

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Teori-teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi dari keputusan berupa data-data literature dari masing-masing komponen, informasi dari internet serta konsep-konsep teori buku penunjang, antara lain:

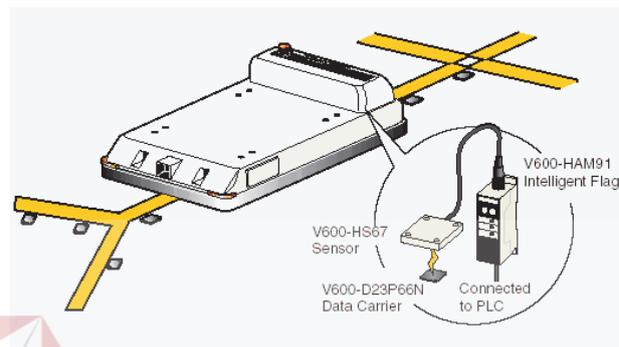
#### **2. Landasan Teori**

##### **2.1 AGV (*Automated Guide Vehicle*)**

Sebuah kendaraan Pemandu otomatis atau *Automated Guided Vehicle* (AGV) adalah robot mobile yang mengikuti tanda atau jalur di lantai, atau menggunakan penglihatan atau laser. Robot ini paling sering digunakan dalam aplikasi industri untuk memindahkan bahan di sekitar fasilitas manufaktur atau gudang. Penerapan kendaraan pemandu otomatis telah diperluas selama akhir abad ke-20 dan mereka tidak lagi terbatas pada lingkungan industri. Sistem kendaraan dipandu otomatis (AGVs) banyak digunakan untuk bahan mengangkut di bidang manufaktur dan pergudangan. Sistem ini menawarkan banyak keuntungan dibandingkan bentuk lain dari transportasi material. Namun, desain dari sistem ini adalah karena kompleks dengan keputusan yang saling terkait yang harus dibuat dan sebagian besar desain alternatif sistem yang tersedia. Secara khusus, desain sistem kontrol AGVs bisa sangat menantang, dan itu bisa secara dramatis mempengaruhi biaya dan kinerja sistem.

Dalam sistem manufaktur otomatis atau semi-otomatis, *controller* AGVs merupakan bagian integral dari sistem kontrol. Sistem kontrol bertanggung jawab

untuk routing produk melalui pengolahan individu stasiun dan berinteraksi dengan peralatan dan operator mempengaruhi atas produksi. Peran AGVs adalah untuk memfasilitasi pengangkutan bagian, peralatan, perlengkapan, dan lain - lain, antara pusat pengolahan individu sebagaimana ditentukan oleh sistem kontrol pada lantai (Sharma,2012). Seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1. AGV (Automated Guide Vehicle) (Sharma,2012)

## 2.2 Mecanum wheel Robot

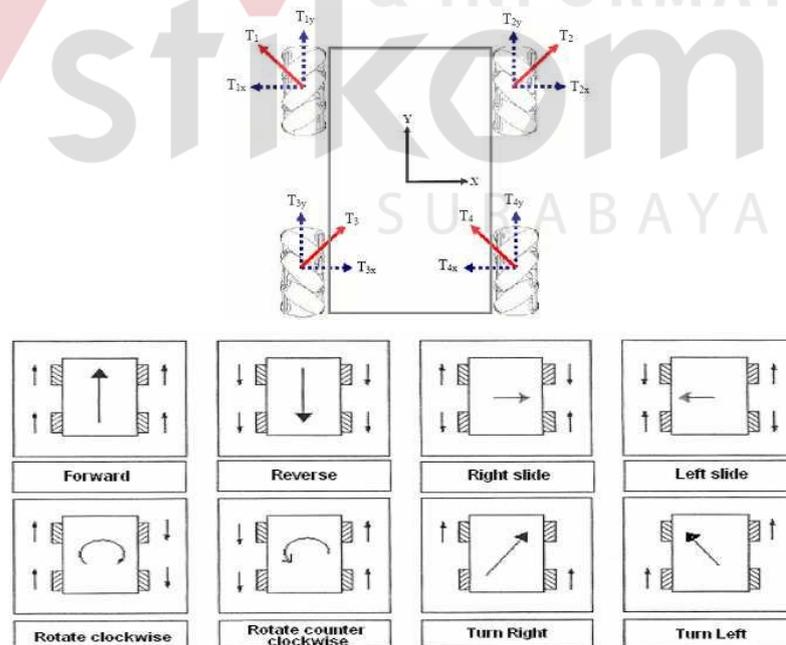
### 2.2.1 Mecanum-directional Robot

Dengan rodanya yg berjumlah 4 buah, *mecanum wheel* memiliki kelebihan dalam sistem navigasi terutama jika digunakan untuk menyelesaikan rintangan. sedikit berbeda dengan robot omni wheel, dimana omni wheel pemasangan rodannya harus simetris dan saling berhadapan, sementara pada *mecanum wheel* pemasangan persis seperti mobil biasa. Bentuk roda luar yang hampir mirip bentuk diagonal menyebabkan pembentukan arah pergerakan robot, tergantung bagian roda robot mana yang berputar. contoh dari roda yang dipakai dalam robot mecanum wheel dapat diperhatikan pada Gambar 2.2. Berikut:



Gambar 2.2. Mecanum wheel

untuk menentukan arah pergerakan robot maka perlu melakukan pemrograman robot kemudian menset putaran roda pada robot tersebut, misalkan untuk bergeser ke arah kiri atau kanan maka perlu perbedaan arah putaran motor baik bagian depan atau bagian belakang, gambar arah pergerakan Mecanum wheel dapat diperhatikan pada gambar 2.2.2 berikut :



Gambar 2.2.1 Penentuan arah pergerakan robot (Wahyuono, 2014)

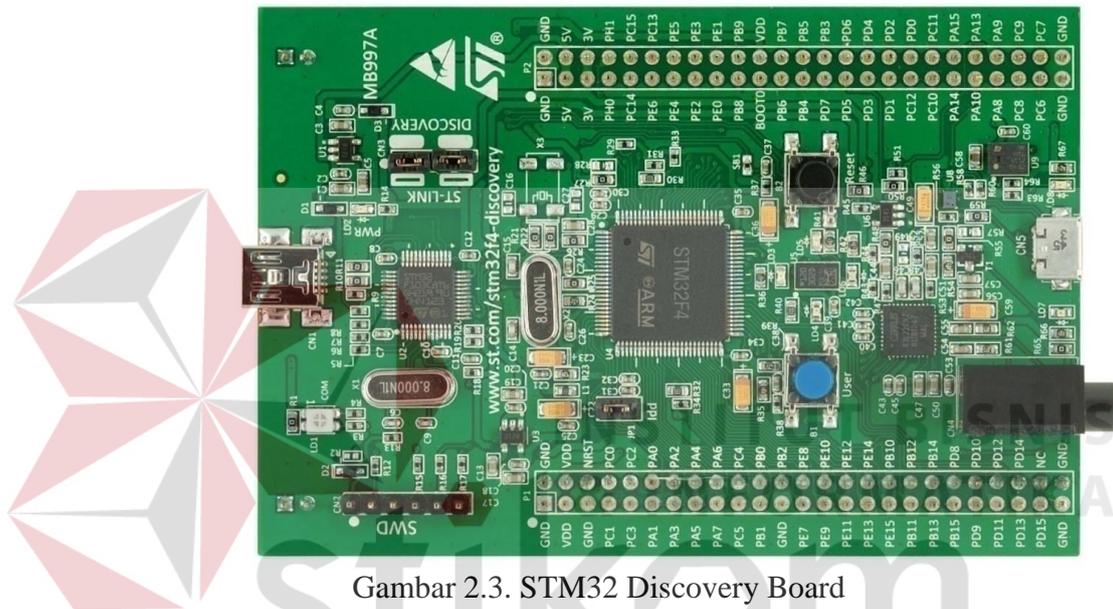
## 2.3 ARM CortexM4 (STM32F4 DISCOVERY)

### 2.3.1 Pengertian ARM CortexM4

Arsitektur ARM merupakan arsitektur *processor* 32-bit RISC yang dikembangkan oleh *ARM Limited*. Dikenal sebagai *Advanced RISC Machine* dimana sebelumnya dikenal sebagai *Acorn RISC Machine*. Pada awalnya merupakan *prosesor desktop* yang sekarang didominasi oleh keluarga x86. Namun desain yang sederhana membuat prosesor ARM cocok untuk aplikasi berdaya rendah. Hal ini membuat prosesor ARM mendominasi pasar *mobile electronic* dan *embedded system* dimana membutuhkan daya dan harga yang rendah. Pada tahun 2007, sekitar 98% dari satu miliar *mobile phone* yang terjual menggunakan setidaknya satu buah prosesor ARM. Dan pada tahun 2009, prosesor ARM mendominasi sekitar 90% dari keseluruhan pasar prosesor 32-bit RISC. Prosesor ARM digunakan di berbagai bidang seperti elektronik umum, termasuk PDA, *mobile phone*, media player, music player, game console genggam, kalkulator dan seperti hard disk drive dan router.

Karena penggunaan AT MEGA dari ATMEL sudah mulai ditinggalkan dengan sudah terlalu banyak aplikasi dengan AT MEGA maka harus berkembang dengan ARM yang harganya lebih murah dengan teknologi yang lebih canggih. STMicroelectronics adalah salah satu vendor ARM yang memiliki market share terbesar. Harga STM32 Discovery Board yang cukup ekonomis serta memiliki kelengkapan yang *excellent*, lebih dari sekedar minimum sistem. Bahkan secara keseluruhan, lebih murah *development board* berbasis mikrokontroler 8-bit. STM32 Discovery Board dapat dijadikan media pembelajaran platform 32-bit.

ARM Cortex-M yang mumpuni. Di dalamnya sudah dilengkapi dengan ST-LINK/V2 untuk *programming* dan *debugging* melalui koneksi USB. STM32 Discovery Board juga dapat digunakan untuk membangun aplikasi dengan tingkat kompleksitas algoritma yang cukup tinggi, karena dicatu prosesor kelas 32-bit berkinerja tinggi dapat diperhatikan pada Gambar 2.3.1 Berikut:



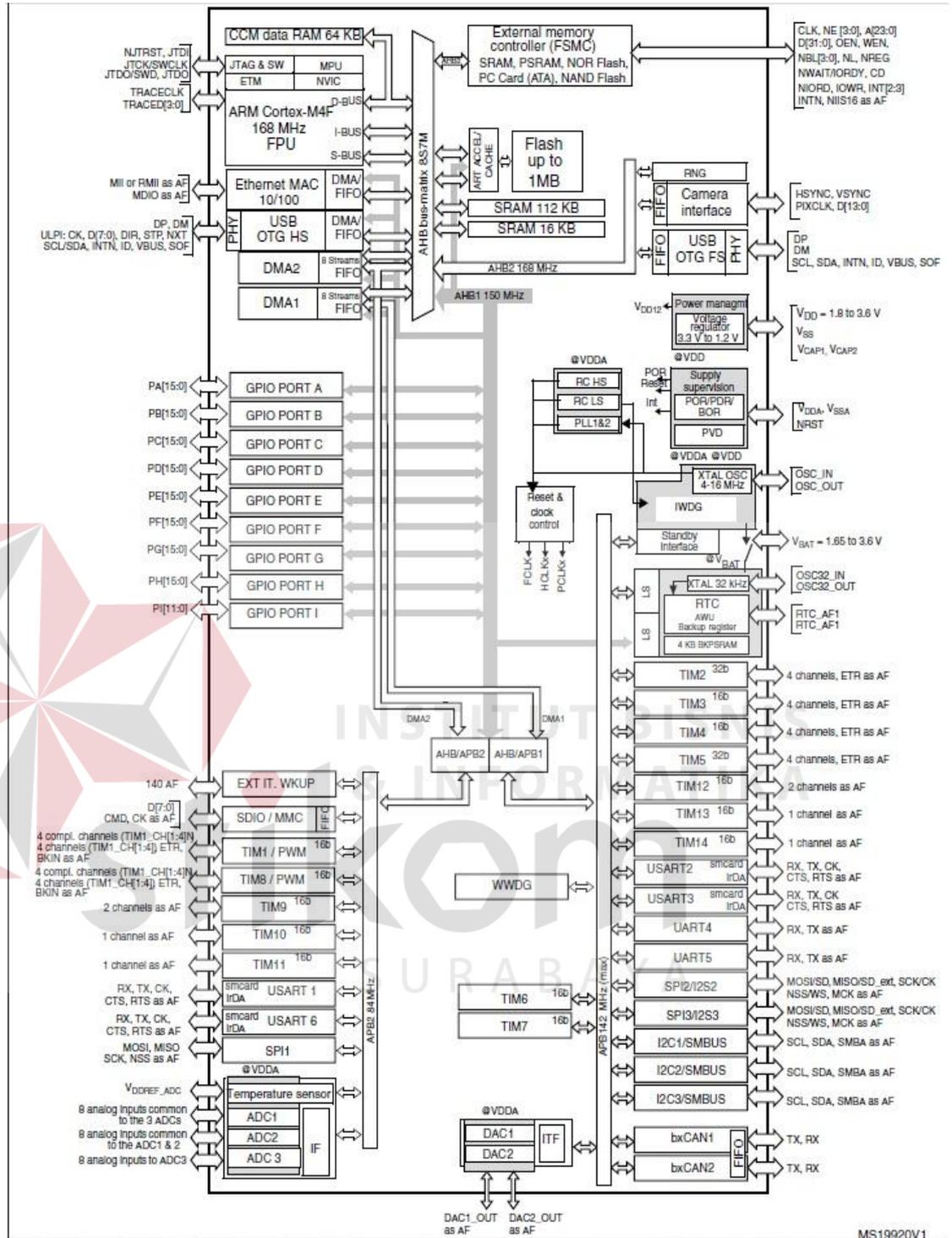
Gambar 2.3. STM32 Discovery Board

### 2.3.2 Arsitektur STM32F4 Discovery

- Saluran I/O sebanyak 80 buah, yaitu GPIO A, GPIO B, GPIO C, GPIO D, dan GPIO E.
- ARM 32-bit Cortex-M4 CPU with FPU.
- Adaptive real-time accelerator (ART Accelerator).
- 168 MHz maximum frequency, 210 DMIPS/1.25 DMIPS/MHz.
- features 1024 Kbytes of Flash.
- 196 Kbytes of SRAM.
- LCD parallel interface, 8080/6800 modes.

- 3 - 12-bit, 0.41 us A/D converters up to 24 channels, 2 - 12-bit D/A converters.
- 16-stream DMA controller with centralized FIFOs and burst support.
- up to 12 – 16-bit and 2 – 32-bit timers up to 150 MHz.
- Up to 136 fast I/Os up to 84 MHz, Up to 138 5 V-tolerant I/Os.
- Up to 3 I2C interfaces, Up to 4 USARTs/2 UARTs (10.5 Mbit/s, ISO 7816, LIN, IrDA, modem control), Up to 3 SPIs (37.5 Mbits/s).
- 2 C\_CAN interfaces (2.0B Active), SDIO interface.
- USB 2.0 FS device/host/OTG controller with on-chip PHY, USB 2.0 HS/FS device/host/OTG controller with dedicated DMA, on-chip FS PHY and ULPI.
- Hardware acceleration for AES 128, 192, 256, Triple DES, HASH (MD5, SHA-1).
- Analog true random number generator, CRC calculation unit, 96-bit unique ID.
- RTC: subsecond accuracy, hardware calendar.
- LIS302DL, ST MEMS motion sensor, 3-axis digital output accelerometer.
- MP45DT02, ST MEMS audio sensor, omnidirectional digital microphone.

Arsitektur STM32F4 DISCOVERY dapat diperhatikan pada Gambar 2.3.2 berikut :



Gambar 2.3.1 Arsitektur STM32F4 DISCOVERY

## 2.4 Rotary Encoder

### 2.4.1 Rotary Encoder Omron E6A-2C

Untuk mendeteksi perpindahan atau putaran motor digunakan sensor rotary encoder. Yang menjadi pilihan adalah *Incremental Encoder*. Rotary Encoder Relatif (sering disebut juga *Incremental Encoder*) digunakan ketika metode pengkodean absolut tidak bisa digunakan (disebabkan ukuran dan bentuk piringan / cakram). Metode ini juga menggunakan piringan yang dipasang pada poros, tetapi ukuran piringan / cakram kecil, dengan jumlah garis radial yang banyak, seperti jeruji roda. Sebuah saklar optik, seperti *photodiode*, menghasilkan pulsa listrik. Kemudian rangkaian kontrol elektronika menghitung pulsa untuk menerjemahkan sudut putar dari poros dapat diperhatikan pada Gambar 2.4.1 berikut.



Gambar 2.4 Incremental Rotary Encoder (Ardilla, 2011)

## 2.5 RFID (*Radio Frequency IDentification*)

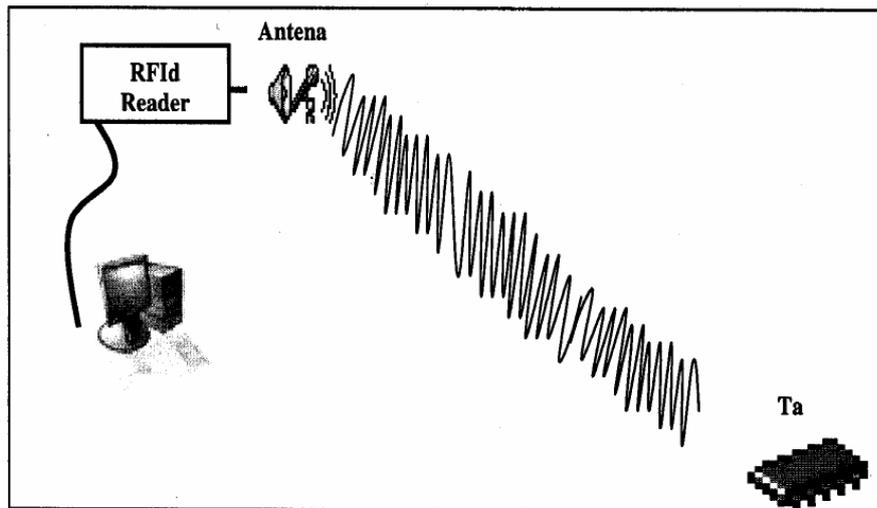
### 2.5.1 RFID

Teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) adalah sebuah pengembangan teknologi pengambilan data secara otomatis atau pengenalan atau identifikasi obyek (Kenzeller,1999). Selama ini sistem otomatis yang dikenal adalah sistem *bar code*. Sistem *bar code* mempunyai keterbatasan dalam penyimpanan data serta tidak dapat dilakukan program ulang atas data yang tersimpan di dalamnya. Namun pada teknologi RFID, proses mengambil atau mengidentifikasi obyek atau data dilakukan secara *contactless* (tanpa kontak langsung). Berdasarkan *survey* yang dilakukan oleh Cap Gemini Ernst & Young (CGeY) pada Januari 2004 terdapat 1000 pelanggan RFID di Amerika Utara. Hasil *survey* menunjukkan 23% mengetahui teknologi RFID, 42% memahami dengan baik teknologi RFID, dan lainnya tidak mengetahui dan tidak mempunyai opini. Dari ketertarikan untuk membeli dan menerapkan RFID didapatkan 11% akan menerapkan dalam waktu 1 tahun, 21% dalam waktu 2 tahun, 33% dalam waktu 2-5 tahun, 11% lebih dari 5 tahun, 21% tidak mempertimbangkan dan 3% tidak akan pernah membeli.

Identifikasi obyek atau data pada teknologi RFID dilakukan dengan mencocokkan data yang tersimpan dalam memori *tag/transponder* dengan data yang dikirimkan oleh *reader*. RFID dibentuk oleh komponen utama *tag (transponder)*, *reader* dan *antenna*. *Tag* dapat menggunakan daya (*tag aktif*) atau tidak (*tag pasif*) serta diletakkan pada obyek yang akan

diidentifikasi. Pada tag pasif sinyal dikirimkan oleh *reader* melalui gelombang elektromagnetik, kemudian tag akan merespon dan mengirimkan data/informasi di dalamnya (*AIM Frequency Forums*). *Reader* juga memiliki kemampuan untuk melakukan perubahan data pada *tag* selain membaca dan mengambil data informasi yang tersimpan dalam *tag*. Sedangkan *antenna* pada sistem RFID berpengaruh terhadap jarak jangkauan pembacaan atau identifikasi obyek. Dalam konteks permasalahan pada artikel ini, *tag* diletakkan pada bagian luar *box* produk sehingga setiap perpindahan produk dapat dimonitor melalui RFID. Apabila pengiriman produk dilakukan maka dengan mudah diketahui produk mana yang dimuat terlebih dahulu sehingga dapat diterapkan FIFO produk dari kiriman sinyal kode pada *tag*. Sinyal yang dikirim *transponder* akan dibaca RFID dan dicocokkan dengan data yang tersimpan dalam media rekam yakni *harddisk* yang terinstal pada komputer.

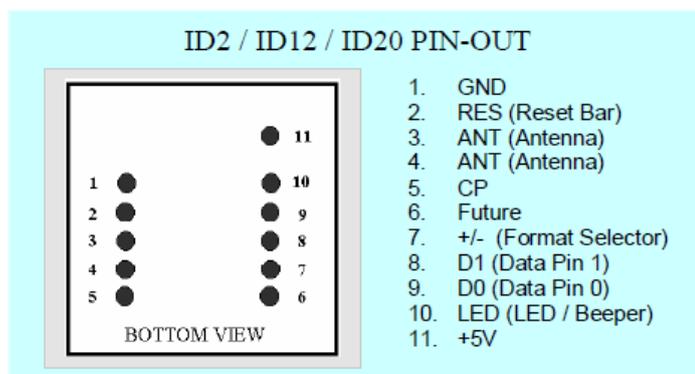
Frekuensi yang digunakan pada *tag* adalah 125 KHz, 13,56 KHz dan *microwave*. Dalam konteks ini digunakan frekuensi 13,56 MHz dengan *carrier*  $\pm 7$  KHz dan *sideband* 9 dB  $\mu$  A/m dengan jangkauan 30 meter (Dziersk, 2004). Kelebihan pada frekuensi 13,56 MHz antara lain tidak menggunakan baterai, biaya murah dan umur pakai lebih lama. Sedangkan pada tag dapat berupa *card*, *rigid industrial*, *smart label*.



Gambar 2.5 RFID (Tarigan 2004)

### 2.5.2 RFID Reader ID-12

ID2, ID12 dan ID20 mirip dengan ID0, ID10 dan ID15 MK (ii) perangkat seri, tetapi mereka memiliki pin tambahan yang memungkinkan Magnetic Output emulasi untuk dimasukkan dalam fungsi tersebut. ID-12 dan ID-20 datang dengan antena internal, dan telah membaca rentang 12 + cm dan 16+ cm, masing-masing. Dengan antena eksternal, ID-2 memberikan rentang membaca hingga 25 cm. Ketiga pembaca mendukung ASCII, Wiegand26 dan Magnetic format data ABA Track2.



Gsmbar 2.5.1. IC ID12

Tabel 2.1. Operasional dan karakteristik fisik

Parameters	ID-2	ID-12	ID-20
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm	16+ cm
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 65mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

Tabel 2.2 Deskripsi PIN dan format data output

Pin No.	Description	ASCII	Magnet Emulation	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 5	Card Present	No function	Card Present	No function
Pin 6	Future	Future	Future	Future
Pin 7	Format Selector (+/-)	Strap to GND	Strap to Pin 10	Strap to +5V
Pin 8	Data 1	CMOS	Clock	One Output
Pin 9	Data 0	TTL Data (inverted)	Data	Zero Output
Pin 10	3.1 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 11	DC Voltage Supply	+5V	+5V	+5V

## KOMPONEN LIST

R1 = 100R

R2 = 1K

R3 = 1K

C1 = 100uF 16V

C2 = 100uF 10V

Pager = 2.7-3.5KHz 100R

D1 = 1N4001

D2 = GREEN LED

U1 = LM7805

Q1 = UTC8050 (NPN)

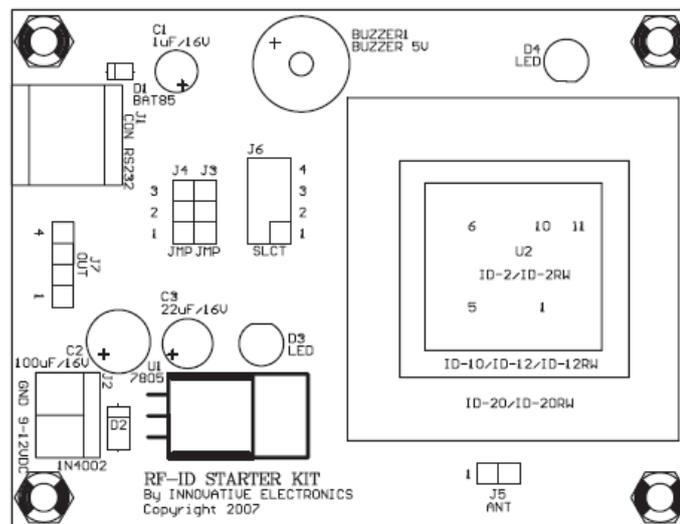
ID2 = ID Inovasi ID2

Harap Perhatikan ID2 memiliki kapasitor internal 1.5nF dan ini membuat total Kapasitas tala = 2.5nF 3.1Khz Pager Logika adalah berpusat untuk kebanyakan penyeranta dikisaran 2.7-3.5Khz

RFID Starter Kit merupakan suatu sarana pengembangan RFID berbasis reader tipe ID-12 yang telah dilengkapi dengan jalur komunikasi RS-232 serta indikator buzzer dan LED. Modul ini dapat digunakan dalam aplikasi mesin absensi RFID, *RFID access controller*, dan sebagai berikut.

#### Spesifikasi

1. Berbasis RFID reader ID-12 dengan frekuensi kerja 125 kHz untuk kartu berformat EM4001/sejenis dan memiliki jarak baca maksimal 12 cm.
2. Kompatibel dengan varian RFID reader lainnya, antara lain: ID-2, ID-10, dan ID-20.
3. Mendukung varian RFID reader/writer, antara lain: ID-2RW, ID-12RW, dan ID-20RW.
4. Mendukung format data ASCII (UART TTL/RS-232), Wiegand26, maupun Magnetic ABA Track2 (Magnet Emulation).
5. Dilengkapi dengan buzzer sebagai indikator baca, serta LED sebagai indikator tulis.
6. Tersedia jalur komunikasi serial UART RS-232 dengan konektor RJ11.
7. Tegangan input catu daya 9 - 12 VDC (J2).

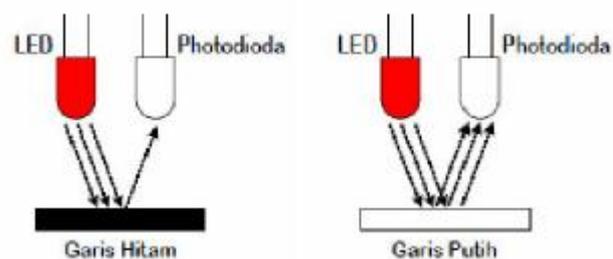


Gambar 2.5.2 Modul RFID

## 2.6 Sensor Pengikut Garis

### 2.6.1 Photodioda

Photodioda adalah sebuah dioda semikonduktor yang berfungsi sebagai sensor cahaya. Photodioda memiliki hambatan yang sangat tinggi pada saat dibias mundur. Hambatan ini akan berkurang ketika photodioda disinari cahaya dengan panjang gelombang yang tepat. Sehingga photodioda dapat digunakan sebagai detektor cahaya dengan memonitoring arus yang mengalir melaluinya. Sensor ini digunakan sebagai reciver dari pantulan sinar dari sebuah led.



Gambar 2.6 Photodioda (Yohannes, 2011)

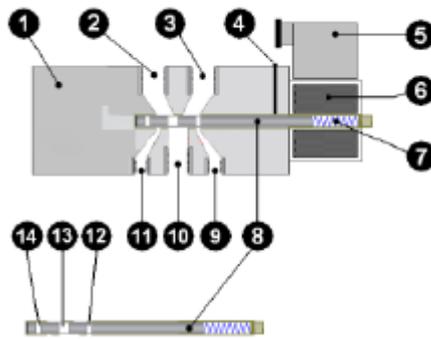
## 2.7 Katup *Pneumatic* (Valve)

### 2.7.1 Valve

Katup *pneumatic* adalah katup yang digerakkan oleh energy listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk mengaktifkan *relay* dan dapat diaktifkan menggunakan arus AC maupun DC. Katup *pneumatic* (*valve*) mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *Inlet Main*. Lubang *Inlet Main*, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara masuk, lalu lubang keluaran (*Outlet Port*) dan lubang masukan (*Inlet Port*), berfungsi sebagai tempat tekanan angin keluar dan masuk yang dihubungkan dengan *pneumatic*, sedangkan lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika katup *pneumatic* bekerja. Gambar 9 menunjukkan bentuk katup *pneumatic* (*valve*), sedangkan dalam Gambar 10 menunjukkan bagian-bagian katup *pneumatic* (*valve*).



Gambar 2.7. Katup *Pneumatic* (*valve*)



Gambar 2.7.1 Datasheet Pneumatic Valve

1. *Valve Body*

2. Terminal masukan (*Inlet Port*)

3. Terminal keluaran (*outlet Port*)

4. Manual *Plunger*

5. Terminal *slot power supplay* tegangan

6. Kumparan (koil)

7. *Spring*

8. *Plunger*

9. Lubang jebakan udara (*exhaust from Outlet Port*)

10. Lubang *Inlet Main*

11. Lubang jebakan udara (*axhaust from Inlet Port*)

12. Lubang *plunger* untuk *exhaust Outlet Port*

13. lubang *plunger* untuk *Inlet Main*

14. lubang *plunger* untuk *exhaust Inlet Port*

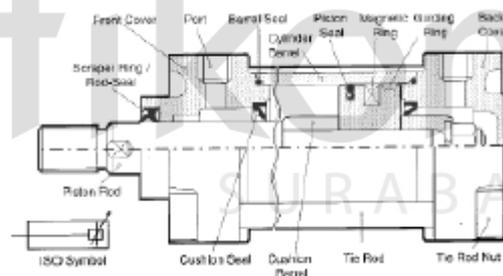
Prinsip kerja dari *valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya, dimana ketika koil mendapatkan supplay tegangan maka koil

tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger*, pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *valve* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply*. Pada umumnya *valve* mempunyai tegangan kerja 24 volt DC (Suwito, 2014).

## 2.8 Air Cylinder

### 2.8.1 Cylinder Double Acting

Silinder pneumatik atau sering juga disebut *air cylinder*, adalah peralatan mekanik yang memanfaatkan kekuatan dari udara bertekanan untuk menghasilkan gerakan maju mundur secara linier. Gaya dari udara bertekanan yang masuk menggerakkan *piston* dalam silinder sehingga *piston rod* atau yang biasa juga disebut *stroke*, akan ikut bergerak ke arah yang tekanan udaranya lebih rendah. *Piston rod* itulah yang dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Bagian-bagian silinder *double acting* terlihat dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Air Cylinder

Biasanya silinder pneumatik lebih banyak disukai penggunaannya karena lebih tidak berisik bila dibandingkan motor dan tidak membutuhkan ruang banyak untuk menyimpan udara. Karena fluida yang digunakan adalah udara, kebocoran pada silinder pneumatik tidak akan menetes dan mengkontaminasi lingkungan sekitar silinder, sehingga silinder pneumatik dapat digunakan pada ruangan yang

harus bebas dari kontaminasi. Silinder *double acting* adalah silinder pneumatik yang menggunakan tekanan udara untuk bergerak maju dan mundur (Croser, E., 2002). Berbeda dengan silinder *single acting* yang salah satu gerak maju atau mundurnya menggunakan pegas. Pada silinder *double acting* terdapat dua lubang tempat udara masuk, satu untuk maju dan satu untuk mundur. Panjang *stroke* yang digunakan bervariasi, tergantung dengan pemanfaatan silinder (Suwito, 2014).

## 2.9 Driver Motor

### 2.9.1 EMS H-Bridge 30A

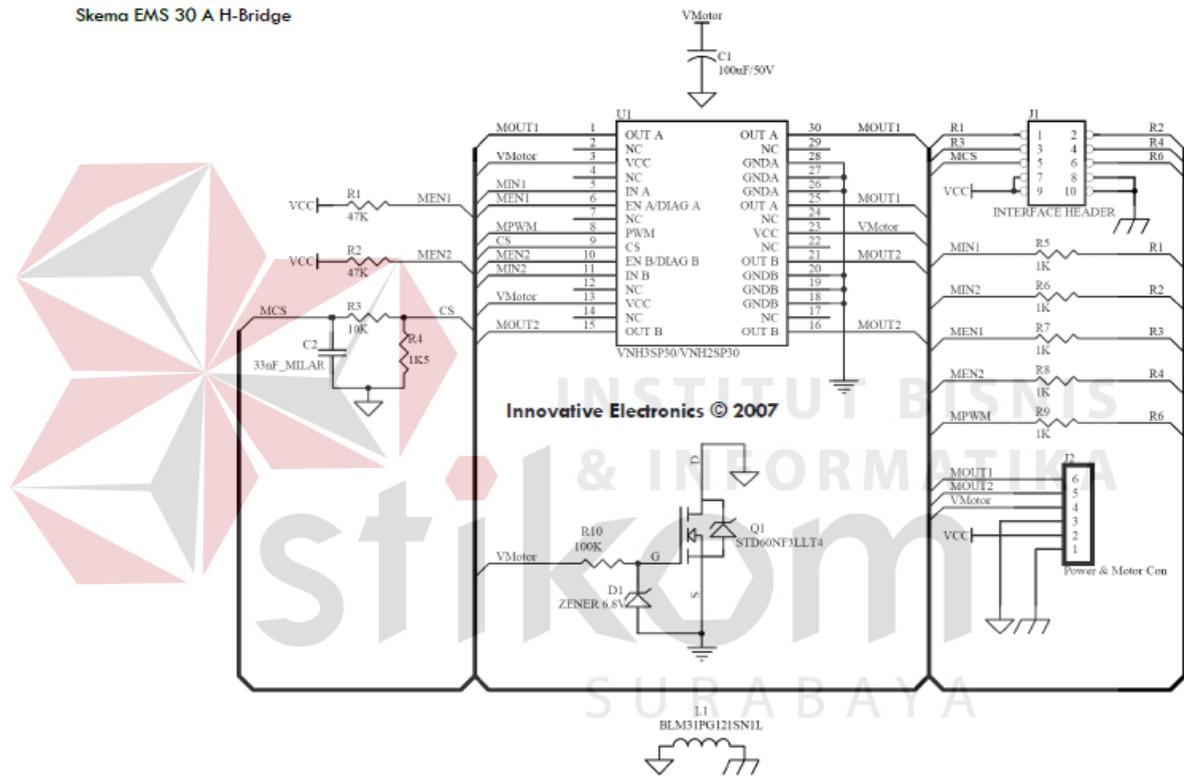
*Embedded Module Series (EMS) 30 A H-Bridge* merupakan *driver* H-Bridge yang didisain untuk menghasilkan *drive* 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 30 A pada tegangan 5,5 Volt sampai 16 Volt. Modul ini dilengkapi dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. Modul ini mampu *drive* beban-beban induktif seperti misalnya relay, solenoida, motor DC, motor stepper, dan berbagai macam beban lainnya.

#### SPESIFIKASI

- Terdiri dari 1 *driver full* H-Bridge beserta rangkaian *current sense*.
- Mampu melewatkan arus kontinyu 30 A.
- *Range* tegangan output untuk beban: 5,5 V sampai 16 V.
- Input kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
- Jalur catu daya input (VCC) terpisah dari jalur catu daya untuk beban (VMot).
- Output tri-state.
- Dilengkapi dengan dioda eksternal untuk pengamanan beban induktif.

- Frekuensi PWM sampai dengan 20 KHz.
- *Fault Detection.*
- Proteksi hubungan singkat.
- Proteksi *overtemperature.*
- *Undervoltage* dan *Overvoltage Shutdown.*
- *Reverse Battery Protection.*

Skema EMS 30 A H-Bridge



Gambar 2.9. Skematik Motor Driver (EMS H-bridge 30 A)