, Prinsip-Prinsip Elektronika, Erlangga, Jakarta, 1995.
2. Agfianto Putra E, Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori Dan Aplikasi, Gava Media, Yogyakarta 2002.
3. datasheet AT89S51”, Atmel, www.alldatasheet.com
4. Tokheim, Roger L., “Digital Electronics”, Prentice-Hall International, Inc.
5. Putra, Agfianto Eko., “Belajar Mikrokontroler”, Penerbit Gava Media, 2003.
6. Tipler, Paul. A. Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid Kedua. Jakarta: Erlangga. 1998.

